



การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการ
ใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้

ENHANCING THE ABILITY TO CONSTRUCT SCIENTIFIC EXPLANATIONS ON THE TOPIC
OF WEATHER AMONG 7TH GRADE STUDENTS USING A DIAGRAM-BASED SCIENTIFIC
EXPLANATION LEARNING MODEL WITH SCAFFOLDING TECHNIQUE

กาญจนา ยงดี

การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการ
ใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ENHANCING THE ABILITY TO CONSTRUCT SCIENTIFIC EXPLANATIONS ON THE TOPIC
OF WEATHER AMONG 7TH GRADE STUDENTS USING A DIAGRAM-BASED SCIENTIFIC
EXPLANATION LEARNING MODEL WITH SCAFFOLDING TECHNIQUE



KANCHANA YONGDEE

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of MASTER OF EDUCATION

(Science Education)

Faculty of Science, Srinakharinwirot University

2024

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บน
พื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้

ของ

กาญจนา ยงดี

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญากุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พฤษทรัพย์ประมุข) (รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.พินิจ ขำวงษ์)

ชื่อเรื่อง	การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้าน เสริมเรียนรู้
ผู้วิจัย	กาญจนา ยงดี
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2567
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พุกษ์ประมุข

การวิจัยนี้มีความมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ โดยระหว่างเรียนเป็นการศึกษาแนวโน้มของความสามารถและการถอดนั่งร้านเสริมเรียนรู้ตามระดับความสามารถของนักเรียน ส่วนหลังเรียนเป็นศึกษาความสามารถ การได้มาของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และความคิดเห็นของนักเรียนต่อเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบผสมวิธี แบบแผนแบบคู่ขนาน กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรีจำนวน 32 คนที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) ใบกิจกรรมท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ 3) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และ 4) แบบสัมภาษณ์การสะท้อนคิดและการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความถี่และร้อยละ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนมีแนวโน้มของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนในภาพรวมและรายองค์ประกอบดีขึ้น โดยจากนักเรียน 7 กลุ่มมี 1 กลุ่มที่สามารถถอดนั่งร้านเสริมเรียนรู้ได้ตั้งแต่การเรียนครั้งที่ 4 และเมื่อครบทั้ง 7 ครั้ง มีนักเรียน 3 กลุ่มที่สามารถถอดนั่งร้านเสริมเรียนรู้ นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($M=8.58$, $S.D.=3.51$) และเมื่อพิจารณาในรายองค์ประกอบ องค์ประกอบของข้อกล่าวอ้างอยู่ในระดับปานกลาง ($M=3.79$, $S.D.=1.28$) หลักฐานอยู่ในระดับปรับปรุง ($M=2.88$, $S.D.=1.51$) และการให้เหตุผลอยู่ในระดับปรับปรุง ($M=1.91$, $S.D.=1.43$) นอกจากนี้นักเรียนสะท้อนว่าเทคนิคนี้สามารถช่วยให้นักเรียนเขียนเหตุผลได้ดีขึ้น โดยพบว่านักเรียนมีแนวทางการได้มาซึ่งคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันไปตามระดับความสามารถ

คำสำคัญ: รูปแบบการจัดการเรียนรู้, ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์, เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้, นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

Title	ENHANCING THE ABILITY TO CONSTRUCT SCIENTIFIC EXPLANATIONS ON THE TOPIC OF WEATHER AMONG 7TH GRADE STUDENTS USING A DIAGRAM-BASED SCIENTIFIC EXPLANATION LEARNING MODEL WITH SCAFFOLDING TECHNIQUE
Author	KANCHANA YONGDEE
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2024
Advisor	Assistant Professor Chaninan Pruekpramool, Ed.D.

This study aimed to enhance grade 7 students' ability to construct scientific explanations on the topic of weather using a diagram-based scientific explanation learning model with scaffolding technique. During learning, students' ability development trends and the removal of the scaffolding technique based on student abilities were examined. After learning, students' ability to construct scientific explanation, the process of generating scientific explanations, and their perceptions toward the scaffolding technique were investigated. This research employed a mixed-methods convergent design. The participants were 32 grade 7 students from a secondary school under the Kanchanaburi Educational Service Area, selected through purposive sampling. The research instruments included: (1) lesson plans, (2) activity worksheets, (3) a scientific explanation ability test, and (4) reflective learning interviews. Quantitative data were analyzed using mean, standard deviation, frequency, and percentage. Qualitative data were analyzed using content analysis. The results showed that students demonstrated an overall improvement in their ability to construct scientific explanations during the learning process, both in overall and by components. Among seven student groups, one group was able to fully remove the scaffolding technique by the fourth lesson, and by the end of the seventh session, three groups successfully operated without scaffolding. After learning, students' overall ability to construct scientific explanations was at a moderate level ($M = 8.58$, $SD = 3.51$). When analyzed by components: claims were at a moderate level ($M = 3.79$, $SD = 1.28$), evidence at a need improvement level ($M = 2.88$, $SD = 1.51$), and reasoning at a need improvement level ($M = 1.91$, $SD = 1.43$). Moreover, students reflected that the scaffolding technique helped improve their reasoning skills. The study found that students generated scientific explanations in diverse ways depending on their ability levels.

Keywords: Learning Model, Ability to Construct Scientific Explanation, Scaffolding Technique, Grade 7 Students

กิตติกรรมประกาศ

การทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ดร. ชรินทร์ พงษ์ประมูล ที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา รวมทั้งคอยให้ความช่วยเหลือและชี้แนะแนวทางในสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานนี้ด้วยความเอาใจใส่ตลอดมา แม้ว่าผู้วิจัยจะทำงานล่าช้าก็ตาม ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ศศิเทพ ปิติพรเทพิน ประธานคณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ และ ดร.พินิจ ขำวงษ์ กรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมแก่ผู้วิจัย ในการพัฒนารูปเล่มปริญญานิพนธ์ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญในการประเมินหาคุณภาพเครื่องมือทุกท่าน ได้แก่ ผศ.ดร.เอกภูมิ จันทระขันติ ผศ.ดร. อภิชาติ พัยคชิน และดร.พิริยะ วรธนไทย ที่ได้ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์สำหรับการแก้ไขข้อบกพร่อง จนเครื่องมือวิจัยนี้มีคุณภาพเหมาะสมและสามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ กราบขอบพระคุณคณาจารย์ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่านที่ได้เมตตาตามอบความรู้ให้แก่ผู้วิจัยอย่างละเอียดลึกซึ้ง จนผู้วิจัยสามารถนำความรู้นั้นมาปรับใช้ในการทำวิจัยของตนเองได้ ขอขอบคุณคณะผู้บริหารและคุณครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดกาญจนบุรีที่ให้อนุญาตให้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยและเก็บข้อมูล ขอขอบคุณพี่ ๆ น้อง ๆ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา และเพื่อนร่วมงานทุกท่าน ที่คอยถามและให้กำลังใจ รวมถึงอำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยน เพื่อให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัยได้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และบุคลากรอีกหลายท่านที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณพ่อ แม่ สามี ลูก และครอบครัวของพี่สาวของผู้วิจัย ที่คอยเป็นกำลังใจ สนับสนุน และอำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยตลอดระยะเวลาในการวิจัยเสมอมา

กาญจนา ยงดี

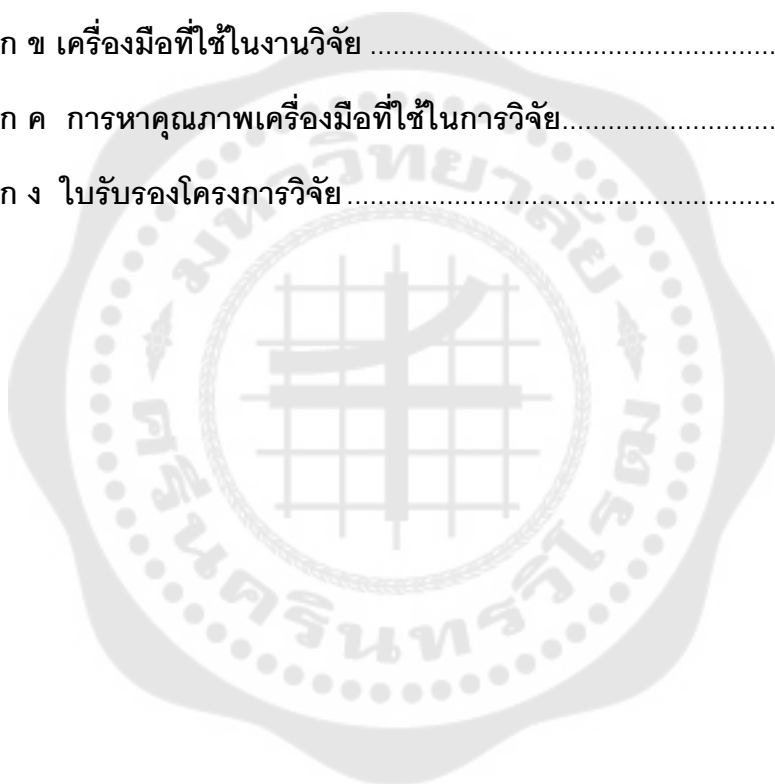
สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญรูปภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญ	1
คำถามการวิจัย.....	7
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	7
ขอบเขตของการวิจัย	8
กลุ่มที่ศึกษา.....	8
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	8
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	9
กรอบแนวคิดการวิจัย	11
สมมติฐานของการวิจัย.....	12
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
1. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	13
1.1 ความหมายของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์.....	14

1.2 ความสำคัญของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	14
1.3 องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์.....	15
1.4 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์....	17
1.5 การวัดและประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	27
2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพ	33
2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพ	33
2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพ	33
3. เทคนิคนักรั้วเสริมเรียนรู้	35
3.1 ความหมายของเทคนิคนักรั้วเสริมเรียนรู้	35
3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคนักรั้วเสริมเรียนรู้	35
3.3 แนวทางการใช้เทคนิคนักรั้วเสริมเรียนรู้.....	37
3.4 เทคนิคนักรั้วเสริมเรียนรู้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์.....	39
4. รูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพ ร่วมกับเทคนิคนักรั้วเสริมเรียนรู้.....	42
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	45
1. แบบแผนการวิจัย.....	45
1.1 แบบแผนการวิจัย	45
2. การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน	47
2.3 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับบริบทและปัญหาในชั้นเรียน.....	47
2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้าง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์.....	47
3. การกำหนดกลุ่มที่ศึกษาและเนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย.....	48

3.1 กลุ่มที่ศึกษาที่ใช้ในงานวิจัย	48
3.2 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	48
4. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	48
4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	49
5.การเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย	66
6. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	67
6.1 การจัดกระทำข้อมูล	67
6.2 การวิเคราะห์ข้อมูล	67
6.3 สถิติที่ใช้ในการวิจัย	70
7. การดำเนินการด้านจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์	72
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย	74
ส่วนที่ 1 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างเรียนรู้ด้วย รูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพ ร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้	74
ตอนที่ 1 แนวโน้มความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างการเรียนรู้	74
ตอนที่ 2 การถอดนั่งร้านเสริมเรียนรู้ของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างการเรียนรู้	89
ส่วนที่ 2 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนรู้ด้วย รูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพ ร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้	91
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	103
สรุปผลการวิจัย	103
อภิปรายผลการวิจัย	105

ข้อเสนอแนะ	110
1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้	110
2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป	110
บรรณานุกรม	112
ภาคผนวก.....	119
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ.....	120
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	122
ภาคผนวก ค การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	154
ภาคผนวก ง ใบรับรองโครงการวิจัย.....	168



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ BSCS Center for Professional Development (2008)	29
ตาราง 2 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิด ของ McNeill and Krajcik (2008)	30
ตาราง 3 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบ แนวคิดของ McNeil and Krajcik (2012)	31
ตาราง 4 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	49
ตาราง 5 โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้	50
ตาราง 6 สถานการณ์ในใบกิจกรรมกลุ่มและเดี่ยวระหว่างการเรียนรู้	54
ตาราง 7 การกำหนดสถานการณ์ที่ใช้ในแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์	57
ตาราง 8 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทั่วไปของแบบวัดฯ ที่พัฒนามาจากแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2008)	61
ตาราง 9 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนที่สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบ ของข้อกล่าวอ้าง	78
ตาราง 10 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนที่สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบ ของหลักฐาน	82
ตาราง 11 จำนวน(ร้อยละ) และตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนที่สร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบของการให้เหตุผล	86
ตาราง 12 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องลมฟ้าอากาศ	92
ตาราง 13 ระดับความสามารถในภาพรวมและรายองค์ประกอบในการสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	93

ตาราง 14 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แต่ละสถานการณ์	94
ตาราง 15 ระดับความสามารถในภาพรวมและรายองค์ประกอบในการสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	95
ตาราง 16 ความสอดคล้องขององค์ประกอบในแผนการจัดการเรียนรู้กับประเด็นที่พิจารณา	156
ตาราง 17 ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ต่อการนำไปใช้	159
ตาราง 18 ความสอดคล้องและความเหมาะสมของข้อคำถามในแบบวัดความสามารถในการสร้าง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์.....	164
ตาราง 19 ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนในแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบาย ทางวิทยาศาสตร์.....	165
ตาราง 20 ความยากและอำนาจจำแนกของข้อคำถามในแบบวัดความสามารถในการสร้าง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์.....	165
ตาราง 21 ความสอดคล้องและความเหมาะสมของข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์.....	167

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดวิจัย	11
ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของ BSCS Center for Professional Development (2008)	28
ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของ McNeill and Krajcik (2008)	29
ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของ วันเพ็ญ คำเทศ ทศตริน วรณเกตุศิริ และนันท์รัตน์ เครืออินทร์ (2563)	30
ภาพประกอบ 5 รูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้ แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้	44
ภาพประกอบ 6 แบบแผนแบบคู่ขนาน (Convergent design) (Creswell & Plano Clark, 2018)	46
ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถฯ แบบเฉพาะของใบกิจกรรมทำย แผนการเรียนรู้ที่ 3	62
ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถฯ แบบเฉพาะของแบบวัดฯ สถานการณ์ที่ 3	63
ภาพประกอบ 9 กราฟแสดงแนวโน้มของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์. 75	
ภาพประกอบ 10 แนวโน้มของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ใน องค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง	76
ภาพประกอบ 11 แนวโน้มของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ใน องค์ประกอบหลักฐาน	80
ภาพประกอบ 12 แนวโน้มของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ใน องค์ประกอบการให้เหตุผล	84

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบหนึ่งของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ที่ปรากฏอยู่ในองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของการประเมิน Programme for International Student Assessment หรือ PISA โดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) (OECD, 2018) และถือเป็นกรอบโครงสร้างพื้นฐานของการศึกษาเกี่ยวกับการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (McNeill & Krajcik, 2008) ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ถูกกำหนดเป็นจุดเน้นสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในหลายประเทศ ดังปรากฏใน มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ (Next Generation Science Standards, NGSS) ของประเทศสหรัฐอเมริกาที่มุ่งเน้นให้นักเรียนใช้ความรู้ที่ได้เรียนมาในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในรูปแบบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับประเทศสิงคโปร์ ที่ระบุให้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในวัตถุประสงค์ของการประเมินในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ระบุว่า นักเรียนควรมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบของการใช้คำพูด สัญลักษณ์ กราฟิก และตัวเลขในการนำเสนอเหตุผลในปรากฏการณ์ รูปแบบ หรือความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น (Ministry of Education, 2013) รวมถึงเป็นการอธิบายแบบจำลองทางทฤษฎี (National Research Council, 2012) เช่นเดียวกับประเทศไทยที่ให้ความสำคัญกับการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังปรากฏในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งได้เสนอว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ตัดสินใจได้ โดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และใช้ประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ จนนำไปสู่การอธิบายปรากฏการณ์ ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้งจนนำไปสู่การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ (Driver et al., 2000) และเป็นแนวทางในการกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมและแสดงความคิดเห็นในปรากฏการณ์ต่าง ๆ การค้นหาข้อมูล หลักฐาน เพื่อนำมาสู่การให้เหตุผล (นำ

พงศ์ จันทรวิโท และคณะ 2020) หากนักเรียนไม่สามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจแนวคิด หลักการทางวิทยาศาสตร์ (Kuhn & Reiser, 2005) จากที่กล่าวมาข้างต้น สะท้อนให้เห็นว่าการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากการได้มาซึ่งคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนต้องค้นคว้าข้อมูล ตัดสินใจใช้เหตุผลในการเลือกข้อมูล นักเรียนจำเป็นต้องมีความรู้อย่างลึกซึ้งซึ่งเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้บรรลุตามเป้าหมายของการจัดการศึกษา

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นการแสดงออกของนักเรียนในการอธิบายปรากฏการณ์ โดยการระบุข้อกล่าวอ้างและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการศึกษาแล้วเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานด้วยการใช้เหตุผลตามหลักการและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (McNeill & Krajcik, 2008; Nawani et al., 2018; นวลจิตต์ เชาวกิตติพงศ์, 2562; ภัทรสุตา หาดขุนทด และคณะ., 2563) โดย McNeill & Krajcik (2008) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการสร้างข้อความที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นโดยใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบคือ 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นข้อสรุปเกี่ยวกับปัญหา 2) หลักฐาน (Evidence) เป็นข้อมูลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และ 3) การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นข้อความที่สร้างขึ้นจากหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง จากความสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งที่น่ามาสู่การเปลี่ยนแปลงเป้าหมายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันที่เปลี่ยนจากการเน้นให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลของปรากฏการณ์ที่ศึกษา มาเป็นการสร้างความเข้าใจในปรากฏการณ์โดยเชื่อมโยงความคิดทางวิทยาศาสตร์ไปสู่หลักฐานและการให้เหตุผล (Nawani et al., 2018) ซึ่งการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและหลักฐานใหม่ ๆ (Beyer & Davis, 2008) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2560) กล่าวว่า การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ควรส่งเสริมให้กับผู้เรียนตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังปรากฏในคุณภาพผู้เรียน ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระบุว่า เมื่อนักเรียนจบระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนสามารถตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่เชื่อมโยงกับพยานหลักฐาน หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่มีการกำหนดหรือควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐานที่น่าไปสู่การตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบจากพยานหลักฐาน โดยใช้ความรู้และ

หลักการทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายและลงข้อสรุป และสื่อสารความคิด ความรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างเหมาะสม สะท้อนให้เห็นว่า การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญในการแสดงถึงการเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับตัวชี้วัดที่ได้กำหนดไว้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ส่งผลให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ ต้องการแสวงหาคำตอบของปัญหาหรือสถานการณ์ โดยความรู้ที่ได้นั้นได้มาจากการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ รวมถึงประสบการณ์หรือความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ และนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายในด้านคุณภาพของผู้เรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560)

อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมพบว่า นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาของไทย ยังคงมีปัญหาในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนไม่สามารถสร้างคำอธิบายได้ดีเท่าที่ควร มีลักษณะของการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นข้อความสั้น ๆ ที่เป็นคำตอบของคำถาม ขาดการให้ข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้มาจากการเรียนรู้ผ่านกระบวนการตรวจสอบ รวมทั้งยังขาดการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน (จิรภัทร ศรีระอุดม และ กัญญารัตน์ โคจร, 2566; ณัฐวดี ปฐมมีโชค และคณะ, 2563; ปริญญา มัจฉา, 2565; ภัทรสุดา หาดขุนทด และคณะ, 2563; สุชาดา ศรีศกุน, 2565) เมื่อพิจารณาเป็นรายองค์ประกอบพบว่า คะแนนในองค์ประกอบของการให้เหตุผลมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดจากทั้ง 3 องค์ประกอบ เนื่องจากการให้เหตุผลที่ดีควรแสดงถึงการอธิบายจากหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้อง (จิรภัทร ศรีระอุดม และ กัญญารัตน์ โคจร, 2566) ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนขาดความแม่นยำเกี่ยวกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (สุชาดา ศรีศกุน, 2565) ให้เหตุผลจากความรู้สีกตัวเองมากกว่าการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ (ปริญญา มัจฉา, 2565) โดยพบนักเรียนส่วนน้อยเท่านั้นที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงในองค์ประกอบการให้เหตุผล และหากนักเรียนมีความรู้แตกต่างกัน จะส่งผลทำให้การให้เหตุผลแตกต่างกันด้วย (พณนิดา มีลา และ ร่มเกล้า อาจเดช, 2560) สอดคล้องกับงานวิจัยต่างประเทศที่พบว่า นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแสดงเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ ขาดการเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำมาแสดงเป็นหลักฐานและเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานไม่ครบถ้วน นำหลักฐานที่ผิดมาเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างจึงส่งผลให้การแสดงเหตุผลผิด (McNeill & Krajcik, 2008; Nawani et al., 2018; Tang, 2016) นอกจากนี้ จากประสบการณ์สอนของผู้วิจัยที่ได้จัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งไม่ได้เป็นกลุ่มที่มีประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้สร้าง

คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบทั้งสามมาก่อน จากการให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พบว่า เมื่อมีการตั้งคำถามให้นักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ หรือให้นักเรียนเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนส่วนใหญ่มักจะตอบคำถามด้วยประโยคสั้น ๆ โดยไม่มีการอ้างถึงหลักฐาน หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายเพื่อสนับสนุนคำตอบหรือคำอธิบายนั้น เมื่อพิจารณาแยกตามองค์ประกอบ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดในองค์ประกอบของข้อกล่าวอ้าง รองลงมาคือองค์ประกอบของหลักฐาน ส่วนองค์ประกอบของการให้เหตุผลนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด สะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งถ้าไม่ได้รับการพัฒนา อาจส่งผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นไปได้ โดยเนื้อหาเรื่อง ลมฟ้าอากาศ เป็นองค์ความรู้สำคัญ ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในปรากฏการณ์เกี่ยวกับสภาพลมฟ้าอากาศรอบตัวและเกี่ยวข้องกับชีวิตของนักเรียน ซึ่งเป็นเนื้อหาที่นักเรียนควรเข้าใจและสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ และการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ควรเริ่มต้นจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นระดับชั้นแรกของมัธยมศึกษา จึงเป็นเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยเฉพาะในองค์ประกอบของการให้เหตุผลที่ต้องใช้ความรู้มาเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างอย่างเหมาะสม

จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา พบงานวิจัยที่พัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (เชมรัฐ จุฑานฤปกิจ, 2565; นวลจิตต์ เชาวกิตติพงศ์, 2562) การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์ Premise–Reasoning–Outcome (PRO) ร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ (Tang, 2016) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (ณัฐวรรณ ศิริธร และ เอกภูมิ จันทรขันตี, 2562) การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐาน (Context-Based Learning: CBL) (วันวิสาห์ รักษาม และ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2562) การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง (กรกนก เลิศเดชภักดิ์ และ ปริณดา ลิ้มปานานท์ พรหมรัตน์, 2561) การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน (Socio-Biological Case-Based Learning) (Wanloh & Nuangchalerm, 2022) โดยผลการวิจัยของงานวิจัยข้างต้นพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น อย่างไรก็ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นักวิจัยและนักการศึกษาได้นำมาใช้สามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้าง

คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ในภาพรวม เมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบพบว่าสามารถส่งเสริมองค์ประกอบของข้อกล่าวอ้าง และหลักฐานได้ชัดเจน แต่ในองค์ประกอบของการให้เหตุผลยังไม่ชัดเจนมากนัก (Tang, 2016; กรกนก เลิศเดชาภัทร และ ปริณดา ลิ้มปานนท์ พรหมรัตน์, 2561; ณัฐวรรณ ศิริธร และ เอกภูมิ จันทระขันตี, 2562; วันวิสาข์ รักษาม และ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2562) จากการศึกษางานวิจัยพบรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพ (Diagram- Based Scientific Explanation Learning Model หรือ DSE Learning Model) โดยเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาขององค์ประกอบในการให้เหตุผลโดยเฉพาะ ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในด้านการให้เหตุผลดีขึ้น (พิริยะ วรรณไทย และ ชนินันท์ พฤษประมุข, 2564)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพพัฒนาโดยพิริยะ วรรณไทย (2564) ถูกออกแบบขึ้นเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ครบทั้งสามองค์ประกอบ และมุ่งเน้นการพัฒนาองค์ประกอบการให้เหตุผลของนักเรียนเป็นสำคัญ ผ่านการใช้เทคนิคการเขียนแผนภาพมาเชื่อมโยงกับหลักฐาน และแบบจำลองเข้ามาประยุกต์ใช้ในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ นอกจากนี้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวยังมุ่งเน้นการสร้างความรู้และความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เชิงลึกเพื่อนำมาสร้างเป็นเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้างได้ ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งผลของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวของพิริยะ วรรณไทย (2564) พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถดังกล่าวสูงขึ้นในทุกองค์ประกอบ และเมื่อพิจารณาความก้าวหน้าในการเรียนรู้พบว่า นักเรียนมีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นในการเรียนรู้แต่ละครั้งในทุกองค์ประกอบเช่นกัน เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของการให้เหตุผลจากการเรียนรู้ในครั้งที่ 1 จำนวนนักเรียนที่ไม่สามารถให้เหตุผลได้ถูกต้อง อยู่ในระดับควรปรับปรุงมีมากถึงร้อยละ 100 แต่เมื่อผู้วิจัยนำการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมาจัดการเรียนรู้พบว่า เมื่อถึงการจัดการเรียนรู้ที่ 2-6 พบว่าร้อยละของนักเรียนที่มีความสามารถดังกล่าวในระดับปรับปรุงลดลง ในขณะเดียวกันระดับปานกลางและดีเพิ่มขึ้น จนกระทั่งถึงการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 7 ร้อยละของเรียนที่มีความสามารถดังกล่าวในระดับปรับปรุงลดลงเหลือเพียง 5.56 สะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ทั้งสามองค์ประกอบโดยเฉพาะการให้เหตุผล จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจในรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพ ที่เป็นการจัดการ

เรียนรู้ที่ส่งเสริมการการสร้างอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และเน้นการการแก้ปัญหาในองค์ประกอบของการให้เหตุผลเป็นสำคัญ ซึ่งตรงกับปัญหาวิจัยที่ได้กล่าวข้างต้น

อย่างไรก็ตาม รูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพสร้างขึ้นสำหรับส่งเสริมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และพบว่าแม้นักเรียนจะมีความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเขียนเหตุผลประกอบคำอธิบายฯ แต่นักเรียนหลายคนยังไม่สามารถเริ่มประโยคในการเขียนเหตุผลของนักเรียนได้ โดยจากประสบการณ์ในการสอนนักเรียนของผู้วิจัยที่ผ่านมาพบว่านักเรียนไม่เคยได้รับการฝึกสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มาก่อน การเริ่มต้นจึงจำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือในการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้แบบค่อยเป็นค่อยไป เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้จึงเป็นเทคนิคที่สร้างขึ้นสำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียน โดยครูผู้สอนจะดำเนินการอย่างค่อยเป็นค่อยไปผ่านการทำใบกิจกรรมที่มีตัวช่วยที่เป็นตัวเลือกในองค์ประกอบของการให้เหตุผล เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ (สมเกียรติ อินทสิงห์, 2558) เป้าหมายของเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ช่วยชี้แนะผู้เรียนเกี่ยวกับบริบทของเรื่องที่จะเรียน ตลอดจนปูพื้นฐานความรู้และทักษะต่าง ๆ ไปทีละขั้น จนในที่สุดสามารถพัฒนาทักษะและเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ ได้ด้วยตนเอง (Lewis, 2019) สอดคล้องกับงานวิจัยของ เจนตา แก้วลาย (2564) ที่กล่าวว่า เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้เป็นเทคนิคที่ใช้ในการส่งเสริม สนับสนุนและช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้โดยใช้การลงมือปฏิบัติช่วยเหลือผู้เรียนได้แก่ การสาธิต การอธิบาย การยกตัวอย่างประกอบ การใช้แผนภูมิ การบอกใบ้ การกระตุ้นความจำ การให้ข้อมูลย้อนกลับ การตั้งคำถาม การใช้คำพูดเพื่อให้กำลังใจ การพูดความคิดออกมาดัง ๆ การบอกเป็นนัย และการใช้เครื่องมือประกอบ (นพมาศ ปลัดทอง, 2561) โดยหากนำเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้มาใช้ร่วมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว จะสามารถพัฒนานักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างค่อยเป็นค่อยไป และทำให้นักเรียนมีกำลังใจในการที่จะพัฒนาตนเองต่อไปนำไปสู่การเข้าใจเนื้อหาอย่างถ่องแท้มากยิ่งขึ้น เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้จึงเป็นเทคนิคที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการช่วยเหลือนักเรียนร่วมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพ โดยเป็นการช่วยเหลือในองค์ประกอบของการให้เหตุผลในขั้นตอนของการเขียนแผนภาพระหว่างการจัดการเรียนรู้ ซึ่งวิธีที่ผู้วิจัยใช้ช่วยเหลือนักเรียนในงานวิจัยนี้คือการใช้เครื่องมือประกอบ โดยใช้ใบกิจกรรมที่มีการกำหนดตัวเลือกของการให้เหตุผลให้กับนักเรียน 2 ตัวเลือก ที่เป็นเหตุผลในข้อนั้น ๆ และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกตัวเลือกให้ถูกต้อง ถ้านักเรียนกลุ่มใดสามารถเลือกได้ถูกต้อง 2 ครั้งติดกัน ในกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไป ในใบกิจกรรมกลุ่มจะไม่มีตัวเลือก แต่ถ้า

นักเรียนไม่มีตัวเลือกและเขียนไม่ถูกต้อง นักเรียนจะต้องกลับมาใส่นั่งร้าน หรือกลับมาใช้ใบกิจกรรมที่มีตัวเลือกอีกครั้งหนึ่ง จนกว่านักเรียนจะสามารถเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องและสมบูรณ์

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ลมฟ้าอากาศ โดยนำการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้มาใช้ และทำการศึกษผ่านกระบวนการวิจัยแบบผสมวิธี เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นต่อไป

คำถามการวิจัย

รูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ สามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ได้หรือไม่ อย่างไร โดยมีคำถามวิจัยย่อยดังต่อไปนี้

1. แนวโน้มของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างเรียนมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
2. การถอดนั่งร้านเสริมเรียนรู้ตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างเรียนรู้เป็นอย่างไร
3. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนเป็นอย่างไร
4. นักเรียนมีการได้มาของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และความคิดเห็นต่อเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้หรือไม่ อย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ โดยมีความมุ่งหมายของวิจัยย่อยดังนี้

- 1 เพื่อศึกษาแนวโน้มของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ระหว่างได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้
2. เพื่อศึกษาการถอดนั่งร้านเสริมเรียนรู้ตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างเรียนรู้
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนรู้
4. เพื่อศึกษาการได้มาของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และความคิดเห็นของนักเรียนต่อเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 32 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive selection) จากห้องเรียนที่นักเรียนมีความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันพิจารณาจากผลการเรียนวิทยาศาสตร์ในภาคการศึกษาที่ผ่านมา เป็นกลุ่มนักเรียนที่ไม่เคยมีประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยตรงมาก่อน และเป็นกลุ่มที่เข้ารับการจัดการเรียนรู้ครบทุกครั้งของการจัดการเรียนรู้

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ เรื่องลมฟ้าอากาศ ที่เป็นส่วนหนึ่งในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วยเรื่อง ชั้นบรรยากาศ อุณหภูมิของอากาศ ความกดอากาศ ลม ความชื้น เมฆและฝน และการพยากรณ์อากาศ

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

งานวิจัยนี้จะดำเนินการศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 รวมระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยทั้งสิ้น 15 คาบเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน (พิริยะ วรธนไทย, 2564) และใช้ร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ ได้แก่ การใช้เครื่องมือประกอบ โดยใช้ใบกิจกรรม เข้ามาช่วยเหลือนักเรียนในการระบุเหตุผล โดยมีครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือตลอดการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เป็นดังนี้

1) ขั้นเปิดประเด็นคำถาม เป็นขั้นตอนที่ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่องลมฟ้าอากาศ ตามตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน จากนั้นครูระบุประเด็นคำถามที่นำไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนอธิบายแลกเปลี่ยนความคิดหรือความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือคำถามที่ครูกำหนดเพื่อสำรวจความรู้เดิมของนักเรียน

2) ขั้นระดมความคิดเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันระดมความคิดภายในกลุ่มถึงข้อกล่าวอ้างที่เป็นไปได้เกี่ยวกับประเด็นคำถามในรูปของแผนผังความคิด

3) ขั้นค้นหาหลักฐาน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่ม สำรวจตรวจสอบหรือสืบค้นข้อมูลในองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นคำถาม เพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างพร้อมนำหลักฐานที่สืบค้นมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน เพื่อพิจารณาความถูกต้องของหลักฐานแต่ละชิ้น

4) ขั้นเขียนแผนภาพ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนเขียนแผนภาพเพื่อเชื่อมโยงหลักฐานและแบบจำลอง ที่ช่วยให้นักเรียนได้ระบุข้อกล่าวอ้าง ระบุหลักฐานที่สนับสนุน และระบุเหตุผลประกอบสำหรับการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้ระดมสมองพิจารณาการเปลี่ยนผ่านจากข้อกล่าวอ้างชั่วคราวไปสู่ข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องร่วมกัน และสามารถระบุหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องนั้นได้ ในส่วนของการระบุเหตุผล ครูให้ความช่วยเหลือนักเรียนโดยใช้ใบกิจกรรมการเขียนแผนภาพในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีการกำหนดตัวเลือกของเหตุผลให้กับนักเรียน เมื่อนักเรียนสามารถเลือกเหตุผลที่ถูกต้องได้ติดกัน 2 ใบกิจกรรม จึงจะถอดการช่วยเหลือลงโดยนำตัวเลือกที่กำหนดออกและเปลี่ยนเป็นใบกิจกรรมที่ไม่มีตัวเลือก ให้นักเรียนเติมเหตุผลลงในช่องว่างด้วยตัวเอง แต่ถ้านักเรียนกลุ่มใดไม่สามารถเลือกได้ก็ไม่สามารถนั่งร้านหรือตัวเลือกออกได้ ในขณะเดียวกันถ้านักเรียนกลุ่มใดที่สามารถถอดนั่งร้านได้ และเมื่อได้รับใบกิจกรรมที่ไม่มีตัวเลือก กลับไม่สามารถเขียนได้ถูกต้อง นักเรียนกลุ่มนั้นต้องใส่

นั่งร้านกลับเข้าไป เพื่อฝึกอีกครั้งหนึ่ง โดยครูจะทำการช่วยเหลือจนกว่านักเรียนจะสามารถเขียนให้เหตุผลได้ถูกต้องได้ด้วยกลุ่มของตนเอง

5) ขั้นสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ลมฟ้าอากาศ โดยนำข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้ามาเรียบเรียงเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ จากนั้นทำการอภิปรายและสรุปองค์ความรู้ในประเด็นที่ศึกษาร่วมกัน

6) ขั้นสร้างคำอธิบายในสถานการณ์ใหม่ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษา มาประยุกต์ใช้ในการสร้างคำอธิบายในสถานการณ์ใหม่ ที่สอดคล้องกับประเด็นที่ศึกษา และมีการสะท้อนผลการเรียนรู้จากการเรียนรู้ดังกล่าวและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสร้างข้อความเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ สถานการณ์ หรือเหตุการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่อง ลมฟ้าอากาศ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยประเมินระหว่างเรียนได้จากใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้และหลังเรียนได้จากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจำนวน 1 ชุด 3 ข้อ ซึ่งทั้งใบกิจกรรมและแบบวัดมีการให้คะแนนและแปลความหมายตามเกณฑ์ของระดับความสามารถแบ่งพิจารณาออกเป็น 3 องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ คือ

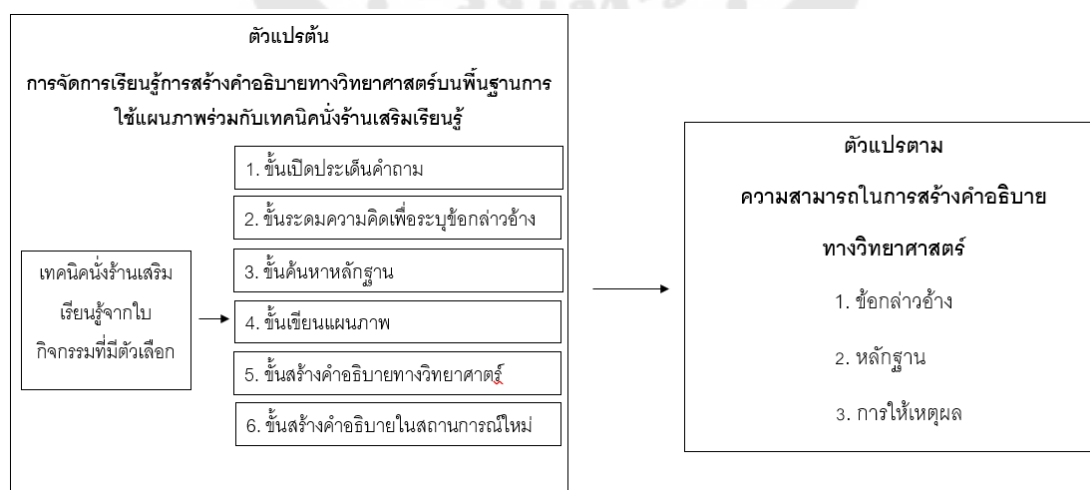
1) ข้อกล่าวอ้าง เป็นข้อความที่แสดงถึงสิ่งที่เกิดขึ้นหรือข้อสรุปของปัญหา โดยเป็นข้อความที่อ้างหรือข้อความที่สามารถทดสอบได้ภายใต้การศึกษาปรากฏการณ์นั้น ๆ หรือข้อสรุปคำตอบของคำถาม

2) หลักฐาน เป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยอาจเป็นลักษณะของแผนภูมิ แผนภาพ รายงานการทดลอง หรือองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องที่เพียงพอและถูกต้องในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนั้น

3) การให้เหตุผล เป็นข้อความที่แสดงถึงความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงกันระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานที่มีอยู่ ตลอดจนเหตุผลในการนำหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนั้น โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาประกอบกรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน 1) ขั้นเปิดประเด็นคำถาม 2) ขั้นระดมความคิดเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง 3) ขั้นค้นหาหลักฐาน 4) ขั้นเขียนแผนภาพ 5) ขั้นสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 6) ขั้นสร้างคำอธิบายในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งพัฒนาโดย พิริยะ วรรณไทย (2564) ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะองค์ประกอบของการให้เหตุผล ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ารูปแบบดังกล่าวสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้และโดยเฉพาะในองค์ประกอบของการให้เหตุผล เพราะรูปแบบดังกล่าวมีแนวคิดพื้นฐานมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้จะช่วยให้นักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถที่ไม่สูงมากนักในองค์ประกอบของการให้เหตุผลสามารถพัฒนาในองค์ประกอบนี้ได้ดีขึ้นเนื่องจากนักเรียนจะได้รับตัวเลือกในการเลือกตอบ และค่อย ๆ ถอดออกจนนักเรียนสามารถให้เหตุผลได้ด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยทำการวิจัยแบบผสมวิธี แบบแผนแบบคู่ขนานเพื่อนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยอ้างอิงเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่อง ลมฟ้าอากาศ ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สามารถแสดงเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีแนวโน้มของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ลมฟ้าอากาศ โดยภาพรวมและองค์ประกอบระหว่างเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ที่ดีขึ้น

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ลมฟ้าอากาศ โดยภาพรวมและองค์ประกอบหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้อยู่ในระดับดีขึ้นไป



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ โดยได้ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

- 1.1 ความหมายของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
- 1.2 ความสำคัญของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
- 1.3 องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
- 1.4 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

1.5 การวัดและประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้

แผนภาพ

- 2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพ

- 2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพ

3. เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้

- 3.1 ความหมายของเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้
- 3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้
- 3.3 แนวทางการใช้เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้
- 3.4 เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์

1. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัย โดยนำเสนอทั้งหมด 5 ประเด็น มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ความหมายของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากการทบทวนวรรณกรรม นักวิจัยและนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นพฤติกรรมของนักเรียนในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการเชื่อมโยงความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง (McNeill & Krajcik, 2008; Nawani et al., 2018; กรรณก เลิศเดชาภัทร และ ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์, 2561b; พณินดา มีลา และ ร่วมเกล้า อาจเดช, 2560) ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นการสืบค้นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาใช้ในการสนับสนุนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น โดยพฤติกรรมเหล่านี้สะท้อนให้เห็นว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นพื้นฐานในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ด้วย (McNeill & Krajcik, 2008; National Research Council, 2012; Nawani et al., 2018; กรรณก เลิศเดชาภัทร และ ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์, 2561a)

จึงสรุปได้ว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมของนักเรียนในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น โดยมีการสืบค้นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมจนได้หลักฐานที่น่าเชื่อถือ จึงนำหลักฐานมาเชื่อมโยงกับคำตอบหรือข้อกล่าวอ้างผ่านการให้เหตุผลจนนำไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

1.2 ความสำคัญของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นสมรรถนะหนึ่งที่มุ่งเน้นการให้นักเรียนใช้ความรู้ที่ได้เรียนมาในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในรูปแบบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยมีการสืบเสาะหาข้อมูลหลักฐาน เหตุผลที่ถูกต้องมาสนับสนุนคำอธิบายปรากฏการณ์นั้น ๆ (McNeill & Krajcik, 2008) ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและหลักฐานใหม่ ๆ (Beyer & Davis, 2008) และทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของหลักฐานที่ถูกต้องและเพียงพอที่ทำให้น่าเชื่อถือได้ จากนั้นนำมาสนับสนุนคำตอบของปรากฏการณ์ดังกล่าว ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถนี้ (McNeill & Krajcik, 2008; Nawani et al., 2018; กรรณก เลิศเดชาภัทร และ ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์, 2561a; พณินดา มีลา และร่วมเกล้า อาจเดช, 2560; ศศิกานต์ นิมดำ และคณะ, 2563) เพราะการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเป็นสิ่งที่แสดงว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาจนนำไปสู่การอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ และยังช่วยให้นักเรียน

เปลี่ยนเป็นความเข้าใจจากการสร้างองค์ความรู้มากกว่าการท่องจำ อีกทั้งยังช่วยเตรียมความพร้อมนักเรียนในฐานะพลโลกยุคศตวรรษที่ 21 (Bell & Linn, 2000; Driver et al., 2000)

จึงสรุปได้ว่า การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะทำให้นักเรียนเป็นผู้ที่ให้ความสำคัญกับการสืบเสาะหาข้อมูลและหลักฐาน เพื่อนำมาสนับสนุนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น ซึ่งก่อนที่นักเรียนจะสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องเป็นผู้ที่มีความเข้าใจในองค์ความรู้ของตนเอง แม่นยำในเนื้อหาจึงจะสามารถนำความรู้ที่นำมาเชื่อมโยงจนสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและเชื่อถือได้

1.3 องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษา พบว่า นักวิจัยและนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

McNeill and Krajcik (2008) กล่าวว่า องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล โดยแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หมายถึง ข้อความหรือคำตอบที่นักเรียนเสนอเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์

2) หลักฐาน (Evidence) หมายถึง ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

3) การให้เหตุผล (Reasoning) หมายถึง การอธิบายว่าหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างไร โดยเชื่อมโยงผ่านแนวคิดหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์

Yao et al. (2016) กล่าวว่า องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มี 4 องค์ประกอบ คือ

- 1) ปรากฏการณ์ เป็นการเริ่มต้นอธิบายสิ่งที่ได้จากการสังเกต
- 2) ทฤษฎี เป็นสิ่งที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น
- 3) ข้อมูล เป็นสิ่งที่ใช้ในการสนับสนุนคำอธิบายของปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้น โดยข้อมูลนั้นต้องเป็นข้อมูลที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ
- 4) การให้เหตุผล เป็นข้อความที่แสดงถึงความเชื่อมโยงของปรากฏการณ์ ทฤษฎี และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

Sampson and Clark (2009) เสนอองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็น 3 องค์ประกอบ คือ

1) การอธิบาย (Explanation) คือ การกล่าวถึงสาเหตุของคำตอบหรือกระบวนการที่เกิดขึ้น

2) หลักฐาน (Evidence) คือ การรวบรวมสิ่งที่ได้จากการวัด การสังเกต ในการสนับสนุนความถูกต้องของข้อความที่นักเรียนสรุปคำอธิบาย ซึ่งเป็นได้ทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพหรือปริมาณ โดยข้อมูลที่ถูกต้องนั้นจะต้องพิจารณาให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

3) การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นการแสดงให้เห็นถึงเหตุผลที่เลือกใช้เป็นหลักฐานที่สนับสนุนคำอธิบาย และเหตุผลที่เลือกใช้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ พบว่า นักวิจัยและนักวิชาการศึกษาส่วนมาก มีการใช้องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของ McNeill and Krajcik (2008) เป็นหลัก เนื่องจากวิทยาศาสตร์ เป็นรายวิชาที่ต้องอาศัยการสังเกต การทดลอง การระบุแนวโน้มของปรากฏการณ์นั้น ๆ เพื่อนำมาเป็นหลักฐานยืนยันข้อกล่าวอ้างหรือคำตอบที่ตนเองสร้างขึ้น นำไปสู่การเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและกล่าวอ้างได้ องค์ประกอบดังกล่าว เป็นที่นิยมใช้สำหรับนักวิจัยและนักการศึกษา ในระดับมัธยมศึกษาทั้งตอนต้น (กรกนก เลิศเดชาภัทร และ ปรีณดา ลิ้มปานนท์ พรหมรัตน์, 2561; นภาลัย ติ้ะเสาร์ และ สุทธิดา จำรัส, 2564; นวลจิตต์ เชาวเกียรติพงศ์, 2562; ภัทรสุดา หาดขุนทด และคณะ, 2563) และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชุลีณี พาหุรัตน์, 2565; ณัฐวรรณ ศิริธร และ เอกภูมิ จันทราชันตี, 2562; พริยะ วรธนไทย และชนินันท์ พฤกษ์ประมุข, 2564; วันวิสาข์ รังงาม และศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2562; สุชาดา ศรีศกุล, 2565) เนื่องจากบริบทของการจัดการเรียนรู้เป็นการเน้นให้นักเรียนได้คาดการณ์ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งนักเรียนต้องมีการสำรวจตรวจสอบ ค้นหาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ จนนำมาสู่หลักฐานประกอบคำอธิบายของตนเอง เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้บรรลุตามเป้าหมายคุณภาพผู้เรียนที่กำหนดในหลักสูตร จนนักเรียนสามารถไปสู่คำตอบหรือเป้าหมายการเรียนรู้ที่ต้องการได้ จากความหมายและองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และสรุปตามแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2008) ดังนี้ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการสร้างข้อความเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ สถานการณ์ หรือเหตุการณ์ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 3 องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ คือ

