

**การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์  
เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาคุณภาพร่างกายมนุษย์**

**นำพงศ์ จันทรโท**

**การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา  
พฤษภาคม 2563  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร**

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาการศึกษา ได้พิจารณาการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาดุลยภาพร่างกายมนุษย์” เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยนเรศวร



.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล)

อาจารย์ที่ปรึกษา



.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

พฤษภาคม 2563

## ประกาศคุณูปการ

การวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล อาจารย์ที่ปรึกษา และท่านคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนการวิจัยสำเร็จสมบูรณ์ได้ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ธัชคณิติน จงจิตวิมล ดร.สุรียา ชาปู้ ร้อยตำรวจเอกหญิงวันทนีย์ ตุลยเสวี และคุณครูขวัญ ตาใจ ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญ แก่ไขและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า จนทำให้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สมบูรณ์และมีคุณค่ายิ่ง

ขอขอบพระคุณ คุณครูอุเทน ทักคุ่ม ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญและสะท้อนร่วมในการสังเกตการจัดการเรียนรู้ และบันทึกข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติยา บงกชเพชร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ ที่คอยให้กำลังใจ และเป็นแรงผลักดันสำคัญที่ทำให้ผู้วิจัยสามารถกลับมาพัฒนางานให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณณัฐริดา แจ็คล้อม เจ้าหน้าที่นักวิชาการศึกษา ภาควิชาการศึกษา ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ติดต่อประสานงาน จนสามารถทำงานทุกอย่างสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เอื้อเฟื้อสถานที่ อำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล และขอขอบใจนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการเก็บข้อมูลวิจัยในครั้งนี้

และท้ายที่สุดนี้ ขอขอบพระคุณบิดา-มารดา ครอบครัว รวมถึงกัลยาณมิตรจากเพื่อน ๆ และผู้อยู่เบื้องหลังทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจ และเป็นแรงผลักดันจนสามารถทำงานวิจัยฉบับนี้ให้สำเร็จตามที่ประสงค์ไว้

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงมีจากการวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน

นำพงศ์ จันทรีโท

<b>ชื่อเรื่อง</b>	การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาดุลยภาพร่างกายมนุษย์
<b>ผู้ศึกษาค้นคว้า</b>	นำพงศ์ จันทริโท
<b>ที่ปรึกษา</b>	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล
<b>ประเภทสารนิพนธ์</b>	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2562
<b>คำสำคัญ</b>	การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ การรักษาดุลยภาพร่างกายมนุษย์

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาดุลยภาพร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 16 คน เครื่องมือที่ใช้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 แผน แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์เนื้อหาข้อมูลภายใต้กระบวนการค้นคว้าเชิงตีความในการวิจัยปฏิบัติการเชิงคุณภาพ โดยมีการใช้เทคนิคแบบสามเส้า เพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ผลการวิจัยพบว่า

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ มีแนวปฏิบัติที่ดี คือ 1) สถานการณ์ที่คลุมเครือและเป็นเรื่องที่สังคมให้ความสนใจช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยนำไปสู่การสร้างอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 2) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลหลากหลาย โดยมีครูคอยให้ข้อเสนอแนะที่นักเรียนสามารถพัฒนาและปรับปรุงงานให้มีความเหมาะสม และทันเวลา 3) การนำเสนอผลงานด้วยกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เป็นการจำลองสถานการณ์ในสังคมนักวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ได้อย่างแท้จริง 4) การใช้สื่อประเภทต่าง ๆ มาอธิบายร่วมกับการสรุปกิจกรรมตามเนื้อหา สามารถทำให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรม และสร้างความเข้าใจถึงทฤษฎีหรือมโนทัศน์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มที่แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้บางส่วน 2 ใน 3 องค์ประกอบ กล่าวคือ นักเรียนสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง และหลักฐานสนับสนุน แต่ขาดการให้เหตุผล ที่ร้อยละ 61.14 และสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง และให้เหตุผลสนับสนุน แต่ขาดหลักฐาน ที่ร้อยละ 7.20 รองลงมาคือ นักเรียนในกลุ่มที่แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วนสมบูรณ์ ที่ร้อยละ 23.33 และกลุ่มที่แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้เพียง 1 ใน 3 องค์ประกอบ กล่าวคือ นักเรียนสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง แต่ขาดหลักฐานและการให้เหตุผล ที่ร้อยละ 8.34 ซึ่งจะเห็นได้ว่าภายหลังการจัดการเรียนรู้ไม่พบนักเรียนในกลุ่มที่แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง สะท้อนถึงพัฒนาการความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

<b>Title</b>	The Development of the Instruction Argumentation Using Forensic Science Issue for Promoting the Scientific Explanation Ability of Grade 10 Students on Human Homeostasis
<b>Author</b>	Numpong Janto
<b>Advisor</b>	Assistance Professor Sirinapa Kijkuakul, Ph.D.
<b>Academic Paper</b>	Independent Study M.Ed. in Science Education, Naresuan University, 2019
<b>Keyword</b>	The instruction argumentation using forensic science issue, Scientific explanation ability, Human homeostasis

### **Abstract**

The purpose of this research was to develop the instruction argumentation using forensic science issue for promoting the scientific explanation ability on human homeostasis of 16 students in Grade 10, the first semester of academic year 2019. The instruments were 3 lesson plans of the instruction argumentation using forensic science issue plans, post-learning management notes, learning-management reflection form, worksheets, and the scientific explanation ability test. The interpretive paradigm in qualitative research was used to content analyze data by using triangulation for checking the data reliability.

The results found that

1. The learning management guideline of the instruction argumentation using forensic science issue had good practices; 1) the ambiguous situation that the society was interested in could stimulate students to wonder, which led to the creation of the scientific explanations, 2) giving students the opportunity to search various information while the teacher kept giving suggestions that students could develop and improve their work appropriately and on time, 3) presentations with scientific argument activities were reproduced a scientist's society that was actually occurring in science classes, and 4) using various types of media to describe and summarize the activities based on the content made students to understand the concretes, theories or concepts more clearly.

2. The scientific explanation ability of students after studying with the instruction argumentation using forensic science issue presented that most of the students were grouped that could show some elements of creating the scientific explanations, 2 of 3 components, which meant students could give claims and supporting evidence, but they lacked in reasoning at 61.14 percent. Moreover, the students could give claims and reasoning, but they lacked in evidence at 7.20 percent. The second group was the students that could present components of the scientific explanation completely at 23.33 percent. The final group was the students who could show only 1 of 3 components of the scientific explanation, which meant students could give claims, but they lacked in evidence and reasoning at 8.34 percent. To summarize, after studying with the instruction argumentation using forensic science issue, no students were found in the group that presented the elements of the scientific explanation incorrectly. Therefore, these reflected the development of students' the scientific explanation ability.

## สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	6
คำถามของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	11
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560).....	
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์.....	14
การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์.....	21
นิติวิทยาศาสตร์.....	28
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	35
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	38
รูปแบบการวิจัย.....	38
บริบทการวิจัย.....	40
ผู้เข้าร่วมวิจัย.....	40
สิ่งที่ศึกษา.....	40
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	41
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	48
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	51



## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	55
ตอนที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทาง นิติวิทยาศาสตร์ ควรเป็นอย่างไร.....	56
ตอนที่ 2 เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทาง นิติวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ อย่างไร.....	93
5 บทสรุป.....	116
สรุปและอภิปรายผลการวิจัย.....	116
ข้อเสนอแนะการวิจัย.....	123
บรรณานุกรม.....	125
ภาคผนวก.....	134
ประวัติผู้วิจัย.....	168

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงการสรุปเครื่องมือและผู้ใช้เครื่องมือในการตอบคำถามวิจัย.....	47
2 แสดงสรุปประเด็นปัญหาข้อค้นพบ แนวทางการปรับปรุง และแนวปฏิบัติที่ดีของ วงจรกิจติการที่ 1.....	69
3 แสดงสรุปประเด็นปัญหาข้อค้นพบ แนวทางการปรับปรุง และแนวปฏิบัติที่ดีของ วงจรกิจติการที่ 2.....	80
4 แสดงสรุปประเด็นปัญหาข้อค้นพบ แนวทางการปรับปรุง และแนวปฏิบัติที่ดีของ วงจรกิจติการที่ 3.....	88
5 แสดงสรุปผลสะท้อนและแนวปฏิบัติที่ดีที่ได้จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ของ วงจรกิจติการที่ 1-3.....	91
6 แสดงรูปแบบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม.....	93
7 แสดงภาพรวมความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์.....	106
8 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่จัดไว้กลุ่มที่แสดงองค์ประกอบของการสร้าง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง.....	108
9 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่จัดไว้กลุ่มที่แสดงองค์ประกอบของการสร้าง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงข้อกล่าวอ้าง แต่ขาดหลักฐานและ การให้เหตุผล.....	109
10 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่จัดไว้กลุ่มที่แสดงข้อกล่าวอ้าง และหลักฐาน สนับสนุน แต่ขาดการให้เหตุผล.....	111
11 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่จัดไว้กลุ่มที่แสดงข้อกล่าวอ้าง และให้เหตุผล สนับสนุน แต่ขาดหลักฐาน.....	113
12 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วน .....	114

## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 แสดงแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์.....	20
2 แสดงขั้นตอนของวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการ.....	39
3 แสดงขั้นตอนการปฏิบัติการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยทั้งหมด.....	50
4 แสดงการสะท้อนผลจากนักเรียนในแบบบันทึกการเรียนรู้หลังใบกิจกรรม.....	59
5 แสดงการตอบหลักฐานของนักเรียนด้วยแอปพลิเคชัน Polleverywhere.....	60
6 แสดงตัวอย่างนักเรียนที่ไม่มีโทรศัพท์และไม่สนใจในการทำกิจกรรม.....	60
7 แสดงนักเรียนใช้เวลาทำการสืบค้นข้อมูลและใช้เวลาปรึกษากันมากเกินไป.....	61
8 แสดงการชี้แจงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์.....	62
9 แสดงการสะท้อนจากนักเรียนในใบกิจกรรมการเรียนรู้.....	62
10 แสดงผลงานการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม.....	63
11 แสดงการนำเสนอหน้าชั้นเรียนชี้แจงการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์.....	64
12 แสดงนักเรียนร่วมกันปรึกษาเลือกหลักฐานที่เชื่อมโยงไปสู่สาเหตุการเสียชีวิต.....	73
13 แสดงบรรยากาศของการทำงานกลุ่มในการสืบค้นข้อมูล และสร้างผลงาน.....	74
14 แสดงการนำเสนอในลักษณะการเดินวนฐานแต่ละกลุ่ม.....	75
15 แสดงกระบวนการกลุ่มในการปรึกษาและแสดงความคิดเห็น.....	83
16 แสดงนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ช่วยกันสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหลักฐาน.....	84
17 แสดงการนำเสนอการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หน้าชั้นเรียน.....	85
18 แสดงการเขียนขั้นตอนทำงานพิสูจน์หลักฐานของนักเรียน.....	95
19 แสดงตัวอย่างคำตอบข้อกล่าวอ้างสาเหตุการเสียชีวิตในแผนที่ 1.....	96
20 แสดงการกระตุ้นผู้เรียนได้แสดงความเห็นจากประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์.....	97
21 แสดงตัวอย่างคำตอบข้อกล่าวอ้างสาเหตุการเสียชีวิตในแผนที่ 2.....	97
22 แสดงตัวอย่างคำตอบข้อกล่าวอ้างในแผนที่ 3 ของกลุ่มที่ 2 และ 3.....	98
23 แสดงนักเรียนแสดงหลักฐานผ่านโปรแกรม Polleverywhere.....	99
24 แสดงคำอธิบายหลักฐานที่นักเรียนได้เลือกเพื่อเชื่อมโยงไปสู่สาเหตุการเสียชีวิต.....	100
25 แสดงการเลือกหลักฐานของนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่สาเหตุการเสียชีวิต.....	100

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
26	แสดงแผนภาพหลักฐานเพื่อเชื่อมโยงไปสู่ประเด็นสาเหตุการเสียชีวิต.....	101
27	แสดงการวิเคราะห์และเลือกหลักฐานของนักเรียนกลุ่มที่ 2.....	101
28	แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน.....	102
29	แสดงการให้เหตุผลของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน.....	104
30	แสดงการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน.....	104
31	แสดงหลักฐานและเหตุผลการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน.....	105

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการศึกษาเป็นต้นทุนทางปัญญาที่สำคัญในกระบวนการพัฒนาทักษะ คุณลักษณะ สมรรถนะในการประกอบสัมมาชีพ และการดำรงชีวิตร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างเป็นสุข อันจะนำไปสู่เสถียรภาพ และความมั่นคงของสังคมและประเทศชาติที่ต้องพัฒนาให้เจริญก้าวหน้า ทัดเทียมนานาประเทศในเวทีโลก ท่ามกลางกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกศตวรรษ ที่ 21 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) วิทยาศาสตร์เป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge based society) มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ที่ดีของบุคคลและเพื่อความสามารถในการแข่งขัน ของประเทศในระบบเศรษฐกิจโลก (National Research Council, 2012) สอดคล้องกับคำกล่าว ของกระทรวงศึกษาธิการที่ว่า ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือที่ช่วย ยกกระดับมาตรฐานความเป็นอยู่ของประชาชนให้สูงขึ้น โดยความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีด ความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศและดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกัน ในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข ซึ่งการที่จะสร้างความเข้มแข็งทางด้านวิทยาศาสตร์ต้อง มีองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งคือ การจัดการศึกษาเพื่อเตรียมคนให้อยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ดังนั้น เป้าหมายหนึ่งของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552) สามารถคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ วิพากษ์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยาน ที่พิสูจน์ได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545) เช่นเดียวกับในตัวชี้วัดและ สารการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560 ได้ระบุว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560)

ปัจจุบันการจัดการศึกษาของประเทศไทยเป็นที่น่ากังวล ความรู้ความสามารถของเด็กไทย เฉลี่ยอ่อนลง โดยเฉพาะความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริงยังอยู่ในระดับต่ำ ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพไม่เป็นไปตามความต้องการจากการศึกษา พบว่า นักเรียนไทยในระดับชั้นต่าง ๆ ยังคงไม่สามารถใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ในการลงข้อสรุปและสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ (ลีอซา ลดาชาติ และคณะ, 2558) ซึ่งความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นี้ เป็นองค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยมีพฤติกรรมบ่งชี้ที่สำคัญ คือ การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง และสามารถอธิบาย ตีความปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงการระบุคำบรรยาย และคำอธิบายที่เหมาะสมผ่านกิจกรรมในการสืบเสาะหาความรู้ นำไปสู่การสื่อสารองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สู่สาธารณชนในสังคมวิทยาศาสตร์ (กฤตกร สภาสันติกุล, 2558)

การประเมินคุณภาพนักเรียนระดับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment : PISA) ดำเนินการโดยองค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Cooperation and Development: OECD) ที่มุ่งเน้นการประเมินสมรรถนะในการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงของนักเรียน สำหรับการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ของ PISA 2015 ได้นิยามการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไตร่ตรอง ซึ่งจำเป็นต้องใช้สมรรถนะดังต่อไปนี้ 1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (OECD, 2015) จะเห็นได้ว่าสมรรถนะสำคัญของการประเมินนักเรียนทั้งสามส่วน นักเรียนมีความจำเป็นที่จะต้องเขียนอธิบาย และสามารถตัดสินใจจากข้อมูลที่หลากหลายประกอบการให้เหตุผลที่นำมาสนับสนุนด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

สะท้อนได้จากรายงานผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA ตั้งแต่ปี 2006 จนถึง 2015 ในช่วงเวลานี้ นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยที่ไม่แสดงถึงพัฒนาการความก้าวหน้าแต่อย่างใด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ดังตัวอย่างผลการประเมินของ PISA 2015 พบว่า ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านวิทยาศาสตร์ 421 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานที่ 493 คะแนน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2559) เมื่อมองในภาพรวมของทั้งประเทศ สัดส่วนของนักเรียนไทยที่รอบรู้วิทยาศาสตร์มีเพียงแค่ประมาณหนึ่งในสาม (36.1%) ที่สามารถตอบข้อสอบวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง และอีกสองในสามตอบผิดหรือไม่ตอบมีจำนวนนักเรียนถึง 61% ที่ตอบข้อสอบผิด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

จากสภาพปัญหาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ความสามารถของนักเรียนไทยในการอธิบาย ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสรุปความรู้จากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ โดยนักเรียน ส่วนใหญ่ไม่สามารถตอบคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ได้ แสดงให้เห็นถึงระดับความสามารถในการ สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ควรได้รับการพัฒนา สำหรับการที่จะตอบคำถามได้ นั้นนักเรียนจะต้องวางแผนได้ว่าหลักฐานใดที่สามารถใช้ในการตอบคำถามนี้ได้ และจะดำเนินการ สืบสวนตรวจสอบอย่างไร รวมไปถึงแนวปฏิบัติด้านการวางแผนและดำเนินการสำรวจตรวจสอบ ที่ต้องวิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูล ซึ่งนักเรียนต้องสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ ด้วยตนเอง โดยใช้ความรู้จากทฤษฎี องค์ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับและเชื่อมโยงกับ หลักฐาน (จรรยา ดาสา, 2560) นอกจากนี้ การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สามารถแสดงถึงการเป็นผู้รู้ทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นส่วนสำคัญของการทำงานวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มายืนยันเหตุผลที่มีหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างให้มีความน่าเชื่อถือ (Novak and Treagust, 2017) สอดคล้องกับปัญหาที่ผู้วิจัยพบเจอในชั้นเรียน พบว่า เมื่อสังเกต จากการตอบคำถาม หรือแบบทดสอบของนักเรียนในลักษณะการให้เหตุผลในการหาหลักฐาน ข้อมูลที่มาสสนับสนุนคำตอบหรือข้อกล่าวอ้าง นักเรียนไม่สามารถนำมาสรุปประเด็นเพื่อสร้าง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ในการศึกษางานวิจัย เช่น ลฎาภา สุทธกุล และลือชา ลดาชาติ (2556) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้นำหลักฐานมาใช้ในการลงข้อสรุปและให้เหตุผล และไม่สามารถชี้แจงได้ว่าข้อสรุปและหลักฐานมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ขณะที่งานวิจัยของ กาญจนา มหาลี และชาติรี ฝ่ายคำตา (2553) พบว่า ประเด็นการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ นักเรียนมีความเข้าใจเพียงร้อยละ 41 สิ่งเหล่านี้แสดง ให้เห็นว่านักเรียนควรได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถในการลงข้อสรุปและสร้างคำอธิบาย ทางวิทยาศาสตร์ด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์ (ลือชา ลดาชาติ และคณะ, 2558)

จากปัญหาดังกล่าวทำให้หน่วยงานทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องมีความพยายามในการส่งเสริม ให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้ไปใช้ในแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดย การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น และส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่พบในชีวิตประจำวันได้ (จงกล บุญรอด และ อลิศรา ชูชาติ, 2558) ด้วยเหตุนี้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยเปิดโอกาสให้นักเรียน สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จึงเป็นการสร้างประสบการณ์ในการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับ

สมรรถนะและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สังคมต้องการ อีกทั้งเป็นการพัฒนานักเรียน ทั้งกระบวนการคิด การปฏิบัติและสร้างคุณลักษณะแบบนักวิทยาศาสตร์ และมีส่วนส่งเสริมให้ การเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ประสบความสำเร็จได้เป็นอย่างดี (สันติชัย อนุวรชัย, 2557)

การโต้แย้งเป็นกลวิธีหนึ่งของการสืบเสาะหาความรู้ที่กำลังได้รับความสนใจในปัจจุบัน จากวงการวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญในการพิสูจน์ความจริง เพื่อให้ผู้อื่นมั่นใจ เชื่อถือ และนำมาซึ่งการยอมรับความจริงหรือองค์ความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ ได้ค้นพบ โดยอาศัยการร่วมกันพิจารณาใคร่ครวญอย่างมีเหตุมีผลและการวิพากษ์วิจารณ์ จากหลากหลายมุมมอง เพื่อหาทางขจัดข้อผิดพลาดขององค์ความรู้ที่อาจเกิดขึ้น (Horsella & Sindermann, 1992 อ้างถึงใน เอกภูมิ จันทรขันธ์, 2559) สอดคล้องกับ Lin et al, 2012 ระบุว่า การเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ คือผู้ที่มีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ โดยสามารถนำความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อนำไปสู่การสร้างหลักฐานเพื่อสร้างคำอธิบาย ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งได้รับการยอมรับว่าเป็นกระบวนการ ที่ใช้สร้างองค์ความรู้ คิดและปฏิบัติเช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ที่สร้างคำอธิบายเพื่อพัฒนา การนำเสนอข้อมูลและโต้แย้ง เพื่อให้เกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อมูลวิจารณ์และปรับปรุงใหม่ (พอหทัย พิพัฒน์ชัยภูมิ, สุรีย์พร สว่างเมฆ และปราณี นางงาม, 2559) ดังนั้น เป้าหมายใน การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีความต้องการให้ผู้เรียนมีความสามารถในการโต้แย้ง ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยอาศัยประจักษ์พยานหลักฐาน (เอกภูมิ จันทรขันธ์, 2559)

ปัจจุบันมีนักวิทยาศาสตร์ศึกษาให้ความสนใจเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อ ส่งเสริมทักษะการโต้แย้ง เช่น กฤษฏา ทองประไพ, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, กฤษณา ชินสิญจน์ และ อรยา แจ่มใจ (2559) ได้จัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน พบว่า นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งเพิ่มขึ้นร้อยละ 68.40 แต่เมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบของ การโต้แย้ง พบว่า องค์ประกอบที่พัฒนาได้น้อยที่สุดคือการใช้หลักฐาน เช่นเดียวกับอานุกาพ พวงสมจิตร และเอกรัตน์ ทานาค (2559) กล่าวว่า มีนักเรียนน้อยกว่าครึ่งหนึ่งที่มีทักษะการ อภิปรายโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ 4 ขึ้นไป สะท้อนว่านักเรียนยังขาดทักษะในการ หาหลักฐานเพื่อสนับสนุนการให้เหตุผลให้น่าเชื่อถือ จากการศึกษาพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่ มุ่งประเด็นในการพัฒนาทักษะการโต้แย้ง แต่มีงานวิจัยจำนวนน้อยที่พยายามจะศึกษาเกี่ยวกับ กระบวนการเรียนรู้ในการหาหลักฐานเพื่อนำมาสนับสนุนและสรุปเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ที่น่าเชื่อถือได้ ดังนั้นจึงควรมีการส่งเสริมการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ผ่านการ



ออกแบบกิจกรรมการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นในสถานการณ์ที่เกิดการขัดแย้งทางความคิด หลากหลายมุมมอง ในการค้นหาหลักฐานข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาสู่การให้เหตุผลและอภิปรายประเด็นที่ศึกษา ร่วมกัน (วิไลวรรณ ทรงศิลป์ และชาติรี ฝ่ายคำตา, 2560)

อย่างไรก็ตาม งานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ (Forensic Science) เป็นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทุกสาขามาประยุกต์ใช้ เพื่อพิสูจน์หลักฐานข้อเท็จจริงในคดีความเพื่อผลในการบังคับใช้กฎหมายและการลงโทษ (พัชรา สินลอยมา, 2560) นักนิติวิทยาศาสตร์ต้องมีกระบวนการทำงานอย่างละเอียดรอบคอบ และใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเป็นเครื่องมือในการทดสอบหลายอย่างเพื่อวิเคราะห์หลักฐานจากที่เกิดเหตุ จะเห็นได้ว่ากิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์เป็นการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา โดยเชื่อมโยงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์แขนงต่าง ๆ กับการทำงานสืบสวนสอบสวน เพื่อคลี่คลายคดีและค้นหาความจริง นอกจากนี้ยังสามารถนำมาบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนได้ โดยใช้นิติวิทยาศาสตร์เป็นตัวขับเคลื่อนในการสำรวจตรวจสอบหลักฐาน และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนรู้จักสืบเสาะหาความรู้เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา (Witham et al., 2004, อ้างถึงใน เทพสถิตย์ ตะนุวรรณ, 2560) จากการศึกษางานวิจัยของ พัชรพล เกาธรรมพิทักษ์ (2552) ใช้กิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์มาพัฒนากระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก ขณะที่งานวิจัยของ ชวัญ ตาใจ (2555) พบว่า การใช้สถานการณ์จำลองทางนิติวิทยาศาสตร์สามารถส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับสูงมาก ดังนั้น จะเห็นได้ว่ากิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Bhairam-Raza, 2012)

การรู้เรื่องการรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ เป็นพื้นฐานความรู้ในเนื้อหาอื่น ๆ ของวิชาชีววิทยาที่สำคัญ เช่น ระบบภูมิคุ้มกัน ระบบหายใจ ระบบขับถ่าย รวมทั้งยังมีความสำคัญในการดูแลตนเองและการรักษาสุขภาพในชีวิตประจำวัน เพื่อป้องกันตนเองและระมัดระวังการใช้ชีวิตให้ปราศจากโรคภัยต่าง ๆ (รัตติกาล จิมพาลี ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และ ลิลลี่ กาวีตะ, 2556) ดังที่ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560 มีความมุ่งหมายให้นักเรียนอธิบายถึงการควบคุมและรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ได้ ซึ่งความลึกซึ้งของเนื้อหาจะเพิ่มขึ้นเมื่อนักเรียนอยู่ในระดับชั้นสูงขึ้น ฉะนั้นความเข้าใจในกระบวนการรักษาสมดุลของร่างกายจึงเป็นเรื่องจำเป็นต่อนักเรียนทุกคน (อารีรัตน์ สุริโย จีระวรรณ เกษสิงห์ และธีรศักดิ์ เอโกบล, 2557) จากการศึกษางานวิจัย พบว่า เรื่องการรักษา

ดูสภาพในร่างกายมีเนื้อหาหลายเรื่องเป็นนามธรรมเข้าใจยาก ซึ่งต้องอธิบายด้วยกลไกภายใน ร่างกาย ไม่สามารถมองเห็นให้รูปธรรมได้ ทำให้เกิดความเข้าใจยาก และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ต่ำ (จินตนา แยมคงเมือง และ สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2560) เช่นเดียวกับที่ผู้วิจัยพบในชั้นเรียน เมื่อสอนด้วยเนื้อหาดังกล่าว พบว่า นักเรียนให้ความสำคัญค่อนข้างน้อย ทั้ง ๆ ที่เป็นเรื่องใกล้ตัว และเกี่ยวข้องกับนักเรียนมาก ประกอบกับเนื้อหาที่ค่อนข้างมากและซับซ้อน อีกทั้งการสอนเป็นไปในรูปแบบการบรรยายเป็นส่วนใหญ่ สะท้อนให้เห็นว่า ครูจำเป็นต้องพัฒนาการออกแบบ การจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และนำความรู้ ไปเชื่อมโยงกับบริบทในชีวิตจริง

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมุ่งที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทาง นิติวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ โดยสร้างสถานการณ์ปัญหา ให้นักเรียนได้มีบทบาทเป็นนักสืบ ได้ลงมือปฏิบัติจริง ในการสืบเสาะหาความรู้ สืบรวจ ตรวจสอบ หาความจริง โดยใช้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผ่านกระบวนการโต้แย้งบนพื้นฐาน ในการเชื่อมโยงของข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์พยานเพื่อสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังสามารถเผยแพร่ความรู้ที่ได้จากการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่มีข้อมูลสนับสนุน รวมไปถึง การสื่อสารให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และมีส่วนร่วมในประเด็นทาง วิทยาศาสตร์ที่เกิดในสังคม ซึ่งถือเป็นกิจกรรมหนึ่งของนักวิทยาศาสตร์

### จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทาง นิติวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์

### คำถามของการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ควรเป็นอย่างไร
2. เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ นักเรียน มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ อย่างไร

## ขอบเขตของงานวิจัย

### 1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดขอบเขตของการศึกษาด้านเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ตรงกับสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐานที่ ว 1.2 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

### 2. ขอบเขตด้านกลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 16 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์

### 3. ขอบเขตด้านระยะเวลา

การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ จำนวน 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง จำนวน 3 ชั่วโมง

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ หมายถึง การใช้สถานการณ์ปัญหาทางนิติวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในเรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ โดยให้นักเรียนกำหนดสิ่งที่ต้องการศึกษาแสวงหาจากข้อมูล หลักฐานเชิงประจักษ์ พยาน และการให้เหตุผลบนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญในการพิสูจน์ความจริงเพื่อทำให้ผู้อื่นมั่นใจ เชื่อถือ และนำมาซึ่งการยอมรับความจริงหรือองค์ความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์โดยอาศัยประจักษ์พยานหลักฐานที่มาสืบสนับสนุน และได้รู้จักการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งดัดแปลงและปรับปรุงกลวิธีการโต้แย้งตามกรอบแนวคิดของ Sampson et al. (2012) ร่วมกับกิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์ของ Saferstein (2011) ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

### ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมและทบทวนความรู้

ครูผู้สอนแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ สร้างความสนใจในการเรียน ตรวจสอบและทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องที่เกี่ยวข้อง กระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ถึงสิ่งที่จะเรียนรู้อย่างกว้าง ๆ และฝึกทักษะพื้นฐานที่จำเป็น จากนั้นแบ่งกลุ่มนักเรียนแบบคละระดับความสามารถ (เก่ง ปานกลาง อ่อน) กำหนดบทบาทของนักเรียนในฐานะที่เป็นเจ้าหน้าที่สอบสวน รวมทั้งเตรียมความพร้อมของเอกสารและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนรู้

### ขั้นที่ 2 ระบุสถานการณ์ปัญหาและภาระงาน

ครูผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับนิติวิทยาศาสตร์ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากรู้ อยากเรียน อยากค้นหาคำตอบในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์พยานที่มาสืบสนุนให้มีความน่าเชื่อถือ

### ขั้นที่ 3 สืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูล

นักเรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่ต้องอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ระบุหลักฐาน และวิเคราะห์ว่าสิ่งใดเป็นประเด็นปัญหา มีแนวคิด และข้อเท็จจริงใดบ้างที่เกี่ยวข้องแล้ววางแผนและออกแบบวิธีการและเลือกข้อมูลในการสำรวจตรวจสอบตามกรอบการศึกษาค้นคว้า ซึ่งมี 3 องค์ประกอบ 3 คือ 1. ข้อกล่าวอ้าง หมายถึงข้อคิดเห็น หรือคำตอบของคำถามที่นักเรียนค้นคว้าหาคำตอบ 2. การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หมายถึง ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงจากการสำรวจตรวจสอบกับข้อกล่าวอ้างว่า ทำไมหลักฐานจึงสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสร้างขึ้น 3. หลักฐาน หมายถึง ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงในการสำรวจตรวจสอบเพื่อนำมาสืบสนุนข้อกล่าวอ้างโดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์พยาน

### ขั้นที่ 4 นำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้ง

การจัดกิจกรรมการโต้แย้งด้วยการอภิปราย โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง โดยชี้แจงผลการตรวจสอบด้วยหลักฐาน ส่วนเพื่อนกลุ่มอื่นต้องแสดงความคิดเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อข้อกล่าวอ้างที่นำเสนอ พร้อมให้เหตุผลประกอบ ส่วนกลุ่มที่นำเสนอก็ต้องโต้แย้งกลับโดยใช้พยานหลักฐานและเหตุผล เพื่อแสดงให้เห็นว่าข้อกล่าวอ้างหรือความคิดของเพื่อนกลุ่มที่ไม่เห็นด้วยไม่ถูกต้อง ทำเช่นนี้จนครบทุกกลุ่ม

### ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินผล

นักเรียนและครูช่วยกันสะท้อนผลการอภิปราย และตัดสินใจหาข้อสรุปหรือข้อยุติจากสถานการณ์ปัญหา เพื่อสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และเขียนรายงานสรุปผลการสำรวจตรวจสอบและผลที่เกิดจากการโต้แย้งเพื่อให้นักเรียนรู้ว่าตนเองได้เรียนรู้อะไร นักเรียน

มีการเปลี่ยนแปลงความคิดของตัวเอง แล้วแลกเปลี่ยนการสรุปประเด็นจากการศึกษากับเพื่อน แต่ละกลุ่ม ส่วนครูประเมินผลนักเรียนตามสภาพจริง

2. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการระบุข้อความ คำบรรยาย หรือประโยคที่ใช้อธิบายโดยเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านการรักษาคุณภาพร่างกายมนุษย์ ในการแสวงหาคำตอบจากข้อกล่าวอ้างหลักฐานเชิงประจักษ์พยาน และการให้เหตุผลบนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสมผ่านการจัดการเรียนรู้ทางนิติวิทยาศาสตร์ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง และสื่อสารองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สู่สาธารณชนในสังคมวิทยาศาสตร์ โดยมีองค์ประกอบสำคัญ คือ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) โดยแบ่งเป็น ระดับ 3 (สูง) 2 (ปานกลาง) และ 1 (ต่ำ)

#### **ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย**

ได้ตัวอย่างแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาดุลยภาพร่างกายมนุษย์ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการศึกษา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.1 เป้าหมายวิทยาศาสตร์

1.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้

2. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

2.2 ความหมายการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

2.3 องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

2.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3. การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

3.1 ความสำคัญของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

3.2 ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

3.3 องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

3.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

4. นิติวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของนิติวิทยาศาสตร์

4.2 ประเภทของนิติวิทยาศาสตร์

4.3 ประโยชน์ของนิติวิทยาศาสตร์

4.4 พยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

กระทรวงศึกษาธิการ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดำเนินการจัดทำมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อนำไปใช้เป็นกรอบและทิศทางในการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา และจัดการเรียนการสอน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) โดยได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี มีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตร ทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้น มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ให้ความต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

### 1.1 เป้าหมายวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี

4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิด ประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และ การจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมใน การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

## 1.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการ เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้ กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

1) วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของ สิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทาง ชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2) วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของ สารการเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

3) วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการ เปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

## 4) เทคโนโลยี

การออกแบบและเทคโนโลยีเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มี การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์ อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และ สิ่งแวดล้อม วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา



เป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 1.3 สารและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

#### สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

#### สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

#### 1.4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้

การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตของการศึกษาด้านเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ตรงกับสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐานที่ ว 1.2 ม.4-6/5 อธิบายและเขียนแผนผังเกี่ยวกับการตอบสนองต่อร่างกายแบบไม่จำเพาะ และแบบจำเพาะต่อสิ่งแปลกปลอมของร่างกาย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

## 2. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

### 2.1 ความสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

เป้าหมายหนึ่งของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ สามารถคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ วิพากษ์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และมีประจักษ์พยานที่พิสูจน์ได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ,2552) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมุ่งเน้นให้ครูวิทยาศาสตร์ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) เป็นวิธีการที่สำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะเป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ในธรรมชาติ แล้วนำเสนอผลการค้นคว่านั้นในรูปของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Explanation) ดังนั้นจึงเป็นที่ยอมรับกันว่าการปฏิบัติอันเป็นหัวใจสำคัญของการสืบเสาะ

วิทยาศาสตร์ คือการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Bayer and Davis, 2008 อ้างถึงใน สันติชัย อนุวรชัย, 2553) ซึ่งการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนสำคัญของการทำงาน วิทยาศาสตร์และเป็นองค์ประกอบของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ มายืนยันเหตุผลที่มีหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Novak and Treagust, 2017) อีกทั้ง การอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับการการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการ อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนโลกชีวิตจริง ดังตัวอย่างที่สภาการวิจัยแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ที่ระบุว่า การอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถและความเข้าใจพื้นฐาน ของกระบวนการสืบเสาะที่นักเรียนควรมี 4 ประการ ได้แก่ 1) การแสดงหลักฐาน ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถพัฒนาและประเมินคำอธิบายเพื่อตอบคำถามในการสำรวจตรวจสอบได้ 2) การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐาน เพื่อใช้ในการตอบคำถามจากการสำรวจ ตรวจสอบ 3) การสร้างและปรับปรุงคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และแบบจำลองโดยใช้หลักฐาน และเหตุผล และ 4) ความเข้าใจที่กระจ่างชัดว่า คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการใช้ หลักฐานและเหตุผล (National Research Council, 1996) โดยในการวัดความสามารถในการ อธิบายทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องแสดงถึงการนำหลักฐาน (Evidence) มาใช้ในการ สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Claim) และการให้เหตุผล (Reasoning) เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่าง หลักฐานและข้อกล่าวอ้าง (พณนิดา มีลา และร่วมเกล้า อาจเดช, 2560)

การศึกษาเกี่ยวกับความสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จาก นักการศึกษาและนักวิชาการที่ได้กล่าวมาข้างต้น สะท้อนให้เห็นว่าความสามารถในการอธิบายทาง วิทยาศาสตร์เป็นลักษณะสำคัญของนักเรียนในการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถคิด เป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ มีทักษะในการสืบเสาะหาความรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหา ประเมินการตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์ พยานที่พิสูจน์ได้ เพื่อนำมาใช้มาสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และสื่อสารให้ผู้อื่นเกิดความ เข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และมีส่วนร่วมในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดในสังคม

## 2.2 ความหมายการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษา ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายของการสร้าง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของ การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในบริบททางวิทยาศาสตร์ศึกษาที่แตกต่างกัน ดังนี้

Chiappetta and Koballa (2010) ได้ให้ความหมายของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่าคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต้องสะท้อนผลถึงการสังเกตและการทดลอง โดยอาศัยการ

ให้เหตุผลที่สอดคล้องกับหลักฐานเชิงประจักษ์พยาน ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ สังเคราะห์ การรับรอง การปรับเปลี่ยนและการปฏิเสธจากสังคมของนักวิทยาศาสตร์

Organisation for Economic Cooperation and Development หรือ OECD (2015) สำหรับการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ของ PISA 2015 ได้กำหนดสมรรถนะสำคัญของการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และให้ความหมายไว้ว่า การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึงมีความสามารถในการรับรู้ เสนอและประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยีได้ อีกทั้งการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง มีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

John K. Gilbert, Carolyn J. Boulter and Margaret Rutherford (2000) ได้ให้ความหมายของคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับบริบทในทางวิทยาศาสตร์ ที่ชี้ให้เห็นว่าคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Explanation) ประกอบไปด้วย 5 ความหมาย ดังนี้

1. คำอธิบาย หมายถึง ความชัดเจนในการให้ความหมายการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์
2. คำอธิบาย หมายถึง ข้อความที่แสดงถึงความเชื่อหรือการกระทำอย่างสมเหตุสมผลในทางวิทยาศาสตร์
3. คำอธิบาย หมายถึง การอธิบายเกี่ยวกับสาเหตุของสถานการณ์ และกระบวนการที่เกี่ยวข้องในทางวิทยาศาสตร์
4. คำอธิบาย หมายถึง การระบุลักษณะและหน้าที่ของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
5. คำอธิบาย หมายถึง การกล่าวอ้างถึงทฤษฎีที่สามารถอนุมานได้จากกฎต่าง ๆ

McNeill and Krajcik (2006) ได้กล่าวถึงความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การอธิบายถึงสาเหตุหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นด้วยการโต้แย้งที่มีการยืนยันด้วยเหตุผลหรือมุมมองที่เป็นรูปธรรม เพื่อนำมาสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ในข้อกล่าวอ้างด้วยการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์พยานและการให้เหตุผลที่เหมาะสมและหลักการทางวิทยาศาสตร์

Novak and Treagust (2017) ได้ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสร้างคำอธิบายของปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการ

ทำงานทางด้านวิทยาศาสตร์ และเป็นองค์ประกอบสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลักฐานเชิงประจักษ์พยาน เพื่อให้ข้อกล่าวอ้างเชื่อถือได้ โดยใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่อยืนยันเหตุผลที่มีหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

พัตนิดา มีลา และรุ่มเกล้า อาจเดช (2560) ได้ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสร้างความหมายของปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการระบุคำตอบหรือข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลมาสนับสนุนเพื่ออธิบายการเกิดของปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์นั้น

ลือชา ลดาชาติ และคณะ (2558) ได้ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ตนเองสนใจศึกษา ซึ่งจะนำไปสู่การเก็บรวบรวม การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อลงข้อสรุปที่ตอบ คำถามทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เพื่อนำข้อสรุปจากการศึกษาเหล่านั้นมาเชื่อมโยงกันและสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จงกล บุญรอด และอลิศรา ชูชาติ (2558) ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ มาสนับสนุนคำอธิบาย พร้อมแสดงเหตุผลเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคำอธิบายและหลักฐานได้

สันติชัย อนุวรชัย (2553) ให้ความหมายการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง ข้อความหรือประโยคที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาซึ่งเกี่ยวข้องกับบริบทในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีองค์ประกอบ 3 ประการ คือ 1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ ข้อยืนยันหรือคำตอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษา 2. หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้จากการศึกษา และ 3. การใช้เหตุผล (Reasoning) คือ ข้อความที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน ซึ่งเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

กฤตกร สภาสันติกุล (2559) ได้ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ คือ การประยุกต์ความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ การอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นทางการ วิทยาศาสตร์ และทำนายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น รวมถึงการระบุคำบรรยาย และคำอธิบายที่เหมาะสม

จรรยา ดาสา (2560) ได้กล่าวว่า การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนจะต้องมีส่วนร่วมในคำถามทางวิทยาศาสตร์ วางแผนและดำเนินการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาหลักฐาน มาสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถาม โดยมีหลักการหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนหลักฐานที่มี และสื่อสารหรือประเมินคำอธิบายได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล

ดังนั้น ผู้วิจัยขอสรุปความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการระบุข้อความ คำบรรยาย หรือประโยคที่ใช้อธิบายโดยเชื่อมโยง เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการแสวงหาคำตอบจากข้อกล่าวอ้างหลักฐานเชิงประจักษ์ พยาน และการให้เหตุผลบนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสม โดยมีองค์ประกอบ สำคัญ คือ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning)

### 2.3 องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

McNeill and Krajcik (2006) ได้กำหนดกรอบคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็น องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน สำคัญ คือ

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หมายถึง ข้อสรุปเกี่ยวกับปัญหา
2. หลักฐาน (Evidence) หมายถึง ข้อมูลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
3. การให้เหตุผล (Reasoning) หมายถึง เหตุผลที่สร้างขึ้นจากหลักการทาง วิทยาศาสตร์โดยพิจารณาจากหลักฐานที่มาสสนับสนุนข้อกล่าวอ้างประเด็นที่สนใจศึกษา

เฉลิมลาภ ทองอาจ (2555) กล่าวว่า คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถ ขั้นพื้นฐานสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบที่สำคัญ คือ

1. ข้อสรุป (Claim) เป็นคำตอบของปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยคำตอบส่วนใหญ่ จะเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ว่า "เกิดอะไรขึ้น" หรือ "เกิดขึ้นได้อย่างไร" หรือ "เพราะเหตุ ใดจึงเกิดขึ้น"
2. ประจักษ์พยาน (Evidence) เป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อสรุป อย่างเหมาะสมและเพียงพอ โดยข้อมูลที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุปอาจจะได้มาจากการสำรวจ ตรวจสอบของนักเรียนหรือจากแหล่งข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้แล้ว
3. การใช้เหตุผล (Reasoning) เป็นการเชื่อมโยงระหว่างประจักษ์และข้อสรุป โดย การแสดงเหตุผลที่ประจักษ์พยานสนับสนุนข้อสรุป โดยส่วนใหญ่แล้ว การใช้เหตุผลมักจะต้องใช้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม

สันติชัย อนุวรชัย (2553) กล่าวว่า การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบาย ปรากฏการณ์ที่ศึกษา ซึ่งเกี่ยวข้องกับบริบทในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ประการ คือ

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ ข้อยืนยันหรือคำตอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษา
2. หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้จากการศึกษา

3. การใช้เหตุผล (Reasoning) คือ ข้อความที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน ซึ่งเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

ตีรณา ชุมแสง เอกภูมิ จันทรวงศ์ และสุรศักดิ์ เชียงกา (2560) ได้ใช้กรอบแนวคิดของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงจาก McNeill and Krajcik (2006) ประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือคำตอบของคำถามหรือการศึกษาปรากฏการณ์
2. หลักฐาน (Evidence) คือข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และสามารถให้หักล้างข้อกล่าวอ้างอื่นเป็นได้ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ
3. การให้เหตุผล (Reasoning) คือข้อความที่แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของการนำหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

#### 2.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

McNeill and Krajcik (2008) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุและคัดเลือกมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา (Identify and Unpack the Content Standard) เป็นการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และระบุโมดูลที่นักเรียนต้องเรียนให้ชัดเจน

ขั้นที่ 2 คัดเลือกการปฏิบัติการสืบสอบเชิงวิทยาศาสตร์ (Unpack the Scientific Inquiry Practice) เป็นการกำหนดสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติหรือกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีลักษณะเน้นการสืบสอบหาความรู้ เช่น การทดลอง เป็นต้น

ขั้นที่ 3 การกำหนดการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติงาน (Create Learning Performance) เป็นการกำหนดภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติหลังจากการสืบสอบแล้ว ซึ่งนั่นก็คือกำหนดให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 สร้างภาระงานที่ต้องการประเมิน (Write the Assessment Task) เป็นการออกแบบสถานการณ์และข้อคำถามที่ให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางในการสืบสอบแล้วนำมาสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 5 ทบทวนภาระงานที่ต้องการประเมิน (Review the Assessment Task) หลังจากการออกแบบสถานการณ์หรือข้อคำถามแล้วให้ทบทวนอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 พัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนแบบจำเพาะ (Develop Specific Rubrics) เป็นการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบจำเพาะต่อคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้น

สันติชัย อนุวรชัย (2553) ได้ทำการสืบค้นแนวทางสำคัญที่ใช้จัดการเรียนรู้ด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กล่าวว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การสืบสอบเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น ให้นักเรียนทดลอง ค้นคว้าด้วยตนเอง แต่ภาระงานที่มอบหมายให้นักเรียนทำนั้น ต้องเป็นการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยจัดขั้นตอนปรับปรุงจากกรอบแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2008) ตามรูปแบบการสอนไว้ ดังนี้



ภาพ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์  
ที่มา สันติชัย อนุวรชัย (2553)



### 3. การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

#### 3.1 ความสำคัญของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

ปัจจุบันการศึกษาวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งในการสืบเสาะหาความรู้ที่กำลังได้รับความสนใจทั้งในวงการวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา เพราะเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการและทฤษฎีของความรู้ (Epistemology) ในการนำไปใช้ในการดำเนินการทางวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (Osborne et al., 2012; Lin & Mintzes, 2010) โดยกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ การโต้แย้งถือเป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญในการพิสูจน์ความจริงเพื่อทำให้ผู้อื่นมั่นใจ เชื่อถือ และนำมาซึ่งการยอมรับความจริงหรือองค์ความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบ โดยอาศัยการร่วมกันพิจารณาใคร่ครวญอย่างมีเหตุมีผลและการวิพากษ์วิจารณ์จากหลากหลายมุมมอง เพื่อหาทางขจัดข้อผิดพลาดขององค์ความรู้ที่อาจเกิดขึ้น (Horsella & Sindermann, 1992 อ้างถึงใน เอกภูมิ จันทรขันธ์, 2559) ซึ่งในการการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาศัยกระบวนการที่สำคัญ 2 ประการ คือ การศึกษา ค้นคว้า ทดลอง เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการวิพากษ์วิจารณ์โต้แย้งจากประชาคมของนักวิทยาศาสตร์ รวมถึงสาธารณชนทั่วไปเพื่อให้องค์ความรู้ที่ค้นพบมีความถูกต้องและได้รับการยอมรับ ปัจจุบันมีนักการศึกษา และนักวิชาการหลายท่านให้ความสนใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียน ดังที่ พอหทัย พิพัฒน์ชัยภูมิ สุรีย์พร สว่างเมฆ และปราณี นางงาม (2559) กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ได้รับการยอมรับว่าเป็นกระบวนการที่ใช้สร้างองค์ความรู้ คิดและปฏิบัติเช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการที่สร้างคำอธิบายเพื่อพัฒนาการนำเสนอข้อมูลและโต้แย้ง เพื่อให้เกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อมูลวิจารณ์และปรับปรุงใหม่ ขณะที่ เอกภูมิ จันทรขันธ์ (2559) อธิบายว่า ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญของคุณลักษณะความเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientifically literate person) ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับ Berland and McNeill (2010) กล่าวว่า การโต้แย้งเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาทางวิทยาศาสตร์เพราะการมีส่วนร่วมในการโต้แย้งของนักเรียนเป็นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย การสร้างความรู้และแสดงผลข้อกล่าวอ้างเบื้องต้น

ปัจจุบันจะเห็นได้ว่าในสภาพสังคมยุคนี้เต็มไปด้วยความขัดแย้งต่าง ๆ มากมาย รวมทั้งมีประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (socio-scientific issues) กำลังเป็นที่ถกเถียงกัน จนบางครั้งไม่สามารถหาข้อสรุปได้ ดังนั้น ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นการอยู่ในสังคมของวิทยาศาสตร์จึงต้องมีทักษะการโต้แย้งที่ดี นั่นคือ นักเรียนสามารถ

หยาบยกหลักฐานที่น่าเชื่อถือขึ้นมาพิจารณาประกอบก่อนตัดสินใจได้ว่าจะเลือกข้างใด นอกจากนี้ นักเรียนควรพบปะพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้ที่มีความคิดเห็นไม่ตรงกันและพยายามใช้หลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือมายืนยันเพื่อให้อีกฝ่ายเปลี่ยนความคิดเห็นได้ (กฤษฎา ทองประไพ, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, กฤษณา ชินสิญจน์ และอรยา แจ่มใจ (2559) การโต้แย้งจึงเป็นส่วนสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากวิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผล นอกจากนี้การเรียนรู้ด้วยวิธีที่มีแนวการสอนสืบเสาะและสร้างบริบทในการโต้แย้งให้กับนักเรียน จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสม (Berland and Reiser, 2009)

### 3.2 ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษา ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน ดังนี้

Osborne (2005) ให้ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและการอ้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่นำไปสู่ข้อสรุป และการพัฒนาการโต้แย้งจะส่งเสริมการใช้เหตุผล การใช้เหตุผลจะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนซักถามแสดงเหตุผลเป็นการส่งเสริมการรู้คิดของนักเรียนและส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

Sampson et al. (2011) ให้ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง การที่บุคคลพยายามที่จะสร้างสนับสนุน คัดค้าน หรือปรับปรุงข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ (Scientific claim) เพื่อนำไปสู่การยืนยันความถูกต้องและการลงข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ และได้รับการยอมรับในแวดวงของนักวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของข้อมูลและพยานหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้ จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หรือการลงมือทำการทดลองด้วยตนเอง ร่วมกับการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลและพยานหลักฐานเข้าด้วยกัน

Berland and Reiser (2011) ให้ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง การปฏิบัติทางสังคมที่แสดงถึงกระบวนการที่สมาชิกในสังคมสร้างความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ โดยใช้การประเมินผล วิพากษ์วิจารณ์และปรับปรุงข้อกล่าวอ้าง

เอกภูมิ จันทรขันธ์ (2559) ให้ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการสร้าง สนับสนุน คัดค้าน หรือปรับปรุงข้อกล่าวอ้างเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ที่ได้รับการยอมรับ โดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้ จากการศึกษาค้นคว้า ทดลอง ร่วมกับการให้เหตุผล เพื่อเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างและพยานหลักฐาน

เข้าด้วยกัน การส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งในวิชาวิทยาศาสตร์จะทำให้นักเรียนเป็นผู้รู้ วิทยาศาสตร์ และยังส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทักษะการสื่อสาร และความสามารถในการประเมินความน่าเชื่อถือของ ข้อมูลหลักฐาน ซึ่งล้วนเป็นเป้าหมายหลักของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

ภัทราวรรณ ไชยมงคล สกนธ์ชัย ชนะนุพันธ์ และจินตนา กล้าเทศ (2559) ได้ให้ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการทำงานร่วมกันของนักเรียนในการ สืบเสาะหาความรู้ โดยพิจารณาหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสืบค้น และใช้ความรู้ในการ สำนวจตรวจสอบเพื่อนำมาสู่การลงข้อสรุปพร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

อานุภาพ พ่วงสมจิตร และเอกรัตน์ ทานาค (2559) ให้ความหมายของการโต้แย้ง ทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของทักษะการสื่อสารและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐาน ของความเป็นเหตุเป็นผล จำเป็นต้องมีข้อสันนิษฐานที่มีเหตุผลมาสนับสนุนรองรับ หรือนำเสนอ ให้กับผู้อื่นได้รับทราบได้ จากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์

วิไลวรรณ ทรงศิลป์ และชาติรี ฝ่ายคำตา (2560) ให้ความหมายของการโต้แย้งไว้ว่า เป็นกระบวนการทางสังคมผ่านการทำงานร่วมกันเพื่อที่จะปรับเปลี่ยนความคิดที่คลาดเคลื่อนหรือ แนวคิดที่ไม่ถูกต้องไม่สมเหตุผล มาสู่แนวคิดที่เป็นเหตุผลถูกต้อง โดยการตีความหมาย ของข้อมูลที่มีอยู่และจากหลักฐานต่าง ๆ ที่น่าเชื่อถือสนับสนุนแนวคิดนั้น ๆ แล้วนำไปสู่การ สร้างความรู้ที่แสดงถึงเหตุผลผ่านการแสดงความคิดเห็นร่วมกัน

พัชราภรณ์ บุญยทรศนีย์ เอกรัตน์ ทานาค และวีระศักดิ์ วีระภาสพงษ์ (2556) ได้ให้ ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ คือ ระดับความสามารถของการแสดงข้อกล่าวอ้าง แสดงเหตุผล เพื่อแสดงจุดยืนทางความคิดของตนเอง และการประเมินความน่าเชื่อถือของหลักฐาน และเหตุผลที่ใช้ประกอบการอภิปรายโต้แย้ง โดยอาศัยทักษะกระบวนการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ (Critical Thinking) และหลักคุณธรรม จริยธรรม

### 3.3 องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

Lin and Mintzes (2010) ได้เสนอองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนำมาใช้จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนว่า ประกอบไปด้วย

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claims) หมายถึง การที่ผู้เรียนได้นำเสนอผลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง หรือความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นที่กำลังเป็นที่พิจารณาอยู่ในขณะนั้น
2. เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrants) หมายถึง การให้เหตุผลกับข้อกล่าวอ้าง เพื่อสนับสนุนให้ข้อกล่าวอ้างนั้นน่าเชื่อถือ

3. หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) หมายถึง การนำเสนอหลักฐานข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพื่อประกอบการอธิบายเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างนั้นได้รับการยอมรับ

4. ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter arguments) หมายถึง การให้เหตุผลต่อข้อกล่าวอ้างจากมุมมองอื่น ที่แตกต่างไปจากข้อกล่าวอ้างเดิมของตนเองทำให้ข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลง เพื่อขัดข้อผิดพลาดจากข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้นไว้ในตอนแรก

5. เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ (Supportive arguments) หมายถึง การโต้แย้งที่ทำให้ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปจากข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลง และตกไปในที่สุด โดยการหาพยานหลักฐานและการให้เหตุผล ที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่ามาสนับสนุน

เอกภูมิ จันทรขันธ์ (2559) ได้นำเสนอองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของ Lin and Mintzes (2010) สำหรับนำมาใช้จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนไว้ว่าประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter claim) และการโต้แย้งกลับ (Rebuttal) ซึ่งแต่ละองค์ประกอบ มีรายละเอียด ดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นการนำเสนอผลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองหรือเป็นการนำเสนอความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นที่กำลังเป็นที่พิจารณา

2) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) เป็นการใช้เหตุผลในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองกับข้อกล่าวอ้าง เพื่อสนับสนุนให้ข้อกล่าวอ้างที่น่าเสนอมีความน่าเชื่อถือ ซึ่งเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนี้อาจได้รับการโต้แย้งหรือคัดค้านจากผู้อื่นก็ได้

3) หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) เป็นการนำเสนอข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพื่อประกอบการอธิบายเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เพื่อให้ข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นที่ยอมรับโดยหลักฐานนั้นอาจได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่เป็นไปได้ เช่น สี กลิ่น รูปร่าง สถานะ เป็นต้น รวมถึงข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่ได้จากการศึกษางานวิจัยหรือการทดลองอื่นที่มีผู้เก็บรวบรวมไว้แล้ว ทั้งนี้หลักฐานสนับสนุนเหตุผลจะต้องมาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ หรือสามารถทำการทดลองซ้ำแล้วให้ผลเช่นเดียวกับผลที่น่าเสนอได้

4) ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter claim) เป็นข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นจากการให้เหตุผลต่อข้อกล่าวอ้างที่มีผู้นำเสนอไว้ในตอนแรกซึ่งแตกต่างไปจากเดิม กล่าวคือเป็นการ

ให้เหตุผลต่อข้อกล่าวอ้างจากมุมมองใหม่ ๆ ที่ผู้นำเสนอข้อกล่าวอ้างไม่ได้กล่าวถึงหรือไม่ได้นำมาพิจารณาไว้ใน การนำเสนองานข้อกล่าวอ้างในตอนแรก ทำให้ข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือที่น้อยลง เป็นกระบวนการที่นำมาใช้เพื่อหาทางขจัดข้อผิดพลาดของข้อกล่าวอ้างที่ได้สร้างขึ้นไว้ในตอนแรก

5) การโต้แย้งกลับ (Rebuttal) เป็นการโต้แย้งเพื่อทำให้ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปจากข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือลดลงและตกไปในที่สุด โดยการหาพยานหลักฐานและการให้เหตุผลที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่ามาสนับสนุน

พัชราภรณ์ บุญยทรรศน์ เอกรัตน์ ทานาค และวีระศักดิ์ วีระภาสพงษ์ (2556) ได้ปรับปรุงองค์ประกอบของการอภิปรายโต้แย้งของ Toulmin (2003) และ Lin & Mintzes (2010) ได้เป็น 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (claims) หมายถึง ข้อสรุปหรือข้อเรียกร้องในประเด็นต่าง ๆ ที่จะแสดงจุดยืนของตนเองได้อย่างชัดเจน

2. เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) หมายถึง เหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เพื่อแสดงว่าเพราะอะไร ทำไม เราถึงมีจุดยืนเช่นนี้

3. หลักฐานสนับสนุน (Evidence) หมายถึง หลักฐาน ข้อเท็จจริง ที่สนับสนุนเหตุผล และข้อกล่าวอ้างให้น่าเชื่อถือมากขึ้น และยังมีหลักฐานมากเท่าไรจะยิ่งทำให้ข้อกล่าวอ้างนั้นดูมีน้ำหนัก น่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

4. เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม (Counter argument) หมายถึง เหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของฝ่ายที่คิดเห็นต่างออกไปจากตนเอง ซึ่งจะคล้ายกับเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) แต่จะเป็นเหตุผลของอีกฝ่ายที่คิดตรงข้ามกับเรา

5. ข้อโต้แย้งกลับ (Rebuttal) หมายถึง เหตุผล แนวคิด หรือหลักฐาน ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของเราเพิ่มขึ้น หรือใช้โต้แย้งฝ่ายตรงข้ามเพื่อให้ข้อกล่าวอ้าง เหตุผล และหลักฐานของฝ่ายตรงข้ามนั้นไม่เป็นจริง ดูไม่น่าเชื่อถือ หรือทำให้ข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นอันตกไป

### 3.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

Sampson, V. et al (2012) เสนอขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังนี้

1) การระบุภาระงาน เป็นการนำเสนอสถานการณ์เพื่อสร้างความสนใจและวิเคราะห์สถานการณ์เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม จนเกิดข้อสงสัยนำไปสู่การระบุภาระงาน

2) การสำรวจและรวบรวมข้อมูล เป็นการออกแบบการสำรวจตรวจสอบ ปรากฏการณ์ที่ศึกษา รวมถึงการดำเนินการสำรวจตรวจสอบ เก็บรวบรวม จัดกระทำและวิเคราะห์ ข้อมูลจนสามารถสรุปเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เป็นการสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่มเพื่ออธิบายผลการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์

4) กิจกรรมการโต้แย้ง เป็นการนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบและข้อโต้แย้งของกลุ่มต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน อภิปรายและวิจารณ์เพื่อมุ่งหาคาตอบของปรากฏการณ์ที่มีเหตุผลสนับสนุนและเป็นที่ยอมรับ

5) การสะท้อนผลการอภิปราย เป็นการมีส่วนร่วมของครูและนักเรียนในการ อภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหาในประเด็นการโต้แย้ง และแนวทางในการพัฒนาวิธีการในการสำรวจ ตรวจสอบ

6) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เป็นการเขียนรายงานผลการสำรวจ ตรวจสอบรายบุคคล

7) การทบทวนรายงานโดยเพื่อน เป็นการพัฒนาคุณภาพรายงานผลการสำรวจ ตรวจสอบ โดยเพื่อนตามเกณฑ์การประเมิน

8) การปรับปรุงรายงาน เป็นการแก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เอกภุมิ จันทร์ขันธ์ (2559) ได้นำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งปรับปรุงมาจากกรอบแนวคิดของ Sampson et al. (2009) และ Sampson et al. (2011) โดยประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ (1) การระบุภาระงาน (2) การสรรค สร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (4) กิจกรรมการโต้แย้ง และ (5) การเขียน รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ รายละเอียดดังนี้

1. การระบุภาระงาน (Identification of the task) คือ การสร้างความสนใจ ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน และกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ที่จะเกิดขึ้นจากนั้นจึงนำเข้าสู่การระบุภาระงานพร้อมกับการชี้แจงกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ

2. การสรรคสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and analysis of data) คือการ ให้นักเรียนร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กประมาณกลุ่มละ 3-4 คน ในการออกแบบการสำรวจ ตรวจสอบและลงมือสำรวจตรวจสอบตามที่ตนเองได้ออกแบบไว้ พร้อมกับบันทึกรวบรวมข้อมูล ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a tentative argument) คือ การให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ แล้วเขียนลงในกระดาษ โดยข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้จะมีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ (1) ข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อคิดเห็น ข้อค้นพบ หรือคำตอบของคำถามที่นักเรียนค้นคว้าหาคำตอบ (2) การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบกับข้อกล่าวอ้างว่าทำไมหลักฐานจึงสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนได้เขียนขึ้น (3) หลักฐาน คือ ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ เพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยหลักฐานนี้ได้มาจากการวัด การสังเกต การทดลอง รวมทั้งการอ่านเอกสารที่เกี่ยวข้องที่มีความน่าเชื่อถือขั้นตอนนี้ จะทำให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์ไม่ใช่องค์ความรู้ที่ไร้ข้อพิสูจนความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากการสืบเสาะค้นคว้าร่วมกับการแสดงให้เห็นถึงหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสม

4. กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation session) คือ การโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบขั้นตอนนี้มีความสำคัญเพราะครูจะได้ประเมินความคิดและความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนของนักเรียน โดยการโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียนมีขั้นตอน 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การกำหนดประเด็นการโต้แย้ง (2) ครูอธิบายความหมายและองค์ประกอบต่าง ๆ ของการโต้แย้ง และ (3) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง ส่วนเพื่อนกลุ่มอื่นต้องแสดงความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อข้อกล่าวอ้างที่นำเสนอ พร้อมให้เหตุผลประกอบ ส่วนกลุ่มที่นำเสนอก็ต้องโต้แย้งกลับโดยใช้พยานหลักฐานและเหตุผล เพื่อแสดงให้เห็นว่าข้อกล่าวอ้างหรือความคิดของเพื่อนกลุ่มที่ไม่เห็นด้วยไม่ถูกต้อง ทำเช่นนี้หมุนเวียนกันจนครบทุกกลุ่ม

5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up investigation report) คือ การให้นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานสรุปผลการสำรวจตรวจสอบและผลที่เกิดจากการโต้แย้งเพื่อให้นักเรียนรู้ว่าตนเองได้เรียนรู้อะไร นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความคิดของตัวเองหรือไม่อย่างไร ทำไมนักเรียนถึงเปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนแปลงความคิดของตัวเองภายหลังจากการโต้แย้งระหว่างกลุ่ม จากนั้นจึงให้นักเรียนส่งรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ครูให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) โดยครูมีหน้าที่ตรวจและส่งรายงานกลับคืนให้นักเรียน เพื่อให้นักเรียนแก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามข้อเสนอแนะของครู การเขียนรายงานจะทำให้ นักเรียนเข้าใจและจดจำสิ่งที่เรียนได้มากขึ้น

ภัทรารวรรณ ไชยมงคล สกนธ์ชัย ชนะนุพันธ์ และจินตนา กล้าเทศ (2559) ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง พร้อมให้เหตุผลประกอบ โดยปรับปรุงจาก Sampson, V. et al (2011) และ Enderle et al. (2012) ซึ่งมี 8 ขั้นตอน ได้แก่ การระบุภาระงานและถามคำถาม การออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว กิจกรรมการโต้แย้ง การอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ การตรวจสอบโดยเพื่อน และการปรับปรุงและส่งรายงาน

#### 4. นิติวิทยาศาสตร์

##### 4.1 ความหมายของนิติวิทยาศาสตร์

พลอย สืบวิเศษ (2555) ได้ให้ความหมายของนิติวิทยาศาสตร์ไว้ว่า นิติ หมายถึง กฎหมาย ดังนั้น นิติวิทยาศาสตร์จึงหมายถึง การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาช่วยสืบสวนคดีอาชญากรรมแต่คนส่วนใหญ่เข้าใจความหมายของนิติวิทยาศาสตร์ว่าเป็น วิทยาศาสตร์ที่ช่วยไขคดีอาชญากรรม

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2560) ได้ให้ความหมายของนิติวิทยาศาสตร์ไว้ว่านิติวิทยาศาสตร์ เป็นคำนาม (น.) หมายถึง วิชาที่ว่าด้วยการนำหลักวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาประยุกต์เพื่อแก้ปัญหาทางกฎหมาย และการพิสูจน์ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับคดีความ (Forensic Science)

อรรถพล แหม่มสุวรรณวงศ์ (2552) ได้กล่าวถึงความหมายของนิติวิทยาศาสตร์ว่า มาจากคำว่า นิติ + วิทยาศาสตร์ ฉะนั้น นิติวิทยาศาสตร์ คือการนำวิทยาศาสตร์ทุกสาขามาประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์แห่งกฎหมายที่กล่าวถึงนี้คือ 1. ประโยชน์ทางนิติบัญญัติในเรื่อง การออกกฎหมาย และ 2. ประโยชน์ของการคลี่คลายปัญหาและการพิสูจน์ข้อเท็จจริงในคดีความ เพื่อผลในการบังคับใช้กฎหมายและการลงโทษ

พัชรา สิ้นลอยมา (2560) ได้ให้ความหมายของนิติวิทยาศาสตร์โดย กล่าวว่า นิติวิทยาศาสตร์ (Forensic Science) คือ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทุกสาขามาประยุกต์ใช้เพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงในคดีความเพื่อผลในการบังคับใช้กฎหมายและการลงโทษ มีส่วนเกี่ยวข้องในหลักการรวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่พิสูจน์ว่ามีการเกิดอาชญากรรมและโดยบุคคลที่กระทำผิด หลักฐานนี้ได้มาจากการใช้ชีววิทยาเคมีวิทยาศาสตร์วิเคราะห์และคณิตศาสตร์

อาคม เกษร (2552) ได้ให้ความหมายของนิติวิทยาศาสตร์ไว้ว่า นิติวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำเอาความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้กับกฎหมายในด้าน



การสืบสวนสอบสวน การดำเนินคดีทางกฎหมาย เพื่อช่วยกระบวนการยุติธรรมค้นหาความจริง ในการพิสูจน์หลักฐาน และชี้นำไปสู่ผู้กระทำผิด

เทพสถิตย์ ตะนาวศรี (2560) ได้ให้ความหมายของนิติวิทยาศาสตร์ไว้ว่า นิติวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำแนวคิด ทฤษฎี กฎ หลักการ ความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในการสืบสวนสอบสวน เพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับคดีความ นำไปสู่การระบุผู้กระทำผิด และเพื่อแก้ปัญหาทางข้อกฎหมาย ซึ่งได้รับการเชื่อถือและยอมรับว่าสามารถอำนวยความสะดวกยุติธรรมให้แก่ผู้เสียหายและหรือผู้ต้องหาได้เป็นอย่างดี

#### 4.2 ประเภทของนิติวิทยาศาสตร์

พัชรา สิ้นลอมมา (2560) ได้จำแนกประเภทของนิติวิทยาศาสตร์ออกได้เป็น 2 ประเภท ตามการจำแนกประเภทของวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ

4.2.1 นิติวิทยาศาสตร์ที่เป็นวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ ได้แก่ วิชาการพิสูจน์หลักฐาน (Criminalities) เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งซึ่งอาศัยกฎเกณฑ์ ทฤษฎีต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์หลายสาขา เช่น เคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา มารวมกันภายใต้กำหนดกฎเกณฑ์แห่งกฎหมาย เพื่อบรรลุจุดประสงค์สำคัญคือ การพิสูจน์การกระทำผิด หรือความบริสุทธิ์ ของผู้ถูกกล่าวหา

4.2.1.1 การพิสูจน์หลักฐาน (Criminalities) หมายถึง กฎเกณฑ์ทั้งทางวิชาชีพและทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมุ่งในการให้การรับรอง การชี้เฉพาะ การจำแนกและการตีความหมายของพยานวัตถุโดยนำวิทยาศาสตร์ธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ในกรณีที่เกี่ยวข้อง ระหว่างกฎหมายกับวิทยาศาสตร์ และคุณสมบัติที่ทำให้วิชา Criminalities เป็นที่ยอมรับว่าเป็นวิชาการอิสระสาขาหนึ่ง เช่นเดียวกับสาขาวิชาอื่น ๆ ก็คือ มีสายใยซึ่งเชื่อมโยงกับหลักเกณฑ์ทฤษฎีต่าง ๆ เข้าด้วยกันเป็นกลุ่มก้อน หลักทฤษฎีที่ว่านี้มีหัวใจสำคัญอยู่ที่

1) การจำแนก (Individualization) เป็นการแสดงความแตกต่าง การจัดวัตถุจัดประเภท เช่น กรณีรถยนต์แจ็กความกับตำรวจ เมื่อตำรวจพบรถ ผู้เสียหายต้องสอบถามก่อนว่าเป็นรถชนิดอะไร สีไหน ยี่ห้ออะไร นั่นคือการจำแนกก่อนที่จะมาถึงขั้นตอนชี้เฉพาะ (Identification)

2) การชี้เฉพาะ (Identification) ทางด้านวิชาปรัชญาได้ให้คำอธิบายของ Identity ไว้ว่าคือ ความหายาก หรือสิ่งที่มีเพียงหนึ่งเท่านั้น ไม่สามารถนำสิ่งอื่นมาทดแทนได้ ฉะนั้นของสองสิ่งก็จะไม่เป็น Identical กัน ได้นอกจากตัวของมันเอง และ Criminalities ได้ เข้ามา มีบทบาทก็เพราะความหมายนี้ Identification ก็เป็นกรรมวิธีที่จะจัดให้สิ่งของที่มีตัวตนสิ่งหนึ่ง ให้ไปรวมอยู่ในประเภทหรือจำพวกที่ได้กำหนดขอบเขต หรือคุณลักษณะตายตัวเอาไว้ เช่น Fingerprint Identification ได้แก่การตรวจสอบลายนิ้วมือต้องสงสัยว่าจะเกิดจากลายนิ้วมือของบุคคลที่ต้อง

สงสัยหรือไม่ โดยอาศัยหลักกำหนดตายตัวไว้แล้วในเรื่องจำนวน และชนิดของลักษณะสำคัญพิเศษต่าง ๆ ของลายเส้นนิ้วมือ เป็นต้น Identification ต้องอาศัยคุณลักษณะ 2 ประการ

(1) คุณลักษณะโดยทั่วไป (Class Characteristics) คือ ลักษณะที่ปรากฏเหมือนกันโดยทั่วไปตามปกติ เช่น เมื่อคนร้ายลงมือก่ออาชญากรรมในสถานที่ใด ย่อมมีการทิ้งร่องรอยและพยานหลักฐานไว้ในสถานที่นั้นเสมอเป็นกฎตายตัว ไม่มีการก่ออาชญากรรมใดที่คนร้ายจะทำลายหลักฐานได้อย่างหมดจดแนบเนียน เพราะคนเราแต่ละคนมีลักษณะรูปแบบความเคยชินแต่ละคนแตกต่างกัน สิ่งที่คนร้ายอาจจะทิ้งไว้ได้แก่ รอยรองเท้าเป็นรอยเท้าที่ปรากฏเป็นรอยพื้นของรองเท้า ยี่ห้อใด รุ่นใด ผลิตปี.ศ.ใด ก็จะมีลักษณะรอยพื้นเป็นลวดลายเหมือนกันทั้งหมด (ขอแบบลายพื้นได้จากบริษัทผู้ผลิต ; ควรนำมาเก็บรวบรวมไว้เป็นระบบเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ)

(2) คุณลักษณะเฉพาะ (Individual Characteristics) คือ ลักษณะที่ปรากฏแตกต่างออกไปจากปกติ เช่น รอยพื้นรองเท้าเป็นรอยเท้าที่ปรากฏ มีรอยสึกจากการใส่ใช้งานที่สันรองเท้า จะมีลักษณะแตกต่างกันไป แต่ละคู่จะไม่เหมือนกัน

4.2.2 นิติวิทยาศาสตร์ที่เป็นวิทยาศาสตร์ประยุกต์ โดยการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการยุติธรรม ดังนั้นนิติวิทยาศาสตร์ในประเภทนี้มีด้วยกันหลายสาขา ยกตัวอย่าง

4.2.2.1 นิติเวชศาสตร์ (Legal Medicine) หมายถึง วิชาแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับกฎหมายและยังรวมถึงวิชากฎหมายในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการแพทย์และประกอบวิชาชีพของแพทย์ด้วยขอบเขตของวิชานิติเวชศาสตร์ในปัจจุบันกว้างขวางมาก อาจแบ่งได้เป็นส่วน ๆ ดังต่อไปนี้

1) ธรรมศาสตร์คลินิก (Clinical Jurisprudence) หมายถึง การตรวจและให้ความเห็นเกี่ยวกับการตรวจรักษาผู้ป่วยที่มีคดีความในศาล เช่น การตรวจปากแผลการตรวจร่างกายผู้เสียหายในคดีความผิดทางเพศ การตรวจผู้ป่วยหรือผู้ที่มีประกันชีวิต เป็นต้น

2) นิติพยาธิวิทยา (Forensic Pathology) หมายถึง การตรวจชันสูตรพลิกศพตามกฎหมายการให้ความเห็นเกี่ยวกับเหตุและพฤติการณ์ที่ตาย

3) นิติพิษวิทยา (Forensic Toxicology) การตรวจวิเคราะห์หาพิษหรือสารพิษจากศพหรือส่วนของศพหรือจากพยานวัตถุอื่น

4) นิติเซโรโลยี (Forensic Serology) การตรวจหาหมู่เลือด หมู่ น้ำเหลือง หมู่ของโปรตีนในน้ำเหลือง ตลอดจนตรวจหาหมู่ของแอนไซม์ เพื่อการพิสูจน์ความเป็น พ่อลูก พิสูจน์คราบเลือด เป็นต้น

5) นิติจิตเวชศาสตร์ (Forensic Psychiatry) คือการตรวจวินิจฉัยผู้ป่วย โรคจิตที่เกี่ยวข้องกับคดีต่าง ๆ

6) เวชศาสตร์การจราจร (Traffic Medicine) ได้แก่ การตรวจร่างกาย ผู้ขับขี่ยานพาหนะ การตรวจหาความเมาโดยการตรวจปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือด ในคดีจราจร เป็นต้น

7) การตรวจพยานวัตถุทางชีววิทยา (Biological Trace Evidence) ได้แก่ การตรวจเส้นผม คราบอสุจิ คราบเลือด ซึ่งจะใช้เป็นพยานหลักฐานในทางคดีต่าง ๆ

4.2.2.2 นิติวิศวกรรมศาสตร์ (Forensic Engineering) ตามปกติอาชีพวิศวกร จะศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ร่วมกับวิทยาศาสตร์เพื่อประโยชน์ของมนุษยชาติ การใช้ ความคิดสร้างสรรค์และการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ มักจะเป็นสิ่งจำเป็นในชีวิตประจำวันของผู้มีอาชีพ ในสาขาดังกล่าวเสมอแต่ยังมีวิศวกรอีกกลุ่มหนึ่ง ซึ่งมีหน้าที่ในการนำความรู้และประสบการณ์ทาง นิติวิศวกรรมศาสตร์มาเพื่อใช้เป็นประโยชน์แห่งกฎหมาย คำร้องขอส่วนใหญ่ทั้งจะเป็นทางด้านการ พิเคราะห์ข้อพิพาททางแพ่งระหว่างคู่กรณีสองฝ่ายนาน ๆ ครั้ง จึงจะมีความจำเป็นต้องใช้ ความรู้ทางด้านนี้ เพื่อประโยชน์ในทางคดีอาญาบ้างผู้ประกอบการนั้นจะต้องสร้าง ชื่อเสียง และเป็นที่ยอมรับในสาขาของตน ก่อนที่จะได้รับรองในฐานะเป็นผู้เชี่ยวชาญทาง วิศวกรรมศาสตร์ในกระบวนการยุติธรรม

ปัญหาที่นิติวิศวกรจะให้ความช่วยเหลือได้นั้นมีมากมายพอ ๆ กับจำนวน ของสาขาวิชาที่มีอยู่ในหลักสูตรศึกษาในมหาวิทยาลัยอันได้แก่ การศึกษาถึงพฤติกรรมของ การล้มเหลวของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จนเป็นเหตุให้ผู้บริโภคได้รับความเสียหาย การศึกษา เกี่ยวกับต้นเหตุต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นว่าจะเป็นการรับผิดชอบของผู้ใด การศึกษาเกี่ยวกับสาเหตุของเพลิงไหม้ ลักษณะการลุกลามและสาเหตุของการระเบิด เป็นต้น ฯลฯ

4.2.2.3 นิติทันตวิทยา (Forensic Odontology) มีบทบาทสำคัญในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล กรณีเกิดวินาศภัย หรือภัยธรรมชาติอื่น ๆ ซึ่งมีผู้เสียชีวิตจำนวนมาก และมีสภาพ ยากที่จะระบุได้จากลักษณะภายนอก หรือใช้กระบวนการหาหลักฐานประกอบทางคดี เช่น การพิสูจน์ บุคคลจากรอยกัด

4.2.2.4 นิติมนุษย์วิทยา (Forensic Anthropology) เมื่อมีการค้นพบกระดูกที่ต้องสงสัยว่าเป็นมนุษย์หรือไม่ ณ ที่ใด โอกาสที่จะเรียกใช้นักวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในสาขามนุษยวิทยานั้นมีมากที่สุดที่จะเห็นได้เด่นชัด ได้แก่ กรณีการเกิดอุบัติเหตุซึ่งมีผู้ประสบเคราะห์กรรมเป็นจำนวนมากและไม่อาจทราบจากสภาพร่างกายที่หลงเหลืออยู่ว่าเป็นของผู้ใดบ้างนั้นนักมนุษย์วิทยาจะมีบทบาทเป็นอย่างมาก เพราะไม่เพียงแต่ต้องเป็นผู้ยืนยันการตายเท่านั้นยังต้องระบุให้แน่ชัดว่าเป็นผู้ใด เพื่อการตัดสินเกี่ยวกับสินไหมทดแทนประกอบการฟ้องร้องทางแพ่งหรือการจัดการเกี่ยวกับทรัพย์สินการจดทะเบียนสมรสใหม่ เป็นต้น

บุคคลที่ทำหน้าที่นี้มักจะเป็นนักมนุษย์วิทยาในสาขาวิชาการตรวจวิเคราะห์เกี่ยวกับกระดูกโครงร่างมนุษย์ โดยเริ่มต้นศึกษาตั้งแต่มนุษยสมัยดึกดำบรรพ์เป็นต้นมา เทคนิคต่าง ๆ ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้สามารถบอกอายุ เพศ เชื้อชาติ และโครงร่างของผู้ตายนั้นนับเป็นสิ่งที่เป็นประโยชน์เป็นอย่างมากในการสืบสวนสอบสวน นักมนุษย์วิทยามักจะประจำอยู่ในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ทำหน้าที่ด้านการสอนและวิจัยในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องในขณะเดียวกันก็รับปรึกษากับหน่วยงานต่าง ๆ เป็นรายเรื่องโดยคิดค่าธรรมเนียม ส่วนหนึ่งของผู้ประกอบอาชีพสาขานี้ อาจประจำทำงานอยู่กับห้องปฏิบัติการสถาบันนิติเวชวิทยาที่มีขนาดใหญ่ อีกส่วนหนึ่งอาจประจำอยู่ในหน่วยงานกระทรวงกลาโหมเพื่อทำหน้าที่ตรวจโครงร่างกระดูกของทหารสูญหายในระหว่างสงคราม

#### 4.3 ประโยชน์ของนิติวิทยาศาสตร์

พัชรา ลินลอยมา (2560) ได้ยกตัวอย่างประโยชน์ของพยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. เป็นเครื่องช่วยชี้ว่ามีการก่ออาชญากรรมแน่นอน เช่น ผู้เสียหายแจ้งว่าถูกข่มขืนและตรวจพบว่าผู้เสียหายมีเสื้อผ้าฉีกขาด มีแผลตามร่างกาย
2. เป็นเครื่องช่วยชี้ว่าผู้ต้องสงสัยได้อยู่ในที่เกิดเหตุ เช่น ตรวจขนแมวที่ซากกางเกงของผู้ต้องสงสัยที่ผู้ต้องสงสัยอธิบายที่มาไม่ได้ และบ้านที่ผู้เสียหายถูกข่มขืนเลี้ยงแมว
3. เป็นเครื่องช่วยชี้ว่าบุคคลนั้นเกี่ยวข้องกับอาชญากรรมที่เกิดขึ้น เช่น พบลายพิมพ์นิ้วมือผู้ต้องสงสัยในด้านในของถุงมือที่ถอดทิ้งไว้ในบ้านที่ถูกโจรกรรม
4. เป็นเครื่องช่วยกันผู้บริสุทธิ์ออกไป เช่น เด็กหญิง 2 คนพี่น้องกล่าวหาว่าผู้ต้องสงสัยวางยาแล้วทำมีดมีราย แต่การตรวจทั้งเลือดและปัสสาวะของเด็กแล้วไม่พบสารใด

5. เป็นเครื่องยืนยันคำให้การของผู้เสียหาย เช่น ผู้เสียหายอ้างว่าถูกผู้ต้องสงสัยแทงมือ ผู้เสียหายจึงเอามือที่เลือดออกป้ายไปบนแขนเสื้อของผู้ต้องสงสัย จากการตรวจพบว่าคราบเลือดบนแขนเสื้อของผู้ต้องสงสัยเป็นเลือดของผู้เสียหายจริง

6. ผู้ต้องสงสัยที่ถูกยันด้วยพยานทางฟิสิกส์อาจจะสารภาพ เช่น คดีเจนนีรา เมื่อพิสูจน์ได้ว่าผู้ตายเสียชีวิตเพราะถูกยิง ในขณะที่ผู้ต้องหาให้การกับตำรวจก่อนหน้านี้ว่าฆ่าโดยการบีบคอ ผู้ต้องหาจึงสารภาพ

7. มีค่ามากกว่าประจักษ์พยานเพราะเคยมีการทดลองแล้วพบว่า ประจักษ์พยานอาจให้การคลาดเคลื่อนไปได้ เมื่อเวลาผ่านไปเป็นเดือนหรือเป็นปีพยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ได้รับความเชื่อถือจากศาลมากขึ้นเรื่อย ๆ

8. การไม่พบพยานทางนิติวิทยาศาสตร์ช่วยยืนยันว่าไม่มีอาชญากรรม เช่น แจ็งว่า ถูกลักทรัพย์แต่ตรวจแล้วไม่มีร่องรอยงัดและทรัพย์ที่หายยังอยู่

#### 4.4 พยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์

##### 4.4.1 ความหมายของพยานหลักฐาน

สนธิยา รัตนธรรส (2551) ได้ให้ความหมายของพยานหลักฐาน คือ สิ่งที่สามารถพิสูจน์และสนับสนุนข้อเท็จจริงที่คู่ความแต่ละฝ่ายกล่าวอ้างมาในการดำเนินคดี ซึ่งคู่ความแต่ละฝ่ายจึงมีความจำเป็นที่จะต้องนำพยานหลักฐานมาแสดงพิสูจน์ยืนยันข้อเท็จจริงตามที่ตนกล่าวอ้าง เมื่อการสอบสวนคือการรวบรวมพยานหลักฐานให้อยู่ในรูปแบบของสำนวนการสอบสวน ดังนั้น พยานหลักฐานในสำนวนการสอบสวน จะต้องถูกรวบรวมอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล พยานหลักฐานประกอบด้วย

1) พยานบุคคล หมายความว่า ถ้อยคำของบุคคลที่มาให้การต่อหน้าพนักงานหรือศาล รวมทั้งอากัปกริยาอาการของคนใบ้ที่สามารถแสดงออกซึ่งแทนความหมายของถ้อยคำพูด

2) พยานเอกสาร หมายความว่า ข้อความใด ๆ ที่สื่อถึงความหมายใด ๆ ที่เจ้าพนักงานหรือศาลสามารถอ่านหรือตรวจดูได้จากหนังสือ ลายลักษณ์อักษร หรือเครื่องหมาย รุปรอยใด ๆ โดยประการที่ว่าเครื่องหมาย รุปรายนั้นสามารถใช้แทนลายลักษณ์อักษรได้

3) พยานวัตถุ หมายความว่า สิ่งของใด ๆ ที่คู่ความอ้างเป็นพยานหลักฐานในคดี ด้วยความประสงค์ที่จะให้เจ้าพนักงานหรือศาลตรวจดูรูปร่างลักษณะของสิ่งของ หรือวัตถุ นั้นเพื่อประโยชน์แก่คดีของตน

4) พยานผู้ชำนาญการพิเศษ หมายความว่า บุคคลผู้มีอาชีพหรือมิใช่ก็ตาม มีความรู้ความชำนาญพิเศษในการใด ๆ ซึ่งความเห็นของเขานั้นมีประโยชน์ในการวินิจฉัยคดีได้

#### 4.4.2 การรวบรวมพยานหลักฐาน

พัชรา สินลอยมา (2560) อธิบายการรวบรวมพยานหลักฐาน ดังนี้ การรวบรวมพยานหลักฐานเป็นหน้าที่ของพนักงานสอบสวนหรือตำรวจ การพิจารณาพยานหลักฐานที่ได้จากการสอบสวนตกเป็นหน้าที่ของพนักงานอัยการ ส่วนศาลยุติธรรมโดยผู้พิพากษา ชั่งน้ำหนักพยานหลักฐานของคู่ความที่ได้จากการสอบสวน จึงปฏิเสธไม่ได้ว่าการรวบรวมพยานหลักฐานเป็นสิ่งที่ค่อนข้างยากลำบากที่สุด ซึ่งเป็นหน้าที่ของพนักงานสอบสวนหรือผู้เกี่ยวข้องในการสืบสวนสอบสวน เมื่อกล่าวถึงการสืบสวนหมายความว่า การแสวงหาข้อเท็จจริงและหลักฐานซึ่งพนักงานฝ่ายปกครองหรือตำรวจได้ปฏิบัติไปตามอำนาจหน้าที่ เพื่อรักษาความสงบเรียบร้อยของประชาชน และเพื่อที่จะทราบรายละเอียดแห่งความผิด ดังนั้นผู้มีอำนาจสืบสวนคือพนักงานฝ่ายปกครองหรือตำรวจ ส่วนการสอบสวน หมายความว่า การรวบรวมพยานหลักฐานและการดำเนินการทั้งหลายอื่นตามบทบัญญัติแห่งประมวลกฎหมายนี้ ซึ่งพนักงานสอบสวนได้ทำไปเกี่ยวกับความผิดที่กล่าวหา เพื่อที่จะทราบข้อเท็จจริงหรือพิสูจน์ความผิดเพื่อจะเอาตัวผู้กระทำผิด มาฟ้องลงโทษ ซึ่งเป็นหน้าที่ของพนักงานสอบสวน คือ เจ้าพนักงาน ซึ่งกฎหมายให้มีอำนาจและ หน้าที่ทำการสอบสวนดังนั้น พนักงานสอบสวนจึงเป็นผู้ทำการรวบรวมพยานหลักฐาน ทั้งพยานบุคคล พยานวัตถุ และพยานเอกสาร

การรวบรวมพยานหลักฐานของพนักงานสอบสวน อาจกระทำได้โดยใช้วิธีการหรือกระบวนการตามหลักทั่วไปว่าด้วยการสอบสวน ดังนี้

- 1) พยานบุคคล ใช้วิธีบันทึกถ้อยคำของบุคคลนั้น โดยพนักงานสอบสวนรวมเข้าไปในสำนวน เช่น คำให้การของผู้กล่าวหา ผู้ต้องหา พยาน เป็นต้น
- 2) พยานเอกสาร คือ เอกสารต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ในการสอบสวน เช่น บันทึกการตรวจบาดแผลของแพทย์ บันทึกการตรวจพิสูจน์ของกลางของผู้ชำนาญการพิเศษให้รวมเข้าไปในสำนวน ถ้าสิ่งใดไม่สามารถรวมเข้าสำนวนการสอบสวน ก็ให้ถ่ายภาพรวมเข้าสำนวนได้
- 3) พยานวัตถุ ได้แก่ วัตถุของกลางที่จะพิสูจน์ความผิด หรือทราบข้อเท็จจริงนำมารวมในสำนวนการสอบสวนไม่ได้ก็ให้ทำบัญชีติดไว้ในสำนวน เช่น มีด ไม้ อาวุธปืน เป็นต้น
- 4) การดำเนินงานอันจำเป็นของพนักงานสอบสวนเพื่อให้ได้มาซึ่งพยานหลักฐานตามบทบัญญัติแห่งประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา ได้แก่ การออกหมายเรียกพยาน การจับกุมผู้กระทำผิด การตรวจค้น การตรวจตัวผู้เสียหาย การตรวจค้นตัวผู้ต้องหา การตรวจ

สิ่งของ การตรวจสถานที่เกิดเหตุ ถ่ายรูป การจัดทำแผนที่สังเขป วาดภาพ พิมพ์ลายนิ้วมือ พิมพ์ลายเท้า เหล่านี้เป็นต้น ย่อมถือเป็นการสอบสวนรวบรวมพยานหลักฐานทั้งสิ้น เช่น การออกหมายเรียกพยานบุคคลมาบันทึกถ้อยคำ ออกหมายเรียกให้ส่งพยานเอกสารประกอบสำนวนการสอบสวนคดีอาญา หรือขอหมายค้นเพื่อพบหรือยึดพยานวัตถุหรือของกลางประกอบคดี เป็นต้น

#### 4.4.3 ประเภทของพยานหลักฐาน

พัชรา สินลอยมา (2560) ได้จำแนกพยานหลักฐานออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) พยานหลักฐานโดยตรง (Direct Evidence) พยานประเภทนี้ ได้แก่ พยานบุคคลหรือประจักษ์พยานที่รู้เห็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง โดยอาจรับรู้ด้วยประสาทตา หู จมูก สัมผัสหรือลิ้นรส มิใช่ได้ยินได้ฟังมาจากผู้อื่นอีกทอดหนึ่ง

2) พยานแวดล้อมกรณี (Circumstantial Evidence) หรือพยานหลักฐานทางอ้อม เป็นพยานหลักฐานที่ไม่สามารถพิสูจน์ข้อเท็จจริงได้โดยตรง แต่สามารถนำมาปะติดปะต่อให้เกิดความคิด ลำดับหรือเชื่อมโยงเหตุการณ์ได้ เพื่อบอกถึงข้อเท็จจริงบางอย่างหรือหลายอย่าง ซึ่งนำมาใช้คลี่คลายปัญหาในคดีได้

3) พยานหลักฐานที่แท้จริง (Real Evidence) ได้แก่ พยานวัตถุที่มีความชัดเจนในตัว เป็นพยานหลักฐานที่มีความสำคัญที่สุดและสามารถนำไปใช้เพื่อยืนยันการกระทำผิดในคดีนั้น ได้โดยตรงหรือนำไปเชื่อมโยงเกี่ยวพันกับคดีได้ เช่น คราบเลือด คราบอสุจิ เส้นผม เส้นขน รอยลายนิ้วมือ เส้นใยผ้าและอาวุธอื่น ๆ ฯลฯ

## 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### งานวิจัยในประเทศ

เทพสถิตย์ ตะรุวรรณ (2560) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ด้วยชุดกิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายมัธยมศึกษา ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 32 คน พบว่า คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ด้วยชุดกิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ด้วยชุดกิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้

ขวัญ ตาใจ (2554) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์ทางนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ระดับ

ความคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์จำลองทางนิติวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 สำหรับการประเมินการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนขณะทำกิจกรรมอยู่ในระดับสูงมาก และนักเรียนพึงพอใจต่อการเรียนรู้ในรูปแบบนี้

พนิดดา มีลา และร่มเกล้า อาจเดช (2560) ได้วิจัยเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างความหมายในชั้นเรียน พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงสุดอยู่ในระดับ 1 (ต่ำ) แต่หลังเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาระดับความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นระดับ 2 กล่าวคือ นักเรียนมีความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มมากขึ้นจากก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยสนับสนุนความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

สันติชัย อนุวรชัย (2553) ศึกษาผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จัดอยู่ในความสามารถระดับดี และมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในการสังเกตพฤติกรรมความมีเหตุผลระหว่างการทดลอง พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมความมีเหตุผลสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 4 ครั้ง จากการสังเกตจำนวน 5 ครั้ง

#### งานวิจัยต่างประเทศ

Novak and Treagust (2017) ได้ทำการศึกษาว่า เมื่อมีหลักฐานใหม่ปรากฏขึ้น นักเรียนสามารถปรับความคิดในปัจจุบันอย่างไร ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการปรับข้อกล่าวอ้างเมื่อมีหลักฐานใหม่ปรากฏขึ้น การได้มาซึ่งหลักฐานทำให้นักเรียนสร้างประสบการณ์ในการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนแปลงไป สะท้อนผลถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์พยานมาสนับสนุน

Sebastiany และคณะ (2013) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนด้วยการจัดกิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานและการทดลอง พบว่า กิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบค้น ค้นคว้าหาข้อมูล ได้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุพยาน และประเมิน



หรือตัดสินความหมายความสำคัญของการทดสอบพิสูจน์นั้น ๆ อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาเจตคติในการสืบเสาะตรวจสอบและการเปิดเผยความจริงทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วย

Bhairam-Raza (2012) ศึกษาผลของการใช้กิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ของนักเรียน โดยจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะเป็นฐาน 5 ชั้น (5Es) ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบผสมผสาน ผลการวิจัย พบว่าผลลัพธ์ในการเรียนรู้สอดคล้องกับความสำเร็จในการรู้วิทยาศาสตร์ และคะแนนการคิดขั้นสูงของนักเรียนเพิ่มขึ้น จึงสามารถสรุปได้ว่ากิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่า ในส่วนของกิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบของการโต้แย้ง เป็นการรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์พยานที่มาสนับสนุนการให้เหตุผลและข้อกล่าวอ้าง เพื่อสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการสื่อสารทางความคิดในสังคมวิทยาศาสตร์ให้มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งส่งผลเชิงบวกในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขึ้นการจัดการเรียนรู้ใหม่ โดยดัดแปลงและปรับปรุงกลวิธีการโต้แย้งตามกรอบแนวคิดของ Sampson et al. (2012) ร่วมกับกิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์ของ Saferstein (2011) ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนสำคัญ คือ ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมและทบทวนความรู้ ขั้นที่ 2 ระบุสถานการณ์ปัญหาและภาระงาน ขั้นที่ 3 สืบหาข้อเท็จจริงและวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นที่ 4 นำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้ง และขั้นที่ 5 สรุปและประเมินผล เพื่อความเหมาะสมตามบริบทสำหรับระดับชั้นของกลุ่มเป้าหมาย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาการจัดการเรียนรู้ทางนิติวิทยาศาสตร์ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง สามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