1) ข้อกล่าวอ้าง เป็นข้อความที่แสดงถึงสิ่งที่เกิดขึ้นหรือข้อสรุปของปัญหา โดยเป็นข้อความที่อ้างหรือข้อความที่สามารถทดสอบได้ภายใต้การศึกษาปรากฏการณ์นั้น ๆ หรือข้อสรุปคำตอบของคำถาม

2) หลักฐาน เป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยอาจเป็นลักษณะของแผนภูมิ แผนภาพ รายงานการทดลอง หรือองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องที่เพียงพอและถูกต้องในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนั้น

3) การให้เหตุผล เป็นข้อความที่แสดงถึงความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงกันระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานที่มีอยู่ ตลอดจนเหตุผลในการนำหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนั้นโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาประกอบ

1.4 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากการสืบค้นเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีอยู่หลายรูปแบบ โดยผู้วิจัยได้แบ่งลักษณะของการจัดการเรียนรู้ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ (Learning model) 2) แนวทางการจัดการเรียนรู้ (Learning approach) และ 3) เทคนิคการจัดการเรียนรู้ (Learning technique) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะของนักเรียน โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry-based learning model)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนความเป็นวิทยาศาสตร์ เน้นการสำรวจตรวจสอบทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของคำถามเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้งความรู้และทักษะกระบวนการ โดยการเรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process) (สสวท., 2557) การจัดการเรียนรู้นี้ดังกล่าวสามารถส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ผ่านขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา นำข้อมูลมาคิดวิเคราะห์เพื่อหาเหตุผลสนับสนุนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (นวลจิตต์ เชาวกิริติพงศ์, 2562; ภัทรสุดา หาดขุนทด และคณะ, 2563; ศศิกานต์ นิมดำ และคณะ, 2563)

นวลจิตต์ เชาวกิริติพงศ์ (2562) เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1) **ขั้นสร้างความสนใจ** เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนระบุประเด็นที่สงสัย โดยครุคิดสถานการณ์ให้นักเรียนเกิดความสงสัยเพื่อนำไปหาคำตอบหรือข้อกล่าวอ้างที่กำหนดให้

2) **ขั้นสำรวจและค้นหา** เป็นขั้นตอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้ค้นพบข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ที่จะนำไปตอบคำถามที่สงสัย เพื่อนำมาใช้อยืนยันคำตอบ

3) **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป** เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดเชิงตรรกะมาเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ค้นพบจากการสืบเสาะเป็นหลักฐานในการสร้างคำอธิบายข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสรุปได้เป็นคำตอบที่สงสัยในขั้นสร้างความสนใจ

4) **ขั้นขยายความรู้** เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากฐานความรู้ที่ต่อเนื่องกันทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ประเด็นเดิมแต่มีขอบเขตกว้างขวางมากขึ้น

5) **ขั้นประเมิน** เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเองและกระบวนการต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดการเรียนรู้

จากการจัดเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนของ นวลจิตต์ เชาวศิริพิงค์ (2562) พบว่า สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มจากขั้นตอนของการระบุข้อกล่าวอ้างผ่านการตอบคำถามในขั้นตอนสร้างความสนใจ จากนั้นค้นคว้าหาข้อมูลในขั้นตอนของการสำรวจและค้นหาเพื่อหาหลักฐานมาสนับสนุนคำตอบของตนเอง จากนั้นนำเสนอคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป จนเกิดความเข้าใจ แต่ในบทความทางวิชาการนี้เป็นเพียงการเสนอแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น

เชมรัฐ จุฑานฤปกิจ และคณะ (2561) เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1) **ขั้นกระตุ้นความสนใจ** เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการจะหาคำตอบหรือข้อกล่าวอ้างจากคำถามหรือสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น

2) **ขั้นสำรวจตรวจสอบ** เป็นการให้นักเรียนทำการทดลอง หาข้อมูล หรือหลักฐานเพื่อให้ได้องค์ความรู้ที่จะนำเป็นหลักฐานในการยืนยันคำตอบ

3) **ขั้นอธิบาย** เป็นการอธิบายการทดลองหรือข้อมูลที่ได้มาในรูปแบบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยการเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานให้ถูกต้อง

4) **ชั้นขยายความรู้** เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลใหม่เพิ่มเติมจากฐานความรู้ที่ต่อเนื่องกันทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ประเด็นเดิมแต่มีขอบเขตกว้างขวางมากขึ้น

5) **ชั้นสรุป** เป็นการให้นักเรียนสรุปการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของคำถามหรือสถานการณ์นั้น

จากงานวิจัยของ เขมรัฐ จุฑานฤปกิจ และคณะ (2561) พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ในภาพรวม แต่เมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบพบว่า องค์ประกอบของการให้เหตุผลมีคะแนนต่ำสุดเนื่องจากนักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องนั้น ๆ ไม่ถูกต้อง จึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้างได้ ทำให้นักเรียนไม่สามารถอธิบายสถานการณ์หรือตอบคำถามได้

2) **รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-driven inquiry)**

รูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนนักเรียนให้มีโอกาสเรียนรู้วิธีการพัฒนาการสร้างข้อมูล การออกแบบและดำเนินการทดลองการใช้ข้อมูลในการตอบคำถามบนพื้นฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์และการให้เหตุผล การเขียนและการสะท้อนการทำงานของตนเอง และมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (ณัฐวรรณ ศิริธร และเอกภูมิ จันทรขันธ์, 2562)

ณัฐวรรณ ศิริธร และเอกภูมิ จันทรขันธ์ (2562) เสนอ ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ใช้ในการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1) **การกำหนดประเด็นที่ศึกษาและระบุคำถาม (Identification of a task and research question)** โดยยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน และทำทนายความคิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

2) **การสร้างสรรคและวิเคราะห์ข้อมูล (Collect and analyze data)** เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มย่อย เพื่อสำรวจตรวจสอบประเด็นที่ต้องการศึกษาตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการฝึกให้นักเรียนตัดสินใจ สืบสารและอภิปรายอย่างมีเหตุผลให้กับนักเรียน

3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Develop a tentative argument) เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาร่วมกันสร้างข้อโต้แย้ง ที่มีลักษณะเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

4) กิจกรรมการโต้แย้ง (Argument session) เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอและแสดงความคิดเห็น โดยใช้เหตุผลประกอบการนำเสนอข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเอง

5) การเขียนรายงานรายบุคคล (Write an investigation report) เป็นขั้นที่นักเรียนเขียนรายงานผลจากการทำกิจกรรมเป็นรายบุคคล

6) การอภิปรายสะท้อนผลและการปรับปรุงรายงาน (Double blind group peer review) เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้ประเมินสิ่งที่ได้เรียนรู้ ปรับปรุงคุณภาพและแก้ไขรายงานตามคำแนะนำจากการอภิปรายสะท้อนผลร่วมกัน

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในทุกองค์ประกอบ เริ่มจากข้อกล่าวอ้างเป็นการระบุแนวคิดตามความเข้าใจของตนเองผ่านประเด็นที่ศึกษา องค์ประกอบของหลักฐานกระทำโดยการให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อมาสนับสนุนแนวคิดของตนเองในประเด็นที่ศึกษา โดยนำความรู้ที่สืบค้นได้ไปประกอบการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้างเข้าด้วยกัน พบว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมอยู่ในระดับดี และเมื่อพิจารณาเป็นรายองค์ประกอบพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างข้อกล่าวอ้างได้ดีที่สุด รองลงมาคือแสดงหลักฐาน น้อยที่สุดคือการให้เหตุผลข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้คือ ใช้เวลาในการจัดการเรียนการสอนมาก ห้องเรียนที่มีนักเรียนจำนวนมากมีการแสดงความคิดเห็นไม่ทั่วถึง นำเสนอไม่ครบทุกกลุ่ม ระยะเวลาไม่เพียงพอต่อการค้นหาข้อมูลเพื่อนำมาประกอบแนวคิดของตนเอง

3) รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐาน (Context-based learning: CBL)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นการนำบริบทหรือสถานการณ์ที่อยู่รอบ ตัวนักเรียน มาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ เน้นการใช้สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่สร้างขึ้นให้มีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์ หลักการ กฎ และสิ่งต่าง ๆ ที่สามารถทำให้เข้าใจหลักการ แนวคิด กฎ และสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ได้ดีขึ้น

วันวิสาขะ รัชกาล และศักราช ปีติพรเทพิน (2562) เสนอ ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐาน ที่ใช้ในการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นตอนกำหนดสถานการณ์ (Setting focal event) เป็นการให้สถานการณ์ที่นักเรียนมีความสนใจเพื่อให้นักเรียนได้กำหนดปัญหาหรือข้อกล่าวอ้างและศึกษาแนวทางแก้ไขปัญหา

2) ศึกษาค้นคว้าหรือลงมือปฏิบัติงาน (Learning task) เป็นขั้นตอนการค้นคว้าหาข้อมูลหลักฐาน เพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของสถานการณ์นั้น

3) เรียนรู้แนวคิดสำคัญ (Learning key concept) เป็นการอภิปรายแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ดังกล่าวโดยคำนึงถึงความรู้เดิมของนักเรียน

4) การประยุกต์ใช้แนวคิดไปสู่บริบทอื่นที่เกี่ยวข้อง (Applied concept) เป็นขั้นตอนในการนำแนวคิดที่สำคัญผ่านการอภิปรายแล้วไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น

จากการจัดการเรียนรู้ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น พบว่า สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในภาพรวมและรายองค์ประกอบได้เป็นอย่างดี โดยพบว่านักเรียนมีความสามารถในข้อกล่าวอ้างมากที่สุด รองลงมาเป็นหลักฐานและน้อยที่สุดคือการให้เหตุผล

4) รูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพ ที่ใช้ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Diagram-based scientific explanation learning model หรือ DSE learning model)

พิริยะ วรธนไทย (2564) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเปิดประเด็นคำถาม (Introducing the question) เป็นขั้นตอนที่ครูนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และระบุคำถามที่ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผ่านการแลกเปลี่ยนความคิดของนักเรียน เพื่อเป็นการสำรวจความรู้เดิมที่นำไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนมีการอธิบายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือความรู้ในสถานการณ์ที่กำหนดเพื่อสำรวจความรู้เดิมของนักเรียน

2. ขั้นระดมความคิดเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง (Brainstorming to identify a claim) เป็นการให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิดเกี่ยวกับข้อกล่าวอ้างที่เป็นไปได้โดยใช้แผนผัง อาจ

ระบุได้มากกว่า 1 ข้อ และพิจารณาข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องที่สุดได้จากการทำกิจกรรมในขั้นตอนต่อไป

3. ขั้นค้นหาหลักฐาน (Finding evidence) เป็นการให้นักเรียนในกลุ่มแบ่งหน้าที่กันค้นคว้าหาข้อมูลและหลักฐานในองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นคำถาม ซึ่งเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีการฝึกกระบวนการพื้นฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้น ผ่านการสำรวจ ตรวจสอบ ค้นคว้าข้อมูล ทฤษฎี หรือข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องและเหมาะสม

4. ขั้นเขียนแผนภาพ (Drawing a diagram) เป็นการให้นักเรียนเขียนแผนภาพเพื่อเชื่อมโยงหลักฐานและแบบจำลอง ซึ่งเป็นสิ่งที่นำเข้ามาใช้เพื่อช่วยให้นักเรียนเขียนเหตุผลที่แสดงให้เห็นว่า หลักฐานที่นักเรียนเลือกมานั้นสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้นอย่างไร

5. ขั้นสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Constructing a scientific explanation) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ข้อมูลหลักฐานที่รวบรวมได้ ประกอบกับการให้เหตุผลจากข้อสรุปและเขียนแผนภาพ

6. ขั้นสร้างคำอธิบายในสถานการณ์ใหม่ (Constructing explanations for new situation) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาในขั้นตอนก่อนหน้าไปประยุกต์ใช้ในการสร้างคำอธิบายในสถานการณ์ใหม่ที่สอดคล้องกับประเด็นที่ศึกษา จากนั้นมีการสะท้อนผลการเรียนรู้และการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนร่วมกันในชั้นเรียน

ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้เป็นไปตามลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจถึงวิธีการได้มาซึ่งองค์ประกอบต่าง ๆ ของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผ่านการสำรวจตรวจสอบ ทดลอง ค้นคว้า ทฤษฎีต่าง ๆ ทำให้สามารถสร้างคำอธิบายทางได้ครบทุกองค์ประกอบ อีกทั้งยังเป็นส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถดังกล่าวในภาพรวมและองค์ประกอบย่อยที่สูงขึ้น โดยเฉพาะองค์ประกอบ การให้เหตุผลที่ในงานหลายวิจัยได้กล่าวว่า นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลอยู่ในระดับต่ำ การนำเทคนิคการสร้างแผนภาพมาเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเขียนองค์ประกอบของการให้เหตุผลได้ชัดเจนมากขึ้น

2. แนวทางการจัดการเรียนรู้

แนวทางการจัดการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงการบรรลุเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจข้อมูลเชิงลึก ผ่านการวางแผน การประมวลผล และวิธีการดำเนินการจัดการเรียนรู้ (Afialo & Gabay, 2013) ซึ่งมีนักวิจัยและนักการศึกษาได้นำแนวทางการ

จัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมมือมีรวมพลังที่ใช้ในการส่งเสริมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Collaborative inquiry learning)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมมือมีรวมพลัง เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนแต่ละคนร่วมมือกับเพื่อน ๆ ในกลุ่มสะท้อนความคิด การทำงานร่วมกัน การปฏิบัติซ้ำ ๆ อย่างเป็นขั้นตอน เพื่อตอบคำถามสำคัญที่กำหนดไว้ (Laal & Laal, 2012; กรรณก เลิศเดชาภัทร และปริณดา ลิ้มปานนท์ พรหมรัตน์, 2561) โดยนักวิจัยและนักวิชาการการศึกษาได้ให้ขั้นตอนของแนวทางการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ดังต่อไปนี้

Chang et al., 2003 กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมมือมีรวมพลังที่ใช้ในการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 4 แนวทางคือ

1) การเริ่มต้นตั้งหลักวางแผน (Anchoring and planning) นักเรียนได้รับอุปกรณ์และเอกสารความรู้ ระบุปัญหาและสร้างสมมติฐานชั่วคราว จากนั้นสร้างผังมโนทัศน์ที่ระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนสมมติฐาน

2) การสืบสอบรายบุคคล (Individual inquiry) นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อหาหลักฐานนำมาสนับสนุนสมมติฐาน โดยบันทึกลงในสมุดบันทึก จากนั้นนักเรียนทบทวนและปรับแก้ไขผังมโนทัศน์ที่ได้จากขั้นที่ 1 ตามหลักฐานที่สืบค้นได้เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่สร้างขึ้น

3) การสืบสอบแบบร่วมมือมีรวมพลัง (Collaborative inquiry) นักเรียนในกลุ่มจะแบ่งปันข้อมูลโดยแบ่งปันสมุดบันทึก แบ่งปันผลงานโดยแบ่งปันผังมโนทัศน์ และแบ่งปันความคิดโดยอภิปรายความคิดร่วมกัน เมื่อนักเรียนมีความคิดไม่ตรงกัน นักเรียนสามารถปรับความเข้าใจของตนเองและเพื่อนผ่านการอภิปราย ตั้งคำถาม และอธิบาย

4) การสรุปผลลัพธ์ของกลุ่ม (Concluding group's results) นักเรียนร่วมกันสร้างผังมโนทัศน์ของกลุ่ม โดยใช้ผังมโนทัศน์ของนักเรียนที่ได้รับการลงคะแนนสูงสุดเป็นผลงานหลัก นักเรียนแต่ละคนให้ข้อสังเกตและข้อมูลย้อนกลับ ร่วมกันปรับแก้ไขผังมโนทัศน์ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้นผ่านการสื่อสารและอภิปรายร่วมกัน

กรรณก เลิศเดชาภัทร และปริญดา ลิ้มปานนท์ พรหมรัตน์ (2561) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมมือรวมพลังที่ใช้ในการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 แนวทาง คือ

1) การเริ่มต้นตั้งหลักวางแผน (Anchoring and planning) ครูกำหนดสถานการณ์ปัญหา จากนั้นให้นักเรียนแต่ละบุคคลระบุสมมติฐาน อธิบายเหตุผลประกอบ สร้างสมมติฐาน และวางแผนการทดลองหรือการทำกิจกรรมโดยการสร้างผังกราฟฟิกที่มีข้อมูลพื้นฐานในการทดลองหรือการทำกิจกรรม

2) การสืบสอบรายบุคคล (Individual inquiry) นักเรียนค้นคว้าสารสนเทศที่เกี่ยวกับการทดลองหรือกิจกรรมจากแหล่งเรียนรู้เป็นรายบุคคล บันทึกประเด็นสำคัญลงในเอกสาร ทบทวนและปรับแก้ไขผังกราฟฟิกที่ได้จากขั้นที่ 1 ตามหลักฐานที่สืบค้นได้เพื่อสนับสนุนสมมติฐาน และสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล

3) การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative inquiry) นักเรียนแบ่งปันข้อมูลจากการสืบค้น และแบ่งปันความคิดผ่านการอภิปรายร่วมกันกับสมาชิกในกลุ่ม โดยใช้เทคนิคการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง สามารถปรับความเข้าใจของตนเองและเพื่อนผ่านการอภิปราย ตั้งคำถาม อธิบาย และทดลอง

4) การสรุปผลลัพธ์ของกลุ่ม (Concluding group's results) นักเรียนร่วมกันสร้างผังกราฟฟิกของกลุ่ม โดยใช้ผังกราฟฟิกของนักเรียนที่ได้รับการลงคะแนนสูงสุดเป็นผลงานหลัก นักเรียนแต่ละคนให้ข้อสังเกตและข้อมูลย้อนกลับ จากนั้นร่วมกันปรับแก้ไขผังกราฟฟิกให้มีความสมบูรณ์ขึ้นโดยการอภิปรายร่วมกัน เชื่อมโยงกับการคาดคะเนคำตอบในขั้นที่ 1 และสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม

5) การขยายความรู้ (Elaboration) นักเรียนประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ เผยแพร่ผลงานผังกราฟฟิกของกลุ่ม และประเมินการทำกิจกรรมหรือการทดลอง

แนวทางในการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมมือรวมพลังมีขั้นตอนที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้นผ่านกระบวนการกลุ่ม โดยมีขั้นตอนในการให้นักเรียนได้ระบุสมมติฐาน การทดลอง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งสะท้อนองค์ประกอบของข้อกล่าวอ้าง จากนั้นได้มีการค้นคว้าสารสนเทศต่าง ๆ พร้อมกับแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งสะท้อนองค์ประกอบของหลักฐาน โดยในงานวิจัยของ กรรณก เลิศเดชาภัทร และปริญดา ลิ้มปานนท์ พรหมรัตน์ (2561) พบว่า การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทาง

วิทยาศาสตร์ ความสามารถดังกล่าวในภาพรวมมีลักษณะดีขึ้น แต่เมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบพบว่าองค์ประกอบของการให้เหตุผลมีคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าองค์ประกอบอื่น ๆ เนื่องจากนักเรียนนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างและหลักฐานเข้าด้วยกันอย่างถูกต้องและเหมาะสมได้

3. เทคนิคการจัดการเรียนรู้

นักวิจัยและนักการศึกษาได้นำเทคนิคต่าง ๆ มาร่วมกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังต่อไปนี้

1) กรอบหลักฐาน การให้เหตุผล และผลลัพธ์ (Premise–Reasoning–Outcome (PRO-framework)

PRO framework เป็นเทคนิคที่พัฒนาขึ้นโดย Tang (2016) โดยใช้เป็นกรอบในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในกรณีที่คำอธิบายนั้นไม่ได้ถูกสนับสนุนด้วยหลักฐานที่ได้มาจากการทดลอง แต่ได้มาจากการค้นคว้าในเชิงทฤษฎี ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ

- 1) สมมติฐาน คือ ความรู้ที่ได้รับการยอมรับซึ่งเป็นพื้นฐานของคำอธิบาย
- 2) การให้เหตุผล คือ ลำดับตรรกะที่ได้มาจากหลักฐาน
- 3) ผลลัพธ์ คือ บทสรุปของปรากฏการณ์ที่จะอธิบายที่ได้จากการนำองค์ประกอบของหลักฐานและการให้เหตุผลมาสนับสนุน

PRO framework สามารถชี้ให้นักเรียนสามารถเขียนคำอธิบายผ่านองค์ประกอบของหลักฐานและการให้เหตุผลที่ได้จากการค้นคว้าและรวบรวมแนวคิด ทฤษฎีที่ได้จากการค้นคว้าจากเอกสารที่น่าเชื่อถือ และมารวมกันเป็นผลลัพธ์ของคำตอบในประเด็นที่ศึกษาจนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น โดยในงานวิจัยของ Tang (2016) พบว่า PRO framework สามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 4 ในรายวิชาฟิสิกส์และเคมี โดยการที่นักเรียนค้นคว้าหลักฐาน จากนั้นหาเหตุผลที่เกี่ยวข้องมาสร้างเป็นผลลัพธ์ในลักษณะของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

2) เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ (Scaffolding technique) เป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ในการส่งเนื้อหาความรู้ อย่างค่อยเป็นค่อยไป เพื่อให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีคุณภาพมากที่สุด เป็นการเน้นให้ผู้สอนให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียน โดยเริ่มจากง่าย ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนเรียนรู้หรือแก้ปัญหาในสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจมากพอก็จะสามารถที่จะแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ยากขึ้นไป และทำได้เองในที่สุด (Lewis, 2019) จากการศึกษาพบงานวิจัย

ที่ใช้เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ เข้ามาช่วยในการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

White & Frederiksen (1998) ได้ใช้เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ผ่านการนั่งร้าน ร่วมกับการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และใช้การสร้างแบบจำลอง เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาต้น โดยใช้ทักษะและความรู้เนื้อหาจากระดับง่าย ไปยาก ในขั้นตอนสุดท้ายของแต่ละเนื้อหาจะมีการสอบถามผ่านคำถามที่ครูตั้งขึ้น และประเมินผล งาน โดยนักเรียน ต้องเตรียมเนื้อหาเพื่อมาตอบคำถาม และใช้เหตุผลในการวางแผนและ ดำเนินการแก้ปัญหา จากนั้นครูจะให้คำแนะนำต่าง ๆ เพื่อเป็นการช่วยให้นักเรียนมีแนวทางใน แก้ปัญหาและเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น

Bell and Linn (2000) และ Sandoval (2003) ได้ใช้เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ โดยให้นักเรียนขอคำใบ้เกี่ยวกับกิจกรรมในการหาคำตอบในองค์ประกอบย่อยของการสร้าง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล และศึกษาจำนวนการ ขอคำใบ้จากนักเรียนเป็นการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง การนำความร้อน (Bell & Linn, 2000) และวิวัฒนาการสิ่งมีชีวิต (Sandoval, 2003) ซึ่งการให้คำใบ้สามารถช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์และ เพื่อให้เข้าใจในหลักฐานได้อย่างดีขึ้น

McNeill et al. (2008) ได้ใช้เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ โดยการเริ่มจากแนะนำ กรอบคำอธิบายและยกตัวอย่างวิธีการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนสถานะ ของสสารกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาต้น ซึ่งวิธีการดังกล่าวช่วยให้นักเรียนสามารถเขียนคำอธิบาย ทางวิทยาศาสตร์ และทำให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ทั้ง 3 องค์ประกอบ

โดยสรุปแล้ว ลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในการส่งเสริม ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีการให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาหลักฐานด้วย วิธีการต่าง ๆ เพื่อมาสนับสนุนความเข้าใจ แนวคิดของตนเองในประเด็นที่ศึกษา โดยมีข้อจำกัดใน ภาพรวมที่มีลักษณะคล้ายกันคือ การจัดการเรียนรู้ในแต่ละลักษณะสะท้อนองค์ประกอบในการให้ เหตุผลอยู่ในระดับที่น้อยกว่าองค์ประกอบอื่น ส่งผลให้คะแนนในภาพรวมอยู่ในระดับที่ไม่สูงมาก นัก จากสาเหตุดังกล่าวจึงจำเป็นจะต้องมีการเสริมเทคนิคต่าง ๆ เข้ามาเสริมในกระบวนการ จัดการเรียนรู้ และจากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา ผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพ ของ พิริยะ วรรณไทย (2564)

สร้างขึ้นมาเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ทั้งในภาพรวมและรายองค์ประกอบ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาในองค์ประกอบของการให้เหตุผลเนื่องจากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาพบว่า เป็นองค์ประกอบที่มีคะแนนต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับองค์ประกอบอื่น ๆ ของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุนี้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวจึงได้ออกแบบให้มีเทคนิคการใช้แผนภาพเพื่อช่วยส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างของผู้วิจัย พบปัญหาล้ำกันคือ นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมและรายองค์ประกอบอยู่ในระดับต่ำ โดยเฉพาะในองค์ประกอบของการให้เหตุผลซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด ผู้วิจัยจึงเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวเพื่อพัฒนาความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้นักเรียนของผู้วิจัยได้เคยได้รับการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มาก่อน จึงส่งผลให้นักเรียนบางกลุ่มมีความสามารถทั้ง 3 องค์ประกอบอยู่ในระดับต่ำ และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนของใบกิจกรรมที่เป็นการเขียนเหตุผลประกอบคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์พบว่า แม้นักเรียนมีความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเขียนเหตุผลประกอบ แต่นักเรียนหลายคนยังไม่สามารถเริ่มต้นประโยคในการเขียนเหตุผลได้ ผู้วิจัยจึงเลือกเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ที่เป็นเครื่องมือประกอบที่เป็นเป็นใบกิจกรรมเพื่อเป็นการช่วยเหลือนักเรียนอย่างค่อยเป็นค่อยไปในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยเริ่มจากการมีตัวเลือกการให้เหตุผลในใบกิจกรรมกลุ่ม จากนั้นเมื่อนักเรียนเลือกถูกต้อง 2 ใบกิจกรรมต่อเนื่องกัน จะสามารถถอดการช่วยเหลือลง เป็นการเขียนด้วยกลุ่มตนเอง แต่ถ้านักเรียนเขียนไม่สมบูรณ์ นักเรียนกลุ่มนั้นต้องกลับมาได้รับการช่วยเหลือจนกว่านักเรียนจะสามารถเขียนได้ถูกต้องและสมบูรณ์

1.5 การวัดและประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาการวัดและประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พบการประเมินรวมถึงเกณฑ์และวิธีการให้คะแนนรูปแบบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

BSCS Center for Professional Development (2008) ได้ออกแบบเครื่องมือวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในลักษณะแบบวัดอัตนัยแบบจำกัดคำตอบ 5 ส่วน คือ 1 ข้อคำถาม 2 วิธีการรวบรวมหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบ 3 ข้อกล่าวอ้าง 4. หลักฐาน (ข้อสังเกต) และ 5. พื้นที่ในการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดังภาพประกอบ 2

คำถาม
วิธีการรวบรวมหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบ

สิ่งสนับสนุนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ข้อกล่าวอ้างที่สอดคล้องกับหลักฐาน	หลักฐาน (ข้อสังเกต)

คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ = ข้อกล่าวอ้าง + หลักฐาน + การให้เหตุผล ข้อกล่าวอ้างของฉันคือ.....เพราะ หลักฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของ BSCS
Center for Professional Development (2008)

โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ดัง
ตารางที่ 1

ตาราง 1 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ BSCS Center for Professional Development (2008)

องค์ประกอบ	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3
ข้อกล่าวอ้าง	ไม่สร้างข้อกล่าวอ้างหรือสร้างข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง	สร้างข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	สร้างข้อกล่าวอ้างครบถ้วนสมบูรณ์
หลักฐาน	ไม่กำหนดหลักฐานหรือกำหนดหลักฐานที่ไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	กำหนดหลักฐานที่เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอในการสรุปข้อกล่าวอ้างหรือกำหนดหลักฐานไม่เหมาะสม	กำหนดหลักฐานที่เหมาะสมเพียงพอในการสรุปข้อกล่าวอ้าง
การให้เหตุผล	ไม่ให้เหตุผลหรือกำหนดเหตุผลแต่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง	ให้เหตุผลเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างระบุหลักการทางวิทยาศาสตร์บ้างแต่ยังไม่เพียงพอ	ให้เหตุผลเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างระบุหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและเพียงพอ

McNeill and Krajcik (2008) ทำการออกแบบการประเมินความสามารถนี้ของนักเรียนโดยใช้แบบวัดอัตโนมัติจำกัดคำตอบ เพื่อให้ให้นักเรียนได้เขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างอิสระตามความเข้าใจของนักเรียนต่อสถานการณ์คำถามที่กำหนด แบบวัดประกอบด้วยข้อมูลที่ให้นักเรียนได้วิเคราะห์และสรุปเป็นข้อมูลและหลักฐานประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และมีคำถามเพื่อให้ให้นักเรียนได้สร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ขึ้น ดังภาพประกอบ 3

ให้นักเรียนเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ว่าสารชนิดใดเป็นสารชนิดเดียวกัน

	ความหนาแน่น	สี	มวล	จุดหลอมเหลว
ของเหลว 1	0.93 g/cm ³	ไม่มีสี	38 g	-98 องศาเซลเซียส
ของเหลว 2	0.79 g/cm ³	ไม่มีสี	38 g	26 องศาเซลเซียส
ของเหลว 3	13.6 g/cm ³	สีเงิน	21 g	-39 องศาเซลเซียส
ของเหลว 4	0.93 g/cm ³	ไม่มีสี	16 g	-98 องศาเซลเซียส

ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของ

McNeill and Krajcik (2008)

เกณฑ์การให้คะแนนที่ครอบคลุมทั้ง 3 องค์ประกอบ แสดงดังตารางที่ 2

ตาราง 2 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2008)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	1	2
ข้อกล่าวอ้าง	ไม่ระบุข้อกล่าวอ้าง หรือ ระบุไม่ถูกต้อง	ระบุข้อกล่าวอ้างถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์	ระบุข้อกล่าวอ้างถูกต้อง และสมบูรณ์
หลักฐาน	ไม่ระบุหลักฐาน หรือ ระบุไม่ถูกต้อง	ระบุหลักฐานที่เหมาะสม แต่ไม่เพียงพอที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือระบุหลักฐาน บางส่วนไม่เหมาะสม	ระบุหลักฐานที่เหมาะสม และเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
การให้เหตุผล	ไม่ระบุเหตุผล หรือระบุ ไม่ถูกต้อง	มีการอ้างถึงหลักฐานซ้ำ หรือกล่าวถึงหลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ ไม่เพียงพอ	ระบุเหตุผลที่เหมาะสม มีการอ้างถึงหลักฐาน และเชื่อมโยงสู่ข้อกล่าว อ้าง

วันเพ็ญ คำเทศ ทศตริน วรณเกตุศิริ และนันท์รัตน์ เครืออินทร์ (2563) ทำการ ออกแบบแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบไปด้วยข้อสอบ ชนิดเขียนตอบที่มีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายปิด มีการกำหนดสถานการณ์การทดลองเพื่อศึกษา ปฏิกริยาดังภาพประกอบ 4

หลอดทดลอง	อุณหภูมิที่อุณหภูมิหลอด ทดลอง (°C)	ปริมาณน้ำมันพืชในหลอดทดลอง (mL)	
		เริ่มต้นทดลอง	เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที
1	25	2.0	0.5
2	35	2.0	0.0
3	45	2.0	2.0
4	25	2.0	2.0
5	35	2.0	2.0
6	45	2.0	2.0

ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของ วันเพ็ญ คำเทศ ทศตริน วรณเกตุศิริ และนันท์รัตน์ เครืออินทร์ (2563)

เกณฑ์การประเมินตามเกณฑ์รูบรีค (Specific Scoring Rubrics) ซึ่งสร้างตามกรอบแนวคิดของ McNeil and Krajcik (2012) ใน 3 องค์ประกอบ ดังแสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของ McNeil and Krajcik (2012)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	1	2
ข้อสรุป (Claim)	ไม่ลงข้อสรุปหรือลงข้อสรุปไม่ถูกต้อง เช่น ระบุว่า เอนไซม์ A สามารถย่อยไข่ขาวได้ แต่ไม่สามารถย่อยน้ำมันพืชได้หรือ ระบุว่า เอนไซม์ A ทำงานได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 45 °C	ลงข้อสรุปได้ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์หรือกล่าวได้ว่าไม่ครบถ้วน เช่น กล่าวว่า เอนไซม์ A สามารถย่อยน้ำมันพืช (ไขมัน) ได้แต่ไม่กล่าวถึงการย่อยไข่ขาว (โปรตีน) หรือกล่าวถึงการย่อยไข่ขาว (โปรตีน) หรือกล่าวถึงสารที่เอนไซม์ A ย่อยได้ แต่ไม่กล่าวถึงอุณหภูมิที่เอนไซม์ A ทำงานได้ดีที่สุด หรือทำงานได้ หรืออย่างใดอย่างหนึ่ง	ลงข้อสรุปได้ถูกต้องและสมบูรณ์ กล่าวชัดเจนว่า เอนไซม์ A สามารถย่อยน้ำมันพืช (ไขมัน) ได้แต่ไม่สามารถย่อยไข่ขาว (โปรตีน) ได้ และเอนไซม์ A ทำงานได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 35 °C หรือทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ 25 –35 °C
หลักฐาน (Evidence)	ไม่ระบุหลักฐานหรือหลักฐานที่ให้ไม่เหมาะสม (หลักฐานที่ระบุไม่สนับสนุนข้อสรุป) ระบุข้อมูลที่ไม่เหมาะสม เช่น ปริมาณน้ำมันพืช หรือปริมาณไข่ขาวเมื่อเริ่มต้นทดลอง หรือไม่ระบุ	ระบุหลักฐานได้เหมาะสม แต่ไม่เพียงพอที่จะสนับสนุนข้อสรุป อาจใช้หลักฐานบางส่วนที่ไม่เหมาะสม ระบุข้อมูลที่ที่เป็นหลักฐานเพียงปริมาณน้ำมันพืชที่เหลือหลังทดลอง หรือปริมาณไข่ขาวที่ไม่เปลี่ยนแปลงหลังทดลอง	ระบุหลักฐานที่เหมาะสมและเพียงพอสำหรับสนับสนุนข้อสรุป ระบุหลักฐานที่เหมาะสมได้ครบทั้ง 2 ส่วน ได้แก่ 1) ปริมาณน้ำมันพืชที่เหลือ และ 2) ปริมาณไข่ขาวที่ไม่เปลี่ยนแปลงหลังทดลอง

ตาราง 3 (ต่อ)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	1	2
เหตุผล (Reasoning)	ไม่ให้เหตุผลหรือให้เหตุผลที่ไม่เชื่อมโยง	ให้เหตุผลที่เชื่อมโยง	ให้เหตุผลที่เชื่อมโยง
	หลักฐานที่สนับสนุน	หลักฐานที่สนับสนุน	หลักฐานที่สนับสนุน
	ข้อสรุปไม่เชื่อมโยง	ข้อสรุปมีการเชื่อมโยง	ข้อสรุป รวมถึงใช้
	ข้อสรุปให้เหตุผลที่ไม่เหมาะสม เช่น ที่	หลักการทาง	หลักการทาง
	อุณหภูมิต่ำเกินไปจะมี	วิทยาศาสตร์บางส่วนแต่	วิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม
	ปริมาณลดลง	ไม่เพียงพอกล่าวเกี่ยวกับ	เพียงพอ กล่าวถึง
		ความจำเป็นของ	ความจำเป็นของ
		เอนไซม์กับสารตั้งต้นหรือ	เอนไซม์กับสารตั้งต้นและ
		การเสียสภาพทาง	การเสียสภาพทาง
		ธรรมชาติของเอนไซม์	ธรรมชาติของเอนไซม์
		เนื่องจากอุณหภูมิที่สูง	เนื่องจากอุณหภูมิที่สูง
		เกินไป อย่างใดอย่างหนึ่ง	เกินไป

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องมือและแบบวัดที่ใช้ประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่า ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการวัดด้วยแบบวัดอัตรานี้เนื่องจากแบบวัดดังกล่าวเป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นการอธิบายถึงปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้และเป็นแบบวัดที่นิยมใช้ โดยผู้วิจัยได้เลือกพัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนตาม McNeil and Krajcik (2008) ประเมิน 3 องค์ประกอบคือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล โดยแต่ละองค์ประกอบจะมีการประเมินตามระดับความสามารถ 3 ระดับได้แก่ ระดับดี ระดับปานกลาง และระดับควรปรับปรุง ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวจะสะท้อนคุณภาพของความสามารถคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นได้อย่างมีระบบ

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพ

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพ

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามาบนฐานคิดของทฤษฎีการจัดการเรียนรู้ การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry) โดยผู้พัฒนา คือ พริยะ วรรณไทย (2564) ได้ทำการศึกษาและได้ลักษณะสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ คือ 1) การนำเข้าสู่บทเรียนเริ่มต้นโดยการนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ และแสดงแนวคิดเริ่มต้นที่ตนเองมี 2) นักเรียนสำรวจตรวจสอบค้นคว้าข้อมูลเพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้เป็นหลักฐานสนับสนุนข้อคิดเห็นหรือคำตอบของตนเอง 3) นำข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้มาใช้ในการอธิบายคำตอบของตนเองอย่างมีเหตุผล โดยเชื่อมโยงกับแนวคิดหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ และ 4) สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ และนำแนวคิดที่ได้ไปใช้ในการอธิบายสถานการณ์ใหม่หรือปัญหาในบริบทอื่น ๆ ตามแนวคิดดังกล่าวพบว่า นักเรียนเรียนรู้ได้ดีเมื่อนักเรียนมีโอกาสได้ค้นหาความรู้ด้วยตนเองมากกว่าการได้รับการบอกความรู้ ความรู้เกิดขึ้นได้ดีเมื่อสถานการณ์นั้นยั่วยู่ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และวิธีการนำเสนอของครูต้องส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดของตนเองมากที่สุด

2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพ

มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถดังกล่าวประกอบด้วยการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นเปิดประเด็นคำถาม เป็นขั้นตอนที่เริ่มต้นด้วยการนำเสนอสถานการณ์หรือปัญหา ที่เชื่อมโยงกับเป้าหมายการเรียนรู้ เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น วิเคราะห์สถานการณ์ และแสดงความเข้าใจเบื้องต้น รวมทั้งร่วมกันตั้งคำถามสำคัญ ที่จะนำไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การแลกเปลี่ยนความคิดในชั้นเรียนเพื่อตรวจสอบความรู้เดิม

2) ขั้นระดมความคิดเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทำงานร่วมกันเพื่อเสนอข้อกล่าวอ้างหรือแนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับคำถามที่กำหนด โดยอาจจัดทำเป็นแผนผังความคิดเพื่อแสดงข้อเสนอกับหลากหลาย ทั้งนี้ข้อกล่าวอ้างต่าง ๆ เป็นสมมติฐานเบื้องต้นที่อาจมีมากกว่า 1 แนวทาง และจะถูกนำไปตรวจสอบในขั้นตอนถัดไป

3) ขั้นค้นหาหลักฐาน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันค้นคว้าและตรวจสอบข้อมูลเพื่อรวบรวมหลักฐานหรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับคำถามหรือข้อกล่าวอ้าง ครูอาจใช้คำถามชี้แนะเพื่อช่วยนักเรียนการสืบค้นข้อมูลหรือออกแบบการทดลอง นักเรียนต้องอภิปรายถึงความน่าเชื่อถือของหลักฐานแต่ละชิ้น และพิจารณาว่าหลักฐานใดสามารถสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างมีเหตุผล

4) ขั้นเขียนแผนภาพ เป็นขั้นตอนที่นักเรียน

นักเรียนจัดทำ แผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผล โดยใช้สัญลักษณ์ลูกศรเพื่อแสดงความสัมพันธ์ 2 แบบ ได้แก่ ลูกศรตรง ($\rightarrow$) หมายถึง หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ลูกศรมีขีดทับ ($\nrightarrow$) หมายถึง หลักฐานขัดแย้งกับข้อกล่าวอ้าง หลักฐานที่ไม่เกี่ยวข้องไม่ต้องเชื่อมโยงด้วยเส้นใด ๆ โดยก่อนเขียนแผนภาพ นักเรียนจะต้องอภิปรายถึงหลักฐานทั้งหมดร่วมกัน เพื่อพิจารณาว่าข้อกล่าวอ้างใดควรได้รับการยืนยัน และเขียนเหตุผลประกอบ สำหรับแต่ละคู่ของข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานลงในใบกิจกรรม

5) ขั้นสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูล ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผลมาประมวลและจัดเรียงเป็น คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ที่สมบูรณ์ โดยใช้ตัวอย่างแนวทางการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ซึ่งมีการนำองค์ประกอบต่าง ๆ จากขั้นตอนก่อนหน้า มาเรียบเรียงด้วยคำเชื่อมแบบต่าง ๆ ซึ่งสามารถเขียนได้หลายรูปแบบที่มีการวางตำแหน่งขององค์ประกอบแตกต่างกัน พร้อมนำเสนอคำอธิบายที่สร้างขึ้นเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในห้องเรียนและพัฒนาคำอธิบายร่วมกัน เพื่อสรุปความเข้าใจและองค์ความรู้ที่ถูกต้องที่สุดในวันหัวข้อที่เรียน

6) ขั้นสร้างคำอธิบายในสถานการณ์ใหม่ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนรู้ทั้งหมด มาสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในบริบทใหม่ ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับหัวข้อที่ศึกษา เป็นการประยุกต์ใช้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง พร้อมทั้งสะท้อนผลการเรียนรู้ร่วมกันในชั้นเรียน เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ที่ยั่งยืน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ส่งเสริมให้นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ผ่านการตอบคำถาม การแสดงความคิดเห็น การสืบค้นข้อมูล การเขียนแผนภาพเชื่อมโยงหลักฐานและแบบจำลองที่ช่วยให้นักเรียนได้พิจารณาข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้อง หลักฐานที่สนับสนุน และการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง ตลอดจนเขียนเรียบเรียงคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น จากผลของการจัดการเรียนรู้

ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจเลือกรูปแบบนี้เนื่องจาก นักเรียนที่ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้มีปัญหในองค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบ โดยเฉพาะในองค์ประกอบที่สามคือการให้เหตุผล และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เรียนดังกล่าวสร้างขึ้นมาตอบสนองการแก้ปัญหาดังกล่าวได้โดยตรง

3. เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้

3.1 ความหมายของเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้

จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมพบว่า Scaffolding technique มีการใช้คำไทยหลายคำได้แก่ กลวิธีเสริมต่อการเรียนรู้ (หนึ่งฤทัย เขียวสวัสดิ์ et al., 2564) เทคนิคสเกฟโพลดิ้ง (สมเกียรติ อินทสิงห์, 2558) เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ (นพมาศ ปลัดทอง, 2562) ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้คำว่า เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ โดย Scaffolding มีรากศัพท์มาจากคำว่า Scaffold พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554 ได้ให้ความหมายไว้ว่า นั่งร้าน ซึ่งเป็นโครงร่างที่ทำด้วยไม้หรือโลหะ สำหรับนั่งหรือป็นปายในการก่อสร้างสิ่งสูง ๆ เมื่อก่อสร้างสำเร็จแล้วจะมีการรื้อนั่งร้านนั้นออกไป เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ เป็นวิธีการให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนที่ยังไม่สามารถทำงานได้สำเร็จให้สามารถทำงานสำเร็จได้ เมื่อได้รับความช่วยเหลือ เป็นโครงสร้างชั่วคราวที่ออกแบบมาสำหรับนักเรียนเฉพาะกลุ่ม เน้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับนักเรียน หรือนักเรียนกับนักเรียนด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ตนเอง (Vygotsky, 1978; Wood et al., 1976; นพมาศ ปลัดทอง, 2562) เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้เป็นการช่วยเสริมต่อความสามารถทางการเรียนรู้ให้นักเรียน เมื่อนักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ผู้สอนจึงค่อย ๆ ถอดความช่วยเหลือนั้นออกมาจนกระทั่งนักเรียนไม่ต้องได้รับความช่วยเหลือก็สามารถเกิดการเรียนรู้ได้ (Vygotsky, 1978; นพมาศ ปลัดทอง, 2562)

จากความหมายของเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ที่กล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ คือ วิธีการให้ความช่วยเหลือนักเรียนเฉพาะกลุ่มที่ไม่สามารถแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ จนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างค่อยเป็นค่อยไป และจะถอดนั่งร้านออกเมื่อนักเรียนสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้

จากการศึกษา มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ไว้ ดังนี้

Vygotsky (1978) เป็นนักจิตวิทยาชาวรัสเซียกลุ่มพุทธิปัญญานิยม ได้นำเสนอแนวคิดของพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of Proximal Development: ZPD) คือ นักเรียนพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของตนเองขึ้นได้ด้วยการรับคำชี้แนะ โดย ได้อธิบายการพัฒนาการ

ขอบเขตของการเรียนรู้ว่าเป็นระยะระหว่างระดับพัฒนาการทางสติปัญญาที่นักเรียนมีอยู่ในขณะนั้น ดูได้จากปัญหาที่นักเรียนไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยตนเองตามลำพัง แต่ต้องได้รับการชี้แนะจากผู้ที่มีความชำนาญกว่า ถึงจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้และสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองในเวลาต่อมา สอดคล้องกับแนวคิดของ Lave and Wenger (1991) และ Ash and Levitt, 2003 ที่กล่าวว่า พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ เป็นการทำงานร่วมกับนักเรียนคนอื่น ๆ ในการศึกษา ค้นคว้าและได้รับการสอนจากเพื่อนหรือบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญมากกว่า เพื่อเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ จนกระทั่งเพื่อนหรือบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญค่อย ๆ ลดบทบาทตัวเองลง ดังนั้นนักเรียนหรือบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญจึงต้องรวบรวมความคิดเพื่อให้นักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ นั่น จนกระทั่งนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาพื้นที่รอยต่อพัฒนาการได้มีนักวิชาการให้ความหมายและขั้นตอนไว้ ดังนี้