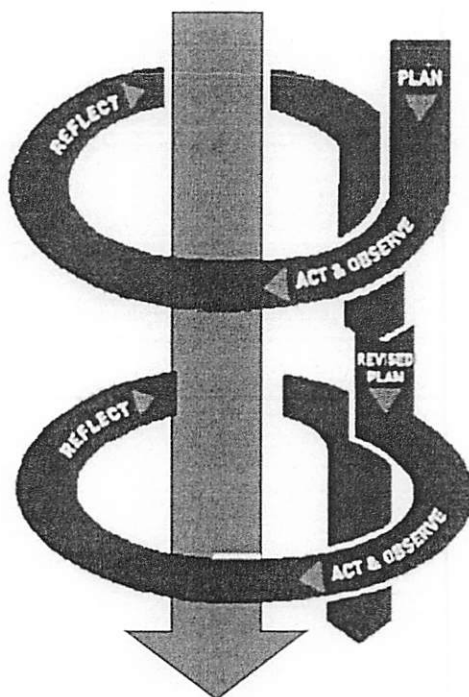
การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาคูลยภาพร่างกายมนุษย์ ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการในดำเนินการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. บริบทของการวิจัย
3. ผู้เข้าร่วมวิจัย
4. สิ่งที่ศึกษา
5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### รูปแบบการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) เชิงคุณภาพ เพราะการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนนี้เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยให้ครูสามารถพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ สู่การพัฒนาวิชาชีพ โดยมีกระบวนการที่เป็นระบบและเชื่อถือได้ (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557) และด้วยหลักการสำคัญของการวิจัยปฏิบัติการที่เน้นการสะท้อนผล และมีความยืดหยุ่นในทางปฏิบัติ เพื่อให้ผู้วิจัยสามารถปรับรูปแบบหรือวิธีการจัดการเรียนรู้ในแต่ละครั้งให้สอดคล้องกับความต้องการและบริบทของนักเรียนและชั้นเรียนได้ จึงช่วยให้เกิดการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของตนเองอย่างต่อเนื่องและเป็นประโยชน์โดยตรงในฐานะที่ผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนอีกด้วย (สรินุช เข้มคง, 2560)

ผู้วิจัยได้เลือกใช้ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart (1998) มีขั้นตอนการดำเนินการเป็นวงจรประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1. วางแผน (Plan) 2. ปฏิบัติการ (Act) 3. สังเกตการณ์ (Observe) และ 4. สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ซึ่งขั้นตอนทั้ง 4 นั้นจะเกิดในลักษณะเป็นวงจรที่ต่อเนื่องกัน ดังแผนภาพนี้



ภาพ 2 แสดงขั้นตอนของวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Kemmis & McTaggart (1988)

1. **ขั้นวางแผน (plan)** เป็นขั้นเตรียมการหรือวางแผน โดยผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ กับนักเรียนผู้ร่วมวิจัย เพื่อนำข้อมูลมาใช้ประกอบการออกแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์
2. **ปฏิบัติการ (Act)** ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 แผนการจัดการเรียนรู้ และมีขั้นตอนดำเนินการเป็นวงจรประกอบไปด้วย 4 วงจรปฏิบัติการ
3. **สังเกตการณ์ (Observe)** ผู้วิจัยได้มีการสังเกต ติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นขณะลงมือปฏิบัติการอย่างละเอียด รอบคอบ โดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เหมาะสม
4. **สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)** ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ในการสำรวจตรวจสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรการปฏิบัติครั้งต่อไป

### บริบทการวิจัย

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ โรงเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบในการปฏิบัติการสอนนั้น มีลักษณะเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ เปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบ่งเป็นระดับชั้นละ 1 ห้องเรียน รวม 6 ห้องเรียน โดยโรงเรียนกำหนดให้ห้องเรียนเป็นแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ทั้งหมด มีนักเรียนจำนวนทั้งสิ้น 130 คน มีผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ (O-NET) ในระดับที่ค่อนข้างต่ำมาก นักเรียนส่วนใหญ่ค่อนข้างยากจน ขาดแคลนปัจจัยด้านต่าง ๆ และโอกาสทางการศึกษา ด้วยจำนวนนักเรียนที่น้อยทำให้งบประมาณต้องใช้อย่างจำกัดและเกิดประโยชน์อย่างสูงสุด มีข้อจำกัดในเรื่องของการใช้สื่อและทัศนูปกรณ์ที่ทันสมัย รวมไปถึงเครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ทำปฏิบัติการ ซึ่งอัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อห้องเรียน 20 : 1 ทำให้ครูจัดการชั้นเรียนง่าย และดูแลนักเรียนอย่างทั่วถึง

### ผู้เข้าร่วมวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยสำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 16 คน ประกอบไปด้วยนักเรียนหญิง 9 คน นักเรียนชาย 7 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบในการจัดการเรียนรู้ และจากประสบการณ์เคยสอนนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ทำให้มีความคุ้นเคย และรู้จักผู้เรียนเป็นอย่างดี เมื่อทำการแบ่งกลุ่มนักเรียน โดยทำการคัดเลือกและระดับความสามารถของนักเรียนแต่ละคน ออกเป็นจำนวน 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คนเท่านั้น ทำให้สังเกตพฤติกรรมนักเรียนแต่ละคนได้ง่าย และดูแลนักเรียนทั่วถึง สำหรับช่วงเวลาในการดำเนินการวิจัยนี้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นผู้ร่วมวิจัยจะต้องเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เป็นจำนวน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ (คาบละ 50 นาที)

### สิ่งที่ศึกษา

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสิ่งที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์
2. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยเครื่องมือ 2 ส่วน ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ควรเป็นอย่างไร และเครื่องมือที่ใช้ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ อย่างไร โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ควรเป็นอย่างไร มีทั้งหมด 3 เครื่องมือ ได้แก่

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ดัดแปลงและปรับปรุงกลวิธีการโต้แย้งตามกรอบแนวคิดของ Sampson et al. (2012) ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ทางนิติวิทยาศาสตร์ของ Saferstein (2011)

ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนสำคัญ คือ

ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมและทบทวนความรู้

ขั้นที่ 2 ระบุสถานการณ์ปัญหาและภาระงาน

ขั้นที่ 3 สำรวจค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นที่ 4 นำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้ง

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินผล

และในส่วนของ การจัดแบ่งเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 แผน ใช้เวลาในการสอน 4 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 12 คาบเรียน ประกอบไปด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของน้ำและสารในร่างกาย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของกรดเบสในเลือด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิในร่างกาย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน

1.2 แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ (รวมอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้)

1.3 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2. เครื่องมือที่ใช้ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ อย่างไร มีทั้งหมด 2 เครื่องมือ ได้แก่

2.1 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

2.2. ใบกิจกรรมการเรียนรู้

### การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือวิจัย ประกอบไปด้วย 1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ 2. แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ 3. แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ 4. แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และ 5. ใบกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือแต่ละชนิด ดังนี้

#### 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยมีการดำเนินงานในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือแต่ละชนิด ดังนี้

1.1.1 ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และปฏิบัติการทางนิติวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับหลักด้านชีววิทยา เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

1.1.2 ศึกษา วิเคราะห์ตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ตรงกับสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐานที่ 1.2 กับรายละเอียดเนื้อหา เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดจุดประสงค์ และเวลาในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม

1.1.2.1 มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### ตัวชี้วัด

ว 1.2 ม.4/2 อธิบายการควบคุมดุลยภาพของน้ำและสารเลือดโดยการทำงานของไต

ว 1.2 ม.4/3 อธิบายการควบคุมดุลยภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไต

และปอด

ว 1.2 ม.4/4 อธิบายการควบคุมคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายโดยระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนัง และกล้ามเนื้อโครงร่าง

ว 1.2 ม.4/5 อธิบาย และเขียนแผนผังเกี่ยวกับการตอบสนองของร่างกายแบบไม่จำเพาะ และแบบจำเพาะต่อสิ่งแปลกปลอมของร่างกาย

ว 1.2 ม.4/6 สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างโรคหรืออาการที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน

ว 1.2 ม.4/7 อธิบายภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องที่มีสาเหตุ มาจากการติดเชื้อ HIV

1.1.3 เขียนแผนการจัดการด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์แนวคิดของ Sampson et al. (2012) ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ทางนิติวิทยาศาสตร์ของ Saferstein (2011) ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมและทบทวนความรู้

ขั้นที่ 2 ระบุสถานการณ์ปัญหาและภาระงาน

ขั้นที่ 3 สืบค้นค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นที่ 4 นำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้ง

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินผล

ซึ่งผู้วิจัยได้จัดแบ่งเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 แผน ใช้เวลาในการสอน 4 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 12 คาบเรียน ประกอบไปด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกาย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การรักษาคุณภาพของกรดเบสในเลือด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกาย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน

1.1.4 นำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการสอนรายวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียน รวมทั้งหมด 3 ท่าน เพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของขั้นตอน เนื้อหากิจกรรม และการวัดผลประเมินผลที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้รับคำแนะนำในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน สรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

1) สถานการณ์ต้องมีความชัดเจนในการให้ข้อมูลประกอบที่สามารถขับเคลื่อนการจัดกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม มีขอบเขตเนื้อหาที่ชัดเจนและไม่กว้างจนเกินไป

2) ควรให้นักเรียนเข้าใจความหมายของนิติวิทยาศาสตร์ ที่เชื่อมโยงกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กัน

3) แสดงตัวอย่างองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อไม่ให้นักเรียนเขียนสื่อความหมายที่หลุดประเด็นออกไป

4) การลงมือปฏิบัติของนักเรียนในการสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ควรให้คำแนะนำเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของข้อมูล และคำนึงถึงเวลาในการทำกิจกรรมด้วย

5) ใช้คำถามกระตุ้นความคิดให้นักเรียนเกิดมุมมองความคิดเห็นที่แตกต่าง เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมการโต้แย้งที่มีข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป และมีแนวคิดที่ไม่เหมือนกันทุกกลุ่ม

6) ปรับภาษาในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้ถูกต้องและเป็นทางการมากยิ่งขึ้น เพื่อความเข้าใจและความเหมาะสม

1.1.5 ปรับปรุง และแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้กับผู้ร่วมวิจัยต่อไป

1.2 แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ (รวมอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้) บันทึกโดยผู้วิจัย หลังจบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนทุกครั้ง มีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้วิจัยได้สะท้อนความคิดเห็นได้แก่ ปัญหา ความเหมาะสม จุดเด่นและจุดด้อยที่พบในการสอนแต่ละชั้นต่อการดำเนินการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะแบบบันทึกที่เป็นขั้นตอน ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1) กำหนดประเด็นสำคัญที่ต้องการให้มีการบันทึกปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ปัญหา ความเหมาะสม จุดเด่นและจุดด้อยที่พบในการสอนแต่ละชั้นต่อการดำเนินการจัดการเรียนรู้

2) สร้างแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ตามประเด็นที่กำหนด

3) นำแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น นำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญตรวจพิจารณา

4) ปรับปรุง และแก้ไขแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการสะท้อนผลหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน

1.3 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสะท้อนผลโดยอาจารย์วิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร หรือ ผู้มีประสบการณ์ในการสอนรายวิชาชีววิทยา หรือ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ อย่างน้อยครั้งละ 1 คน เข้ามาร่วมเป็น



ผู้สังเกตการณ์ในขณะที่ผู้วิจัยทำการจัดการเรียนรู้ทุกครั้ง จากนั้นนำผลการสะท้อนในการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1) กำหนดประเด็นสำคัญที่ตามลำดับขั้นของการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์

2) สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามลำดับขั้นของรูปแบบหรือวิธีการในการจัดการเรียนรู้

3) นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น นำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญตรวจพิจารณา

4) ปรับปรุง และแก้ไขแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการสะท้อนผลหลังการจัดการเรียนรู้ต่อไป

1.4 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีจุดประสงค์เพื่อใช้วัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังทำกิจกรรม โดยมีองค์ประกอบสำคัญ คือ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1) ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดพฤติกรรมบ่งชี้โดยอาศัยกรอบแนวคิดในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของ McNeill and Krajcik (2006)

2) ศึกษาศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการวัดและประเมินการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3) ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ คือ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) ประกอบไปด้วยข้อสอบ 4 ข้อ แต่ละข้อมีการกำหนดสถานการณ์ทางนิติวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับการรักษาคุณภาพของร่างกาย จากนั้นสร้างเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อ คะแนนแบ่งเป็น 3 2 และ 1 คือระดับสูง ปานกลาง และต่ำตามลำดับ

4) นำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น นำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญตรวจพิจารณาคุณภาพของเครื่องมือที่จะสะท้อนผลถึงความสอดคล้องกับสถานการณ์ข้อคำถามโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

5) ปรับปรุง และแก้ไขแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการสะท้อนผลการปฏิบัติ

1.5 ไบกิจกรรมการเรียนรู้ บันทึกโดยนักเรียนแต่ละกลุ่มหลังจากจบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน เพื่อสังเกตการพัฒนาคำอธิบายของนักเรียนผ่านการทำไบกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นสถานการณ์ปัญหา ส่วนข้อคำถามที่เป็นองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และส่วนของการสะท้อนคิดของนักเรียนความรู้สึกภาพรวมที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1) ศึกษาแนวทางในการสร้างไบกิจกรรมการเรียนรู้ จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2) กำหนดประเด็นสำคัญของไบกิจกรรมการเรียนรู้ ตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3) สร้างไบกิจกรรมการเรียนรู้ ตามกรอบที่กำหนดไว้

4) นำไบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น นำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญตรวจพิจารณา

5) ปรับปรุง และแก้ไขไบกิจกรรมการเรียนรู้ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการสะท้อนผลการปฏิบัติ

ตาราง 1 แสดงการสรุปเครื่องมือและผู้ใช้เครื่องมือในการตอบคำถามวิจัย

คำถามวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย				
	แผนการจัดการ การเรียนรู้	แบบบันทึก หลังการจัด การเรียนรู้	แบบสะท้อน ผลการจัด การเรียนรู้	แบบวัด การสร้าง คำอธิบาย	ไปกิจกรรม การเรียนรู้
1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วย กลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทาง นิติวิทยาศาสตร์ ควรเป็นอย่างไร	✓ (ผู้วิจัย)	✓ (ผู้วิจัย)	✓ (ผู้เชี่ยวชาญ)		
2. หลังจากเมื่อจัดการเรียนรู้ด้วย กลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทาง นิติวิทยาศาสตร์ นักเรียนมี ความสามารถในการสร้างคำอธิบาย ทางวิทยาศาสตร์อย่างไร				✓ (นักเรียน)	✓ (นักเรียน)

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

สำหรับการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นวงจรประกอบไปด้วย ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติการ ขั้นสังเกตการณ์ และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ ในลักษณะที่เป็นวงจรที่ต่อเนื่องกัน ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

1. ปฐมนิเทศ และแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนที่เป็นผู้ร่วมวิจัย รวมถึงวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ตามที่ได้วางแผนออกแบบไว้

3. ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดจากการลงมือปฏิบัติ โดยสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ การตอบคำถาม การตอบสนองและการมีปฏิสัมพันธ์ของนักเรียน ระหว่างจัดกิจกรรม รวมไปถึงข้อมูลการทำใบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำไปสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้และนำมาปรับปรุงพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรครั้งต่อไป นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญร่วมสังเกตการณ์และสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

4. หลังจากจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจร ผู้วิจัยทำการบันทึกข้อมูลที่ได้ลงในแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ เพื่อสะท้อนความคิดเกี่ยวกับ ปัญหา ความเหมาะสม จุดเด่นและจุดด้อยที่พบในการสอนแต่ละขั้นต่อการดำเนินการจัดการเรียนรู้ จากนั้นสรุปเป็นผลของการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย

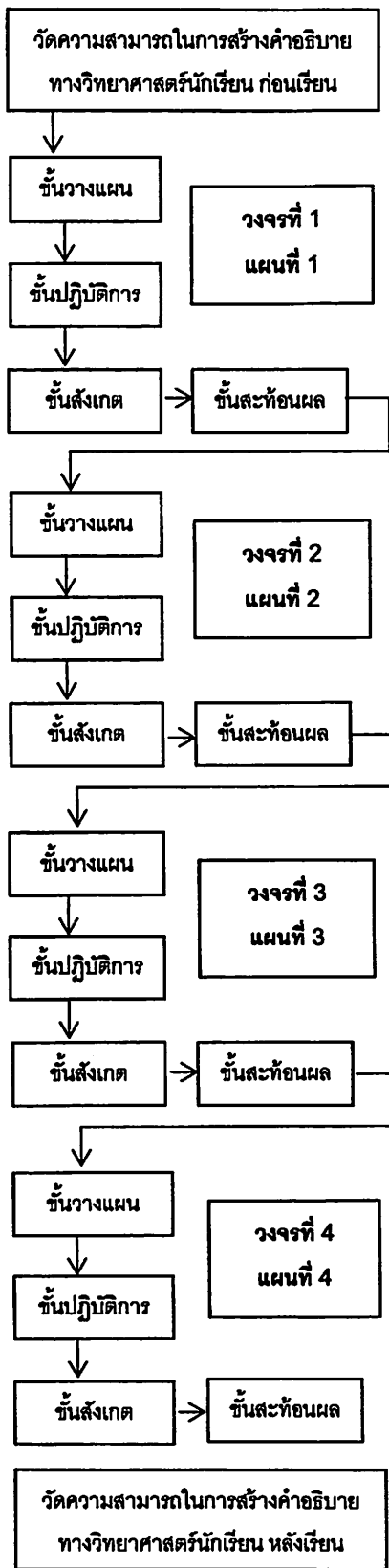
5. จากนั้นผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการสะท้อนผลมาปรับปรุง แก้ไข และพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้ดีขึ้น และนำไปใช้ในวงจรการจัดการเรียนรู้ถัดไป

6. ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ ได้แก่ แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และใบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ได้แนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติจนครบ 4 วงจร

7. ผู้วิจัยดำเนินการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังจากจัดการเรียนรู้จนครบทุกวงจร โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทาง

วิทยาศาสตร์ เพื่อประเมินและจัดกลุ่มตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทาง  
วิทยาศาสตร์

8. นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือต่าง ๆ ไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล  
ตลอดจนหาคุณภาพของข้อมูล



ก่อนดำเนินการวิจัย
แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (ก่อนเรียน)

วงจรถัดไปที่ 1		
เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติ	ผู้ให้ข้อมูล	เวลาที่ใช้
- แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ	จบวงจรถัดไป 1
- แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้	ผู้วิจัย	จบวงจรถัดไป 1
- ใบกิจกรรม	นักเรียน	จบวงจรถัดไป 1
สะท้อนผลวงจรถัดไป 1 ปรับปรุงการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป 2		

วงจรถัดไปที่ 2		
เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติ	ผู้ให้ข้อมูล	เวลาที่ใช้
- แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ	จบวงจรถัดไป 2
- แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้	ผู้วิจัย	จบวงจรถัดไป 2
- ใบกิจกรรม	นักเรียน	จบวงจรถัดไป 2
สะท้อนผลวงจรถัดไป 2 ปรับปรุงการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป 3		

วงจรถัดไปที่ 3		
เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติ	ผู้ให้ข้อมูล	เวลาที่ใช้
- แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ	จบวงจรถัดไป 3
- แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้	ผู้วิจัย	จบวงจรถัดไป 3
- ใบกิจกรรม	นักเรียน	จบวงจรถัดไป 3
สะท้อนผลวงจรถัดไป 3 ปรับปรุงการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป 4		

วงจรถัดไปที่ 4		
เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติ	ผู้ให้ข้อมูล	เวลาที่ใช้
- แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ	จบวงจรถัดไป 4
- แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้	ผู้วิจัย	จบวงจรถัดไป 4
- ใบกิจกรรม	นักเรียน	จบวงจรถัดไป 4
สรุปผลการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาแล้ว		

หลังดำเนินการวิจัย
แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (หลังเรียน)
ใบกิจกรรมการเรียนรู้ (ระหว่างเรียน)

ภาพ 3 แสดงขั้นตอนการปฏิบัติการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยทั้งหมด

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมาสะท้อนผลการปฏิบัติ ตามระเบียบวิธีวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเชิงคุณภาพ ซึ่งใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) ในแต่ละวงจรปฏิบัติการครบทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน เพื่อตอบคำถามวิจัยมีรายละเอียด ดังนี้

คำถามวิจัยข้อที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ควรเป็นอย่างไร

ผู้วิจัยตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วย 1. แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ สำหรับผู้วิจัย และ 2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำมาอธิบายถึงแนวทางทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางนิติวิทยาศาสตร์ ควรเป็นอย่างไร ซึ่งมีรายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ (รวมอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้) บันทึกโดยผู้วิจัยเองหลังจบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนทุกครั้ง โดยได้เขียนสะท้อนความคิดได้แก่ ปัญหา ความเหมาะสม จุดเด่นและจุดด้อยที่พบในการสอนแต่ละชั้นต่อการดำเนินการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

1.1 ผู้วิจัยทำการอ่านข้อมูลจากแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ โดยจัดพิมพ์ข้อมูลที่ได้จากการเขียนบันทึกในการสะท้อนคิดหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหล่านี้ในรูปแบบที่เหมาะสมเพื่อให้ง่ายและสะดวกต่อการนำมาใช้

1.2 ผู้วิจัยกำหนดรหัสข้อมูลที่มีลักษณะเดียวกันมาจัดกลุ่มให้เป็นหมวดหมู่เพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์และอภิปรายผล

1.3 ผู้วิจัยคัดแยกและจัดระเบียบเนื้อหาของข้อมูลตามประเด็นสำคัญที่ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการในการจัดการเรียนรู้ โดยนำมาเรียงตามขั้นตอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน และสะท้อนในส่วนที่เป็นปัญหา ความเหมาะสม จุดเด่นและจุดด้อยที่พบในการสอนแต่ละชั้นต่อการดำเนินการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำมาปรับปรุงในขั้นต่อไป

1.4 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาทั้งหมดจากแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ และสรุปการนำไปปรับปรุง แก้ไข และพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรต่อไปให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ โดยอาจารย์ด้านวิทยาศาสตร์ ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ หรือ ผู้มีประสบการณ์ในการสอนรายวิชาชีววิทยา หรือ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

2.1 ผู้วิจัยทำการอ่านข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยจัดพิมพ์ข้อมูลที่ได้จากการเขียนบันทึกในการสะท้อนคิดหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหล่านี้ในรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อให้ง่ายและสะดวกต่อการนำมาใช้

2.2 ผู้วิจัยกำหนดรหัสข้อมูลที่มีลักษณะเดียวกันมาจัดกลุ่มให้เป็นหมวดหมู่เพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์และอภิปรายผล

2.3 ผู้วิจัยคัดแยกและจัดระเบียบเนื้อหาของข้อมูลตามประเด็นสำคัญที่ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการในการจัดการเรียนรู้ โดยนำมาเรียงตามขั้นตอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน และสะท้อนในส่วนที่ปฏิบัติดีแล้ว และส่วนที่เป็นปัญหา ความเหมาะสม จุดเด่นและจุดด้อยที่พบในการสอนแต่ละขั้นต่อการดำเนินการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำมาปรับปรุงในขั้นต่อไป

2.4 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาทั้งหมดจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และสรุปการนำไปปรับปรุง แก้ไข และพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรต่อไปให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

คำถามวิจัยข้อที่ 2 เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ อย่างไร

ผู้วิจัยตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบไปด้วย 1. แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 2. ใบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำมาอธิบายว่า เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ อย่างไร ซึ่งมีรายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีจำนวน 5 ข้อ ครอบคลุมตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

1.1 ผู้วิจัยทำการตรวจแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทุกคนตามองค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) หลักฐาน และ 3) การให้เหตุผลตามเกณฑ์ที่แบ่งเป็น ระดับ 3 (สูง) 2 (ปานกลาง) และ 1 (ต่ำ)

1.2 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละเพื่อดูการพัฒนาการของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ตามองค์ประกอบในการ



สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังจากจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์

2. ไบกิจกรรมการเรียนรู้ บันทึกโดยนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นสถานการณ์ปัญหา ส่วนข้อคำถามที่เป็นองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และส่วนการสะท้อนคิดของนักเรียน ความรู้สึกภาพรวมที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ ดังนี้

2.1 ผู้วิจัยทำการอ่านข้อมูลจากไบกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนทุกคน โดยพิจารณาตามองค์ประกอบในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

2.2 ผู้วิจัยเขียนข้อควรปรับปรุง หรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติมลงในไบกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน เพื่อสะท้อนให้นักเรียนได้ทราบถึงข้อบกพร่องและนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงการเขียนให้ดียิ่งขึ้น

2.3 ผู้วิจัยนำไบกิจกรรมของนักเรียนมาคัดแยกและจัดระเบียบเนื้อหาของข้อมูลตามประเด็นสำคัญที่เพื่อดูว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในลักษณะใดบ้าง

2.4 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาทั้งหมดจากการตรวจไบกิจกรรมของนักเรียน และทำการตีความถึงการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

#### ความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพ

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยภายใต้กระบวนทัศน์เชิงตีความ (Interpretive paradigm) ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการเชิงคุณภาพโดยมีการใช้เทคนิคเพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพ ดังนี้

1. เทคนิควิธีการสามเส้าแบบเครื่องมือ (Method Triangulation) เป็นการใช้เครื่องมือวิจัยมากกว่าหนึ่งชนิดในการเก็บข้อมูลวิจัยแต่ละข้อ ได้แก่

คำถามวิจัยข้อที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ควรเป็นอย่างไร ซึ่งจะใช้แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

คำถามวิจัยข้อที่ 2 เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ อย่างไร ซึ่งจะใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และไบกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

2. เทคนิควิธีการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ (Peer debriefing) โดยระหว่างการดำเนินการวิจัยนั้น ผู้วิจัยได้มีการปรึกษาเพื่อรับฟังการสะท้อนผลจากอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาอิสระและผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่าง ๆ ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการสอนรายวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียน ตลอดจนการเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาดุลยภาพร่างกายมนุษย์ ผู้วิจัยได้เลือกใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) เชิงคุณภาพ ตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart (1998) และดำเนินการวิจัยตามแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน แต่ละแผน แบ่งเป็นวงจรปฏิบัติการทั้งหมด 4 วงจรปฏิบัติการ รวมทั้งสิ้น 12 คาบเรียน ซึ่งประกอบด้วยขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการนำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผนไปใช้ โดยแบ่งเป็น 2 ตอน เพื่อตอบคำถามของการวิจัยทั้ง 2 ข้อ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

**คำถามวิจัยข้อที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ควรเป็นอย่างไร**

1. การสอนวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของน้ำและสารในร่างกาย
2. การสอนวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิในร่างกาย
3. การสอนวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน
4. การสอนวงจรปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน

**คำถามวิจัยข้อที่ 2 เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ อย่างไร**

1. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ระหว่างจัดการเรียนรู้
2. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้

## ตอนที่ 1 คำถามวิจัยข้อที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ควรเป็นอย่างไร

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจนได้เป็นองค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ โดยดัดแปลงและปรับปรุงกลวิธีการโต้แย้งตามกรอบแนวคิดของ Sampson et al. (2012) ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ทางนิติวิทยาศาสตร์ของ Saferstein (2011) มาใช้ออกแบบในกระบวนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ดังนี้

### วงจรปฏิบัติการที่ 1

#### 1. ชั้นวางแผน (Plan)

ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้วางแผนในการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ใช้เวลาในการสอนของทุก ๆ 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 12 คาบเรียน ประกอบไปด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกาย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การรักษาคุณภาพของกรดเบสในเลือด แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกาย และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้จัดการเรียนรู้ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนสำคัญ คือ ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมและทบทวนความรู้ ขั้นที่ 2 ระบุสถานการณ์ปัญหาและภาระงาน ขั้นที่ 3 สำรวจค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูลขั้นที่ 4 นำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้ง และขั้นที่ 5 สรุปและประเมินผล ซึ่งรายละเอียดกิจกรรมในแผนที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกาย เป็นกิจกรรมที่ใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรณี "ไขความจริง...นักเรียนเตรียมทหารเสียชีวิตปริศนา" ซึ่งเป็นการระบุสถานการณ์ปัญหาจากประเด็นข้อสงสัยเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าว โดยใช้คำถามกระตุ้นความสนใจในการค้นหาสาเหตุของการเสียชีวิต และร่วมกันอภิปรายโต้แย้งถึงข้อมูลหลักฐานได้จากสถานการณ์ที่จะเชื่อมโยงไปสู่สาเหตุการเสียชีวิตที่มีความเกี่ยวข้องกับโครงสร้างและการทำงานของไตมนุษย์ที่มีกลไกในการรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกาย รวมไปถึงการรักษาคุณภาพกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด โดยนักเรียนจำเป็นต้องทราบถึงโครงสร้างและอธิบายการทำงานของไตมนุษย์ที่มีความเกี่ยวข้องกับกลไกการรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกาย และสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยมีองค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning)

## 2. ขั้นปฏิบัติการ (Act) และขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางแผนและออกแบบไว้พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกิดขึ้นระหว่างจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้ข้อมูลมาจากแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน ใบกิจกรรมการเรียนรู้และแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน โดยมีรายละเอียดตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

### ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมและทบทวนความรู้

จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ผู้วิจัยต้องการเตรียมความพร้อมและตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ซึ่งนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการเปิดคลิปวิดีโอประเด็นข่าว เรื่อง ย้อน 6 คดีทหารเสียชีวิตยังไร้คำตอบ โดยผู้วิจัยได้สร้างประเด็นจากสถานการณ์คลุมเครือทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการโต้แย้งเพื่อซักแย้งและบ่งชี้ให้เห็นข้อสงสัย ความผิดปกติของรูปคดีการเสียชีวิตของทหาร พร้อมทั้งใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น และสร้างความสนใจค้นหาสาเหตุของการเสียชีวิต ยกตัวอย่างข้อคำถามหลังจากดูสถานการณ์คลิปวิดีโอประเด็นข่าว “ความน่าเชื่อถือของข้อมูลมีผลต่อการลงข้อสรุปและสร้างเป็นคำอธิบาย เพื่อนำเสนอต่อสาธารณชนหรือไม่” (มี หรือ ไม่มี และเป็นอย่างไร) จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์หรืออภิปรายเกี่ยวข้องกับการพิสูจน์หาหลักฐานในการสำรวจตรวจสอบ เพื่อค้นหาความจริงซึ่งต้องอาศัยด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ การเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ตีความหลักฐาน รวมไปถึงการสร้างคำอธิบายและลงข้อสรุปว่ามีขั้นตอนการทำงานอย่างไรบ้าง และตั้งข้อคำถามถึงจากสถานการณ์ดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกันหน่วยงาน หรือผู้เชี่ยวชาญใดบ้าง เพื่อให้นักเรียนได้นิยามความหมายของนิติวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญอย่างไรกับวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันอย่างไร หลังจากนั้นได้เปิดวิดีโอที่เกี่ยวกับการทำงานของเจ้าหน้าที่กองพิสูจน์หลักฐาน เพื่อชี้ให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ และชี้แจงถึงการทำกิจกรรมในขั้นต่อไป

ผลปรากฏว่า หลังจากนักเรียนได้ดูคลิปวิดีโอข่าว เรื่อง ย้อน 6 คดีทหารเสียชีวิตยังไร้คำตอบในประเด็นจากสถานการณ์คลุมเครือทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการโต้แย้งทางความคิดอย่างมาก เนื่องจากสถานการณ์ที่กำหนดให้มีหลากหลายความคิดและคำตอบ (แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้) แต่คำตอบที่ดีที่สุดจะต้องอาศัยหลักฐานและเหตุผลมาสนับสนุนคำตอบของนักเรียน วิธีการที่ผู้วิจัยใช้คือ ให้นักเรียนยกมือขึ้นตอบได้ตามความต้องการ

และความคิดเห็นที่แตกต่างกัน จากนั้นได้ใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้แสดงหลักฐานและเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (คำตอบ) ยกตัวอย่างคำถาม เช่น “นักเรียนมีความคิดเห็นต่อสถานการณ์ข่าวอย่างไร” หรือ “ข้อมูล หลักฐานจากข่าว เพียงพอต่อความน่าเชื่อถือของข้อมูลหรือไม่” เมื่อผู้วิจัยถามคำถามลักษณะนี้พบว่า นักเรียนได้แสดงเหตุผลอย่างเต็มที่และพยายามหาเหตุผลที่แตกต่างกันทางความคิดออกไป ยกตัวอย่างบทสนทนาระหว่างครูกับนักเรียน (แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้) ดังต่อไปนี้

ครู : นักเรียนคิดว่า “การเสียชีวิตของทหารจากสถานการณ์น่าจะมีสาเหตุมาจากอะไร”

นักเรียนคนที่ 1 : ถูกครูก็กซ้อมตายครับ

นักเรียนคนที่ 2 : อาจจะมีโรคประจำตัวคะ

นักเรียนคนที่ 3 : น่าจะเป็นลม แล้วช็อคไปคะ

ครู : นักเรียนคิดว่า “ความน่าเชื่อถือของข้อมูลมีผลต่อการลงข้อสรุปและสร้างเป็นคำอธิบาย เพื่อนำเสนอต่อสาธารณชนหรือไม่”

นักเรียน : มีครับ ต้องดูหลักฐานในที่เกิดเหตุขึ้นมาเชื่อมโยงเหตุการณ์ด้วย ผมเคยดูโคนัน

นักเรียน : ต้องส่งหลักฐานไปตรวจในห้องแลปด้วยคะเพื่อพิสูจน์

ครูถามนักเรียนต่อว่า “มีหลักฐานข้อมูลใดที่เชื่อมโยงไปสู่สาเหตุการเสียชีวิตของทหาร”

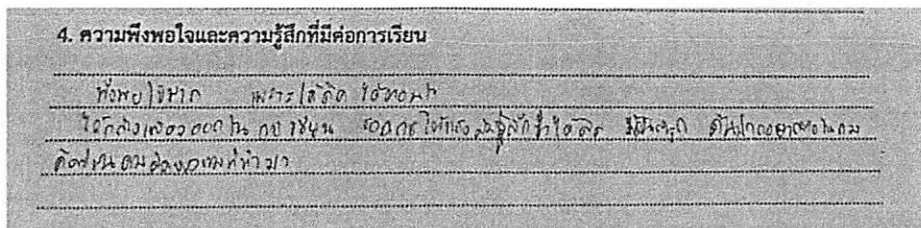
นักเรียนคนที่ 1 : ร่องรอยบาดแผลตามร่างกาย

นักเรียนคนที่ 2 : พยานบุคคลผู้พบเห็นครับ (เมื่อสักครู่นี้ได้ดูคลิปไป)

และเมื่อมีคำตอบของนักเรียนคนหนึ่งพูดถึงพยานหลักฐาน จึงนำไปสู่การตั้งข้อสังเกตเกี่ยวกับประเภทของหลักฐานว่ามีอะไรบ้าง และหลักฐานแต่ละประเภทมีความน่าเชื่อถือหรือมีเหตุผลมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (คำตอบ) ซึ่งได้รับการสะท้อนจากผู้เชี่ยวชาญที่เข้ามาสังเกตการสอนร่วมว่า

“คลิปวิดีโอที่เตรียมมานำเข้าสู่บทเรียนได้ดี เป็นประเด็นที่คนต้องการคำตอบ นักเรียนให้ความสนใจในการตอบคำถาม ทำให้เป็นตัวขับเคลื่อนในการทำกิจกรรมเกี่ยวกับการสืบเสาะทางนิติวิทยาศาสตร์ได้ดี” (ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้)

เช่นเดียวกับนักเรียน 09 ที่ได้เขียนลงในแบบบันทึกการเรียนรู้เกี่ยวกับความพึงพอใจและความรู้สึกที่มีต่อการเรียนในการทำกิจกรรมครั้งนี้ว่า “พึงพอใจมาก เพราะได้คิด ได้ตอบ ได้กล้าแสดงออกในการเรียน การโต้แย้งรู้สึกว่าได้คิด สนุก ค้นปากอยากตอบ”



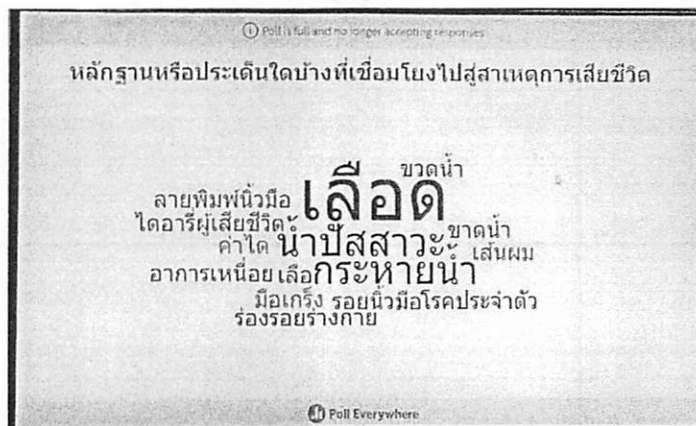
ภาพ 4 แสดงการสะท้อนผลจากนักเรียนในแบบบันทึกการเรียนรู้หลังไปกิจกรรม  
ขั้นที่ 2 ระบุสถานการณ์ปัญหาและภาระงาน

การสอนในขั้นนี้ผู้วิจัยได้แจกใบกิจกรรม และนำเสนอสถานการณ์ กรณี “ไขความ  
จริง...นักเรียนเตรียมทหารเสียชีวิตปริศนา” ซึ่งเป็นการระบุสถานการณ์ปัญหาจากประเด็น  
ข้อสงสัยเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าว โดยใช้คำถามกระตุ้นความสนใจในการค้นหาสาเหตุของ  
การเสียชีวิต และร่วมกันอภิปรายถึงข้อมูลหลักฐานหรือประเด็นใดจากสถานการณ์ที่จะเชื่อมโยง  
ไปสู่สาเหตุการเสียชีวิตโดยใช้โปรแกรม Polleverywhere หลังจากนั้น ครูได้นำเสนอหลักฐาน  
ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกพร้อมทั้งวิเคราะห์และตัดสินใจว่า หลักฐานใดบ้างที่จะเชื่อมโยงนำไปสู่  
สาเหตุการเสียชีวิต จากนั้นให้ข้อมูลหลักฐานจากการตรวจวินิจฉัยเบื้องต้นของแพทย์ เพื่อจำกัด  
กรอบความคิดที่แตกต่างออกไปให้มีความตรงเชิงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับ การควบคุมคุณภาพ  
ของสารในร่างกายโดยนำหลักฐานข้อมูลดังกล่าวมาตีความและลงข้อสรุปเพื่อสร้างคำอธิบายว่า  
สาเหตุการเสียชีวิตที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพของสารในร่างกายมีประเด็นใดบ้าง การระบุ  
สถานการณ์ดังกล่าว สามารถทำให้นักเรียนค้นหาหลักฐานเชิงประจักษ์และเหตุผลทาง  
วิทยาศาสตร์เพื่อมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (คำตอบ) ของนักเรียน

จากการระบุสถานการณ์ปัญหา ผลปรากฏว่า นักเรียนแสดงความคิดเห็น  
ที่แตกต่างกันแต่ละกลุ่มและภายในกลุ่มของตนเอง แต่ละคนถกเถียงกันพยายามเพื่อที่จะอธิบาย  
เหตุผลมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (คำตอบ) ให้มีความน่าเชื่อถือ โดยใส่อารมณ์และความรู้สึกลงไป  
ทำให้บรรยากาศชั้นเรียนค่อนข้างจะควบคุมได้ยาก ซึ่งผู้วิจัยต้องอธิบายอยู่หลายครั้งโดยให้แสดง  
ความคิดเห็นบนพื้นฐานของหลักฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ใช้เวลามากไป  
กับการโต้แย้งด้วยการแสดงความคิดเห็นของนักเรียน

เมื่อให้นักเรียนใช้แอปพลิเคชัน Polleverywhere ในการส่งคำตอบ เพื่อแสดงถึง  
สาเหตุการเสียชีวิต ได้ข้อค้นพบว่า นักเรียนที่ไม่มีโทรศัพท์ไม่ได้ให้ความสนใจในการทำกิจกรรม  
บางคนวาดรูป แอบคุยและเล่นกันขณะที่เพื่อนกำลังติดตั้งแอปพลิเคชัน ส่วนนักเรียนที่มีโทรศัพท์  
มีปัญหากับการใช้ เนื่องจากดำเนินการติดตั้งครั้งแรก มีหลายขั้นตอนซับซ้อน ทำให้เสียเวลามาก

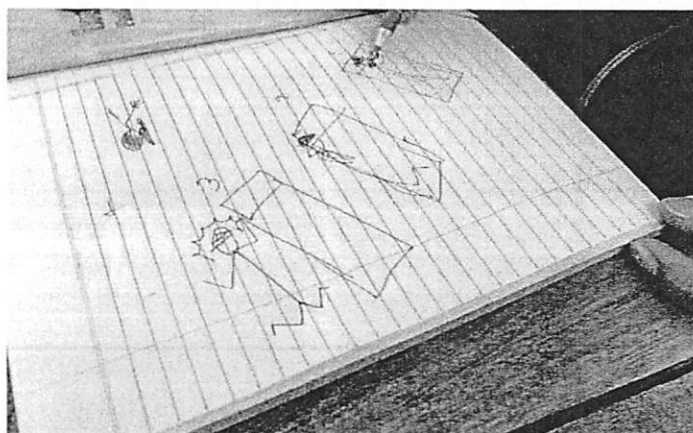
ในการส่งคำตอบ แต่ภายหลังการติดตั้งเสร็จเรียบร้อย สามารถกระตุ้นและสร้างความสนใจได้บางส่วน ยกตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการใช้งานด้วยโปรแกรม ดังต่อไปนี้



ภาพ 5 แสดงการตอบหลักฐานของนักเรียนด้วยแอปพลิเคชัน Polleverywhere

โดยการใช้โปรแกรมนี้ได้รับการสะท้อนจากผู้เชี่ยวชาญที่ได้พูดถึงข้อจำกัดของโปรแกรมและนักเรียนในการทำกิจกรรมได้ดังนี้

“การใช้เทคโนโลยีนี้น่าสนใจดี แต่ก็เกิดความยุ่งยากในการติดตั้ง ทำให้เสียเวลามาก พร้อมทั้งนักเรียนที่ไม่มีโทรศัพท์คุยและเล่นกันขณะที่ทำการสอน ใช้การตั้งคำถามพูดคุยก็น่าจะเพียงพอแล้ว” (ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้)



ภาพ 6 แสดงตัวอย่างนักเรียนที่ไม่มีโทรศัพท์และไม่สนใจในการทำกิจกรรม  
ขั้นที่ 3 สืบค้นค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากที่นักเรียนร่วมกันระดมความคิดในการเลือกประเด็นข้อกล่าวอ้าง โดยรับฟังความคิดเห็นเป็นมติของกลุ่ม จุดมุ่งหมายในขั้นนี้ผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลมากพออย่างที่นักวิทยาศาสตร์ทำงานด้วยการเชื่อมโยงหลักฐานข้อมูลด้วยเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยทำการสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตเพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง



พร้อมทั้งให้เหตุผลในการเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ มาสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยได้สังเกตการสืบค้นข้อมูลของนักเรียน ส่วนใหญ่ไม่ได้ให้ความสำคัญกับความน่าเชื่อถือของข้อมูลแต่มุ่งประเด็นไปที่การหาคำตอบเพื่อมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างในกลุ่มของตนเองเพื่อเชื่อมโยงหลักทางและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ยกตัวอย่างได้จากการเลือกเว็บไซต์แรกที่ขึ้นบนเสิร์ชเอนจิน (Search Engine) ทั้งนี้ยังพบว่า ในแต่ละกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ที่สืบค้นข้อมูลได้นั้นจะทำการบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรมทันที โดยปราศจากความคิดเห็นหรือมติของกลุ่ม (แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้) ซึ่งในส่วนนี้ก็ได้รับการสะท้อนผลจากผู้เชี่ยวชาญว่า

“ก่อนการสืบค้นข้อมูลครูควรอธิบายเพิ่มเติมในเรื่องของความน่าเชื่อถือของข้อมูล และการยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนแต่ละคนก่อนลงมือบันทึกในใบกิจกรรม” (ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้)



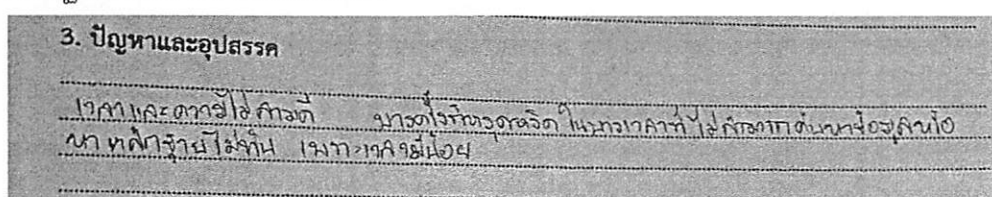
ภาพ 7 แสดงนักเรียนใช้เวลาทำการสืบค้นข้อมูลและใช้เวลาปรึกษากันมากเกินไป

จากนั้น นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นลงในรายการบันทึก ข้อมูลที่ 3 เรื่อง วิเคราะห์หลักฐาน พบว่า นักเรียนยังหาข้อมูลประกอบหลักฐานได้น้อย ทำให้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไม่ค่อยสมบูรณ์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่ยังใช้อารมณ์และความรู้สึกในการเขียนคำอธิบาย ทั้งนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกข้อมูลการชี้แจงผลการตรวจสอบมาสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ลงในกระดาษชาร์ต โดยนักเรียนได้รับฟังคำชี้แจงจากภาพยนตร์จากสไลด์เกี่ยวกับองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมี 3 องค์ประกอบสำคัญ คือ 1. ข้อกล่าวอ้าง หมายถึง ข้อคิดเห็นในการยืนยันคำตอบของคำถามหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น 2. หลักฐาน หมายถึง ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ ในการสำรวจตรวจสอบเพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และ 3. การให้เหตุผล หมายถึง ข้อความที่แสดงถึงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น



ภาพ 8 แสดงการชี้แจงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

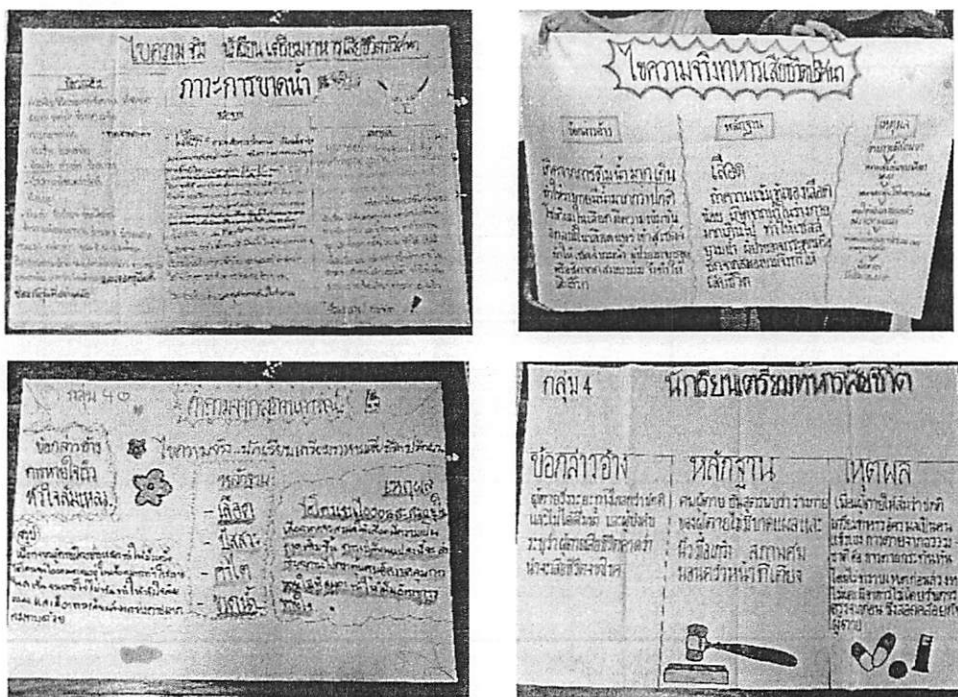
แต่ก็พบปัญหาว่า นักเรียนยังมีความสับสนในแต่ละองค์ประกอบอยู่เพราะเป็นการเรียนครั้งแรกของนักเรียน สังเกตได้หลังจากชี้แจงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แล้ว นักเรียนหลายกลุ่มถามซ้ำว่าให้เขียนอย่างไร และยังไม่คุ้นชินถึงคำว่าข้อกล่าวอ้างคืออะไร ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเวลาในการลงมือปฏิบัติกิจกรรม 30 นาที เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วพบว่านักเรียนหลายกลุ่มยังทำงานไม่เสร็จตามระยะเวลาที่กำหนด บางกลุ่มยังทำการสืบค้นข้อมูลไม่เรียบร้อยทำให้ล่าช้าต่อการชี้แจงผลการตรวจสอบด้วยการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงเพิ่มเวลาให้อีก 15 นาที เพื่อเตรียมนำเสนอในกิจกรรมขั้นต่อไป อย่างไรก็ตามอีกประเด็นหนึ่งคือ นักเรียนใช้เวลาในการสืบค้นข้อมูลนานมาก สะท้อนได้จาก แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน เลขที่ 07 “เวลาน้อย บางครั้งหยุดคิดในบางเวลาที่ไม่สามารถค้นหาข้อมูลหรือหาหลักฐานไม่ทัน เพราะเวลาน้อย”



ภาพ 9 แสดงการสะท้อนจากนักเรียนในใบกิจกรรมการเรียนรู้  
ขั้นที่ 4 นำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้ง

ในขั้นนี้ผู้วิจัยคาดหวังว่าจะเกิดกระบวนการโต้แย้งร่วมกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน โดยก่อนการนำเสนอด้วยการจัดกิจกรรมการโต้แย้งหน้าชั้นเรียนผู้วิจัยได้อธิบายถึงความสำคัญ และแนวทางการปฏิบัติในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างความเข้าใจกับนักเรียน โดยมีเป้าหมายที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ปัญหาคือ ไขความจริงนักเรียนเตรียมทหารเสียชีวิตปริศนา เขาตายเพราะอะไร เพื่อทำให้เกิดประเด็นการโต้แย้ง จากนั้นใช้คำถามกระตุ้นความคิดเชิงเหตุผลของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การรวบรวมและเชื่อมโยงหลักฐานจากสถานการณ์เข้า

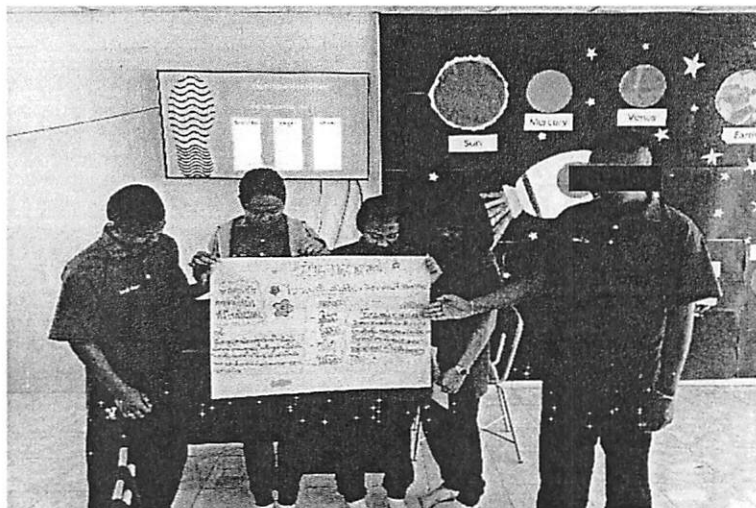
กับข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้น ยกตัวอย่างข้อคำถาม เช่น “นักเรียนคิดว่าสาเหตุการเสียชีวิตคืออะไร มีหลักฐานและเหตุผลใดบ้างที่เชื่อมโยงถึงการเสียชีวิต” หรือ “กลุ่มไหนมีสาเหตุการเสียชีวิตที่ต่างจากเพื่อนบ้าง” เมื่อผู้วิจัยถามในลักษณะนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่กล้าคิดหรือแสดงความคิดเห็นได้แย้งทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนบางส่วนตอบตามความรู้สึกขาดเหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่อแสดงความคิดเห็นของตนเองที่แตกต่างกันออกไปโดยไม่รอฟังคำอธิบายจากเพื่อนคนอื่น ซึ่งในการนำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้งของนักเรียนแต่ละกลุ่มมี 4 ประเด็น ที่เป็นข้อกล่าวอ้างถึงสาเหตุการเสียชีวิตที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพของสารในร่างกาย คือ ประเด็นที่ 1 ภาวะขาดน้ำ ประเด็นที่ 2 ภาวะน้ำเกิน ประเด็นที่ 3 hyperventilation ภาวะเครียดจากความกดดันของรุ่นพี่ และ ประเด็นที่ 4 เสียชีวิตจากโรคประจำตัว โดยนักเรียนส่งตัวแทนนำเสนอหน้าชั้นเรียนในการอภิปรายผลของกลุ่มตนเอง โดยชี้แจงผลการตรวจสอบตามองค์ประกอบในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มละ 10 นาที



ภาพ 10 แสดงผลงานการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ผลปรากฏว่า เมื่อนำเสนอเสร็จ นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่กล้าที่จะแสดงความคิดเห็นหรือโต้แย้งกลับในกิจกรรมนี้ ถึงแม้ว่าขั้นแรกของการนำเข้าสู่บทเรียน เมื่อผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนต่างแสดงความคิดเห็น แต่ในการนำเสนอผลงานนี้ด้วยการโต้แย้งนี้ นักเรียนไม่ค่อยกล้าที่จะแสดงออกทางความคิด เพราะกลัวว่าจะตอบผิด อายเพื่อนและถูกครูตำหนิ ซึ่งเป็นสภาพตามบริบทของนักเรียนอยู่แล้ว ส่วนนักเรียนบางคนที่ไม่แสดงความคิดเห็นในการวิพากษ์โต้แย้งกลับยังใช้อารมณ์และความรู้สึกส่วนตัวในการโต้แย้งปราศจากการเชื่อมโยงหลักฐานและเหตุผลทาง

วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงอธิบายเพิ่มเติมเน้นการให้เหตุผลประกอบการเชื่อมโยงหลักฐาน หลังจากนั้นแต่ละกลุ่มต้องนำข้อคิดเห็นของเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ที่ได้หลังจากการนำเสนอมาเขียนลงในใบกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ครูแจก ซึ่งได้รับการสะท้อนผลจากผู้เชี่ยวชาญว่า

“การนำเสนอหน้าชั้นเรียนของนักเรียนค่อนข้างกดดัน ครูควรสร้างบรรยากาศที่ให้นักเรียนได้ผ่อนคลายและเป็นกันเองระหว่างนักเรียนด้วยกัน” (ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้)



ภาพ 11 แสดงการนำเสนอหน้าชั้นเรียนที่แจกรสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงแก้ไขด้วยการให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระหว่างที่รับฟังการนำเสนอหน้าชั้นเรียนของเพื่อนให้บันทึกคำถามหรือประเด็นข้อสงสัยของแต่ละคนแล้วนำมาปรึกษาร่วมกัน พร้อมทั้งตั้งเป็นคำถามหรือข้อโต้แย้งของกลุ่ม ทำให้ระยะเวลาในชั้นกิจกรรมครั้งนี้เกินกว่าที่กำหนดเอาไว้มากจนหมดเวลาคาบสอน จึงทำให้ต้องไปสอนในสัปดาห์ถัดไป อย่างไรก็ตามเมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนช่วยกันปรึกษาสร้างข้อโต้แย้งด้วยการตั้งคำถามของกลุ่ม นักเรียนต่างมีปฏิสัมพันธ์กันโดยการพูดและแสดงความคิดเห็นด้วยภาษาของตนเอง จนทำให้ลดบรรยากาศความตึงเครียดในกิจกรรมนำเสนอนี้ได้ดีขึ้น (แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้)

#### ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินผล

จุดมุ่งหมายในขั้นนี้ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและอธิบายกิจกรรมทั้งหมดที่ได้ปฏิบัติไป และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบอกข้อสรุปและคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ถึงสาเหตุการเสียชีวิตของนักเรียนเตรียมทหาร โดยครูสรุปข้อกล่าวอ้างของนักเรียนแต่ละกลุ่ม มี 4 ประเด็น คือ ประเด็นที่ 1 ภาวะขาดน้ำ ประเด็นที่ 2 ภาวะน้ำเกิน ประเด็นที่ 3 hyperventilation ภาวะเครียดจากความกดดันของรุ่นพี่ และประเด็นที่ 4 เสียชีวิตจากโรคประจำตัว แล้วร่วมกันวิเคราะห์ถึงหลักฐานและเหตุผลเชื่อมโยงสถานการณ์เข้ากับข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้น ผู้วิจัยสังเกตว่าในส่วนของ

การเลือกหลักฐานนักเรียนขาดการแสดงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์และไม่ได้อธิบายถึงทฤษฎีหรือ มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการสืบสอบส่งผลให้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ไม่ค่อยสมบูรณ์และชัดเจนมากนักตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ และเมื่อได้นำเสนอข้อมูล เพิ่มเติมเพื่อจะสรุปสาเหตุประเด็นการเสียชีวิต ยกตัวอย่างข้อมูลจากพยานบุคคล คือ การให้ ปากคำจากแม่ค้าได้ความว่า “หลังจากที่นักเรียนเตรียมทหารอัครชัยวิ่งเสร็จ ได้เข้ามาซื้อน้ำหลาย ขวด พร้อมบ่นว่ารู้สึกกระหายน้ำมาก และดื่มน้ำไปหลายขวด” และผลการชันสูตรเลือดของแพทย์ พบว่า “เลือดมีความเข้มข้นลดลงมาก น้ำในเลือดแพร่เข้าสู่เซลล์ ทำให้เซลล์บวมน้ำ” ผลปรากฏว่า เมื่อให้ข้อมูลหลักฐานเพิ่มเติม นักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับในหลักฐานและเหตุผลที่เชื่อมโยงไปสู่ สาเหตุการเสียชีวิตจากภาวะน้ำเกินในร่างกาย เพราะหลักฐานจากผลเลือดชี้ชัดว่าร่างกายของ ผู้เสียชีวิตได้รับปริมาณน้ำเข้าไปมาก

### 3. ชั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ในการสะท้อนผลการปฏิบัติและการสังเกตผู้วิจัยได้ข้อมูลมาจาก 1) แบบบันทึกหลัง การจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย 2) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้สะท้อนร่วม คือ ครูชำนาญ การพิเศษ 3) แบบบันทึกการเรียนรู้ในการทำกิจกรรมของนักเรียน และ 4) การสนทนาผลจากการ สะท้อนการจัดการเรียนรู้จากครูชำนาญการพิเศษ มีรายละเอียดแบ่งตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

#### ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมและทบทวนความรู้

จากการสะท้อนผล พบว่า การใช้คลิปวิดีโอในประเด็นข่าวที่มีความสำคัญต่อ สังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ด้วยสถานการณ์ปัญหาที่คลุมเครือและมีคำตอบไม่ชัดเจน สามารถสร้างความสนใจของนักเรียนได้ แต่ระยะเวลาของคลิปวิดีโอนั้นควรมีความเหมาะสมไม่ ยาวนานเกินไปจนทำให้นักเรียนมีความเบื่อหน่ายตั้งแต่เริ่มทำกิจกรรม และในขั้นตอนการเตรียม ความพร้อมและทบทวนความรู้นี้มีเป้าหมายเพื่อตรวจสอบทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน กระตุ้น และสร้างความสนใจด้วยสถานการณ์ปัญหาโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีกระบวนการ คล้ายคลึงกับขั้นที่ 2 คือ การระบุสถานการณ์ปัญหาและภาระงาน ทั้งสองขั้นนี้ผู้วิจัยใช้ประเด็น หรือสถานการณ์ที่คลุมเครือเพื่อทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการโต้แย้งจากการใช้คำถามกระตุ้น ความคิดเชิงเหตุผลของนักเรียน ที่จะนำไปสู่การรวบรวมและเชื่อมโยงหลักฐานจากสถานการณ์เข้า กับข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้น ผู้วิจัยสังเกตว่าระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีจำกัด และใน ขั้นอื่น ๆ ของการทำกิจกรรมใช้ระยะเวลาเกินกำหนดจากที่ได้วางแผนไว้ ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการ ที่ 2 ผู้วิจัยจึงตัดสินใจรวมขั้นตอนนี้เข้ากับระบุสถานการณ์ปัญหาและภาระงาน

## ขั้นที่ 2 ระบุสถานการณ์ปัญหาและภาระงาน

จากการสะท้อนผล พบว่า การใช้สถานการณ์ปัญหาที่เป็นประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากรู้ อยากค้นหาคำตอบในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ข้อมูลหลักฐาน และเป็นการกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกันภายใต้สถานการณ์ที่คลุมเครือ แต่ก็พบนักเรียนบางส่วนใช้อารมณ์และความรู้สึกร่วมไปกับการแสดงความคิดเห็น ทำให้ครูต้องคอยกำกับในการแสดงความคิดเห็นที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของเหตุผล และเมื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้แอปพลิเคชัน Polleverywhere ในการแสดงหลักฐานพบว่าส่วนใหญ่มีปัญหาเกี่ยวกับการติดตั้งจึงทำให้เสียเวลามาก และมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่มีโทรศัพท์ ทำให้ไม่ค่อยสนใจในการทำกิจกรรมอีกทั้งควรเน้นในการระบุภาระงานของนักเรียนภายในกลุ่ม โดยเริ่มต้นจากการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและอธิบายปัญหาหรือภาระงานได้สมบูรณ์ รวมไปถึงรายละเอียดที่แสดงความเข้าใจในทฤษฎีหรือโมเดลที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการเลือกและวิเคราะห์หลักฐานอย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์

## ขั้นที่ 3 สืบค้นค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูล

จากการสะท้อนผล พบว่า ควรกำหนดระยะเวลาในการสืบค้นให้ชัดเจน และเน้นความน่าเชื่อถือข้อมูลหลักฐานของแหล่งสืบค้นและสามารถใช้รูปแบบการอ้างอิงได้ อีกทั้งในกลุ่มของนักเรียนควรร่วมมือกัน มีการระดมความคิดและแบ่งหน้าที่ของสมาชิกกลุ่มกันอย่างชัดเจน โดยการบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรมทุกครั้งต้องผ่านมติของกลุ่ม ซึ่งนักเรียนแต่ละคนต้องรับฟังและยอมรับการแสดงความคิดเห็นซึ่งกันและกัน นอกจากนี้การชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะเป็น ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ให้นักเรียนฟังอย่างละเอียดเพื่อให้นักเรียนเข้าใจองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้นและสร้างความเข้าใจที่ตรงกัน เพื่อที่จะสร้างสรรค์ผลงานออกมาในการทำกิจกรรมขั้นต่อไปได้อย่างถูกต้อง

## ขั้นที่ 4 นำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้ง

จากการสะท้อนผล พบว่า การจัดกิจกรรมการโต้แย้งหน้าชั้นเรียนด้วยการอภิปราย นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็น เพราะกลัวไม่ใช่คำตอบที่ถูกต้องและถูกเพื่อนและครูด่าหิ ดั้งนั้น ควรใช้วิธีการนำเสนอรูปแบบอื่น ซึ่งในแผนถัดไปผู้วิจัยจะเลือกใช้ลักษณะการเดินวนฐาน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นและพยายามเปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นออกมาภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม พยายามเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างและประเมินข้อกล่าวอ้าง รวมทั้งต้องสอนให้นักเรียนเห็นความสำคัญและรู้จักการนำหลักฐานมา

สร้างข้อกล่าวอ้าง พร้อมทั้งแสดงเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างให้มีความน่าเชื่อถือ โดยสร้างความเข้าใจก่อนการทำกิจกรรมว่าการโต้แย้งวิทยาศาสตร์ คืออะไร

### ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินผล

จากการสะท้อนผล พบว่า ในขั้นนี้นอกจากสรุปประเด็นเนื้อหาทั้งหมดที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างเป็นข้อกล่าวอ้างแล้ว ผู้วิจัยเห็นว่าควรมีการเขียนรายงานสรุปผลจากการนำเสนอด้วยการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งเน้นย้ำในความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และสุ่มนักเรียนเพื่ออธิบายผลที่เกิดจากการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อสะท้อนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อย่างที่นักวิทยาศาสตร์เป็นเพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์

#### ข้อค้นพบจากวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้สรุปข้อค้นพบที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้วงจรถัดไป ดังนี้

1. สถานการณ์หรือประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่คลุมเครือ มีคำตอบไม่ชัดเจน และมีความสำคัญต่อสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สามารถสร้างความสนใจและช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการโต้แย้ง โดยใช้คำถามกระตุ้นความคิดเชิงเหตุผลของนักเรียน ที่จะนำไปสู่การรวบรวมและเชื่อมโยงหลักฐานจากสถานการณ์เข้ากับข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้น
2. หลังจากนักเรียนได้อ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา ผู้วิจัยต้องตรวจสอบนักเรียนแต่ละกลุ่มให้อธิบายปัญหาหรือภาระงาน รวมไปถึงรายละเอียดที่แสดงความเข้าใจในทฤษฎีหรือมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการเลือกและวิเคราะห์หลักฐานอย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์
3. ก่อนเริ่มทำกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประชุมวางแผนการทำงาน โดยการระบุภาระงานพร้อมทั้งหน้าที่ในการปฏิบัติกิจกรรมตามความสามารถของแต่ละบุคคล และสะท้อนถึงการทำงานอย่างนักวิทยาศาสตร์
4. นอกจากการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ควรเพิ่มระยะเวลาในการสืบค้นข้อมูล และมีใบความรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน และตรวจสอบข้อมูลที่นักเรียนสืบค้น

5. การชี้แจงองค์ประกอบและรายละเอียดของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยต้องอธิบายให้นักเรียนมีความรู้และความเข้าใจได้ตรงกันทั้งหมด เพื่อที่นักเรียนจะได้สร้างผลงานออกมาอย่างถูกต้องและมีความเหมาะสม

6. การนำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้ง ผู้วิจัยควรใช้รูปแบบการนำเสนอที่ไม่ก่อให้เกิดความตึงเครียดมากเกินไป ควรให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะตลอดการโต้แย้งเพื่อสร้างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาให้มากยิ่งขึ้น และสร้างบรรยากาศในการทำกิจกรรมให้มีความเหมาะสม

จากสรุปการสะท้อนผลและข้อค้นพบในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แสดงให้เห็นว่าในแต่ละชั้นของกระบวนการจัดการเรียนรู้ควรเพิ่มระยะเวลาให้มีความเหมาะสม และกำหนดระยะเวลาให้มีความชัดเจนขึ้น เพื่อไม่ให้นักเรียนรู้สึกกดดันเกินไปจนทำให้ผลงานหรือบรรยากาศในชั้นเรียนไม่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีเท่าที่ควร ทั้งนี้ผู้วิจัยควรเดินเข้าไปสังเกตพฤติกรรมนักเรียนอย่างใกล้ชิด และให้ข้อเสนอแนะที่มีการปรับปรุงพัฒนาผลงานได้ทันเวลา ดังนั้น จากการที่ผู้วิจัยวางแผนชั้นของการจัดการเรียนรู้จาก 5 ชั้น เหลือ 4 ชั้น โดยรวมชั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อมและทบทวนความรู้เข้ากับชั้นตอนที่ 2 ระบุสถานการณ์ปัญหาและภาระงาน เพื่อเป็นการลดความซ้ำซ้อน ซึ่งเป็นขั้นตอนในการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยสถานการณ์ปัญหาที่คล้ายคลึงกัน อีกทั้งปรับระยะเวลาจากแผนละ 3 ชั่วโมง เป็น 4 ชั่วโมง และรวมแผนที่ 3 กับ 4 ในเรื่องระบบภูมิคุ้มกันและความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันเข้าไว้ด้วยกัน เพราะมีเนื้อหาหลักเป็นเรื่องเกี่ยวกับกลไกการต่อต้านและทำลายสิ่งแปลกปลอมโดยการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันเช่นเดียวกัน เพื่อให้ระยะเวลาและเนื้อหามีความเหมาะสมสอดคล้องกับบริบทของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายอย่างแท้จริง



ตาราง 2 สรุปประเด็นปัญหาข้อค้นพบ แนวทางการปรับปรุง และแนวปฏิบัติที่ดีของวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอนการสอน	ปัญหา/ข้อค้นพบ	แนวทางการปรับปรุง	แนวปฏิบัติที่ดี
1. เตรียมความพร้อมและ ทบทวนความรู้	<ul style="list-style-type: none"> <li>มีความคล้ายคลึงกับชั้นที่ 2 มาก โดยเริ่มต้นด้วยประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>รวมชั้น 1 กับ 2 เป็นชั้นเดียวกันในการระบุประเด็นปัญหา</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ใช้สื่อกระตุ้นความสนใจ เช่น ประเด็น/สถานการณ์จริง</li> </ul>
2. ระบุสถานการณ์ปัญหา และภาระงาน	<ul style="list-style-type: none"> <li>นักเรียนบางส่วนแสดงความ คิดเห็นที่ไม่เชื่อมโยงกับเนื้อหา และใช้ความรู้สึกมากกว่าเหตุผล</li> <li>การใช้แอปพลิเคชัน Pollevrywhere</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>อธิบายประเด็นปัญหาร่วมกับ นักเรียน คอยสรุป ตีกรอบ ความคิด</li> <li>ลดความเหลื่อมล้ำการใช้สื่อ เทคโนโลยี</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ใช้ประเด็นที่คลุมเครือ มีหลากหลายคำตอบทำ ให้เกิดความสงสัย</li> </ul>
3. สืบรวจค้นหา และวิเคราะห์ข้อมูล	<ul style="list-style-type: none"> <li>ใช้ระยะเวลาในการสืบค้นข้อมูล จากอินเทอร์เน็ตมาก</li> <li>ความน่าเชื่อถือแหล่งข้อมูล</li> <li>ไม่แบ่งหน้าที่ในการทำงาน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ชี้แจงและจำกัดระยะเวลาในการ สืบค้น</li> <li>เน้นแหล่งข้อมูลอ้างอิงได้</li> <li>แบ่งหน้าที่กลุ่มให้ชัดเจน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ชี้แจงกรอบการสร้าง คำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ชัดเจน</li> </ul>

ตาราง 2 (ต่อ) สรุปประเด็นปัญหาข้อค้นพบ แนวทางการปรับปรุง และแนวปฏิบัติที่ดีของวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอนการสอน	ปัญหา/ข้อค้นพบ	แนวทางการปรับปรุง	แนวปฏิบัติที่ดี
4. นำเสนอด้วยกิจกรรมการ โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ นักเรียนไม่ค่อยกล้าแสดงความ คิดเห็นการนำเสนอหน้าชั้นเรียน</li> <li>▪ ใช้อารมณ์และความรู้สึกในการ แสดงความคิดเห็นมากกว่า หลักฐานเชิงประจักษ์</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ เปลี่ยนการนำเสนอเป็นแบบเดินวน ฐานเปลี่ยนกลุ่ม</li> <li>▪ คอยกระตุ้นด้วยคำถาม และให้ ความสำคัญการตอบคำถามบน พื้นฐานของหลักฐานและเหตุผล</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ เปิดโอกาสให้แสดง ความคิดเห็นอย่างเต็มที่</li> </ul>
5. สรุปและประเมินผล	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ นักเรียนมีความรู้ในเรื่องที่กลุ่ม นำเสนอ และไม่เชื่อมโยงเนื้อหา ของกลุ่มเพื่อน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ควรสรุปเนื้อหาประเด็นทั้งหมด แล้ว วิเคราะห์ ประเมินการสร้าง คำอธิบายด้วยกัน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ สะท้อนองค์ประกอบ การสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์</li> </ul>

## วงจรปฏิบัติการที่ 2

### 1. ชั้นวางแผน (Plan)

จากผลการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของอณูภูมิในร่างกาย ได้จัดการเรียนรู้ที่ปรับเพื่อลดความซ้ำซ้อนของชั้นกิจกรรม ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อมและระบุภาระงาน ซึ่งเป็นการทบทวนความรู้เดิมและเตรียมพร้อมในการทำกิจกรรม โดยใช้สถานการณ์ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์เป็นตัวขับเคลื่อนกิจกรรม ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยคาดหวังให้นักเรียนได้วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และสามารถให้อธิบายปัญหาหรือภาระงาน รวมไปถึงรายละเอียดที่แสดงความเข้าใจในทฤษฎีหรือโมเดลที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการเลือกและวิเคราะห์หลักฐานอย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ ขั้นที่ 2 สืบค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูล จากปัญหาที่พบคือความน่าเชื่อถือและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของเนื้อหาที่ถูกต้องในข้อมูลหลักฐานของแหล่งสืบค้นข้อมูล รวมไปถึงการใช้ระยะเวลาในการสืบค้นที่มากจนเกินไปทำให้ส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติกิจกรรมในขั้นอื่น ๆ ในครั้งนี้ก่อนการสืบค้นข้อมูล ผู้วิจัยได้อธิบายถึงวิธีการสืบค้นข้อมูลจากเว็บไซต์ที่มีความน่าเชื่อถือ รวมถึงวิธีการอ้างอิงข้อมูลที่ถูกต้อง และในระหว่างการทำกิจกรรมผู้วิจัยมีการแนะนำการสืบค้นและตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาข้อมูล อีกทั้งยังกำหนดระยะเวลาอย่างชัดเจนเพื่อให้นักเรียนสามารถทำงานได้ทันในระยะเวลาที่กำหนด ขั้นที่ 3 นำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้ง ในแผนที่แล้วมีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อชี้แจงผลการตรวจสอบตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เมื่อนำเสนอเสร็จแล้วพบปัญหาคือ นักเรียนไม่ค่อยกล้าแสดงความคิดเห็นหรือโต้แย้งกลุ่มที่นำเสนอ อาจเป็นเพราะมีผู้ฟังมาก เพราะเกรงว่าจะแสดงความคิดเห็นผิด จะโดนตำหนิจากครูและเพื่อน ดังนั้นก่อนนำเสนอหน้าชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการนำเสนอแบบเดินวนฐานเพื่อให้นักเรียนซักถามและโต้แย้งด้วยภาษาเดียวกันระหว่างนักเรียนด้วยกันเองได้ง่ายขึ้น พร้อมทั้งอธิบายให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ตรงกัน ขั้นที่ 4 สรุปและประเมินผล ผู้วิจัยสะท้อนผลจากนำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ละเอียดและให้นักเรียนบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรม โดยให้นักเรียนได้ทำเป็นการบ้านเพื่อให้ได้ใช้เวลาในการประมวลความรู้ทั้งหมดในการปฏิบัติกิจกรรมทำงานออกมาได้อย่างเหมาะสม ในแผนที่ 2 เรื่อง

การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกาย เป็นกิจกรรมที่ใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ นำเสนอ สถานการณ์ “เหตุเกิดที่...คำชะโนด” มีเหตุคนหมดสติและเสียชีวิตขณะต่อคิวรอไหว้พอบุศรีสุทโธ ที่คำชะโนดท่ามกลางคนหนาแน่นและสภาพอากาศที่ร้อนจัด โดยนักเรียนต้องใช้ความรู้ในเนื้อหา เกี่ยวกับการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายมาใช้ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

## 2. ชั้นปฏิบัติการ (Act) และชั้นสังเกตการณ์ (Observe)

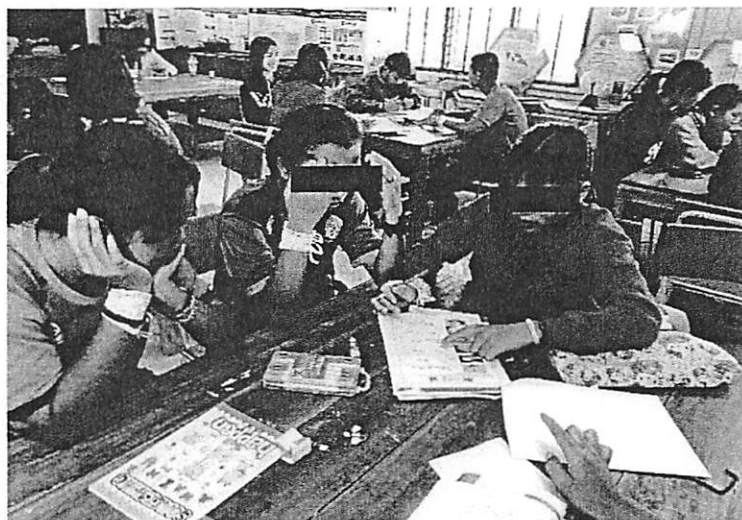
ในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทาง นิติวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางแผนและออกแบบไว้พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรม ในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกิดขึ้นระหว่างจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้ข้อมูลมาจากแบบบันทึกหลังการ จัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน ใบกิจกรรมการเรียนรู้และแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน โดยมี รายละเอียดตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

### ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อมและระบุภาระงาน

ในขั้นนี้มีการทบทวนความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติกิจกรรมในครั้งที่แล้ว โดยผู้วิจัยสุ่ม นักเรียนแต่ละกลุ่มโดยใช้คำถามว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง จากนั้นได้กระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้คลิปวิดีโอจากประเด็นข่าว เรื่อง คลื่นความร้อนกระหน่ำประเทศญี่ปุ่น และใช้คำถามนำ อภิปรายเกี่ยวกับ สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของชาวญี่ปุ่น อย่างไรบ้าง พร้อมทั้งให้นักเรียนช่วยกันกำหนดหรือตั้งประเด็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ในภาพเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งก็ได้รับความสนใจจากนักเรียนเป็นอย่างดี โดยสังเกตจากการที่ นักเรียนช่วยกันตอบว่าร่างกายมีการตอบสนอง คือ มีเหงื่อออกมาก หายใจเร็วขึ้น มีการกระหายน้ำ (แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้)

จากนั้นนำเสนอสถานการณ์ กรณี “เหตุเกิดที่...คำชะโนด” โดยผู้วิจัยแจกใบกิจกรรม การเรียนรู้ให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์สถานการณ์ และอธิบายปัญหาหรือภาระงาน รวมไปถึงรายละเอียดที่แสดงความเข้าใจในทฤษฎีหรือมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางใน การเลือกและวิเคราะห์หลักฐานอย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ว่าสาเหตุของการเสียชีวิตคืออะไร ซึ่งครูเดินเข้าไปสังเกตและให้คำแนะนำแต่ละกลุ่มโดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย ในสถานการณ์และเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ ยกตัวอย่างคำถาม เช่น “การเสียชีวิตนี้ เป็นการตายแบบธรรมชาติหรือผิดธรรมชาติ” หรือ “ผู้ตายกระทำการลบลู่สถานที่ หรือไหม ทำให้ได้รับการลงโทษถึงขั้นเสียชีวิต” ผลปรากฏว่า คำตอบของนักเรียนแยกเป็น 2 กลุ่ม ในกลุ่มแรกเชื่อในเรื่องเหนือธรรมชาติบอกถึงสาเหตุการตายเบื้องต้นว่า “ที่เกิดเหตุการณ์นี้เป็น เพราะลบลู่เจ้าปู่ ทำให้ตายโดยไม่ทราบสาเหตุ” (คำตอบของนักเรียน 07) และอีกกลุ่มหนึ่งกล่าวว่า “ต้องดูหลักฐานเพื่อนำไปตรวจสอบสาเหตุการตายสิ อาจมีโรคประจำตัวก็ได้” (คำตอบของ

นักเรียน 15) ทำให้ผู้วิจัยได้ทราบถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงกำหนดคำตอบในการแสดงความคิดเห็นจะต้องมีเหตุผลสนับสนุนอย่างสมเหตุสมผลด้วยในการบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรมการเรียนรู้



ภาพ 12 แสดงนักเรียนร่วมกันปรึกษาเลือกหลักฐานที่เชื่อมโยงไปสู่สาเหตุการเสียชีวิต

## ขั้นที่ 2 สืบค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้บรรยายเกี่ยวกับแหล่งสืบค้นข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของเนื้อหาที่ถูกต้องของข้อมูลหลักฐาน โดยในการทำกิจกรรมให้ระบุอ้างอิงแหล่งสืบค้นข้อมูลด้วย ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เตรียมเอกสารใบความรู้แจกให้นักเรียนเพิ่มเติมในเรื่องของการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายมนุษย์ เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบสำคัญ คือ 1) ข้อกล่าวอ้าง หมายถึงข้อคิดเห็น หรือคำตอบของคำถามที่นักเรียนค้นคว้าหาคำตอบ 2) หลักฐาน หมายถึง ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงในการสำรวจตรวจสอบ เพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์พยาน 3) การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หมายถึง ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงจากการสำรวจตรวจสอบกับข้อกล่าวอ้างว่า ทำไมหลักฐานจึงสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสร้างขึ้นเกี่ยวข้องกับสาเหตุการเสียชีวิตในสถานการณ์หรือประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์อย่างไร อีกทั้งยังเน้นย้ำในเรื่องของการกำหนดระยะเวลาในการสืบค้นข้อมูลอย่างชัดเจนเพื่อให้นักเรียนสามารถทำงานได้ทันเวลา



ภาพ 13 แสดงบรรยากาศของการทำงานกลุ่มในการสืบค้นข้อมูล และสร้างผลงาน เพื่อนำเสนอตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากการสังเกตนักเรียนระหว่างการสืบค้นข้อมูล พบว่า แต่ละกลุ่มมีการมอบหมายงานและแบ่งหน้าที่กันสืบค้นข้อมูล แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสะท้อนร่วมกันตามมติกลุ่มในการคัดเลือกข้อมูลที่ถูกต้องเขียนบันทึกลงไปใบบกกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้เห็นการทำงานในกระบวนการกลุ่มที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้นกว่าแผนที่แล้ว และการที่ผู้วิจัยเดินวนคอยสังเกตและให้คำแนะนำนักเรียนที่มีความสับสนหรือมีความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความเข้าใจในการปฏิบัติกิจกรรม ทำให้ช่วยเหลือนักเรียนในการปรับปรุงแก้ไขงานให้สมบูรณ์ถูกต้องและทันเวลา แต่ก็พบปัญหาในขั้นนี้คือ สืบเนื่องมาจากในแผนที่แล้วขั้นสุดท้ายสรุปและประเมินผล ผู้วิจัยได้เฉลยสาเหตุการเสียชีวิตโดยให้ข้อมูลหลักฐานจากพยานเพิ่มเติม ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความกระตือรือร้นในการแสวงหาคำตอบ และไม่ได้สร้างความสนใจให้กับนักเรียนเท่าที่ควร อีกทั้งข้อกล่าวอ้างและการเลือกหลักฐานส่วนใหญ่เป็นไปในทิศทางเดียวกันในการระบุว่าสาเหตุการเสียชีวิตน่าจะเกิดจากอุณหภูมิที่สูงเกินไป

### ขั้นที่ 3 นำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้ง

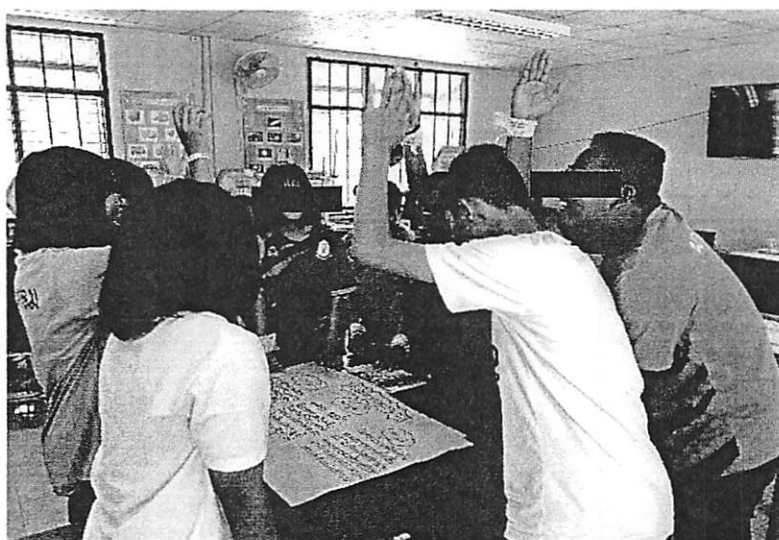
ในขั้นนี้เริ่มต้นด้วยการนำเสนอการชี้แจงผลการตรวจสอบตามองค์ประกอบของการสร้างอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอและรับฟังข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงสถานการณ์ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ในการค้นหาสาเหตุของการเสียชีวิต โดยก่อนการนำเสนอหน้าชั้นเรียนผู้วิจัยได้ให้นักเรียนใช้ลักษณะการเดินทางฐานตามกลุ่มซึ่งได้อธิบายให้นักเรียนมีความเข้าใจตรงกันว่า แต่ละกลุ่มจะต้องมีตัวแทนประจำกลุ่มอย่างน้อย 2 คนเพื่อนำเสนอผลการชี้แจงผลการตรวจสอบตามองค์ประกอบของการสร้างอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ส่วนสมาชิกคนอื่นให้ออกไปรับฟังการนำเสนอจากเพื่อนกลุ่มอื่น โดยกำหนด

ระยะเวลาในการนำเสนอ 5 นาที และใช้ระยะเวลาในการโต้แย้งตอบข้อซักคำถามนักเรียนที่รับฟังการนำเสนออีก 5 นาทีเท่านั้น เมื่อครูส่งสัญญาณหมดเวลาแล้วให้นักเรียนเปลี่ยนกลุ่มเดินวนฐานแต่ละกลุ่มไปเรื่อย ๆ จากนั้นใช้การสุ่มนักเรียนเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับความเข้าใจในการปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งก็ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจถึงข้อปฏิบัติในการทำกิจกรรมได้ดีขึ้น ในช่วงแรกยังพบนักเรียนบางส่วนมีความสับสนในทางปฏิบัติอยู่บ้างทำให้ใช้เวลาในการอธิบายการทำกิจกรรมค่อนข้างมาก แต่ถึงอย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้ข้อค้นพบว่าลักษณะการเดินวนฐานในการนำเสนอด้วยกิจกรรมโต้แย้งทำให้นักเรียนได้มีโอกาสในการซักถามพูดคุยได้มากขึ้น และมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการแสดงความคิดเห็นอย่างเห็นได้ชัด เพราะนักเรียนใช้ภาษาที่ไม่เป็นทางการ และสามารถเข้าใจได้ง่ายระหว่างนักเรียนด้วยตนเอง ซึ่งได้รับการสะท้อนจากผู้เชี่ยวชาญและนักเรียนว่า

“นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นโต้ตอบและซักถามเพื่อนมากกว่าครั้งที่แล้ว” (ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้)

“รู้สึกสงสัยแล้วอยากถามเพื่อนได้มากกว่าตอนหน้าชั้นเรียน ไม่ต้องเกรงครูดี” (นักเรียน เลขที่ 01, แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้)

แต่ทั้งนี้ยังพบการใช้อารมณ์และความรู้สึกในการโต้แย้งอยู่บ้าง เมื่อผู้วิจัยพบในลักษณะนี้ก็แก้ไขด้วยการเดินเข้าไปให้คำแนะนำพร้อมทั้งอธิบายบทบาทหน้าที่และความสำคัญของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนลดพฤติกรรมนั้นได้บ้าง



ภาพ 14 แสดงการนำเสนอในลักษณะการเดินวนฐานแต่ละกลุ่ม ทำให้นักเรียนได้พูดคุยแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นกันได้มากขึ้น

#### ขั้นที่ 4 สรุปและประเมินผล

ในขั้นนี้มีผู้วิจัยคาดหวังให้นักเรียนร่วมกันสรุปการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่นำเสนอ และช่วยกันสะท้อนถึงจุดดีและจุดที่ควรพัฒนาเพื่อเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์สอดคล้องกับแนวคิดหรือมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกาย ด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์และการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างในสถานการณ์หรือประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ส่วนในการเขียนรายงานผลการตรวจสอบด้วยการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยได้ปรับจากทำใบกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่ม มาเป็นแบบบันทึกรายงานผลการตรวจสอบด้วยการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์รายบุคคล เพื่อให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง โดยใช้หลักฐาน และความรู้ทั้งหมดหลังจากได้ทำกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ไปเกินกำหนดในแต่ละขั้นโดยเฉพาะขั้นสำรวจวิเคราะห์ข้อมูล และขั้นนำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยมอบหมายให้ทำเป็นการบ้าน และตอบคำถามตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนไป

#### 3. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ในการสะท้อนผลการปฏิบัติการและการสังเกตผู้วิจัยได้ข้อมูลมาจาก 1) แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย 2) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้สะท้อนร่วม คือ ครูชำนาญการพิเศษ 3) แบบบันทึกการเรียนรู้ในการทำกิจกรรมของนักเรียน และ 4) การสนทนาผลจากการสะท้อนการจัดการเรียนรู้จากครูชำนาญการพิเศษ มีรายละเอียดแบ่งตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

##### ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อมและระบุภาระงาน

จากการสะท้อนผล พบว่า การนำสถานการณ์ที่เป็นประเด็นน่าสนใจและเกิดขึ้นจริงในสังคมไทย หรือข่าวสารที่นักเรียนพบเห็นและรับฟังตามสื่อต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของนักเรียนสามารถกระตุ้นความสนใจให้อยากรู้ อยากรเรียน อยากค้นหาคำตอบในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์พยานที่มาสืบสนับสนุนที่เชื่อมโยงกับการให้เหตุผลตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยมีการพูดคุยซักถามโดยใช้ข้อคำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย เมื่อนักเรียนสนใจและคิดตามก็จะเกิดการแสดงความคิดเห็นที่แตกต่าง ออกกันไปตามมุมมองของแต่ละคนสามารถที่จะเชื่อมโยงเข้าสู่การตั้งคำถามในการสืบสอบด้วยทฤษฎีหรือมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องในการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่เชื่อมโยงในการปฏิบัติกิจกรรมในขั้นต่อไป แต่ทั้งนี้หลักฐานเชิงประจักษ์ในสถานการณ์ที่แต่ละกลุ่มเลือกไม่มีข้อมูลที่ชัดเจนทำให้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีความคลาดเคลื่อนและมีคำตอบเชิงเนื้อหา



ที่กว้างจนเกินไปจนสามารถทำให้หลุดประเด็นที่เกี่ยวข้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญที่สะท้อนร่วมจึงมีความคิดเห็นว่า หลักฐานที่นักเรียนได้เลือกจากสถานการณ์ควรมีข้อมูลประกอบหลักฐานที่บ่งชี้ไปถึงสาเหตุการเสียชีวิต ทั้งนี้ควรมีหลักฐานลงไว้เพื่อทำให้เกิดความสับสนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องสอนให้นักเรียนได้เห็นความสำคัญในการเลือกหลักฐานในขั้นนี้ ซึ่งผู้วิจัยจะทำการแก้ไขเพิ่มเติมการให้ข้อมูลของหลักฐานที่เชื่อมโยงไปสู่สาเหตุการเสียชีวิตในการปฏิบัติกิจกรรมต่อไป

### ขั้นที่ 2 สืบค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูล

จากการสะท้อนผล พบว่า การให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น เอกสารใบความรู้ และเว็บไซต์ต่าง ๆ ทำให้นักเรียนได้นำข้อมูลหลักฐานมาสร้างเป็นคำอธิบายได้ดีมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้การสังเกตการณ์ของผู้วิจัยที่คอยเดินเข้าไปให้คำแนะนำช่วยเหลือ ทำให้เกิดข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาผลงานนักเรียนได้ทันเวลา อีกทั้งยังเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทำงานภายในระยะเวลาที่กำหนดด้วย และจากการที่ให้แต่ละกลุ่มมีการมอบหมายงานและแบ่งหน้าที่กัน ผลปรากฏว่าเห็นการทำงานในกระบวนการกลุ่มที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้นกว่าแผนที่แล้ว เช่นเดียวกับผู้สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ได้กล่าวว่า

“มีแหล่งข้อมูลหลากหลาย ครูมีความใกล้ชิดกับนักเรียนมากขึ้น นักเรียนให้ความสนใจในการทำกิจกรรม” (ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้)

แต่ปัญหาที่พบคือหลักฐานจากสถานการณ์ไม่มีข้อมูลประกอบ ทำให้ไม่ได้บ่งชี้ถึงสาเหตุการเสียชีวิตอย่างชัดเจน อาจส่งผลให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลนอกกรอบเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่วางไว้ อีกทั้งยังไม่กระตุ้นความสนใจในกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงเห็นควรให้มีการเพิ่มเติมข้อมูลประกอบหลักฐาน และให้นักเรียนได้เลือกหลักฐานมาวิเคราะห์กับข้อมูลเพื่อเชื่อมโยงกับการให้เหตุผลและข้อกล่าวอ้างจนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้สมบูรณ์ อีกทั้งมีการจัดให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการแข่งขันเพื่อการค้นหาคำตอบน่าจะเป็นสิ่งที่ท้าทายและกระตุ้นให้การเรียนรู้มีความหมายมากยิ่งขึ้น

### ขั้นที่ 3 นำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้ง

จากการสะท้อนผล พบว่า จากการนำเสนอหน้าชั้นเรียนในแผนที่แล้วมาปรับใช้การนำเสนอแบบลักษณะการเดินวนฐานตามกลุ่ม ส่งผลให้ผู้เรียนเก็บข้อมูลจากกลุ่มเพื่อน ๆ ได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้ส่งผลให้นักเรียนได้มีโอกาสในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ประเด็นความคิด และซักถามข้อสงสัยในการโต้แย้งได้ดีมากขึ้น โดยผู้วิจัยได้คอยเดินวนสังเกตพฤติกรรมนักเรียนอยู่ตลอด เพื่อให้คำแนะนำหรือเมื่อนักเรียนเกิดความสงสัย และด้วยจำนวนกลุ่มนักเรียนที่ไม่มาก ทำให้ไม่เกิดการวุ่นวายและสับสนระหว่างเปลี่ยนกลุ่ม แต่ก็มีนักเรียนสับสนอยู่บ้างในช่วงแรกอาจเป็น

เพราะไม่ได้ตั้งใจฟังครูอธิบายขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งในแผนถัดไปผู้วิจัยจะใช้การฉายภาพแผนผังในการเดินวนฐานการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้นักเรียนไม่เกิดความสับสนและสามารถเข้าใจการทำกิจกรรม

#### ขั้นที่ 4 สรุปและประเมินผล

จากการสะท้อนผล พบว่า ผู้วิจัยมีการให้ความรู้เพิ่มเติมและคำแนะนำเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ โดยเชื่อมโยงกับเนื้อหาความรู้เกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกาย และมอบหมายงานเป็นรายบุคคลให้เขียนรายงานผลการตรวจสอบด้วยการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง โดยประมวลความรู้ทั้งหมดหลังจากได้ทำกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว สามารถประเมินและตรวจสอบความองค์ความรู้ที่นักเรียนได้รับในการทำกิจกรรมได้ และทำให้ผู้วิจัยทราบถึงแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการต่อไป