พื้นที่แนวรอยต่อพัฒนาการว่า เป็นระยะทางระหว่างความรู้เดิมที่ตัวนักเรียนมี (Level of independent development) กับระดับของการพัฒนาศักยภาพ (Level of potential development) ที่นักเรียนจะพัฒนาเมื่อได้รับความช่วยเหลือหรือสนับสนุนจากครู สังคม เพื่อน หรือผู้ที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ครูผู้สอนมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน 2) ครูผู้สอนให้คำแนะนำในเนื้อหาที่เรียนกับนักเรียน 3) นักเรียนเริ่มทำงานหรือแก้ปัญหา โดยมีครูคอยสนับสนุนและ 4) นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (Lantolf & James, 1994; Vygotsky, 1978) สอดคล้องกับ Wilhelm, Baker and Dube (2001) ได้เสนอแนวทางในการช่วยเหลือผ่านพื้นที่รอยต่อดังกล่าว โดยใช้เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ครูควบคุม (Teacher-regulated) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยครูอ่านให้นักเรียนหรือทำเป็นแบบอย่างให้นักเรียน 2) การช่วยเหลือในการร่วมทำกิจกรรม (Supportive joint practice: scaffolding) เป็นการช่วยเหลือในการร่วมทำกิจกรรมระหว่างครูและนักเรียน เช่น แบ่งเป็นกลุ่มย่อย อ่านร่วมกับครู และครูแนะนำตามตัวอย่างข้างต้น 3) นักเรียนควบคุม (Student-regulated) ให้นักเรียนค้นหาความรู้ อย่างอิสระตามความเหมาะสม

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่าพื้นที่แนวรอยต่อพัฒนาการ เป็นพื้นที่ที่กล่าวถึงระดับระหว่างระดับการพัฒนาที่แท้จริง โดยนักเรียนจะสามารถเข้าสู่พื้นที่นี้ได้เมื่อนักเรียนได้รับการช่วยเหลือจากครูผู้สอนเช่นการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย การช่วยเหลือในการทำกิจกรรม การแบ่งกลุ่มย่อย เป็นต้น จนกระทั่งนักเรียนสามารถทำงานหรือแก้ปัญหาได้เองอย่างอิสระ ซึ่งถ้าผู้วิจัยได้ทราบถึงระดับความสามารถของนักเรียน จะสามารถใช้วิธีการที่เหมาะสมในการช่วยเหลือนักเรียนได้

3.3 แนวทางการใช้เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้

มีนักการศึกษาได้เสนอแนวทางในการใช้เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ไว้ดังนี้

Wood, Bruner and Ross (1976) เสนอแนวทางในการนำเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ไปใช้ประกอบด้วย 6 แนวทาง คือ

1) สร้างความสนใจ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจที่จะเรียนรู้ในเรื่องที่กำลังศึกษา

2) ลดระดับการเรียนรู้ที่ไม่ยากเกินไป เพราะจะทำให้มีอุปสรรคต่อการเรียนรู้

3) รักษาทิศทางของการเรียนรู้ โดยผู้สอนจะต้องเอาใจใส่ต่อนักเรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย

4) กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้อย่างชัดเจน

5) ทำความเข้าใจข้อสงสัยของนักเรียน ซึ่งอาจเกิดจากการความไม่เข้าใจในการเรียนรู้ของนักเรียนเรียน

6) สาธิต แสดงเป็นตัวอย่าง หรือมีตัวอย่างให้กับนักเรียน

Rosenshine and Meister (1992) เสนอแนวทางในการนำเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ไปใช้ ประกอบด้วย 6 แนวทาง คือ

1) สร้างความสนใจของนักเรียนให้เกิดขึ้นเมื่อผู้สอนต้องการสอนเรื่องใหม่ ๆ พร้อมทั้งให้นักเรียนตั้งเป้าหมายในการเรียนรู้ให้ชัดเจน

2) ผู้สอนจัดลำดับการเรียนรู้จากง่ายไปยาก ลดความซับซ้อนของเนื้อหา เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

3) การใช้การจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น การแสดงท่าทาง การบอกใบ้ การให้คำแนะนำ การสลับบทบาทระหว่างผู้สอนกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

4) ให้ข้อเสนอแนะแก่นักเรียน เมื่อนักเรียนดำเนินการด้วยตนเอง เช่น การส่งงาน พร้อมกับให้กำลังใจนักเรียนสำหรับงานที่ยังทำได้ไม่ดีเท่าที่ควร

5) เพิ่มความรับผิดชอบต่อนักเรียน โดยการลดระดับความช่วยเหลือลง เมื่อนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง

6) การให้นักเรียนทำงานอย่างอิสระ โดยผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้อย่างเต็มที่ทั้งเนื้อหาและวิธีการที่หลากหลายที่นำไปสู่การเรียนรู้

Lewis (2019) เสนอแนวทางการนำเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ไปใช้ ประกอบด้วย 6 แนวทาง คือ

1) นำความรู้เดิมมาใช้ (Activate prior knowledge) เป็นการใช้ความรู้ของนักเรียนที่มีอยู่จากนั้นครูคอยช่วยเหลือนักเรียนให้มีความรู้ใหม่โดยการค้นหาสิ่งที่มีนักเรียนมีความรู้เดิม

2) แบ่งเนื้อหาย่อย ๆ (Break it down) เป็นการลดความซับซ้อนของเนื้อหา และมีการทดสอบนักเรียนบ่อย ๆ พร้อมกับประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนในขณะที่ใช้ความคิด

3) สอนให้นักเรียนฝึกฝนและปฏิบัติ (Teach students to learn and practice) เป็นการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น และมีพื้นที่ในการฝึกฝน โดยใช้เทคนิคดังกล่าวจะกระตุ้นให้นักเรียนฝึกการถาม การคาดการณ์ และสรุปผลด้วยตนเอง

4) การเลือกรูปแบบ (Model) เป็นการสร้างความสนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจที่จะเรียนรู้ โดยผู้สอนเป็นผู้เลือกวิธีที่เหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของนักเรียน

5) การให้บริบท (Provide context) เป็นการกระตุ้นนักเรียนให้นักเรียนสามารถเข้าใจและเรียนรู้ได้ดีขึ้นโดยใช้บริบท โดยครูช่วยให้นักเรียนจากการสร้างภาพขนาดใหญ่ และหาความสัมพันธ์ของเนื้อหานั้น

6) การชี้แนะและสนับสนุน (Use cues and supports) เป็นการใช้ประโยชน์จากผลงานโดยการชื่นชมผลงาน หรือแนะนำผลงานในส่วนที่ยังไม่ดีพอ จนกว่านักเรียนจะเข้าใจอย่างถ่องแท้ถึงจะสามารถถอดนั่งร้านนี้ได้

สุนทร สืบคำ (2561) เสนอแนวทางการนำเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ไปใช้ ประกอบด้วย 3 แนวทาง คือ

1) การเลือกรูปแบบ (Model) เป็นการสร้างความสนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจที่จะเรียนรู้ด้วยความสมัครใจ อาจใช้วิธีการสาธิต การทำให้ง่าย การบรรยาย การยกตัวอย่าง การใช้กรณีศึกษา ผู้สอนเป็นผู้เลือกเทคนิควิธีต่าง ๆ ที่เห็นว่าเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของนักเรียน

2) การแยกย่อย (Breakdown) เป็นการแตกย่อยกิจกรรมให้เป็นงานย่อย ๆ เพื่อแจกแจงงานให้เป็นขั้นตอนไม่ซ้ำซ้อน ลดขนาดของงานลงโดยให้มีลักษณะจากง่ายไปหายาก มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถปฏิบัติงานที่นักเรียนไม่สามารถทำสำเร็จได้ด้วยตนเอง โดยการ

ช่วยเหลือจะค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงและลดลง ในขณะที่นักเรียนจะค่อย ๆ เพิ่มความสามารถในการปฏิบัติงานด้วยตนเองมากขึ้น

3) การให้กำลังใจ (Encourage) หรือการให้ข้อมูลป้อนกลับ เป็นการให้นักเรียนหรือคุณครูร่วมกันกล่าวชื่นชม หรือแนะนำเพื่อปรับปรุงสำหรับกลุ่มที่ยังทำได้ไม่ดีพอ

จากแนวทางการนำเทคนิคนี้จากร้านเสริมเรียนรู้ไปใช้ที่กล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ 6 แนวทาง ดังต่อไปนี้

1) สร้างความสนใจ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจที่จะเรียนรู้ในเรื่องที่กำลังศึกษา โดยการใช้ความรู้เดิมเป็นตัวกระตุ้น เพื่อนำไปสู่เป้าหมายที่ชัดเจน

2) ลดระดับการเรียนรู้โดยเรียงจากง่ายไปยาก ลดความซับซ้อนของเนื้อหา แบ่งเนื้อหาออกเป็นย่อย ๆ และประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนบ่อย ๆ

3) สอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ต่อนักเรียนตามเป้าหมาย

4) ให้ข้อเสนอแนะ กำลังใจแก่นักเรียน เมื่อดำเนินการทำกิจกรรมด้วยตนเอง

5) ลดระดับการให้ความช่วยเหลือลง เมื่อนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองมากขึ้น

6) สนับสนุน เป็นการชื่นชมผลงาน แนะนำในส่วนที่ยังไม่ดีพอ จนกว่าจะเข้าใจอย่างถ่องแท้ จากนั้นจึงถอดนักร้านออก

โดยผู้วิจัยได้นำแนวทางเทคนิคนี้จากร้านเสริมเรียนรู้มาใช้ 4 แนวทาง ได้แก่ 1. การสร้างความสนใจ 2. ลดระดับความซับซ้อนของเนื้อหา 3) สอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ 4) ลดระดับการช่วยเหลือลง โดยเริ่มต้นจากการใบกิจกรรมที่มีตัวเลือก และเมื่อทำผ่านเกณฑ์ที่กำหนดจึงเป็นการถอดตัวเลือกออก ถือเป็นการลดระดับความช่วยเหลือเป็นการมีตัวเลือก เมื่อสามารถทำได้ด้วยตนเองแล้ว จึงถอดการช่วยเหลือออก หลังจากนั้นให้นักเรียนเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

3.4 เทคนิคนี้จากร้านเสริมเรียนรู้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ใช้เทคนิคนี้จากร้านเสริมเรียนรู้ พบว่าสามารถเลือกใช้วิธีสอนได้หลากหลาย ในการช่วยเหลือนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้นในระหว่างการจัดการเรียนรู้ วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในเทคนิคนี้จากร้านเสริมเรียนรู้ (นพมาศ ปลัดทอง, 2561) มีดังนี้ ได้กล่าวว่า

1. การสาธิต (Demonstration) ใช้ประกอบการบรรยาย เป็นการปฏิบัติให้ดู พร้อมทั้งพูดไปด้วยระหว่างปฏิบัติ จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการมองเห็น ลงมือทำตาม และเกิดกระบวนการคิดผ่านการพูดของผู้สอน
2. การอธิบาย (Explanations) คือ การให้รายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดของตนเองได้
3. การยกตัวอย่างประกอบ (Examples) คือ การให้นักเรียนเห็นภาพชัดเจนมากขึ้น โดยผู้สอนอาจยกตัวอย่างสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจมากขึ้น
4. การใช้แผนภูมิ (Advance organizers) เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในหัวข้อที่กำลังเรียนรู้ที่ปรากฏในลักษณะของกระบวนการ แผนผัง เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจง่ายกว่าตัวอักษรที่เป็นบทความ
5. การบอกใบ้ (Hints) เป็นการแนะนำ หรือชี้แนะ เพื่อให้นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาไปตามที่วางแผนไว้
6. กระตุ้นความจำ (Prompts) เป็นการให้คำแนะนำด้วยท่าทาง หรือ ภาษา เพื่อให้ผู้เรียนได้ระลึกถึงความรู้เดิม เช่น การพยักหน้า กระพริบตา การตั้งคำถาม การบอกเล่า
7. การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เป็นการบอกให้นักเรียนทราบว่า อะไรที่นักเรียนทำสำเร็จ อะไรที่ยังไม่สำเร็จ และอะไรที่ต้องทำต่อไป
8. การตั้งคำถาม (Question) เป็นการใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเกิดการใส่ใจ และเกิดการคิดหาแนวทางในการตอบคำถาม หรือแก้ไขปัญหาที่กำลังพบเจอ
9. การพูดชมเชย สนับสนุน (Positive Reinforcement) ให้กำลังใจ เป็นการบอกผลการปฏิบัติงานของนักเรียน เพื่อแสดงให้นักเรียนเห็นว่าผู้สอนมีความเข้าใจและยอมรับในสิ่งที่นักเรียนแสดงออกมา
10. การพูดความคิดออกมาดัง ๆ (Think Aloud) เป็นการให้นักเรียนพูดความคิดออกมาดัง ๆ สามารถใช้ได้ทั้งขณะปฏิบัติงานหรือพูดทันทีหลังจากปฏิบัติงานเสร็จ
11. การบอกเป็นนัยยะ (Cue) ทำได้โดยการใช้บัตรชี้แนะ ซึ่งเป็นบัตรช่วยให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นในหัวข้อเฉพาะ เช่น การให้คำศัพท์ที่ยากโดยเว้นให้เติมในประโยค การให้สูตรทางคณิตศาสตร์หรือการให้แนวทางในการแก้ปัญหา เป็นต้น
12. การใช้เครื่องมือ ๆ ประกอบ เช่น แผนภูมิ หรือแผนผังมโนทัศน์ เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนรู้ โดยการทำแผนผังนั้นอาจทำสมบูรณ์หรือทำแค่บางส่วนแล้วให้นักเรียนเป็นผู้เติมต่อความรู้ขึ้นให้สมบูรณ์

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ในชั้นเรียน วิทยาศาสตร์ พบว่า มีการใช้เทคนิคดังกล่าวในกลุ่มวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. การพัฒนากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการสร้างแบบจำลอง (White & Frederiksen, 1998) เป็นการพัฒนากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการสร้างแบบจำลอง ตลอดจนทักษะและความรู้เนื้อหา ในขั้นตอนสุดท้ายของแต่ละเนื้อหาจะมีการสอบถาม และประเมินผลงาน โดยนักเรียนจะต้องเตรียมเนื้อหาเพื่อมาตอบคำถาม และใช้เหตุผลในการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา คำแนะนำต่าง ๆ จากครูจะช่วยให้ นักเรียนมีแนวทางในแก้ปัญหาและเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น โดย White and Frederiksen (1998) ได้มีการเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้รับการช่วยเหลือจากการแนะนำกับกลุ่มที่ได้รับการแนะนำพบว่า นักเรียนที่ได้รับคำแนะนำมีความเข้าใจแนวปฏิบัติในการสืบเสาะหาความรู้มากกว่า

2. กรอบคำอธิบาย ของ Herrenkohl et al. (1999) ใช้ในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นการอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียนในการทำความเข้าใจในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3. การนั่งร้านเสริมเรียนรู้โดยใช้ใบงาน โดย Bell and Linn (2000) และ Sandoval (2003) ในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยมีใบงานที่เป็นโครงร่างมีเนื้อหาเฉพาะองค์ประกอบของคำอธิบาย โดยโครงร่างเนื้อหาเฉพาะนี้จะให้คำแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหาที่จะใช้หรือรวมไว้ในคำอธิบาย จากการศึกษาพบว่า โครงร่างดังกล่าวช่วยให้นักเรียนสร้างคำอธิบายในบริบทหรือเนื้อหาเฉพาะนั้น เช่นเดียวกับ McNeill et al (2008) ใช้เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยการเริ่มจากแนะนำกรอบคำอธิบายและยกตัวอย่างวิธีการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นนักเรียนเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ลงในใบงานที่ประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ โดยมีเนื้อหาแบบทั่วไปและเนื้อหาเฉพาะเข้าด้วยกัน โดยในใบงานจะมีโครงสร้าง 3 รูปแบบ เช่น สำหรับกลุ่มนักเรียนกลุ่มอ่อนจะนั่งร้านแบบมีตัวเลือกของหลักฐานที่ไปสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง 3 ชั้น สำหรับนักเรียนกลุ่มกลาง จะให้ข้อมูลในเนื้อหาที่มีข้อมูลหลักฐานอยู่ในนั้นอย่างละเอียดแต่ไม่มีตัวเลือก และสำหรับนักเรียนกลุ่มเก่งเป็นการเติมคำตอบในสามองค์ประกอบโดยไม่มีคำแนะนำที่เฉพาะเจาะจงซึ่งวิธีการดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนสามารถเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นี้ได้ดีขึ้น

โดยสรุปแล้ว เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นเทคนิคที่สร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ผ่านการช่วยเหลือด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนคือ เริ่มต้นจากการแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบาย โดยการให้นักเรียนเขียนคำอธิบายโดยใช้ข้อมูลของตนเองและความเข้าใจก่อนหน้าเกี่ยวกับคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นครูนำอภิปรายเกี่ยวกับคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้กรอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ชัดเจนขึ้นกับนักเรียน นอกจากนี้ครูสามารถจำลองการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ตัวอย่างสมมติของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบบง่ายไปยาก จากนั้นนักเรียนใช้กรอบดังกล่าวแก้ไขคำอธิบายเดิมของตน หลังจากเรียนบทเรียนนั้น เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่มีเทคนิคดังกล่าว จะมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายได้ดีขึ้น

สรุปได้ว่า วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ สามารถทำได้หลายวิธี เป็นการที่ครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยอาจเริ่มจากครูผู้สอนเป็นผู้ทำให้ดู จากนั้นผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง จนกระทั่งสามารถทำได้ด้วยตนเอง ครูจึงลดการช่วยเหลือลง ทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้ด้วยตนเอง ซึ่งการใช้เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้การใช้ใบกิจกรรมในการช่วยเหลือนักเรียน โดยใช้ในขั้นตอนของการเขียนแผนภาพ เริ่มจากใบกิจกรรมที่มีตัวเลือก และจะมีการถอดเครื่องมือช่วยเหลือเมื่อนักเรียนสามารถทำผ่านเกณฑ์ที่กำหนด 2 ครั้งติดกัน หลังจากนั้นใบกิจกรรมจะไม่มีตัวเลือก เพื่อให้นักเรียนฝึกการเขียนด้วยตนเอง เนื่องจากการใช้ใบกิจกรรมเป็นการช่วยเหลือที่เหมาะสมสามารถวิเคราะห์ได้ง่ายว่านักเรียนสามารถที่จะได้รับถอดการช่วยเหลืออย่างน้อยเพียงใด จากการเขียนลงในใบกิจกรรมที่สะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจการเรียนรู้

4. รูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้มาเป็นขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และได้นำเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ มาช่วยเหลือนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนสามารถเข้าใจและสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องมากขึ้น โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ดังกล่าวเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ มีขั้นตอนในการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนได้พัฒนาใน

ทุกองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และใช้แผนภาพในการเชื่อมโยงหลักฐานและแบบจำลอง เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถระบุเหตุผลประกอบคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งเป็นปัญหาที่นักวิจัยหลายท่านพบเจอ ในขณะเดียวกันรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวยังสะท้อนลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ที่เน้นให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า สำรวจตรวจสอบจนค้นพบองค์ความรู้ที่นำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้องด้วยตนเอง นอกจากนี้ นักเรียนบางส่วนไม่ได้ถูกฝึกการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง มีความเข้าใจในเนื้อหาและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน นักเรียนกลุ่มดังกล่าวจึงควรได้รับการช่วยเหลือ โดยการให้เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้เข้าไปในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ในขั้นเขียนแผนภาพ ซึ่งเป็นการช่วยเหลือในองค์ประกอบของการให้เหตุผล โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ดังนี้

1) ขั้นเปิดประเด็นคำถาม เป็นขั้นตอนที่ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่องลมฟ้าอากาศ ตามตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน จากนั้นครูระบุประเด็นคำถามที่นำไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนอธิบายแลกเปลี่ยนความคิดหรือความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือคำถามที่ครูกำหนดเพื่อสำรวจความรู้เดิมของนักเรียน

2) ขั้นระดมความคิดเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันระดมความคิดภายในกลุ่มถึงข้อกล่าวอ้างที่เป็นไปได้เกี่ยวกับประเด็นคำถามในรูปของแผนผังความคิด

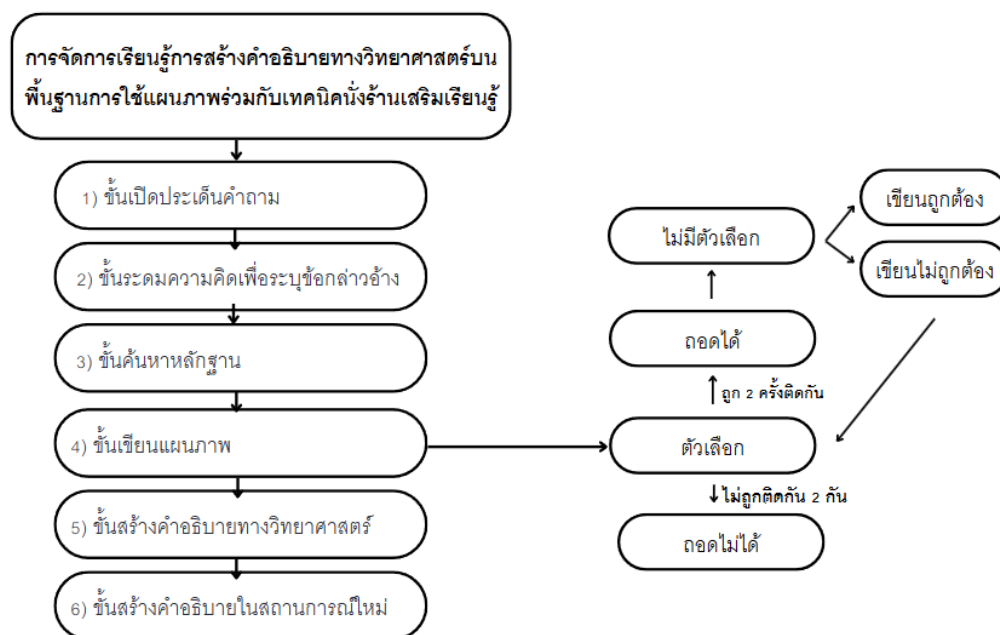
3) ขั้นค้นหาหลักฐาน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่ม สำรวจตรวจสอบหรือสืบค้นข้อมูลในองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นคำถาม เพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างพร้อมนำหลักฐานที่สืบค้นมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน เพื่อพิจารณาความถูกต้องของหลักฐานแต่ละชิ้น

4) ขั้นเขียนแผนภาพ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนเขียนแผนภาพเพื่อเชื่อมโยงหลักฐานและแบบจำลอง ที่ช่วยให้นักเรียนได้ระบุข้อกล่าวอ้าง ระบุหลักฐานที่สนับสนุน และระบุเหตุผลประกอบสำหรับการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้ระดมสมองพิจารณาการเปลี่ยนผ่านจากข้อกล่าวอ้างชั่วคราวไปสู่ข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องร่วมกัน และสามารถระบุหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องนั้นได้ ในส่วนของการระบุเหตุผล ครูให้ความช่วยเหลือนักเรียนโดยใช้ใบกิจกรรมการเขียนแผนภาพในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีการกำหนดตัวเลือกของเหตุผลให้กับนักเรียน เมื่อนักเรียนสามารถเลือกเหตุผลที่ถูกต้องได้ติดกัน 2 ใบกิจกรรม จึงจะถอดการช่วยเหลือลงโดยนำตัวเลือกที่กำหนดออกและเปลี่ยนเป็นใบกิจกรรมที่ไม่มี

ตัวเลือก ให้นักเรียนเติมเหตุผลลงในช่องว่างด้วยตัวเอง แต่ถ้านักเรียนกลุ่มใดไม่สามารถเลือกได้ก็ไม่สามารถนำนั่งร้านหรือตัวเลือกออกได้ ในขณะเดียวกันถ้านักเรียนกลุ่มใดที่สามารถถอดนั่งร้านได้ และเมื่อได้รับใบกิจกรรมที่ไม่มีตัวเลือก กลับไม่สามารถเขียนได้ถูกต้อง นักเรียนกลุ่มนั้นต้องใส่นั่งร้านกลับเข้าไป เพื่อฝึกอีกครั้งหนึ่ง โดยครูจะทำการช่วยเหลือจนกว่านักเรียนจะสามารถเขียนให้เหตุผลได้ถูกต้องได้ด้วยกลุ่มของตนเอง

5) ขั้นสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ลมฟ้าอากาศ โดยนำข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้ามาเรียบเรียงเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ จากนั้นทำการอภิปรายและสรุปองค์ความรู้ในประเด็นที่ศึกษาร่วมกัน

6) ขั้นสร้างคำอธิบายในสถานการณ์ใหม่ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษา มาประยุกต์ใช้ในการสร้างคำอธิบายในสถานการณ์ใหม่ ที่สอดคล้องกับประเด็นที่ศึกษา และมีการสะท้อนผลการเรียนรู้จากการเรียนรู้ดังกล่าวและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน



ภาพประกอบ 5 รูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

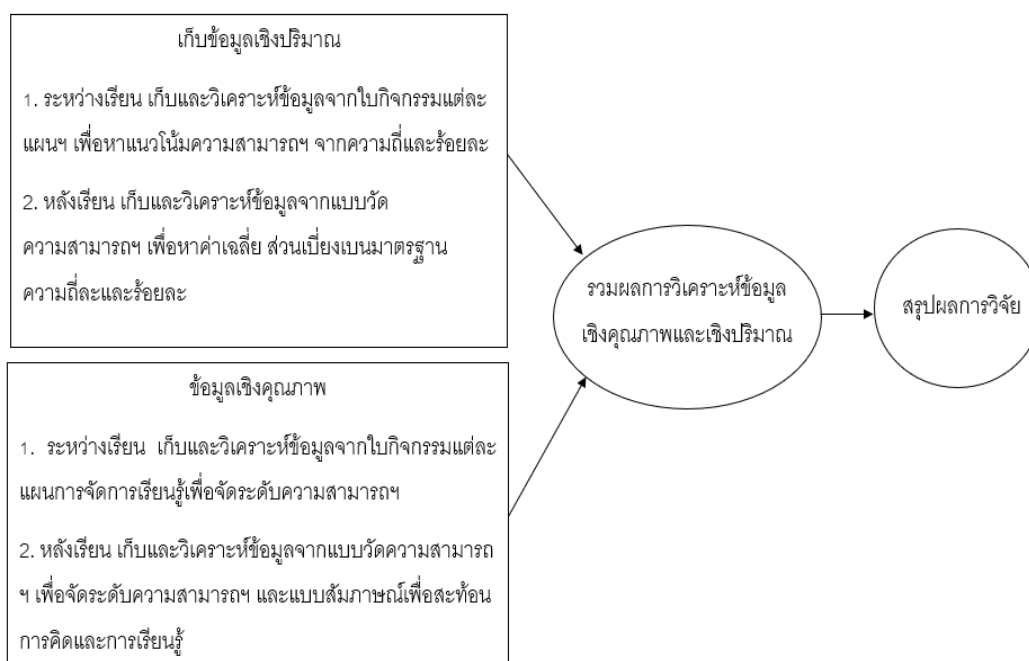
การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. แบบแผนการวิจัย
2. การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน
3. การกำหนดกลุ่มที่ศึกษาและเนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย
4. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย
6. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล
7. การดำเนินการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

1. แบบแผนการวิจัย

1.1 แบบแผนการวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยแบบผสมวิธี (Mixed-method research) แบบแผนแบบคู่ขนาน (Convergent design) เป็นการใช้วิธีการรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณโดยวิเคราะห์ข้อมูลทั้งสองชุดพร้อมกัน โดยเป็นการเก็บข้อมูลที่ไม่ได้มีลำดับว่าวิธีการใดเก็บก่อนหลัง และผลของการวิเคราะห์ที่ได้จากข้อมูลทั้งสองชุดเพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ (Creswell & Plano Clark, 2018) ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 แบบแผนแบบคู่ขนาน (Convergent design) (Creswell & Plano Clark, 2018)

มีการเก็บข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ดังนี้

ข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ทั้งใบกิจกรรมกลุ่ม เพื่อดูจำนวนกลุ่มที่ได้รับการถอดนั้งร้านฯ และใบกิจกรรมรายบุคคล เพื่อหาแนวโน้มความสามารถฯ จากความถี่และร้อยละ เมื่อสิ้นสุดการจัดเรียนรู้ตามแผนที่กำหนด ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เพื่อหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความถี่และร้อยละ ในภาพรวมและรายองค์ประกอบ

ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ทั้งใบกิจกรรมกลุ่มและรายบุคคล เพื่อดูการถอดนั้งร้านและแนวโน้มระดับความสามารถฯ จากข้อความที่นักเรียนสร้างขึ้น เมื่อสิ้นสุดการจัดเรียนรู้ตามแผนฯ นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เพื่อจัดระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และทำการสัมภาษณ์นักเรียนด้วยแบบสัมภาษณ์สะท้อนการคิดและการเรียนรู้ โดยใบกิจกรรมกลุ่มเป็นเครื่องมือในการนั้งร้านเพื่อช่วยเหลือนักเรียนในขั้นตอนของการให้เหตุผล เก็บข้อมูลเพื่อศึกษาความสามารถของนักเรียนหลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิค

นั่งร้านเสริมเรียนรู้ในแต่ละเรื่อง แบบสัมภาษณ์สะท้อนการคิดและการเรียนรู้ จะรวบรวมข้อมูลหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว โดยการรวบรวมข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์จะเป็นการนำตัวแทนของนักเรียนในแต่ละกลุ่มที่แบ่งตามระดับความสามารถ มาสัมภาษณ์ถึงการได้มาซึ่งคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสะท้อนถึงการคิดของนักเรียน รวมถึงสะท้อนการเรียนรู้โดยมุ่งประเด็นความคิดเห็นของนักเรียนต่อเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้

2. การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและบริบทชั้นเรียนเป็นขั้นตอนของการศึกษาข้อมูล เพื่อวางแผนหาแนวทางเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยต่อไปนี้

2.3 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับบริบทและปัญหาในชั้นเรียน

ผู้วิจัยทำการศึกษาเกี่ยวกับบริบทและปัญหาของการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 200 คน โดยการให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในภาพรวมไม่สูงมากนัก และเมื่อแยกเป็นรายองค์ประกอบพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในองค์ประกอบของข้อกล่าวอ้างอยู่ในระดับปานกลาง รองลงมาคือองค์ประกอบของหลักฐานอยู่ในระดับควรปรับปรุง และองค์ประกอบของการให้เหตุผลมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดอยู่ในระดับควรปรับปรุง โดยเมื่อนำนักเรียนตัวแทนมาสัมภาษณ์เพื่อต้องการทราบปัญหาพบว่า สาเหตุที่นักเรียนไม่สามารถเขียนองค์ประกอบหลักฐาน และการให้เหตุได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์ มีความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแนวคิดและทฤษฎีในเรื่องนั้น ๆ ไม่เข้าใจว่าสามารถนำความรู้ที่ได้ศึกษามาเขียนแสดงหลักฐานและเชื่อมโยงเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างไร และนักเรียนบางส่วนมักจะนำประสบการณ์ของตนเองมาอธิบายโดยไม่เชื่อมโยงกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากงานวิจัยก่อนหน้า และนำมารวบรวมข้อมูลเพื่อให้ทราบถึงรูปแบบเทคนิค และวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ศึกษาลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ ข้อดี ข้อจำกัด ขั้นตอน นำไปสู่การจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม จากนั้นนำมาสรุปเป็นขั้นตอนและโครงสร้างในการจัดทำเครื่องมือเพื่อส่งเสริม

ความสามารถนี้ คือศึกษาผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เครื่องมือสำหรับวัดและประเมินผล รวมถึงเกณฑ์ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3. การกำหนดกลุ่มที่ศึกษาและเนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย

3.1 กลุ่มที่ศึกษาที่ใช้ในงานวิจัย

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้กลุ่มที่ศึกษาคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกาญจนบุรี ที่มีนักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 1100 คน โดยเลือกกลุ่มที่ศึกษาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากห้องเรียนที่นักเรียนมีความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน พิจารณาจากผลการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนหน้า เป็นกลุ่มที่นักเรียนไม่เคยมีประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยตรงมาก่อนจำนวน 32 คน และได้รับการจัดการเรียนรู้ครบทุกคาบเรียน

3.2 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้เนื้อหาเรื่อง ลมฟ้าอากาศ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ต้องจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วยเรื่อง ชั้นบรรยากาศ อุณหภูมิอากาศ ความกดอากาศ ลม ความชื้น เมฆและฝน และการพยากรณ์อากาศ

4. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย แบ่งออกเป็น เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

4.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.2.1 ใบกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้

4.2.2 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

4.2.3 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

4.2.4 แบบสัมภาษณ์การสะท้อนคิดและการเรียนรู้

โดยมีรายละเอียดในการพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

4.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษารายละเอียดของเนื้อหาและมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดนำมาทำการคัดเลือกเนื้อหาที่มีตัวชี้วัดที่สามารถระบุถึงพฤติกรรมในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยหลักสูตรและคำอธิบายรายวิชาจัดทำขึ้นอิงจากหลักสูตร ซึ่งในคำอธิบายรายวิชาระบุตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้ที่จะเกิดกับนักเรียนดังนี้

ตาราง 4 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้		ตัวชี้วัด
ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม	ม.1/1	สร้าง แบบจำลองที่อธิบายการแบ่งชั้นบรรยากาศ และเปรียบเทียบประโยชน์ของบรรยากาศแต่ละชั้น
	ม.1/2	อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศรอบตัวจากข้อมูลที่รวบรวมได้
	ม.1/4	อธิบายการพยากรณ์อากาศ และพยากรณ์อากาศอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้
	ม.1/5	ตระหนักถึงคุณค่าของการพยากรณ์อากาศ โดยนำแนวทางการปฏิบัติตนและการใช้ประโยชน์จากคำพยากรณ์อากาศ

2. ศึกษาเอกสารงานวิจัยและบททวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน และเทคนิคที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้การจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพประกอบด้วย 6 ขั้นตอน (พิริยะ วรรณไทย, 2564) ได้แก่ 1) ขั้นเปิดประเด็นคำถาม (Introducing the question) 2) ขั้นระดมความคิดเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง (Brainstorming to identify a claim) 3)

ขั้นค้นหาหลักฐาน (Finding evidence) 4) ขั้นเขียนแผนภาพ (Drawing a diagram) และเทคนิค
นั่งร้านเสริมเรียนรู้ 5) ขั้นสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Constructing a scientific
explanation) และ 6) ขั้นสร้างคำอธิบายในสถานการณ์ใหม่ (Constructing explanations for
new situation) และมีการใช้เทคนิคการนั่งร้านเสริมความรู้เข้ามาเป็นตัวช่วยนักเรียน โดยแทรกเข้า
ไปในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลในขั้นเขียนแผนภาพ

3. วางโครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้าง
คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ โดย
กำหนดแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 14 คาบ คาบละ 50 นาที
ดังตาราง ซึ่งประกอบไปด้วยรายละเอียด ดังตารางที่ 5

ตาราง 5 โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	จำนวนคาบเรียน
1	ชั้นบรรยากาศ	2
2	อุณหภูมิอากาศ	2
3	ความกดอากาศ	2
4	ลม	2
5	ความชื้น	2
6	เมฆและฝน	2
7	การพยากรณ์อากาศ	2
รวม		14

4. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทาง
วิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ จากเนื้อหาวิทยาศาสตร์
เรื่อง ลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่
ประกอบองค์ประกอบหลักตามรูปแบบของ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนี้ มาตรฐานการ
เรียนรู้และตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและ

แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ ความคิดเห็นของผู้บริหาร โรงเรียน และภาคผนวกแนบท้ายแผนการจัดการเรียนรู้

5. นำแผนการจัดการการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา ปรินญาณิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในด้านเนื้อหา ความเหมาะสมของขั้นตอนและกิจกรรม การเรียนรู้ ความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นผู้วิจัยปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาปรินญาณิพนธ์ ดังนี้

- ปรับสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่ใช้ ทำการจัดการเรียนรู้
- ปรับสถานการณ์คำถามให้ไปในทางเดียวกันของทุกสถานการณ์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้
- ลดการใช้คำซ้ำซ้อนในการถามนักเรียนของแต่ละขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้
- ปรับเกณฑ์ในขั้นการวัดผลและประเมินผลให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น
- ปรับแนวทางคำตอบให้หลากหลายในใบกิจกรรมทุกใบ เพื่อง่ายต่อการ ให้คะแนน

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ ศึกษา ด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และด้านการวัดและประเมินผลจำนวน 3 ท่าน เพื่อ ตรวจสอบความหลักฐานด้านความตรงเชิงเนื้อหาโดยพิจารณาความสอดคล้ององค์ประกอบ ต่าง ๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้ และความเหมาะสมด้านการใช้ภาษา และการนำไปใช้ของ แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

เกณฑ์การพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้

ระดับคะแนน	ความสอดคล้อง
+1	แน่ใจว่า ประเด็นที่พิจารณามีความสอดคล้องกัน
0	ไม่แน่ใจว่า ประเด็นที่พิจารณามีความสอดคล้องกัน
-1	แน่ใจว่า ประเด็นที่พิจารณาไม่มีความสอดคล้องกัน

หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) จากค่าน้ำหนักคะแนนที่ ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนทำการประเมินโดย พิจารณาค่าความสอดคล้อง 0.50 ขึ้นไป (สุรพงษ์ คงสัตย์ และ ธีรชาติ ธรรมวงศ, 2551)

เกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสมด้านการใช้ภาษา และการนำไปใช้

ระดับคะแนน	ความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้
5	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด
4	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก
3	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับปานกลาง
2	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับน้อย
1	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับน้อยที่สุด

พิจารณาความเหมาะสมโดยนำค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) มาเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมของแผน โดยทำการหาความกว้างของอันตรภาคชั้นละระดับความเหมาะสมของแผน (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2564) ดังนี้

- 4.21-5.00 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด
- 3.41-4.20 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับมาก
- 2.61-3.40 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับปานกลาง
- 1.81-2.60 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับน้อย
- 1.00-1.80 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

จากการประเมินความสอดคล้องพบว่า ทุกแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67-1.00 ยกเว้นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ประเด็นที่ 1 ที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.33 แต่ผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน และจากการประเมินความเหมาะสมต่อการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.33 – 5.00 ในทุกแผนการเรียนรู้ แปลความหมายได้ว่า ทุกแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้การจัดการเรียนรู้ระดับปานกลางถึงมากที่สุด ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค

โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำเพิ่มเติมของผู้เชี่ยวชาญ ตามประเด็นดังนี้

- ปรับสาระสำคัญให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเน้นเป้าหมายคือความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
- ปรับสาระการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ให้กระชับเน้นเฉพาะแนวคิดสำคัญ
- ปรับเหตุผลในขั้นสร้างคำอธิบายให้ชัดเจนมากขึ้น คำถามควรเป็นการชวนให้ใช้ข้อมูลหรือหลักฐานในการตอบ และใส่ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในวงเล็บเพื่อเป็นแนวทางในการประเมิน

- ปรับสถานการณ์คำถามและคำตอบให้สอดคล้องกันโดยไม่คลุมเครือและเกินขอบเขตความรู้ของนักเรียน

- ปรับกิจกรรมในขั้นค้นหาหลักฐานให้มีการสรุปประเด็นหลังการทดลอง

- ลดความซับซ้อนของคำถามที่มีหลายปัจจัย โดยการตัดคำถามย่อย หรือแยกเป็นหลายคำถาม เพื่อไม่ให้นักเรียนสับสน

- ปรับสถานการณ์ให้มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน แทนการวิเคราะห์ข้อมูลเพียงอย่างเดียว

- ปรับคำถามในขั้นสร้างคำอธิบายใหม่ ที่ควรใช้ความรู้เดิม ไม่ต้องค้นหาความรู้เพิ่มเติม แต่เน้นการประยุกต์

- ปรับเกณฑ์การให้คะแนนโดยระบุเกณฑ์อย่างชัดเจนในแต่ละข้อ ไม่ใช่เกณฑ์ในภาพรวม

7. แก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปศึกษานำร่อง

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ที่จัดการเรียนรู้แบบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพโดยแทรกเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ ไปใช้ศึกษานำร่องกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 33 คน โดยในการศึกษานำร่องนี้ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อทำการตรวจสอบความเหมาะสมของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เวลา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ อีกทั้งอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้เพื่อนำมาปรับปรุงแผนก่อนนำไปใช้จริงตามกระบวนการของงานวิจัย และได้มีการนำมาปรับโดยการลดการใช้คำที่เป็นทางการตลอดการจัดการเรียนรู้ ปรับขั้นตอนการทำกิจกรรมให้มีความกระชับมากขึ้น ปรับเรื่องเวลาที่มีการใช้เวลาเกินกว่าที่ตั้งไว้ สื่อการสอน มีการปรับในรูปของแผนภาพ เพื่อสื่อสารได้เข้าใจมากขึ้น มีการแจกเอกสารรูปแบบการร้อยเรียงคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์รายบุคคล เพื่อให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจและร่วมอภิปรายกับเพื่อน ๆ ได้

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.2.1 ใบกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้

ใบกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยใบกิจกรรมกลุ่มและใบกิจกรรมเดี่ยวได้ดำเนินการสร้าง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างใบกิจกรรมการเรียนรู้

2. กำหนดสถานการณ์และรูปแบบของใบกิจกรรม เป็นแบบอัตรัดนัยประกอบด้วย 7 สถานการณ์ คลอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด 7 แผนการเรียนรู้ ได้แก่ 1) ชั้นบรรยากาศ 2) อุณหภูมิอากาศ 3) ความกดอากาศ 4) ลม 5) ความชื้น 6) เมฆและฝน และ 7) การพยากรณ์อากาศ โดยใบกิจกรรมกลุ่มใช้สำหรับการพิจารณาถอดนึ่งร้านเสริมเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม ส่วนใบกิจกรรมเดี่ยวใช้สำหรับการศึกษาแนวโน้มความสามารถของนักเรียนในแต่ละแผนการเรียนรู้ โดยใสถานการณ์ดังนี้

ตาราง 6 สถานการณ์ในใบกิจกรรมกลุ่มและเดี่ยวระหว่างการเรียนรู้

ใบกิจกรรมที่	เรื่อง	สถานการณ์ใบกิจกรรมกลุ่ม	สถานการณ์ใบกิจกรรมเดี่ยว
1	ชั้นบรรยากาศ	บรรยากาศของโลก	บินขึ้นไหนดี
2	อุณหภูมิอากาศ	อุณหภูมิเท่ากันหรือเปล่านะ	ร้อนสุดกี่โมง
3	ความกดอากาศ	ถูกชนบนยอดเขา	หุ้้อกับความดันอากาศ
4	ลม	พื้นที่กับอัตราเร็วลม	ลม (แรง) จำลาค่อน
5	ความชื้น	ผ้าแห้งหรือยัง	สะพานมอญที่รัก
6	เมฆและฝน	เมฆแบบไหน	ฝนตกไหม
7	การพยากรณ์อากาศ	อากาศของวันพุงนี้	แปลความหมายคำพยากรณ์อากาศ

3. สร้างใบกิจกรรม ตามโครงสร้างสถานการณ์ที่กำหนดและสร้างเกณฑ์การให้คะแนน โดยใบกิจกรรมกลุ่มเน้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงออกซึ่งความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ผ่าน 3 องค์ประกอบ จนได้คำตอบที่สมบูรณ โดยระหว่างการเขียนในองค์ประกอบของการให้เหตุผล จะมีตัวเลือกมาให้นักเรียน โดยมีการกำหนดเกณฑ์ไว้ว่า ถ้านักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถเลือกตัวเลือกได้ถูกต้อง 2 ครั้งติดกันจะสามารถถอดตัวเลือกออกได้ และใบกิจกรรมครั้งต่อไปจะไม่มีตัวเลือก แต่ถ้าเมื่อไม่มีตัวเลือกแล้วนักเรียนไม่สามารถเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ ก็จะต้องกลับมามีตัวเลือกใหม่อีกครั้งหนึ่ง ส่วนใบกิจกรรมเดี่ยวเน้นให้นักเรียนแต่ละคนแสดงออกซึ่งความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ผ่าน 3 องค์ประกอบ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน จนได้คำตอบที่สมบูรณ

4. นำใบกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อพิจารณา สถานการณ์และข้อคำถาม จากนั้นผู้วิจัยปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ดังนี้

- ลดความซับซ้อนของคำถามที่มีหลายปัจจัย โดยการตัดคำถามย่อย หรือ แยกเป็นหลายคำถาม เพื่อไม่ให้นักเรียนสับสน
- ปรับสถานการณ์ให้มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน แทนการวิเคราะห์ ข้อมูลเพียงอย่างเดียว
- ปรับคำถามในชั้นสร้างคำอธิบายใหม่ ที่ควรใช้ความรู้เดิม ไม่ต้องค้นหา ความรู้เพิ่มเติม แต่เน้นการประยุกต์
- ปรับเกณฑ์การให้คะแนนโดยระบุเกณฑ์อย่างชัดเจนในแต่ละข้อ ไม่ใช่ เกณฑ์ในภาพรวม

5. นำใบกิจกรรมการเรียนรู้ ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ ศึกษา ด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และด้านการวัดและประเมินผลจำนวน 3 ท่าน เพื่อ พิจารณาความเหมาะสมด้านการใช้ภาษา และการนำไปใช้ กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

เกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสมด้านการใช้ภาษา และการนำไปใช้

ระดับคะแนน	ความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้
5	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด
4	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก
3	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับปานกลาง
2	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับน้อย
1	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับน้อยที่สุด

พิจารณาความเหมาะสมโดยนำค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) มาเทียบกับเกณฑ์การแปล ความหมายค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมของใบกิจกรรม โดยทำการหาความกว้างของอันตร ภาควิธีระดับความเหมาะสมของแผน (พิชิต ฤทธิจุฑา, 2564) ดังนี้

4.21-5.00 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

3.41-4.20 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับมาก

2.61-3.40 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับปานกลาง

1.81-2.60 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับน้อย

1.00-1.80 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

จากการประเมินความเหมาะสมต่อการไปกิจกรรมกลุ่มไปใช้พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.33 – 4.67 ส่วนไปกิจกรรมเดี่ยว พบว่า มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 3.00 – 4.33 แปลความหมายได้ว่า ไปกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ระดับปานกลางถึงมากที่สุด ดังรายละเอียดในแผนการจัดการเรียนรู้

โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงไปกิจกรรมตามคำแนะนำเพิ่มเติมของผู้เชี่ยวชาญ ตามประเด็นดังนี้

- ปรับสถานการณ์ให้ใกล้ตัวมากขึ้น
- ปรับความซับซ้อนของปัจจัยอื่นที่จะส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจผิด
- ปรับเหตุผลในขั้นสร้างคำอธิบายให้ชัดเจนมากขึ้น คำถามควรเป็นการชวนให้ใช้ข้อมูลหรือหลักฐานในการตอบ และใส่ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในวงเล็บเพื่อเป็นแนวทางในการประเมิน
- ปรับสถานการณ์คำถามและคำตอบให้สอดคล้องกันโดยไม่คลุมเครือและเกินขอบเขตความรู้ของนักเรียน
- ลดความซับซ้อนของคำถามที่มีหลายปัจจัย โดยการตัดคำถามย่อย หรือแยกเป็นหลายคำถาม เพื่อไม่ให้นักเรียนสับสน
- ปรับสถานการณ์ให้มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน แทนการวิเคราะห์ข้อมูลเพียงอย่างเดียว
- ปรับเกณฑ์การให้คะแนนโดยระบุเกณฑ์อย่างชัดเจนในแต่ละข้อ ไม่ใช่เกณฑ์ในภาพรวม

6. แก้ไขไปกิจกรรมการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปศึกษานำร่อง

7. นำไปกิจกรรมไปใช้ในการดำเนินการวิจัย เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ที่จัดการเรียนรู้แบบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพโดยแทรกเทคนิคนี้ร้านเสริมเรียนรู้ ไปใช้ศึกษานำร่องกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 33 คน โดยในการศึกษานำร่องนี้ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อทำการตรวจสอบความเหมาะสมของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เวลา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ อีกทั้งอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้เพื่อนำมาปรับปรุงแผนก่อนนำไปใช้จริงตามกระบวนการของงานวิจัย ปรับลดปัจจัยที่ใช้ใน

การเขียนองค์ประกอบของหลักฐานลงในบางกิจกรรม และทบทวนการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ผ่านการเฉลยใบกิจกรรมก่อนหน้า และตัวอย่างที่เป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อื่น

4.2.2 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้ดำเนินการสร้างโดย มีรายละเอียด ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นเขียนนิยามศัพท์เฉพาะ และองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งได้ 3 องค์ประกอบ ตามแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2008) ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

2. กำหนดโครงสร้างและรูปแบบของแบบวัดฯ เป็นแบบอัตนัยประกอบด้วยสถานการณ์ที่ครอบคลุมเนื้อหาเรื่องลมฟ้าอากาศ ได้แก่ 1) ชั้นบรรยากาศ 2) อุณหภูมิอากาศ 3) ความกดอากาศ 4) ลม 5) ความชื้น 6) เมฆและฝน และ 7) การพยากรณ์อากาศ จำนวน 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์จะมีคำถาม 3 ข้อ เพื่อใช้วัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ รวม 9 ข้อ

ตาราง 7 การกำหนดสถานการณ์ที่ใช้ในแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ที่	สถานการณ์	เรื่อง
1	บินขึ้นไหนนะ	ชั้นบรรยากาศ
2	ฝนตกที่ใด	อุณหภูมิอากาศ, ความชื้น, ลม, เมฆและฝน และการพยากรณ์อากาศ
3	ความดันบนยอดเขา	ความดันอากาศ

3. สร้างแบบวัดฯ ตามโครงสร้างที่กำหนดและสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัด โดยแบบวัดฯ นี้ เน้นให้นักเรียนแสดงออกซึ่งความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ผ่าน 3 องค์ประกอบ จนได้คำตอบที่สมบูรณ์ โดยเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์พัฒนามาจากแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2008)

4. นำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อพิจารณาการณและข้อคำถาม จากนั้นผู้วิจัยปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ดังนี้

- ลดความซับซ้อนของสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้น
- ปรับสถานการณ์ให้สอดคล้องกับเนื้อหามากขึ้น และเชื่อมโยงกับ

ชีวิตประจำวัน

- ปรับตัวอย่างคำตอบของหลักฐานและการให้เหตุผลให้ถูกต้องมากขึ้น และหลากหลายเพื่อง่ายต่อการให้คะแนน

5. นำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นที่ผ่านการพิจารณาจากที่ปรึกษาปริญญาโทไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบหลักฐานด้านความตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และด้านการวัดและประเมินผล เพื่อประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความเหมาะสมของสถานการณ์ ปัญหา เกณฑ์การให้คะแนนและจัดระดับและการใช้ภาษา กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

เกณฑ์การพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ระดับคะแนน	ความสอดคล้อง
+1	แน่ใจว่า ประเด็นที่พิจารณามีความสอดคล้องกัน
0	ไม่แน่ใจว่า ประเด็นที่พิจารณามีความสอดคล้องกัน
\ -1	แน่ใจว่า ประเด็นที่พิจารณาไม่มีความสอดคล้องกัน

หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) จากค่าน้ำหนักคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนทำการประเมินโดย พิจารณาค่าความสอดคล้อง 0.50 ขึ้นไป (สุรพงษ์ คงสัตย์ และธีรชาติ ธรรมวงศ์, 2551)

เกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสมด้านการใช้ภาษา และการนำไปใช้

ระดับคะแนน	ความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้
5	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด
4	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก
3	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับปานกลาง
2	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับน้อย

1

มีความเหมาะสม อยู่ในระดับน้อยที่สุด

พิจารณาความเหมาะสมโดยนำค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) มาเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมของแบบวัด โดยทำการหาความกว้างของอันตรภาคชั้นระดับความเหมาะสมของแบบวัด (พิชิต ฤทธิ์จัญญ, 2564)ดังนี้

4.21-5.00 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

3.41-4.20 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับมาก

2.61-3.40 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับปานกลาง

1.81-2.60 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับน้อย

1.00-1.80 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

จากผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน แบบวัดฯ ทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 และมีความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.67 – 5.00 แปลความหมายได้ว่า แบบวัดนี้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด รายละเอียดดังภาค ค

โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงแบบวัดฯ ตามคำแนะนำเพิ่มเติมของผู้เชี่ยวชาญ ตามประเด็นดังนี้

- ปรับคำที่ใช้ในสถานการณ์ให้มีความชัดเจนมากขึ้น เช่น สถานการณ์คำถามที่ 1 ควรเพิ่มคำว่า “เหมาะสมที่สุด” เพื่อไม่ต้องตอบหลายคำตอบ
- เพิ่มข้อมูลในสถานการณ์ให้นักเรียนสามารถนำมาใช้ประกอบการเขียนเป็นเหตุผลได้

- ปรับคำถามให้มีความซับซ้อนน้อยลง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์มากขึ้น

- ปรับสถานการณ์ให้เข้ากับชีวิตประจำวันมากขึ้น

6. นำแบบวัดฯ ไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษาจำนวน 33 คน ทำการตรวจให้คะแนนจากนั้นนำมาหาค่าความเชื่อมั่นด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient)

โดยการแปลผลค่าความเชื่อมั่นเป็นไปตามเกณฑ์ (Best and Kahn, 2006) ดังนี้

0.00-0.20 ความเชื่อมั่นของแบบวัดต่ำมาก/ไม่มีเลย

0.21-0.40 ความเชื่อมั่นของแบบวัดต่ำ

0.41-0.70 ความเชื่อมั่นของแบบวัดปานกลาง

0.71-1.00 ความเชื่อมั่นของแบบวัดสูง

จากผลค่าความเชื่อมั่นที่ได้จากสูตรการหาค่าความเชื่อมั่นของผลจากการวัดแบบวัดทั้งหมดนี้มีค่า 0.72 แปลได้ว่าแบบวัดฯ ฉบับนี้มีความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง

8. ทำการหาค่าดัชนีอำนาจจำแนก (Index of Discrimination) และค่าดัชนีความยาก (Index of Difficulty) ใช้เทคนิคร้อยละ 25 ของคะแนนในกลุ่มสูงสุดและต่ำสุดตามสูตรของ Whitney and Sabers (1970) โดยการแปลผลเป็นไปตามเกณฑ์ดังนี้

- 1) ค่าอำนาจจำแนก (r) จะมีค่ามากกว่า 0.2 ขึ้นไป
- 2) การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบกรณีตัวถูกมีเกณฑ์ดังนี้
ค่า r .40 ขึ้นไป หมายความว่า ข้อคำถามจำแนกได้ดีมาก
.20 - .39 หมายความว่า ข้อคำถามจำแนกพอใช้ แต่ควรปรับปรุงข้อคำถาม
00 - .19 หมายความว่า จำแนกไม่ดี ไม่ควรใช้ข้อคำถามนี้

ส่วนค่าดัชนีความยาก (Index of Difficulty) ใช้เทคนิคร้อยละ 25 ของคะแนนในกลุ่มสูงสุดและกลุ่มต่ำสุด ตามสูตรของ Whitney & Sabers (1970) มีเกณฑ์การแปลผลดัชนีความยาก ดังนี้

ค่าดัชนีความยากอยู่ระหว่าง .20 - .80 หมายถึงข้อคำถามเป็นข้อที่ควรเลือกใช้

ค่าดัชนีความยากน้อยกว่า .20 หมายถึงข้อคำถามยากเกินไป

ค่าดัชนีความยากมากกว่า .80 หมายถึงข้อคำถามง่ายเกินไป

เมื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา และเรียนเรื่องลมฟ้าอากาศมาแล้ว ไปหาค่าอำนาจจำแนกและค่าความยาก พบว่าค่าอำนาจจำแนกของอยู่ระหว่าง 0.40 – 0.63 และค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.49 – 0.66

4.2.3 เกณฑ์การประเมินความสามารถในความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการพัฒนาดังนี้

1. ศึกษาเกณฑ์การประเมินองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์พัฒนามาจากแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2008) เป็นเกณฑ์ที่ประเมินจากพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถของนักเรียน ซึ่งแบบวัดเป็นแบบอัตนัย โดยมีรูปแบบของเกณฑ์การให้คะแนนไปกิจกรรมท้ายแผนการจัดการเรียนรู้และแบบวัดความสามารถเป็นเกณฑ์แบบทั่วไป (Generic rubrics) เป็นดังตาราง 8 ดังนี้

ตาราง 8 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทั่วไปของแบบวัดฯ ที่พัฒนามาจากแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2008)

องค์ประกอบ	ระดับความสามารถ		
	ควรปรับปรุง (0 คะแนน)	ปานกลาง (1 คะแนน)	ดี (2 คะแนน)
ข้อกล่าวอ้าง	ไม่ระบุข้อกล่าวอ้าง หรือ ระบุไม่ถูกต้อง	ระบุข้อกล่าวอ้างถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์	ระบุข้อกล่าวอ้างถูกต้อง และสมบูรณ์
หลักฐาน	ไม่ระบุหลักฐาน หรือ ระบุไม่ถูกต้อง	ระบุหลักฐานที่เหมาะสม แต่ไม่เพียงพอที่จะ สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือระบุหลักฐาน บางส่วนไม่เหมาะสม	ระบุหลักฐานที่เหมาะสม และเพียงพอต่อการ สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
การให้เหตุผล	ไม่ระบุเหตุผล หรือระบุ ไม่ถูกต้อง	มีการอ้างถึงหลักฐานซ้ำ หรือกล่าวถึงหลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ ไม่เพียงพอ	ระบุเหตุผลที่เหมาะสม มีการอ้างถึงหลักฐาน และเชื่อมโยงข้อกล่าว อ้าง

3. สร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละรายข้อคำถามหรือสถานการณ์เป็นเกณฑ์แบบเฉพาะ (Specific rubrics) ที่พัฒนามาจากแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2008) ทั้งในใบกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างภาพประกอบที่ 7 และ 8

องค์ประกอบ	ระดับความสามารถ		
	ระดับควรปรับปรุง (0 คะแนน)	ระดับปานกลาง (1 คะแนน)	ระดับดี (2 คะแนน)
ข้อกล่าวอ้าง	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง หรือเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง (เช่น ข้อสรุปดังกล่าวไม่ถูกต้อง)	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่ชัดเจน อาจเขียนข้อกล่าวอ้างหลายข้อกล่าวอ้างและมีบางข้อกล่าวอ้างที่ไม่ถูกต้อง (เช่น ไม่แน่ใจหรืออาจจะไม่ถูกต้อง)	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องและชัดเจน (เช่น ข้อสรุปของชาติถูกต้อง)
หลักฐาน	ไม่มีการแสดงหลักฐานหรือหลักฐานที่แสดงไม่เหมาะสม (หลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง) (จากตารางพบว่า เมื่อระดับความสูงจากน้ำทะเลมากขึ้น ความดันจะคงที่/ไม่เปลี่ยนแปลง/ลดลง)	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพออาจมีหลักฐานบางประการที่ไม่เหมาะสม (แสดงถึงความไม่แน่ใจ เช่น จากตารางพบว่า เมื่อระดับความสูงจากน้ำทะเลมากขึ้น ความดันอาจจะเพิ่มขึ้นด้วย)	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและเพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (จากตารางพบว่า เมื่อระดับความสูงจากน้ำทะเลมากขึ้น ความดันจะเพิ่มขึ้นด้วย)
การให้เหตุผล	ไม่แสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง (เช่น เพราะความสูงทำให้หุ้อ)	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยง แต่มีการใช้หลักฐานซ้ำ หรือมีการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์บ้าง แต่ไม่เพียงพอ (เช่น ความสูงที่เปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหัน จึงทำให้ความดันเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว)	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้างรวมถึงใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้เหมาะสมและเพียงพอ (เช่น ความสูงที่เปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหันจึงทำให้ความดันเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ความดันในร่างกายเปลี่ยนแปลงไม่ทันเท่ากับความดันภายนอก จึงทำให้เกิดอาการหุ้อ)

ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถฯ แบบเฉพาะของใบกิจกรรมท้ายแผนการเรียนรู้ที่ 3

องค์ประกอบ	ระดับความสามารถ		
	ระดับควรปรับปรุง (0 คะแนน)	ระดับปานกลาง (1 คะแนน)	ระดับดี (2 คะแนน)
ข้อกล่าวอ้าง	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง หรือเขียนข้อกล่าวอ้าง ไม่ถูกต้อง โดยระบุว่า กรุงเทพฯมีโอกาส เกิดฝนตก	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่ชัดเจน อาจ เขียนข้อกล่าวอ้างหลายข้อกล่าวอ้างและมี บางข้อกล่าวอ้างที่ไม่ถูกต้อง เช่น ระบุว่า จังหวัดยะลามีโอกาสเกิดฝนตก หรือ เชียงใหม่มีโอกาสเกิดฝนตก หรือ จังหวัด ยะลาและกรุงเทพฯ	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องและชัดเจน โดย ระบุว่าจังหวัดยะลาและเชียงใหม่มีโอกาส เกิดฝนตก
หลักฐาน	ไม่มีการแสดงหลักฐานหรือหลักฐานที่ แสดงไม่เหมาะสม เช่น จังหวัดกรุงเทพฯ ความชื้นสัมพัทธ์ 85% ซึ่งมีค่าความชื้น สัมพัทธ์ 85% ขึ้นไป	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอ อาจมีหลักฐานบางประการที่ไม่เหมาะสม เช่น ระบุว่า จังหวัดยะลาความชื้นสัมพัทธ์ 85% ซึ่งมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 85% ขึ้นไป หรือ จังหวัดเชียงใหม่มีความชื้นสัมพัทธ์ 92% ซึ่งมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 85% ขึ้นไป	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและเพียงพอใน การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดย ระบุว่า จังหวัดยะลาและเชียงใหม่มีความชื้น สัมพัทธ์ 85% และ 92% ตามลำดับ ซึ่งมีค่า ความชื้นสัมพัทธ์ 85% ขึ้นไป
เหตุผล	ไม่แสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่ เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง เช่น ระบุ	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยง แต่มีการใช้ หลักฐานซ้ำ หรือมีการใช้หลักฐานทาง วิทยาศาสตร์บ้าง แต่ไม่เพียงพอ เช่น ระบุ	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานและข้อ กล่าวอ้างรวมถึงใช้หลักการเชิง วิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและเพียงพอ โดย

ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถฯ แบบเฉพาะของแบบวัดฯ

สถานการณ์ที่ 3

นำคะแนนที่ได้มาจัดระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- ใบกิจกรรมท้ายแผนการเรียนรู้ แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับดี (5 - 6 คะแนน) ระดับปานกลาง (3 - 4 คะแนน) และระดับควรปรับปรุง (0 - 2 คะแนน)
- แบบวัดฯ โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับดี (13 -18 คะแนน) ระดับปานกลาง (7 - 12 คะแนน) และระดับควรปรับปรุง (0 - 6 คะแนน)

4. นำเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและด้านวัดและประเมินผลจำนวน 3 คน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมด้านการใช้ภาษา และการนำไปใช้ของเกณฑ์การประเมินกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

เกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสมด้านการใช้ภาษา และการนำไปใช้

ระดับคะแนน ความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้

- | | |
|---|------------------------------------|
| 5 | มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด |
| 4 | มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก |
| 3 | มีความเหมาะสม อยู่ในระดับปานกลาง |

2 มีความเหมาะสม อยู่ในระดับน้อย

1 มีความเหมาะสม อยู่ในระดับน้อยที่สุด

พิจารณาค่าความเหมาะสมโดยนำค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) มาเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยทำการหาความกว้างของอันตรภาคชั้นและระดับความเหมาะสมของแบบวัด (พิชิต ฤทธิ์จัญญ: 2564 น. 166) ดังนี้

4.21-5.00 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

3.41-4.20 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับมาก

2.61-3.40 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับปานกลาง

1.81-2.60 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับน้อย

1.00-1.80 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

โดยมีระดับความเหมาะสมอยู่ที่ระดับ มาก ขึ้นไปของเกณฑ์แบบวัดในแต่ละข้อ ที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.41 ขึ้นไป (พิชิต ฤทธิ์จัญญ, 2564) เพื่อใช้ประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของแบบวัดฯ ในส่วนของใบกิจกรรมท้ายแผนการเรียนรู้นำไปพิจารณาร่วมกับแผนการจัดเรียนรู้ข้างต้นโดยเกณฑ์ฯ มีความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.33 – 5.00 แปลความหมายได้ว่า เกณฑ์การให้คะแนนมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุง ตามคำแนะนำเพิ่มเติมของผู้เชี่ยวชาญ ตามประเด็นดังนี้

- ปรับเกณฑ์การประเมินให้มีชัดเจนและเฉพาะเจาะจงเพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือคำถามในแต่ละบริบท

- ปรับเกณฑ์การประเมินหลักฐานในระดับดี เนื่องจากยังไม่สามารถสะท้อนสาระสำคัญของหลักฐานที่ถูกต้องได้อย่างชัดเจน

- แสดงรายละเอียดหลักฐานแต่ละชิ้นที่นักเรียนอาจจะตอบ เพื่อให้ให้นักเรียนนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- ควรเพิ่มเติมข้อมูลหรือเงื่อนไขที่จำเป็น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเลือกใช้เป็นหลักฐานได้อย่างเหมาะสม และสามารถเชื่อมโยงหลักฐานนั้นกับข้อกล่าวอ้างได้อย่างมีเหตุผล

6. นำเกณฑ์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้และแบบวัดฯ จากนั้นปรับปรุงก่อนนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาต่อไป

4.2.4 แบบสัมภาษณ์สะท้อนการคิดและการเรียนรู้ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะและเป้าหมายของแบบสัมภาษณ์ต่าง ๆ หลักการพัฒนาแบบสัมภาษณ์ และวิธีการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสัมภาษณ์

2. ออกแบบแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured interview form) โดยใช้คำถามปลายเปิดศึกษากระบวนการในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวข้องใน 2 ประเด็นในการสัมภาษณ์นักเรียน ดังนี้ 1. สะท้อนคิดเกี่ยวกับการได้มาซึ่งคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 2. สะท้อนคิดเกี่ยวกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3. สร้างแบบสัมภาษณ์ฯ ตามจุดประสงค์และประเด็นคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์

4. เสนอแบบสัมภาษณ์ที่พัฒนาขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ของการสัมภาษณ์ ตลอดจนความเหมาะสมของข้อคำถามต่อการนำไปใช้ และทำการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะก่อนให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพโดยมีประเด็นดังนี้

- ปรับรูปแบบให้มีพื้นที่บันทึกข้อมูลมากขึ้น
- ปรับปรุงข้อคำถามให้ละเอียดและเข้าใจง่ายขึ้น

5. นำแบบสัมภาษณ์ที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ด้านวัดและประเมินผล และการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่านเพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมของข้อคำถาม โดยกำหนดเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

เกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสมด้านการใช้ภาษา และการนำไปใช้

ระดับคะแนน ความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 5 | มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด |
| 4 | มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก |
| 3 | มีความเหมาะสม อยู่ในระดับปานกลาง |
| 2 | มีความเหมาะสม อยู่ในระดับน้อย |
| 1 | มีความเหมาะสม อยู่ในระดับน้อยที่สุด |

พิจารณาความเหมาะสมโดยนำค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) มาเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมแบบสัมภาษณ์ฯ โดยทำการหาความกว้างของอันตรภาคชั้นระดับความเหมาะสม (พิชิต ฤทธิ์จรูญ: 2564 น. 166) ดังนี้

4.21-5.00 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

3.41-4.20 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับมาก

2.61-3.40 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับปานกลาง

1.81-2.60 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับน้อย

1.00-1.80 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

ข้อคำถามมีความเหมาะสมอยู่เท่ากับ 5.00 ทุกข้อคำถาม จึงผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

5.การเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มที่ศึกษา ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีการดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยขออนุญาตจากผู้อำนวยการโรงเรียนเพื่อขอความยินยอมในการเก็บข้อมูลการทำงานวิจัย โดยแจ้งวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ลักษณะกิจกรรมของการจัดการเรียนรู้
2. ผู้วิจัยขออนุญาตจากนักเรียนเพื่อขอความยินยอมในการเก็บข้อมูลการทำวิจัย และทำบันทึกข้อตกลงการเข้าร่วมการวิจัย
3. ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์การวิจัย และกระบวนการจัดการเรียนรู้ การเก็บข้อมูล ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพแก่นักเรียนก่อนเริ่มทำกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจตรงกัน
4. ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
5. ผู้วิจัยเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพจากใบกิจกรรมและแบบสัมภาษณ์สะท้อนคิดและการเรียนรู้ เพื่อประเมินการถอดนั่งร้านของนักเรียน โดยที่นักเรียนจะถูกกำหนดเป็นรหัสแทน
6. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบดังกล่าวครบตามแผนจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้น ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่องลมฟ้าอากาศ เพื่อประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และทำการสัมภาษณ์นักเรียนตัวแทน 3 กลุ่ม ที่แบ่งจากจากระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์กลุ่มละ 3 คน เพื่อศึกษาการได้มาของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และสะท้อนการเรียนรู้เกี่ยวกับเทคนิคนั่งร้านเสริมรู้
7. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์ถึงผลของการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการการสร้างคำอธิบายของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ

6. การจัดทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 การจัดทำข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำ 1. ไปกิจกรรมกลุ่มระหว่างการจัดการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนได้ร่วมกันดำเนินกิจกรรมในแต่ละแผนการเรียนรู้ มาใช้เป็นเครื่องมือในการประเมิน การถอดนักร้านเสริมเรียนรู้ โดยกำหนดเกณฑ์การถอดนักร้านว่า หากนักเรียนสามารถเลือกตัวเลือกที่ถูกต้องในองค์ประกอบของเหตุผลได้ ติดต่อกัน 2 ครั้ง จะถือว่าสามารถถอดนักร้านได้ ในกิจกรรมนั้นจากนั้น ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลการถอดนักร้านของนักเรียนแต่ละกลุ่มในแต่ละครั้งของการจัดการเรียนรู้ เพื่อวิเคราะห์ว่า แต่ละกลุ่มสามารถถอดนักร้านได้ในแผนการเรียนรู้ครั้งที่เท่าใด และ กลุ่มใดบ้างที่ยังไม่สามารถถอดนักร้านได้ ตลอดช่วงการเรียนรู้ที่กำหนด ข้อมูลจากการประเมินการถอดนักร้านนี้ ถูกนำมาใช้ประกอบและสนับสนุนข้อมูลจากเครื่องมือวิจัยอื่น ๆ เพื่อให้การวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น 2. ไปกิจกรรมท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน ซึ่งนักเรียนได้ทำภายหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนักร้านเสริมเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มาประเมินโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น จากนั้นดำเนินการจัดระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับดี ระดับปานกลาง และระดับควรปรับปรุง เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มความสามารถของนักเรียนในแต่ละแผนการเรียนรู้

เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้และนักเรียนได้ทำไปกิจกรรมครบทั้ง 7 ครั้ง ผู้วิจัยได้นำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 3 สถานการณ์ให้นักเรียนทำ จากนั้นประเมินคำตอบของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเช่นเดียวกัน และดำเนินการจัดระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับดี ระดับปานกลาง และระดับควรปรับปรุง

แบบสัมภาษณ์สะท้อนคิดและการเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์ตัวแทนนักเรียนในแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับการได้มาซึ่งคำตอบของคำถามหรือสถานการณ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกที่สามารถนำไปวิเคราะห์และอธิบายลักษณะการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถต่อไป

6.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้มีการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพตามความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นการสะท้อนผลระหว่างและหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. นำคะแนนของนักเรียนที่ได้รับจากการทำใบกิจกรรมท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนในภาพรวมและรายองค์ประกอบมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาแปลผลระดับความสามารถตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนด ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับดี ระดับปานกลาง และระดับควรปรับปรุง เพื่อศึกษาแนวโน้มความสามารถ ของนักเรียนระหว่างเรียนด้วยความถี่และร้อยละ

2. นำคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมและรายองค์ประกอบ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาแปลผลระดับความสามารถตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนด ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับดีมาก ระดับดี และระดับควรปรับปรุง และหาความถี่และร้อยละตามระดับความสามารถ ของนักเรียน

ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นการสะท้อนความสามารถของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพโดยแทรกเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านใบกิจกรรมกลุ่ม ใบกิจกรรมเดี่ยวท้ายแผน และแบบสัมภาษณ์สะท้อนคิดและการเรียนรู้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ทำการวิเคราะห์พฤติกรรมการถอดนั่งร้านฯ ของแต่ละกลุ่ม โดยผู้วิจัยทำการตรวจใบกิจกรรมกลุ่มหลังจากนักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายคำตอบของตนเอง จนไปถึงองค์ประกอบของการให้เหตุผล และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการเลือกตัวเลือก จากนั้นจำแนกกลุ่มนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่เลือกถูกต้องและไม่ถูกต้อง หากกลุ่มใดเลือกได้ถูกต้อง 2 ครั้งติดกัน จะถือว่าถอดนั่งร้านได้ จากนั้นบันทึกผลข้อมูล และหากนักเรียนกลุ่มใดที่สามารถถอดนั่งร้านได้จากการเลือกตัวเลือก 2 ครั้งติดต่อกัน ในครั้งต่อไปนักเรียนกลุ่มนี้จะต้องทำการเขียนในองค์ประกอบของเหตุผลด้วยตนเอง โดยครูจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการ อ่านข้อความที่นักเรียนเขียนในองค์ประกอบของเหตุผล และจดบันทึกลักษณะการเขียน หลังจากนั้นนับจำนวนลักษณะการเขียนของแต่ละกลุ่มต่าง ๆ เพื่อหาความถี่ และสรุปการเขียนในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อเชื่อมโยงกับพฤติกรรมของนักเรียนในการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในรายบุคคล

2. ทำการวิเคราะห์แนวโน้มความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) (Krippendorff, 2018) โดยการนำคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เขียนลงในใบกิจกรรมเดียวทำแผนการเรียนรู้ในแต่ละแผน มาพิจารณาและจัดกลุ่มข้อความออกเป็น 3 องค์ประกอบตามองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และในแต่ละองค์ประกอบทำการพิจารณา 3 ระดับ ได้แก่ ระดับดี ปานกลาง และควรปรับปรุง การให้คะแนนดำเนินการโดยพิจารณาจากคุณภาพของข้อความที่นักเรียนเขียนว่ามีความชัดเจน ถูกต้อง และสามารถเชื่อมโยงองค์ประกอบต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผลตามหลักวิทยาศาสตร์หรือไม่ เมื่อทำการให้คะแนนแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลมาวิเคราะห์แนวโน้มความสามารถของนักเรียนโดยใช้วิธีการนับความถี่และหาค่าร้อยละของนักเรียนที่อยู่ในแต่ละระดับในแต่ละครั้งของการจัดการเรียนรู้ โดยเปรียบเทียบผลการประเมินจากแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 7 เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของความสามารถตลอดกระบวนการเรียนรู้

3. ทำการศึกษารายได้มาของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยการสัมภาษณ์ผ่านแบบสัมภาษณ์สะท้อนคิดและการเรียนรู้หลังทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยเป็นการนำตัวแทนในแต่ละกลุ่มที่มีความสามารถในระดับ ดี (รหัส A1-A2) ระดับปานกลาง (รหัส B1 – B2) และระดับควรปรับปรุง (รหัส C1 – C2) โดยใช้เกณฑ์จากผลการประเมินแบบวัดคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มาสัมภาษณ์ตามคำถามที่กำหนดไว้ โดยผู้วิจัยได้ทำการเตรียมคำถามล่วงหน้า และสร้างบรรยากาศเป็นกันเอง พร้อมทั้งชี้แจงกับนักเรียนให้ทราบว่า การสัมภาษณ์ในครั้งนี้ไม่มีผลต่อคะแนนในรายวิชา เพื่อให้ให้นักเรียนสะท้อนความคิดของตนเองได้อย่างเปิดเผยและมั่นใจ ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้วิจัยทำการถอดข้อความและวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) (Krippendorff, 2018) คือ 1) ทำการแยกข้อความที่นักเรียนเขียนไว้ในแต่ละองค์ประกอบคือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล 2) จัดกลุ่มข้อความ โดยพิจารณาว่าข้อความแต่ละส่วนสะท้อนถึงระดับความสามารถอย่างไร และอยู่ในองค์ประกอบใดของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 3) สังเคราะห์ประเด็นที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ เพื่อนำมาสรุปภาพรวมของแนวคิดและการได้มาของคำตอบ 4) ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยการใช้คำถามย้อนกลับ เพื่อให้แน่ใจว่าการตีความของผู้วิจัยตรงกับความต้องการของผู้เรียน

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่รวบรวมได้ทั้ง การถอดนักร้านเสริมเรียนรู้ แนวโน้มความสามารถ และแบบสัมภาษณ์สะท้อนคิดและการเรียนรู้ มาเรียบเรียงและจัดระบบของกลุ่มคำตอบ จากนั้นทำการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลเข้าด้วยกัน แล้วสร้างข้อสรุปร่วมกัน เพื่อสะท้อนความสามารถของนักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

6.3 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่

สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. ค่าความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย สามารถหาได้จากสมการดังนี้

$$\text{ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)} = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ $\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทุกคน

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด (พิชิต ฤทธิ์จัญญ, 2564)

2. ค่าความยากง่าย (Index of difficulty) ใช้เทคนิคร้อยละ 50 ของคะแนนกลุ่มสูงสุดและกลุ่มต่ำสุดของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อ

$$\text{ค่าความยากง่าย (p)} = \frac{R_u + R_L}{N}$$

เมื่อ R_u หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกกลุ่มสูง

R_L หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกกลุ่มต่ำ

N หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมด

ซึ่งค่าความยากง่ายที่แสดงว่าข้อคำถามนั้นใช้ได้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 (พิชิต ฤทธิ์จัญญ, 2564)

3. ค่าดัชนีอำนาจจำแนก (Index of Discrimination) ค่าดัชนีความยาก (Index of Difficulty) ใช้เทคนิคร้อยละ 25 ของคะแนนกลุ่มสูงสุดและกลุ่มต่ำสุด ของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อ ตามสูตรของ Whitney and Sabers (1970) ดังนี้

$$\text{ค่าดัชนีอำนาจจำแนก (D)} = \frac{S_u - S_L}{n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ D หมายถึง ค่าดัชนีอำนาจจำแนก

S_u หมายถึง ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

S_L หมายถึง ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

n หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

$X_{\max}$ หมายถึง คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

$X_{\min}$ หมายถึง คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

$$\text{ค่าดัชนีความยาก (P}_E\text{)} = \frac{S_u + S_L - (2nX_{\min})}{2n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ P_E หมายถึง ค่าดัชนีความยาก

S_u หมายถึง ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

S_L หมายถึง ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

n หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

$X_{\max}$ หมายถึง คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

$X_{\min}$ หมายถึง คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

4. ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) (Best and Kahn, 2006)

$$\text{ค่าความเชื่อมั่น } (\alpha) = \frac{K}{K-1} \left\{ 1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right\}$$

เมื่อ α หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

K หมายถึง จำนวนคำถามทั้งหมด

$\sum \sigma_i^2$ หมายถึง ความแปรปรวนของข้อคำถามแต่ละข้อ

σ_t^2 หมายถึง ความแปรปรวนของข้อคำถามทั้งฉบับ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สามารถหาได้จาก

สมการดังนี้

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

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

เมื่อ $\bar{x}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum x$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนเฉลี่ย

n หมายถึง จำนวนกลุ่มที่ศึกษา

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$s = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum x$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนเฉลี่ย
 $(\sum x)^2$ หมายถึง ผลบวกกำลังสองของคะแนนในกลุ่มที่ศึกษาทั้งหมด
 n หมายถึง จำนวนกลุ่มที่ศึกษา

7. การดำเนินการด้านจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการอบรมด้านจริยธรรมในมนุษย์จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (National Research Council of Thailand, NRCT) และชมรมจริยธรรมในคนในประเทศไทย (Forum for Ethical Review Committee in Thailand, FERCIT) แล้วดำเนินการสอบเพื่อผ่านหลักสูตรดังกล่าว จากนั้นผู้วิจัยได้เขียนเสนอโครงการวิจัย โดยระบุวัตถุประสงค์ ระเบียบวิธีวิจัย การดำเนินการวิจัย ผลที่จะได้จากการวิจัย ตลอดจนกระบวนการขอความยินยอมจากผู้เข้าร่วมวิจัย แล้วยื่นต่อคณะกรรมการจริยธรรมในการพิจารณาขอทำวิจัยในมนุษย์ เพื่อขอรับรองจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ หมายเลขรับรองโครงการวิจัยคือ SWUEC-672233 (รายละเอียดดังภาคผนวก จ)

หลังจากที่ผู้วิจัยได้รับการรับจริยธรรมในมนุษย์ ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการศึกษาวิจัยกับกลุ่มที่ศึกษา ซึ่งได้ทำการวิจัยภายใต้หลักจริยธรรมพื้นฐาน 3 ประการคือ การเคารพในบุคคล การให้คุณประโยชน์ และความยุติธรรม ตามแนวทางของ สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.) (2565) ดังนี้

1. การเคารพในบุคคล (Respect for person)

ผู้วิจัยได้ทำการแจกเอกสารให้กับนักเรียนโดยประกอบด้วยเอกสารชี้แจงของผู้เข้าร่วมวิจัยและหนังสือยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย จากนั้นทำการชี้แจงเกี่ยวกับเอกสารทั้งสองฉบับอย่างละเอียดให้กับนักเรียนทุกคน และให้คำปรึกษาหรือคำอธิบายเพิ่มเติมเมื่อนักเรียนไม่เข้าใจ และไม่บังคับให้นักเรียนลงลายมือชื่อในเอกสาร และนักเรียนสามารถนำเอกสารไปขอรับปรึกษาจากผู้ปกครองหรือเพื่อน เพื่อช่วยในการตัดสินใจได้ และนักเรียนสามารถถอนตัวจากการเข้าร่วมงานวิจัยได้ทุกเมื่อ โดยไม่มีผลกระทบต่อการเรียนใด ๆ และผู้วิจัยจะไม่นำข้อมูลส่วนนั้นมาวิเคราะห์ นอกจากนี้ในการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ของผู้เข้าร่วมวิจัย จะมีการใช้รหัสแทนการข้อมูลของผู้เข้าร่วมวิจัย โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบในการรักษาความลับของผู้เข้าร่วมวิจัย

2. การให้คุณประโยชน์ (Beneficence)

ผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัญหาในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และได้ทำการศึกษาหาความรู้ สืบค้นข้อมูลเพื่อให้ได้สิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ จน

กลายมาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้น

3. ความยุติธรรม (Justice)

ในระหว่างการวิจัย ผู้วิจัยมุ่งเน้นถึงความเท่าเทียมกัน และความไม่อคติต่อผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคน เริ่มตั้งแต่สิทธิ์ที่จะเข้าร่วมหรือไม่เข้าร่วมวิจัย รวมถึงผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นต่อผู้เข้าร่วมวิจัยต้องเสมอภาคกัน



บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีความมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ โดยผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้

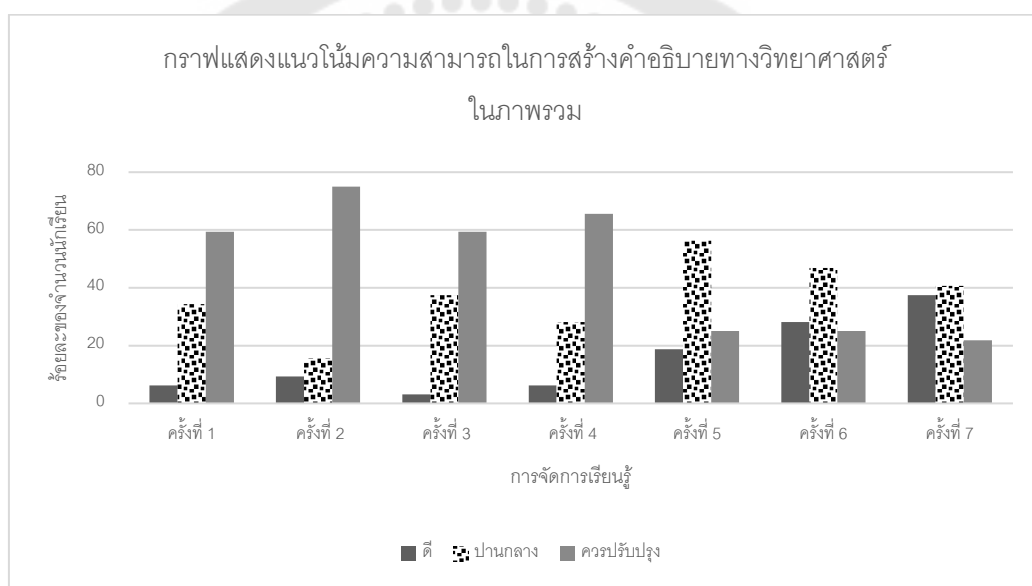
ส่วนที่ 2 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้

ส่วนที่ 1 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวโน้มความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการเรียนรู้

ในตอนนี้เป็น การนำเสนอผลการวิจัยเพื่อตอบคำถามวิจัยย่อยข้อที่ 1 ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาแนวโน้มของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ จากการศึกษาศักยภาพในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ โดยภาพรวมระหว่างเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 32 คน ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ โดยวิเคราะห์ผลการวิจัยจากการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในใบกิจกรรมท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 7 ครั้ง ในแต่ละครั้งทำการพิจารณาความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ดี ปานกลาง และระดับควรปรับปรุง พบว่า นักเรียนมีแนวโน้มของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมที่ดีขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 โดยในการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 1 นักเรียนมีความสามารถฯ อยู่ในระดับควรปรับปรุงมากที่สุดจำนวน 19 คน (ร้อยละ 59.38) ระดับปานกลางจำนวน 11 คน (ร้อยละ 34.38) และระดับดีจำนวน 2 คน (ร้อยละ 6.25) การจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้

2, 3 และ 4 จะพบว่า ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถ ดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงแบบไม่คงที่ทั้ง 3 ระดับ แต่เมื่อพิจารณาที่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เป็นต้นไป พบว่ามีนักเรียนอยู่ในระดับดี และปานกลางเพิ่มขึ้น ในขณะที่เดียวกันนักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับ ควรปรับปรุงลดน้อยลง ในการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 7 มีจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับ ควรปรับปรุงจำนวนเพียง 7 คน (ร้อยละ 21.88) ระดับปานกลางจำนวน 13 คน (ร้อยละ 40.62) และระดับดีเพิ่มขึ้นเป็น 12 คน (ร้อยละ 37.50) สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนมีแนวโน้มของความสามารถ ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมดีขึ้นเมื่อผ่านจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ การจัดการเรียนรู้อย่างกล่าว ดังภาพประกอบที่ 9

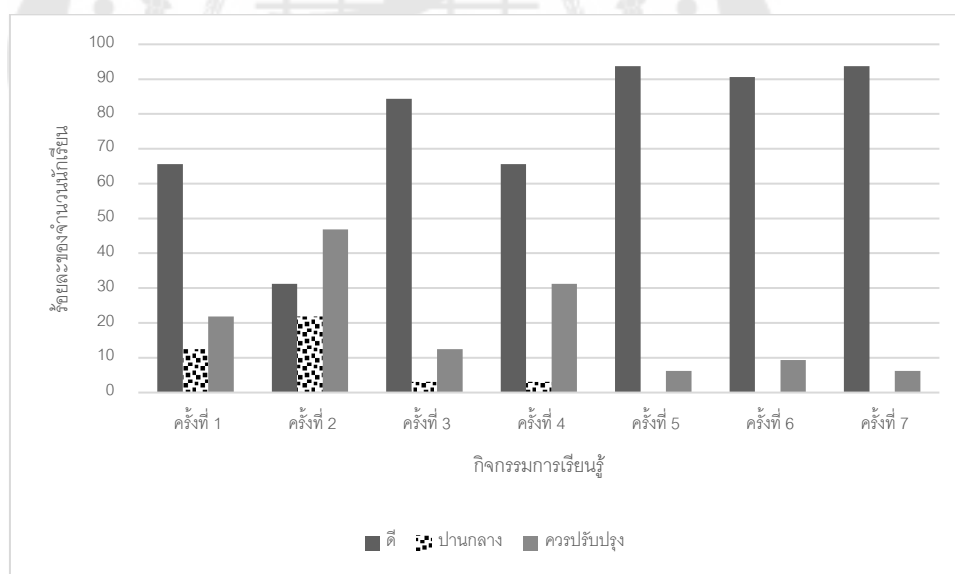


ภาพประกอบ 9 กราฟแสดงแนวโน้มของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

เมื่อพิจารณาความสามารถของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยเป็นดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ข้อกล่าวอ้าง จากข้อคำถามในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า ครั้งที่ 1 นักเรียนมีความสามารถ อยู่ในระดับดีจำนวน 21 คน (ร้อยละ 65.63) รองลงมาคือระดับควรปรับปรุง จำนวน 7 คน (ร้อยละ 21.88) และในระดับปานกลางจำนวน 4 คน (ร้อยละ 12.50) ส่วน ในกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งที่ 2 นักเรียนมีความสามารถในการระบุข้อกล่าวอ้างในระดับดีลดลงเหลือเพียง 10 คน (ร้อยละ 31.25) ในขณะที่ระดับควรปรับปรุงเพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 15 คน (ร้อยละ 46.88) และระดับปานกลางจำนวน 7 คน (ร้อยละ 21.88) ครั้งที่ 3 นักเรียนนักเรียนมีความสามารถในการ

ระบุข้อกล่าวอ้างในระดับดีเพิ่มมากขึ้นเป็น 27 คน (ร้อยละ 84.38) ในขณะที่ระดับปรับปรุงลดลงเหลือเพียง 4 คน (ร้อยละ 12.50) และระดับปานกลางจำนวน 1 คน (ร้อยละ 3.13) ครั้งที่ 4 นักเรียนมีความสามารถในการระบุข้อกล่าวอ้างในระดับดีลดลงเหลือเพียง 21 คน (ร้อยละ 65.63) ในขณะที่ระดับปรับปรุงเพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 10 คน (ร้อยละ 31.25) และระดับปานกลางจำนวน 1 คน (ร้อยละ 3.13) ครั้งที่ 5 นักเรียนมีความสามารถในการระบุข้อกล่าวอ้างในระดับดีเพิ่มขึ้นเป็น 30 คน (ร้อยละ 93.75) ในขณะที่ระดับปรับปรุงเหลือเพียง 2 คน (6.25) และไม่มีนักเรียนอยู่ในระดับปานกลาง ครั้งที่ 6 นักเรียนมีความสามารถในการระบุข้อกล่าวอ้างในระดับดีลดลงเหลือเพียง 29 คน (ร้อยละ 90.63) ในขณะที่ระดับปรับปรุงเพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 3 คน (ร้อยละ 9.38) และไม่มีนักเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และครั้งที่ 7 จำนวนนักเรียนที่อยู่ในระดับดีมีมากขึ้นกว่าครั้งอื่น ๆ และระดับปรับปรุงมีค่าน้อยลงซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ดังภาพประกอบที่ 10



ภาพประกอบ 10 แนวโน้มของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ใน
องค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง

เมื่อพิจารณาคำตอบตามระดับความสามารถของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถ อยู่ในระดับดีสามารถเขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและสมบูรณ์ นักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง สามารถเขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ ส่วน

นักเรียนนักเรียนที่มีความสามารถ อยู่ในระดับควรปรับปรุง นักเรียนเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง
หรือไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง ดังตัวอย่างคำตอบในตารางที่ 9

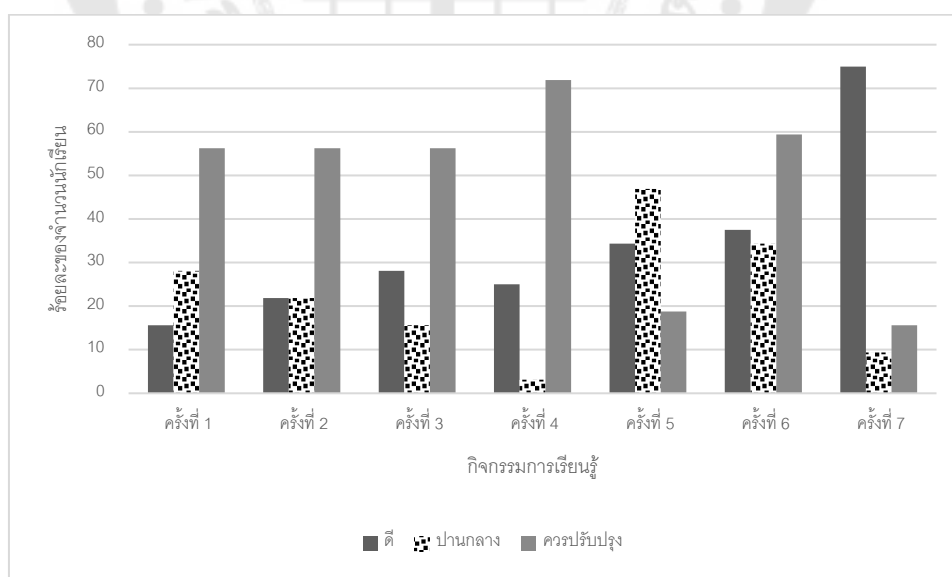


ตาราง 9 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนที่สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบของข้อกล่าวอ้าง