#### ข้อค้นพบจากวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้สรุปข้อค้นพบที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้วงจรถัดไป ดังนี้

1. สถานการณ์ที่เป็นประเด็นน่าสนใจและเกิดขึ้นจริงในสังคมหรือข่าวสารที่นักเรียนพบเห็นและรับฟังตามสื่อต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของนักเรียนสามารถกระตุ้นความสนใจกระบวนการค้นหาคำตอบ
2. การใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย เมื่อนักเรียนสนใจและคิดตามก็จะเกิดการแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างออกไปตามมุมมองของแต่ละคนสามารถที่จะเชื่อมโยงเข้าสู่การตั้งคำถามในการสืบสอบด้วยทฤษฎีหรือโมเดลที่เกี่ยวข้องในการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่เชื่อมโยงในการปฏิบัติกิจกรรมในขั้นต่อไปได้
3. การเลือกหลักฐานเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการบ่งชี้ถึงสาเหตุการเสียชีวิตจากประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์เพื่อสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการเลือกหลักฐานที่จำกัด และให้ข้อมูลประกอบหลักฐานที่จริงและเท็จจะเป็นสิ่งที่ทำลายและกระตุ้นนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายมากขึ้นในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์
4. การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ผ่านการนำเสนอด้วยกิจกรรมโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สะท้อนถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อย่างที่วิทยาศาสตร์เป็น

5. กิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ควรเป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้พูดคุยซักถามบนพื้นฐานของหลักฐานและการให้เหตุผลประกอบข้อกล่าวอ้าง มากกว่าครูเป็นผู้ดำเนินการ ซึ่งครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก ช่วยเหลือและสะท้อนผลจากการปฏิบัติกิจกรรมผนวกกับเนื้อหาความรู้ที่ถูกต้องและมีความสมบูรณ์ อีกทั้งยังควรให้ข้อเสนอแนะในพฤติกรรมและมรรยาททางสังคมวิทยาศาสตร์อีกด้วย

ตาราง 3 สรุปประเด็นปัญหาข้อค้นพบ แนวทางการปรับปรุง และแนวปฏิบัติที่ดีของวงจรมติการที่ 2

ขั้นตอนการสอน	ปัญหา/ข้อค้นพบ	แนวทางการปรับปรุง	แนวปฏิบัติที่ดี
1. เตรียมความพร้อมและระบุภาระงาน	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ หลักฐานไม่มีข้อมูลประกอบ ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนกับเนื้อหาและหลุดประเด็น</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ให้เลือกหลักฐานที่จำกัดและเพิ่มข้อมูลประกอบหลักฐานเพื่อเชื่อมโยงไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ประเด็นปัญหาที่เป็นข่าวในชีวิตประจำวัน กระตุ้นความสนใจของนักเรียน</li> </ul>
2. สืบค้นค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูล	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ สืบค้นข้อมูลนอกกรอบประเด็นเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่วางไว้</li> <li>▪ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความกระตือรือร้นในการแสวงหาคำตอบ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ครูต้องคอยสังเกต ให้คำแนะนำนักเรียนแต่ละกลุ่มอย่างใกล้ชิด</li> <li>▪ เพิ่มความท้าทายด้วยการแข่งขันกันเป็นทีมในแต่ละกลุ่ม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ แต่ละกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ก่อนสรุปและมติของกลุ่ม ทำให้เห็นกระบวนการทำงานกลุ่มที่ชัดเจนขึ้น</li> </ul>
3. นำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ข้อสรุปในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละกลุ่มมีความคล้ายคลึงกัน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ เน้นย้ำถึงคำตอบที่หลากหลายมิติและมุมมอง ซึ่งขึ้นอยู่กับหลักฐานและการให้เหตุผล กระตุ้นการเชื่อมโยงหลักฐาน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ การนำเสนอแบบลักษณะการเดินวนฐานตามกลุ่ม ส่งผลให้ผู้เรียนเก็บข้อมูลจากกลุ่มเพื่อน ๆ ได้ดี</li> </ul>

ตาราง 3 (ต่อ) สรุปประเด็นปัญหาข้อค้นพบ แนวทางการปรับปรุง และแนวปฏิบัติที่ดีของวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นตอนการสอน	ปัญหา/ข้อค้นพบ	แนวทางการปรับปรุง	แนวปฏิบัติที่ดี
4. สรุปและประเมินผล	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ สรุปน้อยไปและส่วนใหญ่ครูเป็นคนอภิปราย ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจในการเชื่อมโยงเนื้อหา กับกิจกรรมที่ได้ทำไป</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ควรมีการสรุปให้มากกว่านี้ โดยอาจใช้สื่อคลิปวิดีโอมาประกอบการอธิบาย</li> <li>▪ สะท้อนคิดร่วมกับนักเรียน หลังจากทำกิจกรรม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยประมวลความรู้ในการทำกิจกรรม</li> </ul>

### วงจรปฏิบัติการที่ 3

#### 1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน มีเนื้อหาสำคัญที่แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ โครงสร้างการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันและความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน โดยในครั้งนี้นำการปรับปรุงพัฒนาในขั้นตอนหลัก ๆ คือ ขั้นที่ 2 สืบค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูล หลังจากที่นักเรียนได้เลือกหลักฐานในขั้นแรกแล้ว ผู้วิจัยได้เพิ่มเติมข้อมูลประกอบหลักฐาน เพื่อให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและเชื่อมโยงองค์ความรู้เกี่ยวกับหลักฐานเพื่อใช้ประกอบคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ขั้นที่ 3 นำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้ง ใช้วิธีการแบบลักษณะการเดินวนฐานตามกลุ่ม ให้ผู้เรียนได้เก็บข้อมูลจากกลุ่มเพื่อน ๆ จากนั้นให้ส่งตัวแทนกลุ่มไปนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน โดยไม่ต้องอธิบายข้อมูลเนื้อหาเพราะนักเรียนแต่ละคนรับทราบข้อมูลจากกิจกรรมในการเดินวนฐานแล้ว ในส่วนนี้เปิดโอกาสให้เพื่อน ๆ ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ แสดงความคิดเห็น และซักถามข้อสงสัยด้วยกระบวนการโต้แย้ง เนื่องจากแผนที่แล้วในการเดินวนฐานทั้งนำเสนอและโต้แย้งไปด้วยทำให้ใช้ระยะเวลาค่อนข้างนาน ถึงแม้ว่าผู้วิจัยจะกำหนดเวลาชัดเจนก็ตาม และภายหลังจากกิจกรรมการโต้แย้ง ผู้วิจัยจะให้ข้อเสนอแนะและสรุปสะท้อนผลการปฏิบัติกิจกรรมใน ขั้นที่ 4 สรุปและประเมินผลและมอบหมายให้นักเรียนเขียนรายงานผลการตรวจสอบด้วยการโต้แย้งทางนิติศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยเชื่อมโยงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกัน และสามารถอธิบายด้วยคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามเนื้อหานั้นได้ โดยในแผนที่ 3 เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน ใช้สถานการณ์ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นในการค้นหาสาเหตุการเสียชีวิตของผู้ตายที่คลุมเครือและไม่ชัดเจน ซึ่งเกี่ยวข้องกับกลไกการตอบสนองของร่างกายและความผิดปกติที่เกิดขึ้น

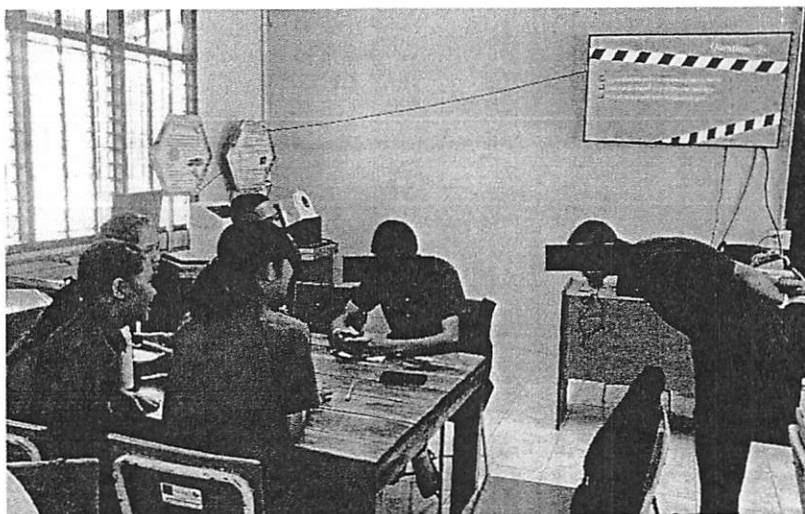
#### 2. ขั้นปฏิบัติการ (Act) และขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางแผนและออกแบบไว้พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกิดขึ้นระหว่างจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้ข้อมูลมาจากแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน ใบกิจกรรมการเรียนรู้และแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน โดยมีรายละเอียดตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

### ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อมและระบุนภาระงาน

ในขั้นนี้ครูได้สร้างและกระตุ้นความสนใจด้วยการเปิดคลิปวิดีโอและภาพจากประเด็นข่าว เรื่อง ปฏิบัติการค้นพบ 13 ชีวิตติดถ้ำหลวง เป็นประเด็นข่าวที่นักเรียนได้พบเห็นจากสื่อต่าง ๆ ที่คุ้นเคยและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยใช้คำถามนำอภิปรายเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพร่างกายของมนุษย์ที่ได้เรียนมาแล้ว จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นความสนใจนักเรียนในประเด็นที่ว่าชีวิตในถ้ำกับกลไกการตอบสนองของร่างกายต่อสิ่งแวดล้อมและฉายภาพผลที่เกิดจากกระบวนการอักเสบเป็นผลจากการได้รับอุบัติเหตุรวมไปถึงแมลงสัตว์กัดต่อย ผลปรากฏว่านักเรียนให้ความสนใจในการตอบคำถามเป็นอย่างดีและช่วยกันยกมือตอบคำถาม ทำให้ผู้วิจัยได้ล่วงรู้ความรู้พื้นฐานและแนวคิดจากประสบการณ์เดิมของนักเรียน ซึ่งได้รับการสะท้อนจากผู้เชี่ยวชาญว่า

“สถานการณ์สร้างความสนใจให้นักเรียนได้มาก เป็นการตรวจสอบทบทวนความรู้เรื่องที่เรียนมาแล้วทั้งหมด นักเรียนเกือบทุกคนมีส่วนร่วมในการตอบคำถามได้ดี” (ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้)

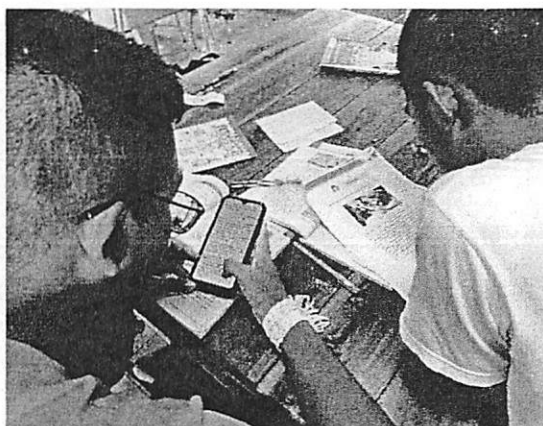


ภาพ 15 แสดงกระบวนการกลุ่มในการปรึกษาและแสดงความคิดเห็น กลุ่มที่ 1 แสดงท่าทางประกอบสถานการณ์ที่กำหนด ชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีความสนใจเป็นอย่างดี

จากนั้นผู้วิจัยได้นำเสนอประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเสียชีวิตภายในบ้านอย่างไม่ทราบสาเหตุ และให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์สถานการณ์ที่ด้วยการตั้งคำถามและอธิบายปัญหา ที่แสดงถึงความเข้าใจในทฤษฎีหรือมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการสืบสอบและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์พยาน ซึ่งกำหนดให้เลือกหลักฐานเพียง 3 หลักฐานเท่านั้น และเป็นการแข่งขันที่มียอดนักสืบทีมไหนสร้างคำอธิบายทางนิติศาสตร์ได้ถูกต้องจะเป็นผู้ชนะเพื่อกระตุ้นนักเรียนให้เกิดกระบวนการเรียนรู้

## ขั้นที่ 2 สืบค้นค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูล

ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ข้อมูลประกอบหลักฐานที่ได้เลือกไว้ จากนั้นจะได้สืบค้นข้อมูลจากเว็บไซต์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบสำคัญ คือ 1) ข้อกล่าวอ้าง หมายถึง ข้อคิดเห็นแสดงสาเหตุการเสียชีวิตจากประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ 2) หลักฐาน หมายถึง ข้อมูลเกี่ยวกับสาเหตุการเสียชีวิต เพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์พยาน 3) การให้เหตุผล หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงความเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างเกี่ยวข้องกับสาเหตุการเสียชีวิตในสถานการณ์หรือประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์อย่างไร โดยระหว่างการสืบค้นข้อมูลของนักเรียนตามเว็บไซต์ต่าง ๆ ผู้วิจัยมีการเดินวนคอยสังเกตแนะนำและตรวจสอบผลจากการสืบค้นข้อมูลของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้ข้อมูลเชิงลึกเพิ่มเติมซึ่งเป็นไปความรู้หรือเว็บไซต์ที่เตรียมมาให้ และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมีมุมมองความคิดเห็นที่แตกต่างกันไป เพื่อการนำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในขั้นต่อไป



ภาพ 16 แสดงนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ช่วยกันสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหลักฐาน

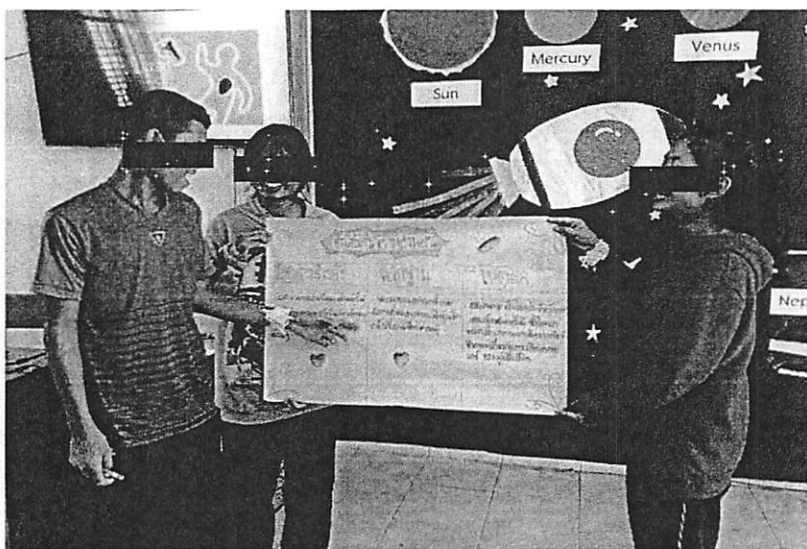
ผลปรากฏว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ช่วยกันสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหลักฐานที่ได้เลือกต่างคนต่างนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ร่วมกันและตัดสินใจใช้ข้อมูลนั้นในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งระบุแหล่งสืบค้นข้อมูลมาด้วย แสดงให้เห็นว่านักเรียนให้ความสำคัญของความน่าเชื่อถือข้อมูล ทั้งนี้ยังเห็นถึงบทบาทหน้าที่ในการทำงานของกลุ่ม แต่ละคนกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นทำให้เกิดกระบวนการในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ได้มากขึ้น (แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้) และจากการที่ผู้วิจัยได้อยู่ใกล้ชิดนักเรียนและคอยให้คำแนะนำช่วยเหลือนักเรียนแต่ละกลุ่มทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น และตั้งใจในการทำงานร่วมกันมากขึ้น และยังมีนักเรียนซักถามพูดคุยกับผู้วิจัยในประเด็นที่ยังไม่เข้าใจหรือยังสงสัย ดังคำสะท้อนจากผู้เชี่ยวชาญ



“ครูสร้างบรรยากาศในห้องเรียนได้ดี ให้ความรู้สึกเป็นกันเองกับนักเรียน ซึ่งเห็นได้จากการซักถามที่ไม่รู้สึกเกรงเหมือนตอนแรก ๆ” (ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้)

### ขั้นที่ 3 นำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้ง

ในการนำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้งผู้วิจัยยังคงใช้ลักษณะการเดินวนฐานตามกลุ่ม เช่นเดิม เพื่อให้ผู้เรียนได้รับฟังและเก็บข้อมูลในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ทำการบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรมการเรียนรู้ โดยยังไม่ต้องซักถามโต้แย้ง จากนั้นให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนไปนำเสนอข้อกล่าวอ้างอีกครั้ง ในส่วนนี้เปิดโอกาสให้เพื่อน ๆ ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ แสดงความคิดเห็น และซักถามข้อสงสัยในส่วนที่ยังไม่เข้าใจด้วยกระบวนการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์และการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงกับประเด็นสาเหตุการเสียชีวิต



ภาพ 17 แสดงการนำเสนอการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หน้าชั้นเรียน

เพื่อเปิดโอกาสให้แต่ละกลุ่มโต้แย้งในประเด็นที่สงสัย

ผลปรากฏว่า นักเรียนมีความมุ่งมั่นตั้งใจในการทำงานและรู้จักบทบาทหน้าที่ของตัวเองมากขึ้น มีความกล้าแสดงออก กล้าที่จะแสดงความคิดเห็นด้วยเหตุผลมากกว่าอารมณ์และความรู้สึก (แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้) แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในกระบวนการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ในระหว่างการทำกิจกรรมไม่เกิดความวุ่นวายในการเดินฐานเปลี่ยนกลุ่ม เพราะนักเรียนคงได้คุ้นชินกับการเคยปฏิบัติกิจกรรมนั้นมาแล้ว ส่วนผลงานในการชี้แจงผลการตรวจสอบพบว่านักเรียนมีการเขียนองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ถูกต้อง และข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลก็มีความชัดเจน ซึ่งระยะเวลาที่มีความเหมาะสมมากในการเดินวนฐานเพื่อรับฟังข้อมูล 5 นาที และได้ใช้เวลาในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ประมาณ

6-8 นาที ซึ่งเพียงพอต่อการซักถามข้อมูล ในลักษณะที่มีจำนวนกลุ่มและนักเรียนไม่มากนัก การใช้ลักษณะแบบเดินวนฐานจึงทำให้ไม่เกิดความวุ่นวายในการทำกิจกรรม อีกทั้งผู้วิจัยได้ได้ฉายภาพวิธีการนำเสนอรวมไปถึงการอธิบายข้อปฏิบัติในการทำกิจกรรม

#### ขั้นที่ 4 สรุปและประเมินผล

ในขั้นสรุปและประเมินผล ผู้วิจัยมอบหมายงานให้นักเรียนเป็นรายบุคคลในการเขียนรายงานผลการตรวจสอบด้วยการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง โดยประมวลความรู้ทั้งหมดหลังจากการปฏิบัติกิจกรรมเสร็จเรียบร้อย ซึ่งผู้วิจัยได้ชี้แจงการเขียนรายงานผลการตรวจสอบด้วยกิจกรรมโต้แย้งให้นักเรียนฟังอย่างละเอียด พบว่า นักเรียนได้เขียนรายงานตามคำชี้แจงและสรุปออกมาได้ค่อนข้างชัดเจนครบถ้วนตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และส่งงานตามระยะเวลาที่กำหนด แสดงให้เห็นถึงการมีความรับผิดชอบและความตั้งใจในการทำงาน (แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้)

### 3. ขั้นตอนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ในการสะท้อนผลการปฏิบัติการและการสังเกตผู้วิจัยได้ข้อมูลมาจาก 1) แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย 2) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้สะท้อนร่วม คือ ครูชำนาญการพิเศษ 3) แบบบันทึกการเรียนรู้ในการทำกิจกรรมของนักเรียน และ 4) การสนทนาผลจากการสะท้อนการจัดการเรียนรู้จากครูชำนาญการพิเศษ มีรายละเอียดตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

#### ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อมและระบุภาระงาน

จากการสะท้อนผล พบว่า สถานการณ์ที่เป็นประเด็นน่าสนใจและเกิดขึ้นจริงในสังคมไทย หรือข่าวสารที่นักเรียนพบเห็นและรับฟังตามสื่อต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของนักเรียนสามารถกระตุ้นความสนใจในกระบวนการค้นหาคำตอบจากการปฏิบัติกิจกรรม ควรใช้คำถามกระตุ้นความคิดที่ให้นักเรียนเกิดมุมมองที่แตกต่างกัน โดยตั้งคำถามเพื่อการตรวจสอบหรือใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

#### ขั้นที่ 2 สืบค้นค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูล

จากการสะท้อนผล พบว่า นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลจากแหล่งอ้างอิงที่หลากหลาย รวมไปถึงการเลือกใช้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ จากเอกสาร เว็บไซต์ ใบบทความรู้ต่าง ๆ ที่ครูเตรียมมาให้ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงบริบทนักเรียนในการเลือกให้สืบค้นข้อมูลผ่านเว็บไซต์ เพราะนักเรียนบางคนไม่มีโทรศัพท์ อาจทำให้เกิดความเบื่อกวนและไม่สนใจในการทำกิจกรรมได้

### ขั้นที่ 3 นำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้ง

จากการสะท้อนผล พบว่า นักเรียนสามารถนำคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลมานำเสนอผ่านกิจกรรมการโต้แย้งได้ ซึ่งให้นักเรียนได้ทักษะในการวิเคราะห์หลักฐานด้วยเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ควรให้ความสำคัญเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่โดยการโต้แย้งที่ปราศจากอารมณ์และความรู้สึกส่วนตัว แต่พูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้บนพื้นฐานของหลักฐานและเหตุผลที่เป็นการจำลองสังคมของนักวิทยาศาสตร์โดยแท้จริง

### ขั้นที่ 4 สรุปและประเมินผล

จากการสะท้อนผล พบว่า นักเรียนแต่ละคนสามารถเขียนรายงานผลการตรวจสอบด้วยการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง โดยใช้ความรู้ทั้งหมดหลังจากการปฏิบัติกิจกรรม และควรสะท้อนถึงองค์ความรู้และมโนทัศน์เนื้อหาในบทเรียนทุกครั้ง เพื่อตรวจสอบความรู้และความเข้าใจเพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ควรขยายความรู้เพิ่มเติมให้สอดคล้องกับบริบทใกล้ตัวในชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้การเรียนรู้มีความหมายสำหรับนักเรียนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์

### ข้อค้นพบจากวงจรปฏิบัติการที่ 3

จากการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้สรุปข้อค้นพบที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการ ดังนี้

1. การบริหารจัดการชั้นเรียนระหว่างทำกิจกรรม ผู้วิจัยควรสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนอย่างใกล้ชิดจะสามารถช่วยกระตุ้นการทำงานของนักเรียนได้ และคอยให้ข้อเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงและพัฒนาผลงานให้มีความเหมาะสมถูกต้องสมบูรณ์

2. ด้วยลักษณะของธรรมชาติวิชาและเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับกลไกการทำงานของร่างกาย มีความซับซ้อนและเป็นนามธรรมเข้าใจได้ยาก ซึ่งผู้วิจัยต้องอธิบายให้สามารถมองเห็นเป็นรูปธรรมได้ จึงเห็นควรว่าในขั้นสรุปและประเมินผลควรใช้สื่อประเภทต่าง ๆ เพิ่มเติม เช่น คลิปวิดีโอ หรือภาพนิ่งที่จะสามารถสรุปและอธิบายเนื้อหาทำให้นักเรียนเห็นภาพและเข้าใจถึงทฤษฎีมโนทัศน์ได้

ตาราง 4 สรุปประเด็นปัญหาข้อค้นพบ แนวทางการปรับปรุง และแนวปฏิบัติที่ดีของวงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นตอนการสอน	ปัญหา/ข้อค้นพบ	แนวทางการปรับปรุง	แนวปฏิบัติที่ดี
1.เตรียมความพร้อมและ ระบุภาระงาน	▪ -	▪ -	▪ ใช้คำถามกระตุ้นความคิดที่แตกต่าง กัน คำตอบไม่ตายตัว
2.สำรวจค้นหา และวิเคราะห์ข้อมูล	▪ ข้อมูลในการสืบค้นของ นักเรียนยังมีความ คลาดเคลื่อนหรือยังไม่ สอดคล้องกับประเด็น เนื้อหา	▪ อธิบายและกำหนด ขอบเขตของเนื้อหาที่ นักเรียนต้องสืบค้นข้อมูล มาล่วงหน้าก่อนเรียน	▪ ผู้วิจัยใกล้ชิดนักเรียนและคอยให้ คำแนะนำช่วยเหลือนักเรียนแต่ละ กลุ่ม ทำให้นักเรียนมีความ กระตือรือร้น และตั้งใจในการทำงาน ร่วมกันมากขึ้น
3.นำเสนอด้วยกิจกรรม การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	▪ ไม่ค่อยกล้าแสดงความ คิดเห็นในการโต้แย้งเพื่อน	▪ ฝึกให้นักเรียนกล้า แสดงออกในการนำเสนอ	▪ ควบคุมคำถามจากการโต้แย้งให้ เหมาะสม ภายใต้กรอบของการสร้าง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง
4.สรุปและประเมินผล	▪ -	▪ -	▪ -

## สรุปแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาคุณภาพของมนุษย์

จากข้อค้นพบในแต่ละวงจรปฏิบัติการในการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายให้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 แผน รวมทั้งสิ้น 12 คาบเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนสะท้อนผลในการจัดการเรียนรู้ทำให้ได้ข้อค้นพบในแนวปฏิบัติที่ดีสำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ สิ่งที่ต้องคำนึงถึง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

**ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อมและระบุนภาระงาน** สถานการณ์หรือประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่คลุมเครือและมีคำตอบที่ไม่ตายตัว หรือเป็นเรื่องที่สังคมให้ความสนใจและเกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันของนักเรียน สามารถสร้างความสนใจและช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบด้วยคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์พยานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งลักษณะของข้อคำถามปลายเปิดหรือมีหลากหลายคำตอบ และการถามซักไซ้ไล่เลียง จนนักเรียนเกิดความสงสัย สร้างความสนใจใฝ่รู้ จะส่งผลให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างออกกันไปตามมุมมองของแต่ละคน ทำให้ทราบถึงความรู้จากประสบการณ์เดิม และแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ต่อไป และก่อนทำกิจกรรมควรให้นักเรียนได้มีการระบุบทบาทหน้าที่ในการทำกิจกรรม โดยมอบหมายภาระงานชัดเจนและสามารถตรวจสอบได้

**ขั้นที่ 2 สืบค้นค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูล** ในขั้นนี้ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ที่หลากหลาย และเพิ่มระยะเวลาให้แต่ละกลุ่มมีการนำเสนอรายงานผลการสืบค้นข้อมูล เพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้ โดยให้ข้อเสนอแนะที่สามารถปรับปรุงได้อย่างเหมาะสม ทันเวลา และทำให้นักเรียนนำข้อมูลนั้นไปใช้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ อีกทั้งยังต้องชี้แจงการเขียนรายงานผลการตรวจสอบตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจนครบทั้ง 3 ส่วน คือ 1) ข้อกล่าวอ้าง หมายถึง ข้อคิดเห็นแสดงสาเหตุการเสียชีวิตจากประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ 2) หลักฐาน หมายถึง ข้อมูลเกี่ยวกับสาเหตุการเสียชีวิต เพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์พยาน 3) การให้เหตุผล หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงความเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างเกี่ยวข้องกับสาเหตุการเสียชีวิตในสถานการณ์หรือประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความสับสนระหว่างการทำกิจกรรม และควรกำหนดระยะเวลาในการทำงานให้ชัดเจน

ขั้นที่ 3 นำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้ง ในบริบทของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการนำเสนอแบบลักษณะการเดินวนฐานตามกลุ่ม ในกรณีที่มีนักเรียนไม่เกิน 20 คน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องมีตัวแทนประจำกลุ่มอย่างน้อย 2 คนเพื่อนำเสนอผลการชี้แจงผลการตรวจสอบตามองค์ประกอบของการสร้างอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ส่วนสมาชิกคนอื่นให้ออกไปรับฟังการนำเสนอจากเพื่อนกลุ่มอื่น ทำการบันทึกและเก็บข้อมูลหรือข้อสงสัยกลับมาได้มากที่สุด หลังจากนั้นก็มาเล่าให้สมาชิกภายในกลุ่มฟัง เพื่อระดมความคิดสร้างข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของการนำเสนอข้อกล่าวอ้างในกิจกรรมต่อไป โดยการนำเสนอข้อกล่าวอ้างหน้าชั้นเรียนนี้ ครูควรชี้แจงลักษณะของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานและการให้เหตุผลเพื่อจำลองสถานการณ์ในสังคมนักวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง อีกทั้งต้องคอยควบคุมคำถามจากการโต้แย้งให้เหมาะสม โดยไม่ใช้อารมณ์และความรู้สึกส่วนตัว ซึ่งต้องอยู่ภายใต้กรอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 4 สรุปและประเมินผล ในขั้นนี้ครูต้องมีการสะท้อนผลจากการปฏิบัติกิจกรรมประมวลความรู้จากการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง ซึ่งต้องอธิบายสรุปเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับกลไกการรักษาคุณภาพของร่างกายให้สามารถมองเห็นเป็นรูปธรรม โดยใช้สื่อประเภทต่าง ๆ เพิ่มเติม ที่จะทำให้นักเรียนเห็นภาพและเข้าใจถึงทฤษฎีหรือโมโนทัศน์ของเนื้อหาตามจุดประสงค์การเรียนรู้ได้ ทั้งนี้ต้องแสดงให้เห็นถึงความสำคัญในองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และชี้แจงเกณฑ์ที่จะใช้ประเมินการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนทราบและมีความเข้าใจที่ตรงกัน

ตาราง 5 สรุปผลสะท้อนและแนวปฏิบัติที่ดีที่ได้จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1-3

ขั้นตอนการสอน	วงจรการดำเนินการจัดการเรียนรู้			ประเด็นข้อค้นพบและแนวปฏิบัติที่ดี
	วงจรที่ 1	วงจรที่ 2	วงจรที่ 3	
1. เตรียมความพร้อมและระดมภาระงาน	<ul style="list-style-type: none"> <li>ใช้สื่อกระตุ้นความสนใจ เช่น ตัวอย่างจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ประเด็นปัญหาเป็นข่าวในชีวิตจริงกระตุ้นความสนใจของนักเรียน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ใช้คำถามกระตุ้นความคิดที่แตกต่างกัน คำตอบไม่ตายตัว</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>สถานการณ์หรือประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่คลุมเครือ และมีคำตอบไม่ตายตัวสร้างความสนใจให้นักเรียนได้ดี</li> </ul>
2. สำรวจค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูล	<ul style="list-style-type: none"> <li>ชี้แจงกรอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ชัดเจน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>แต่ละกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ก่อนสรุปและมติของกลุ่ม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ผู้วิจัยใกล้ชิดนักเรียนและคอยให้คำแนะนำช่วยเหลือนักเรียนแต่ละกลุ่ม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>เปิดโอกาสให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลหลากหลายครูให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุง เหมาะสม ทันเวลา</li> </ul>
3. นำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> <li>เปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ลักษณะการเดินวนฐานตามกลุ่มส่งผลให้ผู้เรียนเก็บข้อมูลจากกลุ่มได้ดี</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ผู้วิจัยคอยกำกับคำถามการโต้แย้งให้มีเหมาะสม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จำลองสถานการณ์ในสังคมวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง</li> </ul>

ตาราง 5 (ต่อ) สรุปผลสะท้อนและแนวปฏิบัติที่ดีที่ได้จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1-3

ขั้นตอนการสอน	วงจรการดำเนินการจัดการเรียนรู้			ประเด็นข้อค้นพบและแนวปฏิบัติที่ดี
	วงจรที่ 1	วงจรที่ 2	วงจรที่ 3	
4. สรุปและประเมินผล	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ครูสรุปผลสะท้อนองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยประมวลความรู้ในการทำกิจกรรม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ใช้สื่อ เช่น คลิปวิดีโอประกอบการสรุปและอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติมในการทำกิจกรรม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ครูควรใช้สื่อประเภทต่าง ๆ เพิ่มเติม เช่น คลิปวิดีโอหรือภาพนิ่งที่จะสามารถสรุปและอธิบายเนื้อหาทำให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรมและเข้าใจถึงทฤษฎีหรือมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้</li> </ul>



ตอนที่ 2 คำถามวิจัยข้อที่ 2 เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ อย่างไร

### 1. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้

จากการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการดำเนินการวิจัยในคำถามวิจัยข้อที่ 2 แบ่งออกเป็น นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างไร ซึ่งเกิดจากกระบวนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน โดยได้แหล่งข้อมูลจาก แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และใบกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนจำนวน 4 กลุ่ม จากกลุ่มเป้าหมายจำนวนนักเรียนทั้งหมด 16 คน นำมาตรวจและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) จากการอ่านคำตอบของรูปแบบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ในใบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อจัดกลุ่มนักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ผลการวิจัย ดังนี้

ตาราง 6 แสดงรูปแบบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ได้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ (จำนวนนักเรียน 16 คน)

รูปแบบคำตอบ ของนักเรียน	วงจรปฏิบัติการ (ร้อยละจำนวนนักเรียน)		
	วงจรที่ 1	วงจรที่ 2	วงจรที่ 3
แสดงองค์ประกอบของสร้าง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ไม่ถูกต้อง	25 (1 กลุ่ม)	-	-
แสดงองค์ประกอบของสร้างคำอธิบาย ทางวิทยาศาสตร์ได้เพียง 1 ใน 3 องค์ประกอบ	25 (1 กลุ่ม)	50 (2 กลุ่ม)	-
แสดงองค์ประกอบการสร้างคำอธิบาย ทางวิทยาศาสตร์ได้บางส่วน 2 ใน 3 องค์ประกอบ	50 (2 กลุ่ม)	50 (2 กลุ่ม)	75 (3 กลุ่ม)
แสดงองค์ประกอบการสร้างคำอธิบาย ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องครบถ้วน ทั้ง 3 องค์ประกอบ			25 (1 กลุ่ม)

#### หมายเหตุ

แสดงองค์ประกอบของสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง หมายถึง ไม่แสดงข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงกับคำถาม

แสดงองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้เพียง 1 ใน 3 องค์ประกอบ หมายถึง แสดงข้อกล่าวอ้าง แต่ขาดหลักฐานและการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงกับคำถาม

แสดงองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้บางส่วน 2 ใน 3 องค์ประกอบ หมายถึง แสดงข้อกล่าวอ้าง และหลักฐาน แต่ขาดการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงกับคำถาม

แสดงองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 3 องค์ประกอบ หมายถึง แสดงทั้ง ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงกับคำถาม

จากตาราง แสดงความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ระหว่างจัดการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่มในแต่ละวงจรปฏิบัติการ พบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนร้อยละ 25 แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง และแสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้เพียง 1 ใน 3 องค์ประกอบ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม นักเรียนร้อยละ 50 แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้บางส่วน 2 ใน 3 องค์ประกอบ ส่วนวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนร้อยละ 50 แสดงองค์ประกอบของการสร้างแสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้เพียง 1 ใน 3 องค์ประกอบ และแสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้บางส่วน 2 ใน 3 องค์ประกอบ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม วงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนร้อยละ 75 แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้บางส่วน 2 ใน 3 องค์ประกอบ และนักเรียนร้อยละ 25 แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 3 องค์ประกอบ เพื่อความชัดเจนในแต่ละประเด็นผู้วิจัยจะนำเสนอรายละเอียดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ระหว่างจัดการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

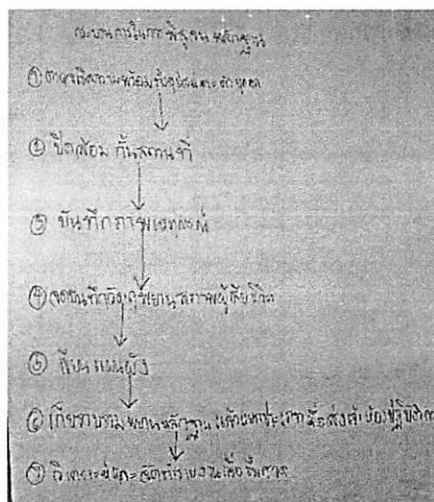
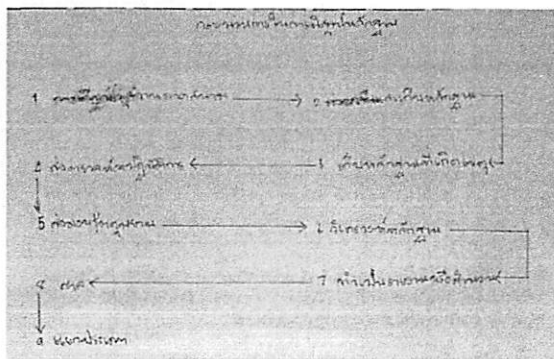
**ข้อกล่าวอ้าง (Claim)** หมายถึง ข้อคิดเห็นที่เชื่อมโยงในการยืนยันคำตอบของคำถามจากประเด็นสถานการณ์ทางนิติวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น โดยในการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งจะใช้ประเด็นจากสถานการณ์ทางนิติวิทยาศาสตร์ที่คลุมเครือ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และคาดคะเนคำตอบถึงความผิดปกติของสาเหตุการเสียชีวิตในชั้นระบุนสถานการณ์ปัญหาและภาระงาน เพื่อให้นักเรียนได้รวบรวมหลักฐานและเหตุผลในการเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้นเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการโต้แย้งของนักเรียนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดของการสร้างข้อกล่าวอ้างตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจร ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 ในขั้นแรกของการจัดการเรียนรู้ได้สร้างความสนใจในการดำเนินกิจกรรมด้วยคลิปวิดีโอประเด็นข่าว เรื่อง ย้อน 6 คดีทหารเสียชีวิตยังไร้คำตอบ และใช้คำถามกระตุ้นเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือคาดคะเนคำตอบถึงสาเหตุการเสียชีวิตจากสถานการณ์ที่คลุมเครือ รวมไปถึงกระบวนการทำงานในการพิสูจน์ข้อเท็จจริงนั้นเป็นอย่างไร ยกตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เช่น

“ต้องใช้หลักฐานในสถานที่เกิดเหตุเพื่อจะได้ทราบสาเหตุการเสียชีวิต” (นักเรียนกลุ่มที่ 2, การสังเกต)

“นำหลักฐานไปตรวจสอบแล้วมาเชื่อมโยงกับการตายของเขา” (นักเรียนกลุ่มที่ 3, การสังเกต)

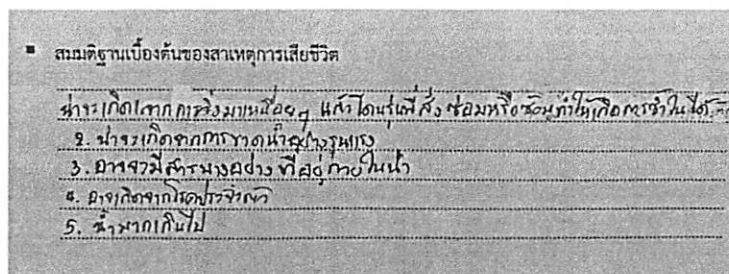
จากนั้นได้ให้นักเรียนช่วยกันสะท้อนถึงนิยามของคำว่านิติวิทยาศาสตร์ และการพิสูจน์หลักฐานในการสำรวจตรวจสอบ เพื่อค้นหาความจริงที่ต้องอาศัยด้านความรู้ ทักษะกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ตีความหลักฐาน รวมไปถึงการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุปว่ามีขั้นตอนการทำงาน เช่น



ภาพ 18 แสดงการเขียนขั้นตอนการทำงานพิสูจน์หลักฐานของนักเรียนกลุ่มที่ 1 และ 3

หลังจากนั้นได้นำเสนอสถานการณ์ กรณี “ไขความจริง...นักเรียนเตรียมทหารเสียชีวิตปริศนา” ซึ่งเป็นการระบุดสถานการณ์ปัญหาจากประเด็นข้อสงสัยเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าว โดยใช้คำถามกระตุ้นความสนใจในการค้นหาสาเหตุของการเสียชีวิต และร่วมกันอภิปรายถึงข้อมูลหลักฐานหรือประเด็นใดจากสถานการณ์ที่จะเชื่อมโยงไปสู่สาเหตุการเสียชีวิต ผลปรากฏว่านักเรียนแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกันแต่ละกลุ่มและภายในกลุ่มของตนเอง แต่ละคนถกเถียงกันพยายามเพื่อที่จะอธิบายเหตุผลมาสืบสนุนข้อกล่าวอ้าง (คำตอบ) ให้มีความน่าเชื่อถือ โดยใส่

อารมณ์และความรู้สึกลงไปทำให้บรรยากาศชั้นเรียนค่อนข้างจะควบคุมได้ยาก ซึ่งผู้วิจัยต้องอธิบายอยู่หลายครั้งโดยให้แสดงความคิดเห็นด้วยข้อกล่าวอ้างบนพื้นฐานของหลักฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และให้บันทึกความคิดเห็นของคนในกลุ่มลงไปใบกิจกรรม



ภาพ 19 แสดงตัวอย่างคำตอบข้อกล่าวอ้างสาเหตุการเสียชีวิตในแผนที่ 1

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้คลิปวิดีโอจากประเด็นข่าว เรื่อง คลื่นความร้อนระลอกที่ประเทศไทย และใช้คำถามนำอภิปรายเกี่ยวกับ สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของชาวญี่ปุ่นอย่างไรบ้าง พร้อมทั้งให้นักเรียนช่วยกันกำหนดหรือตั้งประเด็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในภาพเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนและทบทวนความรู้เดิม ซึ่งนักเรียนได้ช่วยกันตอบว่าร่างกายมีการตอบสนอง คือ มีเหงื่อออกมาก หายใจเร็วขึ้น มีการกระหายน้ำ (แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้)

จากนั้นนำเสนอสถานการณ์ กรณี “เหตุเกิดที่...คำชะโนด” ให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์สถานการณ์ และอธิบายปัญหาหรือภาระงาน วิเคราะห์หลักฐานอย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ว่าสาเหตุของการเสียชีวิตคืออะไร และเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นยกตัวอย่างคำถาม เช่น “การเสียชีวิตนี้มีสาเหตุมาจากอะไร” ซึ่งก็พบคำตอบของนักเรียนว่า

“ที่เกิดเหตุการณ์นี้เป็นเพราะลบลู่เจ้าปู่ ทำให้ตายโดยไม่ทราบสาเหตุ”

(นักเรียนคนหนึ่ง, การสังเกต)

“การที่เข้าแถวนานทำให้เขาโมโหแล้วพูดจาไม่ดี เจ้าพ่อจึงลงโทษ”

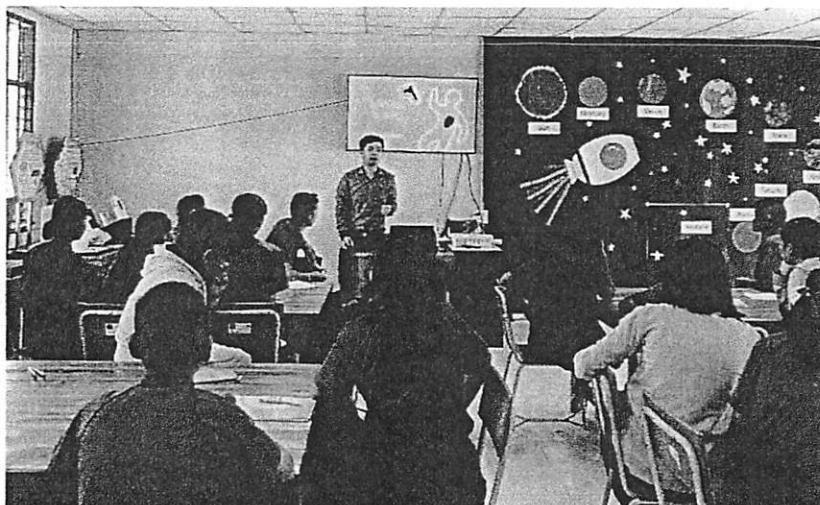
(นักเรียนคนหนึ่ง, การสังเกต)

“ไม่น่าจะใช้ เพราะต้องดูหลักฐานเพื่อนำไปตรวจสอบสาเหตุการตายสิ”

(นักเรียนคนหนึ่ง, การสังเกต)

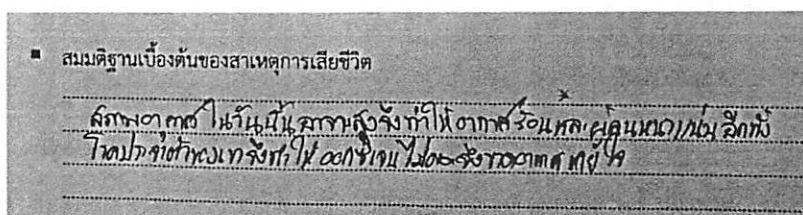
“อากาศมันร้อน คนต่อแถวเยอะมันเลยแอดอาจทำให้เขาเป็นลมจนหมดสติได้”

(นักเรียนคนหนึ่ง, การสังเกต)



ภาพ 20 แสดงการกระตุ้นผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นจากประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า นักเรียนบางส่วนมีการระบุข้อกล่าวอ้างเพื่อเชื่อมโยงหลักฐานจากสถานการณ์ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และบางส่วนยังมีความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้อธิบายถึงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่อาศัยหลักฐานข้อมูลเชิงประจักษ์และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งก็พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มเริ่มให้ความสำคัญของข้อกล่าวอ้างที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยใช้หลักฐานที่มีอยู่ในสถานการณ์มาสนับสนุน



ภาพ 21 แสดงตัวอย่างคำตอบข้อกล่าวอ้างสาเหตุการเสียชีวิตในแผนที่ 2

วงจรปฏิบัติการที่ 3 ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้กระตุ้นความสนใจด้วยการเปิดคลิปวิดีโอและภาพจากประเด็นข่าว เรื่อง ปฏิบัติการค้นพบ 13 ชีวิตติดถ้ำหลวง ซึ่งเป็นประเด็นข่าวที่น่าสนใจ นักเรียนได้พบเห็นจากสื่อต่าง ๆ ที่คุ้นเคยและเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน โดยใช้คำถามมาเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับการรักษาคุณภาพร่างกายของมนุษย์ที่ได้เรียนมาแล้ว เพื่อเป็นการทบทวนความรู้เดิม โดยตั้งคำถามว่า กรณีการติดถ้ำเป็นเวลานานส่งผลต่อการรักษาคุณภาพร่างกายอย่างไรบ้าง เมื่อให้นักเรียนยกมือตอบคำถามแสดงความคิดเห็น ซึ่งก็ได้รับคำตอบที่หลากหลาย เช่น

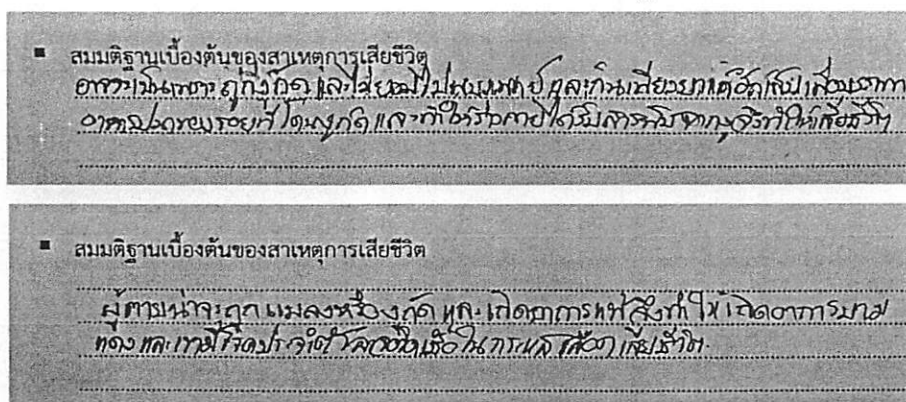
“ไต่ต้องควบคุมสมดุลน้ำและสารต่าง ๆ เพราะร่างกายกินน้ำน้อยอาจเกิดภาวะขาดน้ำได้”

(นักเรียนคนหนึ่ง, การสังเกต)

“อุณหภูมิในถ้ำน่าจะต่ำกว่าข้างนอก ร่างกายต้องรักษาคุณภาพของอุณหภูมิ”

(นักเรียนคนหนึ่ง, การสังเกต)

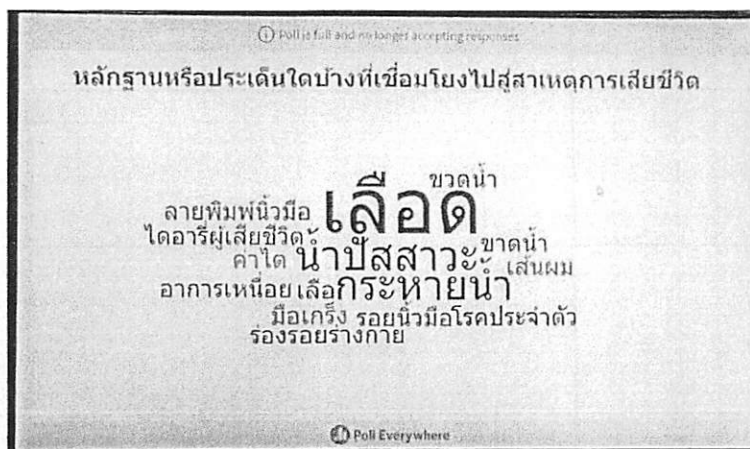
จากนั้นผู้วิจัยใช้สื่อฉายภาพแผนที่เกิดจากกระบวนการอักเสบเป็นผลจากการได้รับอุบัติเหตุรวมไปถึงแมลงสัตว์กัดต่อยภายในถ้ำและใช้คำถามกระตุ้นความสนใจนักเรียนเกี่ยวกับกลไกการตอบสนองของร่างกายต่อสิ่งแปลกปลอม และนำเสนอประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเสียชีวิตภายในถ้ำอย่างไม่ทราบสาเหตุ และให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์สถานการณ์ด้วยการสร้างข้อกล่าวอ้างถึงสาเหตุการเสียชีวิต และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันแสดงเหตุผลสนับสนุนเพิ่มเติมในการเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับสถานการณ์ พบว่า นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างอย่างหลากหลาย ยกตัวอย่าง ข้อกล่าวอ้างของการตั้งสมมติฐานเบื้องต้นของนักเรียน เช่น



ภาพ 22 แสดงตัวอย่างคำตอบข้อกล่าวอ้างในแผนที่ 3 ของกลุ่มที่ 2 และ 3

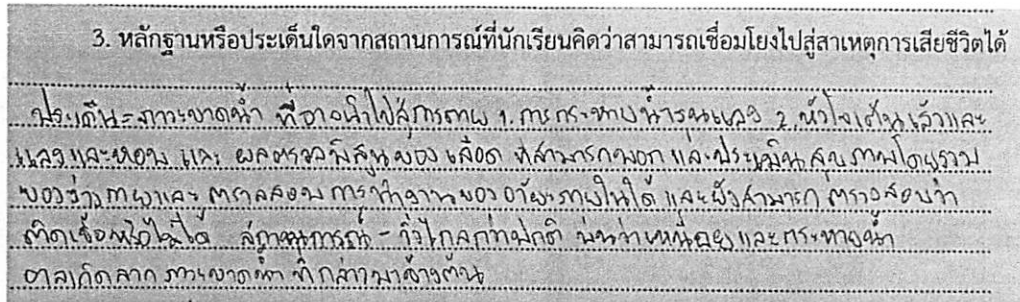
หลักฐาน (Evidence) หมายถึง ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ ในการสำรวจตรวจสอบ เพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ในการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นจากสถานการณ์ทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงข้อกล่าวอ้างในการคาดคะเนคำตอบ เพื่อให้ นักเรียนได้รวบรวมหลักฐานและเหตุผลในการเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้นเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการโต้แย้งของนักเรียนในชั้นเรียนนิติวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดของหลักฐานตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในขั้นเตรียมความพร้อมและระบุภาระงาน เป็นการตรวจสอบหลักฐานประจักษ์พยานจากสถานการณ์ และขั้นสำรวจค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการสืบค้นและวิเคราะห์หลักฐานในการหาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างเพื่อสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจร ดังนี้

วงจรถูกปฏิบัติที่ 1 ในขั้นแรกหลังจากที่ผู้วิจัยได้นำเสนอสถานการณ์ กรณี “ไขความ  
จริง...นักเรียนเตรียมทหารเสียชีวิตปริศนา” ซึ่งเป็นการระบุด้านการแก้ปัญหาจากประเด็นทาง  
นิติวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยร่วมกันอภิปรายถึงข้อมูลหลักฐานที่จะเชื่อมโยงไปสู่สาเหตุการเสียชีวิตโดย  
ให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นผ่านการใช้โปรแกรม Polleverywhere โดยตั้งคำถามว่า หลักฐาน  
ใดบ้างที่จะเชื่อมโยงนำไปสู่สาเหตุการเสียชีวิต ซึ่งนักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกันไป  
ของการเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง แต่ก็ได้ข้อค้นพบในเรื่องข้อจำกัดเกี่ยวกับการติดตั้งและ  
ใช้งานโปรแกรมที่ค่อนข้างจะล่าช้าและทำให้เสียเวลามาก อีกทั้งมีนักเรียนที่ไม่มีโทรศัพท์ส่งผลใน  
การทำกิจกรรม



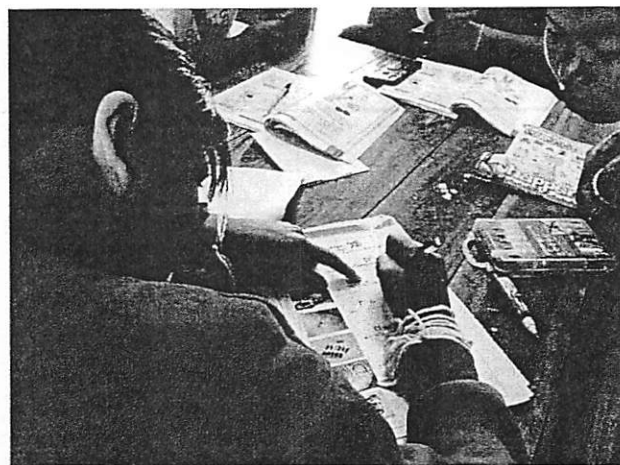
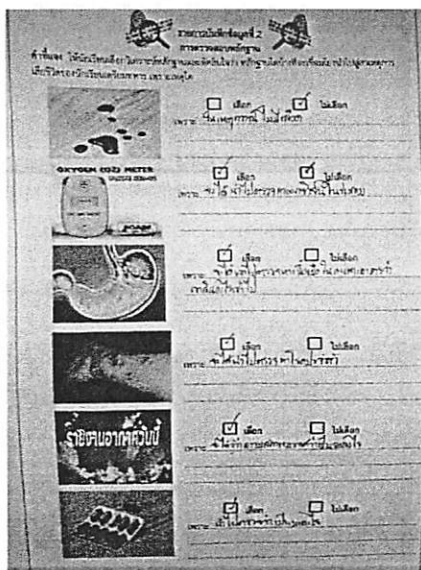
ภาพ 23 แสดงนักเรียนแสดงหลักฐานผ่านโปรแกรม Polleverywhere

จากนั้นนักเรียนได้เลือกหลักฐานที่เกี่ยวข้องและทำการสืบค้นข้อมูลจากเว็บไซต์ต่าง ๆ เพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างซึ่งเป็นคำตอบถึงสาเหตุการเสียชีวิตของสถานการณ์ประเด็นทาง  
นิติวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนจะต้องบอกเหตุผลในการเลือกหลักฐานเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าว  
อ้างและหลักฐานด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์นำมาสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์  
ที่เชื่อมโยงไปสู่สาเหตุการเสียชีวิต ยกตัวอย่าง นักเรียนกลุ่มที่ 1 ได้สร้างข้อกล่าวอ้างถึงสาเหตุการ  
เสียชีวิตว่าเกิดจาก ภาวะการขาดน้ำของร่างกาย ซึ่งได้อธิบายถึงการใช้หลักฐานที่เลือกนั้นมีความ  
เกี่ยวข้องและสนับสนุนคำตอบของนักเรียนอย่างไร แต่ก็พบปัญหา เมื่อผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียน  
หาหลักฐานและสืบค้นข้อมูลเอง สำหรับนักเรียนบางกลุ่มมีการเลือกหลักฐานที่ไม่เกี่ยวข้องและ  
ไม่ตรงประเด็นกับสถานการณ์ที่กำหนด ทำให้มีความคลาดเคลื่อนกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับ  
การรักษาคุณภาพของร่างกายในมุมมองที่แตกต่างออกไปมาก ในวงจรถูกปฏิบัติต่อไปหลังจาก  
การแสดงความคิดเห็นหลักฐานเชิงประจักษ์ในประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้วิจัยมีการ  
กำหนดหลักฐานให้นักเรียนได้เลือกเพื่อทำการตรวจสอบต่อไป



ภาพ 24 แสดงคำอธิบายหลักฐานที่นักเรียนได้เลือกเพื่อเชื่อมโยงไปสู่สาเหตุการเสียชีวิต

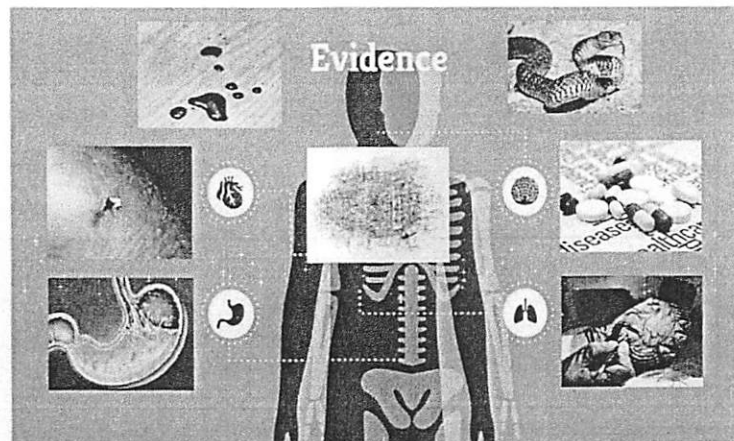
วงจรปฏิบัติการที่ 2 หลังจากที่นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์กรณี “เหตุเกิดที่...คำชะโนด” โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์สถานการณ์ และอธิบายปัญหาหรือภาระงาน รวมไปถึงรายละเอียดที่แสดงความเข้าใจในทฤษฎีหรือมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการเลือกและวิเคราะห์หลักฐานอย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ว่าสาเหตุของการเสียชีวิตคืออะไร ผู้วิจัยได้กำหนดหลักฐานสำคัญเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ทำการเลือกหลักฐานที่คิดว่าเกี่ยวข้องกับสาเหตุการเสียชีวิตจากประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ โดยได้อธิบายความหมายของ หลักฐาน หมายถึง ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงในการสำรวจตรวจสอบ เพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์พยาน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ตรงกันมากขึ้น จากนั้นนักเรียนได้ทำการสืบค้นข้อมูลจากเว็บไซต์ต่างๆ เพื่อนำข้อมูลมาในการสนับสนุนหลักฐานและเชื่อมโยงไปสู่ข้อกล่าวอ้างถึงสาเหตุการเสียชีวิตที่นักเรียนได้คาดคะเนคำตอบไว้ในส่วนนี้จะเป็นการทำใบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการตรวจสอบหลักฐาน



ภาพ 25 แสดงการเลือกหลักฐานของนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่สาเหตุการเสียชีวิต



วงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ข้อมูลประกอบหลักฐานที่ได้เลือกไว้ จากนั้นจะได้สืบค้นข้อมูลจากเว็บไซต์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำข้อมูลมาสนับสนุนหลักฐานและเชื่อมโยงการให้เหตุผลไปสู่ข้อกล่าวอ้างถึงสาเหตุการเสียชีวิตที่นักเรียนได้คาดคะเนคำตอบไว้ เพื่อสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย 1) ข้อกล่าวอ้าง หมายถึง ข้อคิดเห็นแสดงสาเหตุการเสียชีวิตจากประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ 2) หลักฐาน หมายถึง ข้อมูลเกี่ยวกับสาเหตุการเสียชีวิต เพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์พยาน และ 3) การให้เหตุผล หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงความเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างเกี่ยวข้องกับสาเหตุการเสียชีวิตในสถานการณ์หรือประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์อย่างไร



ภาพ 26 แสดงแผนภาพหลักฐานเพื่อเชื่อมโยงไปสู่ประเด็นสาเหตุการเสียชีวิต

หลังจากนั้นให้นักเรียนได้นำเสนอผ่านกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากการสังเกตพบว่า นักเรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานเชิงประจักษ์มากขึ้น และมีแนวทางในการตรวจสอบและวิเคราะห์หลักฐานที่ชัดเจนนำไปสู่การให้เหตุผลที่มีมุมมองในทางวิทยาศาสตร์ และบูรณาการเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับกลไกการทำลายสิ่งแปลกปลอมของร่างกายโดยการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน



ภาพ 27 แสดงการวิเคราะห์และเลือกหลักฐานของนักเรียนกลุ่มที่ 2

การให้เหตุผล (Reasoning) หมายถึง ข้อความที่แสดงถึงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์จะเป็นการทำให้ นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาสนับสนุนหลักฐานและข้อกล่าวอ้างเชื่อมโยงกับสาเหตุของการเสียชีวิตในประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ในขั้นตอนการสำรวจค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูล ผ่านการนำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้งตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ในแต่ละวงจร ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถามสำคัญที่ว่า สาเหตุการเสียชีวิตของนักเรียนเตรียมทหารคืออะไร ภายหลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ทำการสืบค้นข้อมูลจากเว็บไซต์ต่าง ๆ เพื่อนำข้อมูลมาในการสนับสนุนหลักฐานและเชื่อมโยงไปสู่ข้อกล่าวอ้างถึงสาเหตุการเสียชีวิตที่นักเรียนได้คาดคะเนคำตอบไว้ ยกตัวอย่างคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ 1 ได้สร้างข้อกล่าวอ้างว่า สาเหตุการเสียชีวิตเกิดจากการขาดน้ำอย่างรุนแรง โดยได้เลือกหลักฐานที่นำมาสนับสนุนคำตอบคือ เลือด ซึ่งในการเลือกหลักฐานนี้นักเรียนต้องสืบค้นข้อมูลให้ได้รายละเอียดของข้อมูลเพิ่มเติมมาประกอบหลักฐานที่มีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์หรือมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับการรักษาคุณภาพของร่างกายโดยการทำงานของไตได้ ซึ่งในทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลนี้จะเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้



ภาพ 28 แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ 1 จากนั้น นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผ่านกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงผลการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตนเองให้เพื่อนได้ทราบ โดยนำเสนอที่หน้าชั้นเรียน และเมื่อนำเสนอเสร็จแล้วฝึกให้นักเรียนที่รับฟัง ได้แย้งแสดงความ

คิดเห็นบนพื้นฐานตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ยกตัวอย่าง บทสนทนาในกิจกรรมโต้แย้ง ดังนี้

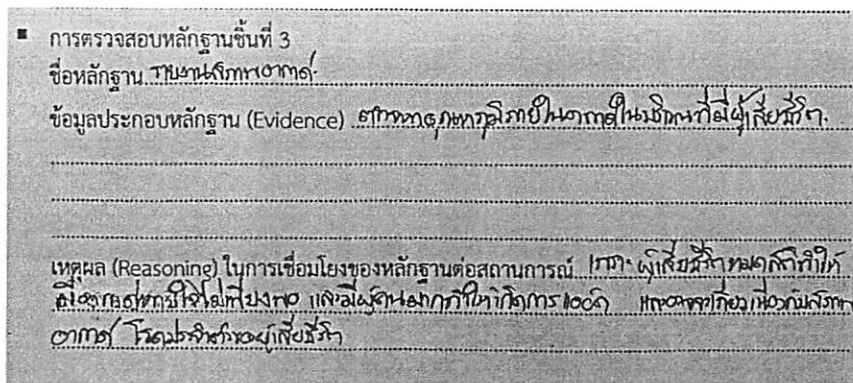
...นักเรียนกลุ่มที่ 1 นำเสนอ... “กลุ่มของพวกเราคิดว่า นักเรียนเตรียมทหารตายเพราะว่า ร่างกายเกิดภาวะการขาดน้ำอย่างรุนแรง (ช็อกแล้วอัม) ซึ่งใช้เลือดที่อยู่ในที่เกิดเหตุ (หลักฐาน) ไป ตรวจสอบ หากเลือดมีความเข้มข้นต่ำแสดงว่าน้ำในร่างกายมีน้อย (เหตุผล) และชื่อคนหมดสติ

...นักเรียนกลุ่มที่มีการโต้แย้ง... “แต่ข้างเตียงก็พบขวดน้ำที่ผู้ตายดื่มจนหมดและตกอยู่หน้า น่าจะได้รับน้ำไปชดเชยแล้ว”

(เทปบันทึกเสียง, กิจกรรมโต้แย้งครั้งที่ 1)

จะเห็นได้ว่าในการจัดกิจกรรมนำเสนอผ่านกระบวนการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์นี้ ฝึกให้นักเรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างมีหลักการและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำมาสนับสนุนคำตอบหรือข้อกล่าวอ้างของนักเรียนได้ดีมากขึ้น ซึ่งปราศจากอารมณ์และความรู้สึกส่วนตัว

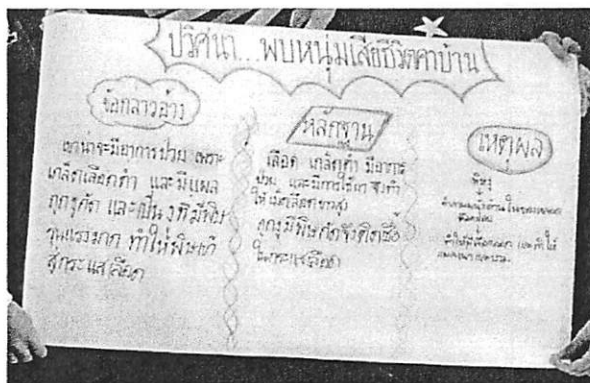
วงจรรูปปฏิบัติการที่ 2 ภายหลังจากการวิเคราะห์และเลือกหลักฐานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อตอบคำถามสำคัญถึงสาเหตุการเสียชีวิตจากสถานการณ์ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ เรื่อง เหตุเกิดที่คาซนิต โดยนักเรียนได้รับฟังบรรยายเกี่ยวกับแหล่งสืบค้นข้อมูลจากเว็บไซต์ต่าง ๆ ที่มีความน่าเชื่อถือ รวมไปถึงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของเนื้อหาข้อมูลหลักฐาน และเอกสารใบความรู้ เกี่ยวกับการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายมนุษย์ที่ผู้วิจัยเตรียมให้ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการสนับสนุนหลักฐานและเชื่อมโยงไปสู่ข้อกล่าวอ้างถึงสาเหตุการเสียชีวิต พบว่านักเรียนมีความเข้าใจ ในองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาไปในทางที่ดีขึ้น และมีการระบุนหาที่ในการทำงานกลุ่มที่ชัดเจน ซึ่งในการให้เหตุผลของกิจกรรมนี้นักเรียนต้องอธิบายข้อมูลประกอบหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับกลไกการรักษาอุณหภูมิของร่างกาย เพื่อแสดงถึงความเข้าใจของร่างกายที่มีการทำงานควบคุมอุณหภูมิของร่างกายในคงที่ด้วยการทำงานร่วมกันของระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนัง และกล้ามเนื้อโครงร่าง โดยมีสมองส่วนไฮโปทาลามัสเป็นศูนย์ควบคุมอุณหภูมิในร่างกาย ซึ่งพบว่า นักเรียนได้เลือกหลักฐานคือ รายงานสภาพอากาศ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบหลักฐานและสนับสนุนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้บางส่วนว่าสาเหตุการเสียชีวิตเกี่ยวข้องกับสภาพอากาศหรืออุณหภูมิ แต่ไม่ได้อธิบายถึงกลไกการรักษาอุณหภูมิของร่างกายของมนุษย์ได้ ยกตัวอย่างได้จากการให้เหตุผลของรายการบันทึกข้อมูลที่ 3 ในใบกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้



ภาพ 29 แสดงการให้เหตุผลของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ส่วนในการนำเสนอผ่านกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้เปลี่ยนจากการนำเสนอหน้าชั้นเรียนเป็นลักษณะการเดินวงฐานเปลี่ยนกลุ่ม พบว่า นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการแสดงความคิดเห็นมากขึ้น และผู้วิจัยได้สร้างบรรยากาศของความเป็นกันเองที่ไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกตึงเครียดกับการนำเสนอจนเกินไป อีกทั้งระดับภาษาที่นักเรียนเลือกใช้มีความเข้าใจกันเองมากกว่า

วงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนแต่ละกลุ่มได้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบไปด้วย 3 ส่วนสำคัญ คือข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล เพื่อตอบคำถามสำคัญถึงสาเหตุการเสียชีวิตจากสถานการณ์ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดับปริศนาคาห้องนอน ซึ่งเกี่ยวข้องกับกลไกการทำลายสิ่งแปลกปลอมโดยการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน โดยใช้ข้อมูลประกอบหลักฐานสำคัญที่ได้จากหลักฐานที่นักเรียนได้เลือกจากผู้วิจัย และได้ทำการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมมาใช้ในการสนับสนุนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และเขียนบันทึกข้อมูลลงในรายการบันทึกข้อมูลที่ 4 การชี้แจงผลการตรวจสอบ ของไปกิจกรรมที่ต้องแสดงและอธิบายความเชื่อมโยงกันทั้งข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลได้อย่างเหมาะสม



ภาพ 30 แสดงการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ส่วนในการนำเสนอผ่านกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังจากที่นักเรียนได้เดิน  
 วนฐานเปลี่ยนกลุ่มเพื่อบันทึกข้อมูลในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละกลุ่ม แล้วจึง  
 กลับไปยังกลุ่มของตนเองเพื่อระดมความคิดช่วยกันตั้งข้อสงสัยในประเด็นการสร้างคำอธิบายทาง  
 วิทยาศาสตร์ของกลุ่มเพื่อนที่ยังมีความสับสนและให้ข้อมูลที่แตกต่างออกไป โดยนักเรียนจะต้องใช้  
 เหตุผลในการอธิบายข้อมูลประกอบหลักฐานและเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างจากสถานการณ์ประเด็น  
 ทางนิติวิทยาศาสตร์ ซึ่งเห็นได้จากตัวอย่างการสนทนาของนักเรียนในกิจกรรมโต้แย้ง ดังนี้

...นักเรียนกลุ่มที่ 2 นำเสนอ...

"จากประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่พบผู้เสียชีวิตเกิดจากการแพ้เกสรดอกไม้ (ข้อกล่าว  
 อ้าง) โดยหลักฐานที่กลุ่มได้เลือก ได้แก่

ขั้นที่ 1 เลือด (หลักฐาน) ซึ่งมีข้อมูลประกอบหลักฐานว่า พบเม็ดเลือดขาวขึ้นสูง แสดงว่า  
 มีเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกาย (เหตุผล) และผลตรวจ HIV เป็นบวก แสดงว่าในร่างกาย  
 ผู้ตายมีเชื้อ HIV แต่ก็ได้รับยาตลอด จึงไม่น่าจะตายจากโรค HIV (เหตุผล)

ขั้นที่ 2 ยา (หลักฐาน) พบว่า ยาที่ผู้ตายกินเข้าไปเป็นยาที่อยู่ในกลุ่ม antihistamine ซึ่งเป็น  
 ยาแก้แพ้ (เหตุผล) โดยประกอบกับ

ขั้นที่ 3 ผ้าเช็ดหน้า (หลักฐาน) พบละอองเกสรดอกไม้ ซึ่งเป็นกุหลาบที่ได้รับมา ทำให้เกิด  
 อาการแพ้อย่างรุนแรงจนเสียชีวิต (เหตุผล) "ได้คะ" (เทปบันทึกเสียง, กิจกรรมโต้แย้งครั้งที่ 3)

2. หลักฐานที่นักเรียนเลือกนำมาตรวจพิสูจน์เพื่อยืนยันสาเหตุการเสียชีวิต ประกอบด้วย

- การตรวจสอบหลักฐานขั้นที่ 1  
 ชื่อหลักฐาน... เลือด  
 ข้อมูลประกอบหลักฐาน (Evidence) - white blood cell (rec) 29,000 cells/mm<sup>3</sup>  
 - HIV Positive - Eosinophil ขึ้นสูง  
 เหตุผล (Reasoning) ในการเชื่อมโยงของหลักฐานต่อสถานการณ์ เกิดการแพ้เกสรดอกไม้ซึ่งทำ  
 ให้มีเม็ดเลือดขาวขึ้นสูง HIV ที่พบอยู่ในเลือด
- การตรวจสอบหลักฐานขั้นที่ 2  
 ชื่อหลักฐาน... ยา  
 ข้อมูลประกอบหลักฐาน (Evidence) - บินตามัน antihistamine  
 เหตุผล (Reasoning) ในการเชื่อมโยงของหลักฐานต่อสถานการณ์ บินตามันที่ผู้ตายกิน  
 ยาแก้แพ้ที่มีเบต้าอะดรีนาลิติก
- การตรวจสอบหลักฐานขั้นที่ 3  
 ชื่อหลักฐาน... ผ้าเช็ดหน้า  
 ข้อมูลประกอบหลักฐาน (Evidence) - พบละอองเกสรดอกไม้ ซึ่งพบละอองเกสรดอกไม้  
 ดอกกุหลาบ ได้มีผล  
 เหตุผล (Reasoning) ในการเชื่อมโยงของหลักฐานต่อสถานการณ์ พบละอองเกสรดอกไม้ซึ่ง  
 ทำให้เกิดอาการแพ้ของผู้เสียชีวิต

ภาพ 31 แสดงหลักฐานและเหตุผลการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

## 2. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ทั้งก่อนและหลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยให้นักเรียนทุกคนทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยลักษณะของแบบวัดเป็นข้อสอบแบบอัตนัย ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 สถานการณ์ จำนวน 5 สถานการณ์ ครอบคลุมแนวคิดเนื้อหาเรื่องการรักษาตุลยภาพร่างกายมนุษย์ และส่วนที่ 2 คำถาม มีจำนวน 3 ข้อต่อสถานการณ์ แต่ละข้อจะมีคำถามตามกรอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของ McNeill and Krajcik (2006) โดยผู้วิจัยได้ทำการตรวจและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ที่ได้จากการอ่านคำตอบของนักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อจัดกลุ่มนักเรียนตามระดับการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แล้วคำนวณหาคะแนนร้อยละนักเรียน เพื่อแสดงแนวโน้มความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แสดงได้ดังต่อไปนี้

ตาราง 7 แสดงภาพรวมความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละรูปแบบคำตอบทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

รูปแบบคำตอบ ของนักเรียน	ก่อนการจัดการเรียนรู้				หลังการจัดการเรียนรู้			
	ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผล	ร้อยละ (นักเรียน)	ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผล	ร้อยละ (นักเรียน)				
แสดงองค์ประกอบของ การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ไม่ถูกต้อง	✗ ✗ ✗	50.28	✗ ✗ ✗	0.00				
แสดงองค์ประกอบของ การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้เพียง 1 ใน 3 องค์ประกอบ	✓ ✗ ✗	25.14	✓ ✗ ✗	8.34				
แสดงองค์ประกอบของ การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้บางส่วน 2 ใน 3 องค์ประกอบ	✓ ✓ ✗	12.11	✓ ✓ ✗	61.14				
แสดงองค์ประกอบของ การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้ครบถ้วนสมบูรณ์	✓ ✗ ✓	5.80	✓ ✗ ✓	7.20				
แสดงองค์ประกอบของ การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้ครบถ้วนสมบูรณ์	✓ ✓ ✓	6.67	✓ ✓ ✓	23.33				

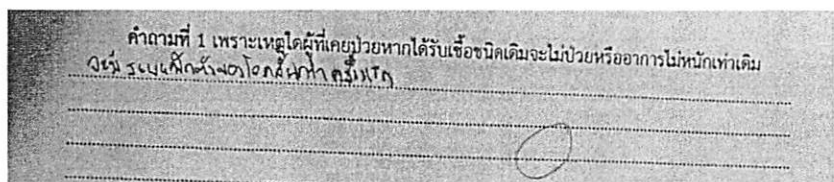
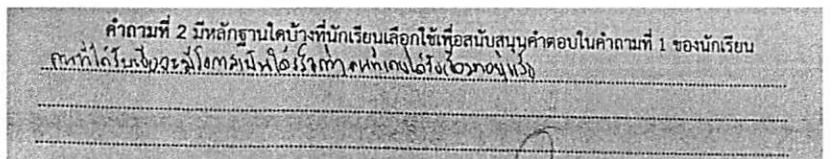
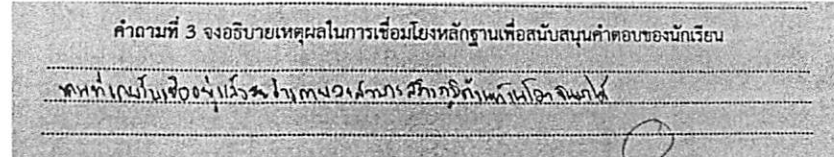
- หมายเหตุ ✓ ปรากฏองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์  
 ✗ ไม่ปรากฏองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากตารางเมื่อพิจารณาและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ที่ได้จากการอ่านคำตอบของนักเรียนเป็นรายบุคคล จำนวน 16 คน ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้พิจารณาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามรายชื่อของแบบวัดในแต่ละสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ที่ประกอบไปด้วย 5 แนวคิดหลัก ได้แก่ การรักษาคุณภาพของน้ำ การรักษาคุณภาพของกรด-เบส การรักษาคุณภาพอุณหภูมิร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกันและความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน เพื่อให้เห็นภาพชัดเจนผู้วิจัยจะแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดกลุ่มนักเรียนตามรูปแบบคำตอบในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พบว่า หลังจากจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดังที่จะแสดงรายละเอียดตามลำดับต่อไปนี้

#### 1. นักเรียนที่ถูกจัดไว้ในกลุ่มที่แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง

ก่อนการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 50.28 แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้องทั้งข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล อย่างไรก็ตาม ภายหลังจากจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ พบว่า ไม่พบกลุ่มนักเรียนที่แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มสูงขึ้นมาก ยกตัวอย่าง เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนในเชิงลึกในแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 4 สถานการณ์โรคไข้เลือดออก ประกอบไปด้วยแนวคิดเรื่อง ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกาย โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับกลไกการต่อต้านและทำลายสิ่งแปลกปลอมด้วยการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายในการตอบสนองที่มีต่อเชื้อโรคไข้เลือดออก โดยข้อคำถามที่ 1 2 และ 3 แสดงถึงองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลตามลำดับ ดังตารางแสดงตัวอย่างรูปแบบคำตอบของนักเรียน ดังนี้

ตาราง 8 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่จัดไว้กลุ่มที่แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง

คำตอบของนักเรียนรหัส	ตัวอย่างความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน
S04	<p>ข้อกล่าวอ้าง เพราะเหตุใดผู้ที่เคยป่วยหากได้รับเชื้อชนิดเดิมจะไม่ป่วยหรืออาการไม่หนักเท่าเดิม ซึ่งนักเรียนแสดงข้อกล่าวอ้างว่า</p> <p style="text-align: center;">“จะมีระยะพักตัวของโรคลึ้นกว่าครั้งแรก”</p> 
	<p>หลักฐาน มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถามของนักเรียน ซึ่งนักเรียนแสดงหลักฐานในการสนับสนุนคำตอบว่า</p> <p style="text-align: center;">“คนที่ได้รับเชื้อจะมีโอกาสเป็นได้เร็วกว่าคนที่ไม่ได้รับเชื้อ”</p> 
	<p>การให้เหตุผล จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน ซึ่งนักเรียนแสดงการให้เหตุผลในการสนับสนุนคำตอบว่า</p> <p style="text-align: center;">“คนที่เคยได้รับเชื้ออยู่แล้ว ร่างกายจะสามารถสร้างภูมิต้านทานโรคได้”</p> 

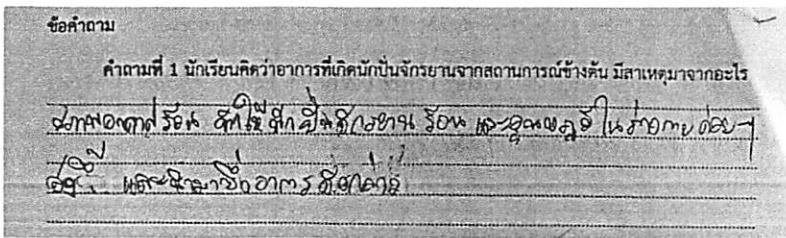


2. นักเรียนที่ถูกจัดไว้ในกลุ่มที่แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้เพียง 1 ใน 3 องค์ประกอบ

2.1 กลุ่มที่แสดงข้อกล่าวอ้าง แต่ขาดหลักฐานและการให้เหตุผล

ก่อนการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 25.14 แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางได้เพียง 1 ใน 3 องค์ประกอบ กล่าวคือแสดงข้อกล่าวอ้าง แต่ขาดหลักฐานและการให้เหตุผล อย่างไรก็ตามภายหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนร้อยละ 8.34 แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางได้เพียง 1 ใน 3 องค์ประกอบ ซึ่งมีแนวโน้มที่ลดลง แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการระดับในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มากขึ้น ยกตัวอย่าง เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนในเชิงลึกในแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 2 สถานการณ์ หน้าร้อนต้องระวังประกอบไปด้วยแนวคิดเรื่อง การรักษาอุณหภูมิร่างกาย โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับความผิดปกติของร่างกายเมื่ออุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้นจากการเผชิญกับสภาพอากาศที่มีความร้อนสูงโดยข้อคำถามที่ 1 2 และ 3 แสดงถึงองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ตามลำดับ ดังตารางแสดงตัวอย่างรูปแบบคำตอบของนักเรียน ดังนี้

ตาราง 9 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่จัดไว้กลุ่มที่แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงข้อกล่าวอ้าง แต่ขาดหลักฐานและการให้เหตุผล

คำตอบของนักเรียนรหัส	ตัวอย่างความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน
S07	<p>ข้อกล่าวอ้าง นักเรียนคิดว่าอาการที่เกิดกับนักปั่นจักรยานจากสถานการณ์ข้างต้น มีสาเหตุมาจากอะไร</p> <p>“สภาพอากาศร้อน ทำให้นักปั่นจักรยานร้อนและอุณหภูมิในร่างกายค่อยๆสูงขึ้น นำมาซึ่งอาการดังกล่าว”</p> 

ตาราง 9 (ต่อ) แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่จัดไว้กลุ่มที่แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงข้อกล่าวอ้าง แต่ขาดหลักฐานและการให้เหตุผล

คำตอบของนักเรียนรหัส ตัวอย่างความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน

S07 หลักฐาน หากนักเรียนต้องการตรวจสอบการสาเหตุอาการที่เกิดจากความผิดปกติของนักบินจักรยานดังกล่าว นักเรียนจะเลือกใช้หลักฐานใดบ้าง

คำถามที่ 2 หากนักเรียนต้องการตรวจสอบการสาเหตุอาการที่เกิดจากความผิดปกติของนักบินจักรยานดังกล่าว นักเรียนจะเลือกใช้หลักฐานใดบ้าง (วงกลม ใช้ หรือไม่ใช่)

หลักฐานข้อมูล	ใช้ หรือ ไม่ใช่	หลักฐานข้อมูล	ใช้ หรือ ไม่ใช่
1.  ประวัติการรักษารโรค	(ใช้) (ไม่ใช่)	2.  อุณหภูมิในร่างกาย	(ใช้) (ไม่ใช่)
3.  รายงานสภาพอากาศ	(ใช้) (ไม่ใช่)	4.  อาหารในกระเพาะ	(ใช้) (ไม่ใช่)

การให้เหตุผล จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

คำถามที่ 3 จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

สองข้อคือ ความดัน และไข้หวัดใหญ่ เรื่องของกล่าวอ้างนี้เองแล้ว  
สาเหตุของอากาศ

3. นักเรียนที่ถูกจัดไว้ในกลุ่มที่แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้บางส่วน หรือแสดงได้ 2 ใน 3 องค์ประกอบ

3.1 กลุ่มที่แสดงข้อกล่าวอ้าง และหลักฐานสนับสนุน แต่ขาดการให้เหตุผล

ก่อนการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนร้อยละ 12.11 แสดงข้อกล่าวอ้าง และหลักฐานสนับสนุน แต่ขาดการให้เหตุผล อย่างไรก็ตามภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ พบว่า กลุ่มนักเรียนที่แสดงข้อกล่าวอ้าง และหลักฐานสนับสนุน แต่ขาดการให้เหตุผล มีจำนวนเพิ่มขึ้นร้อยละ 61.14 แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบประเด็นข้อกล่าวอ้าง และหลักฐานเพิ่มมากขึ้น

ยกตัวอย่าง เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนในเชิงลึกในแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 2 สถานการณ์ชีวิตแสนกดดัน ประกอบไปด้วยแนวคิด เรื่องการรักษาคุณภาพของกรด-เบสในร่างกาย โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของปอด เมื่อเกิดภาวะการหายใจเร็วและลึกมากขึ้น ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดลดลง เลือดมีภาวะเป็นเบส จึงต้องใช้ถุงครอบปาก เพื่อให้สูดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่หายใจออกมากกลับเข้าไปทำให้ pH ของเลือดให้เข้าสู่ภาวะสมดุลโดยการทำงานของปอดทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส โดยข้อคำถามที่ 1 2 และ 3 แสดงถึงองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ตามลำดับ

ตาราง 10 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่จัดไว้กลุ่มที่แสดงข้อกล่าวอ้าง และหลักฐานสนับสนุน แต่ขาดการให้เหตุผล

คำตอบของนักเรียนรหัส	ตัวอย่างความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน
S08	<p>ข้อกล่าวอ้าง นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดจึงต้องปฐมพยาบาลเบื้องต้นเช่นนี้ ซึ่งนักเรียนแสดงข้อกล่าวอ้างว่า</p> <p style="text-align: center;">“เพื่อเพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดเพิ่มขึ้น”</p> <p>หลักฐาน มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถามที่ 1 ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนแสดงหลักฐานในการสนับสนุนคำตอบว่า</p> <p style="text-align: center;">“ลักษณะอาการที่เกิดขึ้น โดยมีการหายใจหอบเร็ว หายใจลำบาก ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดลดลง เกิดการชักเกร็ง”</p>

ตาราง 10 (ต่อ) แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่จัดไว้กลุ่มที่แสดง  
ข้อกล่าวอ้างและหลักฐานสนับสนุน แต่ขาดการให้เหตุผล

คำตอบของ นักเรียนรหัส	ตัวอย่างความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน
S08	การให้เหตุผล จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบ ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนแสดงการให้เหตุผลในการสนับสนุนคำตอบว่า “ฉันตาเป็นคนคิดมาก ชอบเก็บตัวอยู่คนเดียว ทำให้เครียดง่าย”

คำถามที่ 3 จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

ฉันตา เป็นคนคิดมาก ชอบเก็บตัวอยู่คนเดียว ทำให้เครียดง่าย

### 3.2 กลุ่มที่แสดงข้อกล่าวอ้าง และให้เหตุผลสนับสนุน แต่ขาดหลักฐาน

ก่อนการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนร้อยละ 5.80 แสดงข้อกล่าวอ้าง และให้เหตุผล  
สนับสนุน แต่ขาดหลักฐาน อย่างไรก็ตาม ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้  
ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ พบว่า กลุ่มนักเรียนที่แสดงข้อกล่าวอ้าง และให้เหตุผลสนับสนุน  
แต่ขาดหลักฐาน มีจำนวนเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.20 แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการในการสร้างคำอธิบายทาง  
วิทยาศาสตร์ องค์ประกอบประเด็นข้อกล่าวอ้าง และการให้เหตุผลเพิ่มมากขึ้น ยกตัวอย่าง  
เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนในเชิงลึกในแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทาง  
วิทยาศาสตร์ข้อที่ 5 สถานการณ์ชีวิตของเรณู ประกอบไปด้วยแนวคิดเรื่อง ความผิดปกติของ  
ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกาย โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับการได้รับเชื้อ HIV ที่เข้าสู่ร่างกาย ส่งผลให้ระบบ  
ภูมิคุ้มกันบกพร่องหรือทำงานไม่สมบูรณ์ เชื้อโรคนี้จะเข้าไปทำลายเซลล์เม็ดเลือดขาวที่มีหน้าที่  
สร้างภูมิคุ้มกันโรค ทำให้ผู้ป่วยที่ติดเชื้อมีภูมิคุ้มกันต่ำลง ทำให้เสี่ยงต่อการติดเชื้ออื่น ๆ ได้ง่าย  
โดยข้อคำถามที่ 1 2 และ 3 แสดงถึงองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่  
ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ตามลำดับ

ตาราง 11 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่จัดไว้กลุ่มที่แสดงข้อกล่าวอ้าง และให้เหตุผลสนับสนุน แต่ขาดหลักฐาน

คำตอบของ นักเรียนรหัส	ตัวอย่างความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน
S09	ข้อกล่าวอ้าง เหตุใดผู้ป่วยที่ติดเชื้อจึงต้องรับประทานยาต้านเชื้อไวรัส และรักษาสุขภาพให้แข็งแรง ซึ่งนักเรียนแสดงข้อกล่าวอ้างว่า “ผู้ป่วยติดเชื้อ HIV ภูมิคุ้มกันของร่างกายจึงต่ำกว่าคนปกติ”

คำถามที่ 1 เหตุใดผู้ป่วยที่ติดเชื้อจึงต้องรับประทานยาต้านเชื้อไวรัส และรักษาสุขภาพให้แข็งแรง

ผู้ป่วยติดเชื้อ HIV ภูมิคุ้มกันของร่างกายจึงต่ำกว่าปกติ

หลักฐาน มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถามที่ 1 ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนแสดงหลักฐานในการสนับสนุนคำตอบว่า  
“อาการที่เขาเป็น”

คำถามที่ 2 มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนในคำตอบข้อที่ 1 ของนักเรียน

อาการที่เขาเป็น

การให้เหตุผล จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน ซึ่งนักเรียนแสดงการให้เหตุผลในการสนับสนุนคำตอบว่า “เมื่อ HIV เข้าสู่ในร่างกายจะทำลายกลไกการต่อต้านหรือสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะ โดยเข้าไปเพิ่มจำนวนในเซลล์ที่ผู้ช่วย ส่งผลให้เซลล์เม็ดเลือดขาวลดลง ภูมิคุ้มกันร่างกายต่ำ ทำให้ร่างกายติดเชื้อง่าย”

คำถามที่ 3 จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

เมื่อ HIV เข้าสู่ร่างกาย จะไปทำลายกลไกการต่อต้าน ซึ่งคือ เซลล์เม็ดเลือดขาวเม็ดที่ 4 โดยเข้าไปเพิ่มจำนวนในเซลล์ที่ช่วย ส่งผลให้เม็ดเลือดขาวลดลง ภูมิคุ้มกันต่ำ ทำให้ร่างกายติดเชื้อได้ง่าย

#### 4. นักเรียนที่ถูกจัดไว้ในกลุ่มที่แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วน

ก่อนการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนร้อยละ 6.67 แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วน อย่างไรก็ตาม ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ พบว่า แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วน มีจำนวนเพิ่มขึ้นร้อยละ 23.33 แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลเพิ่มมากขึ้น ยกตัวอย่าง เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนในเชิงลึกในแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 1 สถานการณ์นักวิ่งมาราธอนเสียชีวิต ประกอบไปด้วยแนวคิดเรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกาย โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับการ เพราะร่างกายมีการสูญเสียน้ำจากการวิ่ง ทำให้เกิดภาวะร่างกายขาดน้ำ ส่งผลให้เกิดความผิดปกติของร่างกายที่ส่งผลต่อการควบคุมคุณภาพของน้ำและสารโดยการทำงานของไต โดยข้อคำถามที่ 1 2 และ 3 แสดงถึงองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ตามลำดับ

ตาราง 12 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วน

คำตอบของนักเรียนรหัส	ตัวอย่างความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน
S13	ข้อกล่าวอ้าง นักเรียนคิดว่าอาการของนักวิ่งมาราธอนที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากอะไร ซึ่งนักเรียนแสดงข้อกล่าวอ้างว่า "เกิดจากอาการขาดน้ำ เนื่องจากวิ่งเป็นระยะไกลมาก และเสียเหงื่อมาก แต่ไม่ได้รับน้ำมาทดแทน จึงมีอาการวูบหมดสติ อีกทั้งผลการตรวจเลือดและปัสสาวะที่มีความเข้มข้นมาก เพราะได้น้ำน้อย"

คำถามที่ 1 นักเรียนคิดว่าอาการข้างต้นของนักวิ่งมาราธอนที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากอะไร

เกิดจากอาการขาดน้ำ เนื่องจากวิ่งเป็นระยะไกลมาก และเสียเหงื่อมาก แต่ไม่ได้รับน้ำมาทดแทน จึงมีอาการวูบหมดสติ อีกทั้งผลการตรวจเลือดและปัสสาวะที่มีความเข้มข้นมาก เพราะได้น้ำน้อย

ตาราง 12 (ต่อ) แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วน





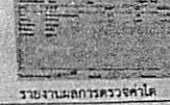
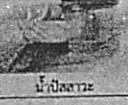
คำตอบของ  
นักเรียนรหัส

ตัวอย่างความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน

S13

หลักฐาน มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถาม  
ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนแสดงการเลือกหลักฐานในการสนับสนุนคำตอบ

คำถามที่ 2 หากนักเรียนต้องการตรวจสอบอาหารที่เกิดจากความผิดปกติของร่างกายนักเรียน  
นักเรียนจะเลือกใช้หลักฐานใดบ้าง (วงกลม "ใช่" หรือ "ไม่ใช่")

หลักฐานข้อใด	ใช่ หรือ ไม่ใช่	หลักฐานข้อใด	ใช่ หรือ ไม่ใช่
1.  เลือด	(ใช่) (ไม่ใช่)	2.  หลอดหยดในวิทยุ	(ใช่) (ไม่ใช่)
3.  อาหารในกระเพาะอาหาร	(ใช่) (ไม่ใช่)	4.  คุณภาพของน้ำดื่ม	(ใช่) (ไม่ใช่)
5.  รายงานผลการตรวจค่าไต	(ใช่) (ไม่ใช่)	6.  น้ำปัสสาวะ	(ใช่) (ไม่ใช่)

การให้เหตุผล จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบ  
ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนแสดงการให้เหตุผลในการสนับสนุนคำตอบว่า

“นำเลือดและน้ำปัสสาวะไปตรวจหาความเข้มข้น ถ้ามีความเข้มข้นน้อยแสดง  
ว่าน้ำในร่างกายมีน้อย ส่วนค่าไตก็ตรวจการทำงานของไตว่าปกติหรือไม่”

คำถามที่ 3 จงอธิบายเหตุผลการเลือกใช้หลักฐานของนักเรียน เพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

เลือกใช้หลักฐานก็มาจากกับสถานการณ์ เช่น คือ เลือด ก็จะได้ไม่ทราบความสูง  
ขึ้นของเลือด และทราบค่าไตที่ผิดปกติ ก็ได้ ความหนักที่เบาของไตปกติหรือไม่  
ก็ดูภาวะ ตรวจหาความเข้มข้นของปัสสาวะ ถ้าปัสสาวะสีเหลือง เข้มกว่า ก็ในบริเวณของเม  
กับปัสสาวะสี เข้มกว่า มีสีที่เข้มพอ คือ อาจมากเกินไป