กิจกรรมท้ายแผนที่		ตัวอย่างคำตอบตามระดับความสามารถ		
	คำถาม	ดี	ปานกลาง	ควรปรับปรุง
1. ขั้นนำเหนื	นักเรียนคิดว่า “เครื่องบินเคลื่อนที่ในบรรยากาศชั้นเทอร์โมสเฟียร์ได้หรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น” นักเรียนมีข้อมูลหลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบนั้น	ไม่ได้ (นักเรียน S01)	อาจจะไม่ได้ (นักเรียน S11)	ได้หรือไม่ (นักเรียน S03)
	จากตารางและกราฟ อุณหภูมิจะมีค่าสูงขึ้นเรื่อย ๆ และจะมีค่ามากที่สุดในช่วงเวลา 15.00 น.-16.00 น. นักเรียนคิดว่าข้อสรุปดังกล่าวถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูลหลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบนั้น	ถูกต้อง (นักเรียน S25)	อุณหภูมิจะมีค่าสูงขึ้นเรื่อย ๆ และจะมีค่ามากที่สุดในช่วงเวลา 15.00 น.-16.00 น. (นักเรียน S09)	ไม่ถูกต้อง (นักเรียน S16)
3. ข้อกับความดันอากาศ	ชาติได้รับยกย่องจากตัวเมืองกาญจนบุรีไปยังโรงเรียนแห่งหนึ่งในอำเภอทองผาภูมิที่มีภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูงสลับซับซ้อน ในระหว่างทางทางทิศใต้จะมีอากาศร้อนชื้นในบางช่วง ชาติคิดว่าอากาศร้อนเกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับความสูงอย่างรวดเร็ว ข้อสรุปของชาติถูกต้องหรือไม่ เหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูลหลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบนั้น	ถูกต้อง (นักเรียน S02)	อาจจะถูกต้อง (นักเรียน S13)	ชาติที่รับยกย่องไปยังโรงเรียนแห่งหนึ่งในอำเภอทองผาภูมิ (นักเรียน S04)
4. ลม (แรง) จาลาก่อน	ในฤดูร้อนของทุก ๆ ปี บ้านนาย A จะต้องเจอกับพายุฤดูร้อนซึ่งจะเกิดลมแรง ฝนตกหนัก พายุพัด พายุพัด และอาจมีลูกเห็บตกด้วย นาย A ต้องการลดความรุนแรงของพายุที่เกิดขึ้นจึงคิดว่า สาเหตุดังกล่าวมาจากลมที่มีพัดเร็วมาก	ถูกต้อง (นักเรียน S01)	ถูกต้องเพราะต้นไม้เป็นสิ่งที่แข็งแรง สามารถรับลมที่พัดมาเร็วได้ (นักเรียน S15)	ไม่ถูกต้อง (นักเรียน S11)

กิจกรรมท้ายแผนที่		คำถาม		ตัวอย่างคำตอบตามระดับความสามารถ	
		คำถาม		ดี	ควรปรับปรุง
		และแก้ปัญหาโดยการปลูกต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่เกินไปซึ่งเกี่ยวกับตัวบ้านและห่างจากบ้านในระยะที่ปลอดภัย จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนคิดว่า การแก้ปัญหาของนาย A ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูลหลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบนั้น			
5. สะพานมอญที่รัก		มานะศึกษาข้อมูลที่กำหนดให้ เพื่อทำการวางแผนไปดูทะเลหมอก ที่สะพานมอญ อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี จากข้อมูลดังกล่าวมานะสรุปได้ว่าควรไปเที่ยวในช่วงเดือนมีนาคม ข้อมูลของมานะถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูลหลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบนั้น		ไม่ถูกต้อง (นักเรียน S11)	ถูกต้อง (นักเรียน S26)
6. ผนตกใหม่		จากข้อมูลที่กำหนดให้สรุปได้ว่า ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม เป็นช่วงที่มีปริมาณฝนมากที่สุด นักเรียนคิดว่าข้อมูลดังกล่าวถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูลหลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบนั้น		ถูกต้อง (นักเรียน S02)	ไม่ถูกต้อง (นักเรียน S22)
7. แปลความหมายคำพยากรณ์อากาศ		จากข้อมูลการพยากรณ์อากาศ สภาพอากาศของประเทศไทยในช่วงปีใหม่จะมีอากาศหนาวเย็น นักเรียนคิดว่าข้อสรุปดังกล่าวถูกต้องหรือไม่เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูลหลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบนั้น		ถูกต้อง (นักเรียน S01)	ไม่ถูกต้อง (นักเรียน S07)

องค์ประกอบที่ 2 หลักฐานจากข้อคำถามในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า ครั้งที่ 1 นักเรียนมีความสามารถ อยู่ในระดับควรปรับปรุงจำนวน 18 คน (ร้อยละ 56.25) รองลงมาคือระดับปานกลางจำนวน 9 คน (ร้อยละ 28.13) และในระดับดีจำนวน (ร้อยละ 15.63) ส่วนในกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งที่ 2 จำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการระบุหลักฐานระดับดีเพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 7 คน (ร้อยละ 21.88) ในขณะที่ระดับปานกลางลดลงเหลือเพียง 7 คน (ร้อยละ 21.88) และระดับควรปรับปรุงมีจำนวนเท่าเดิม ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งที่ 3, 5 และ 7 จำนวนนักเรียนในการระบุหลักฐานระดับดีมีจำนวนมากขึ้น และระดับควรปรับปรุงลดลงจากครั้งก่อนหน้า แต่มีในครั้งที่ 4 มีจำนวนของนักเรียนที่อยู่ในระดับดีน้อยลงกว่าครั้งก่อนหน้า และจำนวนนักเรียนในระดับควรปรับปรุงเพิ่มขึ้นเป็น 23 คน (ร้อยละ 71.88) เช่นเดียวกับครั้งที่ 6 และเมื่อถึงการจัดการเรียนรู้ครั้งสุดท้าย จำนวนนักเรียนนักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับดีเพิ่มมากขึ้น และความสามารถในระดับปรับปรุงลดลงเหลือเพียง 5 คน (ร้อยละ 15.63) สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนมีแนวโน้มของความสามารถ ในองค์ประกอบของหลักฐานที่ดีขึ้นเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ ดังภาพประกอบที่ 11



ภาพประกอบ 11 แนวโน้มของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ใน
องค์ประกอบหลักฐาน

เมื่อพิจารณาคำตอบตามระดับความสามารถของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถ อยู่ในระดับดีสามารถระบุหลักฐานที่เหมาะสมและเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง นักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง ระบุหลักฐานที่เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือระบุหลักฐานบางส่วนไม่เหมาะสม ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถ อยู่ในระดับควรปรับปรุง นักเรียนไม่ระบุหลักฐาน หรือระบุไม่ถูกต้อง ดังตัวอย่างคำตอบในตารางที่ 10

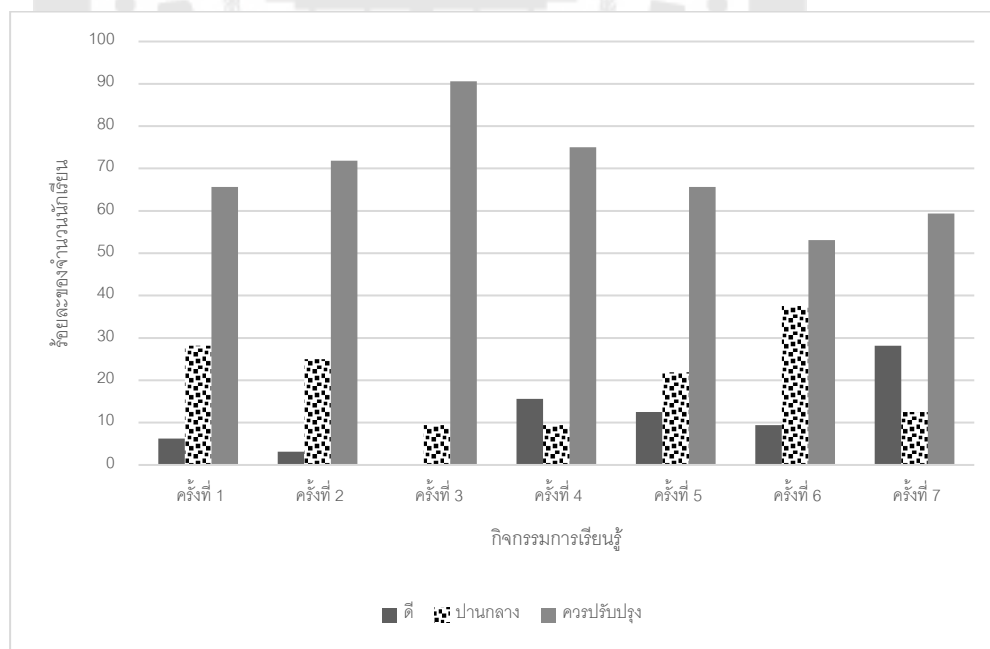


ตาราง 10 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนที่สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบของหลักฐาน

กิจกรรมท้ายแผนที่					ตัวอย่างคำตอบตามระดับความสามารถ				
คำถาม					ตี				
					ปานกลาง				
					ควรปรับปรุง				
1. บินขึ้นไหนดี	นักเรียนคิดว่า “เครื่องบินเคลื่อนที่ในบรรยากาศชั้นโทรโปสเฟียร์ได้หรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูลหลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบนั้น”	เครื่องบินชั้นโทรโปสเฟียร์เพราะไม่มีไอน้ำ เมฆหมอก (นักเรียน S04)	ชั้นโทรโปสเฟียร์เป็นชั้นไม่เอื้อต่อการเดินทาง และมีดาวตกหรืออุกกาบาตทำให้เดินทางยาก (นักเรียน S01)	ชั้นโทรโปสเฟียร์ไม่มีเมฆใช้เดินทางได้ (นักเรียน S17)					
2. ร้อนสุดกี่โมง	“จากตารางและกราฟ อุณหภูมิจะมีค่าสูงขึ้นเรื่อย ๆ และจะมีค่ามากที่สุดในช่วงเวลา 15.00 น.-16.00 น. นักเรียนคิดว่าข้อสรุปดังกล่าวถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูลหลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบนั้น”	จากข้อมูลและกราฟ ช่วงเวลา 06.00-16.00 อุณหภูมิจะสูงขึ้น แต่หลังจาก 17.00 น. อุณหภูมิจะลดลง (นักเรียน S10)	จากตารางบันทึกผลของอุณหภูมิตั้งแต่เวลา 06.00-18.00 และกราฟแสดงผลของอุณหภูมิ (นักเรียน S31)	ช่วงเวลา 14.00 – 17.00 น. มีอุณหภูมิพอ ๆ กัน (นักเรียน S11)					
3. หูอื้อกับความดันอากาศ	ตารางแสดงความสูงจากระดับน้ำทะเลและความดันอากาศ “ชาติรีขับรถยนต์จากตัวเมืองกาญจนบุรีไปยังโรงเรียนแห่งหนึ่งในอำเภอดงมะดะ ที่มีภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูงสลับซับซ้อน ในระหว่างทางชาติรีรู้สึกว่าการหูอื้อในบางช่วง ชาติรีคิดว่าอาการหูอื้อเกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับความสูงอย่างรวดเร็ว ข้อสรุปของชาติรีถูกต้องหรือไม่ เหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูล หลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบนั้น”	จากข้อมูล ยิ่งสูงจากระดับน้ำทะเลทำให้ความดันน้อยลง พอเปลี่ยนแปลงความสูงเร็ว ๆ หูเลยอื้อ (นักเรียน S01)	ความดันอากาศไม่เท่ากัน การขึ้นที่สูงไว้อาจทำให้ร่างกายปรับตัวไม่ทัน (นักเรียน S10)	ความกดอากาศแต่ละที่ ไม่เหมือนกัน (นักเรียน S20)					
4. ลม (แรง) จำลาก่อน	ในฤดูร้อนของทุก ๆ ปี บ้านนาย A จะต้องเจอกับพายุฤดูร้อน ซึ่งจะทำให้ลมแรง ผ่นตกหน้า ฟ้าแลบ ฟัวร้อง ฟัวผ่า และอาจมีลูกเห็บตกด้วย นาย A ต้องการลดความรุนแรงของพายุที่เกิดขึ้นจึงคิดว่า สาเหตุดังกล่าวมาจากลมที่มีอัตราเร็วมาก และแก้ปัญหาโดยการปลูกต้นไม้ที่	การปลูกต้นไม้ที่มีขนาดเล็กสูงและใหญ่จะช่วยลดแรงลมได้ (นักเรียน S10)	การปลูกต้นไม้ที่มีขนาดเล็กสูงและไกลจากตัวบ้านอาจช่วยให้ปลอดภัยมากขึ้น (นักเรียน S14)	ฤดูร้อนทุกปีจะต้องเจอกับพายุฤดูร้อนซึ่งจะเกิดจากลมแรงเกิดอันตราย (นักเรียน S18)					

กิจกรรมท้ายแผนที่		คำถาม		ตัวอย่างคำตอบตามระดับความสามารถ	
		คำถาม	ดี	ปานกลาง	ควรปรับปรุง
มีขนาดสูง ใกล้เคียงกับตัวบ้านและห่างจากบ้านในระยะที่ปลอดภัย “จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนคิดว่า การแก้ปัญหาของนาย A ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูล หลักฐานใด มาสนับสนุนคำตอบนั้น”					
5. สะพานมอญที่รัก		“มานะศึกษาข้อมูลที่กำหนดให้ เพื่อทำการวางแผนไปดูทะเลหมอกที่ สะพานมอญ อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี จากข้อมูลดังกล่าว มานะสรุปได้ว่าควรไปเที่ยวในช่วงเดือนมีนาคม ข้อสรุปของมานะ ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูล หลักฐานใด มาสนับสนุนคำตอบนั้น”	กราฟที่ให้มีเดือนมีนาคมเป็น ช่วงที่มีอุณหภูมิสูงและใกล้ร้อน ทำให้ไม่พบทะเลหมอก ในช่วงที่มีอุณหภูมิเย็นคือเดือนธันวาคมถึง มกราคม(นักเรียน S01)	เดือนมีนาคมถึงเมษายนอยู่ใน หน้าร้อนอุณหภูมิจะอยู่ในช่วง 30-34 องศาเซลเซียส (S02)	ในเดือนมีนาคมเป็นฤดูร้อน (นักเรียน S17)
6. ฝนตกไหม		“จากข้อมูลที่กำหนดให้สรุปได้ว่า ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม เป็นช่วงที่มีปริมาณฝนมากที่สุด นักเรียนคิดว่าข้อสรุปดังกล่าวถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูลหลักฐานใด มาสนับสนุนคำตอบนั้น”	ในช่วงเดือนพฤษภาคมกับ ตุลาคมเป็นฤดูฝน ปริมาณฝนจึง มากในช่วงนี้ (นักเรียน S01)	เป็นฤดูกาลฝน (นักเรียน S03)	อากาศเปลี่ยนแปลงและ อุณหภูมิก็เปลี่ยนแปลง (นักเรียน S09)
7. แปลความหมาย คำพยากรณ์อากาศ		จากข้อมูลการพยากรณ์อากาศ สภาพอากาศของประเทศไทยในช่วงปี ใหม่จะมีอากาศหนาวเย็น นักเรียนคิดว่าข้อสรุปดังกล่าวถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูล หลักฐานใดมาสนับสนุน คำตอบนั้น	ความกดอากาศสูงจากประเทศ จีนปกคลุมประเทศไทย และ ความเร็วลมที่สูง(นักเรียน S01)	ความกดอากาศที่สูง (นักเรียน S23)	อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด ความเร็ว ลม ปริมาณเมฆ และการ พยากรณ์อากาศใกล้เคียงกัน (นักเรียน S07)

องค์ประกอบที่ 3 การให้เหตุผล จากข้อคำถามในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า ครั้งที่ 1 นักเรียนมีความสามารถในระดับควรปรับปรุงจำนวน 21 คน (ร้อยละ 65.63) รองลงมาคือระดับปานกลางจำนวน 9 คน (ร้อยละ 28.13) และในระดับดีจำนวน 2 คน (ร้อยละ 6.25) ส่วนในกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งที่ 2 นักเรียนมีความสามารถ ในระดับควรปรับปรุงเพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 23 คน (ร้อยละ 71.88) ในขณะที่ระดับปานกลางลดลงเหลือเพียง 8 คน (ร้อยละ 25.00) และระดับดีลดลงเหลือเพียง 1 คน (ร้อยละ 3.13) เช่นเดียวกับครั้งที่ 3 ที่จำนวนนักเรียนในระดับควรปรับปรุงเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ระดับปานกลางและระดับดีลดน้อยลง แต่เมื่อถึงครั้งที่ 4 ระดับควรปรับปรุงลดลงเหลือเพียง 24 คน (ร้อยละ 75.00) ในขณะที่ระดับปานกลางคงที่ และในระดับดีเพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 5 คน (ร้อยละ 15.63) เมื่อถึงครั้งที่ 5 และ 6 จำนวนในระดับควรปรับปรุงลดลงอย่างต่อเนื่อง เช่นเดียวกับระดับปานกลาง แต่ในระดับดีมีจำนวนลดลง และเมื่อถึงครั้งที่ 7 จำนวนนักเรียนในระดับควรปรับปรุงเพิ่มขึ้นอีกครั้ง ในขณะที่ระดับปานกลางลดลง และระดับดีเพิ่มขึ้น สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนบางส่วนมีแนวโน้มในองค์ประกอบของการให้เหตุผลที่ดีขึ้นในแต่ละครั้งที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ดังภาพประกอบที่ 12



ภาพประกอบ 12 แนวโน้มของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ใน
องค์ประกอบการให้เหตุผล

เมื่อพิจารณาคำตอบตามระดับความสามารถของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถ อยู่ในระดับดีสามารถระบุเหตุผลที่เหมาะสม มีการอ้างถึงหลักฐานและเชื่อมโยงผู้กล่าวอ้าง นักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง มีการอ้างถึงหลักฐานซ้ำหรือกล่าวถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่เพียงพอ ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถ อยู่ในระดับควรปรับปรุง ไม่ระบุเหตุผล หรือระบุไม่ถูกต้อง ดังตัวอย่างคำตอบในตารางที่ 11



ตาราง 11 จำนวน(ร้อยละ) และตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนที่สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบของการให้เหตุผล

กิจกรรมท้าย แผนที่	ตัวอย่างคำตอบตามระดับความสามารถ			
	คำถาม	ดี	ปานกลาง	ควรปรับปรุง
1. บินขึ้นเหนืดิน	นักเรียนคิดว่า “เครื่องบินเคลื่อนที่ในบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์ได้หรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูลหลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบนั้น”	เพราะชั้นโทรโพสเฟียร์ไม่มีเมฆ หมอก อากาศจึงไม่แปรปรวน (นักเรียน S01)	เพราะเครื่องบินบินแค่ชั้นโทรโพสเฟียร์เพราะไอเสียเครื่องยนต์ร้อนเกินไป (นักเรียน S20)	ชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์มีเมฆมาก ทำให้ยากต่อการบิน (นักเรียน S14)
	2. ร้อนสุดก็เมิง	“จากตารางและกราฟ อุณหภูมิจะมีค่าสูงขึ้นเรื่อย ๆ และจะมีค่ามากที่สุดในช่วงเวลา 15.00 น.-16.00 น. นักเรียนคิดว่าข้อสรุปดังกล่าวถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูลหลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบนั้น”	ในตอนเช้าแดดส่องถึงมาก ผิวโลกตลอดทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นแต่ยอช่วง 17.00 น. ดวงอาทิตย์จะลับขอบฟ้าอุณหภูมิจะลดลง (นักเรียน S10)	จากตารางอุณหภูมิในตอนเช้าจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และจะลดลงในเวลา 17.00 -18.00 (นักเรียน S14)
3. หูอื้อกับความดันอากาศ	ชาติศรีบรรยายต้นจากตัวเมื่องกาญจนบุรีไปยังโรงเรียนแห่งหนึ่งในอำเภอทองผาภูมิที่มีภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูงสลับซับซ้อน ในระหว่างทางชาติศรีรู้สึกว่ามีอาการหูอื้อในบางช่วง ชาติศรีคิดว่าอาการหูอื้อเกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับความสูงอย่างรวดเร็ว ข้อสรุปของชาติศรีถูกต้องหรือไม่ เหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูล หลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบนั้น”	-	เพราะความดันอากาศขึ้นกับอุณหภูมิและระดับความสูงจากน้ำทะเล โดยพื้นที่ระดับความสูงมาก พื้นที่ระดับความสูงมาก ความดันอากาศมีค่าต่ำ	เมื่อการหูอื้อเพราะความกดอากาศสูงและระดับความสูงจากน้ำทะเล โดยพื้นที่ระดับความสูงมาก พื้นที่ระดับความสูงมาก ความดันอากาศมีค่าต่ำ

กิจกรรมท้ายแผนที่	คำถาม	ตัวอย่างคำตอบตามระดับความสามารถ	ดี	ปานกลาง	ควรปรับปรุง
เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (นักเรียน S10)					
4. ลม (แรง) จำลាក់อน	ในฤดูร้อนของทุก ๆ ปี บ้านนาย A จะต้องเจอกับพายุฤดูร้อนซึ่งจะเกิดลมแรง ฝนตกหนัก พายุแลบ พายุร้อน พายุฟ้าผ่า และอาจมีลูกเห็บตกด้วย นาย A ต้องการลดความรุนแรงของพายุที่เกิดขึ้นจึงคิดว่า สาเหตุดังกล่าวมาจากลมที่มีอัตราเร็วมาก และแก้ปัญหาโดยการปลูกต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่ ใกล้เคียงกับตัวบ้านและห่างจากบ้านในระยะที่ปลอดภัย “จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนคิดว่า การแก้ปัญหาของนาย A ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูล หลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบนั้น”	เพราะต้นไม้เป็นสิ่งกีดขวางช่วงลดความเร็วลมและเปลี่ยนทิศทาง (นักเรียน S03)	ความเร็วลมเกิดจากอุณหภูมิสูงไปต่ำและความกดอากาศต่ำไปสูง และมีสิ่งกีดขวางทำให้ความเร็วลมน้อย (นักเรียน S22)	ถ้าอุณหภูมิมากความกดอากาศน้อย ถ้าอุณหภูมิน้อยความกดอากาศมาก (นักเรียน S22)	
5. สะพานมอญที่รัก	“มานะศึกษาข้อมูลที่กำหนดให้ เพื่อทำการวางแผนไปดูแลหมอก ที่สะพานมอญ อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี จากข้อมูลดังกล่าวมานะสรุปได้ว่าควรไปเที่ยวในช่วงเดือนมีนาคม ข้อสรุปของมานะถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูล หลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบนั้น”	เพราะเดือนมีนาคมเป็นเดือนที่มีอุณหภูมิสูง ทำให้ความชื้นน้อย ทำให้ไอน้ำน้อยไปด้วย ทำให้อากาศไม่สามารถรับไอน้ำจนเต็มได้ (นักเรียน S08)	อุณหภูมิมีผลต่อปริมาณไอน้ำส่งผลต่อความชื้น (นักเรียน S24)	เพราะช่วงมีนาคมเป็นฤดูร้อนไม่ควรในเดือนนี้ (นักเรียน S17)	

กิจกรรมท้าย แผนที่	คำถาม		ตัวอย่างคำตอบตามระดับความสามารถ	
	คำถาม	คำตอบ	ปานกลาง	ควรปรับปรุง
6. ฝนตกไหม	“จากข้อมูลที่กำหนดให้สรุปได้ว่า ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม เป็นช่วงที่มีปริมาณฝนมากที่สุด นักเรียนคิดว่าข้อสรุปดังกล่าวถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูลหลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบนั้น	ลักษณะและชนิดของเมฆ และปริมาณเมฆปกคลุมมาก ให้นำที่อยู่ใต้อากาศ มีมากทำให้เกิดการควบแน่นเป็นไอน้ำเกิดเป็นฝน (S24)	เพราะท้องฟ้ามีดริ่ม ในช่วงพฤษภาคมถึงตุลาคมในช่วงนั้นอาจมีปริมาณเมฆมากหรือเอาน้ำมาก (นักเรียน S05)	เพราะการเกิดฝนเกิดจากไอน้ำมารวมตัวกันจนอิ่มตัว (นักเรียน S09)
7. แปลความหมายคำพยากรณ์อากาศ	จากข้อมูลการพยากรณ์อากาศ สภาพอากาศของประเทศไทย ในช่วงปีใหม่จะมีอากาศหนาวเย็น นักเรียนคิดว่าข้อสรุปดังกล่าวถูกต้องหรือไม่เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูลหลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบนั้น	เพราะความกดอากาศสูง อุณหภูมิยิ่งต่ำ จึงทำให้สภาพอากาศของประเทศไทยในช่วงปีใหม่มีอากาศหนาวเพราะอุณหภูมิต่ำ	ได้รับอิทธิพลจากจีนที่แผ่มายังประเทศไทย ตอนบนเลยอาจจะทำให้อุณหภูมิลดลงถึงช่วงปีใหม่ (นักเรียน S10)	เพราะองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศมีอุณหภูมิ ความกดอากาศ ลม ความชื้น เมฆและหยาดน้ำฟ้า ควรย้อนกลับไปดูลมฟ้าอากาศ 6-7 วัน (นักเรียน S07)

ตอนที่ 2 การถอดนักร้านเสริมเรียนรู้ของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระหว่างการเรียนรู้

ในตอนนี้เป็น การนำเสนอผลการวิจัยเพื่อตอบคำถามวิจัยย่อยข้อที่ 2 ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อ ศึกษาการถอดนักร้านเสริมเรียนรู้ตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระหว่างเรียนรู้ ตลอดระยะเวลาที่นักเรียนแต่ละกลุ่มเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการ เรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนักร้านเสริม เรียนรู้ ทั้ง 7 แผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้เขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นรายกลุ่มลงใน ใบกิจกรรมจำนวนทั้งหมด 7 ครั้ง ในแต่ละครั้งทำการทำการพิจารณาการถอดนักร้านเสริมเรียนรู้ ของความสามารถดังกล่าวของกลุ่มนักเรียนใน 2 ระดับ ได้แก่ ผ่าน (4-6 คะแนน) และไม่ผ่าน (0-3 คะแนน) โดยนักเรียนในแต่ละกลุ่มจะสามารถถอดนักร้านเสริมเรียนรู้ได้ก็ต่อเมื่อสามารถทำเขียน คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง 2 ใบกิจกรรมติดต่อกัน พบว่า

กิจกรรมครั้งที่ 1 สถานการณ์บินขึ้นไหนดี ไม่มีตัวเลือกในองค์ประกอบของการให้เหตุผล ไม่มีนักเรียนกลุ่มใดที่สามารถทำคะแนนถึงเกณฑ์ผ่านการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมครั้งที่ 2 สถานการณ์ร้อนสุดก็โหม เป็นใบกิจกรรมที่มีนักร้านโดยการให้ตัวเลือกใน ขั้นตอนการเขียนเหตุผลจำนวน 2 ตัวเลือก มีกลุ่มนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์การเขียนคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์จำนวน 1 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 4 โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถเขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง และสามารถแสดงหลักฐานที่ได้ข้อมูลมาจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้จึงนำไปสู่การเลือก ตัวเลือกของเหตุผลได้ถูกต้อง ทำให้สามารถสร้างคำอธิบายได้ถูกต้อง ถึงแม้หลักฐานอาจจะยังไม่ สมบูรณ์ทั้งหมด และกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์การเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จำนวน 7 กลุ่ม โดย มีกลุ่มนักเรียนที่ไม่สามารถสร้างข้อกล่าวอ้างได้หรือสร้างข้อกล่าวอ้างที่ไม่ถูกต้อง ทำให้ไม่ สามารถนำหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง และมีกลุ่มนักเรียนสามารถสร้างข้อกล่าว อ้างได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถนำหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ จึงไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

กิจกรรมครั้งที่ 3 สถานการณ์หุ้้ออกกับความดันอากาศ เป็นใบกิจกรรมที่มีนักร้านเช่นเดียวกับ ใบกิจกรรมที่ 2 กลุ่มนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์การเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 4, 7 และ 8 กลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์การเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จำนวน 5 กลุ่ม จากครั้งที่ 3 พบว่า กลุ่มที่ 4 สามารถเขียนได้ผ่านเกณฑ์ติดต่อกันจำนวน 2 ครั้ง โดยในช่วงนี้ครู ช่วยกระตุ้นด้วยคำถามปลายเปิด พร้อมส่งเสริมให้สมาชิกในกลุ่มอภิปรายความคิดเห็นร่วมกันกับ เพื่อนในชั้นเรียนเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับหลักฐานที่นำมาใช้สนับสนุนว่ามีหลักฐานใดที่เกี่ยวข้อง หรือไม่เกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้าง และนำองค์ความรู้ที่ได้มาจากการสรุปเนื้อหา มาอภิปรายเพื่อ

เลือกเหตุผลที่ถูกต้องจากตัวเลือกที่ครูกำหนดให้ โดยการทำในลักษณะนี้จะเป็นการช่วยเหลือเพื่อนกลุ่มที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์

กิจกรรมครั้งที่ 4 สถานการณ์ลม (แรง) จำลอง มีกลุ่มนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์การเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จำนวน 5 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มที่ 1, 2, 4, 5 และ 6 กลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์การเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จำนวน 3 กลุ่ม ในครั้งนี้มีกลุ่มนักเรียนที่สามารถถอดนักร้านเสริมเรียนรู้ได้จำนวน 1 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มที่ 4 โดยครูได้มีการเข้าไปช่วยเหลือผ่านการตั้งคำถามชี้แนะว่าหลักฐานของนักเรียนคืออะไร ทำไมจึงคิดแบบนั้น นำข้อมูลมาจากส่วนใด จากนั้นให้นักเรียนทบทวนความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวกับหลักฐาน ทำให้กลุ่มที่ 4 สามารถเขียนคำอธิบายได้ถูกต้อง ในขณะที่กลุ่มที่เหลือยังคงมีตัวเลือก และกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ครูมีการช่วยเหลือทันทีโดยการให้เพื่อนในแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายข้อมูลของกลุ่มตนเองเกี่ยวกับหลักฐานที่ได้มา และมีการเพิ่มเติมในส่วนของหลักฐานของนักเรียนบางกลุ่ม ซึ่งหลักฐานบางชิ้นอาจจะสนับสนุนหรือไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างนั้น ทำให้นักเรียนได้มีการโต้แย้งกันและสามารถสรุปได้ว่าหลักฐานชิ้นใดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และสามารถทำให้นักเรียนกลุ่มที่ไม่สามารถแสดงหลักฐานได้หรือแสดงหลักฐานไม่ครบ เข้าใจและนำเสนอหลักฐานได้ถูกต้อง จนนำไปสู่การเลือกเหตุผลได้ถูกต้อง

กิจกรรมครั้งที่ 5 สถานการณ์สะพานมอญที่รัก มีกลุ่มนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์การเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จำนวน จำนวน 6 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มที่ 1, 2, 3, 4, 6 และ 7 และยังไม่มีกลุ่มใดที่สามารถถอดนักร้านฯ ในครั้งนี้เพิ่มได้นอกจากกลุ่มที่ 4 โดยกลุ่มที่ 4 นักเรียนได้มาสอบถามครูว่าที่เขียนถูกต้องหรือไม่ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังมีความไม่มั่นใจในคำตอบ หรือองค์ความรู้ของตนเอง ครูจึง ใช้วิธีการตั้งคำถามย้อนกลับ ทำไมถึงตอบข้อกล่าวอ้างแบบนี้ นำข้อมูลมาจากที่ใด เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดทบทวนด้วยตนเอง พร้อมเปิดโอกาสให้นักเรียนภายในกลุ่มได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นก่อนตัดสินใจยืนยันคำตอบ

กิจกรรมครั้งที่ 6 สถานการณ์ฝนตกใหม่มีกลุ่มนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์การเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จำนวน 5 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มที่ 1, 4, 6, 7 และ 8 โดยมีกลุ่มที่สามารถถอดนักร้านฯ ในครั้งนี้คือกลุ่มที่ 1, 4, 6 และ 7 และกลุ่มที่ 2 ไม่สามารถผ่านเกณฑ์การเขียนคำอธิบายฯ ในครั้งนี้ได้เมื่อถอดนักร้านฯ ออก แต่ครูมีการช่วยเหลือโดยการถามคำถามปลายเปิดเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ เช่น หลักฐานที่กำหนดให้คืออะไร และความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวคืออะไร แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายคำตอบทำให้นักเรียนสามารถร่วมกันเขียนเหตุผลและคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้

กิจกรรมครั้งที่ 7 สถานการณ์แปลความหมายคำพยากรณ์อากาศมีกลุ่มนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์การเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 7 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, และ 7 โดยกลุ่มที่สามารถถอดนั้ร้านออกได้ในครั้งนี้ได้แก่กลุ่มที่ 4, 6 และ 7 ซึ่งนักเรียนได้สอบถามครูขณะที่ครูเดินเข้าไปสังเกตการเขียนว่า เขียนแบบนี้ถูกหรือไม่ เหตุผลแบบนี้ถูกหรือยัง ครูได้ให้ความช่วยเหลือโดยการถามคำถามกลับว่า ข้อกล่าวอ้างคืออะไร และหลักฐานในข้อมูลที่มีอยู่คืออะไร สามารถนำมาเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างอย่างไร เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดทบทวนด้วยตนเอง และเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้อภิปรายกันในห้องเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนกันก่อนตัดสินใจยืนยันคำตอบ ผลปรากฏว่านักเรียนสามารถเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการที่ชัดเจนของนักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้แบบค่อยเป็นค่อยไปโดยมีการแทรกเทคนิคนี้ร้านอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้น และเมื่อสามารถถอดนั้ร้านได้ นักเรียนยังคงสามารถแสดงความสามารถในการสร้างคำอธิบายได้ด้วยตนเอง

สรุปในส่วนที่ 1 ใ้กิจกรรมกลุ่มออกแบบเพื่อให้มีตัวช่วย (scaffold) ในองค์ประกอบของการให้เหตุผล ซึ่งนักเรียนจะต้องเลือกคำตอบได้ถูกต้อง 2 ครั้งติดต่อกัน ถือเป็นเงื่อนไขในการถอดนั้ร้าน เมื่อถอดนั้ร้านได้แล้วนักเรียนจะต้องเขียนคำอธิบายด้วยตนเอง ซึ่งสะท้อนว่านักเรียนมีความเข้าใจในการสร้างคำอธิบายได้มากขึ้น และผลจากใ้กิจกรรมกลุ่มสนับสนุนข้อมูลจากใ้กิจกรรมรายบุคคล โดยกลุ่มที่สามารถถอดนั้ร้านได้จะมีสมาชิกในกลุ่มเดียวกันที่สามารถเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับปานกลางถึงดีในการประเมินรายบุคคล สะท้อนถึงความต้องการของการเรียนรู้จากกลุ่มสู่รายบุคคลนำไปสู่การพัฒนาที่ดีขึ้น

ส่วนที่ 2 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนี้ร้านเสริมเรียนรู้

ตอนที่ 1 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนรู้

ในตอนนี้เป็นกรนำเสนอมผลการวิจัยเพื่อตอบคำถามวิจัยย่อยข้อที่ 3 ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน จากการศึกษาความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 32 คน ด้วยแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนจำนวน 3 ข้อ ข้อละ 6 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 18 คะแนน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยโดยภาพรวมอยู่ที่ 8.58 คะแนน (S.D. = 3.51) อยู่ในระดับ

ปานกลาง โดยเมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง ($M = 3.79$, $S.D. = 1.28$) อยู่ในระดับปานกลาง รองลงมาคือ องค์ประกอบหลักฐาน ($M = 2.88$, $S.D. = 1.51$) อยู่ในระดับควรปรับปรุง และองค์ประกอบเหตุผล ($M = 1.91$, $S.D. = 1.43$) อยู่ในระดับควรปรับปรุง ตามลำดับ ดังตารางที่ 12

ตาราง 12 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องลมฟ้าอากาศ

ความสามารถในการ สร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์	คะแนน เต็ม	คะแนน สูงสุด	คะแนน ต่ำสุด	M	S.D.	ระดับ ความสามารถ
ข้อกล่าวอ้าง	6	6	1	3.79	1.28	ปานกลาง
หลักฐาน	6	5	0	2.88	1.51	ควรปรับปรุง
การให้เหตุผล	6	5	0	1.91	1.43	ควรปรับปรุง
ภาพรวม	18	15	2	8.58	3.51	ปานกลาง

เมื่อพิจารณาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมส่วนใหญ่ อยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 19 คน (ร้อยละ 59.38) รองลงมาคือระดับควรปรับปรุง จำนวน 10 คน (ร้อยละ 31.25) และระดับดีจำนวน 3 คน (ร้อยละ 9.38) ตามลำดับ และเมื่อพิจารณารายองค์ประกอบ ผลการวิจัยเป็นดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ข้อกล่าวอ้าง นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับปานกลางมากที่สุด จำนวน 16 คน (ร้อยละ 50.00) รองลงมาคือระดับดี จำนวน 13 คน (ร้อยละ 40.63) และระดับควรปรับปรุง จำนวน 3 คน (ร้อยละ 9.38) ตามลำดับ

องค์ประกอบที่ 2 หลักฐาน นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับควรปรับปรุงมากที่สุด จำนวน 13 คน (ร้อยละ 40.63) รองลงมาคือระดับปานกลาง จำนวน 12 คน (ร้อยละ 37.50) และระดับดี จำนวน 7 คน (ร้อยละ 21.88) ตามลำดับ

องค์ประกอบที่ 3 การให้เหตุผล นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับควรปรับปรุงมากที่สุด จำนวน 21 คน (ร้อยละ 65.63) รองลงมาคือระดับปานกลาง จำนวน 10 คน (ร้อยละ 31.25) และระดับดี จำนวน 1 คน (ร้อยละ 3.13) ตามลำดับดังตาราง 13

ตาราง 13 ระดับความสามารถในภาพรวมและรายองค์ประกอบในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ความสามารถในการสร้าง คำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์	จำนวน (ร้อยละ) ตามระดับความสามารถ		
	ดี	ปานกลาง	ควรปรับปรุง
ข้อกล่าวอ้าง	13 (40.63)	16 (50.00)	3 (9.38)
หลักฐาน	7 (21.88)	12 (37.50)	13 (40.63)
การให้เหตุผล	1 (3.13)	10 (31.25)	21 (65.63)
ภาพรวม	3 (9.38)	19 (59.38)	10 (31.25)

เมื่อพิจารณาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละสถานการณ์ พบว่า นักเรียนมีระดับความสามารถอยู่ในระดับควรปรับปรุง 2 สถานการณ์ คือสถานการณ์ที่ 2 และ 3 ระดับปานกลางคือ สถานการณ์ที่ 1 โดยสถานการณ์ที่ 1 บินขึ้นไหนดี นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในภาพรวมและรายองค์ประกอบสูงกว่าอีก 2 สถานการณ์ และเมื่อพิจารณาแยกรายองค์ประกอบผลการวิจัย เป็นดังนี้

องค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง นักเรียนมีค่าเฉลี่ยความสามารถในสถานการณ์ ที่ 1 บินขึ้นไหนดี สูงที่สุด ($M=1.76$, $S.D.=0.59$) รองลงมาคือ สถานการณ์ที่ 3 ความดันบนยอดเขา ($M=1.09$, $S.D.=1.01$) และสถานการณ์ที่ 2 ฝนตกที่ใด ต่ำที่สุดคือ ($M=0.94$, $S.D.=0.54$) ตามลำดับ

องค์ประกอบหลักฐาน นักเรียนมีค่าเฉลี่ยความสามารถในสถานการณ์ ที่ 1 บินขึ้นไหนดี สูงที่สุด ($M=1.33$, $S.D.=0.83$) รองลงมาสถานการณ์ที่ 3 ความดันบนยอดเขา ($M=0.79$, $S.D.=0.93$) สถานการณ์ที่ 2 ฝนตกที่ใด ต่ำที่สุด ($M=0.76$, $S.D.=0.61$) ตามลำดับ

องค์ประกอบการให้เหตุผล นักเรียนมีความสามารถในสถานการณ์ ที่ 1 บินขึ้นไหนดี สูงที่สุด ($M=1.15$, $S.D.=0.86$) รองลงมาคือ สถานการณ์ที่ 3 ความดันบนยอดเขา ($M=0.61$, $S.D.=0.87$) และสถานการณ์ที่ 2 ฝนตกที่ใด ต่ำที่สุด ($M=0.15$, $S.D.=0.37$) ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 14

ตาราง 14 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แต่ละสถานการณ์

สถานการณ์	ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์								ระดับ
	ข้อกล่าวอ้าง		หลักฐาน		การให้เหตุผล		คะแนนรวม		ความสามารถ
	(2 คะแนน)		(2 คะแนน)		(2 คะแนน)		(6 คะแนน)		
	M	S.D.	M	S.D.	M	S.D.	M	S.D.	
บินขึ้นไหนดี้	1.76	0.59	1.33	0.83	1.15	0.86	4.24	1.98	ปานกลาง
ฝนตกที่ใด	0.94	0.54	0.76	0.61	0.15	0.37	1.85	1.06	ควรปรับปรุง
ความดันบนยอดเขา	1.09	1.01	0.79	0.93	0.61	0.87	2.48	2.20	ควรปรับปรุง
ภาพรวม	3.79	1.28	2.88	1.51	1.91	1.43	8.58	3.51	ปานกลาง

เมื่อพิจารณาความสามารถโดยภาพรวมทั้ง 3 ระดับพบว่า ในแต่ละระดับมีรูปแบบของระดับความสามารถตามองค์ประกอบที่แตกต่างกันดังนี้

ระดับดี มีระดับความสามารถตามองค์ประกอบ 3 รูปแบบ คือ ดี ดี ดี จำนวน 1 คน (ร้อยละ 3.13) ดี ปานกลาง ปานกลาง จำนวน 1 คน (ร้อยละ 3.13) และ ดี ปานกลาง ปานกลาง จำนวน 1 คน (ร้อยละ 3.13)

ระดับปานกลาง มีระดับความสามารถตามองค์ประกอบ 7 รูปแบบ คือ ดี ปานกลาง ควรปรับปรุง จำนวน 4 คน (ร้อยละ 12.50) ดี ดี ควรปรับปรุง จำนวน 3 คน (ร้อยละ 9.38) ดี ปานกลาง ปานกลาง จำนวน 3 คน (ร้อยละ 9.38) ปานกลาง ปานกลาง ปานกลาง จำนวน 3 คน (ร้อยละ 9.38) ปานกลาง ควรปรับปรุง ควรปรับปรุง จำนวน 2 คน (ร้อยละ 6.25) ปานกลาง ดี ควรปรับปรุง จำนวน 1 คน (ร้อยละ 3.13) ปานกลาง ปานกลาง ควรปรับปรุง จำนวน 1 คน (ร้อยละ 3.13) ปานกลาง ดี ปานกลาง จำนวน 1 คน (ร้อยละ 3.13) ปานกลาง ควรปรับปรุง ปานกลาง จำนวน 1 คน (ร้อยละ 3.13)

ระดับควรปรับปรุง มีระดับความสามารถตามองค์ประกอบ 2 รูปแบบ คือ ปานกลาง ควรปรับปรุง ควรปรับปรุงจำนวน 7 คน (ร้อยละ 21.88) และควรปรับปรุงทั้ง 3 องค์ประกอบ จำนวน 3 คน (ร้อยละ 9.38) ดังตาราง 15

ตาราง 15 ระดับความสามารถในภาพรวมและรายองค์ประกอบในการสร้างคำอธิบายทาง
วิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ระดับความสามารถ โดยภาพรวม	จำนวน (ร้อยละ)	ระดับความสามารถตามองค์ประกอบ			จำนวน (ร้อยละ)
		ข้อกล่าวอ้าง	หลักฐาน	เหตุผล	
ดี	3 (9.38)	ดี	ดี	ดี	1 (3.13)
		ดี	ดี	ปานกลาง	1 (3.13)
		ดี	ปานกลาง	ปานกลาง	1 (3.13)
ปานกลาง	19 (59.38)	ดี	ปานกลาง	ควรปรับปรุง	4 (12.50)
		ดี	ดี	ควรปรับปรุง	3 (9.38)
		ดี	ปานกลาง	ปานกลาง	3 (9.38)
		ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	3 (9.38)
		ปานกลาง	ปรับปรุง	ควรปรับปรุง	2 (6.25)
		ปานกลาง	ดี	ควรปรับปรุง	1 (3.13)
		ปานกลาง	ปานกลาง	ควรปรับปรุง	1 (3.13)
		ปานกลาง	ดี	ปานกลาง	1 (3.13)
		ปานกลาง	ควรปรับปรุง	ปานกลาง	1 (3.13)
ควรปรับปรุง	10 (31.25)	ปานกลาง	ควรปรับปรุง	ควรปรับปรุง	7 (21.88)
		ควรปรับปรุง	ควรปรับปรุง	ควรปรับปรุง	3 (9.38)
รวม	32 (100.00)	ปานกลาง	ควรปรับปรุง	ควรปรับปรุง	32 (100.00)

เมื่อพิจารณาคำตอบตามระดับความสามารถของนักเรียนในภาพรวม พบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับดีสามารถเขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง ชัดเจน และสามารถแสดงหลักฐานได้เหมาะสมและเพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง อีกทั้งมีการให้เหตุผลที่สอดคล้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง

สถานการณ์ บินขึ้นไหนดี นักเรียน S01 และ S28 สามารถอธิบายลักษณะของชั้นสตราโทสเฟียร์ว่ามีความเหมาะสมในการบินเนื่องจากไม่มีไอน้ำ ความชื้น และมีความแปรปรวนของอากาศน้อย โดย นักเรียน S01 ตอบว่า “ชั้นสตราโทสเฟียร์เป็นชั้นที่ไม่มีไอน้ำ ทำให้ไม่เกิดเมฆ ฝน

และพายุ เหมาะแก่การเดินทางทางอากาศ” และ นักเรียน S28 ให้เหตุผลว่า “กระแสอากาศแปรปรวนน้อยกว่าชั้นอื่น ไม่มีไอน้ำและความชื้น” ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

“ชั้นสตราโทสเฟียร์ พิจารณาจาก ชั้นสตราโทสเฟียร์เป็นชั้นที่ไม่มีไอน้ำ ทำให้ไม่เกิดเมฆ ฝน และพายุ เหมาะแก่การเดินทางทางอากาศ เพราะไม่มีไอน้ำและความชื้นทำให้ไม่มีเมฆ ฝนและพายุ และยังมีความแปรปรวนน้อย” (นักเรียน S01)

“ชั้นสตราโทสเฟียร์ นักวิทยาศาสตร์ได้แบ่งโดยใช้เกณฑ์ที่แตกต่างกันเนื่องจากชั้นสตราโทสเฟียร์มีกระแสอากาศแปรปรวนน้อยกว่าชั้นอื่น เนื่องจากไม่มีไอน้ำและความชื้น บังกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต” (นักเรียน S28)

ในสถานการณ์ ฝนตกที่ใด นักเรียน S28 สามารถตอบได้อย่างชัดเจน โดยแสดงวิธีใช้ข้อมูลจากอุณหภูมิกระเปาะเปียกและแห้งเพื่อหาความชื้นสัมพัทธ์ และอธิบายว่า “เพราะความชื้นสัมพัทธ์สูงจึงทำให้เกิดฝนตกในช่วงกลางคืน” ซึ่งแสดงถึงความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ส่วนนักเรียน S01 แม้จะสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง แต่ยังแสดงหลักฐานและเหตุผลได้ไม่ครบถ้วน โดยให้คำตอบว่า “จากข้อมูลที่กำหนดให้ ถ้ามีความชื้นสัมพัทธ์ 85% ขึ้นไปจะมีโอกาสเกิดฝนเพราะความชื้นสัมพัทธ์เกินฝนจึงตก” ขาดการอธิบายวิธีการหาค่าความชื้นสัมพัทธ์จากข้อมูล ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

“ยะลาและเชียงใหม่ จากข้อมูลที่กำหนดให้ ถ้ามีความชื้นสัมพัทธ์ 85% ขึ้นไปจะมีโอกาสเกิดฝนเพราะความชื้นสัมพัทธ์เกินฝนจึงตก” (นักเรียน S01)

“จังหวัดยะลา สามารถหาได้จากนำความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิกระเปาะเปียกและแห้งไปเทียบกับกระเปาะแห้งจึงทำให้ทราบค่าความชื้นสัมพัทธ์ เพราะความชื้นสัมพัทธ์สูงจึงทำให้เกิดฝนตกในช่วงกลางคืน” (นักเรียน S28)

สถานการณ์ ความดันบนยอดเขา นักเรียน S01 และ S28 ต่างสามารถตอบได้ถูกต้อง โดยมีการอธิบายว่าเมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของอากาศจะลดลง ส่งผลให้ความดันอากาศลดลงด้วย เช่น นักเรียน S01 ตอบว่า “บริเวณตีนเขามีความหนาแน่นมากที่สุดเพราะแรงโน้มถ่วงของโลก” และ S28 ตอบว่า “บริเวณผิวโลกมีความหนาแน่นของอากาศมากกว่าบริเวณที่อยู่สูงขึ้นไป จึงส่งผลให้ความดันอากาศมีค่าลดลงเมื่อระดับความสูงมากขึ้น” ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการอธิบายที่ถูกต้องทั้งในด้านข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผล ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

“ไม่ถูกต้อง สืบเนื่องจาก ความหนาแน่นบริเวณโลกมีความหนาแน่นมากกว่าที่สูง ความดันอากาศจะลดลงเมื่อสูงขึ้น เพราะยิ่งสูงจากน้ำทะเลทำให้ความดันอากาศลดลง และบริเวณตีนเขามีความหนาแน่นมากที่สุดเพราะแรงโน้มถ่วงของโลก” (นักเรียน S01)

“ไม่ถูกต้อง โดยบริเวณผิวโลกมีความหนาแน่นของอากาศมากกว่าบริเวณที่อยู่สูงขึ้น ไป จึงส่งผลให้ความดันอากาศมีค่าลดลงเมื่อระดับความสูงมากขึ้น เพราะบริเวณยอดเขา C มีความดันอากาศต่ำ ไม่ได้สูง” (นักเรียน S28)

นักเรียนที่ระดับความสามารถฯ อยู่ในระดับปานกลางบางส่วนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ครบถ้วน บางส่วนระบุได้ไม่ครบ หรือแสดงความมั่นใจในการตอบคำถาม บางส่วนตอบไม่ถูกต้อง โดยบางส่วนสามารถแสดงหลักฐานได้ครบ แต่บางส่วนไม่สามารถแสดงหลักฐานได้ครบถ้วน บางส่วนไม่สามารถแสดงหลักฐานได้ เช่นเดียวกับการให้เหตุผลที่ยังไม่สามารถให้เหตุผลได้ครบถ้วนและถูกต้องครบถ้วน

สถานการณ์ บินขึ้นไหนดี นักเรียน S23 และ S25 สามารถระบุได้ถูกต้องว่าบรรยากาศที่เหมาะสมแก่การบินคือชั้นสตราโทสเฟียร์ โดย S25 มีการให้เหตุผลสนับสนุนอย่างครบถ้วนและชัดเจน เช่น “จากการสืบค้นข้อมูลพบว่าบรรยากาศชั้นนี้กระแสอากาศแปรปรวนน้อยกว่าโทรโพสเฟียร์มาก ไม่มีไอน้ำหรือความชื้น จึงเหมาะสมต่อการบินมากที่สุด” ส่วน S23 แม้จะระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและมีการอ้างหลักฐาน เช่น “ไม่มีไอน้ำ อากาศไม่แปรปรวน” แต่ยังไม่สามารถให้เหตุผลที่ชัดเจนเพียงพอในการเชื่อมโยงข้อมูลกับข้อสรุป ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

“สตราโทสเฟียร์ สังเกตได้จากไม่มีไอน้ำ อากาศไม่แปรปรวน ดังนั้นความสูงจากระดับน้ำทะเล อากาศ ไอน้ำและความชื้น” (นักเรียน S23)

“ชั้นสตราโทสเฟียร์ จากการสืบค้นข้อมูลพบว่าบรรยากาศชั้นนี้กระแสอากาศแปรปรวนน้อยกว่าโทรโพสเฟียร์มาก ไม่มีไอน้ำหรือความชื้น ดังนั้นชั้นบรรยากาศนี้จึงเหมาะสมต่อการบินมากที่สุด” (นักเรียน S25)

ในสถานการณ์ ฝนตกที่ใด นักเรียน S25 สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ตรงประเด็นได้แก่ “มีโอกาสตกในยะลาและเชียงใหม่” ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะตอบแต่จังหวัดเดียวตัวอย่าง (นักเรียน S23) มีการใช้หลักฐานจากอุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกในการอธิบายความชื้นสัมพัทธ์ แต่ไม่อธิบายว่าได้มาจากการคำนวณอย่างไร โดยกล่าวว่า “จากการสืบค้นข้อมูลรู้วาระหว่างอุณหภูมิกระเปาะเปียกและแห้งไปเทียบกับอุณหภูมิกระเปาะแห้ง” แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในระดับหนึ่ง ไม่สามารถให้ข้อมูลครบถ้วนได้ และการให้เหตุผลยังไม่สมบูรณ์นัก ดังคำตอบที่ว่า “ดังนั้นความชื้นสัมพัทธ์ 85% ขึ้นไปจะมีโอกาสเกิดฝนตก” ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

“ยะลา สังเกตได้จาก อุณหภูมิกระเปาะแห้ง/กระเปาะเปียก ดังนั้นความชื้นสัมพัทธ์จากไฮโครมิเตอร์สามารถหาได้จากนำความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิกระเปาะเปียกและแห้งมาเทียบกัน” (นักเรียน S23)

“มีโอกาสดกในยะลาและเชียงใหม่ จากการสืบค้นข้อมูลรู้ว่าระหว่างอุณหภูมิกระเปาะเปียกและแห้งไปเทียบกับอุณหภูมิกระเปาะแห้ง ดังนั้นความชื้นสัมพัทธ์ 85% ขึ้นไปจะมีโอกาสเกิดฝนตก” (นักเรียน S25)

สถานการณ์ ความดันบนยอดเขา นักเรียน S25 สามารถตอบได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ โดยระบุว่า “ความดันอากาศขึ้นกับความหนาแน่นของโลก ผิวโลกมีความหนาแน่นของอากาศมากกว่าบริเวณที่อยู่สูงขึ้นไป” ซึ่งเป็นการแสดงความเข้าใจทั้งในแง่ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผลอย่างครบถ้วน ตรงกันข้ามกับนักเรียน S23 ที่ให้คำตอบคลุมเครือ ไม่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้อย่างชัดเจน และมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความดันอากาศ เช่น “ความดันอากาศต่ำ อุณหภูมิต่ำ ความดันอากาศสูง อุณหภูมิสูง” ซึ่งสะท้อนถึงระดับความสามารถที่ยังต้องได้รับการปรับปรุง) ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

“ไม่ถูกต้อง สังเกตได้จากความดันอากาศความหนาแน่น ดังนั้นความดันอากาศต่ำ อุณหภูมิต่ำ ความดันอากาศสูงอุณหภูมิสูง” (นักเรียน S23)

“ถูกต้อง โดยมีความดันอากาศขึ้นกับความหนาแน่นของโลก ผิวโลกมีความหนาแน่นของอากาศมากกว่าบริเวณที่อยู่สูงขึ้นไป” (นักเรียน S25)

นักเรียนที่ระดับความสามารถ อยู่ในระดับควรปรับปรุงบางคนสามารถเขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง ชัดเจน แต่ไม่สามารถแสดงหลักฐานที่เหมาะสมและเพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง รวมถึงไม่สามารถเชื่อมโยงหลักฐานหรืออธิบายด้วยหลักฐานได้ บางคนไม่สามารถเขียนข้อกล่าวอ้าง แสดงหลักฐานที่เหมาะสมและเพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง รวมถึงไม่สามารถเชื่อมโยงหลักฐานหรืออธิบายด้วยหลักฐานได้

สถานการณ์ บินขึ้นไหนดี นักเรียน S05 ตอบว่า “สตราโทสเฟียร์ พิจารณาจากชั้นสตราโทสเฟียร์เป็นชั้นที่ไม่เกิดเมฆ ฝนและพายุ” ซึ่งแม้จะระบุชั้นบรรยากาศได้ถูกต้อง แต่คำอธิบายยังขาดความครบถ้วนและเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วน S26 แม้จะกล่าวถึงคุณสมบัติของชั้นบรรยากาศ เช่น “มีแก๊สโอโซน” แต่ไม่ได้เชื่อมโยงกับประเด็นเรื่องความเหมาะสมในการบิน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

“สตาร์โทสเฟียร์ พิจารณาจากชั้นสตาร์โทสเฟียร์เป็นชั้นที่ไม่เกิดเมฆ ฝนและพายุ”
(นักเรียน S05)

“ชั้นบรรยากาศสตาร์โทสเฟียร์ ชั้นนี้กระแสอากาศแปรปรวนน้อยกว่าโทรโพสเฟียร์มาก ไม่มีไอน้ำหรือความชื้น แก๊สไอโซนที่เป็นเกราะป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลตให้สิ่งมีชีวิตบนผิวโลก” (นักเรียน S26)

สถานการณ์ ฝนตกที่ใด นักเรียน S05 แม้จะระบุพื้นที่ได้อย่างถูกต้อง (ยะลา) แต่การให้หลักฐานยังสับสน โดยกล่าวว่า “อุณหภูมิกระเปาะแห้งและเปียกสูง” ซึ่งไม่สอดคล้องกับหลักการวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์อย่างถูกต้อง ขณะที่ S26 ให้คำตอบที่คลาดเคลื่อนว่า “กรุงเทพ เพราะมีอุณหภูมิสูงกว่าจังหวัดอื่น และมีความกดอากาศสูงจึงทำให้เกิดฝนตกได้” ซึ่งไม่ถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์เรื่องการเกิดฝน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

“ยะลา เพราะปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้เกิดฝนมีความชื้น อุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกสูง โดยสังเกตจากความชื้นสัมพัทธ์จากไฮครอมิเตอร์สามารถหาได้จากการคำนวณความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิกระเปาะเปียกและแห้งเทียบกับอุณหภูมิกระเปาะแห้ง” (นักเรียน S05)

“จังหวัดกรุงเทพ เพราะมีอุณหภูมิสูงกว่าจังหวัดอื่น ๆ และกรุงเทพมีความกดอากาศสูงจึงทำให้เกิดฝนตกได้” (นักเรียน S26)

สถานการณ์ ความดันบนยอดเขา นักเรียน S05 และ S26 ต่างแสดงความเข้าใจคลาดเคลื่อน โดยระบุว่ายอดเขา C มีความดันอากาศ “สูงที่สุด” ซึ่งขัดกับหลักการที่ว่าเมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น ความดันอากาศจะลดลง นอกจากนี้การอธิบายเหตุผล เช่น “ร่างกายปรับตัวไม่ทันทำให้ความดันในร่างกายแตกต่างจากภายนอก” หรือ “บริเวณ A กับ B มีความดันอากาศที่ปกติ” ยังไม่สามารถแสดงความเข้าใจอย่างถูกต้องและมีความไม่สอดคล้องในเชิงวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

“ถูกต้อง เพราะปัจจัยหลายอย่างเช่นความดันอากาศกับความหนาแน่นและความสูง โดยสังเกตจากบริเวณยอดเขา C มีความดันอากาศสูงที่สุดและร่างกายปรับตัวไม่ทันทำให้ความดันอากาศในร่างกายแตกต่างจากความดันอากาศภายนอก” (นักเรียน S05)

“ถูกต้อง เพราะบริเวณยอดเขา C มีความดันอากาศสูงที่สุดสังเกตได้จากบริเวณ A กับ B มีความดันอากาศที่ปกติอยู่ในปริมาณความดันอากาศ” (นักเรียน S26)

ตอนที่ 2 การได้มาของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และความคิดเห็นต่อเทคนิค นักร้านเสริมเรียนรู้

ในตอนนี้เป็น การนำเสนอผลการวิจัยเพื่อตอบคำถามวิจัยย่อยข้อที่ 4 ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการได้มาของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และความคิดเห็นของนักเรียนต่อเทคนิคนักร้านเสริมเรียนรู้จากแบบสะท้อนการคิดและการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

1. สะท้อนคิดเกี่ยวกับการได้มาซึ่งคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากการการสัมภาษณ์การสะท้อนการคิดของนักเรียนหลังจากทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และแบ่งกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถ 3 กลุ่ม ได้แก่ ระดับดี ระดับปานกลาง และระดับควรปรับปรุงในภาพรวม จากนั้นเลือกนักเรียนจำนวน 3 คน จากทั้ง 3 ระดับ มาสัมภาษณ์ พบว่า

นักเรียนที่มีความสามารถในภาพรวมอยู่ในระดับดีและปานกลาง มีการได้มาซึ่งคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากการอ่านสถานการณ์คำถามที่กำหนด ทำการวิเคราะห์ว่าประโยคใดที่ถามเพื่อนำไปสู่ออกกล่าวอ้าง หลักฐาน จากนั้นนำองค์ความรู้ที่ได้ในห้องเรียนมาเชื่อมโยงกับหลักฐานและข้อกล่าวอ้างเพื่อเขียนเหตุผล ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์ดังนี้

นักเรียนที่มีความสามารถในระดับดี

“เริ่มดูข้อมูลที่ครูให้มา แล้วก็ไปดูข้อมูลที่ครูเคยสอนไว้ในคาบเรียน จากนั้นดูว่ามันสอดคล้องกันหรือไม่กับข้อกล่าวอ้าง หลักฐานที่ให้มา และการให้เหตุผล” (นักเรียน S01)

“หนูเริ่มจากอ่านข้อมูลที่ครูกำหนดให้ และอ่านสถานการณ์คำถาม จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเขียนข้อกล่าวอ้าง และนำข้อมูลที่ครูให้มาเขียนเป็นหลักฐานและเลือกหลักฐานที่สำคัญมาใช้ และก็เอาความรู้ที่ได้ในห้องเรียนมาเขียนเป็นเหตุผล” (นักเรียน S31)

“หนูอ่านโจทย์ที่ให้มา แล้วคิดว่าประโยคไหนที่ถามเกี่ยวกับข้อกล่าวอ้าง ประโยคไหนที่ถามถึงหลักฐาน และเหตุ แล้วหนูก็เขียนเรียบเรียง แต่เหตุผลได้มาจากที่เรียนในห้องเรียนด้วย” (นักเรียน S28)

นักเรียนที่มีความสามารถในระดับปานกลาง

“เริ่มจากการอ่านสถานการณ์ วิเคราะห์ว่าข้อกล่าวอ้างและหลักฐานอยู่ตรงไหนในข้อความที่ครูกำหนดให้ จากนั้นเอาความรู้ที่ได้ในห้องเรียนมาเขียนเป็นเหตุผลตามรูปแบบที่เลือก” (นักเรียน 32)

“เริ่มอ่านโจทย์ที่ให้มา จากนั้นวิเคราะห์คำถามเพื่อหาองค์ประกอบ 3 อัน ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน จากนั้นนำมาเรียบเรียงกัน รวมกับด้วยเหตุผลที่มาจากครูสอนในคาบเรียน” (นักเรียน S09)

“ผลเริ่มอ่านโจทย์ ดูข้อมูลที่ครูให้มา จากนั้นทำการตอบข้อกล่าวอ้าง และหาหลักฐานจากข้อมูลด้านบนคำถาม และนำวิธีที่ครูสอนมาเขียนเรียบเรียงต่อกันตามรูปแบบที่เราเลือก” (S32)

นักเรียนที่มีความสามารถในระดับควรปรับปรุง มีการได้มาซึ่งคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากการเริ่มอ่านสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ จากนั้นนำวิธีการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละรูปแบบที่ครูเคยสอนมาเขียน โดยการหาหลักฐานและเหตุผลในข้อมูลที่ครูกำหนดให้ ดังตัวอย่างคำสัมภาษณ์ดังนี้

“หนูอ่านโจทย์และข้อมูลก่อน แล้วก็ดูว่าข้อกล่าวอ้างคืออะไรในคำถาม และดูว่าหลักฐานมีอะไรบ้าง เามาเขียนเป็นหลักฐานกับเหตุผล” (นักเรียน 18)

“อ่านข้อมูลที่ครูให้มา จากนั้นอ่านคำถาม แล้วก็ตอบ พอถึงตอนหลักฐาน ก็ย้อนกลับไปดูมูลใหม่ แล้วก็นำมาเขียนเป็นหลักฐานทุกอันเลย แล้วก็นำข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานมาเรียงต่อกัน ส่วนเหตุผลก็คืออยู่ในหลักฐาน” (นักเรียน S26)

“อ่านโจทย์ แล้วก็เขาคำถามอะไรก็ตอบเลย ก็คือข้อกล่าวอ้าง หลักฐานก็คือข้อมูลในโจทย์ เามาต่อกับข้อกล่าวอ้าง ส่วนเหตุผลก็คือหลักฐาน ผมคิดว่ามันคืออันเดียวกัน” (นักเรียน S19)

2. สะท้อนคิดเกี่ยวกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากการสัมภาษณ์เกี่ยวกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ในขั้นตอนการให้เหตุผลของการฝึกการเขียนในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถ ทั้ง 3 ระดับ ตอบคำถามนี้ไปในทางเดียวกันว่า เทคนิคนี้สามารถช่วยให้นักเรียนเขียนเหตุผลได้ดีขึ้น เนื่องจากเทคนิคดังกล่าวเป็นการให้ตัวเลือกมา ตัวเลือกนี้ทำให้เห็นแนวทางการเขียนที่ถูกต้องและครบถ้วน สามารถนำไปเป็นแนวทางในการเขียนเหตุผลในใบกิจกรรมครั้งต่อไป ถึงแม้ว่าในครั้งต่อไปอาจจะยังเขียนไม่ถูกต้องทั้งหมด แต่เมื่อเทียบกับครั้งก่อนหน้า ถือว่าเขียนได้ดีขึ้น ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

“ช่วยให้หนูดีเขียนได้ดีขึ้นมาก สามารถทำให้เข้าใจการเขียนเหตุผลมากขึ้น เลยทำให้เขียนได้กว่าเมื่อเทียบกับตอนแรก” (นักเรียน S26)

“ช่วยได้ครับ ตัวเลือกช่วยให้ทราบว่าแนวทางการเขียนที่ครบถ้วนและเหตุผลที่ถูกต้องเป็นอย่างไร และก็นำมาใช้กับข้ออื่นได้” (นักเรียน S01)

“ช่วยให้เข้าใจในการเขียนเหตุผลมากยิ่งขึ้น จนทำให้เข้าใจมากขึ้น และสามารถเขียนเองได้ถูกต้องมากขึ้นเมื่อไม่มีตัวเลือก รู้สึกดีมาก ๆ ค่ะ” (นักเรียน S32)

จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่เป็นตัวแทนในแต่ละระดับความสามารถทั้ง 3 ระดับ ได้แก่ ระดับดี ปานกลาง และควรปรับปรุง พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มมีแนวทางการได้มาซึ่งคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันไปตามระดับความสามารถดังนี้ นักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับดี นักเรียนกลุ่มนี้มีแนวคิดเป็นระบบ โดยเริ่มจากการอ่านสถานการณ์ วิเคราะห์คำถาม แยกประโยคที่เกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้าง และหลักฐาน แล้วใช้องค์ความรู้ที่เรียนมาในห้องเรียนมาเขียนเป็นเหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน นักเรียนที่มีความสามารถในระดับปานกลาง นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ และระบุข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลได้พอสมควร แต่ยังขาดความชัดเจนและความแม่นยำในบางขั้นตอน และนักเรียนที่มีความสามารถในระดับควรปรับปรุง นักเรียนกลุ่มนี้มีความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์ มักใช้หลักฐานเป็นเพียงข้อมูลในใจที่ยึดไม่แยกชัดเจนระหว่างข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน หรือเหตุผล บางคนเข้าใจว่า หลักฐานและเหตุผลคือสิ่งเดียวกัน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้. โดยผลการวิจัยสามารถสรุป อภิปราย และให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ สามารถสรุปผลการวิจัยในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1. นักเรียน มีแนวโน้มของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างเรียนโดยวัดผลจากการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ลงในใบกิจกรรมท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ในภาพรวมดีขึ้นเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 7 ครั้ง โดยพบว่าแนวโน้มของจำนวนนักเรียนที่อยู่ในระดับดีมีจำนวนเพิ่มขึ้น ยกเว้นครั้งที่ 3 ที่มีการลดลง เมื่อพิจารณาแนวโน้มของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในรายองค์ประกอบพบว่าองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง แนวโน้มความสามารถของนักเรียนในระดับดี มีการเพิ่มขึ้นและลดลง เช่นเดียวกับระดับความสามารถปานกลาง และระดับควรปรับปรุงในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เช่นเดียวกับองค์ประกอบของหลักฐานและการให้เหตุผล แต่นักเรียนแนวโน้มความสามารถอยู่ในระดับดีจำนวนมากขึ้นเมื่อถึงกิจกรรมที่ 7 ในทุกองค์ประกอบ

2. นักเรียนมีแนวโน้มในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่องในระหว่างกระบวนการเรียนรู้ โดยการเรียนรู้ทั้งหมด 7 ครั้ง โดยจากนักเรียน 7 กลุ่มมี 1 กลุ่มที่สามารถถอดนั่งร้านเสริมเรียนรู้ได้ตั้งแต่การเรียนรู้ครั้งที่ 4 และเมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้พบว่า มีนักเรียน 3 กลุ่มที่สามารถถอดนั่งร้านการเรียนรู้ได้ ในระยะแรกนักเรียนยังไม่สามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน แต่เมื่อได้รับการช่วยเหลือผ่านเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น

3. นักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถฯ หลังเรียนในภาพรวมส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาในรายองค์ประกอบพบว่า ในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้างนักเรียนทำคะแนน

ออกมาได้ดีที่สุดอยู่ในระดับปานกลาง ลำดับถัดมาคือองค์ประกอบหลักฐาน อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง และองค์ประกอบที่ทำคะแนนได้น้อยที่สุดคือการให้เหตุผล อยู่ในระดับควรปรับปรุง

4. นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนในภาพรวม จำนวนมากที่สุดอยู่ในระดับปานกลาง รองลงมาคือระดับควรปรับปรุง และน้อยที่สุดคือระดับดี ในรายองค์ประกอบพบว่าในองค์ประกอบของข้อกล่าวอ้างนักเรียนอยู่ในระดับดีจำนวนมากที่สุด รองลงมาคือระดับปานกลาง และน้อยที่สุดคือระดับควรปรับปรุง องค์ประกอบของหลักฐานและการให้เหตุผล นักเรียนอยู่ใน ระดับควรปรับปรุงจำนวนมากที่สุด รองลงมาคือระดับปานกลาง และน้อยที่สุดคือระดับดี

5. นักเรียนทำคะแนนในสถานการณ์บินขึ้นไหนดีได้ดีที่สุด อยู่ในระดับปานกลาง รองลงมา คือสถานการณ์ความดันบนยอดเขา และน้อยที่สุดคือ ฝนตกที่ใด เมื่อดูรายองค์ประกอบพบว่า องค์ประกอบของข้อกล่าวอ้างเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนทำคะแนนได้ดีที่สุดในทุกสถานการณ์ โดยสถานการณ์บินขึ้นไหนดีนักเรียนทำคะแนนได้มากที่สุด รองลงมาคือ ความดันบนยอดเขา น้อยที่สุดคือ ฝนตกที่ใด องค์ประกอบหลักฐาน สถานการณ์ที่ทำคะแนนได้มากที่สุดคือความดันบนยอดเขา รองลงมาคือบินขึ้นไหนดี และน้อยที่สุดคือ ฝนตกที่ใด องค์ประกอบของการให้เหตุผล สถานการณ์ที่นักเรียนได้คะแนนมากที่สุดคือ บินขึ้นไหนดี รองลงมาคือ ความดันบนยอดเขา น้อยที่สุดคือ ฝนตกที่ใด

6. นักเรียนมีรูปแบบระดับความสามารถในภาพรวมในแต่ละองค์ประกอบที่หลากหลาย ในระดับดี มี 3 รูปแบบ ระดับปานกลางมี 9 รูปแบบ และระดับปรับปรุง 2 รูปแบบ

7. นักเรียนในทั้งสามระดับความสามารถมีขั้นตอนพื้นฐานในการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่คล้ายคลึงกัน ได้แก่ การอ่านสถานการณ์คำถาม การระบุข้อกล่าวอ้าง และการเลือกหลักฐานจากข้อมูลที่กำหนดให้เพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างดังกล่าว อย่างไรก็ตาม พบความแตกต่างในด้านการเลือกหลักฐานและการให้เหตุผล ดังนี้ นักเรียนบางคนเลือกใช้หลักฐานทุกชิ้นที่ปรากฏในสถานการณ์เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ขณะที่บางคนสามารถคัดเลือกเฉพาะหลักฐานที่มีความสำคัญและสอดคล้องกับข้อกล่าวอ้างได้อย่างเหมาะสมในด้านการให้เหตุผล พบว่า นักเรียนในกลุ่มที่มีความสามารถในระดับดี สามารถใช้ความรู้ที่ได้เรียนมาเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้อย่างสมบูรณ์และเป็นระบบ นักเรียนในระดับปานกลางสามารถอ้างเหตุผลจากความรู้เดิมได้เช่นกัน แต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ได้อย่างครบถ้วนหรือครอบคลุมทั้งหมด และกลุ่มนักเรียนที่อยู่ในระดับควรปรับปรุง มักเขียนเหตุผลรวมกับหลักฐานโดยไม่แยกแยะ หรือเข้าใจผิดว่าหลักฐานและเหตุผลเป็นสิ่งเดียวกัน

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อตอบคำว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ สามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ได้หรือไม่ อย่างไร โดยมีอภิปรายตามคำถามวิจัยย่อย 4 คำถามวิจัย ดังนี้

1. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวโน้มของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 โดยในการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 1 นักเรียนมีความสามารถ อยู่ในระดับควรปรับปรุงจำนวนมากที่สุด รองลงมาคือระดับปานกลางและระดับดี การจัดการเรียนรู้ในครั้งที่ 2, 3 และ 4 จะพบว่า ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถ ดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงแบบไม่คงที่ทั้ง 3 ระดับ แต่เมื่อพิจารณาที่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เป็นต้นไป พบว่ามีนักเรียนอยู่ในระดับดี และปานกลางเพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกันนักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับควรปรับปรุงลดน้อยลง สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนมีแนวโน้มของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมดีขึ้นเมื่อผ่านจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว เนื่องจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการฝึกสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในขั้นตอนของการระบุข้อกล่าวอ้าง การค้นหาหลักฐาน การเขียนแผนภาพ และการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถ โดยเมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ พบว่าในแต่ละขั้นของกระบวนการเรียนรู้ เป็นการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ โดยใช้แผนภาพประกอบการเรียนรู้ และมีการแทรกเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ตลอดกระบวนการ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้เหตุผลและเลือกหลักฐานที่เหมาะสมกับข้อกล่าวอ้าง โดยนักเรียนมีพัฒนาการในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับลักษณะของแต่ละกิจกรรม ตามขั้นตอนการเรียนรู้ได้ดังนี้ ขั้นเปิดประเด็นคำถามและระดมความคิดเพื่อระบุข้อกล่าวอ้างนักเรียนได้แสดงความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับเนื้อหาที่ศึกษา โดยการร่วมกันคิดและอภิปรายในกลุ่มเพื่อตอบคำถามจากสถานการณ์ และร่วมกันเขียนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงระดับความเข้าใจในองค์ความรู้พื้นฐานของนักเรียนแต่ละคนขั้นค้นหาหลักฐาน นักเรียนได้สืบค้นทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ เพื่อนำมาใช้เป็นหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

ส่งผลให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการเลือกหลักฐานที่เหมาะสมและอภิปรายร่วมกันถึงความเชื่อมโยงของข้อมูลกับข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ ชั้นเขียนแผนภาพ นักเรียนใช้แผนภาพเป็นเครื่องมือในการเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ซึ่งช่วยให้สามารถจัดระบบความคิดและสื่อสารคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีโครงสร้าง และพัฒนาข้อกล่าวอ้างให้มีความสมเหตุสมผลมากขึ้น ชั้นสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนเขียนคำอธิบายโดยเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลตามแนวทางของ McNeill and Krajcik (2008) และ พิริยะ วรธนไทย และชนินันท์ พฤษษ์ประมุข (2564) โดยเฉพาะนักเรียนที่ได้รับการฝึกฝนหลายครั้งจะสามารถเขียนคำอธิบายได้โดยไม่ต้องอาศัยความช่วยเหลือ แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มความสามารถอย่างเป็นระบบและมีความต่อเนื่อง

จากแนวโน้มความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พบว่า แนวโน้มโดยรวมของนักเรียนมีทิศทางที่สูงขึ้นสะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สามารถส่งเสริมความสามารถของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม แนวโน้มของแต่ละองค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล มีความผันแปรขึ้นลงระหว่างกิจกรรมในแต่ละแผน ซึ่งอาจมีปัจจัยที่อาจส่งผลต่อความผันแปรดังกล่าว ได้แก่ 1) ลักษณะของสถานการณ์หรือคำถามที่ใช้ในแต่ละแผนการเรียนรู้ มีระดับความซับซ้อนและความใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียนแตกต่างกัน บางสถานการณ์มีข้อมูลมากและซับซ้อน ทำให้นักเรียนสับสนในการเลือกหลักฐานหรือเขียนเหตุผล สอดคล้องกับ Tang (2016) ที่กล่าวว่า นักเรียนมีความสับสนในการเขียนแต่ละองค์ประกอบ และมักนำหลักฐานมาเขียนในองค์ประกอบของเหตุผล หรือนำเหตุผลไปเขียนในหลักฐาน 2) แนวคิดของแต่ละแผนการเรียนรู้ บางแผนเน้นกระบวนการทดลองหรือใช้แบบจำลองที่ต้องใช้ทักษะสูงในการวิเคราะห์และตีความ ส่งผลต่อความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในช่วงแรกของการเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สิริพงศ์ แพทย์วงศ์ และคนอื่น ๆ (2563) ที่กล่าวว่า ความสามารถของนักเรียนจะมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อการจัดการเรียนรู้ในบริบทที่คุ้นเคยร่วมกับการปฏิบัติเพื่อสรุปองค์ความรู้ 3) พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนในแต่ละหัวข้อ มีผลอย่างมากต่อการให้เหตุผล เช่น หากนักเรียนไม่มีพื้นฐานเรื่องความกดอากาศมากพอ อาจส่งผลให้การเขียนเหตุผลมีความคลาดเคลื่อน หรือผสมรวมกับหลักฐาน ถึงแม้บางช่วงจะพบว่าความสามารถของนักเรียนลดลงบ้างในบางองค์ประกอบ แต่สามารถอธิบายได้ว่าเป็นผลจากลักษณะเนื้อหาและทักษะที่แตกต่างกันในแต่ละกิจกรรม สอดคล้องกับ สิริพงศ์ แพทย์วงศ์ และคนอื่น ๆ (2563) กล่าวว่า ถ้าเนื้อหาที่มีความซับซ้อน นักเรียน

จะระบุข้อมูลสำคัญไม่ครบถ้วน แต่หากได้รับการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง นักเรียนก็จะสามารถพัฒนาและปรับปรุงให้มีความสามารถมากขึ้นได้ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาค่าคะแนนความสามารถหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่าในภาพรวมอยู่ใน ระดับปานกลาง โดยเฉพาะในองค์ประกอบของ หลักฐานและการให้เหตุผล ซึ่งนักเรียนจำนวนมากยังไม่สามารถเลือกหลักฐานที่เหมาะสมหรืออธิบายเหตุผลได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน แสดงให้เห็นว่าแม้จะมีการพัฒนาในด้านการเรียนรู้ แต่ยังไม่สามารถส่งเสริมความสามารถในระดับดีได้อย่างเต็มที่ในองค์ประกอบดังกล่าว ข้อจำกัดนี้อาจมีสาเหตุจากหลายปัจจัย ได้แก่ 1) ความซับซ้อนของสถานการณ์หรือคำถามที่ใช้ในใบกิจกรรมท้ายแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อวัดความสามารถในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งบางสถานการณ์ต้องการการวิเคราะห์หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ซับซ้อนซึ่งนักเรียนยังไม่เชี่ยวชาญ (พิริยะ วรรณไทย, 2564) ทั้งนี้ส่วนหนึ่งอาจเนื่องมาจากระยะเวลาในการฝึกฝนยังอาจไม่เพียงพอสำหรับนักเรียนบางกลุ่ม โดยเฉพาะในกลุ่มที่ไม่สามารถแยกแยะ หลักฐาน กับ เหตุผล ออกจากกันได้ สอดคล้องกับข้อค้นพบของ Zhang and Fiorella (2024) ที่กล่าวว่า การมีคำชี้แนะหรือตัวกระตุ้นที่เหมาะสมสามารถช่วยให้นักเรียนตรวจสอบข้อผิดพลาดของตนเองและปรับปรุงคำอธิบายให้ถูกต้องได้ดีขึ้น การแทรกเทคนิคนี้จากร้านแม้จะช่วยเสริมความเข้าใจ แต่การถอดนักร้านอาจเกิดขึ้นเร็วเกินไปในบางกิจกรรมที่มีความซับซ้อนของเนื้อหา ส่งผลให้นักเรียนแต่ละคนในบางกลุ่มยังไม่สามารถสร้างคำอธิบาย ที่สมบูรณ์ได้ด้วยตนเอง เมื่อต้องมาทำใบกิจกรรมท้ายแผนการเรียนรู้จึงไม่สามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้สมบูรณ์ สอดคล้องกับ McNeill and Krajcik (2008) กล่าวว่า การใช้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคนี้จากร้านมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ และช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิริยะ วรรณไทย (2564) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สามารถส่งเสริมความสามารถของผู้เรียนได้ทั้งในภาพรวมและรายองค์ประกอบแต่จำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการฝึกฝนที่เพียงพอและนักเรียนแต่ละคนจะพัฒนาได้แตกต่างกัน นอกจากนี้เนื้อหาซับซ้อนอาจไม่ใช่ทั้งหมดของแนวโน้มความสามารถ ที่มีความขึ้น ๆ ลง ๆ อาจเกิดจากขั้นตอนการเรียนรู้ที่เน้นกลุ่มมากกว่ารายบุคคลซึ่งอาจมีสมาชิกในกลุ่มบางคนที่ยังไม่เข้าใจ หรือไม่มีการสรุปแนวคิดร่วมอย่างชัดเจน และขาดการสะท้อนคิดรายบุคคล จึงทำให้ไม่สามารถเขียนคำอธิบายได้ สอดคล้องกับแนวคิดของ Vygotsky ที่กล่าวว่า ผู้เรียนต้องการการสนับสนุนที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาในเขตพัฒนาการใกล้เคียง (ZPD)

2. นักเรียนแต่ละกลุ่ม เมื่อได้รับการช่วยเหลือผ่านเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในการถอดนั่งร้านเสริมเรียนรู้เพิ่มขึ้นตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ยังคงมีบางกลุ่มที่ต้องใส่นั่งร้านกลับเข้าไปอีกครั้งหลังจากที่ถอดออกแล้ว เนื่องจากนักเรียนยังมีความไม่เข้าใจในสถานการณ์หรือองค์ความรู้ในเรื่องนั้น ๆ อย่างแท้จริง ซึ่งอาจเกิดจากความซับซ้อนของเนื้อหาหรือข้อจำกัดด้านทักษะการเชื่อมโยงเหตุผลและหลักฐานของผู้เรียน (McNeill & Krajcik, 2012) นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ใช้การนั่งร้านในรูปแบบของคำถามชี้แนะ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ทบทวนแนวคิดและสามารถเชื่อมโยงข้อมูลที่เป็นหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้อย่างมีเหตุผล เช่น ข้อมูลนี้เกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้างของนักเรียนอย่างไร เหตุผลอะไรที่คิดว่าข้อมูลนี้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างข้อมูลดังกล่าวขัดแย้งกับข้อคิดเห็นในกลุ่มเพื่อนหรือไม่ เพราะอะไร ผลของการถามคำถามชี้แนะดังกล่าว ทำให้นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์มากขึ้น เกี่ยวกับการเปรียบเทียบหรือเชื่อมโยงเหตุผลกับหลักฐาน สะท้อนให้เห็นว่าการนั่งร้านที่เหมาะสมสามารถช่วยให้นักเรียนก้าวข้ามเขตพัฒนาการใกล้เคียง (ZPD) ไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับ Vygotsky (1978) ที่กล่าวว่านักเรียนจะพัฒนาเมื่อได้รับความช่วยเหลือหรือสนับสนุนจากครู สังคม เพื่อน ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านหรือสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ข้อมูลจากการทำกิจกรรมกลุ่มและกิจกรรมรายบุคคลพบว่าสามารถนำไปสนับสนุนซึ่งกันและกัน โดยกิจกรรมกลุ่มช่วยให้เห็นถึงการอภิปรายและความเข้าใจร่วมกันอย่างเป็นขั้นตอนในกลุ่ม ในขณะที่กิจกรรมรายบุคคลสะท้อนถึงการนำแนวคิดหรือองค์ความรู้จากกลุ่มมาเป็นแนวทางในการสร้างคำอธิบายฯ เป็นของตนเอง เครื่องมือทั้งสองจึงเป็นเครื่องมือสำคัญในกระบวนการฝึกนักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3. หลังจากทำการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้น นักเรียนได้ทำแบบวัดฯ และผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายองค์ประกอบ พบว่า นักเรียนมีคะแนนใน องค์ประกอบข้อกล่าวอ้างสูงที่สุด (ระดับปานกลาง) รองลงมาคือ องค์ประกอบหลักฐาน (ระดับควรปรับปรุง) และ องค์ประกอบการให้เหตุผล (ระดับควรปรับปรุง) เช่นกัน เมื่อพิจารณาในองค์ประกอบของข้อกล่าวอ้าง จะเห็นว่า นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ดีกว่าองค์ประกอบอื่น ซึ่งสะท้อนถึงความเข้าใจในระดับพื้นฐานของผู้เรียนต่อประเด็นที่ศึกษา อย่างไรก็ตาม จากการสังเกตในแต่ละสถานการณ์พบว่า ความสามารถนี้มี แนวโน้มขึ้น-ลงตามลักษณะของสถานการณ์ และความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งอาจส่งผลต่อการสื่อสารข้อกล่าวอ้างอย่างชัดเจน สอดคล้องกับงานวิจัยของ McNeill and Krajcik (2008) ซึ่งชี้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่มักสามารถ

เขียนข้อกล่าวอ้างได้ดี เพราะข้อกล่าวอ้างเป็นเพียงการระบุสิ่งที่ตนเชื่อหรือคิดว่าเป็นคำตอบ โดยไม่จำเป็นต้องให้เหตุผลหรือใช้หลักฐานที่ซับซ้อน เช่นเดียวกับงานวิจัยของ สุชาดา ศรีสกุล (2565) และ พิริยะ วรธนไทย (2564) มีผลในทำนองเดียวกันคือ นักเรียนสามารถสร้างข้อกล่าวอ้างได้ดีกว่าองค์ประกอบอื่น ๆ เนื่องจากข้อกล่าวอ้างมักอิงอยู่กับประสบการณ์หรือความรู้เดิมของนักเรียน และมีลักษณะเป็นข้อความสั้น ๆ ที่ตอบตรงประเด็น ในทางกลับกัน องค์ประกอบหลักฐาน และการให้เหตุผล ที่มีคะแนนต่ำกว่าสะท้อนถึงข้อจำกัดของนักเรียนในการเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และ อธิบายความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งต้องอาศัยทั้งความเข้าใจเนื้อหาและทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ที่ซับซ้อนมากขึ้น

4. สถานการณ์คำถามในแบบวัดฯ แต่ละสถานการณ์พบว่านักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันตามลักษณะของสถานการณ์ที่ใช้ในการประเมิน ซึ่งพบว่า สถานการณ์ บินขึ้นไหนดี มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด จัดอยู่ในระดับปานกลาง ขณะที่ สถานการณ์ ฝนตกที่ใด และความดันบนยอดเขา มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับปรับปรุงอย่างชัดเจน สะท้อนให้เห็นว่า ความซับซ้อนหรือความยากง่ายของสถานการณ์มีผลโดยตรงต่อความสามารถของนักเรียน สอดคล้องกับ Piekny and Maehler (2013) ที่ระบุว่า ความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับระดับของการคิดเชิงเหตุผลและการเข้าใจบริบทของสถานการณ์ หากสถานการณ์นั้นซับซ้อนเกินกว่าระดับพัฒนาการของผู้เรียน อาจทำให้ไม่สามารถเลือกหลักฐานได้อย่างถูกต้องหรือเขียนเหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผล การที่สถานการณ์บินขึ้นไหนดีมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดอาจเนื่องมาจาก 1) เป็นบริบทใกล้ตัวหรือเป็นสถานการณ์จำลองที่ง่ายต่อการเข้าใจ หรือเคยรับรู้ข้อมูลมาก่อนจากการเรียนก่อนหน้า ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้เร็วกว่าสถานการณ์อื่น 2) ข้อเท็จจริงที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างมีความตรงไปตรงมา ทำให้เลือกหลักฐานได้ง่าย และทำให้มั่นใจในการเขียนเหตุผล 3) สถานการณ์ดังกล่าวไม่มีการคำนวณ หรือเชื่อมโยงหลายปัจจัยพร้อมกัน ทำให้สามารถเข้าใจได้ง่ายกว่าสถานการณ์อื่น สอดคล้องกับ McNeill and Krajcik (2008) ที่เสนอว่า การเลือกสถานการณ์ในแบบวัดความสามารถ ควรคำนึงถึงความเข้าใจพื้นฐานของนักเรียน และออกแบบให้เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมเพื่อให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะและอธิบายข้อมูลได้อย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ พิริยะ วรธนไทย (2564) กล่าวว่า การออกแบบสถานการณ์ที่สอดคล้องกับบริบทชีวิตประจำวัน และอยู่ในขอบเขตความรู้ของนักเรียน จะช่วยส่งเสริมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ผู้วิจัยพบข้อค้นพบ ดังนี้ ถึงแม้ว่าสถานการณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงกับเนื้อหาและชีวิตประจำวันของนักเรียนในระดับหนึ่ง แต่ยังพบว่านักเรียนบางส่วนไม่สามารถเข้าใจบริบทของสถานการณ์ได้อย่างแท้จริง โดยเฉพาะในกรณีที่เนื้อหาวิทยาศาสตร์มีความซับซ้อนเกินระดับประสบการณ์ของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลกับความรู้เดิม จนนำไปสู่การสร้างคำอธิบายฯ ได้อย่างสมบูรณ์ จึงควรออกแบบสถานการณ์คำถามให้สอดคล้องกับชีวิตประจำวันและเหมาะสมกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมและสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องและสมบูรณ์มากขึ้น

1.2 ผู้วิจัยพบว่า ถึงแม้นักเรียนส่วนใหญ่จะสามารถเขียนข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น แต่ยังมีข้อจำกัดในการเลือกใช้ข้อมูลเป็นหลักฐาน และไม่สามารถอธิบายเหตุผลให้เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างได้อย่างชัดเจน ส่งผลให้คะแนนในองค์ประกอบ หลักฐาน และ การให้เหตุผล อยู่ในระดับปรับปรุง จึงควรเน้นการฝึกฝนการเขียนทั้งสององค์ประกอบอย่างต่อเนื่อง โดยการแทรกคำถามชี้แนะหรือจัดกิจกรรมวิเคราะห์ตัวอย่างคำตอบที่ดี เพื่อช่วยให้นักเรียนพัฒนาแนวคิดและสร้างความเข้าใจได้อย่างเป็นขั้นตอน

1.3 ผู้วิจัยพบว่า จากการติดตามการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่าแม้จะมีการใช้เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ระหว่างการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังมีนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถระดับควรปรับปรุงที่ไม่สามารถเลือกตัวเลือก หรือตั้งประเด็นจากคำถามนั่งร้านมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะเมื่อใช้คำถามที่เป็นลักษณะปลายเปิดหรือกว้างเกินไป ทำให้นักเรียนสับสน ไม่สามารถเชื่อมโยงไปสู่การเขียนที่ถูกต้องได้ ดังนั้น การใช้เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้จึงควรมีความยืดหยุ่นและเหมาะสมกับแต่ละกลุ่มผู้เรียน โดยเฉพาะกลุ่มระดับควรปรับปรุง ควรใช้คำถามชี้แนะที่ชัดเจน เจาะจง และอยู่ในบริบทที่เข้าใจง่าย เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถแยกแยะและประมวลแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจนมากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 จากผลการวิจัยพบว่า แม้นักเรียนจะมีแนวโน้มในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้นในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แต่เมื่อพิจารณาภาพรวมหลังสิ้นสุดกระบวนการ ยังพบว่าความสามารถของนักเรียนโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยเฉพาะในองค์ประกอบของหลักฐาน และการให้เหตุผล ที่ยังอยู่ในระดับควรปรับปรุง ซึ่งอาจ

เกิดจากข้อจำกัดของระยะเวลาการฝึกฝน หรือเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ที่ยังไม่ตอบสนองต่อการเรียนรู้ของนักเรียนบางกลุ่มได้อย่างเต็มที่ งานวิจัยครั้งต่อไปจึงควรเน้นการพัฒนาเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่เจาะจงและเหมาะสมกับองค์ประกอบที่ยังเป็นจุดอ่อน หรือใช้เทคนิคนั่งร้านที่แตกต่างตามระดับผู้เรียน เพื่อให้การเสริมสร้างองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.2 จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยเฉพาะการสะท้อนคิดของนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีวิธีคิดและแนวทางในการสร้างคำอธิบายที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะกลุ่มที่มีความสามารถระดับควรปรับปรุง ซึ่งต้องการการสนับสนุนการเรียนรู้ที่เฉพาะเจาะจงมากกว่า งานวิจัยในครั้งต่อไปควรดำเนินการในลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Action Research) หรือกรณีศึกษา (Case Study) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง และออกแบบแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละกลุ่ม โดยเฉพาะในบริบทของโรงเรียนหรือห้องเรียนจริง ซึ่งจะทำให้สามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้อย่างตรงจุดและยั่งยืน

2.3 สถานการณ์ที่นำมาใช้ในการฝึกการสร้างคำอธิบายของนักเรียนได้แก่ ใบกิจกรรมกลุ่ม และใบกิจกรรมเดี่ยวทำแผนการเรียนรู้ ควรมีการหาความคุ้นเคยของใบกิจกรรมเพื่อให้สามารถศึกษาแนวโน้มของความสามารถได้แม่นยำมากขึ้นลดความคลื่อนในการวัดความสามารถของนักเรียน

บรรณานุกรม

- Afialo, E., & Gabay, E. (2013). Learning approach and learning: Exploring a new technological learning system. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 7(1), 1-11. <https://doi.org/10.20429/ijsoitl.2013.070114>
- Ash, D., & Levitt, K. (2003). Working within the zone of proximal development: Formative assessment as professional development. *Journal of Science Teacher Education*, 14(1), 1-313.
- Bell, P., & Linn, M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 797-817.
- Beyer, C. J., & Davis, E. A. (2008). Fostering second graders' scientific explanations: A beginning elementary teacher's knowledge, beliefs, and practice. *Journal of the Learning Sciences*, 17(3), 381-414.
- BSCS Center for professional development. (2008). Developing scientific explanation. <https://files.nwesd.org/depts/tn/Science/2014-15/Arguing%20from%20Evidence%20Series/Session%202%20January%202015/Handouts%20and%20Resources/S12a%20Developing-Scientific-Explanations.pdf>
- Chang, K.E., Sung, Y.T., & Lee, C.L. (2003). Web-based collaborative inquiry learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19(1), 56-69. <https://doi.org/doi.org/10.1046/j.0266-4909.2003.00006.x>
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2018). *Designing and conducting mixed methods research (3rd ed.)*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Driver, R., Paul, N., & Jonatha, O. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312. [https://doi.org/https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200005\)84:3](https://doi.org/https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3)
- Herrenkohl, L. R., Palincsar, A. S., DeWater, L. S., & Kawasaki, K. (1999). Developing scientific communities in classrooms: A sociocognitive approach. *Journal of the Learning Sciences*, 8(3-4), 451-493.

- Krippendorff, K. (2018). *Content analysis: An introduction to its methodology* (4th ed.). SAGE Publications.
- Kuhn, L., & Reiser, B. (2005). Students constructing and defending evidence-based scientific explanations. *Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Dallas, TX.*
- Lantolf, J. P. (1994). Sociocultural theory and second language learning: Introduction to the special issue. *The Modern Language Journal*, 78(4), 418–420.
<https://doi.org/10.1111/j.1540-4781.1994.tb02058.x>
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- Lewis, B. (2019). *Scaffolding instruction strategies: Techniques to scaffold learning in the elementary classroom*. . <https://www.thoughtco.com/scaffolding-instruction-strategies-2081682>
- McLachlan, J. C., Bligh, J., Bradley, P., & Searle, J. (2004). Teaching anatomy without cadavers. *Medical Education*, 38(4), 418-424.
<https://doi.org/doi.org/10.1046/j.1365-2923.2004.01795.x>
- McNeill, K., & Krajcik, J. (2008). Scientific explanation: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), . *The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 45(1), 53-78.
- McNeill, K., Krajcik, J., & Hershberger, K. (2012). *Supporting grade 5-8 students in constructing explanation in science: the claim, evidence, and reasoning framework for talk and writing*. Boston: Pearson.
- McNeill, K. L., Krajcik, J., & (2008). Inquiry and scientific explanations: Helping students use evidence and reasoning.
https://www.researchgate.net/publication/268337844_Inquiry_and_Scientific_Explanations_Helping_Students_Use_Evidence_and_Reasoning#fullTextFileContent
- Ministry of Education. (2013). Physics GCE ordinary level (Syllabus 5059).

- National research council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas 2012*. Washington, DC The National Academies Press.
- Nawani, J., von Kotzebue, L., Spangler, M., & Neuhaus, B. J. (2019). *Engaging students in constructing scientific explanations in biology classrooms: A lesson-design model*. *Journal of Biological Education*, 53(4), 378–389.
<https://doi.org/10.1080/00219266.2018.1472131>
- OECD. (2018). *Programme for international student assessment (PISA) Results form PISA 2018*. https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_THA.pdf
- Piekny, J., & Maehler, C. (2013). Scientific reasoning in early and middle childhood: The development of domain-general evidence evaluation, experimentation, and hypothesis generation skills. *British Journal of Developmental Psychology*, 31(2), 153–179.
- Rosenshine, B., & Meister, C. (1992). The use of scaffolds for teaching higher-level cognitive strategies. *Educational Leadership*, 49, 26-33.
- Sampson, V., & Clark, D. (2009). The impact of collaboration on the outcomes of scientific argumentation. *Science Education*, 93(3), 448-484.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sce.20306>
- Sandoval, W., A., . (2003). Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanations. *The Journal of the learning sciences*, 12(1), 5-51.
- Tang, K.S. (2016). Constructing scientific explanations through premise–reasoning–outcome (PRO): an exploratory study to scaffold students in structuring written explanations. *International Journal of Science Education*, 38(9), 1415-1440.
- Thomson, P. (2016). *Educational leadership and pierre bourdieu*. Routledge.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wanloh, S., & Nuangchalerm, P. (2022). Developing scientific explanation of grade 10 biology students through sociobiological case-based learning. *Journal of education and teaching*, 9(3), 1086-1095.

- White, B. Y., & Frederiksen, J. R. (1998). Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students. *Cognition and Instruction*, 16, 3-118.
- Whitney, D. R., & Sabers, D. L. (1970). *Improving Essay Examination III. Use of Item Analysis" Technical Bulletin* 11. Mimeographed. (Iowa City : University Evaluation and Examination Service).
- Wilhelm, J. D., Baker, T. N., & Dube, J. (2001). *Strategic reading: Guiding students to lifelong literacy*, 6-12. Boynton/Cook.
- Wood, D. J., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89-100.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>
- Yao, J.X., Guo, Y.Y., & Neumann, K. (2016). Towards a hypothetical learning progression of scientific explanation. *Asia-pacific science education*, 2(1), 1-17.
- Zhang, Q., & Fiorella, L. (2024). *Effects of self-explaining feedback on learning from problem-solving errors*. Contemporary Educational Psychology, 79
- กรกนก เลิศเดชาภัทร และ ปริณดา ลิ้มปานานท์ พรหมรัตน์. (2561). ผลของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 46(2), 1-20.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับ ปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: . โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- จิรภัทร ศรีระอุดม และ กัญญารัตน์ โคจร. (2566). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 17(1), 44-54.
- เขมรัฐ จุฑานฤปกิจ. (2565). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจะนะชนูปถัมภ์ จังหวัดสงขลา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ*, 23(1), 89-101.

- ชลธิณี พาหุรัตน์. (2565). การศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐานของนักเรียนชั้นระดับ มัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 17(3), 148-157.
- ณัฐวดี ปฐมมีโชค, จีระวรรณ เกษสิงห์ และ เมษะมาศ คงเสมา. (2563). การสำรวจการสร้าง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสถานการณ์ปัญหาด้าน สุขภาพ. *เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 58: สาขา ศึกษาศาสตร์, สาขาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ, สาขามนุษยศาสตร์และ สังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ, 58-66.
- ณัฐวรรณ ศิริธร และ เอกภูมิ จันทะนันตี. (2562). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วย กลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ *วารสารมหาวิทยาลัย ศิลปากร*, 39(1), 130-141.
- นพมาศ ปลัดทอง. (2562). การศึกษาการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคนั่งร้านเสริม เรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยการนาตนเองของผู้เรียนในระบบการศึกษาทางไกล. 14(2) . *วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 14(2), 74-86.
- นภาลัย ต๊ะเสาร์ และ สุทธิดา จำรัส. (2564). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้?อินโฟกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มชาติพันธุ์. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา*, 4(2), 190 - 203.
- นวลจิตต์ เขาวีรติพงศ์. (2562). การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของผู้เรียนด้วย การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช*, 12(1), 40-54.
- นำพงศ์ จันทรโท สิริณา กิจเกื้อกูล และ สุริยา ชาปู้. (2020). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วย กลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้าง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาดุลยภาพ ร่างกายมนุษย์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 24(1), 176-187.
- ปริญญญา มัจฉา. (2565). การส่งเสริมทักษะการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนในรายวิชาเคมี 6 ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการ

- เรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการทำโครงการแบบย่อผ่านใบกิจกรรมบน padlet. วารสารราชชนกฉัตร, 19(2), 10-19.
- พัฒน์ดา มีลา และ ร่มเกล้า อาจเดช. (2560). การสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และการอธิบายทางวิทยาศาสตร์: การส่งเสริมการสร้างควมหมายในชั้นเรียน. วารสาร ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 19(3), 1-15.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2564). เทคนิคการวัดและประเมินผลการเรียนรู้. นครปฐม: สำนักพิมพ์เพชรเกษมการพิมพ์.
- พิริยะ วรรณไทย และ ชนินันท์ พฤษทรัพย์ประมุข. (2564). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อ ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 [ปริญญานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ภัทรสุดา หาดขุนทด นวลจิตต์ เขาวีรดิพงษ์ และ ดวงเดือน สุวรรณจินดา. (2563). ผลการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศรอบตัว และการสร้างคำอธิบาย เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบ วิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 35(1), 35-47.
- รัตน์ะ บัวสนธ์. (2552). วิจัยเชิงคุณภาพทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- วันเพ็ญ คำเทศ, ทศธริน วรรณเกตุศิริ, และ นันทรัตน์ เครืออินทร์. (2563). การประเมิน ความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผ่านปัญหาที่เน้นบริบทของนักศึกษาครู ชีววิทยา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 31(3), 45-59.
- วันวิสาข์ รักงาม และ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2562). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการ สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดย การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐาน, วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 34(2), 52-65.
- ศศิกันต์ นิมดำ นวลจิตต์ เขาวีรดิพงษ์ และ ดวงเดือน สุวรรณจินดา. (2563). ผลการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาด

- เล็ก สังกัดสหวิทยาเขตชุมพร 2 จังหวัดชุมพร. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 35(2), 96-109.
- สิริพงษ์ แพทย์วงศ์. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการสอนแบบ PRO ต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เสียง. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 21. ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- สมเกียรติ อินทสิงห์. (2558). การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสำหรับนักเรียนกลุ่มเสี่ยง โดยใช้เทคนิคสแกฟโฟลดิ้ง. *วารสารวิชาการ มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 8(1), 1132-1147.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุชาดา ศรีศกุน. (2565). การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในบทเรียนเรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 13(1), 29-47.
- สุนทร สืบคำ. (2561). *บทเรียนแห่งการเรียนรู้ เรื่อง เทคนิคและวิธีการสอนรูปแบบ Scaffolding*. <https://erp.mju.ac.th/articleDetail.aspx?qid=803>
- สุภางค์ จันทวานิช. (2559). *การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรพงษ์ คงสัตย์ และ ธีรชาติ ธรรมวงศ์. (2551). *การหาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC)*. <https://www.mcu.ac.th/article/detail/14329>
- หนึ่งฤทัย เขียวสวัสดิ์, วิจิต สุรัตน์เรืองชัย และ ปริญญา ทองสอน. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับกลวิธีเสริมต่อการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการอ่านจับใจความภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 23(2), 371- 381.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ



รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1) ผศ.ดร.เอกภูมิ จันทรขันตี | ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 2) ผศ.ดร. อภิชาติ พยัคฆิน | ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
วิทยาลัย การฝึกหัดครู
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร |
| 3) ดร.พิริยะ วรณไทย | ครูวิทยฐานะชำนาญการ
โรงเรียนฤทธิยะวรรณาลัย |



ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ ลมฟ้าอากาศ เรื่อง ความชื้น
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้

รหัสวิชา ว21102 รายวิชา วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ชื่อหน่วย ลมฟ้าอากาศรอบตัว เวลา 17 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ความชื้น เวลา 2 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1. ตัวชี้วัด

1. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศจากข้อมูลที่รวบรวมได้

2. ความคิดรวบยอด/สาระสำคัญ

ความชื้นคือไอน้ำที่อยู่ในอากาศ ค่าความชื้นอากาศสามารถแสดงได้ในแบบความชื้นสัมบูรณ์และความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นสัมบูรณ์เป็นปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์เป็นค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศกับปริมาณไอน้ำอิ่มตัว ณ อุณหภูมิ ความดัน และปริมาตรเดียวกัน ความชื้นสัมพัทธ์ขึ้นอยู่กับปริมาณไอน้ำในพื้นที่นั้น และอุณหภูมิของอากาศ โดยสภาพแวดล้อมของพื้นที่ส่งผลต่อความชื้นสัมพัทธ์เช่นกัน เมื่อความชื้นสัมพัทธ์มีค่า 100% อากาศจะอิ่มตัวไปด้วยไอน้ำ เมื่ออุณหภูมิอากาศลดลงอีก ไอน้ำในอากาศจะเริ่มควบแน่นกลายเป็นละอองน้ำเล็กๆ เกิดเป็นเมฆ หมอก หรือน้ำค้าง อุปกรณ์ที่นิยมใช้วัดความชื้นมี 2 ชนิดคือ ไฮโกรมิเตอร์ และไซโครมิเตอร์

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (Knowledge: K)

1. นักเรียนสามารถอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นอากาศในแต่ละบริเวณได้

3.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ (Process/Skills: P)

1. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นอากาศได้

2. นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นอากาศในแต่ละบริเวณจากประเด็นหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attributes: A)

1. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อน้ำที่ได้รับมอบหมาย

4. สาระการเรียนรู้

4.1 ความรู้ (K)

ความชื้นในอากาศ

5. หลักฐานการเรียนรู้ (ภาระงาน)

1. ใบกิจกรรมที่ 5.1 ผ่าแห้งหรือยัง
2. ใบกิจกรรมที่ 5.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นอากาศ
3. ใบกิจกรรมที่ 5.3 สะพานมอญที่รัก

6. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	เครื่องมือ	วิธีการวัด	เกณฑ์การตัดสิน
ด้านความรู้ 1. นักเรียนสามารถอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นอากาศในแต่ละบริเวณได้	ข้อคำถามตามแผนการจัดกาเรียนรู้	สังเกตจากการตอบคำถาม	นักเรียนสามารถอธิบายและตอบคำถามได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนข้อคำถามตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด
ด้านทักษะ/กระบวนการ 1. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นอากาศได้	ใบกิจกรรมที่ 5.2	ตรวจจากใบกิจกรรม	นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลได้สอดคล้องและถูกต้อง
2. นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นอากาศในแต่ละบริเวณจากประเด็นหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	ใบกิจกรรมที่ 5.1 และ 5.3	ตรวจจากใบกิจกรรม	นักเรียนมีความสามารถในการระบุข้อกล่าวอ้างหลักฐาน และการให้เหตุผลอยู่ในระดับปานกลางขึ้นไป

จุดประสงค์การเรียนรู้	เครื่องมือ	วิธีการวัด	เกณฑ์การตัดสิน
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อน้ำที่ที่ได้รับมอบหมาย	แบบประเมิน พฤติกรรม	สังเกตจาก พฤติกรรมในชั้นเรียน	นักเรียนมีผลการ ประเมินอยู่ในระดับดี ขึ้นไป

7. กิจกรรมการเรียนรู้

จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้

คาบที่ 1 (50 นาที)

1. ขั้นเปิดประเด็นคำถาม (10 นาที)

1.1 ครูทบทวนเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความดันอากาศ จากคาบเรียนที่ผ่านมา โดยการถามคำถามที่ว่า “ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อความดันอากาศ”

1.2 ครูนำนักเรียนเข้าสู่เรื่องโดยตั้งประเด็นคำถามคือ “นักเรียนคิดว่าอะไรที่ทำให้ผ้าที่ตากในแต่ละวันแห้งเร็วหรือแห้งช้า” (นักเรียนตอบตามความรู้ความเข้าใจเดิมของตนเอง)

1.3 นักเรียนพิจารณาภาพผ้าที่ตาก ดังภาพ



ที่มา <https://www.pexels.com/th-th/photo/28434875/>

1.4 จากภาพดังกล่าว ครูใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

“จากภาพ ถ้าผ้าชนิดเดียวกันถูกซักและนำไปตากที่ช่วงเวลาเดียวกันจำนวน 2 ชั่วโมง ใน 3 บริเวณ ได้แก่ ในที่ร่ม กลางแจ้ง และบริเวณใกล้แหล่งน้ำ ผ้าในบริเวณใดจะแห้งเร็วที่สุดเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูล หลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบนั้น”

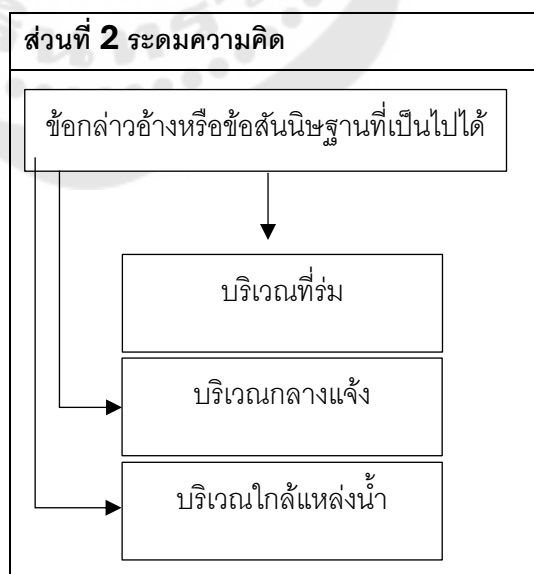
1.5 ครูทบทวนโดยการสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบ ประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล หากนักเรียนยังไม่เข้าใจให้ครูอธิบายพร้อมยกตัวอย่างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อีกครั้งหนึ่ง

2. ขั้นระดมความคิดเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง (10 นาที)

2.1 ครูแบ่งกลุ่มทำกิจกรรม 4-5 คน โดยคละความสามารถของนักเรียน พร้อมแจกใบกิจกรรมที่ 5.1 เรื่อง ผ้าแห้งหรือยัง สำหรับการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ในประเด็นคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ก่อนหน้า

2.2 ครูกล่าวว่า “ในขั้นตอนนี้ คนจะมาช่วยกันระดมความคิดกันภายในกลุ่มคำถามที่ถามว่า “จากภาพ ถ้าผ้าชนิดเดียวกันถูกซักและนำไปตากที่ช่วงเวลาเดียวกันจำนวน 2 ชั่วโมง ใน 3 บริเวณ ได้แก่ ในที่ร่ม กลางแจ้ง และบริเวณใกล้แหล่งน้ำ ผ้าในบริเวณใดจะแห้งเร็วที่สุด เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูล หลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบนั้น” แล้วให้นักเรียนเขียนคำตอบหรือข้อสันนิษฐานที่เป็นไปได้ที่ลงในใบกิจกรรมที่ 5.1 (ส่วนที่ 2 การระดมความคิด)

2.3 นักเรียนร่วมกันระดมความคิดภายในกลุ่มเพื่อระบุข้อกล่าวอ้างหรือข้อสันนิษฐานเกี่ยวกับคำถามที่ครูกำหนดจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ลงในใบกิจกรรม โดยมีแนวทางในการเขียนแผนผังความคิดเกี่ยวกับข้อสันนิษฐานที่เป็นไปได้ด้วยแผนภาพ



2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อสันนิษฐานของกลุ่มตนเองให้เพื่อนร่วมชั้นเรียนรับฟัง

2.5 หากนักเรียนยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับ ข้อกล่าวอ้าง ให้ครูอธิบายและเน้นย้ำอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งเป็นคำตอบของนักเรียนต่อสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยคำตอบจะถูกตั้งหรือไม่ขึ้นขึ้นอยู่กับหลักฐานและเหตุผลที่นักเรียนจะนำมาสนับสนุน

3. ขั้นค้นหาหลักฐาน (30 นาที)

3.1 ครูกล่าวว่า “เมื่อนักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างแล้ว ให้นักเรียนค้นหาหลักฐานเพื่อมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือคำตอบที่สร้างขึ้นเมื่อก่อนหน้า” โดยครูเป็นผู้อธิบายกิจกรรมและให้นักเรียนทำกิจกรรม เพื่อศึกษาว่าปัจจัยใดส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นอากาศในแต่ละบริเวณในใบกิจกรรมที่ 5.2 แบ่งออกเป็น 4 กิจกรรมย่อย ดังนี้

กิจกรรมย่อยที่ 1 ครูให้นักเรียนศึกษาชุดสถิติที่ครูเตรียมมาให้ โดยการเปรียบเทียบความแห้งของผ้าชนิดเดียวกัน แต่ละชุดทั้งหมด 3 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 ในบีกเกอร์มีน้ำ และนำผ้ามาตากไว้ที่บริเวณด้านบนของบีกเกอร์ และนำไปตากแดดจำนวน 4 ชั่วโมง

ชุดที่ 2 บีกเกอร์เปล่าและนำผ้ามาตากไว้ที่บริเวณด้านบนของบีกเกอร์ และนำไปตากแดดจำนวน 4 ชั่วโมง

ชุดที่ 3 บีกเกอร์เปล่าและนำไปตากใบบริเวณที่ร่ม จำนวน 4 ชั่วโมง



เมื่อครบ 4 ชั่วโมง นำผ้าแต่ละผืนใส่ถุงพลาสติกแยกกัน แล้วปิดถุงให้มิดชิด จากนั้นให้นักเรียนบันทึกผลลักษณะของผ้าจาก 3 ชุดการทดลองว่ามีความแห้งแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไรโดยการจับผ้าที่อยู่ในถุงพลาสติก บันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 5.2 กิจกรรมย่อยที่ 1 เรื่อง ผืนไหนดีนะ

กิจกรรมย่อยที่ 2 ครูให้นักเรียนสืบค้นความหมายของความชื้นสัมบูรณ์และปริมาณไอน้ำอิ่มตัว จากนั้นครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันจนนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง (สรุปได้ว่า ความชื้นสัมบูรณ์คือปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศ ทำให้อากาศมีความชื้น เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง หรือรูปแบบอื่นของหยาดน้ำฟ้า ส่วนปริมาณไอน้ำอิ่มตัวเป็นปริมาณไอน้ำสูงสุดที่อากาศสามารถรับได้ ณ อุณหภูมิและ

ความดันหนึ่ง ๆ ในหนึ่งหน่วยปริมาตร) จากนั้นศึกษากราฟที่แสดงปริมาณไอน้ำอิ่มตัวในอากาศที่อุณหภูมิต่าง ๆ และสรุปผลจากกราฟ พร้อมกับตอบคำถามท้ายกิจกรรม ลงในใบกิจกรรมที่ 5.2 กิจกรรมย่อยที่ 2 เรื่อง ความชื้นสัมบูรณ์และปริมาณไอน้ำอิ่มตัว

กิจกรรมย่อยที่ 3 ครูให้นักเรียนสืบค้นความหมายของความชื้นสัมพัทธ์ จากนั้นครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันจนนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง (สรุปได้ว่า ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นค่าเปรียบเทียบปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศกับปริมาณไอน้ำอิ่มตัว ณ อุณหภูมิ ความดัน และปริมาตรเดียวกัน ซึ่งค่าความชื้นสัมพัทธ์สามารถบอกได้ว่า ในขณะนั้นอากาศมีความชื้นมากหรือน้อยเมื่อเทียบกับความสามารถของอากาศที่จะรับไอน้ำได้ทั้งหมด และอากาศจะสามารถรับปริมาณไอน้ำได้อีกมากน้อยเพียงใด) จากนั้นให้นักเรียนศึกษาตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์จากไซโครมิเตอร์ พร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรมลงในใบกิจกรรมที่ 5.2 กิจกรรมย่อยที่ 3 เรื่อง การหาค่าความชื้นสัมพัทธ์

กิจกรรมย่อยที่ 4 นักเรียนศึกษาผลการทดลองความสัมพันธ์ของความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิอากาศในช่วงเวลาต่าง ๆ ที่บริเวณเดียวกัน และบริเวณต่างกัน และตอบคำถามท้ายกิจกรรมลงในใบกิจกรรมที่ 5.2 กิจกรรมย่อยที่ 4 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์

3.2 นักเรียนวางแผนและแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่ม เพื่อเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือสืบค้นหลักฐานหรือองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้นก่อนหน้า

3.3 นักเรียนในกลุ่มช่วยกันค้นหาหลักฐานเพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่สามารถใช้ได้

3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อมูลหลักฐานที่กลุ่มตนเองได้เรียนรู้และสืบค้นได้ โดยเขียนลงในใบกิจกรรมที่ 5.1 (ส่วนที่ 3 หลักฐานประกอบคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์)

3.5 ครูสุ่มนักเรียน 1-2 กลุ่ม เพื่อนำเสนอข้อมูลหลักฐานที่สืบค้นได้ให้นักเรียนในห้องฟัง แล้วให้นักเรียนในห้องช่วยกันเสนอหลักฐานเพิ่มเติม และพิจารณาหลักฐานของกลุ่มตัวเองว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกับเพื่อนหรือไม่

3.6 หากนักเรียนยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับหลักฐาน ให้ครูอธิบายและเน้นย้ำอีกครั้งหนึ่ง ว่า “หลักฐานเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยในสถานการณ์นี้เป็น รายงานการทดลอง ข้อมูลหรือองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องที่เพียงพอและถูกต้องในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนั้น ถ้าหากนักเรียนทำไม่ถูกต้อง ครูและนักเรียนจะร่วมกันอภิปรายหลักฐานของแต่ละกลุ่ม จนนำไปสู่คำตอบหรือหลักฐานที่ถูกต้อง

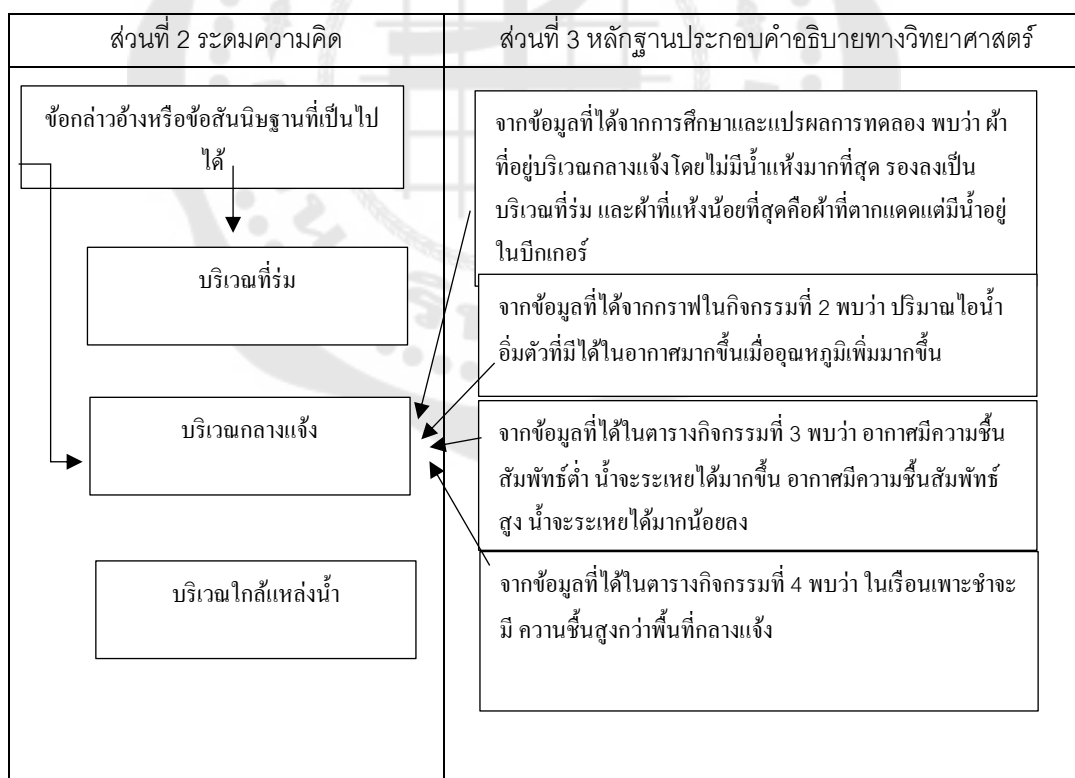
คาบที่ 2 (50 นาที)

4. ขั้นเขียนแผนภาพ (15 นาที)

4.1 ครูกล่าวว่า “เมื่อนักเรียนได้ระบุข้อกล่าวอ้าง และค้นหาหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ เพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสร้างขึ้นก่อนหน้าแล้ว ต่อไปนักเรียนจะต้องพิจารณาหลักฐานที่นักเรียนสืบค้นว่า หลักฐานดังกล่าวสนับสนุน ชัดแย้ง หรือเกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้างของนักเรียน โดยจะพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของหลักฐานและข้อกล่าวอ้างเหล่านี้โดยการเขียนแผนภาพเชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง”

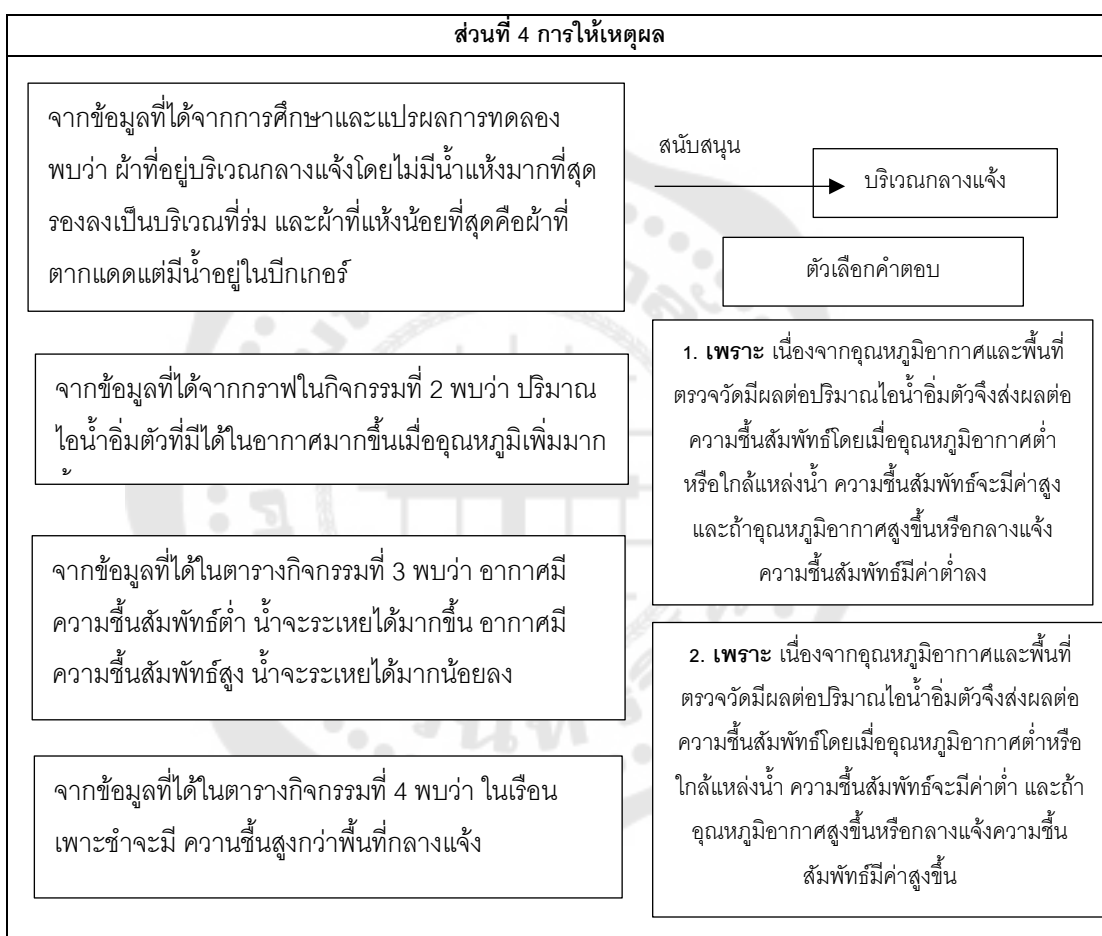
4.2 นักเรียนเขียนแผนภาพเชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสร้างขึ้น โดยหากยังมีนักเรียนที่ไม่เข้าใจเกี่ยวกับการเขียนแผนภาพหรือการใช้ลูกศรแสดงการเชื่อมโยง ให้ครูทบทวนพร้อมยกตัวอย่างอีกครั้งหนึ่ง

4.3 นักเรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานได้จากการทำกิจกรรมและสืบค้น (จากขั้นค้นหาหลักฐาน) กับข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้น (จากขั้นระดมความคิด) ด้วยเครื่องหมายลูกศรเชื่อมโยงข้อมูลในใบกิจกรรมที่ 5.1 ส่วนที่ 2 และ 3 เข้าด้วยกัน โดยมีแนวทางการเขียนแผนภาพดังภาพ



4.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอการเขียนแผนภาพเชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้น จากนั้นครูกล่าวเพิ่มเติมในส่วนของหลักฐานที่ไม่เกี่ยวข้องหรือขัดแย้ง

4.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนเหตุผลลงในช่องที่ครูกำหนดให้ลงในใบกิจกรรมที่ 5.1 ผ้าแห้งหรือยัง (ส่วนที่ 4 การให้เหตุผล) หากนักเรียนยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับเหตุผล ครูสามารถทบทวนโดยการอธิบายพร้อมยกตัวอย่างให้กับนักเรียนอีกครั้ง และหากกลุ่มใดไม่สามารถเขียนเหตุผลได้ ครูยังคงช่วยเหลือโดยการนำเสนอเหตุผลให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายและเลือก 1 เหตุผลจากตัวเลือกที่ครูกำหนดให้ (Scaffolding และการถอด Scaffolding)



4.6 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายว่า “จากเหตุผลที่เลือกและเขียนมา นักเรียนคิดว่า เหตุผลดังกล่าวเหมาะสม ครบถ้วนและเป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร” สรุปจนได้เหตุผลที่ถูกต้องเหมาะสมและจากนั้นนักเรียนนำข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลที่สัมพันธ์กันนี้มาสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์)

5. ขั้นสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (15 นาที)

5.1 ครูกล่าวว่า “ในคาบที่ผ่านมา นักเรียนได้ระบุข้อกล่าวอ้าง ค้นหาหลักฐาน และเขียนแผนภาพเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานที่สืบค้นได้กับข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้นพร้อมให้เหตุผลประกอบเรียบร้อย ในคาบนี้เราจะนำองค์ประกอบเหล่านั้นมาเรียบเรียงเพื่อสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์พร้อมกัน”

5.2 ครูทบทวนการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบคือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล ที่นักเรียนได้เขียนลงในใบกิจกรรมที่ 5.1 ในขั้นตอนก่อนหน้ามาเรียบเรียงและใช้คำเชื่อมตามรูปแบบที่ครูนำเสนอ

5.3 นักเรียนในกลุ่มร่วมกันสร้างอธิบายทางวิทยาศาสตร์ลงในใบกิจกรรมที่ 5.1 (ส่วนที่ 5 คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์) เพื่อตอบคำถามในประเด็นที่ครูกำหนดว่า **“จากภาพ ถ้าผ้าชนิดเดียวกันถูกซักและนำไปตากที่ช่วงเวลาเดียวกันจำนวน 2 ชั่วโมง ใน 3 บริเวณ ได้แก่ ในที่ร่ม กลางแจ้ง และบริเวณใกล้แหล่งน้ำ ผ้าในบริเวณใดเร็วที่สุด เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูล หลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบนั้น”** (รูปแบบที่ 1)

ส่วนที่ 5 คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
บริเวณกลางแจ้ง จากข้อมูลที่ได้จากผลการทดลอง พบว่า ผ้าที่ตากกลางแจ้งแห้งที่สุด รองลงมา เป็นบริเวณในที่ร่ม และบริเวณใกล้แหล่งน้ำแห้งน้อยที่สุดที่ได้มาจากกิจกรรมย่อยที่ 1 เนื่องจาก ปริมาณไอน้ำในอากาศมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มมากขึ้น อากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำน้ำจะระเหยได้มากขึ้น อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูง น้ำจะระเหยได้น้อยลง พื้นที่ที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำมีปริมาณไอน้ำมากกว่าจึงมีความชื้นสูงกว่าพื้นที่กลางแจ้ง และพื้นที่ที่อยู่ในบริเวณในที่ร่มยังคงมีปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศ ในบริเวณดังกล่าวจึงมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่ากลางแจ้ง เนื่องจากอุณหภูมิอากาศและพื้นที่ที่ตรวจวัดมีผลต่อปริมาณไอน้ำอิ่มตัวจึงส่งผลต่อความชื้นสัมพัทธ์โดยเมื่ออุณหภูมิอากาศต่ำหรือใกล้แหล่งน้ำ ความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าสูง และถ้าอุณหภูมิอากาศสูงขึ้นหรือกลางแจ้งความชื้นสัมพัทธ์มีค่าต่ำลง

5.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หน้าชั้นเรียน

5.5 นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่แต่ละกลุ่มสร้างขึ้น พร้อมคัดเลือกคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและสมบูรณ์มากที่สุด และรับฟังคำแนะนำจากครู

5.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตอบคำถามเพื่อสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความชื้นในอากาศ และอภิปรายจนได้คำตอบ

1. อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเวลาต่าง ๆ ในพื้นที่เดียวกัน
เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร (สรุปได้ว่า อุณหภูมิอากาศมีค่าต่ำในช่วงเช้าและเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งช่วงบ่ายจากนั้น

จึงมีค่าลดลง ความชื้นสัมพัทธ์ในบางพื้นที่ เช่น เรือนเพาะชำ มีค่าสูงในช่วงเช้าและลดต่ำลงจนกระทั่งช่วงบ่ายจากนั้นจึงสูงขึ้น ส่วนบริเวณกลางแจ้งมีค่าสูงในช่วงเช้า และลดต่ำลงในช่วงบ่าย)

2. อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร และเพราะเหตุใด (สรุปได้ว่า มีความสัมพันธ์กันโดยเมื่ออุณหภูมิอากาศต่ำ ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูง อุณหภูมิอากาศสูงขึ้นความชื้นสัมพัทธ์มีค่าต่ำลง เนื่องจากอุณหภูมิอากาศมีผลต่อปริมาณไอน้ำอิ่มตัวจึงส่งผลต่อความชื้นสัมพัทธ์)

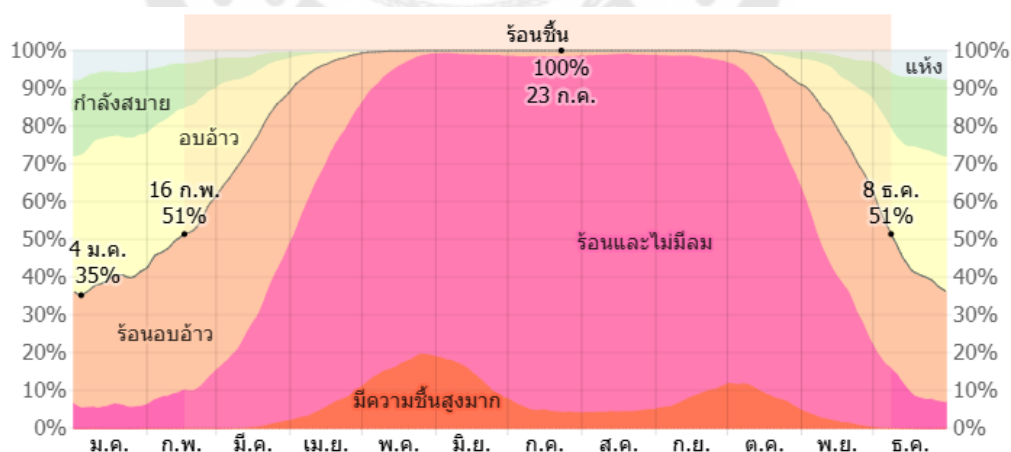
3. ความชื้นสัมพัทธ์ในเวลาเดียวกันแต่ละพื้นที่แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (สรุปได้ว่า ในเวลาเดียวกันแต่ละพื้นที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์แตกต่างกัน เช่น เวลาเดียวกัน พื้นที่ในร่มจะมีความชื้นสัมพัทธ์มากกว่ากลางแจ้ง)

4. ความชื้นสัมพัทธ์กับพื้นที่ตรวจวัดมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร (สรุปได้ว่า มีความสัมพันธ์กัน โดยพื้นที่ที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำจะมีความชื้นสูงกว่าพื้นที่กลางแจ้ง เนื่องจากมีปริมาณไอน้ำจริงมากกว่า และพื้นที่ที่อยู่ในบริเวณปิดจะมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่ากลางแจ้งเนื่องจากไอน้ำจริงไม่เคลื่อนย้ายจากบริเวณดังกล่าวมากนัก)

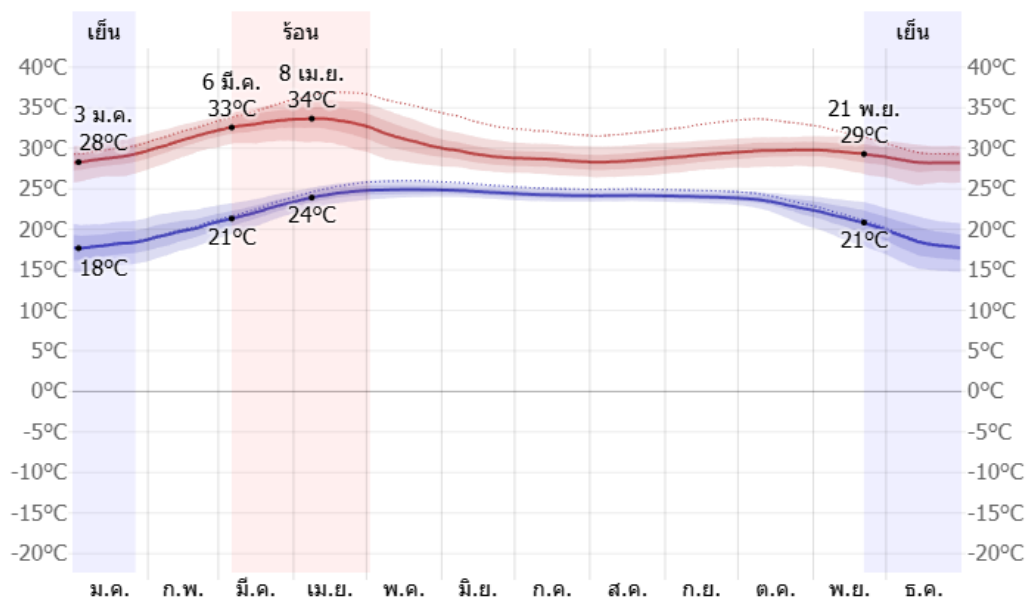
5. ปัจจัยที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์มีอะไรบ้าง (สรุปได้ว่า อุณหภูมิอากาศ ลักษณะทางกายภาพพื้นที่ที่ตรวจวัด และเวลาในการตรวจวัด)

6. ชั้นสร้างคำอธิบายใหม่ (20 นาที)

6.1 กรุณาเสนอสถานการณ์ที่นำไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ดังนี้



กราฟแสดงระดับความสบายต่อความชื้นในอำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี



กราฟแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนในอำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี

“มานะศึกษาข้อมูลที่กำหนดให้ เพื่อทำการวางแผนไปดูทะเลหมอก ที่สะพานมอญ อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี จากข้อมูลดังกล่าวมานะสรุปได้ว่าควรไปเที่ยวในช่วงเดือนมีนาคม ข้อสรุปของมานะถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูล หลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบนั้น”

6.2 นักเรียนเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ลงในใบกิจกรรมที่ 5.3 เรื่องสะพานมอญที่รัก เป็นรายบุคคล จากนั้นนำเสนอคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น และร่วมกันลงข้อสรุป เพื่อประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และได้ให้ความช่วยเหลือนักเรียนในครั้งต่อไป

คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ไม่ถูกต้อง จากข้อมูลที่ได้อ่านพบว่า ในช่วงเดือนมีความชื้นเฉลี่ยอยู่ที่ 30% และอากาศมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 34 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับเดือนธันวาคมที่มีความชื้นเฉลี่ยอยู่ที่ 51% และมีอากาศมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 26 องศาเซลเซียส เพราะ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ จะแสดงถึงอุณหภูมิอากาศสูง ปริมาณไอน้ำในอากาศจึงมีอยู่น้อย อากาศสามารถรับไอน้ำได้อีกมาก จึงไม่สามารถอิ่มตัวกลายเป็นหมอกได้

ข้อกล่าวอ้าง : ไม่ถูกต้อง

หลักฐาน : จากกราฟพบว่า ในช่วงเดือนมีความชื้นเฉลี่ยอยู่ที่ 30% และอากาศมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 34 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับเดือนธันวาคมที่มีความชื้นเฉลี่ยอยู่ที่ 51% และมีอากาศมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 26 องศาเซลเซียส

เหตุผล : เพราะ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะแสดงถึงอุณหภูมิอากาศสูง ปริมาณไอน้ำในอากาศจึงมีอยู่น้อย อากาศสามารถรับไอน้ำได้อีกมาก จึงไม่สามารถอิ่มตัวกลายเป็นหมอกได้

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2
2. สื่อประกอบการสอน PowerPoint เรื่อง ความชื้นในอากาศ
3. ใบกิจกรรมที่ 5.1 ผ้าแห้งหรือยัง
4. ใบกิจกรรมที่ 5.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นอากาศ
5. ใบกิจกรรมที่ 5.3 สะพานมอญที่รัก



ใบกิจกรรมที่ 5.1 ผ้าแห้งหรือยัง

กลุ่มที่

1.....เลขที่.....

2.....เลขที่.....

3.....เลขที่.....

4.....เลขที่.....

คำชี้แจง นักเรียนอ่านสถานการณ์คำถามต่อไปนี้ และสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบที่ครูกำหนดให้

ส่วนที่ 1 สถานการณ์คำถาม



“จากภาพ ถ้าผ้าชนิดเดียวกันถูกซักและนำไปตากในช่วงเวลาเดียวกันจำนวน 2 ชั่วโมง ใน 3 บริเวณ ได้แก่ ในที่ร่ม กลางแจ้ง และบริเวณใกล้แหล่งน้ำ ผ้าในบริเวณใดแห้งเร็วที่สุด เพราะเหตุใด จึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูล หลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบนั้น”

ส่วนที่ 2 ระดมความคิด	ส่วนที่ 3 หลักฐานประกอบคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
	คำอธิบายการใช้เครื่องหมายลูกศร 1) ลูกศรตรง ($\Rightarrow$) แสดงถึง หลักฐานสามารถสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้น 2) ลูกศรมีขีดทับ ($\nRightarrow$) แสดงถึง หลักฐานสามารถที่ขัดแย้งกับข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้น 3) หากหลักฐานที่นำมาไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างใด ๆ ไม่ต้องทำเครื่องหมายลูกศร

ส่วนที่ 4 การให้เหตุผล
ส่วนที่ 5 คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 5.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นอากาศ

กลุ่มที่

1.....เลขที่.....

2.....เลขที่.....

3.....เลขที่.....

4.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม 4 กิจกรรมย่อยดังนี้

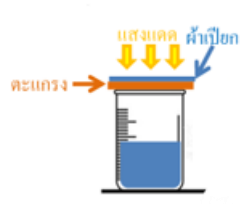
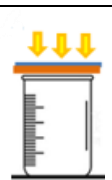
กิจกรรมย่อยที่ 1 เรื่อง ผ้าผืนไหนนะ

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาชุดสาธิตที่ครูเตรียมมาให้ แล้วบันทึกผลลงในตารางและตอบคำถามท้ายกิจกรรม

วิธีทำ

1. ตัวแทนกลุ่มออกมาจับผ้าจากชุดสาธิต โดยเปรียบเทียบความแห้งของผ้าทั้ง 3 ชุด ได้แก่ ชุดที่ 1 2 และ 3
2. ตัวแทนกลุ่มอธิบายความแห้งของผ้าให้สมาชิกในกลุ่มฟัง และบันทึกผลลงในตาราง
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายสาเหตุที่ทำให้ผ้ามีความแห้งแตกต่างกัน
4. ตอบคำถามท้ายกิจกรรม

ตารางบันทึกผลเปรียบเทียบความแห้งของผ้าแต่ละชุด

ชุดสาธิต	ภาพประกอบ	คำอธิบายชุดสาธิต	ความแห้งของผ้า
1		เป็นการจำลองการตากผ้าในพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำ	น้อยที่สุด
2		เป็นการจำลองการตากผ้าในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง	มากที่สุด
3		เป็นการจำลองการตากผ้าในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ	น้อยกว่าชุดที่ 2 แต่มากกว่าชุดที่ 1

คำถามท้ายกิจกรรม

1. กระบวนการเปลี่ยนสถานะของน้ำที่ทำให้ผ้าแห้งคืออะไร
แนวคำตอบกระบวนการระเหย
2. สาเหตุที่ทำให้ผ้ามีความแห้งแตกต่างกันคืออะไร
การระเหยของน้ำในผ้าที่ต่างกัน
3. สาเหตุที่ทำให้น้ำในผ้ามีการระเหยแตกต่างกันคืออะไร
ความชื้นอากาศ ณ บริเวณนั้น
4. จากชุดสาธิตชุดที่ 1 ชุดที่ 2 และชุดที่ 3 ตอบคำถาม ดังนี้
 - 4.1 ชุดใดมีความชื้นอากาศมากกว่ากัน
ชุดที่ 1 มีความชื้นอากาศมากกว่า ชุดที่ 3 และ 2 ตามลำดับ
 - 4.2 ปัจจัยใดที่ทำให้ความชื้นอากาศทั้งสามชุดนี้แตกต่างกัน
ลักษณะพื้นที่ ณ บริเวณนั้น โดยพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำจะมีความชื้นอากาศสูงกว่าพื้นที่ที่ไม่มีแหล่งน้ำ
เนื่องจากพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำจะมีการระเหยได้มากกว่า และพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะมีความชื้นอากาศต่ำกว่าพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

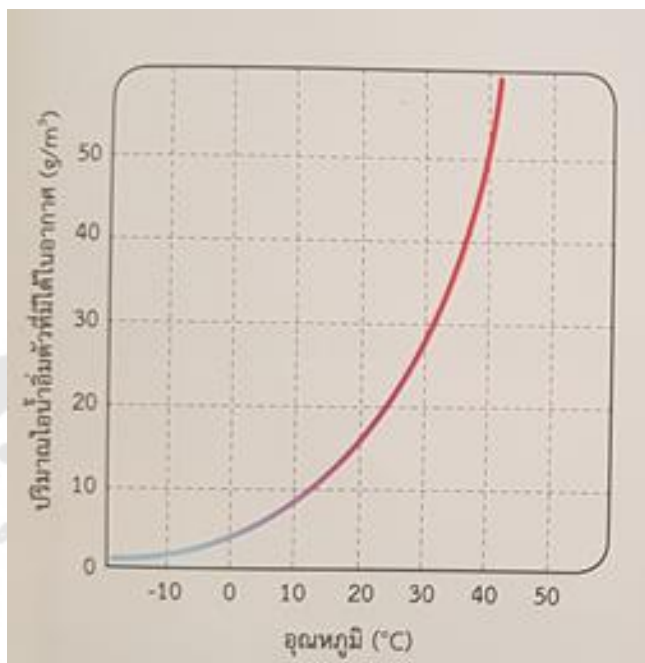
กิจกรรมย่อยที่ 2 เรื่อง ตามหาความหมาย

คำชี้แจง นักเรียนสืบค้นความหมายของความชื้นสัมบูรณ์ ปริมาณไอน้ำอิ่มตัว จากนั้นศึกษากราฟที่แสดงปริมาณไอน้ำอิ่มตัวในอากาศที่อุณหภูมิต่าง ๆ และสรุปผลจากกราฟ พร้อมกับตอบคำถามท้ายกิจกรรม

ความชื้นสัมบูรณ์ หมายถึง **ตราส่วนระหว่างมวลของไอน้ำในอากาศกับปริมาตรของอากาศนั้น**

ปริมาณไอน้ำอิ่มตัว หมายถึง **สภาพอากาศที่อุณหภูมิหนึ่ง เมื่ออากาศรับไอน้ำไว้จนเต็มที่แล้ว จึงทำให้อากาศไม่สามารถจะรับไอน้ำเพิ่มได้อีก อากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100**

สังเกตกราฟกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและปริมาณไอน้ำอิ่มตัวในอากาศ และตอบคำถามท้ายกิจกรรม



ที่มา: สสวท.2560

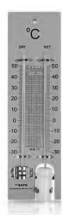
คำถามท้ายกิจกรรม

1. อากาศที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีปริมาณไอน้ำอิ่มตัวเท่าใด
แนวคำตอบ ประมาณ 15 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร
2. อากาศอุณหภูมิใดมีปริมาณไอน้ำสูงกว่ากันระหว่างอากาศที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส หรืออากาศที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส
แนวคำตอบ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีปริมาณไอน้ำสูงกว่า
3. อุณหภูมิอากาศและปริมาณไอน้ำอิ่มตัวมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
แนวคำตอบ เมื่ออุณหภูมิมีค่าสูงขึ้น ปริมาณไอน้ำอิ่มตัวที่มีได้ในอากาศจะเพิ่มขึ้น

กิจกรรมย่อยที่ 3 การหาค่าความชื้นสัมพัทธ์

คำชี้แจง นักเรียนสืบค้นความหมายของความชื้นสัมพัทธ์ จากนั้นให้นักเรียนหาค่าความชื้นสัมพัทธ์จากไฮครอ มิเตอร์จากตารางที่กำหนดให้ พร้อมตอบคำถามท้ายผลต่างของอุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์กระเปาะแห้งและ กระเปาะเปียก

ตารางแสดงระหว่างอุณหภูมิกระเปาะแห้งและผลต่างของอุณหภูมิกระเปาะเปียก และกระเปาะแห้ง(ความชื้นสัมพัทธ์)



อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิ	ผลต่างของอุณหภูมิกระเปาะเปียก และกระเปาะแห้ง (ความชื้นสัมพัทธ์)					
	1	2	3	4	5	6
35	93	87	80	74	68	63
34	93	86	80	74	68	62
33	93	86	80	73	67	61
32	93	86	79	73	66	61
31	93	86	79	72	66	60
30	92	85	78	72	65	59
29	92	85	78	71	64	58
28	92	85	77	70	64	57
27	92	84	77	70	63	56
26	92	84	76	69	62	56
25	92	84	76	68	61	54
24	91	83	75	68	60	53
23	91	83	75	67	59	52
22	91	82	74	66	58	50
21	91	82	73	65	57	49
20	91	81	73	64	56	48
19	90	81	72	63	54	46
18	90	80	71	62	53	44
17	90	80	70	61	51	43
16	89	79	69	59	50	41
15	89	78	68	58	48	39
14	89	78	67	57	46	37
13	88	77	66	55	45	34
12	88	76	65	53	43	32
11	87	87	75	63	52	40
10	87	74	62	50	38	27
9	86	73	60	48	36	24
8	86	72	59	46	33	20
7	85	71	57	43	30	17
6	85	70	55	41	27	13
5	84	68	53	38	24	9
4	83	67	51	35	20	5
3	82	65	49	32	16	1
2	82	64	46	29	12	
1	81	62	43	25	8	
0	80	60	40	21	3	

ความชื้นสัมพัทธ์ หมายถึง อัตราส่วนระหว่างมวลของไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศกับมวลของไอน้ำเมื่ออากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิและปริมาตรเดียวกัน

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 อุณหภูมิกระเปาะแห้งเป็น 30 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกระเปาะเปียกเป็นเท่าใด

แนวคำตอบ อุณหภูมิกระเปาะเปียกมีค่าเท่ากับ 28 องศาเซลเซียส

2. ถ้าอากาศมีความชื้นต่ำ น้ำจะระเหยได้มากขึ้นหรือน้อยลง เป็นเพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ถ้าอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ น้ำจะระเหยได้มากขึ้นเพราะความชื้นสัมพัทธ์ต่ำแสดงว่าปริมาณไอน้ำในอากาศมีอยู่น้อย อากาศยังสามารถรับไอน้ำได้อีกมาก จึงทำให้น้ำระเหยได้มากขึ้น

3. ถ้าอุณหภูมิจากเทอร์มิเตอร์กระเปาะแห้งและเทอร์มิเตอร์กระเปาะเปียกไม่ต่างกัน ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศควรมีค่าเท่าใด

แนวคำตอบ ความชื้นสัมพัทธ์จะเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์

กิจกรรมย่อยที่ 4 ปัจจัยที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาผลการทดลองความสัมพันธ์ของความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิอากาศในช่วงเวลาต่าง ๆ ที่บริเวณเดียวกัน และบริเวณต่างกัน และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

ตารางที่ 1 อุณหภูมิจากเทอร์มิเตอร์กระเปาะแห้ง กระเปาะเปียกและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณในเรือนเพาะชำ

เวลา (นาฬิกา)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)
	เทอร์มิเตอร์กระเปาะแห้ง	เทอร์มิเตอร์กระเปาะเปียก	
8.00	28.5	26.5	85
10.00	29.5	27.0	81
12.00	31.0	27.5	69
14.00	31.5	28.0	75
16.00	31.0	27.0	72

ตารางที่ 2 อุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง กระเปาะเปียกและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณกลางแจ้ง

เวลา (นาฬิกา)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)
	เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง	เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก	
8.00	29.0	26.5	74
10.00	30.5	27.0	75
12.00	33.0	27.0	61
14.00	33.0	27.0	61
16.00	32.0	26.5	58

ที่มา: สสวท.2560

คำถามท้ายกิจกรรม

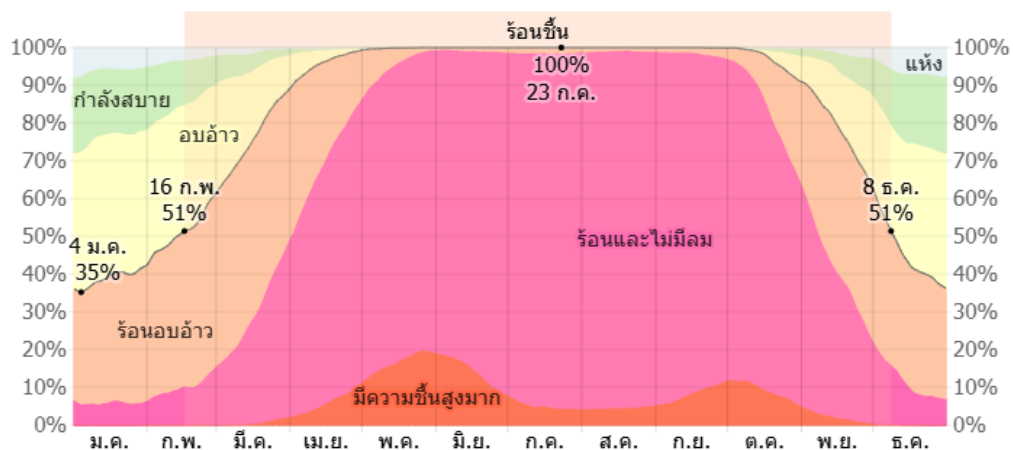
- อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเวลาต่าง ๆ ในพื้นที่เดียวกันเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร
 แนวคำตอบ อุณหภูมิอากาศมีค่าต่ำในช่วงเช้าและเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งในช่วงบ่ายจากนั้นจึงมีค่าลดลง ความชื้นสัมพัทธ์ในบางพื้นที่เช่นบริเวณเรือนเพาะชำ มีค่าสูงในช่วงเช้าและลดต่ำลงจนกระทั่งช่วงบ่าย จากนั้นจึงมีค่าสูงขึ้น ส่วนในบริเวณกลางแจ้งมีค่าสูงในช่วงเช้า และลดต่ำลงอีก
- อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร เพราะเหตุใด
 แนวคำตอบ สัมพันธ์กัน โดยเมื่ออุณหภูมิอากาศต่ำ ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูง อุณหภูมิอากาศสูงขึ้น ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าต่ำลง อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิอากาศมีผลต่อปริมาณไอน้ำอิ่มตัวจึงส่งผลต่อค่าความชื้นสัมพัทธ์
- ความชื้นสัมพัทธ์ในเวลาเดียวกันแต่ละพื้นที่แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
 แนวคำตอบ ในเวลาเดียวกันในแต่ละพื้นที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์แตกต่างกัน เช่น ณ เวลา 8.00 น. ความชื้นสัมพัทธ์ในเรือนเพาะชำมีค่า 85 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่บริเวณกลางแจ้งมีค่า 74 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าอุณหภูมิอากาศจะไม่แตกต่างกันมากโดยมีค่า 28.5 และ 29 องศาเซลเซียสตามลำดับ
- ความชื้นสัมพัทธ์กับพื้นที่ตรวจวัดมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร เพราะเหตุใด
 แนวคำตอบ มีความสัมพันธ์กัน โดยพื้นที่ที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำจะมีความชื้นสูงกว่าพื้นที่กลางแจ้ง เนื่องจากมีปริมาณไอน้ำจริงมากกว่า และพื้นที่ที่อยู่ในบริเวณปิดจะมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่ากลางแจ้ง เนื่องจากไอน้ำจริงไม่เคลื่อนย้ายจากบริเวณดังกล่าวมากนัก
- จากผลการทดลองนักเรียนสรุปได้อย่างไร
 แนวคำตอบ ปัจจัยที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ลักษณะทางกายภาพพื้นที่ที่ตรวจวัด และเวลาในการตรวจวัด

ใบกิจกรรมที่ 5.3 สะพานมอญที่รัก

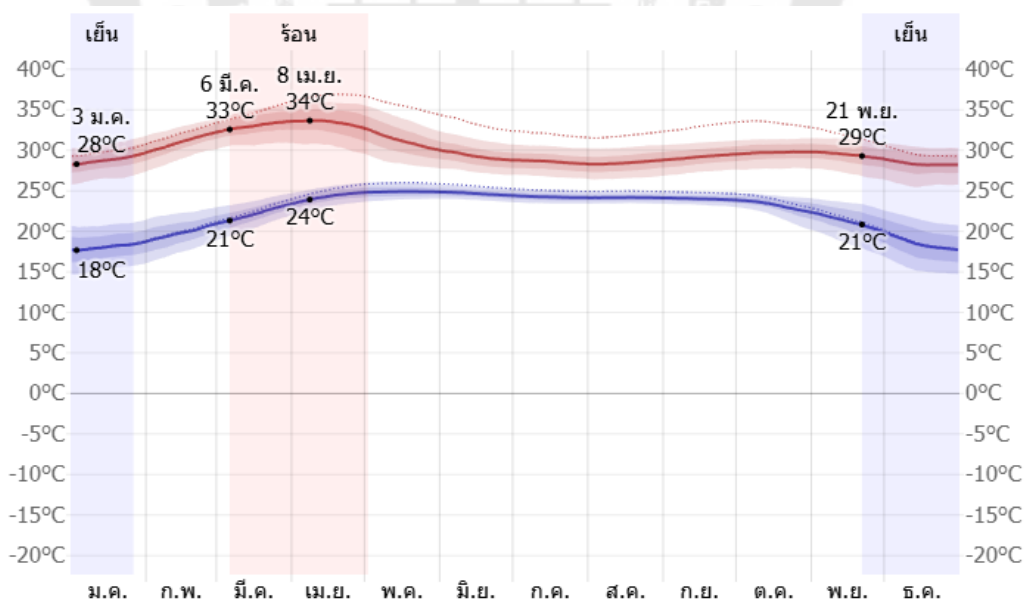
ชื่อ.....เลขที่.....

คำชี้แจง นักเรียนอ่านสถานการณ์คำถาม และสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้อง

สถานการณ์คำถาม



กราฟแสดงระดับความสบายต่อความชื้นในอำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี



กราฟแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนในอำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี

“มานะศึกษาข้อมูลที่กำหนดให้ เพื่อทำการวางแผนไปดูทะเลหมอก ที่สะพานมอญ อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี จากข้อมูลดังกล่าวมานะสรุปได้ว่าควรไปเที่ยวในช่วงเดือนมีนาคม ข้อสรุปของมานะถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีข้อมูล หลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบนั้น”

คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ไม่ถูกต้อง จากข้อมูลที่ได้อ่านพบว่า ในช่วงเดือนนี้มีความชื้นเฉลี่ยอยู่ที่ 30% และอากาศมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 34 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับเดือนธันวาคมที่มีความชื้นเฉลี่ยอยู่ที่ 51% และมีอากาศมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 26 องศาเซลเซียส เพราะ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ จะแสดงถึงอุณหภูมิอากาศสูง ปริมาณไอน้ำในอากาศจึงมีอยู่น้อย อากาศสามารถรับไอน้ำได้อีกมาก จึงไม่สามารถอิ่มตัวกลายเป็นหมอกได้ ข้อกล่าวอ้าง : ไม่ถูกต้อง หลักฐาน : จากกราฟพบว่า ในช่วงเดือนนี้มีความชื้นเฉลี่ยอยู่ที่ 30% และอากาศมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 34 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับเดือนธันวาคมที่มีความชื้นเฉลี่ยอยู่ที่ 51% และมีอากาศมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 26 องศาเซลเซียส เหตุผล : เพราะ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะแสดงถึงอุณหภูมิอากาศสูง ปริมาณไอน้ำในอากาศจึงมีอยู่น้อย อากาศสามารถรับไอน้ำได้อีกมาก จึงไม่สามารถอิ่มตัวกลายเป็นหมอกได้

เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Mcneil & Krajcik, 2008)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	1	2
ข้อกล่าวอ้าง	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง หรือเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่ชัดเจน อาจเขียนข้อกล่าวอ้างหลายข้อกล่าวอ้างและมีบางข้อกล่าวอ้างที่ไม่ถูกต้อง	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องและชัดเจน
หลักฐาน	ไม่มีการแสดงหลักฐานหรือหลักฐานที่แสดงไม่เหมาะสม (หลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง)	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพออาจมีหลักฐานบางประการที่ไม่เหมาะสม	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและเพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
การให้เหตุผล	ไม่แสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยง แต่มีการใช้หลักฐานซ้ำ หรือมีการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์บ้าง แต่ไม่เพียงพอ	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้างรวมถึงใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้เหมาะสมและเพียงพอ

แบบประเมินพฤติกรรม

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	การแสดงความคิดเห็น	☐	☐	☐
2	การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	☐	☐	☐
3	การทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	☐	☐	☐
4	ความมีน้ำใจ	☐	☐	☐
5	การตรงต่อเวลา	☐	☐	☐
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการการสร้างความอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 3 ข้อ คำแนบเต็ม 18 คะแนน
2. เวลาที่ใช้ทำแบบทดสอบ 50 นาที
3. ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่างที่กำหนดไว้ในแบบวัด โดยเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้สมบูรณ์

คำอธิบายเพิ่มเติม

ความสามารถในการสร้างความอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสร้างข้อความเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ สถานการณ์ หรือเหตุการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่อง ลมฟ้าอากาศ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ

- 1) ข้อกล่าวอ้าง เป็นข้อความที่แสดงถึงสิ่งที่เกิดขึ้นหรือข้อสรุปของปัญหา โดยเป็นข้อความที่อ้างหรือข้อความที่สามารถทดสอบได้ภายใต้การศึกษาปรากฏการณ์นั้น ๆ หรือข้อสรุปคำตอบของคำถาม
- 2) หลักฐาน เป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยอาจเป็นลักษณะของแผนภูมิ แผนภาพ รายงานการทดลอง หรือองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องที่เพียงพอและถูกต้องในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนั้น
- 3) การให้เหตุผล เป็นข้อความที่แสดงถึงความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงกันระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานที่มีอยู่ ตลอดจนเหตุผลในการนำหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนั้น โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาประกอบ

1. จงใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ตอบคำถามต่อไปนี้

ข้อมูลการตรวจวัดอุณหภูมิอากาศโดยใช้เทอร์มิสเตอร์กระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกของจังหวัด 3 จังหวัด ในช่วงเช้า กลางวัน และกลางคืนของวันเดียวกัน ได้ผลดังนี้

ช่วงเวลา	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง/อุณหภูมิกระเปาะเปียก °C		
	กรุงเทพฯ	ยะลา	เชียงใหม่
เช้า	26/25	26/20	20/17
กลางวัน	34/33	32/26	28/23
กลางคืน	24/21	26/24	22/21

กำหนดตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์จากไซโครมิเตอร์เป็นดังนี้

ตารางแสดงระหว่างอุณหภูมิกระเปาะแห้งและผลต่างของอุณหภูมิกระเปาะเปียก และอุณหภูมิกระเปาะแห้ง

อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิ	ผลต่างของอุณหภูมิกระเปาะเปียก และกระเปาะแห้ง °C												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
14	90	79	70	60	51	42	34	26	18	10			
16	90	81	71	63	54	46	38	30	23	15	8		
18	91	82	73	65	57	49	41	34	27	20	14	7	
20	91	83	74	66	59	51	44	37	31	24	18	12	6
22	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28	22	17	11
24	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31	26	20	15
26	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34	29	24	19
28	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37	32	27	22
30	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39	35	30	25
32	93	86	80	74	68	62	57	51	46	41	37	32	28
34	93	87	81	75	69	63	58	53	48	43	39	35	30
36	94	87	81	75	70	64	59	54	50	45	41	37	33

โดยการหาความชื้นสัมพัทธ์จากไซโครมิเตอร์สามารถหาได้จากนำความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิกระเปาะเปียกและแห้งไปเทียบกับอุณหภูมิกระเปาะแห้ง จึงทำให้ทราบค่าความชื้นสัมพัทธ์ขณะนั้นได้

แบบสัมภาษณ์สะท้อนการคิดและการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คำชี้แจง 1. การสัมภาษณ์ในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวข้องใน 2 ประเด็นดังนี้ 1. สะท้อนการคิดการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของตัวแทนนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันมีกระบวนการอย่างไร 2. เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้สามารถช่วยเหลือนักเรียนในขั้นตอนการให้เหตุผลได้หรือไม่ อย่างไร 2. การสัมภาษณ์ในครั้งนี้ ใช้ระยะเวลาประมาณ 15 นาที โดยมีการเก็บข้อมูลใน 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 ข้อมูลผู้สัมภาษณ์ ส่วนที่ 2 ข้อมูลผู้ถูกสัมภาษณ์ ส่วนที่ 3 แบบบันทึกการสัมภาษณ์ 3. ข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการสัมภาษณ์ในครั้งนี้จะถูกนำไปใช้เพื่อประโยชน์การวิจัยเท่านั้นและเป็นไปตามหลักจริยธรรมวิจัย โดยมีการใช้รหัสแทนชื่อและข้อมูลส่วนตัวของผู้ให้สัมภาษณ์ไม่สามารถระบุตัวตนหรือเชื่อมโยงถึงผู้ร่วมวิจัยได้ มีการบันทึกเสียง โดยนักวิจัยได้รับรองว่าจะเก็บรักษาข้อมูลของผู้ให้สัมภาษณ์ไว้ในที่ปลอดภัย 4. หากผู้เข้าร่วมวิจัยเกิดความอึดอัดหรือความไม่สบายใจในการสัมภาษณ์ สามารถแจ้งความประสงค์ในการไม่ตอบคำถามหรือหยุดการสัมภาษณ์ได้ทันที และจะไม่มีผลต่อท่านแต่อย่างใด	
ส่วนที่ 1 ข้อมูลผู้สัมภาษณ์ ชื่อ-สกุล ผู้สัมภาษณ์.....วัน/เดือน/ปี ที่สัมภาษณ์..... เวลา.....สถานที่.....	
ส่วนที่ 2 ข้อมูลผู้ถูกสัมภาษณ์ ชื่อสกุลผู้ถูกสัมภาษณ์.....ระดับชั้น.....	

ส่วนที่ 3 แบบบันทึกการสัมภาษณ์

ข้อคำถามจากแบบวัดการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสัมภาษณ์จะเป็นข้อคำถามที่เกี่ยวกับการได้มาของกระบวนการในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 3 ข้อ และเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้สามารถช่วยเหลือนักเรียนในขั้นตอนการให้เหตุผลได้หรือไม่อย่างไร จากตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกันกลุ่มละ 5 คน

คำถามหลัก: นักเรียนมีกระบวนการในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละข้อคำถามในแบบวัดอย่างไร ให้นักเรียนเล่ากระบวนการได้มาโดยภาพรวม

.....

.....

.....

.....

คำถามย่อย

1. นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างจากข้อมูลที่กำหนดให้ในข้อคำถามได้อย่างไร (คำถามเพิ่มเติม: นักเรียนคิด พิจารณาหรือทำอะไรเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อกล่าวอ้าง นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าข้อความที่นักเรียนเขียนคือข้อกล่าวอ้าง)
2. นักเรียนสามารถระบุหลักฐานจากข้อมูลที่กำหนดให้ในข้อคำถามได้อย่างไร (คำถามเพิ่มเติม: นักเรียนคิด พิจารณาหรือทำอะไรเพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนั้น นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าข้อความที่นักเรียนเขียนคือหลักฐาน)

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนสามารถระบุเหตุผลเพื่อเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้อย่างไร (คำถามเพิ่มเติม: นักเรียนคิด พิจารณาหรือทำอย่างไรในการให้เหตุผล/หลักการทางวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานที่ระบุ)

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนคิดว่าเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้สามารถช่วยเหลือนักเรียนในขั้นตอนการให้เหตุผลได้หรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

หมายเหตุ นักเรียนที่รับการสัมภาษณ์ จะพิจารณาจากการเป็นตัวของกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน โดยนักเรียนแต่ละคนจะได้รับการสัมภาษณ์โดยพิจารณาจากคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นในแบบวัดฯ คนละอย่างน้อย 2 ข้อ



ภาคผนวก ค
การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อการส่งเสริมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้า
อากาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทาง
วิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้

1. การประเมินความสอดคล้อง (IOC) ขององค์ประกอบในแผนการจัดการเรียนรู้กับ
ประเด็นต่าง ๆ

ประเด็นในการประเมินความสอดคล้องกับองค์ประกอบในแผนการจัดการเรียนรู้
มีดังนี้

ประเด็นที่ 1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับมาตรฐาน ตัวชี้วัด

ประเด็นที่ 2 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมความสามารถ
ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ประเด็นที่ 3 สารสำคัญและสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับมาตรฐาน
ตัวชี้วัด

ประเด็นที่ 4 สารสำคัญและสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับการส่งเสริม
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ประเด็นที่ 5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ประเด็นที่ 6 รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้าง
คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการ
เรียนรู้

ประเด็นที่ 7 กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมความสามารถใน
การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ประเด็นที่ 8 สื่อและแหล่งการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อ
ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ประเด็นที่ 9 วิธีการวัดผลและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ
เรียนรู้

ตาราง 16 ความสอดคล้องขององค์ประกอบในแผนการจัดการเรียนรู้กับประเด็นที่พิจารณา

รายการประเมินความสอดคล้อง	ผู้เชี่ยวชาญคนที่				แปรผล
	1	2	3	เฉลี่ย	
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1					
ประเด็นที่ 1	+1	+1	-1	0.33	ไม่ผ่าน
ประเด็นที่ 2	+1	+1	0	0.67	ผ่าน
ประเด็นที่ 3	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 4	0	+1	+1	0.67	ผ่าน
ประเด็นที่ 5	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 6	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 7	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 8	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 9	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2					
ประเด็นที่ 1	+1	+1	0	0.67	ผ่าน
ประเด็นที่ 2	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 3	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 4	0	+1	+1	0.67	ผ่าน
ประเด็นที่ 5	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 6	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 7	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 8	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 9	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3					
ประเด็นที่ 1	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 2	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 3	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 4	0	+1	+1	0.67	ผ่าน

รายการประเมินความสอดคล้อง	ผู้เชี่ยวชาญคนที่				แปรรผล
	1	2	3	เฉลี่ย	
ประเด็นที่ 5	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 6	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 7	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 8	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 9	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4					
ประเด็นที่ 1	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 2	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 3	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 4	0	+1	+1	0.67	ผ่าน
ประเด็นที่ 5	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 6	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 7	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 8	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 9	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5					
ประเด็นที่ 1	+1	+1	0	0.67	ผ่าน
ประเด็นที่ 2	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 3	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 4	0	+1	+1	0.67	ผ่าน
ประเด็นที่ 5	+1	+1	0	0.67	ผ่าน
ประเด็นที่ 6	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 7	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 8	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 9	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6					
ประเด็นที่ 1	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน

รายการประเมินความสอดคล้อง	ผู้เชี่ยวชาญคนที่				แปรรผล
	1	2	3	เฉลี่ย	
ประเด็นที่ 2	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 3	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 4	0	+1	+1	0.67	ผ่าน
ประเด็นที่ 5	1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 6	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 7	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 8	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 9	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7					
ประเด็นที่ 1	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 2	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 3	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 4	0	+1	+1	0.67	ผ่าน
ประเด็นที่ 5	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 6	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 7	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 8	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
ประเด็นที่ 9	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน

2. การประเมินหาความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ต่อการนำไปใช้

ประเด็นในการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ต่อการนำไปใช้
มีดังนี้

ประเด็นที่ 1 ความเหมาะสมของสาระสำคัญ

ประเด็นที่ 2 ความเหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้

ประเด็นที่ 3 ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้

ประเด็นที่ 4 ความเหมาะสมของวิธีการวัดผลและประเมินผล

ประเด็นที่ 5 ความเหมาะสมของใบกิจกรรม

ประเด็นที่ 6 ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ต่อการนำไปใช้ในภาพรวม

ตาราง 17 ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ต่อการนำไปใช้

รายการประเมินความสอดคล้อง	ผู้เชี่ยวชาญคนที่				แปรผล
	1	2	3	เฉลี่ย	
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1					
ประเด็นที่ 1	4	5	5	4.67	มากที่สุด
ประเด็นที่ 2	5	4	2	3.67	มาก
ประเด็นที่ 3					
1) ขึ้นเปิดประเด็นคำถาม	5	4	5	4.67	มากที่สุด
2) ขึ้นระดมความคิดเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3) ขึ้นค้นหาหลักฐาน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4) ขึ้นเขียนแผนภาพ	5	4	4	4.33	มากที่สุด
5) ขึ้นสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	4	5	5	4.67	มากที่สุด
6) ขึ้นสร้างคำอธิบายในสถานการณ์ใหม่	3	4	5	4.00	มาก
ประเด็นที่ 4	5	4	4	4.33	มากที่สุด
ประเด็นที่ 5					
ใบกิจกรรมที่ 1.1 บรรยายภาพของโลก	4	5	4	4.33	มากที่สุด
ใบกิจกรรมที่ 1.2 สร้างแบบจำลองการแบ่งชั้น บรรยากาศของโลกและประโยชน์ของชั้น บรรยากาศ	5	5	4	4.67	มากที่สุด
ใบกิจกรรมที่ 1.3 ปินชั้นไหนดี					
ประเด็นที่ 6	4	5	4	4.33	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2					
ประเด็นที่ 1	4	5	5	4.67	มากที่สุด
ประเด็นที่ 2	5	4	2	4.00	มาก
ประเด็นที่ 3					
1) ขึ้นเปิดประเด็นคำถาม	5	4	5	4.33	มากที่สุด
2) ขึ้นระดมความคิดเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3) ขึ้นค้นหาหลักฐาน	5	5	5	4.67	มากที่สุด
4) ขึ้นเขียนแผนภาพ	5	4	4	4.00	มาก

รายการประเมินความสอดคล้อง	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			เฉลี่ย	แปรรผล
	1	2	3		
5) ขึ้นสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	4	5	5	4.00	มาก
6) ขึ้นสร้างคำอธิบายในสถานการณ์ใหม่	3	4	5	4.33	มากที่สุด
ประเด็นที่ 4	5	4	4	4.00	มาก
ประเด็นที่ 5					
ใบกิจกรรมที่ 2.1 อุณหภูมิเท่ากันหรือเปล่านั้น	4	5	4	4.00	มาก
ใบกิจกรรมที่ 2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศ	5	5	4	4.33	มากที่สุด
ใบกิจกรรมที่ 2.3 ร้อนสุดกี่โมง	3	4	4	3.67	มาก
ประเด็นที่ 6	4	5	4	4.33	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3					
ประเด็นที่ 1	4	5	5	4.67	มากที่สุด
ประเด็นที่ 2	5	5	3	4.33	มากที่สุด
ประเด็นที่ 3					
1) ขึ้นเปิดประเด็นคำถาม	4	4	4	4.00	มาก
2) ขึ้นระดมความคิดเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง	5	5	4	4.67	มากที่สุด
3) ขึ้นค้นหาหลักฐาน	5	5	4	4.67	มากที่สุด
4) ขึ้นเขียนแผนภาพ	5	5	2	4.00	มาก
5) ขึ้นสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	3	5	4	4.00	มาก
6) ขึ้นสร้างคำอธิบายในสถานการณ์ใหม่	3	5	4	4.00	มาก
ประเด็นที่ 4	5	4	3	4.00	มาก
ประเด็นที่ 5					
ใบกิจกรรมที่ 3.1 ถูชนมบนยอดเขา	4	4	1	3.00	ปานกลาง
ใบกิจกรรมที่ 3.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนของความดันอากาศ	5	5	1	3.67	มาก
ใบกิจกรรมที่ 3.3 หูอื้อกับความดันอากาศ	3	5	1	3.00	ปานกลาง
ประเด็นที่ 6	4	5	4	4.33	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4					
ประเด็นที่ 1	4	5	5	4.67	มากที่สุด
ประเด็นที่ 2	5	5	3	4.33	มากที่สุด
ประเด็นที่ 3					
1) ขึ้นเปิดประเด็นคำถาม	4	5	4	4.33	มากที่สุด

รายการประเมินความสอดคล้อง	ผู้เชี่ยวชาญคนที่				แปรมผล
	1	2	3	เฉลี่ย	
2) ขึ้นระดมความคิดเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง	5	4	4	4.33	มากที่สุด
3) ขึ้นค้นหาหลักฐาน	5	4	4	4.33	มากที่สุด
4) ขึ้นเขียนแผนภาพ	5	5	3	4.33	มากที่สุด
5) ขึ้นสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	4	5	4	4.33	มากที่สุด
6) ขึ้นสร้างคำอธิบายในสถานการณ์ใหม่	4	5	4	4.33	มากที่สุด
ประเด็นที่ 4	5	4	2	3.67	มาก
ประเด็นที่ 5					
ใบกิจกรรมที่ 4.1 พื้นที่กับอัตราเร็วลม	5	4	5	4.67	มากที่สุด
ใบกิจกรรมที่ 4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดลมในแต่ ละบริเวณ	5	5	5	5.00	มากที่สุด
ใบกิจกรรมที่ 4.3 ลม (แรง) จำลาก่อน	4	5	1	3.33	ปานกลาง
ประเด็นที่ 6	4	5	4	4.33	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5					
ประเด็นที่ 1	4	5	5	4.67	มากที่สุด
ประเด็นที่ 2	5	5	2	4.00	มาก
ประเด็นที่ 3					
1) ขึ้นเปิดประเด็นคำถาม	5	5	3	4.33	มากที่สุด
2) ขึ้นระดมความคิดเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง	5	5	4	4.67	มากที่สุด
3) ขึ้นค้นหาหลักฐาน	5	5	4	4.67	มากที่สุด
4) ขึ้นเขียนแผนภาพ	5	5	2	4.00	มาก
5) ขึ้นสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	4	5	3	4.00	มาก
6) ขึ้นสร้างคำอธิบายในสถานการณ์ใหม่	4	5	3	4.00	มาก
ประเด็นที่ 4	5	4	3	4.00	มาก
ประเด็นที่ 5					
ใบกิจกรรมที่ 5.1 ผ้าแห้งหรือยัง	5	4	3	4.00	มาก
ใบกิจกรรมที่ 5.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ความชื้นอากาศ	5	5	3	4.33	มากที่สุด
ใบกิจกรรมที่ 5.3 สะพานมอญที่รัก	4	5	3	4.00	มาก
ประเด็นที่ 6	4	5	4	4.33	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6					
ประเด็นที่ 1	4	5	5	4.67	มากที่สุด

รายการประเมินความสอดคล้อง	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			เฉลี่ย	แปรรผล
	1	2	3		
ประเด็นที่ 2	5	5	2	4.00	มาก
ประเด็นที่ 3					
1) ขั้นเปิดประเด็นคำถาม	3	5	4	4.00	มาก
2) ขั้นระดมความคิดเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง	5	4	3	4.00	มาก
3) ขั้นค้นหาหลักฐาน	5	4	4	4.33	มากที่สุด
4) ขั้นเขียนแผนภาพ	5	5	2	4.00	มาก
5) ขั้นสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	5	4	4	4.33	มากที่สุด
6) ขั้นสร้างคำอธิบายในสถานการณ์ใหม่	3	5	3	3.67	มาก
ประเด็นที่ 4	5	4	3	4.00	มาก
ประเด็นที่ 5					
ใบกิจกรรมที่ 6.1 เมฆแบบไหน	4	4	4	4.00	มาก
ใบกิจกรรมที่ 6.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดเมฆและฝน	4	5	3	4.00	มาก
ใบกิจกรรมที่ 6.3 ฝนตกไหม	3	5	2	3.33	ปานกลาง
ประเด็นที่ 6	4	5	2	3.67	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7					
ประเด็นที่ 1	4	5	5	4.67	มากที่สุด
ประเด็นที่ 2	5	5	3	4.33	มากที่สุด
ประเด็นที่ 3					
1) ขั้นเปิดประเด็นคำถาม	4	5	4	4.33	มากที่สุด
2) ขั้นระดมความคิดเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง	5	5	4	4.67	มากที่สุด
3) ขั้นค้นหาหลักฐาน	5	4	4	4.33	มากที่สุด
4) ขั้นเขียนแผนภาพ	5	5	3	4.33	มากที่สุด
5) ขั้นสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	4	4	3	3.67	มาก
6) ขั้นสร้างคำอธิบายในสถานการณ์ใหม่	3	5	5	4.33	มากที่สุด
ประเด็นที่ 4	5	4	5	4.67	มากที่สุด
ประเด็นที่ 5					
ใบกิจกรรมที่ 7.1 อากาศของวันพรุ่งนี้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
ใบกิจกรรมที่ 7.2 ข้อมูลการพยากรณ์อากาศ	4	5	5	4.67	มากที่สุด
ใบกิจกรรมที่ 7.3 แปลความหมายคำพยากรณ์อากาศ	3	5	5	4.33	มากที่สุด

รายการประเมินความสอดคล้อง	ผู้เชี่ยวชาญคนที่				แปรรผล
	1	2	3	เฉลี่ย	
ประเด็นที่ 6	5	5	4	4.67	มากที่สุด

หมายเหตุ

1. ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 (ผ่านเกณฑ์) ยกเว้นแผนที่ 1 ประเด็นที่ 1 ที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.33 แต่ผู้วิจัยได้มีการแก้ไขและส่งกลับไปหาผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว
2. ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 3.33 – 5.00 (ระดับปานกลาง - มากที่สุด)



คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. การประเมินความสอดคล้อง (IOC) และความเหมาะสมของข้อคำถาม

ตาราง 18 ความสอดคล้องและความเหมาะสมของข้อคำถามในแบบวัดความสามารถในการสร้าง
คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	หัวข้อประเมิน	ความสอดคล้อง					ความเหมาะสม				
		ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย	แปลผล	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย	แปลผล
		1	2	3			1	2	3		
1	ข้อกล่าวอ้าง	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน	5	5	4	4.67	มากที่สุด
	หลักฐาน	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
	เหตุผล	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2	ข้อกล่าวอ้าง	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
	หลักฐาน	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
	เหตุผล	+1	0	+1	0.67	ผ่าน	5	3	5	5.00	มากที่สุด
3	ข้อกล่าวอ้าง	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน	5	5	4	5.00	มากที่สุด
	หลักฐาน	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
	เหตุผล	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน	5	5	5	5.00	มากที่สุด

ตาราง 19 ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนในแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	หัวข้อประเมิน	ความเหมาะสม				
		ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย	แปลผล
		1	2	3		
1	ข้อกล่าวอ้าง	5	5	5	5.00	มากที่สุด
	หลักฐาน	5	4	5	4.67	มากที่สุด
	เหตุผล	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2	ข้อกล่าวอ้าง	5	5	5	5.00	มากที่สุด
	หลักฐาน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
	เหตุผล	5	3	5	4.33	มาก
3	ข้อกล่าวอ้าง	5	4	4	4.33	มาก
	หลักฐาน	5	4	5	4.67	มากที่สุด
	เหตุผล	5	4	5	4.67	มากที่สุด

1. ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนอยู่ระหว่าง 4.33 – 5.00 (ระดับมาก - มากที่สุด)

2. การประเมินความยากและอำนาจจำแนกของข้อคำถาม

ตาราง 20 ความยากและอำนาจจำแนกของข้อคำถามในแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	ความยาก	แปลความหมาย	อำนาจจำแนก	แปลความหมาย	ผลการพิจารณา
1	0.66	ใช้ได้	0.44	จำแนกได้ดีมาก	เก็บไว้
2	0.50	ใช้ได้	0.40	จำแนกได้ดีมาก	เก็บไว้
3	0.49	ใช้ได้	0.63	จำแนกได้ดีมาก	เก็บไว้

หมายเหตุ

1. ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 (ผ่านเกณฑ์ทุกข้อคำถาม)

2. ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของข้อถามอยู่ระหว่าง 4.67 – 5.00 (ระดับมากที่สุด)
3. แบบวัดฯ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.49 – 0.66 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.40 – 0.63 และมีค่าความเชื่อมั่นจากผลการวัดเท่ากับ 0.72
4. ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนอยู่ระหว่าง 4.33 – 5.00 (ระดับมาก - มากที่สุด)

3. การประเมินค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) (Blerkom, 2017)

ค่าความเชื่อมั่นของผลการวัดจากแบบวัดทั้งฉบับ เท่ากับ 0.72



**คุณภาพของแบบสัมภาษณ์สะท้อนการคิดและการเรียนรู้
เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

การประเมินความสอดคล้อง (IOC) และความเหมาะสมของข้อคำถาม
ประเด็นในการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์ มีดังนี้

ประเด็นที่ 1 ส่วนที่ 1 ข้อมูลผู้สัมภาษณ์

ประเด็นที่ 2 ส่วนที่ 2 ข้อมูลผู้ถูกสัมภาษณ์

ประเด็นที่ 3 ส่วนที่ 3 ข้อคำถาม

ประเด็นที่ 4 คำถามย่อย

ตาราง 21 ความสอดคล้องและความเหมาะสมของข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์

ข้อ	ความสอดคล้อง					ความเหมาะสม				
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย	แปลผล	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3			1	2	3		
ประเด็นที่ 1	+1	+1	0	0.67	ผ่าน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
ประเด็นที่ 2	+1	+1	0	0.67	ผ่าน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
ประเด็นที่ 3	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
คำถามย่อย	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
ข้อที่ 1	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
ข้อที่ 2	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
ข้อที่ 3	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
ข้อที่ 4	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน	5	5	5	5.00	มากที่สุด

หมายเหตุ

1. ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 (ผ่านเกณฑ์ทุกข้อคำถาม)
2. ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมเท่ากับ 5.00 (ระดับมากที่สุด)

ภาคผนวก ง
ใบรับรองโครงการวิจัย





AF19-03-03.1

August, 2023

หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

หนังสือฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

ชื่อโครงการวิจัย : การส่งเสริมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วย

รูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานการใช้แผนภาพร่วมกับเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย : นางสาวกาญจนา ยงดี

หน่วยงานต้นสังกัด : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

หมายเลขรับรองโครงการวิจัย : SWUEC-672233

รายการเอกสารที่รับรอง :

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1. แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณา | ฉบับที่ 2 ลงวันที่ 28 กรกฎาคม 2567 |
| 2. โครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์ | ฉบับที่ 1 ลงวันที่ 12 มีนาคม 2567 |
| 3. เอกสารข้อมูลและขอความยินยอมสำหรับอาสาสมัคร | ฉบับที่ 2 ลงวันที่ 28 กรกฎาคม 2567 |
| 4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | ฉบับที่ 1 ลงวันที่ 12 มีนาคม 2567 |
| 5. ประวัติผู้วิจัย | |

ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยยึดหลักเกณฑ์ตาม Declaration of Helsinki, Belmont Report, International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice (ICH-GCP), International Guidelines for Human Research ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับและข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามโครงการวิจัยนี้ได้

วันที่รับรอง : 5 สิงหาคม 2567

วันที่หมดอายุ : 4 สิงหาคม 2568

(ลงชื่อ) 

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงษ์ วิฒนานนท์สกุล)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

ชุดสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ (ชุดที่ 2)

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

หน่วยจริยธรรมและมาตรฐานการวิจัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาคารนวัตกรรม ศ.ดร.สาโรช บัวศรี ชั้น 17

โทร. (02) 6495000 ต่อ 17503, 17506 โทรสาร (02) 2042590