## บทที่ 5

### บทสรุป

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ มีจุดมุ่งหมายของการศึกษา 2 ประการ คือ 1) เพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 2) เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ โดยมีกลุ่มเป้าหมายสำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 16 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ จำนวน 3 แผน แผนละ 4 คาบเรียน รวมทั้งสิ้น 12 คาบเรียน แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้สะท้อนร่วม ไปกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ทำการตรวจและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) นักเรียนเป็นรายบุคคล ร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยคำนวณหาคะแนนร้อยละ แสดงรายละเอียดได้ ดังนี้

#### สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ เพื่อตอบคำถามวิจัยที่ว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรเป็นอย่างไร และเมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ นักเรียนมี



ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งการสรุปและอภิปรายผลตามคำถามวิจัยได้ ดังนี้

**คำถามวิจัยข้อที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ควรเป็นอย่างไร**

จากผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาดุลยภาพร่างกายมนุษย์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาแต่ละวงจรปฏิบัติการของการจัดการเรียนรู้ทำให้ได้ข้อค้นพบและแนวปฏิบัติที่ดีสำหรับจัดการเรียนรู้ได้ ดังนี้

**แนวปฏิบัติที่ดีข้อที่ 1 สถานการณ์ในประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่คลุมเครือ หรือ เป็นเรื่องที่สังคมให้ความสนใจและเกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันของนักเรียน สามารถสร้างความสนใจและช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยนำไปสู่การสร้างอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการทำงานวิทยาศาสตร์และเป็นองค์ประกอบของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มายืนยันเหตุผลที่มีหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Novak and Treagust, 2017) และเป็นที่ยอมรับกันว่าการปฏิบัติอันเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ คือการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Bayer and Davis, 2008 อ้างถึงใน สันติชัย อนุวรชัย, 2553) โดยจากผลการวิจัย พบว่า ในขั้นแรกของการเตรียมความพร้อมและระดมภาระงานนั้น สถานการณ์ในประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์จะเป็นตัวขับเคลื่อนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยคำถามที่ก่อให้เกิดความสงสัยใคร่รู้ ในการค้นหาคำตอบด้วยคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์พยานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับ Sebastiany และคณะ (2013) กล่าวว่า กิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบค้น ค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ และประเมินหรือตัดสินความหมายความสำคัญของการพิสูจน์ทดลองทางวิทยาศาสตร์ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ของ สิรินุช เข็มคง จีระวรรณ เกษสิงห์ และธีระศักดิ์ เอโกบอล (2560) กล่าวว่า การยกสถานการณ์ที่มีความน่าสนใจที่เกิดขึ้นจริงในสังคมไทย หรืออาจเป็นประเด็นของ ชาวที่นักเรียนได้พบเห็นหรือได้รับฟังมาจากสื่อต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันมาดึงความสนใจของนักเรียนให้สนใจในสิ่งที่ครูนำเสนอ และใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดข้อสงสัย เพราะเมื่อนักเรียนให้ความสนใจก็จะมี การคิดตามแล้ว จะเกิดเป็นคำถามที่ทั้งเหมือนและต่างกันไปตามมุมมองของนักเรียนแต่ละคน อีกทั้งในลักษณะของข้อคำถามปลายเปิดหรือมีหลากหลายคำตอบ และการถามซักไซ้ไล่เลียง จนนักเรียนเกิดความสงสัย สร้างความสนใจใฝ่รู้ จะส่งผลให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างออกไปตามมุมมองของแต่ละคน ทำให้ทราบถึงความรู้จากประสบการณ์เดิม และแนวคิด**

ที่ตลาดเคลื่อนของนักเรียนได้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ต่อไป และก่อนทำกิจกรรมควรให้นักเรียนได้มีการระบุบทบาทหน้าที่ในการทำกิจกรรม โดยมอบหมายภาระงานชัดเจนและสามารถตรวจสอบได้

**แนวปฏิบัติที่ข้อที่ 2** เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลหลากหลาย โดยมีครูคอยให้ความช่วยเหลือด้วยข้อเสนอแนะที่นักเรียนสามารถพัฒนาและปรับปรุงงานให้มีความเหมาะสม และทันเวลา จากผลการวิจัยพบว่าในขั้นที่ 2 สํารวจค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นนี้ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ที่หลากหลาย และเพิ่มระยะเวลาให้แต่ละกลุ่มมีการนำเสนอรายงานผลการสืบค้นข้อมูล เพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้ โดยให้ข้อเสนอแนะที่สามารถปรับปรุงได้อย่างเหมาะสม ทันเวลา และทำให้นักเรียนนำข้อมูลนั้นไปใช้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่าง ถูกต้องและสมบูรณ์ เช่นเดียวกับ ฌูวกฤษ ทองน้อย ศศิเทพ ปิติพรเทพิน ปราโมทย์ ชํานาญปิ่น และภาธร พงศ์ไพจิตร (2560) ได้กล่าวว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้อินเตอร์เน็ตในมือถือเพื่อสืบค้นข้อมูลในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนได้ฝึกหาหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ เพื่อสร้างเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ อีกทั้งการให้คำปรึกษานักเรียนทุกคนเกี่ยวกับการทำงานกลุ่มอย่างทั่วถึง และทันเวลา เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันหาหลักฐานประกอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แล้วสอดแทรกแนวทางการสืบค้นข้อมูล และคัดกรองข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ เพื่อให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลได้ถูกต้องด้วย และควรชี้แจงและระบุการเขียนรายงานผลการตรวจสอบตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจนครบทั้ง 3 ส่วน คือ 1) ข้อกล่าวอ้าง หมายถึง ข้อคิดเห็นแสดงสาเหตุการเสียชีวิตจากประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ 2) หลักฐาน หมายถึง ข้อมูลเกี่ยวกับสาเหตุการเสียชีวิต เพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์พยาน 3) การให้เหตุผล หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงความเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง (สันติชัย อนุวรชัย, 2553) ที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุการเสียชีวิตในสถานการณ์หรือประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความสับสนระหว่างการทำกิจกรรม และควรกำหนดระยะเวลาในการทำงานให้ชัดเจน

**แนวปฏิบัติที่ข้อที่ 3** การนำเสนอผลงานด้วยกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เป็นการจำลองสถานการณ์ในสังคมนักวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ได้อย่างแท้จริง โดยแสดงให้เห็นถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ถือเป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญในการพิสูจน์ความจริงเพื่อทำให้ผู้อื่นมั่นใจ เชื่อถือ และนำมาซึ่งการยอมรับความจริงหรือองค์ความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบ โดยอาศัยการร่วมกันพิจารณาใคร่ครวญอย่างมีเหตุมีผลและการวิพากษ์วิจารณ์จากหลากหลายมุมมอง เพื่อหาทางขจัด

ข้อผิดพลาดขององค์ความรู้ที่อาจเกิดขึ้น (Horsella & Sindermann, 1992 อ้างถึงใน เอกภุมิ จันทรขันธ์, 2559) จากผลการวิจัยพบว่า ขั้นที่ 3 นำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ในบริบทของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการนำเสนอแบบ ลักษณะการเดินวนฐานตามกลุ่ม ในกรณีที่มีนักเรียนไม่เกิน 20 คน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม จะต้องมีส่วนประจำกลุ่มอย่างน้อย 2 คนเพื่อนำเสนอผลการชี้แจงผลการตรวจสอบตาม องค์ประกอบของการสร้างอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ส่วนสมาชิกคนอื่นให้ออกไปรับฟังการนำเสนอ จากเพื่อนกลุ่มอื่น ทำการบันทึกและเก็บข้อมูลหรือข้อสงสัยกลับมาได้มากที่สุด หลังจากนั้นก็มา เล่าให้สมาชิกภายในกลุ่มฟัง เพื่อระดมความคิดสร้างข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของการนำเสนอ ข้อกล่าวอ้างในกิจกรรมต่อไป โดยการนำเสนอข้อกล่าวอ้างหน้าชั้นเรียนนี้ ครูควรชี้แจงลักษณะ ของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานและการให้เหตุผลเพื่อจำลอง สถานการณ์ในสังคมนักวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง อีกทั้งต้องคอยควบคุมคำถามจากการโต้แย้ง ให้เหมาะสม โดยไม่ใช้อารมณ์และความรู้สึกส่วนตัว ซึ่งต้องอยู่ภายใต้กรอบการสร้างคำอธิบาย ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง สอดคล้องกับ ชานนท์ คำปิวทา (2559) กล่าวว่า การนำรูปแบบการ เรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบจิ๊กซอร์ที่มีลักษณะการเดินวนฐานไปตามกลุ่มมาประยุกต์ใช้ใน กิจกรรมการโต้แย้งจึงมีความเหมาะสมกับบริบทของห้องเรียนและเวลาที่จำกัด นอกจากนี้ ครูยังต้องคอยควบคุมกระบวนการโต้แย้งของนักเรียนที่เกิดขึ้นในแต่ละกลุ่มให้อยู่ภายใต้กรอบ ของคำถามสำคัญ และอยู่บนหลักของเหตุและผลในการอธิบายด้วยความรู้วิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับ จรรยา ดาสา (2560) ได้กล่าวว่า การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียน จะต้องมีส่วนร่วมในคำถามทางวิทยาศาสตร์ วางแผนและดำเนินการสำรวจตรวจสอบเพื่อหา หลักฐาน มาสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถาม โดยมีหลักการหรือความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาสนับสนุนหลักฐานที่มี และสื่อสารหรือประเมินคำอธิบายได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล ดังนั้น การนำเสนอผ่านกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้เห็นความสำคัญของ วิทยาศาสตร์และกระบวนการทำงานในการได้มาซึ่งคำตอบของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งบทบาทของครู ในขั้นตอนการโต้แย้งนี้ Samaon and Schleigh (2013) กล่าวไว้ว่า ครูต้องคอยสนับสนุนให้ นักเรียนมีการอภิปรายร่วมกับเพื่อนโดยพิจารณาถึงหลักฐานหรือข้อมูลที่มี และควรเตือนนักเรียน ให้มีการแสดงพฤติกรรมในขณะที่มีการเรียนรู้ร่วมกันอย่างมีความเหมาะสม และปราศจากการใช้ อารมณ์ส่วนตัว

แนวปฏิบัติที่ดีข้อที่ 4 การใช้สื่อประเภทต่าง ๆ เช่น คลิปวิดีโอ หรือภาพนิ่ง มาอธิบายร่วมกับการสรุปกิจกรรมตามเนื้อหา สามารถทำให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรม และสร้างความเข้าใจถึงทฤษฎีหรือมโนทัศน์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น จากผลการวิจัยพบว่า ขั้นที่ 4

สรุปและประเมินผล ในขั้นนี้ครูต้องมีการสะท้อนผลจากการปฏิบัติกิจกรรมประมวลความรู้จากการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และการสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของ ธันยาภรณ์ ภักดี ชาตรี ฝ่ายคำตา และพจนารถ สุวรรณรุจิ (2560) กล่าวว่า ควรให้นักเรียนได้อภิปรายและสะท้อนความคิดจากการทำกิจกรรมนั้น ๆ เนื่องจากจะช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงกิจกรรมที่นำไปสู่การสะท้อนและอภิปรายความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ให้มีความกลมกลืนและเป็นเนื้อเดียวกันกับการการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น ซึ่งต้องอธิบายสรุปเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับกลไกการรักษาคุณภาพของร่างกายให้สามารถมองเห็นเป็นรูปธรรม โดยใช้สื่อประเภทต่าง ๆ เพิ่มเติม ที่จะทำให้นักเรียนเห็นภาพและเข้าใจถึงทฤษฎีหรือมโนทัศน์ของเนื้อหาตามจุดประสงค์การเรียนรู้ได้ ดังที่ จินตนา แยมคงเมือง และสมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2560) กล่าวถึง แนวคิดในเรื่องการรักษาคุณภาพในร่างกายไว้ว่า เนื่องจากธรรมชาติของเนื้อหามีลักษณะเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน จึงยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน และเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในร่างกายที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่นเดียวกับ อาร์ริตัน สุริโย จีระวรรณ เกษสิงห์ และธีรศักดิ์ เอโกบล (2557) ได้วิเคราะห์ว่าการรักษาคุณภาพในมนุษย์ มีธรรมชาติของแนวคิดที่มีลักษณะเป็นกระบวนการทำงานที่มีลำดับขั้นตอนต่อเนื่องและมีความซับซ้อน ซึ่งต้องอาศัยความรู้พื้นฐานด้านเคมีมาประกอบ จึงยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน ดังนั้น ในขั้นตอนสรุปและประเมินผล บทบาทของครูควรมีการใช้สื่อประเภทต่าง ๆ มาอธิบายร่วมกับการสรุปกิจกรรมตามเนื้อหา ที่สามารถทำให้นักเรียนมองเห็นเป็นรูปธรรมเพื่อสร้างความเข้าใจเชิงเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้ต้องแสดงให้เห็นถึงความสำคัญในองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และชี้แจงเกณฑ์ที่จะใช้ประเมินการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนทราบและมีความเข้าใจที่ตรงกัน

**คำถามวิจัยข้อที่ 2 เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ อย่างไร**

จากผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์สามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยทั้งระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามองค์ประกอบสำคัญจนครบทั้ง 3 ประเด็น คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล ซึ่งสะท้อนได้จากผลการทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้ ได้ดังนี้

เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ สืบเนื่องมาจากรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มจากสถานการณ์ปัญหาที่เป็นประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์

เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในกระบวนการค้นหาคำตอบที่เกี่ยวข้องกับการรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ในการค้นหาสาเหตุของความผิดปกติที่เกิดขึ้นด้วยการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ดังนั้น จึงเป็นโอกาสในการสำรวจตรวจสอบสาเหตุและหาความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น อีกทั้งในภาระงานที่กำหนดให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนได้ฝึกคิดอย่างที่นักวิทยาศาสตร์เป็น โดยอาศัยข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ผ่านกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถามสำคัญ ดังที่ Berland and McNeill (2010) กล่าวว่า การโต้แย้งเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาทางวิทยาศาสตร์เพราะการมีส่วนร่วมในการโต้แย้งของนักเรียนเป็นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย การสร้างความรู้และแสดงเหตุผลข้อกล่าวอ้างเบื้องต้น สอดคล้องกับ พงษ์พิพัฒน์ชัยภูมิ (2559) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งเป็นกระบวนการที่ใช้สร้างองค์ความรู้ คิดและปฏิบัติเช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการที่สร้างคำอธิบายเพื่อพัฒนาการนำเสนอข้อมูลและโต้แย้ง เพื่อให้เกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อมูล ซึ่งเป็นการให้นักเรียนได้มีโอกาสในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อแสดงความคิดเห็นในมุมมองที่แตกต่างบนพื้นฐานของหลักฐานและการให้เหตุผล สอดคล้องกับ สันติชัย อนุวรชัย (2553) ศึกษาผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จัดอยู่ในความสามารถระดับดี และมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถามสำคัญต้องเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างจากสถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ในการขับเคลื่อนกระบวนการเรียนรู้ เช่นเดียวกับ เทพสถิตย์ ตะรุวรรณ (2560) ได้ใช้ชุดกิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์ร่วมกับปัญหาเป็นฐาน พบว่า คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนได้เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ ขวัญ ตาใจ (2554) ได้ใช้ชุดกิจกรรมหรือสถานการณ์ทางนิติวิทยาศาสตร์ พบว่า ระดับความคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์จำลองทางนิติวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 สำหรับการประเมินการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนขณะทำกิจกรรมอยู่ในระดับสูงมาก และนักเรียนพึงพอใจต่อการเรียนรู้ในรูปแบบนี้

อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาถึงภาพรวมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละแนวคิดเรื่องการรักษาคุณภาพร่างกายมนุษย์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มที่แสดง

องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้บางส่วน 2 ใน 3 องค์ประกอบ กล่าวคือ นักเรียนสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง และหลักฐานสนับสนุน แต่ขาดการให้เหตุผล ที่ร้อยละ 61.14 และสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง และให้เหตุผลสนับสนุน แต่ขาดหลักฐาน ที่ร้อยละ 7.20 แสดงให้เห็นว่าในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถแสดงข้อกล่าวอ้างได้มากกว่า องค์ประกอบอื่น ที่พบว่า นักเรียนสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง และหลักฐานสนับสนุนได้ แต่ขาดการให้เหตุผลมากที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะข้อกล่าวอ้าง เป็นการคาดคะเนคำตอบของปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยคำตอบส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ว่า "เกิดอะไรขึ้น" หรือ "เกิดขึ้นได้อย่างไร" หรือ "เพราะเหตุใดจึงเกิดขึ้น" (เฉลิมลาภ ทองอาจ, 2555) ซึ่งสถานการณ์ปัญหาเป็นประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่เป็นตัวขับเคลื่อนในการทำกิจกรรมให้นักเรียนเกิดความสงสัยในการค้นหาความจริงจากหลักฐานที่กำหนดข้อมูลประกอบสถานการณ์โดยเชื่อมโยงกับการตอบคำถามสำคัญ สอดคล้องกับงานของ กฤตกร สภาสันติกุล (2559) ที่พบว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เมื่อจำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในส่วนของข้อกล่าวอ้างมากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะข้อกล่าวอ้างเป็นองค์ประกอบที่มีลักษณะเป็นการเขียนตอบคำถาม เพื่อให้ได้ใจความที่กระชับและชัดเจน ซึ่งเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับความรู้ที่นักเรียนได้ศึกษาโดยตรง ส่วนหลักฐานมีคะแนนเฉลี่ยรองลงมา ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่เกิดจากการรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกต นักเรียนได้มีการวิเคราะห์และค้นหาหลักฐาน ผ่านการโต้แย้งเพื่อแสดงความคิดเห็นในมุมมองที่แตกต่างกัน อีกทั้งมีการระบุหลักฐานจากการใช้ข้อความที่มีลักษณะกระตุ้นให้เกิดความสงสัยในมุมมองที่แตกต่างกัน และนักเรียนร่วมกันสรุปหลักฐานสำคัญเพื่อให้นักเรียนได้เลือกนำไปสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และเชื่อมโยงไปสู่ข้อกล่าวอ้างจากสถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ทำให้ต้องใช้เวลาในการประเมินความน่าเชื่อถือและความเหมาะสมของหลักฐานที่มีอยู่อย่างจำกัด และในส่วนของ การให้เหตุผลเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนขาดมากที่สุดในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องสามารถเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างด้วยเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยแนวคิด กฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ McNeill and Krajcik (2006) ที่ได้ข้อสรุปจากงานวิจัยไว้ว่า ในองค์ประกอบการให้เหตุผลเป็นเรื่องยากที่สุดสำหรับนักเรียน เนื่องจากในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นักเรียนจำเป็นต้องเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน ในการใช้ความรู้ หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนคำตอบ เช่นเดียวกับงานของ พัฒนิตา มีลา และร่วมเกล้า อาจเดช (2560) กล่าวว่า สำหรับองค์ประกอบการให้เหตุผล พบว่า นักเรียนมีความยุ่งยากในการให้เหตุผล เมื่อพิจารณาร้อยละของนักเรียนหลังเรียนเปรียบเทียบกับก่อนเรียน พบว่า นักเรียน

ส่วนน้อยเท่านั้นที่สามารถพัฒนาระดับความสามารถในการให้เหตุผล เนื่องจากความรู้เดิมของนักเรียนแต่ละคนแตกต่างกัน ทำให้การให้เหตุผลแตกต่างกันไปด้วย กล่าวคือ ความรู้เดิมเป็นสิ่งที่มียุทธผลต่อการให้เหตุผลของนักเรียน หากนักเรียนมีความรู้เดิมเกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง นักเรียนก็จะสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ หรือสามารถให้เหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานที่สอดคล้องกับคำถาม

อย่างไรก็ตาม ประเด็นที่น่าสนใจจากแนวทางการจัดการเรียนรู้และความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการวิจัยครั้งนี้ คือ การใช้สถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญทำให้เกิดข้อสงสัยในการค้นหาคำตอบด้วยหลักฐานที่เชื่อมโยงไปสู่การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และต้องมีความสอดคล้องกับข้อมูลประกอบสถานการณ์ และกำหนดข้อมูลประกอบสถานการณ์ให้ครบถ้วน เพื่อให้นักเรียนได้เลือกหลักฐานได้อย่างเหมาะสม และเพียงพอต่อการเชื่อมโยงเหตุผลด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ (ณัฐวรรณ ศิริธร เอกภุมิ จันทรชนตี และสุรศักดิ์ เชียงกา, 2560) โดยใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดมุมมองที่แตกต่างผ่านการนำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้งที่เป็นการจำลองสังคมวิทยาศาสตร์ในการโต้แย้งกันด้วยเหตุผล ข้อมูลหลักฐานในเชิงวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้นอีกด้วย แต่ทั้งนี้ ครูผู้สอนควรคำนึงถึงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และเนื้อหาที่จำเป็นต่อองค์ประกอบในการให้เหตุผลที่ต้องผนวกเข้ากับวิธีการสอน เพื่อสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนให้ควบคู่กันไป และสิ่งที่ต้องตระหนักอีกประการหนึ่ง คือ การทบทวนความรู้เนื้อหาก่อนเรียนและในทุก ๆ ขั้นตอนของปฏิบัติการกิจกรรม รวมไปถึงปรับวิธีการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน คงจะช่วยให้ นักเรียนในสภาพบริบทโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กนี้หันมาเห็นความสำคัญและทำให้การเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์มีความหมายมากขึ้น ด้วยการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพและเข้าใจถึงคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นหัวใจหลักสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างแท้จริง

## ข้อเสนอแนะการวิจัย

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้

1.1 สถานการณ์ต้องมีความสอดคล้องกับข้อมูลประกอบสถานการณ์ และกำหนดข้อมูลประกอบสถานการณ์ให้ครบถ้วน เพื่อให้ นักเรียนได้เลือกหลักฐานได้อย่างเหมาะสม และเพียงพอต่อการเชื่อมโยงเหตุผลด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ และควรมีการวางแผนในการทำ

กิจกรรมให้ชัดเจน โดยอาจจะให้นักเรียนใช้เวลาออก ในการสืบค้นข้อมูลแล้วนำมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในคาบเรียนเพื่อกระชับเวลาในการทำกิจกรรมได้ดียิ่งขึ้น

1.2 เมื่อนักเรียนได้วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา ผู้วิจัยควรสุ่มถามนักเรียนเพื่อตรวจสอบและอธิบายถึงปัญหาหรือภาระงาน รวมไปถึงรายละเอียดที่แสดงความเข้าใจในทฤษฎีหรือมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหามากที่สุด เพื่อสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบที่สมบูรณ์ได้

1.3 ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้วางแผนในการสำรวจตรวจสอบสิ่งที่ศึกษาด้วยตนเอง ช่วยให้นักเรียนสามารถใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างในปรากฏการณ์ที่ศึกษา และสะท้อนแนวคิดของนักเรียนเพื่อให้เข้าใจการให้เหตุผลด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำมาเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างของปรากฏการณ์ที่ศึกษา ทำให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4 การนำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ควรใช้รูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสมกับบริบทของห้องเรียนและเนื้อหาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสำคัญของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะตลอดการโต้แย้งเพื่อสร้างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาให้มากยิ่งขึ้น และสร้างบรรยากาศในการทำกิจกรรมให้มีความเหมาะสม ปราศจากอคติและอารมณ์ส่วนตัว

## 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ในการพัฒนาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นทักษะพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์เป็นตัวขับเคลื่อนทำให้เกิดข้อสงสัยในการค้นหาคำตอบของนักเรียนผ่านการทำงานร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาในการสำรวจตรวจสอบวิเคราะห์ข้อมูล และตัดสินใจเลือกนำเสนอข้อมูลมาเชื่อมโยงกับหลักฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไป อาจนำวิธีการสอนนี้ไปใช้ในการพัฒนาทักษะที่เกี่ยวข้องกับการคิดขั้นสูงต่าง ๆ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหาแบบร่วมมือ การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นต้น



**บรรณานุกรม**

## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**.  
กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2559). **รายงานประจำปี 2559 สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ**  
สืบค้น 10 เมษายน 2561, จาก <http://www.bps.moe.go.th>  
กรุงเทพฯ: สหมิตรพรีนติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- กฤตกร สภาสันติกุล. (2559). **ผลของกลวิธีการสอนเคมีโดยใช้การทำนาย การสังเกต การอธิบายอย่างมีขั้นตอนที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- กฤษฎา ทองประไพ และคณะ. (2559). **การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน** วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. ปีที่ 7 (1), หน้า 53.
- ขวัญ ตาใจ. (2555). **ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์ทางนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร
- จกมล บุญรอด และอลิศรา ชูชาติ (2558). **ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- จรรยา ดาสา. (2560). **การสืบเสาะวิทยาศาสตร์ในมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ของประเทศสหรัฐอเมริกา**. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. 8(2). 123-132
- จินตนา แยมคงเมือง และสมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2560). **การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเรื่อง การรักษา ดุลยภาพในร่างกายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน**. รายงานการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์วิจัย ครั้งที่ 9
- เฉลิมลาภ ทองอาจ. (2555). **ก้าวสู่ศตวรรษที่ 21: เส้นชัยที่การศึกษาไทยยังไม่ถึง**. วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 40 (กรกฎาคม-ตุลาคม): 261-267.

- ชมพูช ัยนวน. (2556). การพัฒนารูปแบบสื่อความเป็นจริงเสมือนเรื่องการตรวจสอบที่  
เกิดเหตุในวิชานิติวิทยาศาสตร์เบื้องต้นสำหรับนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัย  
มหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาการ  
สารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชานนท์ คำปิวทา. (2559). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้  
รูปแบบการสอนแบบสร้างข้อโต้แย้ง เรื่อง ระบบย่อยอาหาร สำหรับนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต, 12(1), 56-71
- ณัฐกฤษ ทองน้อย ศศิเทพ ปิติพรเทพิน ปราโมทย์ ชำนาญปิ่น และภาธร พงศ์ไพจิตร. (2560).  
การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบนิเวศ โดยใช้การจัดการเรียนรู้  
โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณัฐวรรณ ศิริธร เอกภูมิ จันทระขันตี และสุรศักดิ์ เชียงกาฬ. (2560). การพัฒนาความสามารถใน  
การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธี  
การโต้แย้ง. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55
- ตีรณา ชุมแสง เอกภูมิ จันทระขันตี และสุรศักดิ์ เชียงกา. (2560). การพัฒนาความสามารถในการ  
สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องสมดุลกลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัย  
บัณฑิตศึกษา ระดับชาติและนานาชาติ วันที่ 10 มีนาคม 2560
- เทพสถิตย์ ตะวรรณ. (2560). การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 5โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานด้วยชุด  
กิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขา  
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ธัญยาภรณ์ ภัคดี ชาตรี ฝ่ายคำตา และพจนารถ สุวรรณรุจิ. (2560). การพัฒนาความเข้าใจ  
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเนื้อหาสมบัติของ  
ธาตุและสารประกอบ. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนครสวรรค์. 19(3), 77-90
- พลอย สืบวิเศษ. (2555). ถอดรหัสนิติวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.

- พจนนัย พิพัฒน์ชัยภูมิ สุรีย์พร สว่างเมฆ และปราณี นางงาม. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นฐานที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พัชรพล เกียรติธรรมพิทักษ์. (2550). ผลของกิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พัชรา สิ้นลอยมา. (2560). การแก้ไขปัญหาอาชญากรรมด้วยนิติวิทยาศาสตร์. สืบค้น 9 เมษายน 2561 จาก [www.siamedunews.com/articles/42239539/htm](http://www.siamedunews.com/articles/42239539/htm)
- พัชรภรณ์ บุญยพรรณนีย์ เอกรัตน์ ทานาค และวีระศักดิ์ วีระภาสพงษ์. (2556). การพัฒนาทักษะการอภิปรายโต้แย้ง เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 30 (3), 76-85.
- พัฒน์ดา มีลา และร่มเกล้า อาจเดช. (2560). การสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และการอธิบายทางวิทยาศาสตร์: การส่งเสริมการสร้างความหมายในชั้นเรียน. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 9 (3): 1-15.
- ภัทรารวรรณ ไชยมงคล สกนธ์ชัย ชนะนุพันธ์ และจินตนา กล้าเทศ. (2559). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ สารสัมพันธ์โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ 8(1), 27-40
- รัตติกาล ฉิมพาลี ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และ ลิลลี่ กาวิฑิตะ. (2556). การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิตผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2560). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: ราชบัณฑิตยสถาน.

- ลฎาภา สุทธกุล และลือชา ลดาชาติ. (2556). การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร. 4(2), 73-90.
- ลือชา ลดาชาติ กมลรัตน์ จิมพาลี นิษฐ์ชมา อาโยวงษ์ นพคุณ แงวฤตเรือ สำเร็จ สระขาว ขึ้นททัย หวังเอียด และจุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2558). การลงข้อสรุปและสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร ฉบับภาษาไทย สาขาสังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปะ, 35(1), 171 – 206.
- วรรณภา กาญจนมยุร. (2550). นิติวิทยาศาสตร์เบื้องต้น. ขอนแก่น: คลังนานาวิทยา.
- วราภรณ์ สีสัน. (2554). การพัฒนาแผ่นทดสอบและใช้เทคนิคพีซีอาร์เพื่อระบุบุคคลจากสิ่งส่งตรวจทางนิติวิทยาศาสตร์จากพวกเลือด เส้นผม และน้ำลาย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิชชานันท์ งามถิ่น และสุรัชย์ ประเสริฐสรวย. (2557). การพัฒนาเว็บเพื่อการเรียนรู้ เรื่องนักสืบนิติวิทยาศาสตร์ สำหรับสมาชิกของเว็บไซต์ฝ่ายบริหารค่ายวิทยาศาสตร์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.). วารสารเทคโนโลยีการศึกษาและมีเดียคอนเวอร์เจนซ์, 1(2), 71-85.
- วิไลวรรณ ทรงศิลป์ และชาติรี ฝ่ายคำตา. (2560). การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 11(3), 182.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). การศึกษาแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นานาชาติ TIMSS 2007, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). สรุปข้อมูลเบื้องต้น PISA 2015. กรุงเทพฯ: สหมิตรพรีนติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- สนธยา รัตนธารส. (2551). ปัญหากฎหมายกับการปฏิบัติหน้าที่ของพนักงานสอบสวน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

- สันติชัย อนุวรรษย์. (2553). ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอน  
สืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง  
วิทยาศาสตร์และควมมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์  
ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สันติชัย อนุวรรษย์. (2557). การจัดการเรียนรู้ด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.  
วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 7(2), 1-14
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการ  
เรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอน  
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาชาติ พ.ศ. 2560 – 2579. กรุงเทพฯ:  
พริกหวานกราฟฟิค.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21.  
เพชรบูรณ์: จุลติสการพิมพ์.
- สิรินุช เข้มคง จีระวรรณ เกษสิงห์ และธีระศักดิ์ เอโกบอล. (2560). แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการ  
เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถใน การให้เหตุผลเชิง  
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัย  
มหาสารคามวิจัย ครั้งที่ 13
- อรรถพล แซ่มสุวรรณวงศ์ และคณะ. (2552). นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน.  
พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: ทีซีซี พรินติ้ง.
- อาคม เกษร. (2552). นิติวิทยาศาสตร์กับกระบวนการยุติธรรม. วารสารวิทยาศาสตร์ มช.  
37(1), 36-41.
- อานุกาฬ พ่วงสมจิตร และเอกรัตน์ ทานาค. (2559, กุมภาพันธ์). “การศึกษาทักษะการอภิปราย  
โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4”. วารสารการประชุม  
วิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54 สาขาศึกษาศาสตร์.
- อารีรัตน์ สุริโย จีระวรรณ เกษสิงห์ และธีระศักดิ์ เอโกบอล. (2557). การพัฒนาแนวคิดเรื่องการ  
รักษาคุณภาพในมนุษย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้  
โดยใช้บริบทเป็นฐาน. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53

- เอกภูมิ จันทรัตน์ดี. (2559). **การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์**. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 (เดือนมกราคม-มีนาคม 2559)
- Berland, L. K. and Reiser, B. J. (2011). **Classroom Communities' Adaptations of the Practice of Scientific Argumentation**. *Science Education*, 95, 191-216.
- Berland, L. K., and Reiser, B. J. (2009). **Making sense of argumentation and explanation**. *Science Education* 93(1): 26–55.
- Beyer, C. J. and Davis, E. A. (2008). **Fostering Second Graders' Scientific Explanations: A Beginning Elementary Teacher's Knowledge, Beliefs, and Practice**. *The Journal of the Learning Sciences*. 17 ( 3): 381-414.
- Bhairam-Raza, G. (2012). **Using Forensic Science as a Context to Enhance Scientific Literacy**. Ph.D. Dissertation, Graduate School of Arts and Sciences, Columbia University.
- Chiappetta, E. L. and Koballa, T. R. (2010). **Science Instruction in the Middle and Secondary School: Development Fundamental Knowledge and Skills**. 7<sup>th</sup> edition, USA: Pearson Education, Inc.
- De Forest, P. R., Gaensslen, R. E., and Lee, H. C. (1983). **Forensic Science: An Introduction to Criminalistics**. New York: McGraw-Hill.
- Funkhouser, J., and Deslich, B. J. (2000). **Integrating forensic science**. *The Science Teacher*, 67(6): 32-35.
- Guzzetti, B. (2009). **Thinking like a forensic scientist: Learning with academic and everyday text**. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 53(3), 192-203
- Horsella, M. & Sindermann, G. (1992). **Aspects of scientific discourse: Conditional argumentation**. *English for Specific Purposes*, 11(2), 129-139
- John K. Gilbert, Carolyn J. Boulter and Margaret Rutherford. (2000). **Explanation with Models in Science Education**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 193-208.
- Kemmis, S. and R. Mctaggart. (1998). **The Action Research Planner**. Geelong, Victoria: Deakin University press.

- Lin, H. S., Hong, Z. R. & Huang, T. C. (2012). The role of emotional factors in building public scientific literacy and engagement with science. *International Journal of Science Education*, 34(1), 25–42.
- Lin, S. & Mintzes, J. J. (2010). Learning argumentation skills through instruction in socioscientific issues: The effect of ability level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(6), 993-1017
- McNeill, K. L. and Krajcik, J. S. (2006). Supporting Students' Construction of Scientific Explanation through Generic versus Context-Specific Written Scaffolds. Paper presented at the annual meeting of American Educational Research Association, San Francisco, April, 2006.
- McNeill, K. L. and Krajcik, J. S. (2008). Scientific Explanations: Characterizing and Evaluating the Effects of Teachers' Instructional Practices on Student Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 55-78.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Retrieved April 9, 2018, from <https://www.csun.edu/science/ref/curriculum/reforms/nse/nse-complete.pdf>
- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academy Press.
- Novak and Treagust. (2017). Adjusting claims as new evidence emerges : Do students incorporate new evidence into their scientific explanations. *Journal Research in Science Teaching*. 2018(55). 526-549
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2015). *PISA 2015 Assessment Framework: Key competencies in reading, mathematics and science* (Online). <http://www.oecd.org/dataoecd/11/40/44455820.pdf>, February 20, 2017.
- Osborne, J. (2005). The Role of Argument in Science Education. In Boersma, K. et al., *Research and the Quality of Science Education*, Netherland: Springer. 367-380.



- Osborne, J., MacPherson, A., Patterson, A. & Szu, E. (2012). **Introduction of argumentation.**  
In M. S. Khine, (Ed.), **Perspectives on scientific argumentation: Theory** Pearson  
Prentice Hall.
- Saferstein, R. (2011). **Forensic Science: An Introduction.** 2nd ed. Eaglewood Cliffs, NJ:  
Pearson Prentice Hall.
- Sampson, V., Enderle, Pand Grooms, J., and (2012). **Argument focused instruction and  
science proficiency in middle and high school classrooms.** NARST Annual  
International Conference USA: Indiana University
- Sampson, V., Grooms, J., and Walker, J. P. (2010). **Argument–Driven Inquiry as a way to  
help student learn how to participate in scientific argumentation and craft Written  
Arguments: An Exploratory Study.** *Science Education* 95(2): 217– 257
- Sebastiany A. P.,Pizzato M. C., Diehl I. F., and Salgado T. D. M. (2013). **Aprendiendo  
ainvestigar por medio de la ciencia forense e investigación criminal.** *Revista  
Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 480-490.
- Witham, S. A., Krockover, G. H., Burgess, W., and Bayley, B. (2004). **Digging Up a Crime:  
An Archaeological Dig Provides the Catalyst for an Inquiry-Based Activity.**  
*The Science Teacher*, 71(2): 56-59

**ภาคผนวก**

## ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย หัวข้อเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ มีดังนี้

### 1. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์/วิทยาศาสตร์ศึกษา

- |   |  |
|---|--|
| 1.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล | อาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา<br>ประจำภาควิชาการศึกษา<br>คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 1.2 ดร.สุริยา ชานู                            | อาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา<br>ประจำภาควิชาการศึกษา<br>คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 1.3 นายอุเทน ทักคุ่ม                          | ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ<br>โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย<br>เพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์      |

### 2. ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์

- |   |  |
|---|--|
| 2.1 รองศาสตราจารย์ ดร.ธัชคนิน จงจิตวิมล | คณบดีคณะวิทยาศาสตร์<br>และเทคโนโลยี<br>มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม<br>จังหวัดพิษณุโลก |
| 2.2 ร้อยตำรวจเอกหญิงวันทนีย์ ตุลยเสวี   | ตำรวจปฏิบัติการ สำนักกองพิสูจน์<br>หลักฐาน จังหวัดกรุงเทพมหานคร                        |
| 2.3 นายขวัญ ตาใจ                        | ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ<br>โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม<br>จังหวัดพิษณุโลก                 |

ภาคผนวก ข แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทาง  
นิติวิทยาศาสตร์

(ตัวอย่าง แผนการจัดการเรียนรู้)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสารในร่างกาย

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รหัสวิชา ว 31141	วิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ภาคเรียนที่ 1	ปีการศึกษา 2562
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์		เวลา 3 ชั่วโมง
ผู้สอน นายนำพงศ์ จันทร์โท		โรงเรียนผาแดงวิทยาคม

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสาร  
เข้า และออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์  
ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงาน  
สัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 1.2 ม.4-6/2 อธิบายการควบคุมดุลยภาพของน้ำและสารในเลือดโดยการทำงานของไต

ว 1.2 ม.4-6/3 อธิบายการควบคุมดุลยภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไต  
และปอด

3. สาระสำคัญ

ในร่างกายของมนุษย์จะมีน้ำเป็นองค์ประกอบประมาณ 3 ใน 4 หรือประมาณ 75% ของ  
น้ำหนักตัวโดยน้ำที่อยู่ในร่างกายสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ น้ำที่ประกอบอยู่ภายในเซลล์  
ประมาณ 60% น้ำที่อยู่นอกเซลล์ประมาณ 30% น้ำที่อยู่ในเนื้อเยื่อและน้ำเลือดอีกไม่เกิน 10% ซึ่ง  
น้ำในแต่ละส่วนจะถูกควบคุมให้มีดุลยภาพอยู่ได้ โดยจะมีการหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงเพื่อทดแทน  
กันอยู่ตลอดเวลา

ไต (kidney) เป็นอวัยวะที่มีความสำคัญในการรักษาดุลยภาพน้ำและแร่ธาตุภายใน  
ร่างกายของมนุษย์ โดยทั่วไปเซลล์จะทำงานเป็นปกติในช่วง pH ที่มีสภาวะเป็นกลาง ปฏิกริยาเคมี  
ที่เกิดขึ้นในร่างกาย ทำให้ค่า pH เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ร่างกายจึงจำเป็นต้องปรับ pH เพื่อให้เซลล์  
ทำงานเป็นปกติ มีรูปร่างคล้ายเมล็ดถั่วแดง สีแดงแกมน้ำตาล มีขนาดกว้างประมาณ 6 ซม. ยาว  
ประมาณ 10 ซม. หนาประมาณ 3 ซม. และมีน้ำหนัก 150 กรัม มีตำแหน่งอยู่บริเวณช่องท้อง

ช่วงเอว ค่อนไปทางด้านหลัง หรืออยู่หลัง เยื่อช่องท้อง (retroperitoneal organ) มี 1 คู่ โดยจะแยกกันอยู่ทั้งสองด้านของแนวกระดูกสันหลัง

เนื้อเยื่อภายในไตจะสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ เนื้อเยื่อชั้นนอก ซึ่งมีสีแดงเข้ม เรียกว่า คอร์เทกซ์ (cortex) และเนื้อเยื่อชั้นในที่มีสีอ่อนกว่า เรียกว่า เมดัลลา (medulla) มีลักษณะเว้าเข้าเป็นตำแหน่งที่อยู่ของหน่วยไต (nephron) และเป็นบริเวณที่มีการเชื่อมต่อกับส่วนที่เป็นโพรง กรวยไต (pelvis) ซึ่งทำหน้าที่รวบรวมของเสียจากกระบวนการกรองของหน่วยไต

ในสภาวะที่ร่างกายสูญเสียน้ำมากเกินไปหรือขาดน้ำจะมีผลทำให้น้ำในเลือดมีปริมาณน้อยลง เลือดจึงมีความเข้มข้นสูงขึ้นและมีความดันเลือดลดลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงภายในร่างกายเช่นนี้ จะทำให้สมองส่วนไฮโปทาลามัส ส่งสัญญาณประสาทไปกระตุ้นต่อมใต้สมองส่วนท้ายให้หลั่งฮอร์โมน แอนติไดยูเรติก (antidiuretic hormone; ADH) หรือวาโซเพรสซิน (vasopressin) เข้าสู่กระแสเลือด ซึ่งฮอร์โมนนี้จะไปกระตุ้นท่อของหน่วยไตให้ดูดน้ำกลับเข้าสู่กระแสเลือด ทำให้มีปริมาณน้ำในเลือดสูงขึ้น แต่ร่างกายจะขับถ่ายน้ำปัสสาวะลดลงและปัสสาวะมีความเข้มข้นมากขึ้น ในกรณีที่ร่างกายได้รับน้ำมาก จะมีผลทำให้น้ำในเลือดมีปริมาณมาก เลือดจึงมีความเข้มข้นลดน้อยลงและมีความดันเลือดเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงภายในร่างกายเช่นนี้ จะทำให้สมองส่วนไฮโปทาลามัสยับยั้งการหลั่งฮอร์โมน ADH ของต่อมใต้สมองส่วนท้ายทำให้ท่อของหน่วยไตดูดน้ำกลับคืนในปริมาณน้อยลงจึงมีการขับน้ำออกเป็นปัสสาวะมากขึ้น

#### 4. สารการเรียนรู้

การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในเลือด เกิดจากการทำงานของไต ซึ่งเป็นอวัยวะในระบบขับถ่ายที่มีความสำคัญในการกำจัดของเสียที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ รวมทั้งน้ำและสารที่มีปริมาณเกินความต้องการของร่างกาย

การรักษาคุณภาพของกรด-เบสในเลือดเกิดจาก การทำงานของไตที่ทำหน้าที่ขับหรือดูดกลับ ไฮโดรเจนไอออน ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน และแอมโมเนียไอออน และการทำงานของปอด ที่ทำหน้าที่กำจัดคาร์บอนไดออกไซด์

#### 5. จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถ

##### 5.1 ด้านความรู้

1) อธิบายการควบคุมคุณภาพน้ำ กรดเบสและสารในเลือดโดยการทำงานของไตและปอดได้

## 5.2 ด้านการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

1) ระบุข้อกล่าวอ้างที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพของน้ำและสารโดยการทำงานของไตได้

2) เลือกหลักฐานที่เหมาะสมและสืบค้นรวบรวมหลักฐานเพียงพอที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพของน้ำและสารโดยการทำงานของไตได้

3) แสดงเหตุผลที่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมในการสำรวจตรวจสอบจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพของน้ำและสารโดยการทำงานของไตได้

## 5.3 ด้านคุณลักษณะ

1) นักเรียนมีความมุ่งมั่นตั้งใจทำงานกลุ่มร่วมกันตามที่ได้รับมอบหมายในเวลาที่กำหนดได้

2) นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างของผู้อื่นในการทำงานได้

## 6. สมรรถนะสำคัญ

6.1 ความสามารถในการสื่อสาร (ร่วมแสดงความคิดเห็นและทำงานกลุ่ม)

6.2 ความสามารถในการคิด (อธิบายการควบคุมคุณภาพของสารโดยการทำงานของไตและปอดได้)

6.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา (สร้างคำอธิบายเชื่อมโยงต่อสถานการณ์ปัญหา)

## 7. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยดัดแปลงและปรับปรุงกลวิธีการโต้แย้งตามกรอบแนวคิดของ Sampson et al. (2012) ร่วมกับกิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์ของ Saferstein (2011) ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

## ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมและทบทวนความรู้

(30 นาที)

1. ครูเปิดคลิปวิดีโอประเด็นข่าว เรื่อง ย้อน 6 คดีทหารเสียชีวิตยังไร้คำตอบ โดยใช้เวลาดูคลิปวิดีโอ 2.30 นาที ดังนี้



แหล่งที่มา : <https://news.thaipbs.or.th/content/267963>

2. หลังจากนั้นครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสาระสำคัญจากคลิปวิดีโอในประเด็นข่าว เรื่อง ย้อน 6 คดีทหารเสียชีวิตยังไร้คำตอบ (แนวคำตอบ : เป็นการสรุปคดีตั้ง 6 คดี เกี่ยวกับการเสียชีวิตของทหารที่สร้างความสงสัย และเป็นประเด็นที่ถกเถียงวิพากษ์วิจารณ์กันของสังคมในมุมมองสาเหตุการเสียชีวิตที่ไม่ชอบธรรม)

3. ครูให้นักเรียนจับคู่กันตั้งประเด็นคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ในข่าวหลังจากดูคลิปวิดีโอ เพื่อซักแย้งและบ่งชี้ให้เห็นข้อสงสัย ความผิดปกติของรูปคดีการเสียชีวิตของทหาร พร้อมทั้งใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น และสร้างความสนใจค้นหาสาเหตุของการเสียชีวิต ดังนี้

- ข้อมูล หลักฐานจากข่าว เพียงพอต่อความน่าเชื่อถือของข้อมูลหรือไม่ (แนวคำตอบ : ไม่เพียงพอ เพราะการนำเสนอข้อมูลของข่าวอธิบายสาเหตุการเสียชีวิตที่คลุมเครือ ข้อมูลหลักฐานยังไม่ชัดเจนในการยืนยันผลการตรวจสอบให้มีความน่าเชื่อถือ)

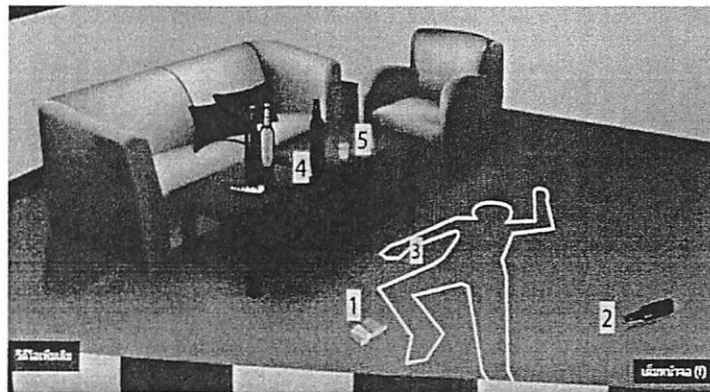
- หลักฐานข้อมูลใดบ้างที่เชื่อมโยงไปสู่สาเหตุการเสียชีวิตของทหาร (แนวคำตอบ : สภาพร่างกาย ร่องรอยบาดแผล การสอบถามข้อมูลจากพยาน)

- ความน่าเชื่อถือของหลักฐานมีผลต่อการลงข้อสรุปและสร้างเป็นคำอธิบาย เพื่อนำเสนอต่อสาธารณชนหรือไม่ (แนวคำตอบ : มี เพราะจำนวนหลักฐานและวิธีการสำรวจตรวจสอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถเชื่อมโยงไปสู่สาเหตุการเสียชีวิตทำให้การลงข้อสรุปมีความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น)

- จากประเด็นดังกล่าว มีความเกี่ยวข้องกับหน่วยงาน หรือผู้เชี่ยวชาญใดได้บ้าง  
(แนวคำตอบ : นักข่าว ตำรวจ พยาบาล แพทย์ นักวิทยาศาสตร์ และนักนิติวิทยาศาสตร์)

4. จากนั้นครูให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์หรืออภิปรายเกี่ยวกับการพิสูจน์หาหลักฐานในการสำรวจตรวจสอบ เพื่อค้นหาความจริงซึ่งต้องอาศัยด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ การเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ตีความหลักฐาน รวมไปถึงการสร้างคำอธิบายและลงข้อสรุปว่ามีขั้นตอนการทำงานอย่างไรบ้าง โดยครูเขียนบันทึกความเห็นของนักเรียนไว้บนกระดานหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งนำเสนอคำว่า “นิติวิทยาศาสตร์” หมายถึงอะไร และมีความสำคัญอย่างไรกับวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน (แนวคำตอบ : นิติวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำแนวคิด ทฤษฎี กฎ หลักการความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในการสืบสวนสอบสวน ซึ่งมีความสำคัญเพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับคดีความ นำไปสู่การระบุผู้กระทำผิด สาเหตุการเสียชีวิต และเพื่อแก้ปัญหาทางข้อกฎหมาย ซึ่งได้รับการเชื่อถือและยอมรับว่าสามารถอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เสียหายและหรือผู้ต้องหาได้เป็นอย่างดี)

5. ครูเปิดวิดีโอทัศน์เกี่ยวกับการทำงานของเจ้าหน้าที่กองพิสูจน์หลักฐาน พร้อมทั้งยกตัวอย่างคดีที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งสามารถไขคดีได้ด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์พยานทางนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อชี้ให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของงานด้านนิติวิทยาศาสตร์



6. ครูชี้แจงกับนักเรียนว่า กิจกรรมที่จะเรียนรู้ในวันนี้เป็นกิจกรรมที่ทำหายความสามารถของนักเรียน โดยนักเรียนจะได้รับบทบาทเป็นเจ้าหน้าที่สืบสวนสอบสวนของตำรวจกองพิสูจน์หลักฐาน มีหน้าที่สืบเสาะหาความจริงในเหตุอาชญากรรมคดีหนึ่ง โดยใช้หลักฐานจากสถานการณ์นำมาวิเคราะห์ตีความ เพื่อสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และนำมาโต้แย้งแถลงข้อเท็จจริงสู่สาธารณชน จากนั้นครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยแบ่งแบบละความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน (ใช้ข้อมูลจากผลการเรียนในภาคเรียนที่ผ่านมา)



## ขั้นที่ 2 ระบุสถานการณ์ปัญหาและภาระงาน

(30 นาที)

### 1. ครูนำเสนอสถานการณ์ กรณี “ไขความจริง...นักเรียนเตรียมทหารเสียชีวิตปริศนา” ดังนี้

ผู้สื่อข่าวรายงานว่าจากกรณีที่ นักเรียนเตรียมทหาร อัครพล พงษ์สุวรรณ อายุ 19 ปี เสียชีวิตระหว่างประจำการ เมื่อเวลาประมาณ 20.24 น. ที่ โดยคำชี้แจงของผู้บังคับบัญชาระบุว่า ผู้ตายเสียชีวิตคาดว่าน่าจะเสียชีวิตจากโรคประจำตัว ไม่ใช่การถูกซ้อม ทั้งนี้ญาติของพลทหาร สมชายติดใจสงสัยในการเสียชีวิต จากการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุในห้องพักของอาคารเรือนนอน สภาพศพอยู่ในลักษณะนอนคว่ำหน้า นิ้วมือเกร็ง มีเลือดไหลออกมาทางจมูก บริเวณข้างเตียง พบขวดน้ำตกอยู่ จากการชันสูตรเบื้องต้นไม่พบบาดแผลตามร่างกาย จากคำให้การของเพื่อนคนสนิทผู้พบศพคนแรก เล่าว่า “ปกตินักเรียนเตรียมทหารอัครพลเป็นคนแข็งแรง ขณะวิ่งออกกำลังกายที่ทำเป็นประจำ วันนี้อยู่ระยะทางไกลกว่าทุกครั้งที่เคยวิ่งมา เข่าบ่นว่าเหนื่อย และกระหายน้ำ ทำให้วิ่งช้าลงจนเป็นคนสุดท้าย ครูฝึกจึงส่งขอมให้ไปพบรุ่นพี่ทหารเพื่อทำการอบรมก่อนเวลา รับประทานอาหารเย็น ซึ่งนักเรียนเตรียมทหารอัครพลไม่มาทานข้าว จึงขึ้นมาตามดูก็พบเป็นศพนอนอยู่”

2. ครูให้นักเรียนตั้งประเด็นคำถามหรือข้อสงสัยเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าว โดยใช้คำถามกระตุ้นความสนใจในการค้นหาสาเหตุของการเสียชีวิต ดังนี้

- นักเรียนได้รับข้อมูลใดบ้างจากสถานการณ์ที่ผู้สื่อข่าวรายงานข้างต้น (แนวคำตอบ : สถานการณ์ข่าวได้รายงานการเสียชีวิตของนักเรียนเตรียมทหารระหว่างประจำการ โดยคำชี้แจงคาดว่าน่าจะเสียชีวิตจากโรคประจำตัว ไม่ใช่การถูกซ้อม ซึ่งญาติมีข้อสงสัยในการเสียชีวิต จากสภาพศพนอนคว่ำหน้า มีเลือดไหล มือเกร็ง บริเวณข้างเตียงพบขวดน้ำตกอยู่ ไม่พบบาดแผลตามร่างกาย อาการเหนื่อยและกระหายน้ำ)

3. หลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าหลักฐานหรือประเด็นใดจากสถานการณ์ที่จะเชื่อมโยงไปสู่สาเหตุการเสียชีวิตถึง โดยใช้โปรแกรม Polleverywhere เพื่อรวบรวมและระบุหลักฐานที่สำคัญต่อสถานการณ์ในการค้นหาคำตอบการเสียชีวิตของนักเรียนเตรียมทหาร (แนวคำตอบ : คำให้การของพยานบุคคล ผู้ต้องสงสัยคือรุ่นพี่ที่เรียกไปอบรม เลือด มือเกร็ง อาการเหนื่อยและกระหายน้ำ)

4. ครูนำเสนอหลักฐานให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกพร้อมทั้งวิเคราะห์และตัดสินใจว่าหลักฐานใดบ้างที่จะเชื่อมโยงนำไปสู่สาเหตุการเสียชีวิตของนักเรียนเตรียมทหาร (ครูนำเสนอ

หลักฐานจำนวน 5 หลักฐาน ได้แก่ เลือด น้ำปัสสาวะ ค่าไต ไตอาร์ของผู้อยู่เสียชีวิต ลายพิมพ์นิ้วมือ เส้นผม )

5. จากนั้นครูให้ข้อมูลหลักฐานเพิ่มเติมเป็นผลจากการตรวจวินิจฉัยเบื้องต้นของแพทย์ พร้อมทั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็น ดังนี้

นายแพทย์อาซา ได้ทำการตรวจสอบหลักฐานทางกายภาพ สภาพของศพ และวินิจฉัยเบื้องต้น ระบุว่า “เนื่องจากสภาพร่างกายไม่มีร่องรอยการถูกทำร้าย หรือบาดแผลใด ผู้ตายน่าจะเสียชีวิตเอง ซึ่งสาเหตุการเสียชีวิตคาดว่า น่าจะเกี่ยวข้องกับการควบคุมดุลยภาพของสารในร่างกาย- ทั้งนี้ได้เก็บตัวอย่างเพื่อตรวจพิสูจน์ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่อไป ซึ่งกว่าจะทราบผลคงต้องใช้เวลา

6. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปประเด็นที่จะเชื่อมโยงไปสู่สาเหตุการเสียชีวิต โดยนำหลักฐานข้อมูลดังกล่าวมาตีความและลงข้อสรุปเพื่อสร้างข้อกล่าวอ้างว่า สาเหตุการเสียชีวิตที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมดุลยภาพของสารในร่างกายมีประเด็นใดบ้าง (แนวคำตอบ : จากหลักฐานบ่งชี้อาการเหนื่อยและกระหายน้ำ สามารถทำให้ร่างกายเกิด 1.ภาวะการขาดน้ำ หรืออาจกระหายน้ำจน 2.ดื่มน้ำเข้าไปมากจนเกินความต้องการของร่างกาย หรือ 3. นั้วที่เกร็งมาก เกิดจากการหายใจเร็ว (Hyperventilation))

### ขั้นที่ 3 สืบค้นหาค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูล (30 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดในการเลือกประเด็นข้อกล่าวอ้าง โดยรับฟังความคิดเห็นของกลุ่ม จากนั้นทำการสืบค้นข้อมูลหลักฐานที่นำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง พร้อมทั้งให้เหตุผลในการเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์มาสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

2. นักเรียนช่วยกันทำความเข้าใจและเชื่อมโยงหลักฐานต่อสถานการณ์ปัญหา โดยอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ตั้งสมมติฐานและวิเคราะห์ว่าสิ่งใดเป็นประเด็นปัญหา มีแนวคิดและข้อเท็จจริงใดบ้างที่เกี่ยวข้องแล้ววางแผนและออกแบบวิธีการและเลือกข้อมูลในการตรวจสอบตรวจสอบสาเหตุในการเสียชีวิต

3. ครูตรวจสอบการออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลในการสืบค้นของนักเรียนแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะ และให้นักเรียนดำเนินการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

4. นักเรียนนำผลการศึกษาที่ได้ปฏิบัติจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวมาสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบการศึกษาค้นคว้า ซึ่งมี 3 องค์ประกอบ คือ 1. ข้อกล่าวอ้าง หมายถึง ข้อคิดเห็นในการยืนยันคำตอบของคำถามหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น 2. หลักฐาน หมายถึง ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ ในการสำรวจตรวจสอบ เพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และ 3. การให้เหตุผล หมายถึง ข้อความที่แสดงถึงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนเขียนลงในกระดาษชาร์ต ดังนี้

กลุ่มที่..... คำถามจากสถานการณ์.....		
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; min-height: 100px;">           ข้อกล่าวอ้าง         </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; min-height: 100px;">           หลักฐาน         </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; min-height: 100px;">           เหตุผล         </div>
ข้อสรุป/คำอธิบาย.....		

#### ขั้นที่ 4 นำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้ง

(60 นาที)

1. จัดกิจกรรมการโต้แย้งโดยอธิบายถึงความสำคัญ และแนวทางการปฏิบัติในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียน

2. ครูกำหนดประเด็นในการโต้แย้งสำหรับวันนี้ คือ “ไขความจริง...นักเรียนเตรียมทหารเสียชีวิตปริศนา เขาตายเพราะอะไร” (มี 3 ประเด็นสาเหตุการเสียชีวิตที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพของสารในร่างกาย คือ ประเด็นที่ 1 ภาวะขาดน้ำ ประเด็นที่ 2 ภาวะน้ำเกิน และประเด็นที่ 3 hyperventilation ภาวะเครียดจากความกดดันของรุ่นพี่ ) โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอการอภิปรายผลของกลุ่มตนเอง โดยชี้แจงผลการตรวจสอบด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผลตามองค์ประกอบในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3. เมื่อนำเสนอเสร็จกลุ่มที่รับฟังแสดงความคิดเห็นโดยการวิพากษ์โต้แย้งหรือยอมรับข้อมูลของกลุ่มที่นำเสนอ พร้อมกับให้เหตุผลประกอบ โดยในระหว่างที่แต่ละกลุ่มเสนอความคิดเห็นต่อกลุ่มที่นำเสนอ ตัวแทนของกลุ่มที่นำเสนอต้องจดบันทึกความคิดเห็นและหลักฐานของเพื่อนแต่ละกลุ่มที่แสดงความคิดเห็น

4. หลังจากนำเสนอเสร็จ แต่ละกลุ่มต้องนำข้อคิดเห็นของเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ที่ได้หลังจากการนำเสนอมาเขียนลงในใบกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ครูแจกให้ว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละกลุ่มมีหลักฐานอย่างไร และนักเรียนจะยอมรับข้อสรุปในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ถึงสาเหตุการเสียชีวิตของนักเรียนเตรียมทหารนั้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

### ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินผล

(30 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและอธิบายกิจกรรมทั้งหมดที่ได้ปฏิบัติไป และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบอกข้อสรุปและคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ถึงสาเหตุการเสียชีวิตของนักเรียนเตรียมทหาร โดยครูเป็นคนเขียนข้อสรุปของแต่ละกลุ่มไว้บนกระดาน

2. ครูแจ้งผลการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมจากพยานบุคคล ดังนี้

1) บ้าย้อย (แม่ค้าขายร้านสะดวกซื้อในค่าย)

เบาะแส : ให้การว่าหลังจากที่นักเรียนเตรียมทหารอัครชัยวิ่งเสร็จ ได้เข้ามาซื้อน้ำหลายขวด พร้อมบ่นว่ารู้สึกกระหายน้ำมาก และดื่มน้ำไปหลายขวด

1) นายแพทย์อาชา (แพทย์เวรชั้นสูต)

เบาะแส : จากผลการวิเคราะห์ผลเลือดพบว่า เลือดมีความเข้มข้นลดลงมาก น้ำในเลือดแพร่เข้าสู่เซลล์ ทำให้เซลล์บวมน้ำ

3. ครูใช้คำถามนำไปสู่การอภิปรายว่า จากสถานการณ์ในประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ เรื่อง "ไขความจริง...นักเรียนเตรียมทหารเสียชีวิตปริศนา" ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าในกระบวนการสืบเสาะหาข้อเท็จจริงที่มีต่อสถานการณ์ดังกล่าว ต้องใช้องค์ประกอบใดบ้างในการสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ และสามารถใช้เป็นข้อกล่าวอ้างในการยืนยันผลการสำรวจตรวจสอบ (แนวคำตอบ : ข้อกล่าวอ้างหลักฐาน และเหตุผล)

- นักเรียนคิดว่าองค์ประกอบใดมีความสำคัญในการสร้างคำอธิบายเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลต่อสถานการณ์ที่เกิดขึ้น (แนวคำตอบ : หลักฐาน)

- นักเรียนคิดว่าการเลือกหลักฐานมีความเชื่อมโยงและส่งผลต่อการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างไร (แนวคำตอบ : หลักฐานเป็นข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่นำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งใช้เหตุผลโดยนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงสนับสนุนระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง)

- เมื่อนักเรียนได้หลักฐานใหม่เพิ่มเติม นักเรียนจะเปลี่ยนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตาม ข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้นไว้ในตอนแรกหรือไม่ เพราะเหตุใด (แนวคำตอบ : เปลี่ยน/ไม่เปลี่ยน ขึ้นอยู่กับหลักฐานที่ได้รับเป็นข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยให้เหตุผลด้วย หลักการทางวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงสนับสนุนระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างให้มีความ น่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น)

4. จากนั้นครูให้นักเรียนช่วยกันสะท้อนผลของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ จากการทำกิจกรรม เพื่อปิดคดีการ“ไขความจริง...นักเรียนเตรียมทหารเสียชีวิต ปริศนา” พร้อมทั้งเขียนสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้

## 8. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (สสวท.)
2. คลิปวิดีโอ เรื่อง ย้อน 6 คดีทหารเสียชีวิตยังไร้คำตอบ ที่มา:

[www.news.thaipbs.or.th/content/267963](http://www.news.thaipbs.or.th/content/267963)

3. วิดีทัศน์เกี่ยวกับการทำงานของเจ้าหน้าที่กองพิสูจน์หลักฐาน ที่มา:

[www.youtube.com/watch?v=GyT4tNYVvjQ](http://www.youtube.com/watch?v=GyT4tNYVvjQ)

4. ใบกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง “ไขความจริง...นักเรียนเตรียมทหารเสียชีวิตปริศนา”

## 9. การวัดผลและการประเมินผล

### 9.1 ตารางการวัดผลและการประเมินผล

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน/ พฤติกรรม	วิธีการวัดและ ประเมินผล	ผู้ประเมิน
<b>ด้านความรู้</b>			
1) อธิบายการควบคุมดูแล ภาพน้ำ กรดเบสและสารใน เลือดโดยการทำงานของไต และปอดได้	ใบกิจกรรมที่ 2 รายงาน ผลการตรวจสอบจาก การโต้แย้ง	ประเมินจากการสร้าง คำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในใบ กิจกรรมการเรียนรู้	ครู

ตาราง 9.1 (ต่อ) การวัดผลและการประเมินผล

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน/ พฤติกรรม	วิธีการวัดและ ประเมินผล	ผู้ประเมิน
<b>ด้านทักษะ</b>			
1) ระบุข้อกล่าวอ้างที่ เชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่ เกี่ยวกับการควบคุมดุลย ภาพของน้ำและสารโดยการ ทำงานของไตได้	ใบกิจกรรมที่ 1 นักเรียน เตรียมทหารเสียชีวิต ปริศนา	การเขียนระบุข้อกล่าว อ้างที่เชื่อมโยงกับ สถานการณ์ทางนิติ วิทยาศาสตร์ โดย กำหนดเกณฑ์รูบริกส์ 3 ระดับ	ครู
2) เลือกหลักฐานที่เหมาะสม และสืบค้นรวบรวมหลักฐาน เพียงพอที่จะสนับสนุน ข้อกล่าวอ้างในสถานการณ์ที่ เกี่ยวกับการควบคุมดุลย ภาพของน้ำและสารโดยการ ทำงานของไตได้	ใบกิจกรรมที่ 1 นักเรียน เตรียมทหารเสียชีวิต ปริศนา	การเขียนระบุหลักฐาน ที่เหมาะสมและ รวบรวมหลักฐานเพียง พอที่จะสนับสนุนข้อ กล่าวอ้างใน สถานการณ์ทางนิติ วิทยาศาสตร์ โดย กำหนดเกณฑ์รูบริกส์ 3 ระดับ	ครู
3) แสดงเหตุผลที่สอดคล้อง กับข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน โดยใช้หลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมใน การสำรวจตรวจสอบจาก สถานการณ์ที่เกี่ยวกับการ ควบคุมดุลยภาพของน้ำและ สารโดยการทำงานของไตได้	ใบกิจกรรมที่ 1 นักเรียน เตรียมทหารเสียชีวิต ปริศนา	การเขียนระบุเหตุผลที่ สอดคล้องกับข้อกล่าว อ้างและหลักฐาน โดย ใช้หลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่ เหมาะสมใน สถานการณ์ทางนิติ วิทยาศาสตร์ โดย กำหนดเกณฑ์รูบริกส์ 3 ระดับ	ครู

ตาราง 9.1 (ต่อ) การวัดผลและการประเมินผล

ด้านคุณลักษณะ			
1) มีความมุ่งมั่น ตั้งใจในการทำงานกลุ่มร่วมกันตามที่ได้รับมอบหมายในเวลาที่กำหนด	สังเกตพฤติกรรมการเรียนและการทำกิจกรรมของนักเรียน	มีความมุ่งมั่น ตั้งใจในการทำงานกลุ่มร่วมกันตามที่ได้รับมอบหมายในเวลาที่กำหนด	ครู
2) ร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างของผู้อื่นในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรมการเรียนและการทำกิจกรรมของนักเรียน	ร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างของผู้อื่นในการทำงาน	ครู

# ใบกิจกรรมการเรียนรู้

FORENSIC SCIENCE ACTIVITIES IN BIOLOGY

สำหรับใช้จัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์

เรื่อง การควบคุมคุณภาพสารในร่างกาย

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มที่.....

- |        |             |
|--------|-------------|
| 1..... | เลขที่..... |
| 2..... | เลขที่..... |
| 3..... | เลขที่..... |
| 4..... | เลขที่..... |
| 5..... | เลขที่..... |
| 6..... | เลขที่..... |



ครูผู้สอน นายนำพงศ์ จันทรโท

โรงเรียนผาแดงวิทยาคม อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์







ไขความจริง...นักเรียนเตรียมทหารเสียชีวิตปริศนา

คำชี้แจง จงอ่านสถานการณ์ในประเด็นนิติวิทยาศาสตร์ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม



ผู้สื่อข่าวรายงานว่าจากกรณีนี้ที่ นักเรียนเตรียมทหาร อัครพล พงษ์สุวรรณ อายุ 19 ปี เสียชีวิตระหว่างประจำการ เมื่อเวลาประมาณ 20.24 น. ที่ โดยคำชี้แจงของผู้บังคับบัญชาระบุว่าผู้ตายเสียชีวิตคาดว่าน่าจะเสียชีวิตจากโรคประจำตัว ไม่ใช่การถูกซ้อม ทั้งนี้ญาติของพลทหารสมชายติดใจสงสัยในการเสียชีวิต จากการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุในห้องพักของอาคารเรือนนอน สภาพศพอยู่ในลักษณะนอนคว่ำหน้า นิ้วมือเกร็ง มีเลือดไหลออกมาทางจมูก บริเวณข้างเตียงพบขวดน้ำตกอยู่ จากการชันสูตรเบื้องต้นไม่พบบาดแผลตามร่างกาย

จากคำให้การของเพื่อนคนสนิทผู้พบศพคนแรก เล่าว่า “ปกตินักเรียนเตรียมทหารอัครพลเป็นคนแข็งแรง ขณะวิ่งออกกำลังกายที่ทำเป็นประจำ วันหนึ่งวิ่งระยะทางไกลว่าทุกครั้งที่เคยวิ่งมา เขาบอกว่าเหนื่อย และกระหายน้ำ ทำให้วิ่งช้าลงจนเป็นคนสุดท้าย ครูฝึกจึงสั่งซ้อมให้ไปพบรุ่นพี่ทหารเพื่อทำการอบรมก่อนเวลารับประทานอาหารเย็น ซึ่งนักเรียนเตรียมทหารอัครพลไม่มาทานข้าว จึงขึ้นมาตามดูก็พบเป็นศพนอนอยู่”


**รายการบันทึกข้อมูลที่ 1**  
**การระบุหลักฐานทางกายภาพ**


■ รายละเอียดของผู้เสียชีวิต

ชื่อ-นามสกุล.....

เพศ.....

อายุ.....

อาชีพ.....

ข้อมูลอื่น ๆ

.....

.....

.....

สภาพของศพ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผู้พบศพ

.....

.....

■ สเกิร์ตสภาพสถานที่เกิดเหตุ



รายการบันทึกข้อมูลที่ 2  
การรวบรวมพยานหลักฐาน



จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนได้รับข้อมูลใดบ้างจากสถานการณ์ที่ผู้สื่อข่าวรายงานข้างต้น

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนต้องการทราบข้อมูลใดบ้างจากสถานการณ์ที่ผู้สื่อข่าวรายงานข้างต้น

.....

.....

.....

.....

.....

3. หลักฐานหรือประเด็นใดจากสถานการณ์ที่นักเรียนคิดว่าสามารถเชื่อมโยงไปสู่สาเหตุการเสียชีวิตได้

.....

.....

.....

.....

.....

4. ความเชื่อมโยงของเหตุการณ์

.....

.....

.....

.....

.....



### รายการบันทึกข้อมูลที่ 3

#### การตรวจสอบหลักฐาน



คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกวิเคราะห์หลักฐานและตัดสินใจว่า หลักฐานใดบ้างที่จะเชื่อมโยงนำไปสู่สาเหตุการเสียชีวิตของนักเรียนเตรียมทหาร เพราะเหตุใด



เลือก

ไม่เลือก

เพราะ.....

.....

.....



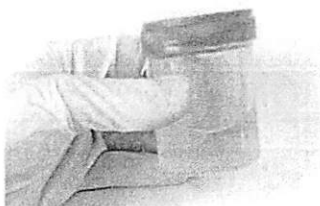
เลือก

ไม่เลือก

เพราะ.....

.....

.....



เลือก

ไม่เลือก

เพราะ.....

.....

.....



เลือก

ไม่เลือก

เพราะ.....

.....

.....



เลือก

ไม่เลือก

เพราะ.....

.....

.....



## รายการบันทึกข้อมูลที่ 4

### วิเคราะห์หลักฐาน



1. นักเรียนคิดว่านักเรียนเตรียมทหารมีสาเหตุการเสียชีวิตมาจากอะไร (Claim)

.....

.....

.....

2. หลักฐานที่นักเรียนเลือกนำมาตรวจพิสูจน์เพื่อยืนยันสาเหตุการเสียชีวิต ประกอบด้วย การตรวจสอบหลักฐานชั้นที่ 1

ชื่อหลักฐาน.....

รายละเอียดหลักฐาน (Evidence) .....

แหล่งอ้างอิง : URL .....

เหตุผล (Reasoning) ในการเชื่อมโยงของหลักฐานต่อสถานการณ์.....

การตรวจสอบหลักฐานชั้นที่ 2

ชื่อหลักฐาน.....

รายละเอียดหลักฐาน (Evidence) .....

แหล่งอ้างอิง : URL .....

เหตุผล (Reasoning) ในการเชื่อมโยงของหลักฐานต่อสถานการณ์.....

การตรวจสอบหลักฐานชั้นที่ 3

ชื่อหลักฐาน.....

รายละเอียดหลักฐาน (Evidence) .....

แหล่งอ้างอิง : URL .....

เหตุผล (Reasoning) ในการเชื่อมโยงของหลักฐานต่อสถานการณ์.....

การตรวจสอบหลักฐานชั้นที่ 4

ชื่อหลักฐาน.....

รายละเอียดหลักฐาน (Evidence) .....

แหล่งอ้างอิง : URL .....

เหตุผล (Reasoning) ในการเชื่อมโยงของหลักฐานต่อสถานการณ์.....



รายการบันทึกข้อมูลที่ 5  
การชี้แจงผลการตรวจสอบ



คำชี้แจง

ให้นักเรียนนำผลการศึกษาที่ได้ปฏิบัติจากการตรวจสอบ และวิเคราะห์หลักฐานดังกล่าว มาสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบการศึกษาค้นคว้า ซึ่งมี 3 องค์ประกอบ 3 คือ

1. ข้อกล่าวอ้าง หมายถึง ข้อคิดเห็นในการยืนยันคำตอบของคำถามหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

2. หลักฐาน หมายถึง ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ ในการสำรวจตรวจสอบ เพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง 3. การให้เหตุผล หมายถึง ข้อความที่แสดงถึงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนเขียนลงในกระดาษชาร์ต ดังนี้

กลุ่มที่.....	คำถามจากสถานการณ์.....
ข้อกล่าวอ้าง	หลักฐาน
เหตุผล	
ข้อสรุป/คำอธิบาย.....	



รายการบันทึกข้อมูลที่ 6  
รายงานผลการตรวจสอบ  
ด้วยการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์



1. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับสาเหตุการเสียชีวิตที่เพื่อนมานำเสนอ จงเขียนอธิบายพร้อมให้เหตุผล (การระบุข้อกล่าวอ้าง และเหตุผลสนับสนุน)

.....

.....

.....

2. นักเรียนมีข้อมูลหลักฐานใดในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างและเหตุผลของนักเรียน (การใช้หลักฐาน)

.....

.....

.....

3. ถ้าเพื่อนใช้เหตุผลในข้อ 2 คัดค้านเหตุผลของนักเรียน นักเรียนจะใช้เหตุผลอะไรเพื่อทำให้เพื่อนเห็นด้วย (การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป)

.....

.....

.....

4. ถ้านักเรียนต้องให้เหตุผลในการสนับสนุนความคิดเห็นจากการตอบในข้อ 3 นักเรียนจะให้เหตุผลว่าอะไร (การให้เหตุผลสนับสนุนในการโต้แย้งกลับ)

.....

.....

.....

5. เมื่อปรากฏหลักฐานใหม่เพิ่มเติม นักเรียนจะเปลี่ยนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามที่สร้างขึ้นไว้ในตอนแรกหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....



### บันทึกการเรียนรู้จากการทำกิจกรรม

คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

2. สิ่งที่ยากให้แก้ไขหรือปรับปรุงในครั้งต่อไป

.....

.....

.....

.....

3. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

4. ความพึงพอใจและความรู้สึกที่มีต่อการเรียน

.....

.....

.....

.....



ภาคผนวก ค แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

**แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์**

เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
โรงเรียนผาแดงวิทยาคม อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

**คำชี้แจง**

1. แบบวัดฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. แบบวัดนี้เป็นชนิดข้อสอบแบบอัตนัย ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 สถานการณ์ จำนวน 5 สถานการณ์ ส่วนที่ 2 คำถาม จำนวน 3 ข้อต่อสถานการณ์ แต่ละข้อจะมีข้อมูลประกอบสำหรับการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ตามรายการประเมินที่กำหนด คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผล ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าวมีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระดังต่อไปนี้

สถานการณ์	เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้
1	การรักษาดุลยภาพของน้ำในร่างกาย
2	การรักษาดุลยภาพของกรด-เบสในร่างกาย
3	การรักษาดุลยภาพอุณหภูมิร่างกาย
4	ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกาย
5	ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน

3. กำหนดเวลาทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 60 นาที

4. ให้นักเรียนใช้ปากกาสีน้ำเงินเขียนคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้เท่านั้น

5. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-สกุล เลขที่และชั้นให้ชัดเจนครบทุกหน้า และตรวจสอบความ

ถูกต้องก่อนส่งครู

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

สถานการณ์ที่ 1

## ส่วนที่ 1 สถานการณ์

## นักวิ่งมาราธอน...เสียชีวิต



จากประเด็นร้อนงานวิ่งมาราธอนที่จังหวัดชลบุรี ปรากฏภาพนักวิ่งใช้มือรองน้ำดื่ม อมน้ำแข็งขณะวิ่ง ล่าสุดผู้ใช้เฟซบุ๊ก Poon Kub ได้บอกเล่าประสบการณ์วิ่งเสียชีวิตในครั้งนี้ ระบุว่า ตนร่วมวิ่งมาราธอนในระยะทาง 42.195 กิโลเมตร ช่วง 10 กิโลเมตรแรก มีน้ำดื่มปกติ แต่หลังจากกิโลเมตรที่ 13 เป็นต้นไป น้ำดื่มหมดทุกจุด ตนฝืนต่อไป กระทั่งตนนั่งพักข้างทาง เพราะเริ่มรู้สึกหายใจไม่ทัน ปากแห้งคอแห้งมาก และไม่นานก็เกิดตะคริวที่บริเวณขา จนวูบหมดสติ มีคนเห็นจึงรีบมาช่วยและเรียกรถพยาบาลให้ ตนขึ้นรถพยาบาล หลังจากตรวจร่างกายพบว่าเลือดมีความเข้มข้นสูงมาก ค่าไต 2.4 (คนปกติ เพศชาย 0.67-1.17 mg/dL เพศหญิง 0.51-0.95 mg/dL) และน้ำปัสสาวะมีสีเหลืองเข้ม ตนจึงถูกส่งเข้าห้องไอซียู เพื่อรอดูอาการ เพราะหมอบอกว่าเสี่ยงไตวายเฉียบพลัน จากเหตุการณ์ดังกล่าว ตนจึงอยากแนะนำให้ผู้จัดงานคำนึงถึงความปลอดภัยของนักวิ่งให้มากกว่านี้ เพราะอาจมีอันตรายถึงชีวิตได้ อีกทั้งรายได้จากนักวิ่งนับหมื่นคน น่าจะมีการจัดสรรให้ลงตัวมากกว่านี้ ควรลำดับความสำคัญ ความปลอดภัยกับความบันเทิงให้สมเหตุสมผล

ดัดแปลงข้อมูลจาก <https://www.youtube.com/watch?v=84941HijGN0>

## ส่วนที่ 2 คำถาม



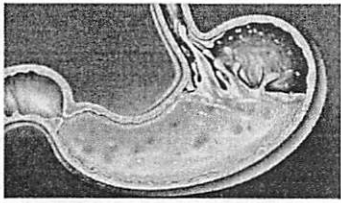
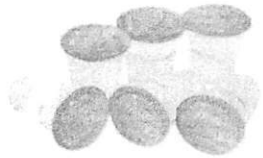
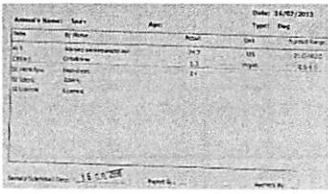
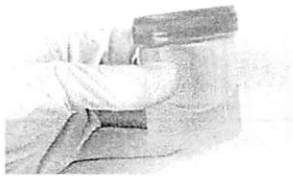
คำถามที่ 1 นักเรียนคิดว่าอาการข้างต้นของนักวิ่งมาราธอนที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากอะไร

.....

.....

.....

คำถามที่ 2 หากนักเรียนต้องการตรวจสอบอาการที่เกิดจากความผิดปกติของร่างกายนักวิ่งมาราธอน นักเรียนจะเลือกใช้หลักฐานใดบ้าง (วงกลม "ใช้" หรือ "ไม่ใช้")

หลักฐานข้อมูล	ใช้ หรือ ไม่ใช้	หลักฐานข้อมูล	ใช้ หรือ ไม่ใช้
1.  เลือด	(ใช้)  (ไม่ใช้)	2.  อุณหภูมิในร่างกาย = -	(ใช้)  (ไม่ใช้)
3.  อาหารในกระเพาะอาหาร	(ใช้)  (ไม่ใช้)	4.  คุณภาพของน้ำดื่ม	(ใช้)  (ไม่ใช้)
5.  รายงานผลการตรวจค่าไต	(ใช้)  (ไม่ใช้)	6.  น้ำปัสสาวะ	(ใช้)  (ไม่ใช้)

คำถามที่ 3 จงอธิบายเหตุผลการเลือกใช้หลักฐานของนักเรียน เพื่อสนับสนุนคำตอบ

.....

.....

.....

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

## สถานการณ์ที่ 2

### ส่วนที่ 1 สถานการณ์

#### ชีวิตแสนกดดัน



ขณะนำเสนองานวิจัยจากการฝึกปฏิบัติงาน นางสาวจันทา นิสิตชั้นปีที่ 4 ระดับปริญญาตรีที่กำลังจะสำเร็จการศึกษา ซึ่งเป็นคิดต่อไปในการนำเสนอผลงานได้เกิดอาการหายใจเร็วและถี่ มีการชักเกร็ง นิ้วมือจับเข้าหากัน และล้มลงไปนอนบนพื้น เพื่อนๆ ต่างวิ่งเข้าไปดูจันทา โดยอาจารย์สมชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาได้รับเข้ามาปฐมพยาบาลเบื้องต้น โดยใช้ถุงพลาสติกครอบไปที่บริเวณจมูกและปากของจันทา พร้อมเรียกให้เพื่อนช่วยกันบีบตามกล้ามเนื้อที่เกิดการชักเกร็ง หลังจากนั้นไม่นานอาการของจันทาจึงได้สงบลงและหายใจเองได้ปกติ โดยอาจารย์สมชาติได้เกิดความสงสัยในพฤติกรรมของจันทาว่ามีสาเหตุมาจากอะไร จึงทำการค้นหาข้อมูลและสอบถามเพื่อน ผู้ปกครอง ดังนี้

ข้อมูลทางการแพทย์ โดย ผศ.พญ.ธนิศา หิรัญเทพ กล่าวว่า ลักษณะอาการที่เกิดขึ้นโดยมีอาการหายใจหอบเร็ว หายใจลำบาก ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดลดลง เลือดมีภาวะเป็นเบสเกิดการหดตัวของเส้นเลือดที่ไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย จึงพบอาการเกร็ง มือจับ และอาจมีอาการชาบริเวณรอบปากและนิ้วมือได้ อาการดังกล่าว มักสัมพันธ์กับภาวะวิตกกังวลและมักมีปัญหากดดันจิตใจอย่างเห็นได้ชัด

พี่ไโลเพื่อนสาวคนสนิทเล่าว่า “ก่อนหน้านี้อ จันทาได้ได้โทรมาบอกว่าเครียด กดดัน ทำงานไม่เสร็จ ตนได้แต่เพียงปลอบ แต่ก็ไม่ได้คิดอะไรมาก เพราะเข้าใจว่าจันทาปกตินิสัยส่วนตัวเป็นคนคิดมากอยู่แล้ว ไม่คิดว่าจะมาเกิดเหตุการณ์นี้ในวันนำเสนอผลงาน” แม่ของจันทา กล่าวว่า “ลูกสาวไม่ได้มีโรคประจำตัวอะไร แต่เป็นคนคิดมากชอบเก็บตัวคนเดียว ทำให้เครียดได้ง่าย”

**ส่วนที่ 2 คำถาม**

**คำถามที่ 1** นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดจึงต้องปฐมพยาบาลเบื้องต้นเช่นนี้

.....  
.....  
.....  
.....

**คำถามที่ 2** มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**คำถามที่ 3** จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

### สถานการณ์ที่ 3

#### ส่วนที่ 1 สถานการณ์

##### หน้าร้อนต้องระวัง

กรมอุตุนิยมวิทยา คาดหน้าร้อนนี้อุณหภูมิสูงสุดในปีนี้จะทำลายสถิติอากาศร้อนของประเทศไทยในปีที่แล้ว สถาบันประสาทวิทยา กรมการแพทย์ เตือนประชาชนให้ระวังการที่ต้องเผชิญกับอากาศที่ร้อนจัดและอุณหภูมิโลกมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้ประชาชนมีความเสี่ยงในการเจ็บป่วย ปกติร่างกายมนุษย์มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 37 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการทำงานของเอนไซม์ อย่างไรก็ตามสภาพแวดล้อมในการดำเนินกิจกรรมในชีวิตประจำวันสามารถทำให้อุณหภูมิในร่างกายเปลี่ยนแปลงได้ ในฤดูร้อนของประเทศไทย มักพบกับผู้มีสุขภาพอ่อนแอ ผู้สูงอายุ เด็กเล็ก และผู้ที่ประกอบกิจกรรมกลางแจ้ง ยกตัวอย่างอาการ เช่น ไม่มีเหงื่อ ปวดศีรษะ การทรงตัวไม่ดี หายใจเร็วและตื้น หัวใจเต้นเร็ว เหนื่อย ถ้าอาการหนักจะทำให้ช็อกและหมดสติ อาจทำให้เสียชีวิตได้



ข้อมูลจากสื่อออนไลน์ เผยภาพนักปั่นจักรยานกำลังได้รับการช่วยเหลือ โดยมีข้อความว่า ภายหลังจากการปั่นจักรยานด้วยระยะทางไกลหลายสิบกิโลเมตร และท่ามกลางสภาพอากาศที่ร้อนจัด ส่งผลให้เขาล้มลงหมดสติ ทั้ง ๆ ที่เป็นคนสุขภาพแข็งแรงมาก ชอบออกกำลังกายและไม่มีโรคประจำตัว หลายคนพบเห็นวิ่งเข้าไปดูต่างเอายามมาอังจุ่มกบ้างมาบีบนวด พยายามช่วยเหลือ แต่อาการก็ไม่ดีขึ้น จนแพทย์ได้เข้ามาตรวจสอบเบื้องต้นพบว่า อุณหภูมิในร่างกายสูง 40 องศาเซลเซียส จึงได้ปฐมพยาบาลด้วยการใช้ผ้าชุบน้ำที่อุณหภูมิห้องมาเช็ดตัว เพื่อให้อุณหภูมิร่างกายลดลง อีกทั้งใช้พัดกระพือ และกันคนที่เข้ามาดูให้ถอยห่างออกไป เขาจึงได้สติและฟื้นขึ้นมาได้

ดัดแปลงข้อมูลจาก : <https://www.facebook.com/byhotnewsthailand>

## ส่วนที่ 2 คำถาม

คำถามที่ 1 นักเรียนคิดว่าอาการที่เกิดกับนักปั่นจักรยานจากสถานการณ์ข้างต้น มีสาเหตุมาจากอะไร

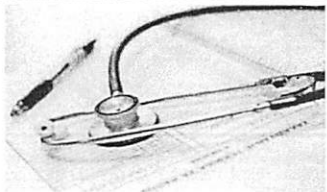



.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 2 หากนักเรียนต้องการตรวจสอบการสาเหตุอาการที่เกิดจากความผิดปกติของนักปั่นจักรยานดังกล่าว นักเรียนจะเลือกใช้หลักฐานใดบ้าง (วงกลม ใช้ หรือ ไม่ใช่)

หลักฐานข้อมูล	ใช้ หรือ ไม่ใช่	หลักฐานข้อมูล	ใช้ หรือ ไม่ใช่
1.  ประวัติการรักษาโรค	(ใช้)  (ไม่ใช่)	2.  อุณหภูมิในร่างกาย	(ใช้)  (ไม่ใช่)
3.  รายงานสภาพอากาศ	(ใช้)  (ไม่ใช่)	4.  อาหารในกระเพาะ	(ใช้)  (ไม่ใช่)

คำถามที่ 3 จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

.....

.....

.....

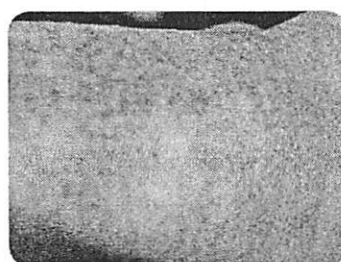
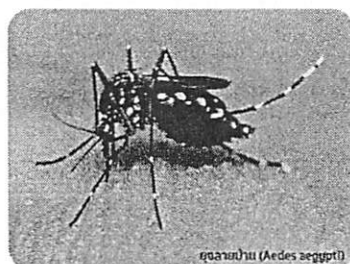
.....

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

## สถานการณ์ที่ 4

## ส่วนที่ 1 สถานการณ์

## โรคไข้เลือดออก



โรคไข้เลือดออกเกิดจากเชื้อไวรัสเดงกี (Dengue virus) ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 4 สายพันธุ์ ได้แก่ ชนิด 1, 2, 3 และ 4 (DEN-1, DEN-2, DEN-3, DEN-4) โดยมียุงลายบ้าน (Aedes aegypti) ตัวเมีย เป็นพาหะนำโรค โดยทั่วไปเมื่อได้รับเชื้อเดงกีเข้าไปครั้งแรก (สามารถติดเชื้อตั้งแต่อายุได้ 6 เดือนขึ้นไป) จะมีระยะฟักตัวของโรคจนเกิดอาการประมาณ 3-15 วัน (ส่วนมากคือ 5-7 วัน) ผู้ป่วยจะมีไข้สูง คล้ายไข้หวัดใหญ่อยู่ประมาณ 5-7 วัน และส่วนมากจะไม่มีอาการเลือดออก มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่อาจมีเลือดออกหรือมีอาการรุนแรง เรียกว่า "ไข้เดงกี" (Dengue fever - DF) ต่อมาถ้าผู้ป่วยได้รับเชื้อซ้ำอีก ซึ่งอาจจะเป็นเชื้อเดงกีชนิดเดิมหรือคนละชนิดกับที่ได้รับครั้งแรกก็ได้ ก็จะมีระยะฟักตัวของโรคสั้นกว่าครั้งแรก และร่างกายจะเกิดปฏิกิริยาทำให้หลอดเลือดฝอยเปราะและเกล็ดเลือดต่ำ จึงทำให้พลาสมาหรือน้ำเลือดไหลซึมออกมาจากหลอดเลือด (ตรวจพบระดับฮีมาโตคริตสูง มีน้ำในโพรงเยื่อหุ้มปอดและช่องท้อง) และมีเลือดออกได้ง่าย เป็นเหตุให้เกิดภาวะช็อก

เชื้อไวรัสเดงกีทั้ง 4 ชนิด จะมี Antigen ร่วมกันบางส่วน เมื่อเกิดการติดเชื้อชนิดหนึ่งจะทำให้เกิดภูมิคุ้มกันต่อเชื้ออีกชนิดหนึ่งด้วย แต่ภูมิที่เกิดจะอยู่ได้เพียง 6-12 เดือน ส่วนภูมิที่เกิดกับเชื้อที่ป่วยจะมีไปตลอดชีวิต เช่น หากเป็นไข้เลือดออกจากเชื้อ DEN-1 ผู้ป่วยจะมีภูมิคุ้มกันต่อเชื้อนี้ไปตลอด แต่จะมีภูมิคุ้มกันต่อเชื้อเดงกีชนิดอื่นเพียง 6-12 เดือน ดังนั้น คนเราจึงมีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออกได้หลายครั้ง แต่ส่วนใหญ่จะมีโอกาสเป็นไข้เลือดออกชนิดรุนแรงเพียงครั้งเดียว หรืออย่างมากไม่ควรเกิน 2 ครั้งในชีวิต ส่วนที่จะเป็นรุนแรงซ้ำ ๆ กันหลายครั้งนั้นนับว่ามีน้อยมาก



## ส่วนที่ 2 คำถาม

คำถามที่ 1 เพราะเหตุใดผู้ที่เคยป่วยหากได้รับเชื้อชนิดเดิมจะไม่ป่วยหรืออาการไม่หนักเท่าเดิม

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 2 มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถามที่ 1 ของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 3 จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

## สถานการณ์ที่ 5

## ส่วนที่ 1 สถานการณ์

## ชีวิตของเธอ

เธอหญิงสาวสวย อายุ 26 ปี มักมีอาการเจ็บคอ ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ มีไข้ต่ำ ๆ อ่อนเพลีย และถ่ายอุจจาระเหลว ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับอาการของโรคไข้หวัดใหญ่ จึงไปซื้อยามารับประทานเองผ่านไปประมาณ 2-3 สัปดาห์ อาการไม่หายขาดจึงตัดสินใจไปที่โรงพยาบาล เบื้องต้นแพทย์ได้ทำการซักประวัติเกี่ยวกับปัจจัยและพฤติกรรมเสี่ยง โดยเธอเล่าว่า เธอชอบเที่ยวกลางคืน และมีคู่นอนหลายคนด้วยกัน แพทย์จึงขอตรวจเลือดผลการวินิจฉัยจากห้องปฏิบัติการเป็น ดังนี้

รายการ	ผลการทดสอบ	ค่าปกติ
Anti-HIV	Positive	Negative
WBC (จำนวนเม็ดเลือดขาว)	900	5000-10,000 (เซลล์/ไมโครลิตร)

แพทย์จึงให้ยาต้านเชื้อไวรัสมารับประทาน และบอกเธอให้ปฏิบัติตามคำสั่งแพทย์อย่างเคร่งครัด โดยให้รับประทานยาอย่างสม่ำเสมอและตรงเวลาทุกครั้ง ห้ามขาด ผู้ติดเชื้อต้องรับประทานยาตลอดไปไม่สามารถหยุดได้ ถ้าหยุดยาโรคจะกำเริบได้และเสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคอื่น ๆ ได้ง่าย อีกทั้งยังควรรักษาสุขภาพทั่วไปให้แข็งแรง ในช่วงเวลาเหล่านี้ควรออกกำลังกาย อาหารที่มีประโยชน์ พักผ่อนให้เพียงพอ เลิกดื่มเหล้าและสูบบุหรี่ เลิกพฤติกรรมทางเพศที่ไม่เหมาะสม

**ส่วนที่ 2 ข้อคำถาม**

**คำถามที่ 1** เหตุใดผู้ป่วยที่ติดเชื้อจึงต้องรับประทานยาต้านเชื้อไวรัส และรักษาสุขภาพให้แข็งแรง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**คำถามที่ 2** มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนในคำถามข้อที่ 1 ของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**คำถามที่ 3** จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ประวัติผู้วิจัย

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล	นำพงศ์ จันทรโท
วัน เดือน ปีเกิด	14 ตุลาคม 2534
ที่อยู่ปัจจุบัน	111 หมู่ 4 ตำบลสามเรือน อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย
ที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนหนองปลาหมอวิทยาคม จังหวัดสุโขทัย
ประวัติการศึกษา	
2558	กศ.บ.การศึกษา แขนงวิชาชีววิทยา วท.บ.ชีววิทยา (คู่ขนาน) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร