



การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงเรื่อง ทฤษฎีการ

พลังงาน

DEVELOPMENT OF 8th GRADE STUDENTS' SCIENTIFIC ARGUMENTATION SKILLS
THROUGH ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY WITH HIGHER ORDER QUESTIONS IN

ธัญญารัตน์ สุวรรณไตรย์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2565

การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการ
เรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงเรื่อง ทรัพยากร
พลังงาน



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

DEVELOPMENT OF 8th GRADE STUDENTS' SCIENTIFIC ARGUMENTATION SKILLS
THROUGH ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY WITH HIGHER ORDER QUESTIONS IN
ENERGY RESOURCES TOPIC



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF EDUCATION
(Science Education)

Faculty of Science, Srinakharinwirot University

2022

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วย
กลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงเรื่อง ทรัพยากรพลังงาน

ของ

ธัญญารัตน์ สุวรรณไทรย์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์)

ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกภูมิ จันทรวงศ์)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พงษ์ประมุข)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงเรื่อง ทรพยากรพลังงาน
ผู้วิจัย	ธัญญารัตน์ สุวรรณไตรย์
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อีรพงษ์ แสงประดิษฐ์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง และ (2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรพยากรพลังงาน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 40 คน โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบตามความสะดวก เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรพยากรพลังงาน และแบบสังเกตพฤติกรรมกรโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และคะแนนจุดตัด ผลวิจัยพบว่า (1) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ทรพยากรพลังงาน มีผลต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ($M = 11.40$, $S.D. = 2.52$) สูงกว่าก่อนเรียน ($M = 7.18$, $S.D. = 7.26$) และสูงกว่าคะแนนจุดตัด (2) นักเรียนจำนวน 24 คน (ร้อยละ 60.00) มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ภาพรวมอยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบพบว่า ในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน มีนักเรียนจำนวน 40 คน (ร้อยละ 100.00) อยู่ในระดับสูง ในองค์ประกอบข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป มีนักเรียน จำนวน 21 คน (ร้อยละ 52.50) อยู่ในระดับสูง ในองค์ประกอบข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง มีนักเรียน จำนวน 31 คน (ร้อยละ 77.50) อยู่ในระดับสูง และในองค์ประกอบหลักฐาน มีนักเรียน จำนวน 19 คน (ร้อยละ 47.50) อยู่ในระดับสูง และ (3) นักเรียนมีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($M = 22.25$, $S.D. = 3.91$) สูงกว่าก่อนเรียน ($M = 13.48$, $S.D. = 2.26$) และสูงกว่าคะแนนจุดตัด แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงสามารถพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้

คำสำคัญ : ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์, การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ, กลวิธีการโต้แย้ง, คำถามระดับสูง

Title	DEVELOPMENT OF 8 th GRADE STUDENTS' SCIENTIFIC ARGUMENTATION SKILLS THROUGH ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY WITH HIGHER ORDER QUESTIONS IN ENERGY RESOURCES TOPIC
Author	TANYARAT SUWANNATRAI
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2022
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Theerapong Sangpradit

The purposes of this study were as follows: (1) to study the scientific argumentation skills of eighth grade students who learned through an argument-driven inquiry with higher order questions in energy resources topic; (2) to study achievement in energy resources topic through argument-driven inquiry with higher order questions for eighth grade students. The participants in this study were 40 eighth grade students who studied in the second semester of the 2022 academic year in a school in Samutprakarn Province and selected by convenience sampling. The research instruments consisted of lesson plans, a scientific argumentation skills test, learning achievement tests and a scientific argumentation skill and behavior observation form. The data were analyzed with descriptive statistics using frequency, mean, percentage, standard deviation, and cutting points. The results revealed the following: (1) the argument-driven inquiry with higher order questions in energy resources topic effects on scientific argumentation skills. The scientific argumentation skills of the mean scores of the students after learning ($M = 11.40$, $S.D. = 2.52$) were higher than those before learning ($M = 7.18$, $S.D. = 7.26$) and higher than the cutting point; (2) there were 24 students (60.00%) who had overall scientific argumentation skills at a high level. When considering each component, it was found that there were 40 students (100%) with skills at a high level in the claims and warrants component; there were 21 students (52.50%) with skills at a high level in the counterargument component; there were 31 students (77.50%) with skills at a high level in the supportive argument component and there were 19 students (47.50%) with skills at a high level in the evidence component; (3) the achievement of mean scores of the students after learning ($M = 22.25$, $S.D. = 3.91$) was higher than before learning ($M = 13.48$, $S.D. = 2.26$) and higher than the cutting point. It was shown that the argument-driven inquiry with higher order questions could improve scientific argumentation skills and achievements.

Keyword : Scientific argumentation skills, Argument-driven inquiry, Higher order questions

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอิงจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญา
นิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ ให้ความ
ช่วยเหลือในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัย ด้วยความ
เมตตา เอาใจใส่ และให้กำลังใจเป็นอย่างดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกภูมิ จันทรชนดี ประธานกรรมการสอบปาก
เปล่าปริญญาานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พฤษทรัพย์ประมุข กรรมการสอบปากเปล่า
ปริญญาพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าและให้คำแนะนำเพิ่มเติมที่ทำให้ปริญญาานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์
อย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท
เนืองเฉลิม และคุณครุณีมาภรณ์ เปี่ยมสวัสดิ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงในการตรวจสอบ
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณอาจารย์ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้
และให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีเสมอ และขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์
ดร.ชนินันท์ พฤษทรัพย์ประมุข อาจารย์ที่ปรึกษารุ่นที่ได้ให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือ เอาใจใส่ด้วยความ
เมตตา ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตร่วมรุ่น และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่านที่คอยช่วยเหลือ
และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และพี่สาว ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้
การสนับสนุนและเป็นกำลังใจเสมอมาจนปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ธัญญารัตน์ สุวรรณไตรย์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญรูปภาพ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
คำถามวิจัย.....	6
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	7
ความสำคัญของการวิจัย.....	7
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	11
สมมติฐานของการวิจัย.....	12
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)	14
2. การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์.....	16
2.1 ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์.....	16
2.2 ความสำคัญของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์.....	17
2.3 องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์.....	18

2.4 การจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์.....	21
2.5 เทคนิคการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์.....	27
2.6 แนวทางการวัดและการประเมินทักษะในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์.....	30
3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	35
3.1 ที่มาและความสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ...	35
3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	36
3.3 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ โต้แย้ง.....	40
4. การใช้คำถามระดับสูง	42
4.1 ความหมายของคำถามระดับสูง	42
4.2 ประเภทของคำถามระดับสูง	42
4.3 การใช้คำถามระดับสูงเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	44
5. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง	47
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	51
6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	51
6.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	52
6.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	54
7. คะแนนจุดตัด (Cut off Score)	55
7.1 ความหมายของคะแนนจุดตัด	55
7.2 การกำหนดคะแนนจุดตัด	55
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	59
1. แบบแผนการวิจัย.....	59
2. กลุ่มที่ศึกษา.....	60

3. เครื่องมือที่ใช้และการสร้างเครื่องมือ.....	60
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล	74
5. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	75
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	77
7. จริยธรรมวิจัย	80
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	82
ตอนที่ 1 ผลการศึกษาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้ คำถามระดับสูง.....	82
1.1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและ หลังเรียน.....	82
1.2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์กับ คะแนนจุดตัด.....	115
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	116
2.1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	116
2.2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับคะแนนจุดตัด ...	117
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	119
สรุปผลการวิจัย	122
อภิปรายผลการวิจัย	123
ข้อเสนอแนะ	131
บรรณานุกรม.....	133
ภาคผนวก.....	144

ประวัติผู้เขียน..... 177



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง	15
ตาราง 2 องค์ประกอบของการได้แก่งทางวิทยาศาสตร์ของนักวิชาการศึกษา	18
ตาราง 3 เปรียบเทียบข้อดี ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการได้แก่งทาง วิทยาศาสตร์	24
ตาราง 4 เปรียบเทียบข้อดี ข้อจำกัดของเทคนิคที่พัฒนาและส่งเสริมทักษะการได้แก่งทาง วิทยาศาสตร์	28
ตาราง 5 เกณฑ์การประเมินทักษะการได้แก่งทางวิทยาศาสตร์ ของ Lin & Mintzes (2010).....	32
ตาราง 6 เกณฑ์การประเมินทักษะได้แก่งได้แก่งทางวิทยาศาสตร์ของ Sadler & Donnelly (2006)	34
ตาราง 7 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการได้แก่งที่ส่งเสริมทักษะ การได้แก่งทางวิทยาศาสตร์.....	39
ตาราง 8 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ ได้แก่ง	40
ตาราง 9 ตัวอย่างการใช้คำถามระดับสูงที่ส่งเสริมทักษะการได้แก่งทางวิทยาศาสตร์	45
ตาราง 10 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการได้แก่งร่วมกับการใช้คำถาม ระดับสูง.....	48
ตาราง 11 แผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ทฤษฎีการพลังงาน.....	62
ตาราง 12 วิเคราะห์ข้อสอบของแบบวัดทักษะการได้แก่งทางวิทยาศาสตร์.....	66
ตาราง 13 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา (เรื่อง) จุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวนข้อสอบ ทั้งหมดและข้อสอบที่ต้องการจริง.....	70
ตาราง 14 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการได้แก่งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	76

ตาราง 15 เกณฑ์การให้คะแนนรูปิกของแต่ละองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	77
ตาราง 16 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน	83
ตาราง 17 ความถี่ และร้อยละของนักเรียนที่จำแนกตามระดับของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์.....	84
ตาราง 18 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับคะแนนจุดตัด	116
ตาราง 19 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	117
ตาราง 20 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับคะแนนจุดตัด	118
ตาราง 21 แสดงผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน.....	153
ตาราง 22 แสดงผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	154
ตาราง 23 แสดงผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	155
ตาราง 24 แสดงผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสังเกตพฤติกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์.....	157
ตาราง 25 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	157
ตาราง 26 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน.....	158
ตาราง 27 แสดงการหาค่าของคะแนนจุดตัดของคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	159
ตาราง 28 แสดงการหาค่าของคะแนนจุดตัดของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน	159

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	11
ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างแบบสังเกตระหว่างการโต้แย้ง.....	31
ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง.....	51
ภาพประกอบ 4 แสดงคะแนนพยากรณ์ที่ได้จากจุดตัด (Berk, 1976)	55
ภาพประกอบ 5 แสดงการแบ่งกลุ่มนักเรียนโดยใช้คะแนนจุดตัดเป็นเกณฑ์ (Berk, 1976)	56
ภาพประกอบ 6 แบบแผน Experimental (Intervention) Design	60
ภาพประกอบ 7 การจำแนกกลุ่มระดับพัฒนาการทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์.....	85
ภาพประกอบ 8 การนำเข้าสู่บทเรียน.....	89
ภาพประกอบ 9 การระดมภาระงาน	91
ภาพประกอบ 10 กิจกรรมการโต้แย้ง.....	96
ภาพประกอบ 11 นักเรียนเกิดการโต้แย้งและแลกเปลี่ยนความเห็นกัน	98
ภาพประกอบ 12 นักเรียนแลกเปลี่ยนความเห็นกันและประเมินข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน	106
ภาพประกอบ 13 นักเรียนแลกเปลี่ยนความเห็นกันเพื่อสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่ม	107
ภาพประกอบ 14 นักเรียนนำเสนอข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง	108
ภาพประกอบ 15 นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และเลือกหลักฐาน.....	113
ภาพประกอบ 16 นักเรียนแลกเปลี่ยนความเห็นกันเพื่อคัดเลือกหลักฐาน	113
ภาพประกอบ 17 นักเรียนนำเสนอหลักฐานที่ได้จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูล	115
ภาพประกอบ 18 กราฟจุดตัดของคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	115
ภาพประกอบ 19 จุดตัดของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	118



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในปัจจุบันสังคมมีหลายประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่คนในสังคมกำลังถกเถียงกันจากการมีความคิดเห็นที่ไม่ตรงกันและส่งผลให้เกิดความขัดแย้งทางสังคม (Espeja & Lagarón, 2015; Toulmin, 2003) เช่น การดัดแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต การลดน้ำหนักด้วยการอดอาหาร การรับประทานอาหารเสริม การตัดไม้ทำลายป่า ขยะอิเล็กทรอนิกส์ กล่องบรรจุอาหารจากกระดาษ เป็นต้น ประเด็นปัญหาเหล่านี้ล้วนมีความเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตของประชาชน ประชาชนจึงควรมีความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถคิดวิเคราะห์ พิจารณาความถูกต้องและความเป็นไปได้ของข้อมูลนั้น ๆ รวมทั้งการเลือกแหล่งข้อมูลที่มีคุณภาพ สามารถสร้างและสื่อสารข้อมูลข่าวสารทางวิทยาศาสตร์ มีการตัดสินใจโดยใช้เหตุและผลประกอบ สามารถโน้มน้าวฝ่ายที่เห็นต่างให้เห็นด้วยกับเรา เพื่อนำไปสู่การดำเนินชีวิตร่วมกันในสังคม (Driver, Newton, & Osborne, 2000; Iordanou & Constantinou, 2015; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ทำให้ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Argumentation) มีความจำเป็นเพื่อให้ประชาชนสามารถตัดสินใจในการสถานการณ์ที่เป็นประเด็นปัญหาที่เกิดจากวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว เนื่องจากการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจแนวคิดของเรื่องที่เรียนผ่านการโต้แย้ง มีการเสนอแนวคิดหรือเหตุผลที่เป็นวิทยาศาสตร์ประกอบการบรรยาย (Duschl, 2008; ภาวิณี จันทร์หอม, 2562; อศวิณ ณะนะปัด, 2558) ซึ่งการที่ประชาชนจะมีทักษะดังกล่าวนี้ ควรได้รับการพัฒนาตั้งแต่อยู่ในระบบการศึกษา ควรมุ่งเน้นให้ผู้จักตั้งคำถาม วางแผนและทำการสำรวจ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูล เพื่อสร้างแนวคิดที่เป็นวิทยาศาสตร์และอธิบายให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจตรงกัน เกิดการโต้แย้งโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และประเมินข้อสรุป เพื่อตอบคำถามของปัญหาที่เกิดขึ้น (National Research Council, 2013) นอกจากนี้วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องใช้เหตุและผลเป็นสำคัญ ทำให้การโต้แย้งต้องมีหลักฐาน ข้อเท็จจริง มาใช้เป็นเหตุผลเพื่อทำให้การสนทนานั้นดำเนินต่อไปได้ การเห็นด้วยหรือปฏิเสธการข้อโต้แย้งนั้นต้องเป็นไปตามหลักวิทยาศาสตร์ไม่ใช่ความจริงที่ตนเองยึดถืออยู่ จึงทำให้การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีความต่างจากการโต้แย้งโดยทั่วไปคือเพื่อให้นักเรียนลงข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่เป็นวิทยาศาสตร์ (Dawson & Venville, 2010; Walton, 2008) อีกทั้งในรายวิชาวิทยาศาสตร์ การนำประเด็นแวดล้อมมาตั้งเป็นประเด็น

ปัญหาและส่งเสริมทักษะดังกล่าวนี้ จะทำให้นักเรียนเกิดการคิดขั้นสูง การแก้ปัญหา การอธิบาย และการคิดอย่างเป็นระบบ (Lin & Mintzes, 2010; เอกภูมิ จันทรขันธ์, 2559)

ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นการนำเสนอเหตุผลเพื่อหาข้อสรุป โดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ ที่เกิดจากคนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปที่มีแนวคิดต่างกัน และพยายามใช้เหตุผลประกอบกับหลักฐานเพื่อหาข้อสรุปที่เป็นจริงและน่าเชื่อถือ นำไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Kuhn, 2003; เอกภูมิ จันทรขันธ์, 2559) โดย Lin & Mintzes (2010) ได้แบ่งองค์ประกอบออกเป็น 4 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน (Claims and Warrants) คือการระบุข้อสรุปและให้แนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง 2) ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (Counterarguments) คือระบุเหตุผลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของฝ่ายตรงข้าม 3) ข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง (Supportive Arguments) คือการระบุเหตุผลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างเพิ่มเติมหรือเหตุผลที่ใช้โต้แย้งฝ่ายตรงข้าม และ 4) หลักฐาน (Evidence) คือการเสนอหลักฐาน ข้อเท็จจริง หรือข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและมีแหล่งข้อมูลชัดเจน

จากงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่าส่วนใหญ่แสดงจุดยืนพร้อมให้เหตุผลของตนเองได้ แต่ยังขาดทักษะในการแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่น่าเชื่อถือเพื่อสนับสนุนการให้เหตุผล หรือไม่สามารถแสดงหลักฐานที่ทำให้ข้ออ้างนั้นเป็นจริงมากขึ้น รวมทั้งไม่สามารถเสนอข้อคิดเห็นให้คนอื่นคล้อยตามตนเองได้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีปัญหาต่อการเลือกใช้ข้อมูลหรือหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนั้น ทำให้เหตุผลสนับสนุนนั้นขาดความน่าเชื่อถือได้ และนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถให้ข้อคิดเห็นของฝ่ายตรงข้ามหรือไม่สามารถมองในมุมมองของคนอื่นที่มีจุดยืนทางความคิดที่แตกต่างจากตนเองได้ (ณัฐวดี อ้ายแก้ว, 2563; ประภา สมสุข, 2558; วิไลวรรณ ทรงศิลป์, 2560; อานุภาพ พวงสมจิตร, 2559) สอดคล้องกับประสบการณ์ของผู้วิจัยที่สำรวจทักษะดังกล่าวนี้ ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง จำนวน 200 คน พบว่านักเรียนให้ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนได้ แต่การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป ข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง และหลักฐาน อยู่ในระดับควรปรับปรุง เห็นได้ว่านักเรียนยังขาดการเสนอเหตุผลที่เป็นของฝ่ายตรงข้าม หรือให้เหตุผลสนับสนุนไม่เพียงพอต่อการโต้แย้ง รวมทั้งไม่สามารถแสดงหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเองให้มีความน่าเชื่อถือได้ (Suwannatrai, 2021)

จากการศึกษารูปแบบการสอนที่การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีหลายรูปแบบ เช่น การจัดการเรียนรู้ด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง (Collaborative Reasoning Instruction) นักเรียนได้อภิปรายร่วมกัน มีโอกาสเสนอความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนกับเพื่อนใน

ห้องเรียน ได้วิเคราะห์ข้อมูล ประเมินพิจารณาข้อเท็จจริง และสังเคราะห์เป็นแนวคิดของตนเอง การอภิปรายในประเด็นที่ขัดแย้งยังเป็นการท้าทายและเน้นให้นักเรียนหาแนวทางการแก้ปัญหา และส่งเสริมให้นักเรียนเคารพความคิดเห็นและการลงข้อสรุปของฝ่ายตรงข้ามอย่างมีเหตุผลมากขึ้น (ณภัทร พระโพธิ์วังซ้าย, 2560) การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (Context-Based Learning) ที่นำเอาบริบทที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนมากำหนดเป็นประเด็นปัญหาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนรู้สึกคุ้นชินกับสถานการณ์และเกิดความสนใจ พยายามที่จะสืบค้นหาข้อมูลเพื่อนำมาอภิปรายโต้แย้งกับเพื่อนที่เห็นต่างและสามารถตัดสินใจได้ (พัชรภรณ์ บุญยทรรศนีย์, 2558) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socioscientific Issues-Based Instruction) เป็นการนำประเด็นปัญหาทางสังคมที่สอดคล้องกับวิทยาศาสตร์และยังไม่มีคำตอบชัดเจนที่อาจทำให้การดำเนินชีวิตในสังคมปัจจุบันเกิดปัญหาได้ มาใช้เชื่อมโยงเข้ากับเนื้อหาเพื่อนำไปสู่การตั้งประเด็นคำถาม วิเคราะห์ สืบค้นตรวจสอบหาเหตุผลมาใช้ในการโต้แย้ง และการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นเหล่านั้น (กฤษฎา ทองประไพ, 2559; ณัฐรัฐพญู เสริมสุข, 2558; วิไลวรรณ ทรงศิลป์, 2560) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument Driven Inquiry : ADI) เป็นการจัดการกิจกรรมที่ให้นักเรียนลงมือสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอเหตุผลของตนเองและได้ถกเถียงในประเด็นต่าง ๆ ร่วมกันโดยใช้เหตุผลและหลักฐานที่ได้จากการสืบค้นมาสร้างเป็นข้อกล่าวอ้าง และมีการเขียนรายงานเพื่อทบทวนคำอธิบายระหว่าง การลงมือปฏิบัติ (Sampson & Clark, 2009; Walker & Sampson, 2013)

โดยการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ส่วนใหญ่จะมีลักษณะที่ให้นักเรียนได้อภิปรายโต้แย้ง ผลัดกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็น นักเรียนเกิดการถกเถียงในประเด็นต่าง ๆ ร่วมกัน พยายามหาเหตุผลและหลักฐานมาสนับสนุนเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างของตนเองเป็นจริง แต่รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้นนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อจำกัด พบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง มีหลายขั้นตอนและบางขั้นตอนไม่ได้ส่งเสริมทักษะดังกล่าวได้เท่าที่ควร อาจส่งผลให้ระยะเวลาไม่เพียงพอต่อการเรียนรู้การโต้แย้ง ส่วนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานนั้น ถ้าเลือกบริบทที่นักเรียนไม่เคยรับรู้หรือไม่คุ้นเคยจะยากที่จะทำความเข้าใจ รวมทั้งจะทำให้การจัดการเรียนรู้ในครั้งนั้นไม่น่าสนใจและอาจไม่บรรลุตามวัตถุประสงค์ได้ (Gilbert et al., 2011) รวมทั้งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาทำให้บางกิจกรรมไม่สามารถให้นักเรียนมีส่วนร่วมได้ทุกคน (ณัฐรัฐพญู เสริมสุข, 2558) ส่วนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทาง

วิทยาศาสตร์ถ้ามีการสอนอภิปรายโต้แย้งแบบชัดแจ้งร่วมด้วยจะสามารถพัฒนาทักษะดังกล่าวได้ยิ่งขึ้น (Zohar & Nemet, 2003) และการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเป็นการบูรณาการทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ในบริบทของการสืบเสาะ เป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบ สืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และนำข้อมูลที่ได้จากกระบวนการดังกล่าว มาสร้างเป็นข้อกล่าวอ้าง โดยมีหลักฐานและเหตุผลสนับสนุนที่เพียงพอ สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาที่ศึกษาได้ และยังพบว่าการเรียนรู้สามารถพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ทุกองค์ประกอบ (Cavagnetto, 2010; เอกภูมิ จันทรขันธ์, 2559) ซึ่งอาจเห็นได้จากงานวิจัยของ ภาวิณี จันทรหอม (2562) และเมธานนท์ สง่าชาติ (2562) ที่ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับดีมาก และสามารถพัฒนาได้ทุกองค์ประกอบ เช่นเดียวกับ พิมพ์ผกา คำอาจ (2565) และอัปสร พันธุ์ฤทธิ์ (2560) ที่คะแนนทักษะดังกล่าวเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน นั้นแสดงว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเป็นรูปแบบหนึ่งที่พัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

แม้ว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งจะส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ แต่ยังมีบางองค์ประกอบที่พัฒนาได้น้อยหรืออยู่ในระดับต่ำ เช่น การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถมองมุมมองของคนอื่นที่คิดเห็นต่างจากตนเอง อีกทั้งการแสดงหลักฐานสนับสนุน อาจเป็นเพราะการหาหลักฐานมาสนับสนุนให้มีความน่าเชื่อถือทำได้ยากกว่าที่แสดงเหตุผลเพียงอย่างเดียว นักเรียนจึงมีปัญหากับการเลือกใช้หลักฐานมาสนับสนุนหรือไม่สามารถนำเสนอหลักฐานได้ และในการโต้แย้งจำเป็นต้องใช้กระบวนการคิดขั้นสูง สอดคล้องกับงานวิจัยของ อัปสร พันธุ์ฤทธิ์ (2560) ที่นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนโดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง และในองค์ประกอบด้านการให้เหตุผลสนับสนุนและด้านการให้เหตุผลในการโต้แย้งกลับที่ก่อนและหลังเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ แสดงว่านักเรียนให้ข้อกล่าวอ้างได้แต่ไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนได้และข้อมูลที่นำมาใช้เป็นหลักฐานไม่มีความสอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง หรือยังขาดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนการโต้แย้งของตนเองได้และนักเรียนขาดความสามารถด้านการให้เหตุผลกลับ และในงานวิจัยของ พิมพ์ผกา คำอาจ (2565) ที่ผลการศึกษาพบว่า องค์ประกอบด้านข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เช่นเดียวกับที่ผู้วิจัยได้สำรวจทักษะดังกล่าวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าอยู่ในระดับควรปรับปรุง โดยนักเรียนไม่สามารถแสดงเหตุผลสนับสนุน และเลือกใช้หลักฐานที่สอดคล้องหรือนำเสนอเชื่อถือได้ และจากการสังเกตการ

จัดการเรียนรู้ในห้องเรียนเมื่อมีประเด็นคำถามให้นักเรียนร่วมอภิปราย นักเรียนมักจะตอบคำถามโดยใช้การคาดคะเนคำตอบ มากกว่าทำการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม และการจัดกิจกรรมบางส่วนยังไม่สอดคล้องกับแนวทางที่นักเรียนจะนำความรู้ไปสร้างข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐาน ซึ่งเห็นจากระดับของทักษะดังกล่าวนี้ที่อยู่ในระดับควรปรับปรุง ผู้วิจัยจึงศึกษาการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และการให้หลักฐานสนับสนุนที่ดีของนักเรียน พบว่าในงานวิจัยของ ศรีณีย์ อัมระนันท์ (2558) ที่ศึกษาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง สรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากในการเรียนรู้ได้ใช้คำถามระดับสูงนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา และใช้เพื่อประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งคำถามระดับสูงตามแนวคิดของ Bloom (1956) ประกอบด้วย 1) คำถามการนำไปใช้ 2) คำถามวิเคราะห์ 3) คำถามสังเคราะห์ และ 4) คำถามประเมินค่า

คำถามระดับสูงมีบทบาทต่อการเรียนรู้ ช่วยกระตุ้นการคิดของนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายข้อมูล สามารถสร้างแนวคิดใหม่ ๆ หรือสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งการใช้คำถามระดับสูงส่งผลให้นักเรียนเกิดการคิดขั้นสูงและคิดอย่างมีเหตุผล ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างเหตุผลกับหลักฐาน เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ หรือเพื่อยืนยันข้อกล่าวอ้างของตนเองให้มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งหากใช้คำถามระดับสูงในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องจนนักเรียนคุ้นเคย จะสามารถช่วยพัฒนาการคิดและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ (Zeineddin & Abd-El-Khalick, 2010; Zimmerman, 2005; กัญญา วีระวรรณ, 2536; ศรีณีย์ อัมระนันท์, 2558) การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หรืออาจกล่าวได้ว่าการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผล ซึ่งการโต้แย้งที่ดีนักเรียนต้องมีวิธีคิดและให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ดีด้วย (Eemeren, Grootendorst, Johnson, & Willard, 1996; Kundariatia, Maghfirohb, Indriwatic, Rohmand, & Priambodoe, 2021)

ในงานวิจัยนี้ใช้เนื้อหาเรื่องทรัพยากรพลังงาน เนื่องจากทรัพยากรพลังงานมีประเด็นปัญหาที่เหมาะสมกับการโต้แย้ง สามารถนำมาเป็นประเด็นในการโต้แย้งได้ เช่น เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ พลังงานที่ยังจำเป็นจริงหรือ การสำรวจปิโตรเลียมส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แก๊สธรรมชาติดีกว่าน้ำมันจริงหรือ การผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมมีประโยชน์มากกว่าโทษจริงหรือ และการใช้พลังงานทดแทนดีกว่าการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลจริงหรือ นอกจากนี้เนื้อหาเรื่องทรัพยากรพลังงานยังมีความสำคัญในปัจจุบัน โดย กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2562)

และกระทรวงพลังงาน (2564) ได้ให้ความสำคัญในเรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยต้องการลดผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก อีกทั้งองค์การพลังงานหมุนเวียนระหว่างประเทศ (International Renewable Energy Agency : IRENA) (2560) ได้กล่าวถึงความสำคัญของพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) ว่าเป็นพลังงานที่สามารถนำมาใช้โดยไม่มีวันหมด เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานลม และพลังงานที่เกิดจากขยะมูลฝอย ซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และสามารถสร้างขึ้นทดแทนได้ในระยะเวลาอันสั้นไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เมื่อนักเรียนอยู่ในสังคมที่ตระหนักถึงสิ่งแวดล้อมและมีการพูดถึงการใช้พลังงาน นักเรียนควรรู้และทำความเข้าใจกระบวนการเกิด สมบัติ แนวทางการใช้ประโยชน์ และตระหนักถึงผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และสามารถนำเสนอแนวทางการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์อย่างเหมาะสม รวมทั้งระบุข้อดี ข้อจำกัดและแนวทางการใช้พลังงานทดแทนที่เหมาะสมในท้องถิ่น นอกจากนี้ จากประสบการณ์การจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมาของผู้วิจัยในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเฉลี่ยไม่ผ่านเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดและจำเป็นต้องมีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อให้ผ่านเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนด ซึ่งการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น (วราลี สีนธูวา, 2560)

จากความสำคัญและสภาพปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงดำเนินการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องทรัพยากรพลังงาน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

คำถามวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สามารถพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้หรือไม่ อย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้หรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยนี้ทำให้ได้แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน ที่ออกแบบโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และเป็นข้อมูลสำหรับครูวิทยาศาสตร์นำไปปรับปรุงและพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะดังกล่าวและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อีกทั้งเป็นแนวทางให้โรงเรียนและครูวิทยาศาสตร์ได้เห็นความสำคัญของทักษะโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเนื้อหาและระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มีขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรปราการ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรปราการ จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 40 คน โดยวิธีการเลือกแบบตามความสะดวก (Convenience Sampling) เนื่องจากทุกห้องมีการจัดชั้นเรียนแบบลดความสามารถ เก่ง กลาง อ่อน ทำให้ห้องเรียนทุกห้องมีความสามารถใกล้เคียงกัน และเมื่อสำรวจทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับควรปรับปรุง

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้
คำถามระดับสูง เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน

2. ตัวแปรตาม แบ่งเป็นดังนี้

2.1 ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้
คำถามระดับสูง หมายถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนวิเคราะห์และอภิปรายเกี่ยวกับ
ประเด็นปัญหาต่าง ๆ มีโอกาสในการพัฒนาการสร้างข้อมูล การสำรวจ ตรวจสอบ รวบรวมและ
วิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารและอภิปรายความคิดเห็นกับผู้อื่น รวมทั้งการเขียนผลการปฏิบัติงานและมี
ส่วนร่วมในการโต้แย้ง โดยมีการสอดแทรกการใช้คำถามระดับสูงที่เน้นการส่งเสริมทักษะการ
โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในระหว่างการทำกิจกรรม ส่วนนักเรียนนั้นจะมีบทบาทในการคิด การหา
คำตอบและแสดงความคิดเห็นภายใต้การสืบเสาะและการโต้แย้งเพื่อให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้
และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยจะใช้คำถามระดับสูง ตามแนวคิดของ Bloom (1956)
ซึ่งประกอบด้วย คำถามการนำไปใช้ (Application) คำถามการวิเคราะห์ (Analysis) คำถามการ
สังเคราะห์ (Synthesis) และคำถามประเมินค่า (Evaluation) โดยมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน (Identification of the Task) การนำเข้าสู่ภาระงานที่
นักเรียนต้องปฏิบัติเพื่อสร้างความเข้าใจในประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษา โดยครูสร้าง
ความสนใจ ตรวจสอบความรู้เดิมและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะศึกษา จากนั้นนำไปสู่
การระบุภาระงาน พร้อมกำหนดและชี้แจงกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องทำ

ขั้นที่ 2 สำรวจและรวบรวมข้อมูล (The Generation of Data) เป็นขั้นที่นักเรียน
ทำงานเป็นกลุ่ม ร่วมกันวางแผน ออกแบบการสำรวจ ตรวจสอบประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่
ศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและเขียนสรุปผลการสำรวจตรวจสอบ ในระหว่างการทำ
กิจกรรมครูผู้สอนใช้คำถามระดับสูงเพื่อให้นักเรียนสามารถเขียนข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน
ได้ ดังนี้ นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนที่ดี ควรมีลักษณะอย่างไร และเพื่อให้
นักเรียนสามารถให้ข้อสนับสนุนของการโต้แย้งได้ ดังนี้ ถ้าข้อกล่าวอ้างของนักเรียนยังไม่น่าเชื่อถือ
นักเรียนจะมีวิธีการใดที่ทำให้ข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นจริง และใช้คำถามระดับสูงเพื่อให้นักเรียน
สามารถเลือกใช้หลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือได้ ดังนี้ จากการสืบค้นข้อมูล นักเรียนคิดว่าหลักฐานของ
นักเรียนมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ อย่างไร

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument) เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันสร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้นของกลุ่ม เพื่ออธิบายผลการสำรวจตรวจสอบข้อมูลที่ได้รวบรวมมาและนำมาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง การให้เหตุผล และหลักฐาน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม เพื่อเตรียมนำเสนอนำขั้นเรียน โดยครูผู้สอนใช้คำถามระดับสูงเพื่อให้นักเรียนสามารถลงข้อสรุปและเลือกข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนของกลุ่มได้ ดังนี้ การนำเสนอข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนของเพื่อนในกลุ่มประเด็นที่นักเรียนเห็นตรงกันคืออะไร เพราะเหตุใด และเพื่อให้นักเรียนสามารถให้ข้อสนับสนุนของการโต้แย้งได้ ครูผู้สอนใช้คำถามดังนี้ นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนของเพื่อนมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร และเพื่อให้นักเรียนสามารถเลือกหลักฐานในการโต้แย้งของกลุ่มได้ ดังนี้ จากการสืบค้นข้อมูล นักเรียนจะเลือกหลักฐานของเพื่อนคนใดเพื่อใช้เป็นหลักฐานในการโต้แย้งของกลุ่ม เพราะเหตุใด

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (Argument Session) เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อโต้แย้งเบื้องต้นของกลุ่มและมีการโต้แย้งระหว่างกัน แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นร่วมกัน เพื่อให้ได้ข้อสรุปของประเด็นที่ศึกษา โดยมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ครูผู้สอนกำหนดประเด็นการโต้แย้ง (2) ครูผู้สอนนิยามคำสำคัญของการโต้แย้งให้เข้าใจตรงกัน (3) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งเบื้องต้นของกลุ่ม และ (4) ให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ แสดงความเห็นด้วยหรือขัดแย้งต่อข้อกล่าวอ้าง การให้เหตุผลและหลักฐานของกลุ่มที่นำเสนอพร้อมให้เหตุผลประกอบ โดยครูผู้สอนใช้คำถามระดับสูงเพื่อให้นักเรียนสามารถให้ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนที่ดีได้ ดังนี้ นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนของเพื่อนมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร และเพื่อให้นักเรียนสามารถให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปได้ ดังนี้ จากข้อกล่าวอ้างของเพื่อนที่เห็นต่าง นักเรียนคิดว่าเหตุผลใดบ้างที่ถูกต้อง เพราะเหตุใด และใช้คำถามระดับสูงเพื่อให้นักเรียนสามารถให้ข้อสนับสนุนของการโต้แย้งได้ ดังนี้ จากข้อกล่าวอ้างของเพื่อนที่เห็นต่าง นักเรียนคิดว่าเหตุผลใดบ้างที่ไม่เป็นจริง เพราะเหตุใด จากนั้นครูผู้สอนใช้คำถามระดับสูงเพื่อให้นักเรียนสามารถประเมินความน่าเชื่อถือของหลักฐานได้ ดังนี้ นักเรียนคิดว่าหลักฐานของเพื่อนมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ อย่างไร

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Creation of a Written Investigation Report) เป็นขั้นที่นักเรียนเขียนรายงานเป็นรายบุคคล เพื่ออธิบายถึงสิ่งที่ทำจากกิจกรรมการโต้แย้ง โดยแสดงออกมาในรูปแบบการเขียน ซึ่งแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่

(1) วัตถุประสงค์ของการศึกษา (2) วิธีการสำรวจตรวจสอบข้อมูล และ (3) คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของประเด็นการโต้แย้ง

2. ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำหลักฐานมาวิเคราะห์ พิจารณาร่วมกับการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลและหลักฐานเข้าด้วยกัน มาใช้ในการสนับสนุนความคิดเห็นหรือตัดสินใจเลือกในประเด็นใดประเด็นหนึ่ง รวมถึงการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้ที่มีความคิดเห็นไม่ตรงกัน เพื่อโน้มน้าวให้อีกฝ่ายมีความเห็นไปในทิศทางเดียวกัน แบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบตามแนวคิดของ Lin & Mintzes (2010) ได้แก่

1. ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน (Claims and Warrants) หมายถึง การระบุข้อสรุปหรือข้อเรียกร้องที่จะแสดงจุดยืนของตนเอง และให้เหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

2. ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (Counterarguments) หมายถึง การระบุเหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของฝ่ายตรงข้ามที่คิดเห็นต่างออกไปจากตนเอง

3. ข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง (Supportive Arguments) หมายถึง การระบุเหตุผลเพิ่มเติม โดยเป็นเหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเพิ่มขึ้น หรือใช้โต้แย้งฝ่ายตรงข้ามเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลของฝ่ายตรงข้ามนั้นไม่เป็นจริง

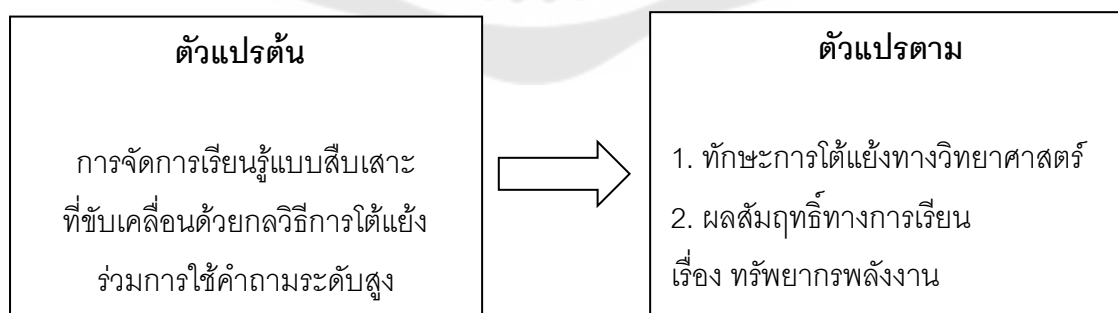
4. หลักฐาน (Evidence) หมายถึง การเสนอหลักฐาน ข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพื่อประกอบการอธิบายเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างและจะต้องมาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ

วัดได้จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาจากแบบวัดของ Lin & Mintzes (2010) เป็นแบบวัดชนิดเขียนตอบ โดยใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่สอดคล้องกับบริบทของหน่วยการเรียนรู้และมีเกณฑ์ที่ระบุตามองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์โต้แย้งจำนวน 4 ประเด็น ประเด็นละ 4 ข้อ รวม 16 ข้อ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องทรัพยากรพลังงาน หมายถึง ผลที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ที่จะทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ โดยแบ่งพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัดออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความรู้-ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ 3) ด้านการนำไปใช้ 4) ด้านการวิเคราะห์ และ 5) ด้านการประเมินค่า สามารถวัดได้จากแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ (Multiple choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่ศึกษาการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งได้ผลการศึกษาในทิศทางเดียวกันที่พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มสูงขึ้นและมีระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น (Chen, Wang, Lu, Lin, & Hong, 2016; ภาวิณี จันทร์หอม, 2562; อัปสร พันธุ์ฤทธิ์, 2560) แม้ว่าการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวนี้สามารถพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ แต่ยังพบว่าในงานวิจัยของ อัปสร พันธุ์ฤทธิ์ (2560) ที่ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนโดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง เห็นได้ว่านักเรียนยังขาดการเสนอเหตุผลและมีปัญหาในการเลือกใช้หลักฐานที่น่าเชื่อถือได้ ผู้วิจัยจึงศึกษาการส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และการให้หลักฐานสนับสนุนที่ดีของนักเรียน พบว่า ในงานวิจัยของ ศรัณย์ อัมระนันท์ (2558) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูงที่มีผลต่อการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ พบว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เห็นได้ว่านักเรียนสามารถใช้หลักฐานที่ได้จากศึกษาค้นคว้าในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล เพื่อยืนยันข้อสรุปของตนอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ (Zeineddin & Abd-El-Khalick, 2010; Zimmerman, 2005) การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการโต้แย้งที่ดี นักเรียนจำเป็นต้องมีวิธีคิดและให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ดี (Eemeren et al., 1996; Kundariatia et al., 2021) ผู้วิจัยจึงได้ผนวกการใช้คำถามระดับสูงเข้าไปใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง แสดงได้ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่องทรัพยากรพลังงาน มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าคะแนนจุดตัด
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่องทรัพยากรพลังงาน ร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าคะแนนจุดตัด



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่องทรัพยากรพลังงาน
2. การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ความสำคัญของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
 - 2.3 องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
 - 2.4 รูปแบบการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
 - 2.5 เทคนิคการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
 - 2.6 แนวทางการวัดและการประเมินความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
 - 3.1 ที่มาและความสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
 - 3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
 - 3.3 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
4. คำถามระดับสูง
 - 4.1 ความหมายของคำถามระดับสูง
 - 4.2 ประเภทของคำถามระดับสูง
 - 4.3 การใช้คำถามระดับสูงเพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
5. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

- 6.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- 6.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- 7. คะแนนจุดตัด
 - 7.1 ความหมายของคะแนนจุดตัด
 - 7.2 การกำหนดคะแนนจุดตัด

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

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่องทรัพยากรพลังงาน ที่พัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้พัฒนาขึ้นโดยมีความสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้เรื่องทรัพยากรพลังงาน สอดคล้องกับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตาราง 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. เปรียบเทียบ กระบวนการเกิด สมบัติ และการใช้ประโยชน์ รวมทั้งอธิบาย ผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ จากข้อมูลที่รวบรวมได้	เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพของซากสิ่งมีชีวิตในอดีต โดยกระบวนการทางเคมีและธรณีวิทยา เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ได้แก่ ถ่านหิน หินน้ำมัน และปิโตรเลียม ซึ่งเกิดจากวัฏฏ่ต้นกำเนิด และสภาพแวดล้อมการเกิดที่แตกต่างกัน ทำให้ได้ชนิดของเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ที่มีลักษณะสมบัติ และการนำไปใช้ประโยชน์แตกต่างกัน สำหรับปิโตรเลียมจะต้องมีการผ่านการกลั่นลำดับส่วนก่อนการใช้งานเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป เนื่องจากต้องใช้เวลาหลายล้านปีจึงจะเกิดขึ้นใหม่ได้
2. แสดงความตระหนักถึงผลจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์โดยนำเสนอแนวทางการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์	การเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์จะทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ก็สบางชนิดที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และไนตรัสออกไซด์ ยังเป็นแก๊สเรือนกระจกซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกรุนแรงขึ้น ดังนั้นจึงควรใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ โดยคำนึงถึงผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น เลือกใช้พลังงานทดแทน หรือเลือกใช้เทคโนโลยีที่ลดการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์
3. เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของพลังงานทดแทนแต่ละประเภทจากการ	เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เนื่องจาก

ตาราง 1 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
รวบรวมข้อมูลและนำเสนอแนวทางการใช้พลังงานทดแทนที่เหมาะสมในท้องถิ่น	เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์มีปริมาณจำกัดและมักเพิ่มมลภาวะในบรรยากาศมากขึ้น เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล พลังงานคลื่น พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานไฮโดรเจน ซึ่งพลังงานทดแทนแต่ละชนิดจะมีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน

จากการศึกษาผู้วิจัยได้เลือกสาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ มาตรฐาน ว 3.2 ทั้งหมด 3 ตัวชี้วัด เพื่อนำไปใช้ในการจัดโครงสร้างเนื้อหา กำหนดเนื้อหาสำหรับพัฒนาเป็นหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. มุมมองด้านผลลัพธ์ เป็นข้อสรุปที่ได้จากบุคคลหรือกลุ่มคนที่มีความคิดตรงกันข้ามกันถกเถียงกันเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ไม่สามารถจะหาข้อสรุปของการถกเถียงได้ และพยายามที่จะหาเหตุผลสนับสนุนเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างเป็นจริงและน่าเชื่อถือ โดยจะต้องมีการเสนอหลักฐานที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบ หรือการลงมือทำการทดลองเพื่อหาหลักฐานสนับสนุน ร่วมกับการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลและหลักฐานเข้าด้วยกัน (Kuhn, 2003; ศรีบุญเปศลรินทร์, 2560; เอกภูมิ จันทรขันธ์, 2559)

2. มุมมองด้านกระบวนการ เป็นกระบวนการที่เกี่ยวกับการวิพากษ์วิจารณ์ข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบ โดยอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การเสนอเหตุผลและหลักฐานเป็นพื้นฐานสำคัญเพื่อนำไปสู่ข้อกล่าวอ้างที่เป็นจริง (Osborne, Erduran, & Simon, 2004) และระบบของข้อสรุปนั้นมีความสามารถในการชักจูงและใช้เป็นแนวทางของการหาเหตุผลเพื่อให้ได้ข้อสรุปเรียกว่าหลักฐาน โดยหลักฐานที่จะใช้ในการโต้แย้งจะต้องมีความสัมพันธ์กันเป็นเหตุเป็นผลกันและต้องมีความน่าเชื่อถือ (Besnard & Hunter, 2008; สุคนธา โคตรโสภา, 2559)

3. มุมมองด้านความสามารถ เป็นระดับความสามารถที่ระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน เพื่อแสดงจุดยืนของตนเอง สามารถประเมินและพิจารณาความน่าเชื่อถือของหลักฐานและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ โดยอาศัยทักษะกระบวนการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ (Critical Thinking) และหลักคุณธรรม จริยธรรม (กฤษฎา ทองประไพ, 2559; พัชรภรณ์ บุญยพรรณณี, 2558)

จากความหมายที่กล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำหลักฐานมาวิเคราะห์ พิเคราะห์ร่วมกับการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลและหลักฐานเข้าด้วยกัน มาใช้ในการสนับสนุนความคิดเห็นหรือตัดสินใจเลือกในประเด็นใดประเด็นหนึ่ง รวมถึงการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้ที่มีความเห็นไม่ตรงกัน เพื่อนำมาให้อีกฝ่ายมีความเห็นไปในทิศทางเดียวกัน

2.2 ความสำคัญของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ในสังคมปัจจุบันมีหลายประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น รวมทั้งประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งล้วนมีความเกี่ยวข้องต่อการดำเนินชีวิต ดังนั้นทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ จึงสำคัญที่ช่วยนักเรียนในด้านของการศึกษาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ส่งเสริมการตัดสินใจของนักเรียน โดย เกษร สุขขารี (2559) ได้กล่าวว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นการถกเถียงกันเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น เนื่องจากมีทฤษฎีที่แตกต่างกัน การคิดอย่างมีเหตุผลจึงสามารถช่วยให้ตัดสินใจได้ว่าสิ่งใดถูกต้อง จะช่วยการตัดสินใจในสภาพการณ์ต่างๆ ได้ เช่นเดียวกับ Driver et al. (2000) ที่อธิบายว่าการโต้แย้งเป็นส่วนสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการตัดสินใจได้อย่างรวดเร็วในสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง และยังสามารถทำให้มุมมองที่ต่างออกไป พิจารณาความเหมาะสมหรือความถูกต้องที่มีอยู่ และตัดสินใจโดยใช้เหตุผลที่ถูกต้องได้ (Lin & Mintzes, 2010)

2. ส่งเสริมทักษะการสื่อสารของนักเรียน โดย อัครวิน ณะนะปัด (2558) กล่าวว่า การโต้แย้งเป็นบทสนทนาที่เต็มไปด้วยการโต้เถียงกัน นักเรียนจำเป็นต้องมีการสื่อสารที่ดีเพื่อเสนอหลักการวิทยาศาสตร์ในการให้เหตุผลประกอบการบรรยาย สอดคล้องกับ เอกภูมิ จันทรขันธ์ (2559) ที่กล่าวว่าผู้ที่มีการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ดีจะสามารถสื่อสารในสิ่งที่ต้องการจะอธิบายและทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้

3. ส่งเสริมการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังที่ เอกภูมิ จันทรขันธ์ (2559) ได้กล่าวว่า ผู้ที่มีการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ดีจะสามารถคิดวิเคราะห์และลงมือสำรวจ

รวบรวมข้อมูล และสามารถนำข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ในหลากหลายมุมมอง เชื่อมโยงข้อมูลเพื่อสร้างหลักฐานในการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4. ส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการโต้แย้งทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจแนวคิดของเรื่องที่เรียนผ่านการโต้แย้งได้ เนื่องจากจะต้องเสนอเหตุผลที่เป็นวิทยาศาสตร์มาใช้ในการโต้แย้งและประกอบการบรรยาย เพื่อให้แนวคิดนั้นมีความน่าเชื่อถือ (ภาวิณี จันทร์หอม, 2562; อัสวิน ณะปะปัด, 2558)

5. ส่งเสริมทักษะด้านการคิดขั้นสูง เมื่อนักเรียนได้ฝึกการทำกิจกรรมการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์แล้ว ยังได้ฝึกเกี่ยวกับการสืบค้น มีการเปรียบเทียบข้อมูลจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ (พรพรรณ พลเยี่ยม, 2556) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (กมลณีย์ เกษตระ, 2554) และการคิดเชิงเหตุผล (พัฒน์วงศ์ ดอกไม้, 2555)

2.3 องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

นักวิชาการศึกษาหลายท่าน แบ่งองค์ประกอบไว้แตกต่างกัน ดังตาราง 2

ตาราง 2 องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักวิชาการศึกษา

นักวิชาการศึกษา	องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
Toulmin (2003)	แบ่งออกเป็น 6 องค์ประกอบ ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือข้อสรุปที่จะนำไปสู่การโต้แย้ง 2) ข้อมูล (Data) คือ ข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา ใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง 3) ข้อมูลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) คือข้อมูล กฎเกณฑ์ หลักการที่เสนอเพื่อทำให้การเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างนั้นมีความน่าเชื่อถือหรือมีเหตุผล 4) เหตุผลสนับสนุนเพิ่มเติม (Backing) คือข้อตกลงเบื้องต้นที่ยอมรับโดยทั่วไป ซึ่งใช้สร้างความน่าเชื่อถือของเหตุผลสนับสนุน 5) ระดับของความเป็นไปได้ (Qualifier) คือสิ่งที่ระบุถึงเงื่อนไขหรือข้ออ้างอื่น ๆ ที่แตกต่างออกไปโดยมีการคาดคะเนถึงเหตุผลที่ทำให้ผู้อื่นนำมาใช้ในการคัดค้าน 6) เหตุผลคัดค้าน (Rebuttal) คือ สิ่งที่กำหนดสภาพการณ์หรือ

ตาราง 2 (ต่อ)

นักวิชาการศึกษา	องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
<p>Maloney & Simon (2006) และ Osborne et al. (2004)</p>	<p>หลักฐานที่ทำให้ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลของผู้อื่นไม่เป็นจริง แบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ข้ออ้าง (Claim) สิ่งที่เป็นความคิดหรือข้อคิดเห็น เป็นความรู้ส่วนบุคคลซึ่งมีความแตกต่างกันโดยจะขึ้นอยู่กับความเชื่อ ค่านิยม และวัฒนธรรมในสังคมนั้น ๆ 2) ข้อมูล (Data) สิ่งที่ใช้ในการอธิบายข้ออ้างให้มีความชัดเจนและทำให้ข้ออ้างนั้นดูน่าเชื่อถือ 3) เหตุผลสนับสนุน (Warrant) สิ่งที่ใช้ในการสนับสนุนข้ออ้างที่ประกอบด้วยข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ทำให้ข้ออ้างนั้นมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น 4) เหตุผลสนับสนุนเพิ่มเติม (Backing) คำอธิบายที่ผู้ใช้สร้างเงื่อนไขมาสนับสนุนเพื่อการยอมรับเหตุผล เพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงกันระหว่างข้อมูล และข้ออ้าง
<p>Lin & Mintzes (2010)</p>	<p>แบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน (Claims and Warrants) หมายถึง การระบุข้อสรุปหรือข้อเรียกร้องที่จะแสดงจุดยืนของตนเอง และให้เหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งอาจได้รับการโต้แย้งหรือคัดค้านจากผู้อื่นได้ 2) ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (Counterarguments) หมายถึง การระบุเหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของฝ่ายที่คิดเห็นต่างออกไปจากตนเอง 3) ข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง (Supportive Arguments) หมายถึง การระบุเหตุผลเพิ่มเติม โดยเป็นเหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของเราเพิ่มขึ้น หรือใช้โต้แย้งฝ่ายตรงข้ามเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างและเหตุผล ของฝ่ายตรงข้ามนั้นไม่เป็นจริง 4) หลักฐาน (Evidence) หมายถึง การเสนอหลักฐาน ข้อเท็จจริง หรือข้อมูลเพื่อประกอบการอธิบายเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

ตาราง 2 (ต่อ)

นักวิชาการศึกษา	องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
Hong, Lu, Chen, & Hou (2013)	<p>และจะต้องมาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ</p> <p>แบ่งออกเป็น 5 องค์ประกอบ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ จุดยืนเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เป็นประเด็นปัญหาที่กำลังถูกอภิปราย 2) หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อกล่าวอ้างที่เป็นเพียงความเชื่อส่วนบุคคล การที่จะหาหลักฐานเชิงประจักษ์นั้นเป็นเรื่องยาก ดังนั้นหลักฐานจะต้องประกอบด้วยคำอธิบาย 3) คำอธิบาย (Explanation) คือ การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยถ้าหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างไม่มีความสัมพันธ์กัน หลักฐานก็ไม่สามารถสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ 4) ข้อโต้แย้งต่างออกไป (Counterargument) คือ ข้อกล่าวอ้างที่จะได้รับการยอมรับจะต้องมีการตรวจสอบหลักฐาน หรือคำอธิบายอื่น ๆ 5) ข้อคัดค้าน (Rebuttal) คือ การหักล้างข้อโต้แย้งของอีกฝ่ายโดยการอ้างหลักฐานหรือคำอธิบายที่มีความไม่สอดคล้องกับข้อโต้แย้งของอีกฝ่ายที่จะรักษาข้อกล่าวอ้างหนึ่งไว้

จากตาราง 2 พบว่า มีนักวิชาการศึกษาหลายท่านระบุองค์ประกอบแตกต่างกันออกไป เช่น จำนวนขององค์ประกอบ ชื่อเรียกของแต่ละองค์ประกอบ และคำจำกัดความ ขึ้นอยู่กับมุมมองของนักวิจัย ทั้งนี้ องค์ประกอบการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ Maloney & Simon (2006), Osborne et al. (2004), Toulmin (2003) พบว่า ข้อกล่าวอ้าง (Claim) ข้อมูล (Data) และเหตุผลสนับสนุน (Warrant) เป็นองค์ประกอบที่ต้องอาศัยข้อมูลที่ใช้ในการสรุปข้อกล่าวอ้างและสามารถใช้รวมกันได้ กล่าวคือข้อมูลถูกนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของเหตุผลได้ ซึ่งสอดคล้องกับองค์ประกอบของ Lin & Mintzes (2010) ที่รวบรวมเอา ข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล และเหตุผลสนับสนุนรวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน คือ ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน ทำให้มีความชัดเจนและครอบคลุมขึ้น นอกจากนี้ Maloney & Simon (2006), Osborne et al. (2004), Toulmin (2003) ได้ใช้ องค์ประกอบเหตุผลสนับสนุนเพิ่มเติม (backing) ที่ใช้ในการอธิบายเหตุผลเพิ่มเติม โดยนำข้อมูล

ต่าง ๆ มาสนับสนุนให้เหตุผลมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น เมื่อพิจารณาในองค์ประกอบ หลักฐาน (Evidence) ของ Lin & Mintzes (2010) พบว่ามีความสอดคล้องกัน คือ มีการหาเหตุผล หลักฐาน มาสนับสนุนเพื่อประกอบการอธิบายเหตุผล อีกทั้งองค์ประกอบระดับของความเป็นไปได้ (Qualifier) ของ Toulmin (2003) ที่ระบุถึงเงื่อนไขหรือข้ออ้างอื่น ๆ ที่แตกต่างออกไปพร้อมเหตุผล ที่มีโอกาสเป็นไปได้ ซึ่งขาดความน่าเชื่อถือเพราะเป็นการคาดคะเน ส่วนองค์ประกอบโต้แย้งที่ต่าง ออกไป (Counterarguments) ของ Lin & Mintzes (2010) มีการระบุแนวคิดที่สนับสนุนข้ออ้างที่ ต่างออกไปทำให้มีความน่าเชื่อถือมากกว่า อีกทั้งองค์ประกอบข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง (Supportive Arguments) เป็นการให้แนวคิดที่นำมาใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างเพิ่มขึ้นหรือนำ เหตุผลมาใช้เพื่อหักล้างข้อโต้แย้งของฝ่ายตรงข้ามให้ไม่เป็นจริง ซึ่งมีความชัดเจนมากกว่า องค์ประกอบเหตุผลคัดค้าน (Rebuttal) ของ Hong et al. (2013), Toulmin (2003) ที่ระบุเหตุผล หรือหลักฐานที่ทำให้ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลของผู้อื่นไม่เป็นจริง

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้องค์ประกอบของ Lin & Mintzes (2010) โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้ ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน (Claims and Warrants) ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (Counterarguments) ข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง (Supportive Arguments) และหลักฐาน (Evidence) เนื่องจากในแต่ละองค์ประกอบแตกต่างกันอย่างชัดเจน สามารถเชื่อมโยงหากันได้ มี ประโยชน์ต่อการสร้างแบบวัดที่ใช้ประเมินทักษะดังกล่าวได้ อีกทั้งสามารถวิเคราะห์ผลในแต่ละ องค์ประกอบได้ชัดเจน

2.4 การจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

2.4.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลัง

การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการอภิปรายได้เสนอความคิดเห็นและมี โอกาสในการผลักดันนำเสนอข้อคิดเห็นในชั้นเรียน เกี่ยวกับประเด็นขัดแย้งที่พบเจอจาก ประสบการณ์หรือในสื่อการเรียนรู้ นักเรียนได้ใช้ประสบการณ์เดิมที่ตนมีอยู่มาร่วมประกอบการ พิจารณาและควรมุ่งเน้นการสร้างข้อสรุปร่วมกันรวมถึงเหตุผลที่นำมาสู่การสร้างข้อสรุปนั้น ถือเป็นจุดสำคัญที่จะพัฒนาทักษะดังกล่าวได้ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเคารพเหตุผลของผู้อื่น และเป็นคนที่มีความเห็นมากขึ้น (ณภัทร พระโพธิ์วังซ้าย, 2560; พัชรารภรณ์ พสุวัต, 2531) การให้ เหตุผลแบบรวมพลังสามารถพัฒนาองค์ประกอบของการโต้แย้งให้เพิ่มมากขึ้นได้ (Zhan, Anderson, & Nguyen-Jahiel, 2013) โดย Soleimanirad & Shangarffam (2016) ได้ แบ่ง ออกเป็น 6 ขั้นตอน ซึ่งได้ปรับปรุงจาก Clark et al. (2003) ดังนี้ 1) หลังจากอ่านบทความ นักเรียน รวมกลุ่มย่อยเพื่อร่วมกันอภิปราย และครูทบทวนหลักการ ในแต่ละครั้งนักเรียนจะทำการศึกษา เนื้อหาที่กำหนดไว้นอกเวลาเรียนและอภิปรายร่วมกันอีกครั้ง ครูแนะนำคำศัพท์ใหม่และรูปแบบ

ประโยคบนบทความ ส่วนหลักการจะอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน 2) ตั้งคำถามสำคัญที่เป็นประเด็นขัดแย้งที่เกี่ยวกับลักษณะของตัวละครในบทอ่าน ครูได้ถามคำถามสำคัญที่เป็นประเด็นขัดแย้งที่เกิดขึ้นในบทอ่านเพื่อนำไปสู่การอภิปราย โดยลักษณะของคำถามสำคัญคือเป็นคำถามที่ไม่มีคำตอบแน่ชัด บทอ่านที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมจะถูกจัดเตรียมโดยครู หากเนื้อหาในบทอ่านมีความยาก ครูสามารถให้คำแนะนำหรือสอนเกี่ยวกับข้อมูลในบทอ่านก่อนจะเริ่มการอภิปราย 3) นักเรียนแสดงความคิดเห็น หากนักเรียนคนใดไม่มั่นใจสามารถที่จะไม่ออกความคิดเห็นในชั้นนี้ได้ ครูทบทวนเนื้อหาในบทอ่านอีกครั้งเพื่อนำประเด็นสำคัญ หรือหลักฐานเพื่อให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นและตัดสินประเด็นขัดแย้ง 4) นักเรียนจะขยายเหตุผลหรือสนับสนุนความคิดเห็นด้วยหลักฐานจากประสบการณ์เดิม นักเรียนรับฟังความคิดเห็นและเหตุผลของผู้อื่น ตัดสินจุดเด่นจุดด้อยด้วยหลักฐานหรือข้อมูลที่มีในบทอ่านหรือความรู้เดิมที่นักเรียนมี 5) นักเรียนทำทายความคิดและการให้เหตุผลซึ่งกันและกัน นักเรียนจะหาเหตุผลหรือพยายามหักล้างหรือทำทายความคิดเห็นคนอื่น 6) ครูช่วยให้นักเรียนในการสะท้อนคิดเกี่ยวกับการอภิปรายด้วยการใช้คำถามหรือให้คำแนะนำเกี่ยวกับการอภิปรายที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาในการอภิปรายครั้งถัดไป

2.4.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้เป็นการนำบริบทที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนเข้ามาใช้ในเป็นประเด็นการอภิปรายโต้แย้ง เพื่อเรียนรู้แนวคิดและฝึกการอภิปรายโต้แย้ง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นกันทั้งในกลุ่มที่คิดเห็นเช่นเดียวกัน และเพื่อนกลุ่มที่คิดเห็นตรงข้าม หรือการอภิปรายกลุ่มย่อย นักเรียนจะได้เปิดมุมมองของความคิดจากการรับฟังและนำมาคิดวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจด้วยตัวเอง เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอภิปรายโต้แย้งสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปสู่สถานการณ์อื่น ๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (Lin & Mintzes, 2010; พัชราภรณ์ บุญยทรรศนีย์, 2558; พัฒนวงศ์ ดอกไม้, 2555) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนตามแนวคิดของ Gilbert (2006) ดังนี้ 1) กำหนดสถานการณ์ ครูผู้สอนนำเสนอบริบทที่มีความเกี่ยวข้องกับผู้เรียน โรงเรียน หรือชุมชน เพื่อให้ระบุปัญหาและหาแนวทางแก้ไขปัญหา 2) ลงมือปฏิบัติ ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ได้ทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นเพื่อศึกษาค้นคว้า หรือแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง เช่น การทดลอง การแก้ปัญหา การอภิปรายกลุ่มย่อย การแสดงบทบาทสมมุติ การสืบค้นข้อมูล การประดิษฐ์คิดค้น เป็นต้น ซึ่งผู้เรียนจะได้ทราบแนวคิดใหม่ ๆ 3) เรียนรู้แนวคิดสำคัญ เรียนรู้แนวคิดที่เกี่ยวข้อง โดยการอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อค้นพบต่าง ๆ เพื่อร่วมกันสรุปแนวคิดที่ได้จากการทำกิจกรรมโดยพิจารณาถึงประสบการณ์เดิมของ

ผู้เรียนด้วย 4) นำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ครูผู้สอนร่วมกันอภิปรายกับผู้เรียน เพื่อเชื่อมโยงเกี่ยวกับแนวคิดที่ได้ไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ

2.4.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้เป็นการนำเอาประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ประเด็นที่เป็นกระแสสังคมที่กำลังให้ความสนใจและยังไม่มีคำตอบชัดเจน มาใช้ในการอภิปรายในชั้นเรียน ร่วมกันแสดงข้อคิดเห็นสามารถทำให้นักเรียนได้ข้อสรุปที่ดีเกี่ยวกับปัญหา นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นที่ศึกษาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างและฝึกการโต้แย้งในทุก ๆ องค์ประกอบ ทำให้นักเรียนสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นที่ศึกษานั้นได้ (กฤษฎา ทองประไพ, 2559; ณัฐวิทย์ สุเสริมสุข, 2558; วิไลวรรณ ทรงศิลป์, 2560) ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ตามแนวของ Sadler, Klosterman, & Topcu (2011) ดังนี้ 1) ขั้นตอนแนะนำเรื่องหรือเนื้อหาวิชา เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยสร้างความสนใจจากข่าวในนิตยสาร บทความ และโฆษณา หรืออาจนำเสนอวิถีทัศน์ของความขัดแย้งที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง 2) ทำทนายความเชื้อหลัก เป็นขั้นสร้างคำถามเพื่อเร้าให้ถกเถียงและอธิบายความเชื่อทั่วไป ความรู้ทั่วไป หรือมโนทัศน์คลาดเคลื่อนของนักเรียน 3) การเรียนการสอนอย่างเป็นทางการ เป็นขั้นให้ความรู้และให้ข้อมูลเนื้อหาวิทยาศาสตร์เพื่อใช้เจรจาและโต้แย้ง 4) กิจกรรมกลุ่ม เป็นขั้นการพัฒนาคำถามในเนื้อเรื่องที่เกี่ยวข้องมีการตรวจสอบหาความรู้และหลักฐานของแต่ละบุคคล มีการเจรจาต่อรองกลุ่มย่อยโดยใช้หลักฐานและการนำเสนอความเข้าใจร่วมของกลุ่ม 5) การพัฒนาคำถามตามบริบท เป็นขั้นที่ข้ามโนทัศน์วิทยาศาสตร์พื้นฐานของเนื้อหาวิชา เพื่อแก้ไขมโนทัศน์คลาดเคลื่อน การนำเสนอประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมอีกครั้ง ต้องใช้ความขัดแย้งน้อยลง 6) ขั้นตอนอภิปรายในชั้นเรียน การสนทนาเกี่ยวกับการประเมินหลักฐาน และการให้ความสำคัญกับความรู้เฉพาะสำหรับใช้ในการตัดสินใจอย่างไม่เป็นทางการ 7) ครูกล่าวเนื้อหาซ้ำ เป็นขั้นตอนทบทวนเนื้อหาที่สำคัญ 8) การวัดความรู้และการให้เหตุผล เป็นขั้นการนำเสนอกลุ่ม การสร้างโปสเตอร์ การโต้แย้งหรือกิจกรรมการโต้แย้งที่ เลือกเรื่องทำรายงานทำแบบทดสอบอัตโนมัติเพื่อวัดความรู้เนื้อหา

2.4.4 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

การจัดการเรียนรู้เป็นการบูรณาการการโต้แย้งและการสืบเสาะหาความรู้เข้าด้วยกัน (Cavagnetto, 2010) โดยการใช้สถานการณ์หรือคำถามเพื่อให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ ออกแบบสำรวจ ตรวจสอบ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล มีการโต้แย้งและสื่อสารข้อมูลกับผู้อื่น การเขียนรายงานแนวคิดที่ได้จากการทำกิจกรรม และได้ทบทวนคำอธิบายระหว่างการลงมือปฏิบัติ โดยรูปแบบการสอนนี้พัฒนาเพื่อช่วยเน้นไปที่การโต้แย้งที่เกิดขึ้นในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Walker, Sampson, & Zimmerman, 2011) มีงานวิจัยหลายงานที่ใช้การจัดการ

เรียนรู้ดังกล่าวนี้ ในการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุว่าการเรียนรู้ที่นักเรียนได้สื่อสารกับผู้อื่น ได้ทำกิจกรรมที่เน้นไปที่บทบาทของการโต้แย้งในระหว่างกระบวนการสืบเสาะ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สนทนากัน (ภาวิณี จันทร์หอม, 2562; อัสพร พันธุ์ฤทธิ์, 2560; เอกภูมิ จันทร์ขันธ์, 2559) เนื่องจากในระหว่างการสอนให้นักเรียนจะพยายามให้เหตุผลสนับสนุนความเข้าใจในมุมมองของตนเอง ในขณะที่นักเรียนคนอื่นก็พยายามให้เหตุผลในมุมมองอื่นเช่นกัน (ลิขิต จิตโส, 2558) ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้ (Sampson & Clark, 2009; Walker et al., 2011)

- 1) การระบุภาระงาน ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติเพื่อสร้างความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษา
- 2) สำรวจและรวบรวมข้อมูล การทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อออกแบบสำรวจ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสรุปเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
- 3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว นักเรียนได้วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ รวบรวมแล้วสร้างเป็นข้อโต้แย้งของกลุ่มเพื่ออธิบายประเด็นที่ศึกษา
- 4) กิจกรรมการโต้แย้ง เป็นการโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของประเด็นที่ได้สืบค้น รวบรวมข้อมูล และมีการโต้แย้งระหว่างกัน
- 5) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ การเขียนรายงานรายบุคคล
- 6) การทบทวนรายงานโดยเพื่อน เป็นการพัฒนาคุณภาพของรายงานโดยเพื่อนเป็นคนประเมิน และ
- 7) การปรับปรุงรายงาน ปรับปรุงแก้ไขรายงานเพื่อมีความถูกต้องสมบูรณ์ แล้วนำรายงานส่งครู

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบข้อดี ข้อจำกัดไว้ ดังตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบข้อดี ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้	ข้อดี	ข้อจำกัด
การจัดการเรียนรู้	- ส่งเสริมองค์ประกอบ ดังนี้	- มีหลายขั้นตอนและบาง
การให้เหตุผลแบบ	1. ข้อกล่าวอ้างและเหตุผล	ขั้นตอนไม่ได้ส่งเสริมทักษะ
รวมพลัง	สนับสนุน	การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้
	2. ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป	เท่าที่ควร อาจส่งผลให้
	3. ข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง	ระยะเวลาไม่เพียงพอต่อการ
	4. หลักฐาน	เรียนรู้การโต้แย้งของนักเรียน

ตาราง 3 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้	ข้อดี	ข้อจำกัด
	<p>- การอภิปรายเชิงโต้แย้งร่วมกัน อย่างมีเหตุผลของสมาชิกกลุ่มที่ คละความสามารถ เพื่อสร้าง ความรู้หรือข้อสรุปในประเด็น ชัดแย้งร่วมกัน</p>	
การจัดการเรียนรู้ โดยใช้บริบทเป็นฐาน	<p>- ส่งเสริมองค์ประกอบ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ข้อกล่าวอ้างและเหตุผล สนับสนุน 2. หลักฐาน <p>- มีการกำหนดสถานการณ์โดย เน้นบริบทที่เกี่ยวข้องกับสิ่ง รอบตัวนักเรียน เพื่อเปิดโอกาส ให้นักเรียนอภิปรายถึง สถานการณ์ต่าง ๆ จนไปถึง ขั้นตอนการปฏิบัติ สืบค้นข้อมูล เพื่อมาสู่การอภิปรายการโต้แย้ง</p>	<p>- ไม่สามารถส่งเสริมได้ครบทุก องค์ประกอบ</p> <p>- การเลือกบริบทที่นักเรียนไม่ เคยรับรู้หรือไม่คุ้นเคยจะยากที่ จะทำความเข้าใจ รวมทั้งจะทำให้ ให้การจัดการเรียนรู้ในครั้งนั้น ไม่น่าสนใจและบรรลุตาม จุดประสงค์การเรียนรู้</p>
การจัดการเรียนรู้ โดยใช้ประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์	<p>ส่งเสริมองค์ประกอบ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ข้อกล่าวอ้างและเหตุผล สนับสนุน 2. ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป 3. ข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง 4. หลักฐาน <p>- การนำวิทยาศาสตร์ในบริบท</p>	<p>- เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่อง ของเวลาทำให้ไม่สามารถทำ กิจกรรมในบางกิจกรรมได้ และในบางกิจกรรมพบว่า นักเรียนไม่ได้มีส่วนร่วม เท่าที่ควร</p>

ตาราง 3 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้	ข้อดี	ข้อจำกัด
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	<p>ของสังคมมาใช้เป็นประเด็นปัญหา ทำให้นักเรียนได้แสดงข้อคิดเห็น สนทนา อภิปราย และโต้แย้งในหัวข้อวิทยาศาสตร์กับธรรมชาติ</p> <p>ส่งเสริมองค์ประกอบ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน 2. ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป 3. ข้อเสนอสนับสนุนของการโต้แย้ง 4. หลักฐาน <p>- เน้นบทบาทของการโต้แย้ง</p> <p>ทางผ่านการสืบเสาะเพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้และมีการเขียนรายงานสรุปสิ่งที่ศึกษา</p>	<p>- ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มีหลายขั้นตอนและบางขั้นตอนไม่ได้ส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์</p>

จากตาราง 3 งานวิจัยนี้เลือกใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เนื่องจากนักเรียนได้วิเคราะห์และอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นต่าง ๆ และเป็นการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาการสร้างข้อมูล การสำรวจ ตรวจสอบ การใช้ข้อมูลเพื่อตอบข้อสงสัยและการเขียนผลการปฏิบัติงาน นักเรียนได้อภิปรายและผลัดกันนำเสนอข้อมูลภายในกลุ่มนำไปสู่การรับฟังข้อคิดเห็นและมุมมองของผู้อื่น โดยรูปแบบการสอนนี้ได้รับการพัฒนาเพื่อช่วยเน้นไปที่บทบาทของการโต้แย้งของนักเรียนในระหว่างกระบวนการสืบเสาะ

2.5 เทคนิคการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

2.5.1 การใช้คำถามระดับสูง (Higher Order Question Technique)

การใช้คำถามระดับสูงเป็นการสอนที่เน้นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาให้สามารถศึกษา แก้ปัญหา และสรุปแนวคิดตามหลักวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง (Miller & Pfund, 2006) นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้คำถามสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์และกระบวนการคิดวิเคราะห์ ซึ่งจะช่วยให้อ่านจับประเด็นและทำความเข้าใจในขณะที่อ่าน เมื่อผู้อ่านค้นหาข้อมูล ประเด็นสำคัญได้แล้ว ผู้อ่านต้องตรวจสอบหาข้อมูลหลักฐานมาสนับสนุนแล้วจึงตัดสินใจประเมิน เพื่อสรุปความคิดเห็นได้อย่างสมเหตุสมผล (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553; ภาพ เลหาไพบูลย์, 2552) ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้คำถามจะทำให้นักเรียนนำประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานหาคำตอบ ทำให้นักเรียนคิดอย่างมีระบบ นักเรียนมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็น และแก้ปัญหาด้วยตนเอง (บุญชม ศรีสะอาด, 2541; พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2545)

2.5.2 การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Science Writing Heuristic Technique; SWH)

การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) สามารถนำมาใช้ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะและกระบวนการกลุ่มควบคู่ไปกับการทำกิจกรรมอื่น ๆ เช่น การทดลอง ซึ่งเทคนิคนี้ให้ความสำคัญกับการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล มีการแลกเปลี่ยนคำอธิบายที่นักเรียนสร้างกับเพื่อนในกลุ่ม และทั้งชั้นเรียน นักเรียนต้องระบุหลักฐาน ซึ่งผู้เรียนต้องระบุข้อมูลที่ได้จากเก็บรวบรวมข้อมูล ใช้ความรู้เดิมเพื่อสร้างและสนับสนุนข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง มีการอภิปรายนำเสนอข้อคิดเห็นกับเพื่อนในห้องเรียน ส่งผลให้เข้าใจหลักวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ รวมทั้งทำให้รู้ว่าคุณสมบัติพื้นฐานของนักเรียนมีความคลาดเคลื่อนหรือถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ แม้ในบางกิจกรรมครูเป็นผู้สาคิดทำการทดลองและนักเรียนเป็นเพียงผู้สังเกตก็สามารถได้ข้อมูลการทดลองก็สามารถใช้เทคนิคนี้ได้เช่นกัน (เตชทัช เรืองธรรม, 2559)

2.5.3 ผังกราฟิก

ผังกราฟิก คือ การนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบ มาจัดกระทำข้อมูล และเสนอข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีความเข้าใจง่าย กระชับ ชัดเจน ผังกราฟิกได้มาจากการนำข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ มาทำการจัดกระทำข้อมูล โดยใช้ทักษะการคิด การสังเกต การจัดประเภท การเรียงลำดับ และการสรุป จากนั้นจึงมีการเลือกแบบผังกราฟิกเพื่อนำเสนอข้อมูลที่จัดกระทำแล้วตามเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ผู้นำเสนอต้องการ การใช้ผังกราฟิกเป็นการนำเสนอด้วยภาพช่วยให้เด็กได้ใช้ทักษะการคิดในระดับสูง ทั้งวิเคราะห์สังเคราะห์ ไตร่ตรอง และประเมินค่า สรุปได้

ว่า ผังกราฟิกได้มาจากการนำข้อมูลดิบ หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ มาทำการจัดกระทำข้อมูล อย่างเป็นระบบ กระชับ เข้าใจง่าย ในการจัดกระทำข้อมูลต้องใช้ทักษะการคิด เช่น การเปรียบเทียบ การจัดประเภท การเรียงลำดับ และการสรุป เป็นต้น (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2548)

2.5.4 การทำนาย สังเกต และอธิบาย (Predict Observe Explain : POE)

เทคนิคนี้นักเรียนได้มีโอกาสสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรม การสังเกตปรากฏการณ์จากกิจกรรม เมื่อนักเรียนได้สังเกตและรวบรวมหลักฐานนักเรียนจะได้เปรียบเทียบความสอดคล้องระหว่างข้อกล่าวอ้างของตนเองกับหลักฐานที่มี ทำให้นักเรียนจัดลำดับความคิดและทบทวนข้อกล่าวอ้างของตนเองให้สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับหลักฐานมากขึ้น (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2556) สอดคล้องกับ สุวีรัตน์ จัยกระยาง (2553) ที่กล่าวว่า การสร้างคำอธิบายวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ นักเรียนต้องสร้างคำอธิบายจากกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และเชื่อมโยงเหตุผลกับหลักฐานที่มาจากการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยก่อนที่นักเรียนจะระบุหลักฐานสนับสนุนได้นั้น ต้องมีการแลกเปลี่ยนหลักฐานที่แต่ละคนแสดงประเมินความน่าเชื่อถือและความเหมาะสมของหลักฐานร่วมกันภายในกลุ่ม การที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันภายในกลุ่มจะช่วยหาข้อสรุปของคำตอบของกลุ่ม

จากการศึกษาเทคนิคที่พัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบข้อดี ข้อจำกัด ดังตาราง 4

ตาราง 4 เปรียบเทียบข้อดี ข้อจำกัดของเทคนิคที่พัฒนาและส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

เทคนิค	ข้อดี	ข้อจำกัด
การใช้คำถามระดับสูง	- ได้แสดงความคิดเห็น มีส่วนร่วม และนำประสบการณ์เดิม มาเป็นพื้นฐานสรุปหาคำตอบ และสรุปแนวคิดหลักและแก้ปัญหาด้วยตนเอง	- ประเภทการใช้คำถามมีหลากหลายรูปแบบ จะต้องวิเคราะห์และเลือกคำถามมาใช้ให้เหมาะสมตรงตามจุดมุ่งหมาย จึงจะส่งเสริมองค์ประกอบของทักษะการ
	- เกิดความคิดสร้างสรรค์และ	

ตาราง 4 (ต่อ)

เทคนิค	ข้อดี	ข้อจำกัด
การเขียนทาง วิทยาศาสตร์	คิดอย่างมีระบบ ผึกฝน กระบวนการได้มาซึ่งคำตอบจน สามารถตัดสินใจอย่างมีเหตุผล	โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
ผังกราฟิก	- ให้ความสำคัญกับการอธิบาย ทางวิทยาศาสตร์ - ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดหลักและ สามารถสร้างการอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ได้	- เน้นการเขียนและการอ่านเพื่อ การเรียนรู้ ถ้านักเรียนไม่อ่าน ทบทวนจะทำให้ดำเนินการสอน ได้ไม่ครบกระบวนการ - ขั้นตอนการสรุปความรู้ไม่ ชัดเจน
การทำนาย สังเกต และ อธิบาย	- เรียนเกิดทักษะการคิดใน ระดับสูง ทั้งวิเคราะห์ สังเคราะห์ ไตร่ตรอง และ ประเมินค่า คิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความคิดกับข้อมูล ที่ได้รับแสดงออกมาให้เห็นเป็น รูปธรรม	- การนำผังกราฟิกไปใช้มีความ ซับซ้อน - การเรียนรู้การเขียนผังกราฟิก ตามวัตถุประสงค์ของการ นำเสนอข้อมูลใช้ระยะเวลา อาจ ทำให้ดำเนินการสอนได้ไม่ครบ กระบวนการ
	- เน้นการทำทนายผู้เรียนเพื่อให้ เกิดความมีส่วนร่วม - ผึกฝนการสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ โดยข้อมูลได้จาก มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ จากกิจกรรมหรือการทดลอง	- ใช้กับกิจกรรมที่มีการทดลอง หรือการจำลองสถานการณ์ที่ นักเรียนสามารถเข้าใจได้ไม่ ซับซ้อน

จากตาราง 4 งานวิจัยนี้เลือกใช้การใช้คำถามระดับสูง เนื่องจากช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนกระบวนการได้มาของคำตอบ กระตุ้นให้นักเรียนได้คิด สนใจในการเรียนมีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ นอกจากนี้คำถามสามารถใช้เพื่อประเมินผลการเรียนของนักเรียนได้ด้วย

2.6 แนวทางการวัดและการประเมินทักษะในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

การประเมินทักษะดังกล่าวนี้ สามารถทำได้หลายวิธี โดยทั่วไปจะใช้หลายวิธีการร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด โดยแต่ละวิธีจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Argumentation Skills Questionnaire) ของ Lin & Mintzes (2010) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกจะเป็นการสร้างสถานการณ์ที่เป็นประเด็นปัญหาสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของคำถามปลายเปิด ซึ่งประกอบไปด้วย คำถาม 4 ข้อ คำถามแต่ละข้อจะมีความจำเพาะเจาะจงในการวัดแต่ละองค์ประกอบ และมีลักษณะของคำถาม ดังนี้

ข้อ 1 นักเรียนมีความคิดเห็นในประเด็นดังกล่าวอย่างไร จงอธิบายหรือให้เหตุผลประกอบ (ประเมินการสร้างข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน)

ข้อ 2 หากมีบุคคลอื่นไม่เห็นด้วยกับความคิดของนักเรียน นักเรียนคิดว่าเขาจะคิดอย่างไร และมีเหตุผลใดประกอบ (ประเมินการสร้างข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป)

ข้อ 3 นักเรียนจะโน้มน้าวความคิดของบุคคลที่ไม่เห็นด้วยกับนักเรียนอย่างไร เพื่อให้บุคคลนั้นยอมรับหรือคล้อยตามความคิดเห็นของนักเรียน (ประเมินการโต้แย้งกลับที่ประกอบด้วยเหตุผลสนับสนุน)

ข้อ 4 ถ้านักเรียนต้องหาหลักฐานที่จะสนับสนุนความคิดเห็น อะไรคือหลักฐานของนักเรียน (ประเมินหลักฐาน)

แต่หากการสร้างเครื่องมือมีคำถามไม่ครบทุกองค์ประกอบของตัวแปรที่ต้องการวัดหรือถามไม่ตรงกับสิ่งที่ต้องการวัด จะให้ข้อมูลได้ไม่ครบถ้วน การวิเคราะห์ข้อมูลของเครื่องมือ Argumentation Skills Questionnaire (ASQ) ร่วมกับการสัมภาษณ์รายบุคคล วิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบของการให้คะแนนตามเกณฑ์ (Scoring Rubric) ตามที่นักเรียนได้เขียนเกี่ยวกับข้ออ้าง เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง ข้อโต้แย้งของอีกฝ่าย เหตุผลเสริม และหลักฐาน (Lin & Mintzes, 2010)

2. การสัมภาษณ์ (Interviews) โดยครูสัมภาษณ์นักเรียนแต่ละคน หรืออาจสุ่มนักเรียนบางส่วนมาทำการสัมภาษณ์ โดยนักเรียนจะต้องสามารถอธิบายคำตอบพร้อมยกตัวอย่างประกอบได้ จากงานวิจัยของ Lin & Mintzes (2010) ที่มีการสัมภาษณ์การตอบสนองของนักเรียน

จากการทำแบบวัด เป็นการพิจารณาแบบย้อนกลับเพื่อวิเคราะห์คำตอบที่นักเรียนอธิบายและปัญหาต่าง ๆ ที่พบจากการโต้แย้ง และทำให้เข้าใจผู้เรียนมากขึ้นซึ่งบางครั้งการตอบคำถามของนักเรียนในแบบวัดอาจเกิดความคลาดเคลื่อน ซึ่งการสัมภาษณ์จะช่วยลดปัญหาความคลาดเคลื่อนของคำตอบได้ ส่วนข้อดีคือ ใช้เวลาและแรงงานมากในการสัมภาษณ์รายคน

3. การสังเกต ซึ่งครูเป็นผู้ทำการสังเกตพฤติกรรมรวมถึงการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในห้องเรียน โดยสังเกตจากการบันทึกวีดิทัศน์ การจับภาพ การบันทึกและเสียงของสมาชิกภายในกลุ่ม จากนั้นถอดความเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อการวิเคราะห์ต่อไป (ณัฐวัตร อ้ายแก้ว, 2563)

แบบสังเกตระหว่างการโต้แย้ง	
แผนการสอนที่.....	หน่วยการเรียนรู้.....เวลา.....ชั่วโมง
วันที่สังเกต วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....	
กลุ่มที่ทำการสังเกต.....	
คำชี้แจง : แบบสังเกตนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนขณะทำกิจกรรมการโต้แย้ง เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และเป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	
1. ข้ออ้างที่นักเรียนนำมาใช้ในการโต้แย้ง.....
2. เหตุผลสนับสนุนข้ออ้างของนักเรียนที่นำมาโต้แย้ง.....
3. หลักฐานประกอบเหตุผลที่นักเรียนนำมาใช้ขณะโต้แย้ง	
3.1 หลักฐานข้อที่ 1.....
3.2 หลักฐานข้อที่ 2.....
3.3 หลักฐานข้อที่ 3.....
4. ข้อที่ต่างออกไปจากข้ออ้างและเหตุผลที่นำเรียนนำเสนอในครั้งแรก.....
5. เหตุผลเสริมของนักเรียนที่นำมาโต้แย้งข้ออ้างที่ต่างออกไป.....
6. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม.....

ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างแบบสังเกตระหว่างการโต้แย้ง

4. เกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยของ Lin & Mintzes (2010) ที่ทำการศึกษาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับประถมศึกษา ได้วิเคราะห์ข้อมูลของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อคำถามทั้งหมด 4 ข้อ และได้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการคิดคะแนนแบบรูบริก (Scoring Rubric) โดยคิดคะแนนแยกเป็นรายข้อและกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังตาราง 5

ตาราง 5 เกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของ Lin & Mintzes (2010)

คำถาม	ลักษณะของคำตอบ	คะแนน
Q1 - ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน	- ไม่ตอบ หรือไม่แสดงออกซึ่งคำตอบใด ๆ	0 คะแนน
	- มีคำตอบ (สามารถแสดงข้อกล่าวอ้างได้) แต่ไม่แสดงเหตุผลที่ถูกต้องประกอบ	1 คะแนน สำหรับข้อกล่าวอ้าง
	- มีคำตอบ และแสดงเหตุผลที่ถูกต้องประกอบ 1 เหตุผล	1 คะแนน สำหรับข้อกล่าวอ้าง และ 1 คะแนน สำหรับเหตุผล
	- มีคำตอบ และแสดงเหตุผลที่ถูกต้องประกอบมากกว่า 1 เหตุผล	1 คะแนน สำหรับข้อกล่าวอ้าง และ 1+ คะแนน สำหรับเหตุผลละ 1 คะแนน
Q2 - ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป	- ไม่ตอบหรือไม่แสดงความคิดเห็นอื่นใดเพิ่มเติม	0 คะแนน
	- สามารถให้เหตุผลได้	1+ คะแนน สำหรับ เหตุผลละ 1 คะแนน

ตาราง 5 (ต่อ)

คำถาม	ลักษณะของคำตอบ	คะแนน
Q3 - ข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง	- ไม่ตอบ หรือไม่แสดงความคิดเห็นใดเพิ่มเติม	0 คะแนน
	- มีการอธิบายหลักการ เหตุผลอื่นเพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนข้อเรียกร้องในข้อ 1. นักเรียนจะต้องกลั่นกรองคำพูดออกมาจากความคิดเพื่อโน้มน้าว	1+ คะแนน สำหรับ เหตุผลละ 1 คะแนน
	- มีการอธิบายเหตุผลอื่น จากพื้นฐานของความคิดฝ่ายตรงข้าม เพื่อสนับสนุนข้อเรียกร้องในข้อ 1. นักเรียนจะต้องกลั่นกรองคำพูดออกมาจากความคิดเพื่อโน้มน้าว	1+ คะแนน สำหรับเหตุผลละ 1 คะแนน
	- ไม่มีหลักฐานหรือข้อมูลใดสนับสนุนข้อเรียกร้อง	0 คะแนน
Q4 - หลักฐาน	- มีหลักฐานหรือข้อมูลสนับสนุนข้อเรียกร้อง	1+ คะแนน สำหรับหลักฐานละ 1 คะแนน
	- ไม่มีหลักฐานหรือข้อมูลสนับสนุนข้อเรียกร้อง	0 คะแนน

งานวิจัยของ Sadler & Donnelly (2006) ที่ทำการศึกษามูลของความรู้ในเนื้อหาจริยธรรมที่มีต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาโดยใช้เกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ได้แก่ ข้อกล่าวอ้างและการให้เหตุผล แนวคิดที่หลากหลาย และเหตุผลคัดค้าน โดยในแต่ละด้านกำหนดเกณฑ์การประเมินเป็น 3 ระดับ คือ 0, 1 และ 2 ดังตาราง 6

ตาราง 6 เกณฑ์การประเมินทักษะโต้แย้งโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของ Sadler & Donnelly (2006)

เกณฑ์	คะแนน	คำอธิบาย
ข้อกล่าวอ้างและการให้เหตุผล	2	โต้แย้งได้โดยใช้เหตุผลที่เหมาะสมสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเอง
	1	โต้แย้งได้แต่ให้เหตุผลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเองได้น้อย
	0	ให้เหตุผลที่ไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเอง
แนวคิดที่หลากหลาย	2	ให้แนวคิดที่หลากหลายได้ด้วยตนเอง
	1	ให้แนวคิดที่หลากหลายได้เมื่อถูกกระตุ้นด้วยคำถาม
	0	ไม่สามารถให้แนวคิดที่หลากหลายได้แม้จะถูกกระตุ้นด้วยคำถาม
เหตุผลคัดค้าน	2	ให้โต้แย้งกลับได้อย่างเหมาะสม
	1	โต้แย้งกลับได้แต่ไม่เหมาะสม
	0	ไม่สามารถโต้แย้งกลับได้

งานวิจัยนี้ เลือกรูปแบบวัดตามแนวคิดของ Lin & Mintzes (2010) เพราะคำถามในแบบวัดแต่ละข้อจะมีความจำเพาะเจาะจงในการวัดแต่ละองค์ประกอบ มีการนำเอาประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่พบในสังคมปัจจุบันมาใช้เป็นข้อโต้แย้ง โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยปรับมาจาก Lin & Mintzes (2010) และ Sadler & Donnelly (2006) และเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมแบบมีโครงสร้าง ที่สังเกตพฤติกรรมขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่สะท้อนองค์ประกอบดังกล่าว ได้แก่ ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป ข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง และหลักฐาน โดยแบบสังเกตมีการระบุพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตไว้ และกำหนดความหมายของพฤติกรรมที่จะสังเกตไว้อย่างชัดเจนเพื่อให้มีความสอดคล้องกับงานวิจัย

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

3.1 ที่มาและความสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

การจัดการเรียนรู้นี้เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ Walker, Zimmerman จาก Tallahassee Community College และ Sampson, Grooms, Anderson จาก The Florida State University กลุ่มผู้วิจัย 5 ท่าน ที่ได้ร่วมกันพัฒนาขึ้นมา เป็นเรียนรู้ที่ออกแบบให้นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาสร้างข้อมูล ได้ลงมือสำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูลเพื่อตอบประเด็นปัญหา เขียนรายงานที่สรุปสิ่งที่เกิดขึ้นจากการศึกษา โดยเน้นให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งและมีการตรวจสอบการให้เหตุผลโดยเพื่อน (Walker et al., 2011) อีกทั้งนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง สร้างประสบการณ์ที่ได้จากการลงมือทำ ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งด้านสาระ ปฏิบัติการ และคุณลักษณะ ซึ่งการจัดการเรียนรู้นี้ นำไปทดลองใช้ในระดับปริญญาตรี โดยวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้รูปแบบนี้ (Sampson & Blanchard, 2012) ได้แก่

- (1) ครอบคลุมความสำเร็จของประสบการณ์ ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติเพื่อพัฒนาความรู้และประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ สำหรับปรากฏการณ์ที่ศึกษา
- (2) ส่งเสริมการสร้างข้อโต้แย้งที่เกิดจากการลงข้อสรุปและตัดสินใจที่ได้จากการสืบเสาะเพื่ออธิบายข้อคำถามเป็นรายบุคคลโดย
- (3) เปิดโอกาสให้นักเรียนกำหนดจุดมุ่งหมาย สามารถประเมินค่า และทบทวนแนวคิดเพื่ออภิปรายและเขียนบรรยายได้ ส่งผลให้เกิดกระบวนการเรียนรู้
- (4) ครูและนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน เรียนรู้การเลือกหลักฐาน การคิดวิเคราะห์ วิจัย ข้อสงสัย และแนวทางของการคิดแบบใหม่

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวนี้เป็นรูปแบบการสอนที่ช่วยให้ครูวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงกิจกรรมที่ปฏิบัติการแบบเดิม เปลี่ยนเป็นเรียนรู้โดยการให้นักเรียนได้ออกแบบสำรวจตรวจสอบ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล แลกเปลี่ยนข้อคิดกับผู้อื่นในขณะที่มีการโต้แย้ง เขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบ และตรวจสอบรายงานโดยเพื่อนเป็นผู้ตรวจสอบ มีงานวิจัยที่ชี้ให้เห็นว่าการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนมีโอกาสสร้างความเข้าใจในเนื้อหาและหลักการทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการเรียนแบบที่ผ่านมา (Sampson & Clark, 2009) และทำให้นักเรียนมีทักษะการสื่อสาร การอ่านและเขียน รูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ได้พยายามพัฒนาขึ้นเพื่อให้มีความสอดคล้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กล่าวข้างต้น ได้แก่ ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) พัฒนาจิตนิสัยทางวิทยาศาสตร์ (scientific habits of mind) การให้หลักฐานประกอบการอธิบาย (provide evidence for explanations) และการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อ

พิจารณาทางเลือก (think critically about suggested alternatives) และยังช่วยให้ครูได้ฝึกนักเรียนให้เกิดการเขียนและการอ่านทำให้รู้แนวคิดวิทยาศาสตร์ (Sampson & Clark, 2009)

3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

นักวิชาการได้กำหนดขั้นตอนการเรียนรู้นี้ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอนดังนี้ (Sampson & Clark, 2009; Walker et al., 2011)

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน (Identification of the Task) การนำเข้าสู่ภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติเพื่อสร้างความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาหรือเพื่อแก้ปัญหาที่กำหนด Sampson et al. (2011) แนะนำว่าครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประเด็นที่จะศึกษา จากนั้นนำไปสู่การระบุภาระงาน พร้อมกำหนดและชี้แจงกิจกรรมที่นักเรียนต้องปฏิบัติ

ขั้นที่ 2 สืบค้นและรวบรวมข้อมูล (The Generation of Data) การทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อออกแบบสำรวจตรวจสอบ เก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลให้เป็นหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ และสรุปเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument) เป็นการให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่มเพื่ออธิบายผลการสำรวจตรวจสอบประเด็นที่ศึกษา ข้อโต้แย้งนี้ประกอบด้วย (1) ข้อกล่าวอ้าง (The Claim) ข้อยืนยัน สาเหตุหรือคำตอบของประเด็นที่ศึกษา (2) หลักฐาน (Evidence) ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือได้จากการสำรวจตรวจสอบเพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (3) การให้เหตุผล (Reasoning) ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษา ขั้นนี้ช่วยให้นักเรียนและครูเกิดกระบวนการคิด มีการสร้างหลักฐานและเหตุผลที่น่าเชื่อถือ รวมทั้งประเมินคำอธิบายที่ไม่เป็นจริงหรือไม่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่มีอยู่ (Sampson & Clark, 2009)

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (Argument Session) เป็นการโต้แย้งระหว่างกลุ่มในห้องเรียน โดยให้แต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของประเด็นที่ได้สำรวจตรวจสอบ ในกิจกรรมการโต้แย้ง มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

- (1) ครูกำหนดประเด็นการโต้แย้ง
- (2) ครูนิยามคำสำคัญของการโต้แย้งเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจตรงกัน
- (3) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง

(4) นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ แสดงความคิดเห็นว่าเห็นตรงกันหรือขัดแย้งต่อข้อโต้แย้งที่นำเสนอ พร้อมทั้งให้เหตุผลว่าเพราะอะไร กิจกรรมการโต้แย้งนี้ออกแบบมาเพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการพูดคุยแลกเปลี่ยนกัน สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนมีแนวความคิดที่หลากหลาย (Linn & Eylon, 2006)

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Creation of a Written Investigation Report) มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ นักเรียนแต่ละคนตอบคำถาม 3 ข้อ ได้แก่ 1) จุดประสงค์ของการศึกษาคืออะไร 2) วิธีการปฏิบัติเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด และ 3) ข้อโต้แย้งกล่าวไว้อย่างไร โดยขั้นนี้นักเรียนต้องสรุปสิ่งที่ได้จากการทำกิจกรรม โดยเขียนเป็นรายงานผลการตรวจสอบ แปลงข้อมูลจากแหล่งข้อมูล นำมาวิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลเพื่อสร้างข้อสรุปที่มีความเป็นเหตุเป็นผล รวมถึงให้หลักฐานและให้เหตุผลประกอบ (Walker & Sampson, 2013)

ขั้นที่ 6 การทบทวนรายงานโดยเพื่อน (Double-blind peer review) เป็นการพัฒนาคูณภาพของรายงาน ที่เกิดจากการประเมิน ตรวจสอบโดยเพื่อนเป็นรายบุคคล จำนวน 1 คนต่อ 1 ผลงาน ตามเกณฑ์การประเมินโดยจะต้องเขียนข้อมูลที่เจ้าของรายงานเขียนบกพร่องไปสำหรับนำไปปรับปรุงรายงานต่อไป ในขั้นนี้ นักเรียนจะเริ่มยอมรับเกณฑ์การประเมินข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ว่าคุณค่าของการตรวจสอบโดยเพื่อนในสังคมแห่งการเรียนรู้ (Walker & Sampson, 2013)

ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน (Revision of the report) เป็นการแก้ไขปรับปรุงรายงานตามคำแนะนำและแนวทางการเขียนรายงานจากกิจกรรมการทบทวนโดยเพื่อน เพื่อให้รายงานการสำรวจตรวจสอบมีคุณภาพและความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น จากนั้นจึงนำรายงานที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้แก่ครู

นอกจากนี้ Chen et al. (2016) ได้กำหนดขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ปรับจากกรอบแนวคิดของ Sampson & Clark (2009) และ Sampson et al. (2011) โดยประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุนุภาระงาน การนำเข้าสู่ภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติเพื่อสร้างความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่ศึกษาหรือเพื่อแก้ปัญหาที่กำหนด โดยครูต้องสร้างความสนใจ ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับปรากฏการณ์ที่จะศึกษา จากนั้นนำไปสู่การระบุนุภาระงานให้นักเรียน พร้อมกำหนดและชี้แจงกิจกรรมที่จะต้องทำ

ขั้นที่ 2 สํารวจและรวบรวมข้อมูล การทํางานเป็นกลุ่ม เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้หลักฐานเชิงประจักษ์ และสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เป็นการสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่มเพื่ออธิบาย ผลการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ ข้อโต้แย้งนี้ประกอบด้วย 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) หลักฐาน และ 3) การให้เหตุผล

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง เป็นการโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของปรากฏการณ์ที่สำรวจตรวจสอบ กิจกรรมการโต้แย้งมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ครูกำหนดประเด็นการโต้แย้ง 2) ครูนิยามคำสำคัญของการโต้แย้งให้นักเรียนเกิดความเข้าใจตรงกัน 3) แต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้ง และ 4) นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ แสดงความเห็นด้วยหรือขัดแย้งต่อข้อโต้แย้งที่นำเสนอ พร้อมให้เหตุผล

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เขียนรายงานการสำรวจสอบรายบุคคล ที่แสดงจุดประสงค์ วิธีการสำรวจตรวจสอบและคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของปรากฏการณ์ที่ศึกษา

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวข้างต้น สามารถสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 7

ตาราง 7 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	องค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์			
	ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน	ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป	ข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง	หลักฐาน
ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน	✓			✓
ขั้นที่ 2 สืบหาและรวบรวมข้อมูล	✓		✓	✓
ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	✓		✓	✓
ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง	✓	✓	✓	✓
ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ	✓		✓	✓
ขั้นที่ 6 การทบทวนรายงานโดยเพื่อน				
ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน				

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวและจากตาราง 7 พบว่าขั้นตอนของ Sampson & Clark (2009) และ Walker et al. (2011) ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ซึ่งอาจส่งผลให้ระยะเวลาในแต่ละขั้นไม่เพียงพอต่อการเรียนรู้กิจกรรมการโต้แย้งของนักเรียน โดยขั้นการทบทวนรายงานโดยเพื่อนและการปรับปรุงรายงาน อาจไม่ได้ส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้เท่าที่ควร สำหรับขั้นตอนที่สำคัญคือขั้นของการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เนื่องจากในขั้นตอนนี้ที่นักเรียนมีโอกาสได้อภิปรายและเสนอข้อคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่มนำไปสู่การรับฟังความเห็นและมุมมองของผู้อื่น (Chen et al., 2016) ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ขั้นตอนตามแนวคิดของ Chen et al. (2016) ที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การระบุภาระงาน 2) สืบหาและรวบรวมข้อมูล 3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว 4) กิจกรรมการโต้แย้ง และ 5) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เนื่องจากในแต่ละขั้นตอน นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในห้องเรียน และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะดังกล่าวอีกด้วย

3.3 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของ Chen et al. (2016) ,Sampson & Clark (2009) และ Walker et al. (2011) มาทำการสังเคราะห์บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้ดังกล่าวนี้ สรุปได้ดังตาราง 8

ตาราง 8 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. การระบุนุภาระงาน	สร้างความสนใจ และกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะศึกษามาเชื่อมโยงกัน โดยใช้การถามยกสถานการณ์ ประเด็นปัญหา และระบุนุภาระงาน	ในขณะที่ครูนำเข้าสู่บทเรียน นักเรียนต้องเรียนรู้และคิดเชื่อมโยงเรื่องที่เรียนมาแล้วกับสิ่งที่กำลังจะศึกษา
2. สืบเสาะและรวบรวมข้อมูล	สนับสนุนให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ หรือใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด หรือให้แนวทางในสิ่งที่นักเรียนไม่เข้าใจหรือเกิดข้อสงสัย	ทำงานเป็นกลุ่ม ฝึกการวางแผน ร่วมกันหาแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ดำเนินตามแผน เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและเขียนสรุปผล การสำรวจตรวจสอบเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 8 (ต่อ)

ขั้นตอนของการจัดการ เรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	ให้คำแนะนำและกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้งและเห็นความสำคัญของการเลือกใช้หลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	นักเรียนร่วมกันสร้างข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผลสนับสนุน มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นภายในกลุ่ม
4. กิจกรรมการโต้แย้ง	ชี้แจงขั้นตอนการโต้แย้งให้นักเรียนเข้าใจตรงกัน กำหนดเวลาการนำเสนอและอภิปราย เป็นผู้นำการโต้แย้ง	นำเสนอข้อโต้แย้งเบื้องต้นของกลุ่มให้แก่เพื่อนในห้อง อภิปรายและแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นร่วมกัน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปของสิ่งที่กำลังศึกษา
5. การเขียนรายงานผลการ สำรวจตรวจสอบ	มอบหมายและชี้แจงแนวทางการเขียนรายงานและให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเขียนรายงานให้นักเรียนเกิดความเข้าใจตรงกัน	เขียนรายงานสรุปการทำกิจกรรมเป็นรายบุคคลซึ่งประกอบด้วยวัตถุประสงค์ของการศึกษา วิธีการบันทึกผลการทดลองแลแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

4. การใช้คำถามระดับสูง

4.1 ความหมายของคำถามระดับสูง

สามารถแบ่งตามแนวคิดของนักวิชาการการศึกษาได้ 3 แบบ ดังนี้

1. คำถามระดับสูง เป็นคำถามต้องใช้กระบวนการคิดขั้นสูงหรือคิดซับซ้อนในการตอบ ต้องมีการแปลความและตีความหมายของข้อมูล ต้องการคำตอบที่มีการนำไปใช้วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า หรือเป็นคำถามที่ต้องนำความรู้เดิมกับความรู้ใหม่มาใช้ เช่น ถามความเข้าใจ การเปรียบเทียบ การหาเหตุผลและการสรุปแนวคิด เป็นการถามเพื่อต้องการประเมินกระบวนการคิด และช่วยส่งเสริมทักษะการคิดและการให้เหตุผล (Bloom, 1956; กรมวิชาการ, 2543; ดิษพล เนตรนิมิต, 2558; ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556; สายัณห์ ผาน้อย, 2549; สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2547)

2. คำถามระดับสูง ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด นำความรู้พื้นฐานเดิมที่มีมาตอบหรือจากความจำที่ได้จากคำถามระดับต่ำมาเป็นปรับใช้เพื่อสรุปหาคำตอบ เป็นคำถามที่มีคำตอบได้หลายแนวทาง สามารถพัฒนาการคิดขั้นสูงของนักเรียน และส่งเสริมให้นักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และเกิดทักษะในการคิดอย่างมีระบบ อีกทั้งผู้ตอบได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น นำไปสู่แนวทางในการหาคำตอบและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553; ศิวพร ศรีเจริญ, 2559; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

3. คำถามระดับสูง เป็นคำถามที่นักเรียนต้องตอบโดยการนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ เชื่อมโยงหรือใช้ความคิดขั้นสูง มากกว่าการบอกความหมาย/ความจำ ซึ่งคำตอบที่ได้จากคำถามระดับสูงต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์สรุปอ้างอิง จากการตั้งสมมุติฐาน การคาดคะเน หรือการประเมินตัวอย่าง มักจะขึ้นต้นด้วยคำว่าทำไม อย่างไร ตัวอย่างเช่น “ทำไมนกจึงเป็นแมลง” หรือให้เปรียบเทียบ ค้นหา หาข้อสรุปที่เป็นเหตุเป็นผล เป็นคำถามที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใหม่และเกิดกระบวนการคิดอย่างรอบคอบ (Brown & Wragg, 1993; รัญจวน คำวชิรพิทักษ์, 2538; อัมพร ม้าคนอง, 2552)

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ต้องใช้ความคิดในระดับสูงหรือใช้กระบวนการคิดที่ซับซ้อนมาใช้ในการตอบคำถาม โดยอาจใช้ความรู้เดิมเป็นพื้นฐานในกระบวนการคิดหรือหาแนวทางเพื่อให้ได้คำตอบ และยังช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงและการให้เหตุผล

4.2 ประเภทของคำถามระดับสูง

มีนักวิชาการการศึกษาได้จำแนกประเภทของคำถามระดับสูงไว้หลากหลาย ดังนี้

Bloom (1956) ได้จำแนกประเภทของคำถามระดับสูง ออกเป็น 4 องค์ประกอบ
ดังนี้

1) คำถามการนำไปใช้ (Application) คือ คำถามที่นำไปใช้เมื่อต้องการประเมินผู้เรียนหลังจากที่เรียนไปแล้ว ว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องใหม่ หรือเหตุการณ์ที่มีลักษณะคล้ายกันได้หรือไม่

2) คำถามการวิเคราะห์ (Analysis) คือ คำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบย่อย

3) คำถามการสังเคราะห์ (Synthesis) คือ คำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนสามารถรวบรวมแนวคิด ที่ได้รับการกระบวนกรเรียนรู้แล้วเป็นเรื่องใหม่ ซึ่งจะเป็นการสังเคราะห์ข้อความ สังเคราะห์แผนงานและสังเคราะห์ความสอดคล้อง เชื่อมโยง เพื่อให้ได้แนวคิดหรือความรู้ใหม่ที่สมบูรณ์กว่า

4) คำถามประเมินค่า (Evaluation) คือ คำถามที่ให้ผู้เรียนสามารถตัดสินคุณค่าเนื้อหา โดยอาศัยหลักฐาน เหตุและผล และอาศัยเกณฑ์ภายนอกให้เป็นเหตุผลในการตัดสิน

Brown (1975) ได้จำแนกประเภทของคำถามระดับสูง ออกเป็น 3 องค์ประกอบ
ได้แก่

1) คำถามให้วิเคราะห์ (Analysis) คือ คำถามที่ต้องการให้แสดงสาเหตุ
2) คำถามให้สังเคราะห์ (Synthesis) คือ คำถามที่ต้องการให้แสดงแนวคิด
3) คำถามให้ประเมินความรู้ (Evaluation) คือ คำถามที่จะต้องแสดงความแตกต่างของความคิดและจะต้องมีเหตุผลในการพิจารณา

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556) ได้จำแนกประเภทของคำถามระดับสูง ออกเป็น 8
องค์ประกอบ ได้แก่

1) คำถามให้อธิบาย เช่น ทำไมจึงลดอาหารที่มีรสเค็ม หน้าทีของนักเรียนคืออะไร เป็นต้น

2) คำถามให้เปรียบเทียบ เช่น สัตว์บกและสัตว์น้ำต่างกันอย่างไร ผักกับผลไม้ต่างกันหรือเหมือนกันอย่างไร เป็นต้น

3) คำถามให้วิเคราะห์ ให้จำแนกแยกแยะข้อเท็จจริงต่าง ๆ เช่น กีฬามีกี่ประเภท อะไรบ้าง ฟุตบอลองเกิดจากอะไร เป็นต้น

4) คำถามให้ยกตัวอย่าง เช่น สัตว์ชนิดใดบ้างที่เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมให้นักเรียนยกตัวอย่างจังหวัดที่อยู่ในภาคเหนือ เป็นต้น

5) คำถามให้สรุป เช่น จงสรุปกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ภาพยนตร์เรื่องนี้ให้คิดสอนใจอะไร เป็นต้น

6) คำถามให้ประเมินและเลือกทางเลือก เช่น การรับประทานข้าวกับนมอย่างไหนดีกว่ากัน เป็นต้น

7) คำถามให้ประยุกต์ เช่น เมื่อนักเรียนเจอเพื่อเป็นลมแดดนักเรียนจะปฏิบัติตนอย่างไร เป็นต้น

8) คำถามให้สร้างหรือคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ เช่น จากกระดาษหนังสือพิมพ์เก่า ๆ นี้สามารถนำไปสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ชิ้นใหม่ได้อย่างไร

4.3 การใช้คำถามระดับสูงเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

นักวิชาการศึกษาหลายท่านจำแนกประเภทของคำถามระดับสูงแตกต่างกันออกไป ทั้งในเรื่องคำจำกัดความ จำนวนองค์ประกอบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับมุมมองที่แตกต่างกันของนักวิจัย แต่ภาพรวมขององค์ประกอบต่าง ๆ นั้นจะมีความคล้ายคลึงกัน จากองค์ประกอบทั้งหมดในงานวิจัยนี้เลือกใช้ประเภทคำถามระดับสูงตามแนวคิดของ Bloom (1956) เนื่องจากแต่ละองค์ประกอบสามารถแยกออกจากกันได้ค่อนข้างชัดเจน ซึ่งมี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) คำถามการนำไปใช้ 2) คำถามการวิเคราะห์ 3) คำถามการสังเคราะห์ และ 4) คำถามประเมินค่าในการสร้าง ข้อคำถามระดับสูงเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์นั้น ผู้วิจัยศึกษานิยามความหมาย และองค์ประกอบ โดยลักษณะของคำถามจะมีความสอดคล้องกับนิยามและความหมายขององค์ประกอบอย่างชัดเจน ดังตาราง 9

ตาราง 9 ตัวอย่างการใช้คำถามระดับสูงที่ส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ตัวอย่างการใช้คำถามระดับสูง
ข้อกล่าวอ้างและ เหตุผลสนับสนุน (Claims and Warrants)	<p>1. นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนที่ดี ควรมีลักษณะอย่างไร (คำถามสังเคราะห์)</p> <p>2. นักเรียนจะมีวิธีการให้ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนที่ดีได้อย่างไร (คำถามการนำไปใช้)</p> <p>3. นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้างของนักเรียนมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร (คำถามการวิเคราะห์)</p> <p>4. นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน ของเพื่อนมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร (คำถามการวิเคราะห์)</p> <p>5. จากข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนของเพื่อนในกลุ่ม นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้างของเพื่อนคนใดมีความน่าเชื่อถือ เพราะเหตุใด (คำถามประเมินค่า)</p> <p>6. การนำเสนอข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนของเพื่อนในกลุ่ม ประเด็นที่นักเรียนเห็นตรงกันคืออะไร เพราะเหตุใด (คำถามการวิเคราะห์)</p>
ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (Counterarguments)	<p>1. การนำเสนอข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนของเพื่อนในกลุ่ม ประเด็นที่นักเรียนเห็นขัดแย้งกันคืออะไร เพราะเหตุใด (คำถามการวิเคราะห์)</p> <p>2. จากข้อกล่าวอ้างของเพื่อนที่เห็นต่าง นักเรียนคิดว่าเหตุผลใดบ้างที่ถูกต้อง เพราะเหตุใด (คำถามการวิเคราะห์)</p> <p>3. นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้างของเพื่อนที่เห็นต่าง มีความน่าเชื่อถือหรือไม่ เพราะเหตุใด (คำถามประเมินค่า)</p>

ตาราง 9 (ต่อ)

องค์ประกอบ	ตัวอย่างการใช้คำถามระดับสูง
<p>ข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง (Supportive Arguments)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนจะมีวิธีการใดบ้างที่ทำให้ข้อกล่าวอ้างของตนเองเป็นจริงและน่าเชื่อถือ (คำถามการนำไปใช้) 2. ถ้าข้อกล่าวอ้างของนักเรียนยังไม่น่าเชื่อถือ นักเรียนจะมีวิธีการใดที่ทำให้ข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นจริง (คำถามการวิเคราะห์) 3. นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนของเพื่อนมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร (คำถามการวิเคราะห์) 4. จากข้อกล่าวอ้างของเพื่อนที่เห็นต่าง นักเรียนคิดว่าเหตุผลใดบ้างที่ไม่เป็นจริง เพราะเหตุใด (คำถามการวิเคราะห์) 5. นักเรียนทราบได้อย่างไร ว่าข้อกล่าวอ้างของเพื่อนที่เห็นต่างไม่เป็นจริง (คำถามการวิเคราะห์) 6. นักเรียนจะมีวิธีการใดบ้างที่มาอธิบายว่าข้อกล่าวอ้างของเพื่อนที่เห็นต่างไม่เป็นจริง (คำถามการนำไปใช้)
<p>หลักฐาน (Evidence)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนจะมีวิธีการเลือกหลักฐานที่น่าเชื่อถืออย่างไร (คำถามสังเคราะห์) 2. จากการสืบค้นข้อมูล นักเรียนคิดว่าหลักฐานของนักเรียนมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ อย่างไร (คำถามประเมินค่า) 3. จากการสืบค้นข้อมูล นักเรียนจะเลือกหลักฐานของเพื่อนคนใดเพื่อใช้เป็นหลักฐานในการโต้แย้งของกลุ่ม เพราะเหตุใด (คำถามประเมินค่า) 4. นักเรียนคิดว่าหลักฐานที่น่าเชื่อถือ ควรมีลักษณะอย่างไร (คำถามสังเคราะห์)

จากการศึกษาประเภทและคำจำกัดความของคำถามระดับสูงที่ส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ พบว่าการใช้คำถามระดับสูงของ Bloom (1956) มีความชัดเจนในการใช้พัฒนาทักษะดังกล่าว และประเภทของคำถามระดับสูงมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบ ดังนั้นการใช้คำถามระดับสูงจึงสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นได้

5. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

การจัดการเรียนรู้เป็นการจัดกิจกรรมที่นักเรียนได้วิเคราะห์และอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นต่าง ๆ นักเรียนมีโอกาสในการพัฒนาการสร้างข้อมูล การสำรวจตรวจสอบ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารแลกเปลี่ยนความเห็นกัน รวมทั้งการเขียนผลการปฏิบัติงาน และนักเรียนมีโอกาสทำกิจกรรมการโต้แย้ง โดยมีการสอดแทรกการใช้คำถามระดับสูงที่เน้นการส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในระหว่างการทำกิจกรรม ส่วนผู้เรียนนั้นจะมีบทบาทในการหาคำตอบ และแสดงความคิดเห็นภายใต้การสืบเสาะและการโต้แย้งเพื่อให้เกิดองค์ความรู้และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยจะใช้คำถามระดับสูง ตามแนวคิดของ Bloom (1956) ประกอบด้วยคำถามการนำไปใช้ คำถามการวิเคราะห์ คำถามการสังเคราะห์และคำถามประเมินค่า โดยมี 5 ขั้นตอน ตามแนวคิดของ Chen et al. (2016) ดังตาราง 10

ตาราง 10 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	วัตถุประสงค์ของการใช้คำถามระดับสูง	ตัวอย่างการใช้คำถามระดับสูง
<p>ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน</p> <p>การนำเข้าสู่ภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติเพื่อสร้างความเข้าใจในประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยครูสร้างความสนใจ ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนและเชื่อมโยงความรู้นี้กับความรู้ใหม่ที่จะศึกษา จากนั้นนำไปสู่การระบุภาระงานให้นักเรียนพร้อมกำหนดและชี้แจงกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องทำ</p>		
<p>ขั้นที่ 2 สืบค้นและรวบรวมข้อมูล</p> <p>การทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจัดกระทำข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ และสรุปผลการสำรวจตรวจสอบเป็นข้อโต้แย้งชั่วคราว</p>	<p>1. เพื่อให้ นักเรียนสามารถเขียนข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนได้</p> <p>2. เพื่อให้ นักเรียนสามารถให้ข้อสนับสนุนของการโต้แย้งได้</p> <p>3. เพื่อให้ นักเรียนสามารถเลือกใช้หลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือได้</p>	<p>- นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้างของนักเรียนมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร (คำถามวิเคราะห์)</p> <p>- ถ้าข้อกล่าวอ้างของนักเรียนยังไม่น่าเชื่อถือ นักเรียนจะมีวิธีการใดที่ทำให้ข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นจริง (คำถามวิเคราะห์)</p> <p>- จากการสืบค้นข้อมูล นักเรียนคิดว่าหลักฐานของนักเรียนมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ อย่างไร (คำถามประเมินค่า)</p>

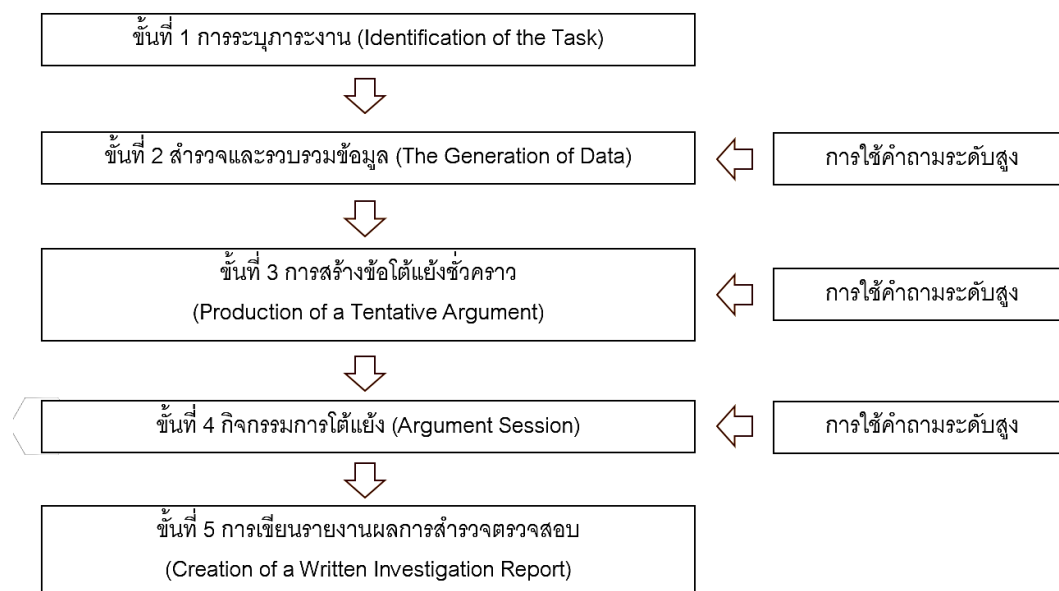
ตาราง 10 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	วัตถุประสงค์ ของการใช้คำถาม ระดับสูง	ตัวอย่างการใช้ คำถามระดับสูง
<p>ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว</p> <p>การสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่มเพื่ออธิบายผลการสำรวจตรวจสอบประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) การให้เหตุผล 3) หลักฐาน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. เพื่อให้นักเรียนสามารถลงข้อสรุปและเลือกข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนของกลุ่มได้ 2. เพื่อให้นักเรียนสามารถให้ข้อสนับสนุนของการโต้แย้งได้ 3. เพื่อให้นักเรียนสามารถเลือกหลักฐานในการโต้แย้งของกลุ่มได้ 	<p>- การนำเสนอข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนของเพื่อนในกลุ่ม ประเด็นที่นักเรียนเห็นตรงกันคืออะไร เพราะเหตุใด (คำถามประเมินค่า)</p> <p>- จากข้อกล่าวอ้างของเพื่อนที่เห็นต่าง นักเรียนคิดว่าเหตุผลใดบ้างที่ไม่เป็นจริง เพราะเหตุใด (คำถามวิเคราะห์)</p> <p>- จากการสืบค้นข้อมูลนักเรียนจะเลือกหลักฐานของเพื่อนคนใดเพื่อใช้เป็นหลักฐานในการโต้แย้งของกลุ่ม เพราะเหตุใด (คำถามประเมินค่า)</p>
<p>ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง</p> <p>เป็นการโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สำรวจตรวจสอบ โดยมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ครูกำหนดประเด็นการโต้แย้ง 2) ครูนิยามคำสำคัญของการโต้แย้งให้เข้าใจตรงกัน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. เพื่อให้นักเรียนสามารถให้ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนที่ดีได้ 2. เพื่อให้นักเรียนสามารถให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปได้ 	<p>- นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนของเพื่อนมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร (คำถามวิเคราะห์)</p> <p>- จากข้อกล่าวอ้างของเพื่อนที่เห็นต่าง นักเรียนคิดว่าเหตุผลใดบ้างที่ถูกต้อง เพราะเหตุใด (คำถามวิเคราะห์)</p>

ตาราง 10 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	วัตถุประสงค์ ของการใช้คำถาม ระดับสูง	ตัวอย่างการใช้ คำถามระดับสูง
3) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อ โต้แย้ง และ	3. เพื่อให้นักเรียน สามารถให้	- จากข้อกล่าวอ้างของเพื่อนที่ เห็นต่าง นักเรียนคิดว่าเหตุผล
4) นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ แสดงความเห็น ด้วยหรือขัดแย้ง พร้อมแสดงเหตุผล	ข้อสนับสนุนของการ โต้แย้งได้	ใดบ้างที่ไม่เป็นจริง เพราะเหตุ ใด (คำถามวิเคราะห์)
	4. เพื่อให้นักเรียน สามารถประเมิน ความน่าเชื่อถือของ หลักฐานได้	- นักเรียนคิดว่าหลักฐานของ เพื่อนมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ อย่างไร (คำถามประเมินค่า)
<p>ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการ สำรวจตรวจสอบ</p> <p>เป็นการเขียนรายงานการสำรวจสอบ รายบุคคล ที่แสดงจุดประสงค์ วิธีการ สำรวจตรวจสอบและคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ของปรากฏการณ์ที่ศึกษา</p>		

จากตาราง 10 สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

มีนักวิชาการศึกษาได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่าเป็นผลหรือพฤติกรรมที่เกิดจากการศึกษาค้นคว้า การเรียนรู้ การสั่งสอน หรือการสร้างประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่บ้านและโรงเรียน รวมไปถึง ค่านิยม จริยธรรมต่าง ๆ และความรู้สึกที่เกิดจากการปฏิบัติต่าง ๆ (บุญชม ศรีสะอาด, 2541; อารีย์ วชิรวรการ, 2542) ส่งผลทำให้พฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ของผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเห็นได้จากความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนรู้ ในด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข, 2548; ภาพ เลหาไพบูลย์, 2552)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลที่เกิดจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้

6.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ควรวัดพฤติกรรมให้ครอบคลุมตาม จุดประสงค์ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของคลอปเฟอร์ (Leopold E. Klopfer) อ้างถึงใน ภพ เลาห์ไพบูลย์ (2552) ที่แบ่งพฤติกรรมที่คาดหวังว่านักเรียนจะแสดงออกไว้เป็น 6 ประเภท คือ

1. ความรู้และความเข้าใจ (knowledge and comprehension) พฤติกรรมที่คาดหวังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน คือ ความรู้ ความจำ

2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (processes of scientific inquiry) ส่งผลให้ พฤติกรรมการเรียนรู้ในด้านการสังเกตและการวัด การรู้จักปัญหาและการหาแนวทางในการ แก้ปัญหา และการสร้างข้อสรุป การสร้างการทดสอบและการปรับปรุงแบบจำลองเชิงทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ เกิดการเปลี่ยนแปลง

3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (application of scientific knowledge and methods) นักเรียนควรนำความรู้ แนวคิด ทฤษฎีที่ได้ไปใช้แก้ปัญหา 3 ประเภท คือ การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน สาขาอื่น และการนำไปใช้แก้ปัญหาที่ นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

4. ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ (manual skills) นักเรียนมีความจำเป็นต้องมี ทักษะปฏิบัติการ ดังนี้ มีการพัฒนาทักษะในการใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการและมีการปฏิบัติงาน โดยใช้เทคนิคในการทดลองทั่ว ๆ ไปอย่างระมัดระวังและปลอดภัย

5. เจตคติและความสนใจ (attitudes and interests) พฤติกรรมส่วนนี้เน้นการวัด ความรู้สึก อารมณ์ การยอมรับ ผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะดังนี้ คือ ชอบแสวงหา สาเหตุที่เกิดขึ้น ไม่เชื่อในสิ่งที่ปราศจากหลักฐาน สรุปเรื่องราวต่างที่เกิดขึ้นโดยใช้หลักฐานที่ เชื่อถือได้ มีการพิจารณาไตร่ตรองอย่างดี

6. การมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์ (orientation) เป็นการวัดความเชื่อมโยง ระหว่างวิทยาศาสตร์กับแนวคิดอื่น ๆ ซึ่งนักเรียนจะแสดงพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงการตระหนักถึง ความสัมพันธ์ และความแตกต่างของข้อความทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ การตระหนัก ในความสัมพันธ์ระหว่างความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางเทคโนโลยีและการ พัฒนาการทางสังคม ทางเศรษฐกิจ

การวัดและประเมินผลตามคู่มือ Bloom (1956) จำแนกจุดประสงค์ของการจัดการ เรียนรู้ เพื่อมุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ไว้ 3 ด้านคือ

1. ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain)

พฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ที่แสดงถึงความสามารถในการคิดหรือกระบวนการทางปัญญา เป็นสมรรถภาพทางสติปัญญาหรือทางสมองของผู้เรียนที่เกิดจากการเรียนรู้ ที่ต้องอาศัยความสามารถทางสมองในการคิดในระดับต่าง ๆ รวมทั้งจดจำ เช่น การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา การทำความเข้าใจในการอ่าน การเขียนเรียงความ การคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ เป็นต้น ซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญาที่เป็นลำดับขั้น (Benjamin Bloom's Taxonomy of Education Objectives) และจะค่อยๆ เพิ่มความซับซ้อนขึ้น แบ่งเป็น 6 ระดับ

1.1 ความรู้ (Knowledge) แบ่งความรู้ออกเป็น 2 หมวด ดังนี้

1) ความรู้เกี่ยวกับความจริงเฉพาะต่าง ๆ โดยมีความรู้เกี่ยวกับคำจำกัดความของสิ่งต่าง ๆ เช่น คำจำกัดความของคำนาม กริยา เป็นต้น

2) ความรู้เกี่ยวกับวิธีการที่จะใช้เกี่ยวกับสิ่งเฉพาะต่าง ๆ เช่น ความรู้เกี่ยวกับการแบ่งประเภทหรือการจัดกลุ่ม

1.2 ความเข้าใจ (Comprehension) คือการเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ โดยสามารถสรุปและบรรยายด้วยคำพูดของตนเอง หรืออาจจะสามารถแปลความหมาย หรือตีความหมายได้หรืออาจจะบอกผลตามการกระทำได้

1.3 การนำไปใช้ (Application) คือ การนำสิ่งที่เรียนรู้มาใช้ในประสบการณ์ชีวิตประจำวัน เช่น ถ้าเรียนเกี่ยวกับการหาพื้นที่ของสี่เหลี่ยมผืนผ้าในห้องเรียน สามารถที่จะหาพื้นที่ของสนามที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้

1.4 การวิเคราะห์ (Analysis) คือความสามารถที่จะแบ่งสิ่งที่ต้องเรียนรู้ออกเป็นส่วนย่อยและแสดงความสัมพันธ์ของส่วนย่อยเหล่านั้น เช่น สามารถจะหยิบยกข้อความจริง (Fact) ต่าง ๆ จากสมมติฐาน ขณะเดียวกันก็จะสามารถชี้ความสัมพันธ์ของข้อความจริงเหล่านั้นได้หรือสามารถจะวิเคราะห์ว่าประโยคใดเป็นข้อความจริงและประโยคใดเป็นเพียงความคิดเห็น

1.5 การสังเคราะห์ (Synthesis) คือการนำประสบการณ์และสิ่งที่เรียนรู้รวมเป็นสิ่งใหม่ เช่น นักเรียนสามารถจะเขียนเรียงความ เรียบเรียงประสบการณ์ของตนเองตอนโรงเรียนปิดเทอม หรือการเขียนรายงานการค้นคว้าเกี่ยวกับวิชาที่เรียน

1.6 การประเมินค่า (Evaluation) คือการใช้ความรู้ที่เรียนมาในการตัดสินวินิจฉัยคุณค่าของประสบการณ์หรือสิ่งที่เรียนรู้ เช่น หลังจากอ่านหนังสือจบแล้วสามารถตัดสินใจ

ได้ว่าหนังสือดีหรือไม่ดีอย่างไรโดยใช้เกณฑ์ของลักษณะหนังสือที่ดีที่ ผู้ชำนาญการได้ตั้งไว้เป็นหลัก

2. ด้านจิตพิสัย (Affective domain)

พฤติกรรมทางด้านจิตใจเป็นสิ่งที่สร้างขึ้นจนเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล ซึ่งจะเกี่ยวกับค่านิยม ความต้องการ คุณธรรม จริยธรรม การปรับตัว ความรู้สึก ความซาบซึ้ง ทศนคติ ความเชื่อ ความสนใจ เป็นต้น

3. ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain)

พฤติกรรมด้านนี้เห็นได้จากกระทำ สามารถในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างคล่องแคล่ว ซึ่งแสดงผลของการปฏิบัติออกมาได้โดยตรง การวัดระดับทักษะนี้ว่าอยู่ในระดับใด จะใช้เวลาและคุณภาพของงานเป็นตัวกำหนด ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ทางด้านนี้ได้จะต้องพร้อมที่จะใช้อวัยวะต่าง ๆ ร่วมด้วย

จากที่กล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์จะต้องวัดให้ครบทุกด้านตรงกับจุดมุ่งหมายทางการศึกษา โดย Bloom (1956) แบ่งได้เป็น 3 ด้าน คือ 1) ด้านพุทธิพิสัย 2) ด้านจิตพิสัย และ 3) ด้านทักษะพิสัย ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน จะวัดความรู้ทางด้านพุทธิพิสัยโดยแบ่งพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัดเป็น 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความรู้-ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ 3) ด้านการนำไปใช้ 4) ด้านการวิเคราะห์ และ 5) ด้านการประเมินค่า

6.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความก้าวหน้าของผู้เรียนด้านเนื้อหา ความรู้ ความสามารถ ที่เกี่ยวกับด้านวิชาการ มักใช้วัดหลังจากทำกิจกรรมเพื่อวัดระดับการเรียนรู้ของนักเรียน (บรรพต สุวรรณประเสริฐ, 2544; ภัทรพร เกษสังข์, 2549) โดย ไพโรจน์ คะเชนทร์ (2556) ได้จัดประเภทของแบบทดสอบ ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น ได้แก่

1.1 แบบทดสอบปรนัย (Objective tests)

1.2 แบบอัตนัย (Essay tests)

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized tests) สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการ

หาคุณภาพของแบบทดสอบ มีค่าชี้แจงเกี่ยวกับการนำไปใช้ การให้คะแนนและการแปลผล มีความเป็นปรนัย เทียบตรง และมีความเชื่อมั่น

จากการศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะทำการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องทรัพยากรพลังงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก โดยแบ่งพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัดเป็น 5 ด้าน ตามแนวคิดของบloom ได้แก่ 1) ด้านความรู้-ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ 3) ด้านการนำไปใช้ 4) ด้านการวิเคราะห์ และ 5) ด้านการประเมินค่า

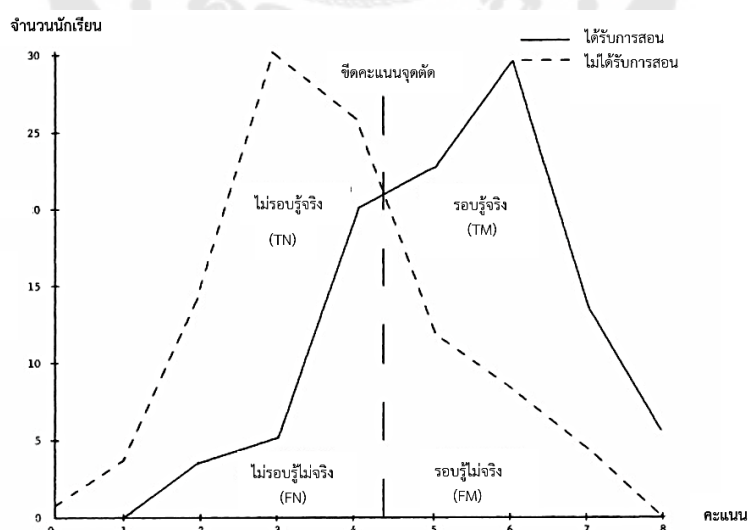
7. คะแนนจุดตัด (Cut off Score)

7.1 ความหมายของคะแนนจุดตัด

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2541) ให้ความหมายของคะแนนจุดตัดว่าเป็นคะแนนที่ใช้สำหรับเป็นเกณฑ์ที่ต้องนำผลการสอบไปเปรียบเทียบกับนักเรียนมีคะแนนสูงหรือต่ำ ถ้าคะแนนสูงกว่าจุดตัด เป็นกลุ่มมีความรอบรู้ (Master) ถ้าคะแนนต่ำกว่าจุดตัด เป็นกลุ่มไม่รอบรู้ (Non-Master) ซึ่งต้องกลับมาเรียนซ่อมเสริมในจุดมุ่งหมายในการเรียนนั้นอีก

7.2 การกำหนดคะแนนจุดตัด

วิธีกำหนดคะแนนจุดตัดตามแนวคิดของเบอร์ก (Berk, 1976) เป็นวิธีที่พิจารณาคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบ โดยนำคะแนนแจกแจงความถี่ระหว่างกลุ่มที่ยังไม่ได้รับการสอน และกลุ่มที่ได้รับการสอน มาสร้างเป็นกราฟเพื่อหาจุดตัด แล้วกำหนดเกณฑ์แบบทดสอบเป็นเกณฑ์พยากรณ์ ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 แสดงคะแนนพยากรณ์ที่ได้จากจุดตัด (Berk, 1976)

จากภาพประกอบ 4 พบว่า มีคะแนนคาบเกี่ยวกันและจุดที่ฟังก์ชันทั้งสองตัดกัน จะเป็นคะแนนพยากรณ์ที่แบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ดังภาพประกอบ 4

ถ้ามีการเคลื่อนคะแนนจุดตัดขึ้นก็จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนแบบหนึ่ง (Type I Error) เพิ่มขึ้น หรือจำนวนคนที่ไม่รอบรู้ไม่จริงจะเพิ่มขึ้น และทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนแบบที่สอง (Type II Error) ลดลงหรือจำนวนคนที่ไม่รอบรู้ไม่จริงจะลดลง แต่เมื่อเราย้ายคะแนนจุดตัดให้ลดลงจำนวนคนที่ไม่ รอบรู้ไม่จริง เห็นได้ว่าจำนวนนักเรียนที่แบ่งเป็น 4 กลุ่มจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับผลการสอบของกลุ่มที่ศึกษาและการกำหนดคะแนนจุดตัด ดังภาพประกอบ 5

		เกณฑ์การจำแนก	
		ได้รับการสอน	ไม่ได้รับการสอน
คะแนนจุดตัด	คาดว่าจะรอบรู้	กลุ่มรอบรู้จริง (True Master : TM)	Type II Error กลุ่มรอบรู้ไม่จริง (False Masters : FM)
	คาดว่าจะไม่รอบรู้	Type I Error กลุ่มไม่รอบรู้ไม่จริง (False Non Masters : FN)	กลุ่มไม่รอบรู้จริง (True Non Masters : TN)

ภาพประกอบ 5 แสดงการแบ่งกลุ่มนักเรียนโดยใช้คะแนนจุดตัดเป็นเกณฑ์ (Berk, 1976)

การกำหนดคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมจะต้องพิจารณา ดังนี้

1. การวิเคราะห์คะแนนจุดตัดโดยใช้ความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจ (Probability of Decisions) เพื่อให้ได้ คะแนน พยากรณ์ (Outcome Probability) จากภาพประกอบ 5 แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

ความน่าจะเป็นของการรอบรู้จริง : P(TM)

ความน่าจะเป็นของการรอบรู้ไม่จริง : P(FM)

ความน่าจะเป็นของการไม่รอบรู้จริง : P(TN)

ความน่าจะเป็นของการไม่รอบรู้ไม่จริง : P(FN)

ซึ่งการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ทั้ง 4 นี้ สามารถวิเคราะห์ได้จากสัดส่วนของจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม (Cell Frequencies) ต่อจำนวนนักเรียนทั้งหมด (Total Sample) ดังนี้

$$P(TM) = TM / (M + N)$$

$$P(FM) = FM / (M + N)$$

$$P(TN) = TN / (M + N)$$

$$P(FN) = FN / (M + N)$$

เมื่อ	TM	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มรอบรู้จริง
	FM	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มรอบรู้ไม่จริง
	TN	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มไม่รอบรู้จริง
	FN	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มไม่รอบรู้ไม่จริง
	M+N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด ($M + N = TM + FN + FM + TN$)

จากความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่กล่าวมานี้ สามารถนำมาวิเคราะห์หาความน่าจะเป็นของผู้รอบรู้ในประชากร (Probability or incidence of mastery in population : BR) และความน่าจะเป็นของการพยากรณ์ว่ารอบรู้ในประชากร (Probability of Predicted mastery in master in population : SR)

ซึ่งหาได้จากสูตร

$$BR = P(FN) + P(TM)$$

$$SR = P(TM) + P(FM)$$

ดังนั้น	ความน่าจะเป็นของผู้ไม่รอบรู้ในประชากร	=	$1 - BR$
	ความน่าจะเป็นของการพยากรณ์ว่าไม่รอบรู้	=	$1 - SR$

2. คะแนนจุดตัดที่เหมาะสม

เป็นค่าที่สามารถพยากรณ์หาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์หรือพยากรณ์การรอบรู้ของนักเรียนได้ โดยกลุ่มที่รอบรู้จริงและไม่รอบรู้จริงจะต้องมีจำนวนมากที่สุด ส่วนกลุ่มที่รอบรู้ไม่จริงและไม่รอบรู้ไม่จริงจะต้องมีจำนวนน้อยที่สุด ทำให้คะแนนจุดตัดที่เหมาะสมจะต้องพิจารณาความน่าจะเป็นของแต่ละแบบ ดังนี้

2.1 ค่าความน่าจะเป็นของการตัดสินใจถูก (Probability of Correct Decision) มีค่าสูงสุด หมายถึง ต้องมีค่า $P(TM) + P(TN)$ สูงสุด

2.2 ค่าความน่าจะเป็นของการตัดสินใจที่ผิด (Probability of Incorrect Decision) มีค่าต่ำสุด หมายถึง ต้องมีค่า $P(FN) + P(FM)$ ต่ำสุด

3. การพิจารณาคะแนนจุดตัดโดยใช้สัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรง (Validity of Coefficient)

การพิจารณาคะแนนจุดตัดที่เหมาะสม ต้องพิจารณาสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัดร่วมด้วย ซึ่งสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงจะแสดงให้เห็นว่า คะแนนจุดตัดที่ใช้ในการจำแนกได้ดีเพียงใด คำนวณได้จากสูตร

$$\phi_{vc} = \frac{P(TM) - BR(SR)}{\sqrt{BR(1-BR)SR(1-SR)}}$$

เมื่อ	ϕ_{vc}	แทน	สัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของเกณฑ์
	$P(TM)$	แทน	ความน่าจะเป็นของการรอบรู้จริง
	BR	แทน	ความน่าจะเป็นของผู้รอบรู้ของประชากร หาได้จาก $P(FN) + P(TM)$
	SR	แทน	ความน่าจะเป็นของการพยากรณ์ว่ารอบรู้ หาได้จาก $P(TM) + P(FM)$

จากสูตรจะเห็นว่า เมื่อ $BR = SR$ แล้วจะทำให้ค่า ϕ_{vc} มีค่าสูงสุดเข้าใกล้ 1.00 แต่หาก BR, SR มีค่าไม่เท่ากันหรือต่างกัน จะทำให้ค่า ϕ_{vc} ลดลง เราสามารถแปลความหมายจากค่า ϕ_{vc} ได้ว่าคะแนนจุดตัดมีความเหมาะสม ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัดมีค่าสูง

บทที่ 3

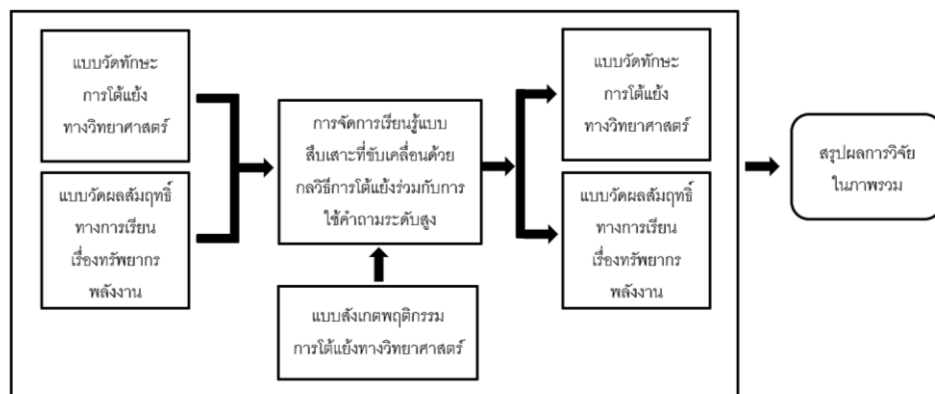
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วม การใช้คำถามระดับสูง และเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. แบบแผนการวิจัย
2. กลุ่มที่ศึกษา
3. เครื่องมือที่ใช้และการสร้างเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย
7. จริยธรรมวิจัย

1. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mixed method research) ตามแบบแผน Experimental (Intervention) Design เป็นแบบแผนที่ทำวิจัยระยะเดียว โดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative research) ที่ได้จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เรียน และนำไปเทียบกับคะแนนจุดตัด มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative research) ที่ได้จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และแบบสังเกตพฤติกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อนำข้อมูลไปสนับสนุนหรืออธิบายทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เป็นการใช้กลุ่มที่ศึกษากลุ่มเดียว ทดลองก่อนเรียนและหลังเรียน (Creswell & Plano Clark, 2018) ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 แบบแผน Experimental (Intervention) Design

(Creswell & Plano Clark, 2018)

2. กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรปราการ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรปราการ จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 40 คน โดยวิธีการเลือกแบบตามความสะดวก (Convenience Sampling) เนื่องจากห้องเรียนทุกห้องมีการจัดชั้นเรียนแบบลดความสามารถ เก่ง กลาง อ่อน ทำให้ห้องเรียนทุกห้องมีความสามารถใกล้เคียงกัน และเมื่อสำรวจทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับควรปรับปรุง

3. เครื่องมือที่ใช้และการสร้างเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้การวิจัยมี 2 แบบ คือ เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ 4 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน และแบบสังเกตพฤติกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

3.1 การสร้างเครื่องมือและการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2

ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

3.1.1.1 ศึกษา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานและมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อกำหนดมาตรฐานการ การเรียนรู้ วิเคราะห์รายละเอียดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

3.1.1.2 ศึกษาเนื้อหา เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน ในคู่มือครูวิทยาศาสตร์และหนังสือ เรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และพลังงานทดแทน เพื่อทำความเข้าใจกระบวนการเกิด สมบัติ การใช้ประโยชน์ ผลกระทบและแนวทางการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ รวมทั้งข้อดี ข้อจำกัดและแนวทางการใช้ พลังงานทดแทนที่เหมาะสมในท้องถิ่น

3.1.1.3 ศึกษาวิธีการพัฒนาและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพื่อนำมาใช้ในการเขียนแผนการ จัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ร่วมกันสร้างข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลผ่าน กิจกรรมการโต้แย้ง โดยจะมีการสอดแทรกการใช้คำถามระดับสูงที่เน้นการส่งเสริมทักษะการ โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในระหว่างการทำกิจกรรม โดยมี 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การระบุภาระงาน 2) สำรวจและรวบรวมข้อมูล 3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว 4) กิจกรรมการโต้แย้ง และ 5) การ เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

3.1.1.4 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน ในรายวิชา วิทยาศาสตร์ 4 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง 40 นาที

ดังตาราง 11

ตาราง 11 แผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	เรื่อง	เนื้อหาสาระ	จำนวน คาบ
1	เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ พลังงานที่ยังจำเป็น จริงหรือ	- กระบวนการเกิดเชื้อเพลิง ซากดึกดำบรรพ์ - ถ่านหิน - หินน้ำมัน - ปิโตรเลียม	2
2	การสำรวจปิโตรเลียมส่งผล กระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่	- การสำรวจปิโตรเลียม - การสำรวจทางธรณีวิทยา - การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ - การเจาะสำรวจ	2
3	แก๊สธรรมชาติดีกว่าน้ำมัน จริงหรือ	- กระบวนการแยกแก๊ส ธรรมชาติและการกลั่น น้ำมันดิบ - ประโยชน์และผลกระทบที่ เกิดจากแก๊สธรรมชาติและ น้ำมันดิบ	2
4	การผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ ปิโตรเลียมมีประโยชน์มากกว่า โทษจริงหรือ	- การผลิตและการนำ ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ ประโยชน์ - ผลกระทบที่เกิดจากการผลิต และการใช้ผลิตภัณฑ์ ปิโตรเลียม	2
5	พลังงานทดแทนดีกว่า เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ จริง หรือ	- พลังงานทดแทน - แนวทางในการใช้เชื้อเพลิง ซากดึกดำบรรพ์และการใช้ พลังงานทดแทน	2
รวม			10

ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

- 1) มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
- 2) จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 2.1) ด้านความรู้
 - 2.2) ด้านทักษะกระบวนการ
 - 2.3) ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 3) สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
- 4) กิจกรรมการเรียนรู้
- 5) ชิ้นงานหรือภาระงาน
- 6) กระบวนการวัดผลและประเมินผล
- 7) สื่อ/ แหล่งเรียนรู้

3.1.1.5 นำแผนฯ ที่พัฒนาขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ในหัวข้อที่กล่าวมาแล้วนั้น จากนั้นนำแผนฯ มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา โดยผู้วิจัยได้ปรับแก้ไขในประเด็นดังนี้

- 1) ปรับแก้ไขจุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับตัวชี้วัด และเพิ่มจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สะท้อนการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
- 2) ปรับแก้คำถามที่ใช้ตรวจสอบความรู้เดิม
- 3) เพิ่มวิธีการแบ่งกลุ่มของนักเรียนในการทำกิจกรรม
- 4) ปรับแก้กระบวนการวัดและประเมินผลให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3.1.1.6 นำแผนฯ ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ และผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและการสอน เพื่อประเมินความเหมาะสมและพิจารณาความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ของแผนฯ กับประเด็นที่กำหนด

3.1.1.7 รวบรวมผลการตรวจสอบแผนฯ จากผู้เชี่ยวชาญ นำมาหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ด้วยค่า IOC (Index of Consistency) ซึ่งต้องเป็นไปตามเกณฑ์ 0.50 ขึ้นไป จึงจะถือว่ารายการประเมินสอดคล้องกัน (อนูวัติ คุณแก้ว, 2559)

เกณฑ์การให้คะแนน มีดังนี้

+1	หมายถึง	แน่ใจว่ารายการประเมินสอดคล้องกัน
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่ารายการประเมินสอดคล้องกัน
-1	หมายถึง	แน่ใจว่ารายการประเมินไม่สอดคล้องกัน

เกณฑ์การประเมินความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของฯ เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) โดยกำหนดการให้คะแนนดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

คะแนน	ความเหมาะสม
5	เหมาะสมมากที่สุด
4	เหมาะสมมาก
3	เหมาะสมปานกลาง
2	เหมาะสมน้อย
1	เหมาะสมน้อยที่สุด

วิเคราะห์ผลการประเมินแผนฯ ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์เพื่อหาระดับคุณภาพความเหมาะสม ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

คะแนนเฉลี่ย	4.51 -5.00	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	3.51 -4.50	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมาก
คะแนนเฉลี่ย	2.51 -3.50	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.51 -2.50	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 -1.50	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนฯ เท่ากับ 1.00 ทุกรายการประเมิน ทุกแผนฯ แสดงว่ามีความสอดคล้องระหว่างความตรงเชิงเนื้อหา และมีค่าความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของแผนฯ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.51-5.00 ในระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าทุกแผนฯ สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ (ดังภาคผนวก ค) โดยผู้วิจัยได้ปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ในประเด็นดังนี้

1) ปรับแก้ไขการเขียนการจัดการเรียนรู้ ในแต่ละชั้นการสอน ให้เป็นบทบาทของนักเรียนเพื่อเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ว่าในแต่ละชั้นนักเรียนทำอะไร

2) เพิ่มเติมเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มนักเรียน

3) ปรับแก้ไข สื่อ/แหล่งเรียนรู้ โดยระบุที่มาของรูปภาพ หน้าหนังสือเรียน และระบุที่อยู่ (Address) ของข้อมูลต่าง ๆ หรือหน้าเว็บไซต์ (Website) เพื่อให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

4) ปรับการเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยแยกที่ละพฤติกรรม เช่น อธิบาย, เปรียบเทียบ, สืบค้น, รวบรวมข้อมูล และนำเสนอ โดยเขียนแยกรายข้อ

5) ผู้วิจัยปรับการเขียนสาระสำคัญ

3.1.1.8 ปรับแผนฯ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาให้ตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นนำแผนฯ ไปใช้กับกลุ่มที่ต้องการศึกษา

3.1.2 การสร้างแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

3.1.2.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับหลักการ แนวคิด ของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และสามารถสรุปนิยามได้ว่า ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Argumentation Skills) หมายถึง ความสามารถในการนำหลักฐานมาวิเคราะห์ พิจารณาร่วมกับการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลและหลักฐานเข้าด้วยกัน มาใช้ในการสนับสนุนความคิดเห็นหรือตัดสินใจเลือกในประเด็นใดประเด็นหนึ่ง รวมถึงการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้ที่มีความคิดเห็นไม่ตรงกัน เพื่อโน้มน้าวให้อีกฝ่ายมีความเห็นไปในทิศทางเดียวกัน แบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบตามแนวคิดของ Lin & Mintzes (2010) ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้างและเหตุผล 2) ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป 3) ข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง และ 4) หลักฐาน

3.1.2.2 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบวัด และในการวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3.1.2.3 สร้างแบบวัด ซึ่งปรับปรุงจากแบบวัดของ Lin & Mintzes (2010) โดยใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่สุดอดคล้องกับบริบทของหน่วยการเรียนรู้ และมีเกณฑ์ที่ระบุตามองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ชัดเจน ซึ่งเป็นแบบวัดชนิดเขียนตอบ โดยใช้สถานการณ์โต้แย้งจำนวน 6 ประเด็น ประเด็นละ 4 ข้อ รวม 24 ข้อ จากนั้นเลือกสถานการณ์โต้แย้งไปใช้ในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ประเด็น แบ่งเป็นก่อนเรียน (Pre-test) จำนวน 2 ประเด็น และหลังเรียน (Post-test) จำนวน 2 ประเด็น ซึ่งคำถามแต่ละข้อมีลักษณะของคำถาม ดังนี้

ข้อที่ 1 ให้ออกว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับประเด็น/คำกล่าว พร้อมแสดงความคิดเห็นของตนเอง และให้เหตุผลประกอบ

ข้อที่ 2 ถ้ามีบางคนไม่เห็นด้วยกับความคิดของเรา คิดว่า “เหตุผลของเพื่อน” ที่คิดต่างจากเราคืออะไร

ข้อที่ 3 ให้ออกวิธีโน้มน้าวคนที่ไม่เห็นด้วยกับเหตุผลของเรา (ขยายความและให้เหตุผลสนับสนุนเพิ่มเติมจากคำตอบข้อ 1)

ข้อที่ 4 ให้ออกหลักฐานที่สนับสนุนแนวคำตอบและเหตุผลของตนเอง
ตารางวิเคราะห์ข้อสอบของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ตามองค์ประกอบการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ 4 องค์ประกอบ โดยยึดตามองค์ประกอบของ Lin & Mintzes (2010) ดังตาราง 12

ตาราง 12 วิเคราะห์ข้อสอบของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ประเด็น	บทความ/ สถานการณ์	ข้อกล่าว อ้างและ เหตุผล	องค์ประกอบ (ข้อ)			รวม (ข้อ)
			ข้อโต้แย้ง ที่ต่าง ออกไป	ข้อสนับสนุน ของการโต้แย้ง	หลักฐาน	
1	รถพลังงานไฟฟ้าดีกว่ารถพลังงานเชื้อเพลิงจริงหรือ	1	1	1	1	4
2	“แก๊สธรรมชาติ” เชื้อเพลิงที่เหมาะสมกับรถยนต์จริงหรือ?	1	1	1	1	4
3	“พลังงานนิวเคลียร์” ทางเลือกใหม่แห่งอนาคตจริงหรือ?	1	1	1	1	4
4	พลังงานหมุนเวียนดีกว่าเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จริงหรือ?	1	1	1	1	4
5	“แก๊สธรรมชาติ” ประโยชน์มากกว่าโทษจริงหรือ?	1	1	1	1	4
6	“พลังงานนิวเคลียร์” คุ้มค่ากับการลงทุนจริงหรือ?	1	1	1	1	4
รวมข้อสอบทั้งหมด (ข้อ)		6	6	6	6	24

3.1.2.4 ผู้วิจัยนำแบบวัดให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน เพื่อตรวจสอบว่าในแต่ละข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะและประเมินความเหมาะสมของแบบวัด

3.1.2.5 รวบรวมผลการตรวจสอบแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญ นำมาหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ ด้วยค่า IOC (Index of Consistency) ซึ่งต้องเป็นไปตามเกณฑ์ 0.50 ขึ้นไป จึงจะถือว่ารายการประเมินสอดคล้องกัน (อนุวัติ คุณแก้ว, 2559)

สำหรับเกณฑ์การให้คะแนน มีดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามศัพท์
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามศัพท์
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์

เกณฑ์การประเมินความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของแบบวัดเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) โดยกำหนดการให้คะแนนดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

คะแนน	ความเหมาะสม
5	เหมาะสมมากที่สุด
4	เหมาะสมมาก
3	เหมาะสมปานกลาง
2	เหมาะสมน้อย
1	เหมาะสมน้อยที่สุด

วิเคราะห์ผลการประเมินแบบวัดของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านแล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์เพื่อหาระดับคุณภาพความเหมาะสม ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

คะแนนเฉลี่ย	4.51 -5.00	ข้อคำถามเหมาะสมมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	3.51 -4.50	ข้อคำถามเหมาะสมมาก
คะแนนเฉลี่ย	2.51 -3.50	ข้อคำถามเหมาะสมปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.51 -2.50	ข้อคำถามเหมาะสมน้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 -1.50	ข้อคำถามเหมาะสมน้อยที่สุด

จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ หมายความว่า ข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามศัพท์ และค่าความเหมาะสมของสถานการณ์ ข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนน ภาษาและการนำไปใช้ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.51-5.00 ในระดับมากที่สุด แสดงว่าข้อคำถามและสถานการณ์ที่ใช้มีความสอดคล้องและเหมาะสม นำไปเก็บข้อมูลได้ (ดังภาคผนวก ค)

3.1.2.6 นำแบบวัดไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา จำนวน 40 คน ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ศึกษา แล้วนำแบบวัดฯ มาตรวจสอบหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

การแปลผลค่าดัชนีความยาก (Index of Difficulty) ใช้เทคนิคร้อยละ 25 ของคะแนนในกลุ่มสูงสุดและกลุ่มต่ำสุด ตามสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney & Sabers., 1970) เป็นไปตามเกณฑ์ ดังนี้

ค่าดัชนีความยาก	.20-.80	ข้อคำถามที่ควรเลือกใช้
ค่าดัชนีความยาก	น้อยกว่า .20	ข้อคำถามยากเกินไป
ค่าดัชนีความยาก	มากกว่า .80	ข้อคำถามง่ายเกินไป

การแปลผลค่าดัชนีอำนาจจำแนก (Index of Discrimination) ใช้เทคนิคร้อยละ 25 ของคะแนนในกลุ่มสูงสุดและกลุ่มต่ำสุด ตามสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney & Sabers., 1970) โดยการแปลผลค่าดัชนีอำนาจจำแนก เป็นไปตามเกณฑ์ ดังนี้ (Mclachlan, 2004)

- 1) ค่าอำนาจจำแนก (r) จะมีค่ามากกว่า 0.2 ขึ้นไป
- 2) การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ มีเกณฑ์ ดังนี้

ค่าอำนาจจำแนก	.40 ขึ้นไป	ข้อคำถามจำแนกได้ดีมาก
ค่าอำนาจจำแนก	.20 - .39	ข้อคำถามจำแนกพอใช้ แต่ควรปรับปรุงข้อคำถาม
ค่าอำนาจจำแนก	.00 - .19	ข้อคำถามจำแนกไม่ดี ไม่ควรใช้ข้อคำถามนี้

การแปลผลค่าความเชื่อมั่นที่ได้จากสูตรการหาค่าความเชื่อมั่นของครอนบาค (Cronbach) (Thompson, 2016) โดยการแปลค่าความเชื่อมั่นเป็นไปตามเกณฑ์ดังนี้ (Denoël, 2007)

0.00 - 0.20	ความเชื่อมั่นของแบบวัดต่ำมาก/ไม่มีเลย
0.21 - 0.40	ความเชื่อมั่นของแบบวัดต่ำ
0.41 - 0.70	ความเชื่อมั่นของแบบวัดปานกลาง
0.71 - 1.00	ความเชื่อมั่นของแบบวัดสูง

โดยพบว่าแบบวัดฯ ฉบับก่อนเรียน ค่าความยาก (p) ของแบบวัดรายข้อ อยู่ระหว่าง 0.23-0.63 หมายความว่า เป็นข้อคำถามที่ควรเลือกใช้ ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.25-0.50 ค่า หมายความว่า ข้อคำถามจำแนกได้พอใช้จนถึงจำแนกได้ดีมาก ความเชื่อมั่น (KR-20) เท่ากับ 0.72 หมายความว่า ความเชื่อมั่นของแบบวัดสูง และแบบวัดฯ ฉบับหลังเรียน

ค่าความยาก (p) ของแบบวัดรายข้อ อยู่ระหว่าง 0.28-0.61 หมายความว่า เป็นข้อคำถามที่ควรเลือกใช้ ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20-0.45 ค่า และค่าความเชื่อมั่น (KR-20) เท่ากับ 0.75 หมายความว่า ความเชื่อมั่นของแบบวัดสูง แสดงว่าคำถามของแบบวัดทั้งฉบับสามารถนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาได้ (ดังภาคผนวก ค)

3.1.2.7 นำแบบวัดไปใช้สอบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์กับกลุ่มที่ศึกษา

3.1.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน

ผู้วิจัยสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1.3.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ 4 หนังสือเรียนและคู่มือครู เรื่องทรัพยากรพลังงาน โดยมีองค์ประกอบของหน่วย ได้แก่ 1) เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และ 2) พลังงานทดแทน

3.1.3.2 ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบจากหนังสือเทคนิคการสอนรูปแบบการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบจากเอกสารการวัดผลการศึกษาของ สมนึก ภัททิยธนี (2549)

3.1.3.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ สร้างตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์จำนวนข้อสอบทั้งหมดและข้อสอบที่ต้องการจริง แสดงดังตาราง 13

ตาราง 13 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา (เรื่อง) จุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวนข้อสอบทั้งหมดและข้อสอบที่ต้องการจริง

เนื้อหา (เรื่อง)	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด					ข้อสอบทั้งหมด (ข้อ)	ข้อสอบที่ต้องการจริง (ข้อ)
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า		
1. กระบวนการเกิดเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์	อธิบายกระบวนการเกิดเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ถ่านหิน และหินน้ำมัน	2	2	1	2	1	8	5
2. การสำรวจและการกลั่นน้ำมันดิบ	1. เปรียบเทียบกระบวนการเกิดสมบัติ และการใช้ประโยชน์เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ 2. อธิบายผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์	2	1	1	1	1	6	4
3. กระบวนการกลั่นแก๊สธรรมชาติ	อธิบายกระบวนการแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นน้ำมันดิบ	2	2	1	1	1	7	5
4. ผลที่เกิดจากการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	1. อธิบายผลที่เกิดจากการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม 2. ตระหนักถึงผลการใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	1	1	2	1	1	6	4
5. แนวทางการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลและการใช้พลังงานทดแทน	1. สามารถเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของพลังงานทดแทนแต่ละประเภทจากการรวบรวมข้อมูล 2. สามารถบอกแนวทางการใช้พลังงานทดแทนที่เหมาะสมในท้องถิ่น	1	1	1	1	1	5	3
	รวม						47	30

3.1.3.4 สร้างข้อสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 47 ข้อ และสร้างตัวเลือก 4 เลือกโดยมีคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 ตัว ที่เหลือเป็นตัวลวง กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อคือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน

3.1.3.5 นำแบบวัดเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ถูกต้อง แล้วจึงนำมาปรับปรุงข้อแก้ไข โดยผู้วิจัยได้ปรับแก้ไขในประเด็นดังนี้

- 1) ปรับแก้ตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา (เรื่อง) จุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวนข้อสอบทั้งหมดและข้อสอบที่ต้องการจริง ให้ถูกต้อง เหมาะสม
- 2) ปรับแก้สัญลักษณ์ลูกศร เปลี่ยนเป็นใช้คำว่าความสัมพันธ์
- 3) ปรับแก้การจัดลำดับตัวเลือกในข้อสอบ โดยเรียงจากสั้นไปยาว

3.1.3.6 นำแบบวัดเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และการสอน เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นรายข้อและความเหมาะสม พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ หมายความว่า ข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามศัพท์ และค่าความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของคำถามในแบบวัดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67-5.00 ซึ่งอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด จากนั้นปรับปรุงข้อคำถามของแบบวัดตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญโดยปรับค่าที่จะทำให้เกิดความสับสนของนักเรียน เช่น ปรับจากคำว่าไม่เหมาะสม เป็นคำว่าเหมาะสมน้อยที่สุด

3.1.3.7 นำแบบวัดที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา จำนวน 40 คน ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ศึกษา แล้วนำแบบวัดมาตรวจสอบหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

การแปลผลค่าดัชนีความยาก (Index of Difficulty) ใช้เทคนิคร้อยละ 25 ของคะแนนในกลุ่มสูงสุดและกลุ่มต่ำสุด ตามสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney & Sabers., 1970) เป็นไปตามเกณฑ์ ดังนี้

ค่าดัชนีความยาก	.20-.80	เป็นข้อคำถามที่ควรเลือกใช้
ค่าดัชนีความยาก	น้อยกว่า .20	ข้อคำถามยากเกินไป
ค่าดัชนีความยาก	มากกว่า .80	ข้อคำถามง่ายเกินไป

การแปลผลค่าดัชนีอำนาจจำแนก (Index of Discrimination) ใช้เทคนิคร้อยละ 25 ของคะแนนในกลุ่มสูงสุดและกลุ่มต่ำสุด ตามสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney & Sabers., 1970) โดยการแปลผลค่าดัชนีอำนาจจำแนก เป็นไปตามเกณฑ์ ดังนี้ (McLachlan, 2004)

- 1) ค่าอำนาจจำแนก (r) จะมีค่ามากกว่า 0.2 ขึ้นไป
- 2) การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ มีเกณฑ์ ดังนี้

ค่าอำนาจจำแนก	.40 ขึ้นไป	ข้อคำถามจำแนกได้ดีมาก
ค่าอำนาจจำแนก	.20 - .39	ข้อคำถามจำแนกพอใช้ แต่ควรปรับปรุงข้อคำถาม
ค่าอำนาจจำแนก	.00 - .19	ข้อคำถามจำแนกไม่ดี ไม่ควรใช้ข้อคำถามนี้

การแปลผลค่าความเชื่อมั่นที่ได้จากสูตรการหาค่าความเชื่อมั่นของครอนบาค (Cronbach) (Thompson, 2016) โดยการแปลค่าความเชื่อมั่นเป็นไปตามเกณฑ์ดังนี้ (Denoël, 2007)

0.00 - 0.20	ความเชื่อมั่นของแบบวัดต่ำมาก/ไม่มีเลย
0.21 - 0.40	ความเชื่อมั่นของแบบวัดต่ำ
0.41 - 0.70	ความเชื่อมั่นของแบบวัดปานกลาง
0.71 - 1.00	ความเชื่อมั่นของแบบวัดสูง

โดยพบว่าค่าความยาก (p) ของแบบวัดรายข้อ อยู่ระหว่าง 0.20-0.75 หมายความว่า เป็นข้อคำถามที่ควรเลือกใช้ ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20-0.55 หมายความว่า ข้อคำถามจำแนกได้พอใช้จนถึงจำแนกได้ดีมาก และค่าความเชื่อมั่น (KR-20) เท่ากับ 0.86 หมายความว่า ความเชื่อมั่นของแบบวัดสูง แสดงว่าคำถามของแบบวัดทั้งหมดสามารถนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาได้ (ดังภาคผนวก ค)

3.1.3.8 นำแบบวัดที่ปรับแก้ไขแล้ว ไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาต่อไป

3.1.4. แบบสังเกตพฤติกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

แบบสังเกตพฤติกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นแบบสังเกตแบบมีโครงสร้าง เพื่อให้ผู้วิจัยใช้บันทึกพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกมาขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่สะท้อนองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยใช้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ สังเกตจากการบันทึกวีดิทัศน์ การอภิปรายหรือบันทึกโดยการเขียน มีการถอดความเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อการวิเคราะห์ต่อไป ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1.4.1 ศึกษารูปแบบของแบบสังเกตฯ เพื่อกำหนดประเด็นที่จะสังเกต ซึ่งแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้ 1) แบ่งตามโครงสร้างของเครื่องมือที่ใช้ 2) แบ่งตามพฤติกรรมหรือ

บทบาทของผู้สังเกต และ 3) แบ่งตามบทบาทของวิธีการ ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมแบบมีโครงสร้าง ที่สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่สะท้อนองค์ประกอบของทักษะได้แย่งทางวิทยาศาสตร์

3.1.4.2 สร้างแบบสังเกตฯ แบบมีโครงสร้าง ตามประเด็นที่กำหนด ได้แก่ พฤติกรรมการได้แย่งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่แสดงออกมาขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้

3.1.4.3 นำแบบสังเกตฯ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นนำไปปรับปรุงแก้ไข โดยผู้วิจัยได้ปรับแก้ไขในประเด็นดังนี้

- 1) ปรับแก้ไขแบบสังเกตฯ ให้อยู่ในรูปตาราง แยกองค์ประกอบชัดเจน
- 2) ปรับแก้พฤติกรรมบ่งชี้ให้สอดคล้องกับนิยามขององค์ประกอบของทักษะการได้แย่งทางวิทยาศาสตร์

3.1.4.4 นำแบบสังเกตฯ ที่สร้างขึ้น เสนอผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของประเด็นการสังเกต กับนิยามศัพท์ขององค์ประกอบทักษะการได้แย่งทางวิทยาศาสตร์ ความถูกต้องความเหมาะสมของภาษา เนื้อหาที่ใช้ ตลอดจนความครอบคลุมพร้อมทั้งขอคำแนะนำเพิ่มเติมและแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข

3.1.4.5 รวบรวมความเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์โดยใช้การหาค่าดัชนี ความสอดคล้องของประเด็นการสังเกต ข้อคำถามกับนิยามศัพท์ขององค์ประกอบทักษะการได้แย่งทางวิทยาศาสตร์ ด้วยค่า IOC (Index of Consistency) ซึ่งต้องเป็นไปตามเกณฑ์ 0.50 ขึ้นไป จึงจะถือว่ารายการประเมินสอดคล้องกัน (อนุวัติ คุณณแก้ว, 2559)

สำหรับเกณฑ์การให้คะแนน มีดังนี้

- | | | |
|----|---------|--|
| +1 | หมายถึง | แน่ใจว่าประเด็นการสังเกตสอดคล้องกับนิยามศัพท์ |
| 0 | หมายถึง | ไม่แน่ใจประเด็นการสังเกตสอดคล้องกับนิยามศัพท์ |
| -1 | หมายถึง | แน่ใจว่าประเด็นการสังเกตไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์ |

เกณฑ์การประเมินความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของแบบสังเกตฯ เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) โดยกำหนดการให้คะแนนดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

คะแนน	ความเหมาะสม
5	เหมาะสมมากที่สุด
4	เหมาะสมมาก

3	เหมาะสมปานกลาง
2	เหมาะสมน้อย
1	เหมาะสมน้อยที่สุด

วิเคราะห์ผลการประเมินแบบสังเกตฯ ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านแล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์เพื่อหาระดับคุณภาพความเหมาะสม ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

คะแนนเฉลี่ย	4.51 -5.00	ประเด็นการสังเกตเหมาะสมมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	3.51 -4.50	ประเด็นการสังเกตเหมาะสมมาก
คะแนนเฉลี่ย	2.51 -3.50	ประเด็นการสังเกตเหมาะสมปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.51 -2.50	ประเด็นการสังเกตเหมาะสมน้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 -1.50	ประเด็นการสังเกตเหมาะสมน้อยที่สุด

จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ หมายความว่า ประเด็นการสังเกตสอดคล้องกับนิยามศัพท์ และค่าความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของแบบสังเกตฯ เท่ากับ 5.00 ทุกข้อ ซึ่งอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด แสดงว่าแบบสังเกตฯ สามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลได้ (ดังภาคผนวก ค)

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลใน ปีการศึกษา 2565 จำนวน 5 แผน โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

4.1 ผู้วิจัยทำหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย เพื่อขอความยินยอมจากผู้อำนวยการโรงเรียนและกลุ่มที่ศึกษาก่อนทำการวิจัยและเก็บข้อมูล จากนั้นชี้แจงวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย และทำความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกัน

4.2 ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดชนิดเขียนตอบ จำนวน 2 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อคำถาม และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน โดยเก็บรักษาความลับของผู้เข้าร่วมวิจัย โดยชื่อของผู้ที่อยู่ในกลุ่มตัวอย่างจะกำหนดเป็นรหัสแทนชื่อ

4.3 ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามแผนที่เตรียมไว้ จำนวน 5 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง 40 นาที

4.4 ผู้วิจัยสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกมาขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่สะท้อนองค์ประกอบของทักษะดังกล่าวที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

4.5 หลังจากจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 5 แผนแล้ว ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดชนิดเขียนตอบ จำนวน 2 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อคำถาม และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

5.1 วิเคราะห์แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์คำตอบของผู้เรียนแบบรายข้อ และการให้คะแนนรูบริกโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยปรับมาจาก Lin & Mintzes (2010) และ Sadler & Donnelly (2006) ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ในแต่ละองค์ประกอบ คือ ระดับสูง ระดับปานกลาง และระดับต่ำ โดยประเมินแยกเป็น 4 รายการตามองค์ประกอบ (Lin & Mintzes, 2010) ได้แก่ ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป ข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง และหลักฐาน ดังตาราง 14

ตาราง 14 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ระดับ	ข้อกล่าวอ้าง และเหตุผล สนับสนุน	ข้อโต้แย้ง ที่ต่างออกไป	ข้อสนับสนุน ของการโต้แย้ง	หลักฐาน
ระดับสูง (2)	สามารถบอกข้อ กล่าวอ้างและให้ เหตุผลสนับสนุน ที่ถูกต้อง 3 เหตุผลขึ้นไป	สามารถให้ เหตุผลที่เป็นข้อ คัดค้านที่ถูกต้อง 3 เหตุผล ขึ้นไป	สามารถขยาย ความและให้ เหตุผลสนับสนุน ที่ถูกต้อง 3 เหตุผลขึ้นไป	แสดงหลักฐาน สนับสนุนได้ 3 หลักฐาน หลักฐานมี แหล่งข้อมูล ชัดเจน
ระดับปานกลาง (1)	สามารถบอกข้อ กล่าวอ้างและให้ เหตุผลสนับสนุน ที่ถูกต้อง 1-2 เหตุผล	สามารถให้ เหตุผลที่เป็นข้อ คัดค้านที่ถูกต้อง 1-2 เหตุผล	สามารถขยาย ความและให้ เหตุผลสนับสนุน ที่ถูกต้อง 1-2 เหตุผล	แสดงหลักฐาน สนับสนุนได้ 1-2 หลักฐาน หลักฐานมี แหล่งข้อมูล ชัดเจน
ระดับต่ำ (0)	ไม่ตอบ, เว้นว่าง หรือบอกข้อกล่าว อ้างแต่ไม่ให้ เหตุผลสนับสนุน	ไม่ตอบ, เว้นว่าง หรือไม่สามารถ ให้เหตุผลที่เป็น ข้อคัดค้านได้	ไม่ตอบ, เว้นว่าง ,ไม่สามารถขยาย ความและให้ เหตุผลสนับสนุน ที่ถูกต้อง	ไม่ตอบ, เว้น ว่าง หรือไม่ แสดงหลักฐาน สนับสนุน

5.2 ผู้วิจัยตรวจให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จากแบบวัดฯ ฉบับก่อนเรียน 2 ประเด็นและหลังเรียน 2 ประเด็น ประเด็นละ 4 ข้อคำถามแยกตามองค์ประกอบทั้ง 4 องค์ประกอบองค์ประกอบข้อละ 2 คะแนน รวมองค์ประกอบละ 4 คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาเทียบกับเกณฑ์ ที่ผู้วิจัยกำหนดตามเกณฑ์ของ อัสสร พันธุ์ฤทธิ์ (2560) ดังตาราง 15 เพื่อนำมาจัดกลุ่มระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในรายองค์ประกอบ

ตาราง 15 เกณฑ์การให้คะแนนรูปของแต่ละองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ช่วงคะแนน	ระดับองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
2.70 - 4.00	ระดับสูง
1.35 - 2.69	ระดับปานกลาง
0.00 - 1.34	ระดับต่ำ

5.3 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมโดยคำนวณหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนจากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยมาเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมาเปรียบเทียบกับคะแนนจุดตัดที่เหมาะสม (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2541)

5.4 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสังเกตพฤติกรรมที่ได้จากการสังเกตในแต่ละแผนขรวมทั้งข้อมูลที่ได้จากการบันทึกวีดิทัศน์ ที่นักเรียนที่แสดงออกมาขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อวิเคราะห์ว่าพฤติกรรมของนักเรียนที่สะท้อนองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนข เป็นอย่างไร ส่งผลอย่างไรในการพัฒนาทักษะดังกล่าว จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปประกอบกับข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสนับสนุนและแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและอธิบายว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงสามารถพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร

6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 การหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของคะแนนความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2549) โดยใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ \bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ย

$$\sum x \text{ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด}$$

$$n \text{ แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง}$$

1.2 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2549) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$S.D = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\sum x^2 \text{ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง}$$

$$(\sum x)^2 \text{ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง}$$

$$n \text{ แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง}$$

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2553) โดยใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$$\sum R \text{ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด}$$

$$N \text{ แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ}$$

2.2 การหาค่าความยากง่าย (Difficulty) ของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร ดังนี้

$$P = \frac{R}{T}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ

$$R \text{ แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ}$$

$$T \text{ แทน จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด}$$

2.3 การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร ดังนี้

$$r = \frac{R_H - R_L}{n}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
	R_H	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มสูง
	R_L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

2.4 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบัค (Cronbach) (Thompson, 2016) สามารถหาได้จากสมการ ดังนี้

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบวัด
	K	แทน	จำนวนข้อสอบคำถามทั้งหมด
	$\sum S_i^2$	แทน	ผลรวมของความแปรปรวนของค่าคะแนนแต่ละข้อ
	S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

2.5 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (วรณี แกมเกตุ, 2555) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right\}$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	K	แทน	จำนวนข้อสอบ
	P	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ
	S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ในทดสอบสมมติฐาน

การหาคะแนนจุดตัด (Cut off Score) ของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พิจารณาคะแนนจุดตัดโดยใช้ความน่าจะเป็นในการตัดสินใจ (Berk, 1976) มีรายละเอียด ดังนี้

3.1 นำคะแนนสอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนและกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนมาสร้างกราฟ เพื่อหาจุดตัด

3.2 หาคะแนนจุดตัด

3.3 พิจารณาความน่าจะเป็นในการตัดสินใจอย่างถูกต้อง

3.4 พิจารณาคะแนนจุดตัดโดยใช้สัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรง (Validity of Coefficient)

7. จริยธรรมวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา โดยกลุ่มที่ศึกษาเป็นมนุษย์จำเป็นจะต้องระมัดระวัง และมีความละเอียดรอบคอบในการวิจัย เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อกลุ่มที่ศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งการทำวิจัยในมนุษย์มีหลักจริยธรรมพื้นฐาน 3 ประการ ดังนี้

1. หลักความเคารพในบุคคล (Respect for persons) ผู้วิจัยขออนุญาตเพื่อขอความยินยอมจากผู้อำนวยการโรงเรียนและกลุ่มตัวอย่างก่อนทำการวิจัยและเก็บข้อมูล โดยมีการแจ้งวัตถุประสงค์ในการทำวิจัยครั้งนี้แก่กลุ่มตัวอย่างทราบก่อน และเก็บรักษาความลับของผู้เข้าร่วมวิจัย โดยชื่อของผู้ที่อยู่ในกลุ่มตัวอย่างจะกำหนดเป็นรหัสแทนชื่อ ทั้งในการตีความหมายข้อมูล ทั้งในส่วนของใบบันทึกการเรียนรู้อีก ก่อนที่นำมาใช้ในการรายงานผลการวิจัย ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อโรงเรียน และนักเรียนหรือกลุ่มที่ศึกษาที่ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยภายหลังได้

2. หลักคุณประโยชน์ (Beneficence) ผู้วิจัยคำนึงถึงประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นกับผู้ร่วมวิจัย ซึ่งงานวิจัยนี้จะช่วยพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ เป็นประโยชน์ต่อบุคคลอื่นที่ศึกษาและเป็นประโยชน์ต่อวงการวิทยาศาสตร์ศึกษา

3. หลักความยุติธรรม (Justice) ผู้วิจัยคำนึงถึงความยุติธรรม มีการวัดและประเมินผลด้วยใจที่เป็นกลางไม่ลำเอียงหรืออคติ มีการวิเคราะห์ผลและสรุปผลการวิจัยตามหลักวิชา

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเพื่อขอการรับรองโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยได้รับการรับรองโครงการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรม ตามหนังสือหมายเลข SWUEC-G-079/2565E



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง และ 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้วิจัยจะแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

1.1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ผู้วิจัยวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งก่อนและหลังเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่องทรัพยากรพลังงาน มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน ได้ผลดังตาราง 16

ตาราง 16 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

องค์ประกอบ	n	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
			\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
1. ข้อกล่าวอ้างและเหตุผล สนับสนุน	40	4	2.40	0.50	3.55	0.55
2. ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป	40	4	0.90	0.59	2.58	0.75
3. ข้อสนับสนุนของ การโต้แย้ง	40	4	2.00	0.51	2.98	0.73
4. หลักฐาน	40	4	0.73	0.45	2.30	0.97
ภาพรวม	40	16	7.18	7.26	11.40	2.52

จากตาราง 16 เมื่อพิจารณาผลคะแนนเฉลี่ยของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ทั้งก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ จากแบบวัดฯ จำนวน 4 ประเด็น และนำไปใช้เก็บข้อมูล ก่อนเรียน (Pre-test) จำนวน 2 ประเด็น และหลังเรียน (Post-test) จำนวน 2 ประเด็น ในแต่ละ ประเด็นประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ องค์ประกอบละ 4 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 16 คะแนน พบว่าหลังเรียน ในองค์ประกอบที่ 1 ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 3.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 องค์ประกอบที่ 2 ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป มี คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.75 องค์ประกอบที่ 3 ข้อสนับสนุนของ การโต้แย้ง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.73 และองค์ประกอบที่ 4 หลักฐาน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.30 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.97 เมื่อพิจารณาภาพรวม ของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.40 ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานเท่ากับ 2.52 จากตาราง 1 พบว่านักเรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

และเมื่อผู้วิจัยตรวจคำตอบของนักเรียนโดยละเอียด และวิเคราะห์เนื้อหาโดยแปลง ออกมาในรูปแบบของคะแนน โดยเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ดังแสดงในตาราง 14 บทที่ 3 และ นำมาจัดกลุ่มของคำตอบตามระดับของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็น รายบุคคล เพื่อนำไปหาค่าสถิติ ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ โดยจัดกลุ่มคำตอบเป็น 3 ระดับ คือ

ระดับสูง ระดับปานกลาง และระดับต่ำ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัด ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ แสดงดังตาราง 17

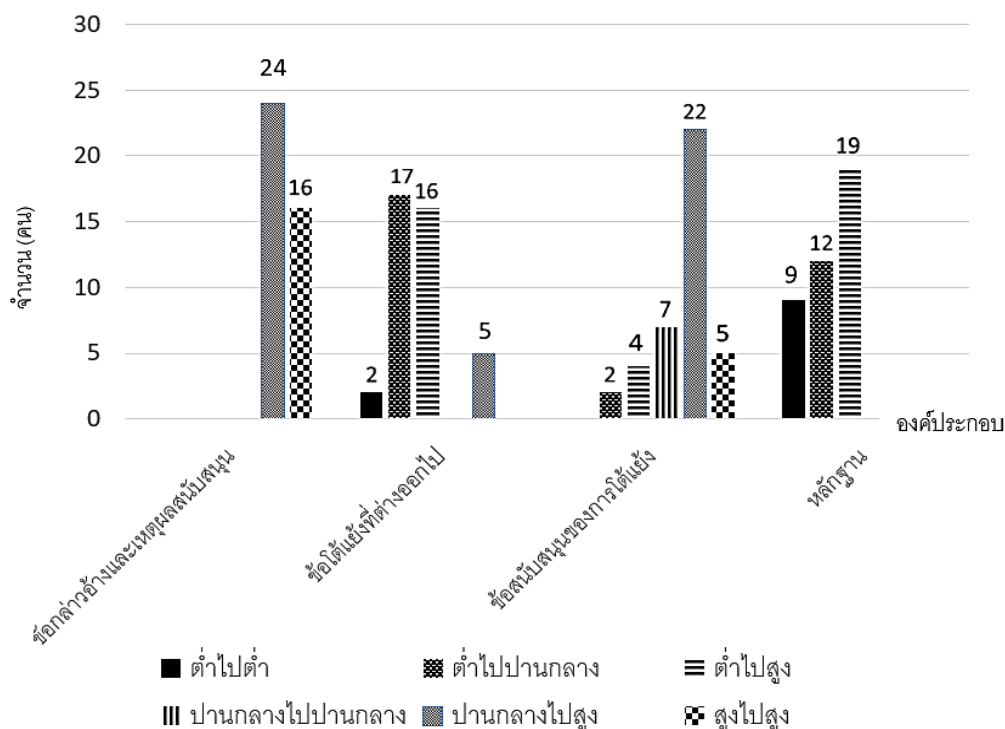
ตาราง 17 ความถี่ และร้อยละของนักเรียนที่จำแนกตามระดับของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ระดับทักษะการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์	ก่อนการจัดการเรียนรู้			หลังการจัดการเรียนรู้		
	จำนวน (ร้อยละ)			จำนวน (ร้อยละ)		
	สูง	ปาน กลาง	ต่ำ	สูง	ปาน กลาง	ต่ำ
ข้อกล่าวอ้างและเหตุผล	16	24	0	40	0	0
สนับสนุน	(40.00)	(60.00)	(0.00)	(100.00)	(0.00)	(0.00)
ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป	0	5	35	21	17	2
	(0.00)	(12.50)	(87.50)	(52.50)	(42.50)	(5.00)
ข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง	5	30	5	31	9	0
	(12.50)	(75.00)	(12.50)	(77.50)	(22.50)	(0.00)
หลักฐาน	0	2	38	19	12	9
	(0.00)	(5.00)	(95.00)	(47.50)	(30.00)	(22.50)
ภาพรวม	0	26	14	24	16	0
	(0.00)	(65.00)	(35.00)	(60.00)	(40.00)	(0.00)

จากตาราง 17 พบว่า ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน ก่อนเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 รองลงมาคือระดับสูง จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 และหลังเรียนนักเรียนสามารถแสดงข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน อยู่ในระดับสูง จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 และองค์ประกอบข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 87.50 รองลงมาคือระดับปานกลาง จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.50 และหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป อยู่ในระดับสูง จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 52.50 รองลงมาคือระดับปานกลาง จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 42.50 และระดับต่ำ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.00 ในองค์ประกอบข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 รองลงมา

คือระดับสูง จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.50 และระดับต่ำ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.50 และหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง อยู่ในระดับสูง จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 77.50 รองลงมาคือระดับปานกลาง จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.50 และองค์ประกอบหลักฐาน ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 95.00 รองลงมาคือระดับปานกลาง จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.00 หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงหลักฐาน อยู่ในระดับสูง จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 47.50 รองลงมาคือระดับปานกลาง จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 30.00 และระดับต่ำ จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.50 และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวม พบว่าก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ อยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 65.00 รองลงมาคือระดับต่ำ จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 35.00 หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ อยู่ในระดับสูง จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 รองลงมาอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00

เมื่อวิเคราะห์คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล แล้วนำไปจัดกลุ่มระดับพัฒนาการของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ตามองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ แสดงดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 การจำแนกกลุ่มระดับพัฒนาการทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

จากภาพประกอบ 7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์แยกตามองค์ประกอบ ซึ่งประกอบด้วยข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป ข้อสนับสนุนของการโต้แย้งและหลักฐาน แสดงผลดังต่อไปนี้

องค์ประกอบ “ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน” ก่อนและหลังการเรียนรู้จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

พบว่าก่อนเรียน นักเรียนส่วนใหญ่มีองค์ประกอบข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 รองลงมาคือระดับสูง จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 และหลังเรียนนักเรียนทั้งหมด 40 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 สามารถแสดงข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน และจากภาพประกอบ 7 สามารถจัดกลุ่มพัฒนาการขององค์ประกอบข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน ได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มที่คงที่ คือจากสูงไปสูง จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 และ 2) กลุ่มที่พัฒนาเพิ่มขึ้น คือจากปานกลางไปสูง จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 การพัฒนาองค์ประกอบข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนสามารถอธิบายได้จากการตรวจแบบวัด โดยใช้คำถามว่า “นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับประเด็นดังกล่าว ให้นักเรียนเขียนความคิดเห็นของตนเองและให้เหตุผลประกอบ”

1) กลุ่มที่คงที่ คือจากสูงไปสูง

จากการตรวจแบบวัดของนักเรียนก่อนเรียน พบว่านักเรียนเขียนข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน อยู่ในระดับสูง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“เห็นด้วยกับรถพลังงานไฟฟ้าดีกว่ารถพลังงานเชื้อเพลิง เพราะเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ไม่เสียค่าบำรุงรักษาที่มากมาย และสามารถชาร์จแบตเตอรี่ได้จากที่บ้านไม่ต้องเสียเวลาไปชาร์จที่ปั๊ม”

(คำตอบจากเรื่องรถพลังงานไฟฟ้าดีกว่ารถพลังงานเชื้อเพลิงจริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 17)

จะเห็นได้ว่านักเรียนเขียนข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนก่อนเรียน อยู่ในระดับสูง เนื่องจากนักเรียนสามารถบอกข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนที่ถูกต้องได้จำนวน 3 เหตุผลขึ้นไป ตามที่เกณฑ์กำหนด อย่างเช่นที่นักเรียนอธิบายเหตุผลที่ 1 คือ “เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม” เหตุผลที่ 2 คือ “ไม่เสียค่าบำรุงรักษาที่มากมาย” และเหตุผลที่ 3 คือ “สามารถชาร์จแบตเตอรี่ได้จากที่บ้านไม่ต้องเสียเวลาไปชาร์จที่ปั๊ม” ซึ่งคำตอบของนักเรียนสอดคล้องกับตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบดังนี้ “เห็นด้วย (ข้อกล่าวอ้าง) เพราะการใช้รถพลังงานไฟฟ้าช่วยลดมลภาวะและ

เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (เหตุผลที่ 1) เชื้อเพลิงมีราคาไม่แพง (เหตุผลที่ 2) ประหยัดค่าบำรุงรักษา (เหตุผลที่ 3) และสามารถชาร์จพลังงานไฟฟ้าจากที่บ้านได้ (เหตุผลที่ 4)”

ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนสามารถเขียนข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน อยู่ในระดับสูง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“เห็นด้วยกับคำกล่าวที่ว่าพลังงานหมุนเวียนดีกว่าเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เพราะสามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ ช่วยรักษาสภาพแวดล้อม ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และในปัจจุบันเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์มีปริมาณน้อยลงทำให้มีราคาแพง เมื่อใช้แล้วยังก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจกอีกด้วย”

(คำตอบจากเรื่องพลังงานหมุนเวียนดีกว่าเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 17)

จากคำตอบของนักเรียนจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถบอกข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนที่ถูกต้องได้จำนวน 3 เหตุผลขึ้นไป ตามที่เกณฑ์กำหนด อย่างเช่นที่นักเรียนอธิบายเหตุผลที่ 1 คือ “พลังงานหมุนเวียนสามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ” เหตุผลที่ 2 คือ “ช่วยรักษาสภาพแวดล้อม ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม” เหตุผลที่ 3 คือ “ในปัจจุบันเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์มีปริมาณน้อยลงทำให้มีราคาแพง” และเหตุผลที่ 4 คือ “เมื่อใช้แล้วยังก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจกอีกด้วย” ซึ่งคำตอบของนักเรียนสอดคล้องกับตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบดังนี้ “เห็นด้วย (ข้อกล่าวอ้าง) เพราะพลังงานหมุนเวียนเป็นพลังงานที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและสามารถสร้างขึ้นทดแทนได้ในระยะเวลาอันสั้น (เหตุผลที่ 1) นอกจากนี้พลังงานหมุนเวียนช่วยรักษาสภาพแวดล้อม ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (เหตุผลที่ 2) ส่วนเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ในปัจจุบันพบว่ามีปริมาณลดลงและมีราคาแพง (เหตุผลที่ 3) อีกทั้งการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ยังก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจก (เหตุผลที่ 4)”

2) กลุ่มที่พัฒนาเพิ่มขึ้น คือจากปานกลางไปสูง

จากการตรวจแบบวัดของนักเรียนก่อนเรียน พบว่านักเรียนเขียนข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน อยู่ในระดับปานกลาง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“เห็นด้วย เพราะรถพลังงานไฟฟ้าไม่ต้องมีกลไกอะไรมากเหมือนรถยนต์ที่ใช้น้ำมัน ประหยัดค่าบำรุงรักษา เครื่องยนต์เงียบ ไม่ก่อให้เกิดไอเสีย ช่วยลดปัญหาภาวะเรือนกระจก”

(คำตอบจากเรื่องรถพลังงานไฟฟ้าดีกว่ารถพลังงานเชื้อเพลิงจริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 26)

จะเห็นได้ว่านักเรียนเขียนข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน อยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากนักเรียนสามารถบอกข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนที่ถูกต้องได้จำนวน 2 เหตุผล

อย่างเช่นที่นักเรียนอธิบายเหตุผลที่ 1 คือ “รถพลังงานไฟฟ้าไม่ต้องมีกลไกอะไรที่มากเหมือนรถยนต์ที่ใช้น้ำมัน ประหยัดค่าบำรุงรักษา” และเหตุผลที่ 2 คือ “ช่วยลดปัญหาภาวะเรือนกระจก” ซึ่งข้อคำถามต้องการให้นักเรียนบอกข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนที่ถูกต้องจำนวน 3 เหตุผลขึ้นไป จึงจะจัดอยู่ในระดับสูงตามที่เกณฑ์กำหนด ดังตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบที่กล่าวข้างต้น

ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนสามารถเขียนข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน อยู่ในระดับสูง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“เห็นด้วยว่าพลังงานหมุนเวียนดีกว่าเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เพราะ

1. เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์มีราคาสูง
2. เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ทำให้เกิดแก๊สเรือนกระจก
3. เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ส่งผลเสียต่อด้านสุขภาพ
4. เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์มีปริมาณลดลง
5. พลังงานหมุนเวียนช่วยรักษาสภาพแวดล้อม”

(คำตอบจากเรื่องพลังงานหมุนเวียนดีกว่าเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 26)

จากคำตอบของนักเรียนจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถบอกข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนที่ถูกต้องได้จำนวน 3 เหตุผลขึ้นไป ตามที่เกณฑ์กำหนด อย่างเช่นที่นักเรียนอธิบายเหตุผลที่ 1 คือ “เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์มีราคาสูงและมีปริมาณลดลง” เหตุผลที่ 2 คือ “เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ทำให้เกิดแก๊สเรือนกระจก” เหตุผลที่ 3 คือ “พลังงานหมุนเวียนช่วยรักษาสภาพแวดล้อม” ดังตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบที่กล่าวข้างต้น

ในส่วนของพัฒนาการขององค์ประกอบข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกมาขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยสังเกตพฤติกรรมที่สะท้อนองค์ประกอบของทักษะดังกล่าวที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยใช้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียด ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ พลังงานที่ยังจำเป็นจริงหรือ?

ผู้วิจัยใช้คำถามที่วัดการให้ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนว่า “นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับ เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ พลังงานที่ยังจำเป็น” พบว่าคำตอบของนักเรียนคนที่ 24 “เห็นด้วย เพราะในปัจจุบันรถยนต์ส่วนใหญ่ก็ยังเติมน้ำมัน” ซึ่งคำตอบของนักเรียนพบว่ามีเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้เพียง 1 เหตุผลเท่านั้น เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนตอบคำถาม “ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนที่ดี มีลักษณะเป็นอย่างไร” พบว่านักเรียนไม่สามารถตอบคำถามได้ ผู้วิจัยและนักเรียนจึงร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้อง



ภาพประกอบ 8 การนำเข้าสู่บทเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสำรวจปิโตรเลียมส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่?

พบว่านักเรียนสามารถให้ข้อกล่าวอ้างได้หลากหลายขึ้น เช่น ผู้วิจัยใช้คำถามว่า “นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับการสำรวจปิโตรเลียม มีประโยชน์มากกว่าโทษ” ซึ่งคำตอบของนักเรียนคนที่ 1 “เห็นด้วย เพราะเราจะได้ปิโตรเลียมที่อยู่ใต้พื้นดินมาใช้ประโยชน์” และคำตอบของนักเรียนคนที่ 36 “ไม่เห็นด้วย เพราะการสำรวจปิโตรเลียม เช่น การขุดเจาะน้ำมัน หรือในการขนส่ง อาจเกิดการรั่วไหล ทำให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้” คำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถให้ข้อกล่าวอ้างได้หลากหลายและสามารถให้เหตุผลสนับสนุนที่ถูกต้องและมีความสอดคล้องกับข้อกล่าวอ้างได้ แต่จำนวนเหตุผลที่ใช้สนับสนุนของกล่าวอ้างพบว่ามีเพียง 1 เหตุผล ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนตอบคำถาม “นักเรียนคิดว่าเหตุผลสนับสนุนของเพื่อนเพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างแล้วหรือไม่” นักเรียนคนที่ 39 ตอบว่า “ยังค่ะ หนูคิดว่าการสำรวจปิโตรเลียมนอกจากทำให้เรามีปิโตรเลียมมาใช้ประโยชน์ ถ้าเราสามารถสำรวจและผลิตได้เยอะก็ช่วยลดการนำเข้าจากต่างประเทศได้ค่ะ” จากการตอบคำถามของนักเรียนเห็นได้ว่านักเรียนสามารถให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้มากขึ้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 แก๊สธรรมชาติดีกว่าน้ำมันจริงหรือไม่?

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่าในการตอบคำถาม “เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยว่าแก๊สธรรมชาติดีกว่าน้ำมัน” การตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 16 “เห็นด้วยครับ เพราะแก๊สธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงสะอาด เผาไหม้แล้วไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และยังเห็นว่าเราก็

นำมาเป็นเชื้อเพลิงให้รถยนต์ด้วย” จากคำตอบจะเห็นว่านักเรียนสามารถให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้จำนวน 2 เหตุผลและมีความสอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถให้ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนได้มากขึ้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมมีประโยชน์มากกว่าโทษจริงหรือ?

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โดยผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน ดังนี้ “นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ว่าการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมมีประโยชน์มากกว่าโทษ” คำตอบที่ได้จากนักเรียนคนที่ 18 “เห็นด้วย เพราะทำให้เรามีน้ำมันเชื้อเพลิงไว้เติมรถยนต์ และทุกวันนี้เราก็ใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้าด้วย” จากนั้นนักเรียนคนที่ 22 ตอบว่า “ปิโตรเลียมสามารถนำไปผลิตถุงพลาสติก ได้อีกด้วย” โดยในการตอบคำถามจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถให้ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนได้ถูกต้องและมีความสอดคล้องกัน โดยที่ผู้วิจัยไม่ต้องใช้คำถามกระตุ้น นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนในห้องมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันถึงประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง พลังงานทดแทนดีกว่าเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จริงหรือ?

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน เมื่อผู้วิจัยใช้คำถาม “นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับการใช้พลังงานทดแทนดีกว่าการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์” พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ให้ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนได้ โดยที่ผู้วิจัยไม่ต้องใช้คำถามกระตุ้น เช่น คำตอบของนักเรียนคนที่ 32 “เห็นด้วยค่ะ เพราะพลังงานทดแทนเมื่อนำมาใช้แล้วไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและสร้างขึ้นทดแทนได้ในเวลาไม่นาน ซึ่งต่างจากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ที่ใช้เวลานาน เมื่อใช้แล้วยังเกิดมลพิษ ทำให้เกิดโลกร้อนอีกด้วย” จากคำตอบของนักเรียนจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง สอดคล้องมีความสมเหตุสมผลกัน และยังพบว่าจำนวนเหตุผลที่สนับสนุนก็มีมากขึ้นจากแผนการเรียนรู้ที่ผ่านมา



ภาพประกอบ 9 การระดมสมองงาน

องค์ประกอบ “ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป” ก่อนและหลังการเรียนรู้จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

พบว่าก่อนเรียน นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป อยู่ในระดับต่ำ จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 87.50 รองลงมาคือระดับปานกลาง จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.50 และหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป อยู่ในระดับสูง จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 52.50 รองลงมาคือระดับปานกลาง จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 42.50 และระดับต่ำ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.00 และจากภาพประกอบ 7 สามารถจัดกลุ่มพัฒนาการขององค์ประกอบข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปได้ 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มที่คงที่ คือจากต่ำไปต่ำ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.00 2) กลุ่มที่พัฒนาเพิ่มขึ้น คือจากต่ำไปปานกลาง จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 42.50 3) กลุ่มที่พัฒนาเพิ่มขึ้น คือจากต่ำไปสูง จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 และ 4) กลุ่มที่พัฒนาเพิ่มขึ้นจากปานกลางไปสูง จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.50 การพัฒนาองค์ประกอบข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป สามารถอธิบายได้จากการตรวจแบบวัด โดยใช้คำถามว่า “ถ้าเพื่อนบางคนไม่เห็นด้วยกับนักเรียน นักเรียนคิดว่าเหตุผลของเพื่อนที่คิดต่างจากนักเรียนคืออะไร”

1) กลุ่มที่คงที่ คือจากต่ำไปต่ำ

จากการตรวจแบบวัดของนักเรียนก่อนเรียน พบว่านักเรียนเขียนข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป อยู่ในระดับต่ำ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“แตกต่างกันที่ความคิดของเพื่อนแต่ละคนจะเห็นด้วยอีกด้านหนึ่ง”

(คำตอบจากเรื่องรถพลังงานไฟฟ้าดีกว่ารถพลังงานเชื้อเพลิงจริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 3)

จะเห็นได้ว่านักเรียนเขียนข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป อยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถบอกเหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของฝ่ายตรงข้ามที่คิดเห็นต่างออกไปจากตนเองได้ถูกต้อง นักเรียนเขียนข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป ซึ่งข้อความต้องการให้นักเรียนบอกข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปที่ถูกต้องจำนวน 3 เหตุผลขึ้นไป จึงจะจัดอยู่ในระดับสูงตามที่เกณฑ์กำหนด ดังตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบกรณีข้อ 1 ตอบเห็นด้วย ดังนี้ “อาจจะคิดว่ารถพลังงานไฟฟ้ามีราคาสูง (เหตุผลที่ 1) และสถานีชาร์จแบตเตอรี่ยังมีไม่เพียงพอ (เหตุผลที่ 2) ใช้ระยะเวลาในการชาร์จนาน (เหตุผลที่ 3) และอันตรายที่เกิดจากไฟฟ้าและแบตเตอรี่ (เหตุผลที่ 4)”

ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนก็ยังเขียนข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป อยู่ในระดับต่ำ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“โน้มน้าวเพื่อนด้วยเหตุและผล ต้องหาเหตุผลที่สนับสนุนของเราที่ต้องการโน้มน้าวเพื่อน”

(คำตอบจากเรื่องพลังงานหมุนเวียนดีกว่าเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 3)

จากคำตอบของนักเรียนจะเห็นได้ว่านักเรียนยังไม่สามารถบอกเหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของฝ่ายตรงข้ามที่คิดเห็นต่างออกไปจากตนเองได้ถูกต้อง นักเรียนเขียนคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป ซึ่งข้อความต้องการให้นักเรียนบอกข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปที่ถูกต้องจำนวน 3 เหตุผลขึ้นไป จึงจะจัดอยู่ในระดับสูงตามที่เกณฑ์กำหนด ดังตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบกรณีข้อ 1 ตอบเห็นด้วย ดังนี้ “อาจจะคิดว่าเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นแหล่งพลังงานหลักและสำคัญที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมและยานยนต์ (เหตุผลที่ 1) บางประเภทสามารถสร้างพลังงานสะอาดได้ เช่น แก๊สธรรมชาติ (เหตุผลที่ 2) ส่วนพลังงานหมุนเวียนยังขาดเสถียรภาพในการใช้งาน ทำให้ไม่สะดวกไม่สบาย (เหตุผลที่ 3) หากผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนมากเกินไปอาจส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพในการผลิตและจ่ายกระแสไฟฟ้าของประเทศได้ (เหตุผลที่ 4)”

2) กลุ่มที่พัฒนาเพิ่มขึ้น คือจากต่ำไปปานกลาง

จากการตรวจแบบวัดของนักเรียนก่อนเรียน พบว่านักเรียนเขียนข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป อยู่ในระดับต่ำ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“เพื่อนคงคิดว่ารถยนต์เชื้อเพลิงดีกว่ารถไฟฟ้า”

(คำตอบจากเรื่องรถพลังงานไฟฟ้าดีกว่ารถพลังงานเชื้อเพลิงจริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 38)

จะเห็นได้ว่านักเรียนเขียนข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป อยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถบอกเหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของฝ่ายตรงข้ามที่คิดเห็นต่างออกไปจากตนเองได้ถูกต้อง ซึ่งข้อคำถามต้องการให้นักเรียนบอกข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปที่ถูกต้องจำนวน 3 เหตุผลขึ้นไป จึงจะจัดอยู่ในระดับสูงตามที่เกณฑ์กำหนด ดังตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบที่กล่าวข้างต้น

ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนเขียนข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป อยู่ในระดับปานกลาง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“พลังงานหมุนเวียนขนาดเสถียรภาพในการใช้งาน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งศักยภาพการผลิตไฟฟ้าอยู่ในช่วงเวลากลางวัน ในขณะที่เราต้องการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดคือเวลากลางคืน”

(คำตอบจากเรื่องพลังงานหมุนเวียนดีกว่าเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 38)

จากคำตอบของนักเรียนจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถบอกเหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของฝ่ายตรงข้ามที่คิดเห็นต่างออกไปจากตนเองได้ถูกต้อง จำนวน 1 เหตุผล ซึ่งข้อคำถามต้องการให้นักเรียนบอกข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปที่ถูกต้องจำนวน 3 เหตุผลขึ้นไป จึงจะจัดอยู่ในระดับสูงตามที่เกณฑ์กำหนด ดังตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบดังกล่าวข้างต้น

3) กลุ่มที่พัฒนาเพิ่มขึ้น คือจากต่ำไปสูง

จากการตรวจแบบวัดของนักเรียนก่อนเรียน พบว่านักเรียนเขียนข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป อยู่ในระดับต่ำ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“มีจุดสนใจไม่เหมือนกัน เพื่อนอาจจะชอบแบบเดิมน้ำมัน”

(คำตอบจากเรื่องรถพลังงานไฟฟ้าดีกว่ารถพลังงานเชื้อเพลิงจริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 13)

จะเห็นได้ว่านักเรียนเขียนข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป อยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถบอกเหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของฝ่ายตรงข้ามที่คิดเห็นต่างออกไปจากตนเองได้ถูกต้อง นักเรียนเขียนข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป ซึ่งข้อคำถามต้องการให้นักเรียนบอกข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปที่ถูกต้องจำนวน 3 เหตุผลขึ้นไป จึงจะจัดอยู่ในระดับสูงตามที่เกณฑ์กำหนด ดังตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบที่กล่าวข้างต้น

ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนสามารถเขียนข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป อยู่ในระดับสูง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“เพื่อนคงคิดว่าเชื่อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ดีกว่าเพราะเรายังต้องใช้น้ำมัน เชื่อเพลิงให้รถวิ่งได้สะดวกสบายกว่าและเชื่อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ยังมีแก๊สธรรมชาติที่เป็น เชื่อเพลิงสะอาด ส่วนพลังงานหมุนเวียนนั้น มีข้อจำกัดตรงที่ขาดเสถียรภาพในการใช้งาน”
(คำตอบจากเรื่องพลังงานหมุนเวียนดีกว่าเชื่อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 13)

จากคำตอบของนักเรียนจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถบอกเหตุผลหรือแนวคิดที่ สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของฝ่ายตรงข้ามที่คิดเห็นต่างออกไปจากตนเองได้ถูกต้อง จำนวน 3 เหตุผล ซึ่งข้อคำถามต้องการให้นักเรียนบอกข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปที่ถูกต้องจำนวน 3 เหตุผลขึ้นไป จึงจะ จัดอยู่ในระดับสูงตามที่เกณฑ์กำหนด โดยคำตอบของนักเรียนสอดคล้องกับตัวอย่างการวิเคราะห์ คำตอบดังนี้ “เรายังต้องใช้น้ำมันเชื่อเพลิงให้รถวิ่งได้สะดวกสบายกว่า (เหตุผลที่ 1) เชื่อเพลิงซาก ดึกดำบรรพ์ยังมีแก๊สธรรมชาติที่เป็นเชื่อเพลิงสะอาด (เหตุผลที่ 2) พลังงานหมุนเวียนนั้น มีข้อจำกัดตรงที่ขาดเสถียรภาพในการใช้งาน (เหตุผลที่ 3)”

4) กลุ่มที่พัฒนาเพิ่มขึ้นจากปานกลางไปสูง

จากการตรวจแบบวัดของนักเรียนก่อนเรียน พบว่านักเรียนเขียนข้อโต้แย้งที่ต่าง ออกไป อยู่ในระดับปานกลาง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“เราคงคิดว่าการใช้รถไฟฟ้าเสี่ยงต่อการระเบิดของแบตเตอรี่ หากเราชาร์ตไป นาน ๆ และหากต้องการชาร์ตก็ใช้เวลานาน หากต้องการไปไหนเร่งด่วนจะทำให้ลำบากได้”

(คำตอบจากเรื่องรถไฟฟ้าดีกว่ารถพลังงานเชื่อเพลิงจริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 2)

จะเห็นได้ว่านักเรียนเขียนข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป อยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจาก นักเรียนสามารถบอกเหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของฝ่ายตรงข้ามที่คิดเห็นต่าง ออกไปจากตนเองได้ถูกต้อง จำนวน 2 เหตุผล อย่างเช่นที่นักเรียนอธิบายเหตุผลที่ 1 คือ “เสี่ยงต่อ การระเบิดของแบตเตอรี่” เหตุผลที่ 2 คือ “หากต้องการชาร์ตก็ใช้เวลานาน” ซึ่งข้อคำถามต้องการ ให้นักเรียนบอกข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปที่ถูกต้องจำนวน 3 เหตุผลขึ้นไป จึงจะจัดอยู่ในระดับสูง ตามที่เกณฑ์กำหนด ดังตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบที่กล่าวข้างต้น

ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนสามารถเขียนข้อโต้แย้งที่ต่าง ออกไป อยู่ในระดับสูง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“ที่เพื่อนบางคนไม่เห็นด้วยเพราะว่าอาจจะมีเหตุผลที่แตกต่างกันไป อย่างเช่น เชื่อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นแหล่งพลังงานหลักในการผลิตไฟฟ้า พลังงานความร้อน และการผลิตข้าวของเครื่องใช้ เชื่อเพลิงซากดึกดำบรรพ์บางประเภทก็เป็นพลังงานสะอาด เช่น

แก๊สธรรมชาติ และยังพบว่าการใช้พลังงานหมุนเวียนนั้นมีข้อจำกัดคือ ไม่สามารถนำมาใช้ได้ตลอดเวลา เช่น พลังงานแสงอาทิตย์”

(คำตอบจากเรื่องพลังงานหมุนเวียนดีกว่เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 2)

จากคำตอบของนักเรียนจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถบอกเหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของฝ่ายตรงข้ามที่คิดเห็นต่างออกไปจากตนเองได้ถูกต้อง จำนวน 3 เหตุผล ซึ่งข้อคำถามต้องการให้นักเรียนบอกข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปที่ถูกต้องจำนวน 3 เหตุผลขึ้นไป จึงจะจัดอยู่ในระดับสูงตามที่เกณฑ์กำหนด โดยคำตอบของนักเรียนสอดคล้องกับตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบดังนี้ “เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นแหล่งพลังงานหลักในการผลิตไฟฟ้า พลังงานความร้อน และการผลิตข้าวของเครื่องใช้ (เหตุผลที่ 1) เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์บางประเภทก็เป็นพลังงานสะอาด เช่น แก๊สธรรมชาติ (เหตุผลที่ 2) การใช้พลังงานหมุนเวียนนั้นมีข้อจำกัดคือ ไม่สามารถนำมาใช้ได้ตลอดเวลา เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ (เหตุผลที่ 3)”

ในส่วนของพัฒนาการขององค์ประกอบข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกมาขณะทำกิจกรรมการ โดยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่สะท้อนองค์ประกอบของทักษะดังกล่าวที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยใช้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียด ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ พลังงานที่ยังจำเป็นจริงหรือ?

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน เมื่อผู้วิจัยใช้คำถาม “ถ้ามีเพื่อนที่ตอบว่าไม่เห็นด้วยกับประเด็นดังกล่าว ซึ่งตรงข้ามกับนักเรียน นักเรียนคิดว่าเหตุผลของเพื่อนที่คิดต่างคืออะไร” โดยตัวอย่างคำตอบของนักเรียนส่วนใหญ่คือ “เพื่อนเขาอาจมีเหตุผลของตนเอง และแต่ละคนอาจจะคิดไม่เหมือนกัน” การตอบคำถามของนักเรียนจะเห็นได้ว่านักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของฝ่ายตรงข้ามที่คิดเห็นต่างออกไปจากตนเองได้ ผู้วิจัยและนักเรียนจึงอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และในขั้นกิจกรรมการโต้แย้งผู้วิจัยจึงใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปได้ “จากข้อกล่าวอ้างของเพื่อนที่เห็นต่าง นักเรียนคิดว่าเหตุผลใดบ้างที่ถูกต้อง เพราะเหตุใด” พบว่านักเรียนใช้เวลาในการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ นักเรียนก็สามารถตอบได้ว่าเหตุผลใดบ้างของเพื่อนที่ถูกต้อง เพราะเหตุใด



ภาพประกอบ 10 กิจกรรมการโต้แย้ง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสำรวจปีโตรเลียมส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่?

ผู้วิจัยใช้คำถาม “นักเรียนคิดว่าคนที่ตอบไม่เห็นด้วยกับการสำรวจปีโตรเลียมมีประโยชน์มากกว่าโทษ นักเรียนคิดว่าเหตุผลที่คิดต่างคืออะไร” พบว่านักเรียนใช้เวลาในการคิดหาเหตุผลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของฝ่ายตรงข้าม และนักเรียนคนที่ 14 ตอบว่า “เขาอาจคิดว่าการสำรวจปีโตรเลียมอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมบ้างคะ” ซึ่งคำตอบของนักเรียนเป็นการตอบโดยการคาดคะเนคำตอบ ยังไม่มีการวิเคราะห์เหตุผลว่าถูกต้องหรือไม่ และในขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถให้ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปได้ “นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้างของเพื่อนที่เห็นต่างมีความน่าเชื่อถือหรือไม่” นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายเหตุผลของเพื่อนกลุ่มอื่นเพื่อหาข้อสรุปของข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป พบว่านักเรียนสามารถวิเคราะห์เหตุผลของฝ่ายตรงข้ามได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 แก๊สธรรมชาติดีกว่าน้ำมันจริงหรือ?

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนตอบคำถาม “นักเรียนคิดว่าการที่เพื่อนตอบว่าไม่เห็นด้วยกับแก๊สธรรมชาติดีกว่าน้ำมัน เพื่อนมีเหตุผลอะไร” นักเรียนคนที่ 32 ตอบ “อาจเป็นเพราะเพื่อนเห็นว่าในปัจจุบัน รถยนต์ที่เราใช้ต่างก็ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง” จากคำตอบจะเห็นว่านักเรียนสามารถให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของฝ่ายตรงข้ามได้ และในขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันประเมินความน่าเชื่อถือของ

เหตุผลของเพื่อนฝ่ายตรงข้ามว่า “นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้างของเพื่อนที่เห็นต่าง มีความน่าเชื่อถือหรือไม่” ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเหตุผลเพื่อประเมินความน่าเชื่อถือของข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมมีประโยชน์มากกว่าโทษจริงหรือ?

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน เมื่อผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนกลุ่มที่ตอบว่าเห็นด้วยกับการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมมีประโยชน์มากกว่าโทษว่า “นักเรียนคิดว่าที่เพื่อนตอบไม่เห็นด้วย ทำไมเพื่อนจึงคิดเช่นนั้น” นักเรียนคนที่ 2 ตอบว่า “เพื่อนคงจะคิดว่าการใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เกิดมลพิษทางน้ำ ทางอากาศ ทางดิน” จากคำตอบของนักเรียนจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถให้เหตุผลของฝ่ายตรงข้ามได้ถูกต้อง และสามารถให้เหตุผลเพิ่มมากขึ้น และในขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้ออกไปนำเสนอหน้าชั้นร่วมกันวิเคราะห์เหตุผลของเพื่อนที่นำเสนอว่าเหตุผลใดถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง เพราะเหตุใด เพื่อให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างไปและนักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมโต้แย้ง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง พลังงานทดแทนดีกว่าเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จริงหรือ ?

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน เมื่อผู้วิจัยใช้คำถามที่วัดการให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปว่า “ถ้ามีเพื่อนที่มีคำตอบไม่เห็นด้วยกับนักเรียน นักเรียนคิดว่าเหตุผลของเพื่อนที่คิดต่างคืออะไร” พบว่านักเรียนสามารถให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปได้ โดยการตอบว่า “เพื่อนเขาอาจจะคิดว่าทุกวันนี้เราจำเป็นต้องใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์อยู่ เช่น ใช้น้ำมันในการเติมรถยนต์ หรือเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นพลังงานที่สำคัญที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมหรือสามารถนำไปผลิตไฟฟ้าได้” จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถให้เหตุผลสนับสนุนฝ่ายตรงข้ามได้ถูกต้องและสอดคล้องกับข้อกล่าวอ้างและยังพบว่าจำนวนเหตุผลที่สนับสนุนก็เพิ่มมากขึ้นจากแผนการเรียนรู้ที่ผ่านมา



ภาพประกอบ 11 นักเรียนเกิดการโต้แย้งและแลกเปลี่ยนความเห็นกัน

องค์ประกอบ “ข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง” ก่อนและหลังการเรียนรู้จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

พบวก่อนเรียน นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง อยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 รองลงมาคือระดับสูง จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.50 และระดับต่ำ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.50 และหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงข้อสนับสนุนของการโต้แย้งอยู่ในระดับสูง จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 77.50 รองลงมาคือระดับปานกลาง จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.50 และจากภาพประกอบ 7 สามารถจัดกลุ่มพัฒนาการขององค์ประกอบข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง ได้ 5 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มที่คงที่ คือจากปานกลางไปปานกลาง จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.50 2) กลุ่มที่คงที่ คือจากสูงไปสูง จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.50 3) กลุ่มที่พัฒนาเพิ่มขึ้น คือจากต่ำไปปานกลาง จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.00 4) กลุ่มที่พัฒนาเพิ่มขึ้นจากต่ำไปสูง จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.00 และ 5) กลุ่มที่พัฒนาเพิ่มขึ้น คือปานกลางไปสูง จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 55.00 การพัฒนาองค์ประกอบข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง สามารถอธิบายได้จากการตรวจแบบวัด โดยใช้คำถามว่า “นักเรียนจะมีวิธีโน้มน้าวคนที่ไม่เห็นด้วยกับเหตุผลของนักเรียนอย่างไร (ขยายความและให้เหตุผลสนับสนุนเพิ่มเติมจากคำตอบข้อ 1)”

1) กลุ่มที่คงที่ คือจากปานกลางไปปานกลาง

จากการตรวจแบบวัดของนักเรียนก่อนเรียน พบว่านักเรียนเขียนข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง อยู่ในระดับปานกลาง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“รถพลังงานไฟฟ้าเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ไม่มีฝุ่นควัน ไม่ทำให้เกิดแก๊สเรือนกระจก และถึงแม้จะมีราคาสูง แต่หากเปรียบเทียบกับค่ารถพลังงานเชื้อเพลิง ประหยัดค่าบำรุงรักษาว่าไม่ต้องคอยบำรุงรักษา เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง”

(คำตอบจากเรื่องรถพลังงานไฟฟ้าดีกว่ารถพลังงานเชื้อเพลิงจริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 36)

จะเห็นได้ว่านักเรียนเขียนข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง อยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากนักเรียนสามารถบอกเหตุผลเพิ่มเติม โดยเป็นเหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนที่ถูกต้องได้เพิ่มขึ้น จำนวน 2 เหตุผล อย่างเช่นที่นักเรียนอธิบายเหตุผลที่ 1 คือ “รถพลังงานไฟฟ้าเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ไม่มีฝุ่นควัน ไม่ทำให้เกิดแก๊สเรือนกระจก” และเหตุผลที่ 2 คือ “ประหยัดค่าบำรุงรักษาว่าไม่ต้องคอยบำรุงรักษา เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง” ซึ่งข้อคำถามต้องการให้นักเรียนบอกข้อสนับสนุนของการโต้แย้งที่ถูกต้องจำนวน 3 เหตุผลขึ้นไป จึงจะจัดอยู่ในระดับสูงตามที่เกณฑ์กำหนด ดังตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบ ดังนี้ “การใช้รถพลังงานไฟฟ้าช่วยลดมลภาวะและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากไม่มีการจุดระเบิดเผาไหม้ในการขับเคลื่อน ไม่มีไอเสียจากการเผาผลาญพลังงาน ช่วยแก้ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 และช่วยลดปัญหาภาวะเรือนกระจก (เหตุผลที่ 1) อีกทั้งเชื้อเพลิงมีราคาไม่แพง เนื่องจากพลังงานของรถไฟฟ้า EV มาจากการชาร์จประจุไฟฟ้าเข้าไปที่ตัวแบตเตอรี่ ทำให้อัตราค่าใช้จ่ายเรื่องเชื้อเพลิงของรถไฟฟ้าก็ถูกกว่าเชื้อเพลิงน้ำมัน (เหตุผลที่ 2) สามารถชาร์จพลังงานไฟฟ้าจากที่บ้านได้ ไม่ต้องเสียเวลาขับรถไปเติมน้ำมันที่ปั๊ม (เหตุผลที่ 3) และประหยัดค่าบำรุงรักษา เพราะกลไกในการขับเคลื่อนไม่มากเท่ารถที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมัน จึงทำให้ไม่ต้องคอยบำรุงรักษา เช่น การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง (เหตุผลที่ 4)”

ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนก็ยังเขียนข้อสนับสนุนของการโต้แย้งอยู่ในระดับปานกลาง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

1. พลังงานหมุนเวียนมีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงร้อยละ 70 ภายในปี พ.ศ.2593 2. การใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และส่งผลด้านสุขภาพของคนทั่วโลกจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์”

(คำตอบจากเรื่องพลังงานหมุนเวียนดีกว่าเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 36)

จากคำตอบของนักเรียนจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถบอกข้อสนับสนุนของการโต้แย้งที่ถูกต้องได้ จำนวน 2 เหตุผล อย่างเช่นที่นักเรียนอธิบายเหตุผลที่ 1 คือ “พลังงานหมุนเวียนมีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงร้อยละ 70 ภายในปี พ.ศ.2593” และเหตุผลที่ 2 คือ “การใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และส่งผลด้านสุขภาพของคนทั่วโลกจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์” ซึ่งข้อคำถามต้องการให้นักเรียนบอกข้อสนับสนุนของการโต้แย้งที่ถูกต้องจำนวน 3 เหตุผลขึ้นไป จึงจะจัดอยู่ในระดับสูงตามที่เกณฑ์กำหนด ดังตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบดังนี้ “พลังงานหมุนเวียนเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและสามารถสร้างขึ้นทดแทนได้ในระยะเวลาอันสั้น ซึ่งแตกต่างจากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ที่ต้องใช้เวลาในการทับถมของซากพืชซากสัตว์ใต้พื้นโลกเป็นเวลาหลายล้านปี (เหตุผลที่ 1) เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ในปัจจุบันมีปริมาณลดลง เนื่องจากกระบวนการเกิดใช้เวลานาน และมีราคาสูงขึ้น เพราะเศรษฐกิจในหลายประเทศ กลับมาพึ่งตัวทำให้ความต้องการใช้พลังงานและน้ำมันมีการปรับตัวเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ราคาเพิ่มสูงขึ้น (เหตุผลที่ 2) นอกจากนี้พลังงานหมุนเวียนเป็นแหล่งพลังงานที่สะอาด ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากมีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลง 70% ภายในปี พ.ศ.2593 (เหตุผลที่ 3) และยังพบว่าการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เกิดผลกระทบที่เป็นอันตรายจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นสาเหตุสำคัญของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และเกิดก๊าซเรือนกระจก ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และส่งผลด้านสุขภาพ (เหตุผลที่ 4)”

2) กลุ่มที่คงที่ คือจากสูงไปสูง

จากการตรวจแบบวัดของนักเรียนก่อนเรียน พบว่านักเรียนเขียนข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง อยู่ในระดับสูง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“เพราะว่าโรงผลิตพลังงานไฟฟ้าไม่ทำให้เกิดมลภาวะหรือไม่ทำให้เกิดมลพิษ เนื่องจากไม่มีการจุดระเบิดเผาไหม้ เชื้อเพลิงมีราคาไม่แพงเนื่องจากพลังงานมาจากการชาร์จประจุไฟฟ้าเข้าไปที่ตัวแบตเตอรี่ ส่วนการใช้โรงผลิตพลังงานเชื้อเพลิงก็พบว่ามีข้อเสียคือทำให้เกิดภาวะโลกร้อนและมลพิษทางอากาศ”

(คำตอบจากเรื่องโรงผลิตพลังงานไฟฟ้าดีกว่าโรงผลิตพลังงานเชื้อเพลิงจริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 40)

จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถเขียนข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง อยู่ในระดับสูง เนื่องจากนักเรียนสามารถบอกเหตุผลเพิ่มเติม โดยเป็นเหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนที่ถูกต้องและให้เหตุผลเพื่อใช้โต้แย้งฝ่ายตรงข้ามได้ จำนวน 3 เหตุผล อย่างเช่นที่นักเรียนอธิบายเหตุผลที่ 1 คือ “โรงผลิตพลังงานไฟฟ้าไม่ทำให้เกิดมลภาวะหรือไม่ทำให้เกิดมลพิษเนื่องจากไม่มี

การจุดระเบิดเผาไหม้” เหตุผลที่ 2 คือ “เชื้อเพลิงมีราคาไม่แพงเนื่องจากพลังงานมาจากการซาร์จประจุไฟฟ้าเข้าไปที่ตัวแบตเตอรี่” และเหตุผลที่ 3 คือ “การใช้พลังงานเชื้อเพลิงก็พบว่ามีข้อเสียคือทำให้เกิดภาวะโลกร้อนและมลพิษทางอากาศ” ซึ่งข้อคำถามต้องการให้นักเรียนบอกข้อสนับสนุนของการโต้แย้งที่ถูกต้องจำนวน 3 เหตุผลขึ้นไป จึงจะจัดอยู่ในระดับสูงตามที่เกณฑ์กำหนด ดังตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบดังกล่าวข้างต้น

ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนก็ยังเขียนข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง อยู่ในระดับสูง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“1. พลังงานหมุนเวียนเป็นพลังงานสะอาดมีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงร้อยละ 70 ภายในปี พ.ศ.2593 2. การใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีการเผาไหม้ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน 3. ขณะนี้สถานการณ์ราคาพลังงานในตลาดโลกมีแนวโน้มปรับตัวเพิ่มสูงขึ้น ความต้องการใช้พลังงานและน้ำมันมีการปรับตัวเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ราคาเพิ่มสูงขึ้นด้วยซึ่งตรงข้ามกับปริมาณของเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ในปัจจุบันที่มีปริมาณลดลง”

(คำตอบจากเรื่องพลังงานหมุนเวียนดีกว่าเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 40)

จากคำตอบของนักเรียนสามารถเขียนข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง อยู่ในระดับสูง เนื่องจากนักเรียนสามารถบอกเหตุผลเพิ่มเติม โดยเป็นเหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนที่ถูกต้องและให้เหตุผลเพื่อใช้โต้แย้งฝ่ายตรงข้ามได้ จำนวน 3 เหตุผล อย่างเช่นที่นักเรียนอธิบายเหตุผลที่ 1 คือ “พลังงานหมุนเวียนเป็นพลังงานสะอาดมีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงร้อยละ 70 ภายในปี พ.ศ.2593” เหตุผลที่ 2 คือ “การใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีการเผาไหม้ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน” และเหตุผลที่ 3 คือ “ราคาพลังงานในตลาดโลกมีแนวโน้มปรับตัวเพิ่มสูงขึ้น ความต้องการใช้พลังงานและน้ำมันมีการปรับตัวเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ราคาเพิ่มสูงขึ้นด้วยซึ่งตรงข้ามกับปริมาณของเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ในปัจจุบันที่มีปริมาณลดลง” ซึ่งข้อคำถามต้องการให้นักเรียนบอกข้อสนับสนุนของการโต้แย้งที่ถูกต้องจำนวน 3 เหตุผลขึ้นไป จึงจะจัดอยู่ในระดับสูงตามที่เกณฑ์กำหนด ซึ่งคำตอบของนักเรียนสอดคล้องกับตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบดังกล่าวข้างต้น

3) กลุ่มที่พัฒนาเพิ่มขึ้น คือจากต่ำไปปานกลาง

จากการตรวจแบบวัดของนักเรียนก่อนเรียน พบว่านักเรียนเขียนข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง อยู่ในระดับต่ำ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“บอกข้อดีของรถพลังงานไฟฟ้าให้เพื่อนรู้”

(คำตอบจากเรื่องรถพลังงานไฟฟ้าดีกว่ารถพลังงานเชื้อเพลิงจริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 27)

จะเห็นได้ว่านักเรียนเขียนข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง อยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากไม่สามารถเขียนข้อสนับสนุนของการโต้แย้งได้ ซึ่งนักเรียนไม่ได้อธิบายถึงเหตุผลว่ารถพลังงานไฟฟ้านั้นมีข้อดีอย่างไร จึงไม่มีความน่าเชื่อถือของข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง ซึ่งข้อคำถามต้องการให้นักเรียนบอกข้อสนับสนุนของการโต้แย้งที่ถูกต้องจำนวน 3 เหตุผลขึ้นไป จึงจะจัดอยู่ในระดับสูงตามที่เกณฑ์กำหนด ดังตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบที่กล่าวข้างต้น

ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนก็ยังเขียนข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง อยู่ในระดับปานกลาง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“พลังงานหมุนเวียนมีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงร้อยละ 70 ภายในปี พ.ศ.2593 แต่ก็ยังมีข้อจำกัดบางประการที่ทำให้ยังไม่สามารถนำมาใช้ทดแทนแหล่งพลังงานดั้งเดิมที่ถูกใช้กันอยู่ในปัจจุบันได้ทั้งหมด ตัวอย่างเช่น พลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าอยู่ในช่วงกลางวัน ในขณะที่ช่วงเวลาที่เรากำลังต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดคือช่วงเวลากลางคืน”

(คำตอบจากเรื่องพลังงานหมุนเวียนดีกว่าเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 27)

จากคำตอบของนักเรียนสามารถเขียนข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง อยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากนักเรียนสามารถบอกเหตุผลเพิ่มเติม โดยเป็นเหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนที่ถูกต้อง จำนวน 2 เหตุผล แต่นักเรียนไม่ได้ให้เหตุผลเพื่อใช้โต้แย้งฝ่ายตรงข้าม อย่างเช่นที่นักเรียนอธิบายเหตุผลที่ 1 คือ “พลังงานหมุนเวียนมีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงร้อยละ 70 ภายในปี พ.ศ.2593” และเหตุผลที่ 2 คือ “มีข้อจำกัดบางประการที่ทำให้ยังไม่สามารถนำมาใช้ทดแทนแหล่งพลังงานดั้งเดิมที่ถูกใช้กันอยู่ในปัจจุบันได้ทั้งหมด ตัวอย่างเช่น พลังงานแสงอาทิตย์” ซึ่งเป็นคำตอบที่มีความน่าเชื่อถือของข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง และในข้อคำถามนี้ต้องการให้นักเรียนบอกข้อสนับสนุนของการโต้แย้งที่ถูกต้องจำนวน 3 เหตุผลขึ้นไป จึงจะจัดอยู่ในระดับสูงตามที่เกณฑ์กำหนดดังที่กล่าวข้างต้น

4) กลุ่มที่พัฒนาเพิ่มขึ้นจากต่ำไปสูง

จากการตรวจแบบวัดของนักเรียนก่อนเรียน พบว่านักเรียนเขียนข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง อยู่ในระดับต่ำ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“บอกข้อดีของรถไฟฟ้าให้เพื่อนรู้ และบอกข้อเสียของรถพลังงานเชื้อเพลิง ถ้าเพื่อนยังไม่เห็นด้วยอีก ก็จะมาหาเหตุผลสนับสนุนเพิ่มเติมเพื่อให้เพื่อนเห็นด้วยกับเรา”

(คำตอบจากเรื่องรพพลังงานไฟฟ้าดีกว่ารพพลังงานเชื้อเพลิงจริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 18)

จะเห็นได้ว่านักเรียนเขียนข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง อยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากไม่สามารถเขียนข้อสนับสนุนของการโต้แย้งได้ ซึ่งนักเรียนไม่ได้อธิบายถึงเหตุผลว่ารพพลังงานไฟฟ้านั้นมีข้อดีอย่างไร หรือรพพลังงานเชื้อเพลิงมีข้อเสียอย่างไร จึงไม่มีความน่าเชื่อถือของข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง ซึ่งข้อคำถามต้องการให้นักเรียนบอกข้อสนับสนุนของการโต้แย้งที่ถูกต้องจำนวน 3 เหตุผลขึ้นไป จึงจะจัดอยู่ในระดับสูงตามที่เกณฑ์กำหนด ดังตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบที่กล่าวข้างต้น

ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนก็ยังเขียนข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง อยู่ในระดับสูง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“โน้มน้าวเพื่อนด้วยการบอกข้อเสียของเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ว่าจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ส่งผลกระทบต่อที่เป็นอันตรายและเป็นสาเหตุสำคัญในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่งผลด้านสุขภาพของคนทั่วโลก ในปัจจุบันราคาก็แพงขึ้น เพราะมีปริมาณลดลง มาจากกระบวนการเกิดที่ใช้เวลานาน จากนั้นก็บอกข้อดีของพลังงานหมุนเวียนว่าการใช้พลังงานหมุนเวียน เป็นการช่วยรักษาสภาพแวดล้อม ช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และลดปริมาณการนำเข้าพลังงานสิ้นเปลืองบางประเภทจากต่างประเทศอีกด้วย”

(คำตอบจากเรื่องพลังงานหมุนเวียนดีกว่าเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 18)

จากคำตอบของนักเรียนสามารถเขียนข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง อยู่ในระดับสูง ซึ่งข้อคำถามนี้ต้องการให้นักเรียนบอกข้อสนับสนุนของการโต้แย้งที่ถูกต้องจำนวน 3 เหตุผลขึ้นไป และนักเรียนสามารถบอกเหตุผลเพิ่มเติม โดยเป็นเหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนที่ถูกต้อง จำนวน 1 เหตุผล และให้เหตุผลเพื่อใช้โต้แย้งฝ่ายตรงข้ามได้ถูกต้อง จำนวน 2 เหตุผล อย่างเช่นที่นักเรียนอธิบายเหตุผลที่สนับสนุนแนวคิดของตน เหตุผลที่ 1 คือ “การใช้พลังงานหมุนเวียน เป็นการช่วยรักษาสภาพแวดล้อม ช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และลดปริมาณการนำเข้าพลังงานสิ้นเปลืองบางประเภทจากต่างประเทศอีกด้วย” และเหตุผลที่ใช้โต้แย้งฝ่ายตรงข้ามคือ เหตุผลที่ 2 “เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ว่าจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ส่งผลกระทบต่อที่เป็นอันตรายและเป็นสาเหตุสำคัญในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่งผลด้านสุขภาพของคนทั่วโลก” และเหตุผลที่ 3 คือ “ในปัจจุบันราคาก็แพงขึ้น เพราะมีปริมาณลดลง

มาจากกระบวนการเกิดที่ใช้เวลานาน” ซึ่งคำตอบของนักเรียนสอดคล้องกับเกณฑ์กำหนดดังที่กล่าวข้างต้น

5) กลุ่มที่พัฒนาเพิ่มขึ้น คือปานกลางไปสูง

จากการตรวจแบบวัดของนักเรียนก่อนเรียน พบว่านักเรียนเขียนข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง อยู่ในระดับปานกลาง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“การใช้รถพลังงานไฟฟ้ามีค่าใช้จ่ายในการชาร์จและซ่อมแซมไม่แพงมาก เพราะมีกลไกในการขับเคลื่อนที่ไม่มาก และราคาในการชาร์จถูกเพราะเป็นการชาร์จประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่”

(คำตอบจากเรื่องรถพลังงานไฟฟ้าดีกว่ารถพลังงานเชื้อเพลิงจริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 7)

จะเห็นได้ว่านักเรียนเขียนข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง อยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากนักเรียนสามารถบอกเหตุผลเพิ่มเติม โดยเป็นเหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนที่ถูกต้อง จำนวน 1 เหตุผล ซึ่งข้อคำถามต้องการให้นักเรียนบอกข้อสนับสนุนของการโต้แย้งที่ถูกต้องจำนวน 3 เหตุผลขึ้นไป จึงจะจัดอยู่ในระดับสูงตามที่เกณฑ์กำหนด ดังตัวอย่างการวิเคราะห์ที่คำตอบที่กล่าวข้างต้น

ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนเขียนข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง อยู่ในระดับสูง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“ให้เหตุผลไปว่าการเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นสาเหตุสำคัญของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซเรือนกระจก ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและส่งผลกระทบต่อด้านสุขภาพ ส่วนการใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่เรามีอยู่ เป็นการช่วยรักษาสุขภาพแวดล้อมและลดปริมาณการนำเข้าพลังงานสิ้นเปลืองบางประเภท และตอนนี้ความต้องการใช้พลังงานและน้ำมันมีการปรับตัวเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ราคาสูงขึ้นตรงข้ามกับปริมาณของเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ที่มีปริมาณลดลง”

(คำตอบจากเรื่องพลังงานหมุนเวียนดีกว่าเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 7)

จากคำตอบของนักเรียนสามารถเขียนข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง อยู่ในระดับสูง เนื่องจากนักเรียนสามารถบอกเหตุผลเพิ่มเติม โดยเป็นเหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนที่ถูกต้อง จำนวน 1 เหตุผล และให้เหตุผลเพื่อใช้โต้แย้งฝ่ายตรงข้ามได้ถูกต้อง จำนวน 2 เหตุผล อย่างเช่นที่นักเรียนอธิบายเหตุผลที่สนับสนุนแนวคิดของตน เหตุผลที่ 1 คือ “การใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่เรามีอยู่ เป็นการช่วยรักษาสุขภาพแวดล้อมและลดปริมาณการนำเข้าพลังงานสิ้นเปลืองบางประเภท” และเหตุผลที่ใช้โต้แย้งฝ่ายตรงข้ามคือ เหตุผลที่ 2

“การเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นสาเหตุสำคัญของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สเรือนกระจก ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและส่งผลกระทบต่อด้านสุขภาพ” และเหตุผลที่ 3 คือ “ความต้องการใช้พลังงานและน้ำมันมีการปรับตัวเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ราคาสูงขึ้น ตรงข้ามกับปริมาณของเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์มีปริมาณลดลง” ซึ่งคำตอบของนักเรียนสอดคล้องกับเกณฑ์กำหนดดังที่กล่าวข้างต้น

ในส่วนของการพัฒนาการขององค์ประกอบข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกมาขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่สะท้อนองค์ประกอบของทักษะดังกล่าวที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยใช้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียด ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ พลังงานที่ยังจำเป็นจริงหรือ?

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ในขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลสนับสนุนของการโต้แย้งได้ว่า “นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้างของนักเรียนเป็นจริงและมีความน่าเชื่อถือหรือไม่” นักเรียนส่วนใหญ่ตอบเหมือนกันว่ามีความน่าเชื่อถือ แต่เมื่อผู้วิจัยถามว่า “นักเรียนทราบได้อย่างไรว่า ข้อกล่าวอ้างเป็นจริงและมีความน่าเชื่อถือ” พบว่านักเรียนไม่สามารถตอบคำถามได้ ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้คำตอบและวิธีการที่ทำให้ข้อกล่าวอ้างเป็นจริงและมีความน่าเชื่อถือ ในขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวนักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม เพื่อเลือกเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของกลุ่ม ผู้วิจัยใช้คำถาม “นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนของเพื่อนมีความสมเหตุสมผลหรือไม่” นักเรียนกลุ่มที่เห็นด้วยกับ เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์พลังงานที่ยังจำเป็น ตอบว่า “เหตุผลของเพื่อนสมเหตุสมผลครับ เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นเชื้อเพลิงหลักในการคมนาคมขนส่งง่าย” นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และเลือกเหตุผลที่คิดว่ามีความสมเหตุสมผลกัน และในขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง ผู้วิจัยให้นักเรียนออกมานำเสนอข้อโต้แย้งเบื้องต้นของกลุ่มผลัดกัน นำเสนอข้อมูลฝ่ายละ 1 เหตุผลสลับกันไปมาโดยนำเสนอเหตุผลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างฝ่ายตนเอง จากการนำเสนอเหตุผลของทั้งสองฝ่ายผู้วิจัยสังเกตได้ว่า นักเรียนแต่ละฝ่ายสามารถให้เหตุผลสนับสนุนข้อโต้แย้งของกลุ่มได้ กลุ่มละ 3-4 เหตุผล และยังไม่ครอบคลุมทุกประเด็น ผู้วิจัยใช้คำถาม เพื่อถามกลุ่มที่ไม่ได้ออกมานำเสนอ เพื่อให้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมและช่วยฝึกให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ว่า “จากการนำเสนอของเพื่อน นักเรียนมีเหตุผลที่จะสนับสนุนเพิ่มเติมเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างของเพื่อนหรือไม่” นักเรียนจะเสนอเหตุผลแค่ฝ่ายละ 1-2 เหตุผล เท่านั้น



ภาพประกอบ 12 นักเรียนแลกเปลี่ยนความเห็นกันและประเมินข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสำรวจปีโตรเลียมส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่?

ผู้วิจัยใช้คำถามว่า “นักเรียนจะมีวิธีการใดบ้างที่ทำให้ข้อกล่าวอ้างเป็นจริงและมีความน่าเชื่อถือ” คำตอบของนักเรียนคนที่ 14 “สืบค้นเหตุผลที่มีความสัมพันธ์กับข้อกล่าวอ้างและหาเหตุผลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างเราให้เยอะ ๆ ครับ” จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถตอบคำถามได้ในขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง ผู้วิจัยให้นักเรียนออกมานำเสนอข้อโต้แย้งเบื้องต้นของกลุ่มผลัดกัน นำเสนอข้อมูลฝ่ายละ 1 เหตุผลสลับกันไปมาโดยนำเสนอเหตุผลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างฝ่ายตนเอง จากการนำเสนอเหตุผลของทั้งสองฝ่าย สังเกตได้ว่า นักเรียนแต่ละฝ่ายสามารถให้เหตุผลสนับสนุนข้อโต้แย้งของกลุ่มได้ กลุ่มละ 5 เหตุผล จะเห็นได้ว่าเหตุผลที่สนับสนุนมีจำนวนมากขึ้นและครอบคลุมทุกประเด็น ผู้วิจัยใช้คำถาม เพื่อถามกลุ่มที่ไม่ได้ออกมานำเสนอ เพื่อให้ นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมและช่วยฝึกให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ว่า “จากการนำเสนอของเพื่อน นักเรียนมีเหตุผลที่จะสนับสนุนเพิ่มเติมเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างของเพื่อนหรือไม่” นักเรียนแต่ละกลุ่มจะเสนอเหตุผลที่เพื่อนกลุ่มอื่นยังไม่นำเสนอ ทำให้ทราบว่านักเรียนสามารถให้ข้อสนับสนุนของการโต้แย้งได้



ภาพประกอบ 13 นักเรียนแลกเปลี่ยนความเห็นกันเพื่อสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่ม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 แก๊สธรรมชาติดีกว่าน้ำมันจริงหรือ?

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ในขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง ผู้วิจัยให้นักเรียน ออกมานำเสนอข้อโต้แย้งเบื้องต้นของกลุ่มผลัดกันนำเสนอข้อมูลฝ่ายละ 1 เหตุผลสลับกันไปมา โดยนำเสนอเหตุผลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างฝ่ายตนเอง จากการนำเสนอเหตุผลของทั้งสองฝ่าย สังเกตได้ว่า นักเรียนแต่ละฝ่ายสามารถให้เหตุผลสนับสนุนข้อโต้แย้งของกลุ่มได้ ฝ่ายเห็นด้วยให้ เหตุผลได้จำนวน 4 เหตุผล ส่วนฝ่ายไม่เห็นด้วยให้เหตุผลได้จำนวน 5 เหตุผล ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อ ถามกลุ่มที่ไม่ได้ออกมานำเสนอ “ฝ่ายที่เห็นด้วย จะช่วยเสนอเหตุผลอะไรเพื่อสนับสนุนให้ข้อกล่าว อ้างของเพื่อน” นักเรียนฝ่ายเห็นด้วยตอบ “แก๊สธรรมชาติมีราคาถูกกว่าน้ำมัน และผลกระทบต่อ การใช้ก็น้อยกว่า ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการทำอาหารได้อีกด้วย” จากการนำเสนอเหตุผลของนักเรียน แต่ละฝ่าย จะเห็นได้ว่านักเรียนนำเสนอแค่เหตุผลที่สนับสนุนฝ่ายตนเอง แต่ยังไม่เห็นเหตุผลที่จะใช้ โต้แย้งฝ่ายตรงข้ามเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างของฝ่ายตรงข้ามไม่เป็นจริง ผู้วิจัยจึงใช้คำถาม “นักเรียนคิด ว่าเหตุผลใดบ้าง ของเพื่อนที่ไม่เป็นจริง” เพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์เหตุผลของเพื่อนฝ่ายตรงข้าม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมมี ประโยชน์มากกว่าโทษจริงหรือ?

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ในขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง ผู้วิจัยให้นักเรียน ออกมานำเสนอข้อโต้แย้งเบื้องต้น จากการนำเสนอเหตุผลของทั้งสองฝ่ายผู้วิจัยสังเกตได้ว่า นักเรียนแต่ละฝ่ายสามารถให้เหตุผลสนับสนุนข้อโต้แย้งของกลุ่มได้ จำนวนมากกว่า 6 เหตุผลขึ้น

ไป และผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้อีกฝ่ายหาข้อมูลมาสนับสนุนของกล่าวอ้างของตนเองทุกครั้ง เพื่อให้เรียนรู้รู้สึกตื่นเต้นและอยากที่จะหาข้อมูลมาโต้แย้งเพื่อให้ฝ่ายตนเองชนะ ทำให้นักเรียนพยายามหาเหตุผลมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเองได้มากขึ้น และจะเห็นได้ว่าในประเด็นการโต้แย้งนี้ นักเรียนสามารถให้ข้อคัดค้านเหตุผลของฝ่ายตรงข้ามเพื่อไม่ให้เหตุผลนั้นเป็นจริงได้ และเหตุผลใดที่คำตอบยังไม่ชัดเจน ผู้วิจัยจะให้กลุ่มที่ไม่ได้ออกมานำเสนอช่วยกันวิเคราะห์ความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของเหตุผล ทำให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง พลังงานทดแทนดีกว่าเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จริงหรือไม่?

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ในชั้นกิจกรรมการโต้แย้ง ผู้วิจัยให้นักเรียนออกมานำเสนอข้อโต้แย้งเบื้องต้น จากการนำเสนอเหตุผลของทั้งสองฝ่ายผู้วิจัยสังเกตได้ว่านักเรียนแต่ละฝ่ายสามารถให้เหตุผลสนับสนุนข้อโต้แย้งของกลุ่มรวมทั้งสามารถให้ข้อเหตุผลที่ใช้โต้แย้งฝ่ายตรงข้ามให้ไม่เป็นจริงได้ โดยผู้วิจัยนับจำนวนเหตุผลได้มากถึง 12 เหตุผล และเมื่อผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อถามกลุ่มที่ไม่ได้ออกมานำเสนอว่า “จากการนำเสนอของเพื่อน นักเรียนมีเหตุผลที่จะสนับสนุนเพิ่มเติมเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างของเพื่อนหรือไม่” นักเรียนตอบว่า “เพื่อนที่นำเสนอตอบไปหมดแล้วค่ะ” และนักเรียนอีกคนตอบว่า “เหตุผลของกลุ่มเราเหมือนกับเหตุผลของเพื่อนเลยค่ะ” จากกิจกรรมการโต้แย้งจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถระบุเหตุผลเพิ่มเติม โดยเป็นเหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเพิ่มขึ้น หรือใช้โต้แย้งฝ่ายตรงข้าม เพื่อให้ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลของฝ่ายตรงข้ามนั้นไม่เป็นจริงได้



ภาพประกอบ 14 นักเรียนนำเสนอข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง

องค์ประกอบ “หลักฐาน” ก่อนและหลังการเรียนรู้จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

พบว่าก่อนเรียน นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบหลักฐาน อยู่ในระดับต่ำ จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 95.00 รองลงมาคือระดับปานกลาง จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.00 หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงหลักฐาน อยู่ในระดับสูง จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 47.50 รองลงมาคือระดับปานกลาง จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 30.00 และระดับต่ำ จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.50 และจากภาพประกอบ 7 สามารถจัดกลุ่มพัฒนาการขององค์ประกอบข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป ได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มที่คงที่ คือจากต่ำไปต่ำ จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.50 2) กลุ่มที่พัฒนาเพิ่มขึ้น คือจากต่ำไปปานกลาง จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 30.00 และ 3) กลุ่มที่พัฒนาเพิ่มขึ้น คือจากต่ำไปสูง จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 47.50 การพัฒนาองค์ประกอบข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป สามารถอธิบายได้จากการตรวจแบบวัด โดยใช้คำถามว่า “หลักฐานใดสนับสนุนเหตุผลของนักเรียนข้อ 1”

1) กลุ่มที่คงที่ คือจากต่ำไปต่ำ

จากการตรวจแบบวัดของนักเรียนก่อนเรียน พบว่านักเรียนเขียนแสดงหลักฐานอยู่ในระดับต่ำ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“รถยนต์พลังงานไฟฟ้าไม่ต้องมีกลไกอะไรมากมาย ไม่ต้องเสียเวลาเติมน้ำมัน”

(คำตอบจากเรื่องรถพลังงานไฟฟ้าดีกว่ารถพลังงานเชื้อเพลิงจริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 33)

จะเห็นได้ว่านักเรียนเขียนแสดงหลักฐาน อยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากการเสนอหลักฐาน ข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพื่อประกอบการอธิบายเหตุผลไม่ได้มาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งนักเรียนไม่ได้บอกแหล่งที่มาของข้อมูล จึงทำให้ไม่มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งข้อคำถามต้องการให้นักเรียนแสดงหลักฐานสนับสนุนที่มีความน่าเชื่อถือ 3 หลักฐาน จากบทความพร้อมข้อความที่เกี่ยวข้องกับเหตุผลตนเอง จึงจะจัดอยู่ในระดับสูงตามที่เกณฑ์กำหนด ดังตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบนี้ “พิชิต พงษ์ประเสริฐ หัวหน้ากลุ่มพัฒนารัฐวิสาหกิจใหม่-ยานยนต์ไฟฟ้า (กฟผ.) กล่าวว่ารถยนต์ EV ไม่ต้องใช้การจุดระเบิดเผาไหม้ในการขับเคลื่อน ไม่มีไอเสียจากการเผาผลาญพลังงาน ลดมลภาวะและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (หลักฐานที่ 1) สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน ได้อธิบายว่าเมื่อเทียบรถยนต์ EV กับรถยนต์พลังงานเชื้อเพลิงพบว่าในปัจจุบันประหยัดบำรุงรักษาเพราะมีกลไกในการขับเคลื่อนไม่มากเท่ารถที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมัน จึงทำให้ไม่ต้องคอยบำรุงรักษาและยังสามารถชาร์จพลังงานไฟฟ้าจากที่บ้านได้ (หลักฐานที่ 2 ดร.

อมรรัตน์ แก้วประดับ เลขาธิการสมาคมยานยนต์ไฟฟ้า กล่าวว่า การใช้รถยนต์ EV ค่าเชื้อเพลิงมีราคาไม่แพง เนื่องจากพลังงานของรถยนต์ EV มาจากการชาร์จประจุไฟฟ้าเข้าไปที่ตัวแบตเตอรี่ ทำให้อัตราค่าใช้จ่ายเรื่องเชื้อเพลิงของรถไฟฟ้าก็ถูกกว่าเชื้อเพลิงน้ำมัน (หลักฐานที่ 3)”

ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนก็ยังเขียนแสดงหลักฐาน อยู่ในระดับต่ำ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“จากข้อมูลที่อ่านพบว่าผลกระทบที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นสาเหตุสำคัญในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซเรือนกระจก”

(คำตอบจากเรื่องพลังงานหมุนเวียนดีกว่าเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 33)

จากคำตอบของนักเรียนสามารถเขียนแสดงหลักฐาน อยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากนักเรียนไม่ได้บอกแหล่งที่มาของข้อมูล จึงทำให้ไม่มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งข้อคำถามต้องการให้นักเรียนแสดงหลักฐานสนับสนุนที่มีความน่าเชื่อถือ 3 หลักฐานขึ้นไป จากบทความพร้อมข้อความที่เกี่ยวข้องกับเหตุผลตนเอง จึงจะจัดอยู่ในระดับสูงตามที่เกณฑ์กำหนด ดังตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบนี้ “ศาสตราจารย์ Joel Schwartz จากมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด กล่าวว่าผลกระทบที่เป็นอันตรายจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นสาเหตุสำคัญของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และเกิดก๊าซเรือนกระจก (หลักฐานที่ 1) องค์การพลังงานหมุนเวียนระหว่างประเทศ (IRENA) ระบุว่า พลังงานหมุนเวียนมีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงร้อยละ 70 ภายในปี พ.ศ.2593 (หลักฐานที่ 2) การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้นำระบบกักเก็บพลังงานโดยแบตเตอรี่มาใช้ในระบบไฟฟ้า และเสริมสร้างความมั่นคงของระบบไฟฟ้า (หลักฐานที่ 3) ผศ.ดร.ฐกฤต ปานขลิบ คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ฯ วิทยาลัยเทคโนโลยี กล่าวว่า ควรส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่เรามีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดและลดปริมาณการนำเข้าพลังงานสิ้นเปลืองบางประเภทจากต่างประเทศได้อีกด้วย (หลักฐานที่ 4)”

2) กลุ่มที่พัฒนาเพิ่มขึ้น คือจากต่ำไปปานกลาง

จากการตรวจแบบวัดของนักเรียนก่อนเรียน พบว่านักเรียนเขียนแสดงหลักฐาน อยู่ในระดับต่ำ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“รถไฟฟ้าไม่ปล่อยควันทำร้ายชั้นบรรยากาศ แต่รถทั่วไปปล่อยควันทำร้ายชั้นบรรยากาศส่วนน้ำมันนั้นมีราคาแพง แต่พลังงานไฟฟ้านั้นมีราคาถูก”

(คำตอบจากเรื่องรถพลังงานไฟฟ้าดีกว่ารถพลังงานเชื้อเพลิงจริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 1)

จะเห็นได้ว่านักเรียนเขียนแสดงหลักฐาน อยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากการเสนอหลักฐาน ข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพื่อประกอบการอธิบายเหตุผลไม่ได้มาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งนักเรียนไม่ได้บอกแหล่งที่มาของข้อมูล จึงทำให้ไม่มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งข้อคำถามต้องการให้นักเรียนแสดงหลักฐานสนับสนุนที่มีความน่าเชื่อถือ 3 หลักฐาน จากบทความพร้อมข้อความที่เกี่ยวข้องกับเหตุผลตนเอง จึงจะจัดอยู่ในระดับสูงตามที่เกณฑ์กำหนด ดังตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบที่กล่าวข้างต้น

ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนเขียนข้อแสดงหลักฐาน อยู่ในระดับปานกลาง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“หลักฐานจาก ผศ.ดร.สุฤต ปานขลิบ คิดว่าเป็นเรื่องที่ดี ที่นำพลังงานหมุนเวียนมาใช้ประโยชน์ เพราะช่วยรักษาสภาพแวดล้อมและลดปริมาณการนำเข้าพลังงานสิ้นเปลืองบางประเภทจากต่างประเทศ”

(คำตอบจากเรื่องพลังงานหมุนเวียนดีกว่าเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 1)

จากคำตอบของนักเรียนสามารถเขียนแสดงหลักฐาน อยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากนักเรียนบอกแหล่งที่มาของข้อมูลและให้เหตุผลประกอบได้ จำนวน 1 หลักฐาน ซึ่งพบว่าคำตอบของนักเรียนสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนด 1 หลักฐาน ดังตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบที่กล่าวข้างต้น

3) กลุ่มที่พัฒนาเพิ่มขึ้น คือจากต่ำไปสูง

จากการตรวจแบบวัดของนักเรียนก่อนเรียน พบว่านักเรียนเขียนแสดงหลักฐาน อยู่ในระดับต่ำ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“หลักฐานจาก สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน”

(คำตอบจากเรื่องรถพลังงานไฟฟ้าดีกว่ารถพลังงานเชื้อเพลิงจริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 19)

จะเห็นได้ว่านักเรียนเขียนแสดงหลักฐาน อยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากนักเรียนเขียนแสดงแค่แหล่งข้อมูลแต่นักเรียนไม่ได้เขียนข้อความที่เกี่ยวข้องกับเหตุผลตนเอง ซึ่งข้อคำถามต้องการให้นักเรียนแสดงหลักฐานสนับสนุนที่มีความน่าเชื่อถือ 3 หลักฐาน จากบทความพร้อมข้อความที่เกี่ยวข้องกับเหตุผลตนเอง จึงจะจัดอยู่ในระดับสูงตามที่เกณฑ์กำหนด ดังตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบที่กล่าวข้างต้น

ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนเขียนข้อแสดงหลักฐาน อยู่ในระดับสูง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

1. การเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซเรือนกระจก (ศาสตราจารย์ Joel Schwartz นักวิจัยจากมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด) 2. พลังงานหมุนเวียนช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงร้อยละ 70 ภายในปี พ.ศ.2593 (องค์การพลังงานงานหมุนเวียนระหว่างประเทศ) 3. นำส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากพลังงานหมุนเวียนให้เกิดประโยชน์สูงสุด ช่วยรักษาสุขภาพแวดล้อม (ผศ.ดร.ฐกฤต ปานขลิบ คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยี)”

(คำตอบจากเรื่องพลังงานหมุนเวียนดีกว่าเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จริงหรือ? ของนักเรียนคนที่ 19)

จากคำตอบของนักเรียนสามารถเขียนแสดงหลักฐาน อยู่ในระดับสูง เนื่องจากนักเรียนบอกแหล่งที่มาของข้อมูลและให้เหตุผลประกอบได้ จำนวน 3 หลักฐาน ซึ่งพบว่าคำตอบของนักเรียนสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนด ดังตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบที่กล่าวข้างต้น

ในส่วนของพัฒนาการขององค์ประกอบหลักฐาน ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกมาขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่สะท้อนองค์ประกอบของทักษะดังกล่าวที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยใช้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียด ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ พลังงานที่ยังจำเป็นจริงหรือ?

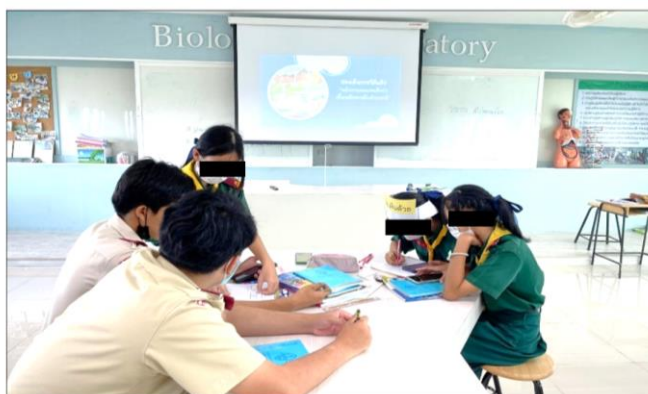
จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ในขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อให้ นักเรียนสามารถเลือกใช้หลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือได้ว่า “นักเรียนจะมีวิธีการเลือกหลักที่น่าเชื่อถืออย่างไร” พบว่านักเรียนไม่สามารถตอบคำถามได้ ผู้วิจัยและนักเรียนจึงร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้วิธีการเลือกหลักที่น่าเชื่อถือ ในขั้นสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ผู้วิจัยใช้คำถามว่า “จากการสืบค้นข้อมูล นักเรียนจะเลือกหลักฐานของเพื่อนคนใดเพื่อใช้เป็นหลักฐานในการโต้แย้งของกลุ่ม เพราะเหตุใด” นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์และเลือกหลักฐานที่คิดว่ามีความน่าเชื่อถือ โดยมีการสอบถามผู้วิจัยเป็นครั้งคราว และในกิจกรรมการโต้แย้ง หลังจากที่นักเรียนเสนอเหตุผลสนับสนุน ผู้วิจัยพบว่าในการนำเสนอเหตุผลสนับสนุน นักเรียนยังขาดการนำเสนอหลักฐานที่บอกแหล่งที่มาของข้อมูล เช่น คำตอบของนักเรียนฝ่ายที่ไม่เห็นด้วย “เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นตัวการที่ทำให้โลกร้อนขึ้น” ผู้วิจัยจึงใช้คำถามว่า “นักเรียนคิดว่าหลักฐานของเพื่อนมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ อย่างไร” เพื่อให้ นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์หลักฐานที่มาสืบสนับสนุน



ภาพประกอบ 15 นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และเลือกหลักฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสำรวจปีโตรเลียมส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่?

ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อให้ นักเรียนสามารถเลือกใช้หลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือได้ว่า “จากการสืบค้นข้อมูล นักเรียนคิดว่าหลักฐานของนักเรียนมีความน่าเชื่อถือหรือไม่” นักเรียนฝ่ายเห็นด้วยตอบว่า “มีความน่าเชื่อถือค่ะ เพราะข้อมูลที่ได้นำมาจากเว็บไซต์ของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือค่ะ” และในกิจกรรมการโต้แย้ง หลังจากที่นักเรียนเสนอเหตุผลสนับสนุน ผู้วิจัยพบว่าในการนำเสนอเหตุผลสนับสนุน นักเรียนสามารถนำเสนอหลักฐานโดยบอกแหล่งที่มาของข้อมูลได้ แต่จำนวนหลักฐานที่นำมาแสดงมีเพียงแค่ 1 หลักฐาน



ภาพประกอบ 16 นักเรียนแลกเปลี่ยนความเห็นกันเพื่อคัดเลือกหลักฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 แก๊สธรรมชาติดีกว่าน้ำมันจริงหรือ?

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ในขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูลและขั้นการ สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวนักเรียนสามารถเลือกหลักฐานของเพื่อนเพื่อใช้เป็นหลักฐานในการโต้แย้ง ของกลุ่มได้ แต่พบว่าใช้เวลาในการวิเคราะห์มากพอสมควร ในกิจกรรมการโต้แย้ง หลังจากที่ นักเรียนเสนอเหตุผลสนับสนุน ผู้วิจัยพบว่าในการนำเสนอเหตุผลสนับสนุนนักเรียนไม่นำเสนอ หลักฐานด้วย ผู้วิจัยต้องใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนนำเสนอหลักฐาน ถึงอย่างไรนักเรียนก็ สามารถบอกแหล่งที่มาของข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้และจำนวนหลักฐานที่นำมาแสดงมากกว่า 2 หลักฐานขึ้นไป แต่ก็พบว่านักเรียนใช้เวลาในการวิเคราะห์แหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและ มีความสัมพันธ์กับข้อกล่าวอ้างของตน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมมี ประโยชน์มากกว่าโทษจริงหรือ?

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ผู้วิจัยใช้คำถามให้นักเรียนสามารถ แสดงหลักฐานได้ว่า “นักเรียนคิดว่าหลักฐานที่น่าเชื่อถือ ควรมีลักษณะอย่างไร” นักเรียนคนที่ 34 ตอบว่า “ข้อมูลที่นำมาอธิบาย ต้องมาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ และหลักฐานที่น่าเสนอ ควรมีความสัมพันธ์กับข้อกล่าวอ้าง” จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถตอบคำถามได้ ในขั้นกิจกรรม การโต้แย้ง ผู้วิจัยให้นักเรียนออกมานำเสนอข้อโต้แย้งเบื้องต้น จากการนำเสนอเหตุผลของทั้งสอง ฝ่ายผู้วิจัยสังเกตได้ว่านักเรียนสามารถนำเสนอหลักฐานพร้อมทั้งบอกแหล่งที่มาของข้อมูลที่ น่าเชื่อถือได้และจำนวนหลักฐานที่นำมาแสดงมากกว่า 2 หลักฐานขึ้นไป จากนั้นครูใช้คำถาม กระตุ้นว่า “นักเรียนคิดว่าหลักฐานของเพื่อนมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ อย่างไร” เพื่อให้นักเรียน สามารถประเมินความน่าเชื่อถือของหลักฐานได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง พลังงานทดแทนดีกว่าเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ จริงหรือ?

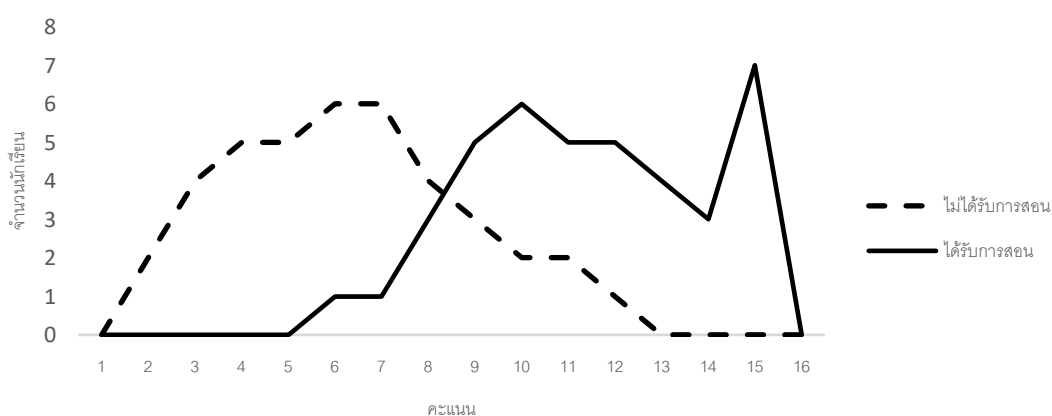
จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ในขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูลนักเรียน สามารถเลือกหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือได้และในขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวนักเรียนสามารถ เลือกหลักฐานของเพื่อนเพื่อใช้เป็นหลักฐานในการโต้แย้งของกลุ่มได้ โดยใช้เวลาในการวิเคราะห์ น้อยลง ในขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง ผู้วิจัยให้นักเรียนออกมานำเสนอข้อโต้แย้งเบื้องต้น จากการ นำเสนอเหตุผลของทั้งสองฝ่ายผู้วิจัยสังเกตได้ว่านักเรียนสามารถนำเสนอหลักฐานพร้อมทั้งบอก แหล่งที่มาของข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้และจำนวนหลักฐานที่นำมาแสดงมากกว่า 2 หลักฐานขึ้นไป และหลังจากที่ฝ่ายหนึ่งนำเสนอข้อมูลและหลักฐาน อีกฝ่ายก็สามารถวิเคราะห์และประเมิน หลักฐานได้ โดยที่ผู้วิจัยไม่ต้องใช้คำถามกระตุ้น



ภาพประกอบ 17 นักเรียนนำเสนอผลงานที่ได้จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูล

1.2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์กับคะแนนจุดตัด

ในส่วนนี้ผู้วิจัยนำคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มาเปรียบเทียบกับคะแนนจุดตัด เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่องทรัพยากรพลังงาน มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าคะแนนจุดตัด แสดงดังภาพประกอบที่ 18



ภาพประกอบ 18 กราฟจุดตัดของคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

จากภาพประกอบ 18 พบว่ามีคะแนนที่น่าจะเป็นจุดตัด คือ 8 และ 9 จึงนำคะแนนดังกล่าวมาวิเคราะห์หาคะแนนจุดตัดที่เหมาะสม ผลการทดสอบพบว่า ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ มีค่าสูงที่ 0.88 ค่าความน่าจะเป็นต่ำสุดในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ เท่ากับ 0.21 และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์มากที่สุด เท่ากับ 0.58 ซึ่งตรงกับคะแนน 8 คะแนน ดังนั้นจึงมีความน่าจะเป็นสูงที่สุดที่คะแนน 8 คะแนนจะเป็นจุดตัดที่ดีที่สุด (ดังภาคผนวก ข) และเมื่อเทียบกับภาพประกอบ 18 พบว่ามีนักเรียนที่มีคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เท่ากับหรือสูงกว่าคะแนนจุดตัดคิดเป็นร้อยละ 95.00 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

เมื่อเปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับคะแนนจุดตัด ผลเป็นดังตาราง 18

ตาราง 18 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับคะแนนจุดตัด

n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	คะแนนจุดตัด
40	16	11.40	2.52	8

จากตาราง 18 พบว่าหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ 11.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.52 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าคะแนนจุดตัด

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน เป็นการวิเคราะห์คะแนนที่ได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน ประกอบด้วยข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก รวมทั้งสิ้น 30 ข้อ มีคะแนนเต็ม 30 คะแนน เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถาม

ระดับสูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน สูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งใช้การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงานได้ผล ดังตาราง 19

ตาราง 19 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

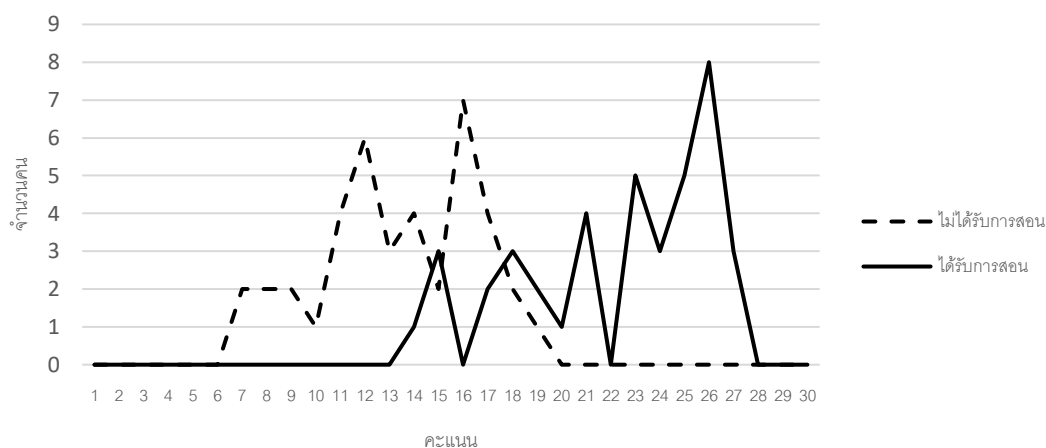
n	คะแนนเต็ม	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน			
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	S.D.	S.D.
		\bar{X}	\bar{X}		
40	30	13.48	22.25	2.26	3.91

จากตาราง 19 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน พบว่านักเรียนมีค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนเท่ากับ 13.48 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.26 และหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 22.25 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.91 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับคะแนน

จุดตัด

ผู้วิจัยนำคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมาเปรียบเทียบกับคะแนนจุดตัด เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน สูงกว่าคะแนนจุดตัด แสดงดังภาพประกอบที่ 19 จุดตัดของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงกับนักเรียนที่ยังไม่ได้รับการจัดการเรียนรู้



ภาพประกอบ 19 จุดตัดของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากภาพประกอบ 19 พบว่ามีคะแนนที่น่าจะเป็นจุดตัด คือ 14, 15, 16, 17 และ 18 จึงนำคะแนนดังกล่าวมาวิเคราะห์หาคะแนนจุดตัดที่เหมาะสม ผลการทดสอบพบว่า ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ มีค่าสูงที่ 0.91 ค่าความน่าจะเป็นต่ำสุดในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ เท่ากับ 0.15 และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์มากที่สุด เท่ากับ 0.75 ซึ่งตรงกับคะแนน 18 คะแนน

ดังนั้นจึงมีความน่าจะเป็นสูงที่สุดที่คะแนน 18 คะแนนจะเป็นจุดตัดที่ดีที่สุด (ดังภาคผนวก ข) และเมื่อเทียบกับภาพประกอบ 19 พบว่ามีนักเรียนที่มีคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เท่ากับหรือสูงกว่าคะแนนจุดตัดคิดเป็นร้อยละ 85.00 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับคะแนนจุดตัด ผลเป็นดังตาราง 20

ตาราง 20 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับคะแนนจุดตัด

n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	คะแนนจุดตัด
40	30	22.25	3.91	18

จากตาราง 20 พบว่าหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 22.25 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.91 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัด

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่องทรัพยากรพลังงาน สรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่องทรัพยากรพลังงาน มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าคะแนนจุดตัด
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่องทรัพยากรพลังงาน ร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าคะแนนจุดตัด

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mixed method research) ตามแบบแผน Experimental (Intervention) Design เป็นแบบแผนที่ทำวิจัยระยะเดียว โดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative research) ที่ได้จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และนำไปเทียบกับคะแนนจุดตัด มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative

research) ที่ได้จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และแบบสังเกตพฤติกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อนำข้อมูลไปสนับสนุนหรืออธิบายความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรปราการ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรปราการ จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 40 คน โดยวิธีการเลือกแบบตามความสะดวก (Convenience Sampling) เนื่องจากห้องเรียนทุกห้องมีการจัดชั้นเรียนแบบคละความสามารถ เก่ง กลาง อ่อน ทำให้ห้องเรียนทุกห้องมีความสามารถใกล้เคียงกัน

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีทั้งหมด 4 เครื่องมือ ดังนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่องทรัพยากรพลังงาน โดยจะมีการสอดแทรกการใช้คำถามระดับสูงที่เน้นการส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละขั้นตอน จำนวน 5 แผน แต่ละแผนใช้เวลา 1 ชั่วโมง 40 นาที ประกอบด้วย แผนที่ 1 เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ พลังงานที่ยังจำเป็นจริงหรือ แผนที่ 2 การสำรวจปิโตรเลียมส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่ แผนที่ 3 แก๊สธรรมชาติดีกว่าน้ำมันจริงหรือ แผนที่ 4 การผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมมีประโยชน์มากกว่าโทษจริงหรือ และแผนที่ 5 พลังงานทดแทนดีกว่าเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จริงหรือ โดยแผนฯ ได้รับการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของแผนฯ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้องของแต่ละแผนเท่ากับ 1.00 ทุกรายการประเมิน ทุกแผนฯ และมีค่าความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของแผนฯ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.51-5.00 แสดงให้เห็นว่าทุกแผนฯ สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

1.2 แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นแบบวัดชนิดเขียนตอบ โดยแต่ละชุดใช้สถานการณ์โต้แย้งจำนวน 2 ประเด็น ประเด็นละ 4 ข้อคำถาม ตามองค์ประกอบ ซึ่งแบบวัดฯ ผ่านการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสม จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ และค่าความเหมาะสมของสถานการณ์ ข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนน ภาษาและการนำไปใช้ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.51-5.00 แสดงว่าแบบวัดฯ สามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลได้ จากนั้นนำไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา จำนวน 40 คน ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ศึกษาพบว่า แบบวัดฯ ฉบับก่อนเรียน ค่าความยาก (p) ของแบบวัดรายข้อ อยู่ระหว่าง 0.23-0.63 หมายความว่า เป็นข้อคำถามที่ควรเลือกใช้ ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.25-0.50 ค่า หมายความว่า ข้อคำถามจำแนกได้พอใช้ จนถึงจำแนกได้ดีมาก ความเชื่อมั่น ($KR-20$) เท่ากับ 0.72 หมายความว่า ความเชื่อมั่นของแบบวัด

สูง และแบบวัดฯ ฉบับหลังเรียน ค่าความยาก (p) ของแบบวัดรายข้อ อยู่ระหว่าง 0.28-0.61 หมายความว่า เป็นข้อคำถามที่ควรเลือกใช้ ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20-0.45 ค่า และค่าความเชื่อมั่น ($KR-20$) เท่ากับ 0.75 หมายความว่า ความเชื่อมั่นของแบบวัดสูง แสดงว่าคำถามของแบบวัดทั้งฉบับสามารถนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาได้

1.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งแบบวัดฯ ผ่านการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสม จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ และค่าความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของคำถามในแบบวัดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67-5.00 จากนั้นนำไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา จำนวน 40 คน ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ศึกษาพบว่าค่าความยาก (p) ของแบบวัดรายข้อ อยู่ระหว่าง 0.20-0.75 หมายความว่า เป็นข้อคำถามที่ควรเลือกใช้ ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20-0.55 หมายความว่า ข้อคำถามจำแนกได้พอใช้จนถึงจำแนกได้ดีมาก และค่าความเชื่อมั่น ($KR-20$) เท่ากับ 0.86 หมายความว่า ความเชื่อมั่นของแบบวัดสูง แสดงว่าแบบวัดฯ ทั้งฉบับสามารถนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาได้

1.4 แบบสังเกตพฤติกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบสังเกตฯ แบบมีโครงสร้างเพื่อให้ผู้วิจัยใช้บันทึกพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกมาขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยสังเกตพฤติกรรมที่สะท้อนองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการเรียนรู้ ซึ่งแบบสังเกตฯ ผ่านการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสม จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ และค่าความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของแบบสังเกตฯ เท่ากับ 5 ทุกข้อ

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน จากนั้นจัดการเรียนรู้ตามแผนที่เตรียมไว้ จำนวน 5 แผน แต่ละแผนใช้เวลา 1 ชั่วโมง 40 นาที และผู้วิจัยสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกมาขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยสังเกตพฤติกรรมที่สะท้อนองค์ประกอบของทักษะดังกล่าวที่เกิดจากการเรียนรู้ หลังจากจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 5 แผนแล้วจึงเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน

3. การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ตอนวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้

คำถามระดับสูง โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนกับคะแนนจุดตัดที่เหมาะสม จากนั้น วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสังเกตพฤติกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากแบบสังเกตฯ แบบมี โครงสร้าง ในแต่ละแผนฯ รวมทั้งข้อมูลที่ได้จากการบันทึกวีดิทัศน์ ที่สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ที่แสดงออกมาขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อวิเคราะห์ว่าพฤติกรรมของนักเรียนที่สะท้อน องค์ประกอบของทักษะดังกล่าวที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยใช้ในแต่ละแผนฯ เป็นอย่างไร ส่งผลอย่างไรในการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปประกอบกับ ข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสนับสนุนและแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและอธิบายว่าการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงสามารถพัฒนาทักษะการ โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน โดยใช้การ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลัง เรียน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนกับคะแนนจุดตัดที่เหมาะสม ซึ่งวิเคราะห์โดย หาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และคะแนนจุดตัดที่เหมาะสม

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่องทรัพยากรพลังงาน สามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่องทรัพยากรพลังงาน มีค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าคะแนนจุดตัด
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อน ด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่องทรัพยากรพลังงาน ร้อยละ 60 ของจำนวน นักเรียนทั้งหมดมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่องทรัพยากรพลังงาน มีค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าคะแนนจุดตัด

อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยจะนำเสนอการอภิปรายผลการวิจัยในประเด็น การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่องทรัพยากรพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผลคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

จากผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่านักเรียนมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าคะแนนจุดตัด และนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมอยู่ในระดับสูง ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ได้วิเคราะห์และอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นต่าง ๆ มีโอกาสในการพัฒนาการสร้างข้อมูล การสำรวจ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นกับผู้อื่น ทำให้นักเรียนมีโอกาสนำเสนอข้อคิดเห็นและแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน สืบค้นหาหลักฐานเพื่อนำไปสู่การสรุปที่ถูกต้องและเหมาะสม ในงานวิจัยของ พิมพิพกา คำอาจ (2565) ภาวิณี จันทร์หอม (2562) และ อับสร พันธุ์ฤทธิ์ (2560) ที่ศึกษาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ดังกล่าว พบว่าความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสนำเสนอแนวคิดของตนแก่บุคคลอื่นและร่วมกันประเมินคำตอบที่ถูกต้องเป็นเหตุเป็นผลกัน สามารถพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้นได้ และในงานวิจัยของ สุพรรณษา มั่นเทศสุวรรณ (2564) ที่ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น เป็นผลมาจากนักเรียนได้ฝึกการให้ข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ต่าง ๆ และให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ แต่ยังไม่มียานวิจัยใดที่กล่าวถึงการเทียบกับคะแนนจุดตัด ในงานวิจัยของ เอกภูมิ จันทร์ขันตี (2559) ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และเสนอรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งปรับปรุงมาจากกรอบแนวคิดของ Sampson et al. (2009) และ Sampson et al. (2011) เป็นแนวทางในการส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และยังคงกล่าวไว้ว่าผู้ที่มีความสามารถในการโต้แย้งจะเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ เมื่อลงมือสืบเสาะหาความรู้จะ

สามารถนำความรู้ไปใช้ในการทำนายหรืออธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในหลากหลายมุมมอง นำข้อมูลและหลักฐานที่ได้จากการสำรวจ รวบรวม มาสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ อีกทั้ง Cavagnetto (2010) ที่กล่าวว่า แนวทางที่เหมาะสมในการส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน คือการนำเอาการโต้แย้งและการสืบเสาะมาใช้ร่วมกันเพื่อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง กระตุ้นผู้เรียนในขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยคำถามที่ใช้มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่จำแนกประเภทคำถามระดับสูงตามแนวคิดของ Bloom (1956) ได้แก่ 1) คำถามที่ส่งเสริมองค์ประกอบข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน เช่น นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนที่ดี ควรมีลักษณะอย่างไร (คำถามสังเคราะห์) นักเรียนจะมีวิธีการให้ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนที่ดีได้อย่างไร (คำถามการนำไปใช้) นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้างของนักเรียนมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร (คำถามการวิเคราะห์) เป็นต้น 2) คำถามที่ส่งเสริมองค์ประกอบข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป เช่น การนำเสนอข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนของเพื่อนในกลุ่ม ประเด็นที่นักเรียนเห็นขัดแย้งกันคืออะไร เพราะเหตุใด (คำถามการวิเคราะห์) จากข้อกล่าวอ้างของเพื่อนที่เห็นต่าง นักเรียนคิดว่าเหตุผลใดบ้างที่ถูกต้อง เพราะเหตุใด (คำถามการวิเคราะห์) นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้างของเพื่อนที่เห็นต่างมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ เพราะเหตุใด (คำถามประเมินค่า) 3) คำถามที่ส่งเสริมองค์ประกอบข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง เช่น นักเรียนจะมีวิธีการใดบ้างที่ทำให้ข้อกล่าวอ้างของตนเองเป็นจริงและน่าเชื่อถือ (คำถามการนำไปใช้) ถ้าข้อกล่าวอ้างของนักเรียนยังไม่น่าเชื่อถือ นักเรียนจะมีวิธีการใดที่ทำให้ข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นจริง (คำถามการวิเคราะห์) จากข้อกล่าวอ้างของเพื่อนที่เห็นต่าง นักเรียนคิดว่าเหตุผลใดบ้างที่ไม่เป็นจริง เพราะเหตุใด นักเรียนจะมีวิธีการใดบ้างที่มาอธิบายว่าข้อกล่าวอ้างของเพื่อนที่เห็นต่างไม่เป็นจริง (คำถามการนำไปใช้) เป็นต้น 4) คำถามที่ส่งเสริมองค์ประกอบหลักฐาน เช่น นักเรียนจะมีวิธีการเลือกหลักฐานที่น่าเชื่อถืออย่างไร (คำถามสังเคราะห์) จากการสืบค้นข้อมูล นักเรียนคิดว่าหลักฐานของนักเรียนมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ อย่างไร (คำถามประเมินค่า) นักเรียนคิดว่าหลักฐานที่น่าเชื่อถือ ควรมีลักษณะอย่างไร (คำถามสังเคราะห์) โดยผู้วิจัยนำคำถามระดับสูงที่เน้นการส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในระหว่างการทำกิจกรรมในชั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล ขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว และขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง ซึ่งการใช้คำถามระดับสูงเป็นการช่วยกระตุ้นความคิดของนักเรียน ให้มีการหาคำตอบและแสดงความคิดเห็นภายใต้การสืบเสาะและการโต้แย้งเพื่อให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้

และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิวพร ศรีจรัญ (2559) ที่แสดงให้เห็นว่าการใช้คำถามระดับสูงเป็นการช่วยส่งเสริมกระบวนการคิดของนักเรียนให้สามารถนำหลักการที่สรุปได้มาขยายความรู้ได้อย่างเหมาะสม โดยนำความรู้ความเข้าใจที่ได้จากการเรียนรู้มาใช้ในสถานการณ์ของคำถามเหล่านั้นได้เป็นอย่างดี ทำให้นักเรียนมีการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสอดคล้องกับ ศรีธัญ อัมระนันท์ (2558) ที่กล่าวว่า คำถามระดับสูงจะช่วยกระตุ้นความคิดของผู้เรียน ถ้าคำถามที่ใช้มีประสิทธิภาพจะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดและการให้เหตุผล ซึ่งการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ซึ่งการโต้แย้งที่ดีนักเรียนจำเป็นต้องมีวิธีคิดและให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ดี (Eemeren et al., 1996; Kundariatia et al., 2021)

สำหรับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง พบว่านักเรียนให้ข้อกล่าวอ้างได้แต่ยังไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนตามที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องครบถ้วนหรือ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุเหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของฝ่ายตรงข้ามได้ถูกต้อง อีกทั้งการให้เหตุผลสนับสนุนของการโต้แย้งและหลักฐานยังไม่น่าเชื่อถือ คำตอบส่วนใหญ่เป็นข้อคิดเห็นของตนเองและยังขาดการอธิบายตามหลักวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในห้องเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาพบว่าในการเรียนรู้ที่ผ่านมา ยังขาดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เมื่อนักเรียนตอบคำถามพบว่านักเรียนจะแสดงความคิดเห็นของตนเอง ขาดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่น่าเชื่อถือ และไม่ยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่างจากตนเอง ใช้อารมณ์มากกว่าเหตุผลในการตอบโต้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังไม่สามารถแสดงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นเหตุผลในการตอบคำถามหรือตัดสินใจ รวมถึงยังขาดการคิดวิเคราะห์และการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับพิมพ์ผกา คำอาจ (2565) ที่พบว่าการเรียนรู้ในห้องเรียนบางส่วนไม่สอดคล้องกับแนวทางที่จะนำความรู้ไปสร้างข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานเชิงประจักษ์หรือเหตุผลที่เหมาะสมและนักเรียนขาดโอกาสในการอภิปรายและโต้แย้ง หรือในงานวิจัยของภาวิณี จันทรหอม (2562) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะในชั้นเรียนส่วนใหญ่ไม่สะท้อนถึงลักษณะของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่แท้จริง นักเรียนไม่ได้ลงมือสืบเสาะอย่างเต็มที่เพื่อค้นหาคำตอบและสรุปแนวคิดที่ได้จากการสำรวจ รวบรวมข้อมูล ทำให้การสอนยังไม่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติและกระบวนการทางของวิทยาศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง อีกทั้งนักเรียนในห้องที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอนยังไม่เคยเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงมาก่อน แต่เมื่อนักเรียนได้รับการ

จัดการเรียนรู้ดังกล่าวนี้แล้ว พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมอยู่ในระดับสูง นักเรียนสามารถให้ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนได้ดียิ่งขึ้น สามารถระบุเหตุผลเพิ่มเติม โดยเป็นเหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเพิ่มขึ้น หรือใช้โต้แย้งฝ่ายตรงข้ามเพื่อไม่ให้เป็นจริงได้ อีกทั้งสามารถให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปได้ แต่ยังคงพบว่าการแสดงหลักฐานยังขาดความถูกต้อง น่าเชื่อถือ และไม่สามารถแสดงหลักฐานตามที่โจทย์กำหนดได้ครบถ้วน

เมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยใช้ พบว่า สามารถพัฒนาได้ในทุกองค์ประกอบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน (Claims and Warrants) ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีองค์ประกอบข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งนักเรียนให้ข้อกล่าวอ้างได้แต่ไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนที่สอดคล้องกับคำถามได้ หรือให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ไม่เพียงพอตามที่เกณฑ์กำหนด แต่ภายหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีองค์ประกอบข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน อยู่ในระดับสูง โดยสามารถระบุข้อกล่าวอ้างพร้อมทั้งให้เหตุผลสนับสนุนที่ถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์และมีความน่าเชื่อถือ สามารถหาเหตุผลมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเองได้มากขึ้น เนื่องจากนักเรียนมีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมการโต้แย้งเพิ่มมากขึ้น เริ่มจากขั้นการระดมภาระงานผู้วิจัยสร้างความสนใจโดยกำหนดประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการนำความรู้เดิมเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่จะศึกษา และผู้วิจัยคอยถามคำถามกับนักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงข้อกล่าวอ้างของตนเอง นำไปสู่การหาคำตอบของสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ และในกิจกรรมการโต้แย้งในชั้นเรียน นักเรียนได้นำเสนอข้อมูลของตนเองที่ได้จากการสืบค้น มีการสื่อสารแลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่น สอดคล้องกับ ภาวิณี จันทร์หอม (2562) ที่กล่าวว่า การโต้แย้งเป็นการฝึกให้นักเรียนได้เสนอข้อกล่าวอ้างในการตอบคำถาม ส่งผลให้นักเรียนสามารถให้ข้อกล่าวอ้างที่มีเหตุผลประกอบมากยิ่งขึ้น เช่นเดียวกับ จิรรัตน์ แสงศร (2560) ที่แสดงให้เห็นว่าการโต้แย้งช่วยส่งเสริมให้ให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงเพื่อให้นักเรียนสามารถให้ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนได้ เช่น ในขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยถามว่า “นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้างของนักเรียนมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร” ในขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวผู้วิจัยใช้คำถาม “การนำเสนอข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนของเพื่อนในกลุ่ม ประเด็นที่นักเรียนเห็นตรงกันคืออะไร เพราะเหตุใด” ซึ่งการใช้คำถามจะช่วยให้เห็นนักเรียนเห็นความสำคัญของการลงข้อสรุปโดยใช้เหตุผลที่มีความถูกต้องตาม

หลักวิทยาศาสตร์ และในชั้นกิจกรรมการโต้แย้ง ผู้วิจัยใช้คำถาม ดังนี้ “นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้าง และเหตุผลสนับสนุนของเพื่อนมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร” ซึ่งการใช้คำถามจะช่วยให้ นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ ร่วมกันอภิปรายและประเมินความถูกต้องของข้อกล่าวอ้างและ เหตุผลสนับสนุนได้ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ พิมพ์ผกา คำอาจ (2565) ที่กล่าวว่า การใช้คำถาม กับนักเรียนจะช่วยให้ นักเรียนแสดงข้อกล่าวอ้างของตนและสามารถนำไปสู่ข้อสรุปที่ต้องการศึกษา ได้ ซึ่งสอดคล้อง ศรีธัญ อัมระนันท์ (2558) ที่กล่าวว่า การใช้คำถามระดับสูงสามารถกระตุ้นให้ นักเรียนเกิดทักษะการ คิดอย่างเป็นระบบและยังส่งผลให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลได้

2. ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (Counterarguments) ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มี องค์ประกอบข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป อยู่ในระดับต่ำ นักเรียนไม่สามารถบอกเหตุผลที่สนับสนุนข้อ กกล่าวอ้างของฝ่ายตรงข้ามได้ถูกต้องตามที่โจทย์กำหนด หรือเขียนข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อ โต้แย้งที่ต่างออกไป แต่หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีองค์ประกอบข้อโต้แย้งที่ ต่างออกไป อยู่ในระดับสูง เนื่องจากนักเรียนสามารถบอกเหตุผลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของฝ่าย ตรงข้ามได้ถูกต้องและครบตามที่เกณฑ์กำหนด และเมื่อพิจารณาระดับพัฒนาการของ องค์ประกอบนี้พบว่า มีนักเรียนจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 ที่พัฒนาเพิ่มขึ้นจากต่ำไปสูง ซึ่งพัฒนาการเพิ่มขึ้นสองระดับ เนื่องจากในกิจกรรมการโต้แย้งของนักเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละ กลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง เริ่มที่ฝ่ายเห็นด้วยกับประเด็นโต้แย้ง และตามด้วยฝ่ายไม่เห็น ด้วย โดยให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเองและให้เหตุผลคัดค้านฝ่ายตรงข้าม ผลัดกัน นำเสนอข้อมูลฝ่ายละ 1 เหตุผลสลับกันไปมา เมื่อฝ่ายเห็นด้วยนำเสนอข้อมูลไป ฝ่ายไม่เห็นด้วยก็ จะหาเหตุผลมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเองหรือนำเสนอเหตุผลมาคัดค้านฝ่ายตรงข้าม โดย นำเสนอเหตุผลใหม่ที่เป็นเหตุผลจากฝ่ายตนเองเพื่อให้ผู้ฟังคล้อยตาม ซึ่งในชั้นการโต้แย้งเป็นขั้นที่ นักเรียนมีโอกาสในการศึกษาแนวคิดของกลุ่มฝ่ายตรงข้ามที่เห็นต่างจากตน จะช่วยให้นักเรียน ได้รับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างออกไปหลาย ๆ ด้าน ทำให้นักเรียนได้ประเมินข้อดีของความ คิดเห็นฝ่ายตรงข้าม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภาวินี จันทร์หอม (2562) และงานวิจัยของ พิมพ์ผกา คำอาจ (2565) ที่กล่าวว่าชั้นกิจกรรมการโต้แย้ง นักเรียนทั้งห้องมีโอกาสในการโต้แย้ง ร่วมกันนำเสนอข้อโต้แย้งและประเมินข้อโต้แย้งของเพื่อน นอกจากนี้ผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูง เพื่อให้นักเรียนสามารถให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปได้ในชั้นกิจกรรมการโต้แย้ง เช่น “จากข้อกล่าว อ้างของเพื่อนที่เห็นต่าง นักเรียนคิดว่าเหตุผลใดบ้างที่ถูกต้อง เพราะเหตุใด” หรือ “นักเรียนคิดว่า ข้อกล่าวอ้างของเพื่อนที่เห็นต่าง มีความน่าเชื่อถือหรือไม่ เพราะเหตุใด” ซึ่งการใช้คำถามจะช่วยให้ นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ ร่วมกันอภิปรายและประเมินความถูกต้องของข้อกล่าวอ้างและ

เหตุผลสนับสนุนได้ ซึ่งการใช้คำถามจะช่วยฝึกให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ และมีส่วนร่วมในการประเมินความถูกต้องและน่าเชื่อถือของข้อมูลฝ่ายตรงข้าม เช่นเดียวกับ Suttirat (2010) ที่สรุปว่าคำถามจะช่วยให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดที่หลากหลาย และช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน เมื่อมีการอภิปรายจะนำไปสู่ความเข้าใจได้

3. ข้อเสนอสนับสนุนของการโต้แย้ง (Supportive Arguments) ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีองค์ประกอบข้อเสนอสนับสนุนของการโต้แย้ง อยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากนักเรียนบอกเหตุผลเพิ่มเติมโดยเป็นเหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนที่ถูกต้อง ได้แต่ไม่ครบตามที่เกณฑ์กำหนด สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิไลวรรณ ทรงศิลป์ (2560) ที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถสร้างเหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งเพื่อโน้มน้าวให้คนอื่นคล้อยตามความคิดเห็นของตนเองได้ เนื่องจากการให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งนี้จำเป็นต้องใช้ทักษะการคิดขั้นสูง ซึ่งเป็นเรื่องยากสำหรับนักเรียน ต้องใช้การฝึกฝนและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพราะการให้เหตุผลที่มีคุณภาพจำเป็นต้องอาศัยความเชื่อมโยงของหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง Knight & McNeil (2015) แต่หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนนักเรียนมีองค์ประกอบข้อเสนอสนับสนุนของการโต้แย้ง อยู่ในระดับสูง เนื่องจากในขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวและขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง นักเรียนได้สนทนาและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน โดยเสนอข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนของตนเอง ทำให้นักเรียนพยายามหาแนวคิดมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเอง หรือประเมินข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนของเพื่อนในการคัดค้านคำตอบของผู้อื่นหรือสนับสนุนคำตอบของตนเอง ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักประเมินความน่าเชื่อถือและหาเหตุผลมาสนับสนุนเพิ่มเติม ส่งผลให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ดีขึ้น เช่นเดียวกับ อัสพร พันธุ์ฤทธิ์ (2560) ที่กล่าวว่า การสืบเสาะที่เน้นการโต้แย้งจะมีขั้นตอนการสร้างข้อโต้แย้งร่วมกันทั้งชั้นเรียน ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สนทนากันและแสดงความคิดเห็น ในระหว่างสนทนา นักเรียนจะพยายามให้เหตุผลสนับสนุนความเข้าใจในมุมมองของตนเอง ในขณะที่นักเรียนคนอื่นก็พยายามให้เหตุผลในมุมมองอื่นเช่นกัน ดังนั้นขั้นตอนนี้จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลในการโต้แย้งกลับได้ดีขึ้น อีกทั้งผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงเพื่อให้นักเรียนสามารถให้ข้อเสนอสนับสนุนของการโต้แย้งได้ เช่น “นักเรียนคิดว่าเหตุผลของนักเรียนเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างแล้วหรือไม่ และจะมีวิธีการใดที่ทำให้ข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นจริง” การใช้คำถามจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนหาข้อมูลมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเองทุกครั้งและยังทำให้นักเรียนรู้สึกตื่นเต้น อยากที่จะหาข้อมูลมาโต้แย้งเพื่อให้ฝ่ายตนเองชนะ ทำให้นักเรียนพยายามหาเหตุผลมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเองได้มากขึ้น หลังจากกลุ่มที่ออกมาโต้แย้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจะถามนักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้

ออกมาแนะนำเสนอว่า “จากการนำเสนอของเพื่อน นักเรียนมีเหตุผลที่จะสนับสนุนเพิ่มเติมเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างของเพื่อนเป็นจริงหรือไม่” หรือถามว่า “จากข้อกล่าวอ้างของเพื่อนที่เห็นต่าง นักเรียนคิดว่าเหตุผลใดบ้างที่ไม่เป็นจริง เพราะเหตุใด” การที่ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้ออกมาแนะนำเสนอจะช่วยให้เขามีส่วนร่วมในกิจกรรมและช่วยฝึกให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ ฝึกเสนอเหตุผลสนับสนุนข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้

4. หลักฐาน (Evidence) ก่อนเรียน นักเรียนส่วนใหญ่มีองค์ประกอบของหลักฐานอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่เขียนแสดงแค่แหล่งข้อมูลแต่นักเรียนไม่ได้เขียนข้อความที่เกี่ยวข้องกับเหตุผลตนเอง ซึ่งข้อคำถามต้องการให้นักเรียนแสดงหลักฐานสนับสนุนที่มีแหล่งข้อมูลชัดเจนพร้อมข้อความที่เกี่ยวข้องกับเหตุผลตนเองครบตามที่โจทย์กำหนด แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังขาดทักษะในการเลือกใช้หลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประภา สมสุข (2558) และ พิมพ์ภา คำอาจ (2565) ที่พบว่าทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่มีความไม่สมบูรณ์มากที่สุดคือองค์ประกอบหลักฐาน กล่าวคือนักเรียนไม่สามารถแสดงหลักฐานเพื่ออธิบายว่าข้อกล่าวอ้างและเหตุผลมีความเชื่อมโยงกันอย่างไร หรือการหาหลักฐานมาสนับสนุนให้เหตุผลมีความน่าเชื่อถือนั้นทำได้ยากกว่าการแสดงเหตุผลเพียงอย่างเดียว แต่หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีองค์ประกอบของหลักฐาน อยู่ในระดับสูง เนื่องจากนักเรียนสามารถบอกแหล่งที่มาของข้อมูลที่ชัดเจนและให้เหตุผลประกอบได้ครบตามที่เกณฑ์กำหนด และเมื่อพิจารณาระดับพัฒนาการขององค์ประกอบนี้พบว่า มีนักเรียนจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 47.50 ที่พัฒนาเพิ่มขึ้นจากต่ำไปสูง ซึ่งพัฒนาการเพิ่มขึ้นสองระดับ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวข้างต้นนี้สามารถพัฒนาองค์ประกอบของหลักฐานได้ โดยในขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม โดยนักเรียนต้องเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการสำรวจตรวจสอบ โดยข้อมูลควรมีความเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างในทุกประเด็น ผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงเพื่อให้นักเรียนสามารถเลือกใช้หลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือได้ เช่น “นักเรียนคิดว่าหลักฐานที่น่าเชื่อถือ ควรมีลักษณะอย่างไร” หรือ “จากการสืบค้นข้อมูล นักเรียนคิดว่าหลักฐานของนักเรียนมีความน่าเชื่อถือหรือไม่” ดังนั้นในขั้นนี้ นักเรียนจะได้วิธีการสำรวจตรวจสอบ วิธีการหาหลักฐานที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเอง และในขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ครูใช้คำถาม “จากการสืบค้นข้อมูล นักเรียนจะเลือกหลักฐานของเพื่อนคนใดเพื่อใช้เป็นหลักฐานในการโต้แย้งของกลุ่ม เพราะเหตุใด” นักเรียนจะได้อภิปรายร่วมกัน ผลัดกันนำเสนอข้อคิดเห็นกัน ได้ถกเถียงในประเด็นต่าง ๆ ร่วมกันทั้งที่เห็นตรงกันหรือเห็นขัดแย้งกัน โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาสร้างเป็นข้อกล่าวอ้างแล้ว

คัดเลือกเหตุผลสนับสนุนและหลักฐานที่มีความเชื่อมโยงกัน น่าเชื่อถือมาเป็นข้อสรุปของกลุ่ม นอกจากนี้ในชั้นกิจกรรมการโต้แย้ง ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถประเมินความน่าเชื่อถือของหลักฐานได้ ดังนี้ “จากการนำเสนอของเพื่อน นักเรียนคิดว่าหลักฐานของเพื่อนมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ อย่างไร” ซึ่งการใช้คำถามจะทำให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันและร่วมกันประเมินหลักฐาน ข้อเท็จจริงหรือข้อมูล ที่นำมาประกอบการอธิบายเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัครวิน ณะนะปัด (2558) ที่ใช้คำถามชี้แนะเพื่อยุ้ให้นักเรียนหาหลักฐานมาสนับสนุนความคิดในการโต้แย้ง และยังพบว่าองค์ประกอบที่พัฒนาได้ดีคือการแสดงหลักฐานสนับสนุนเหตุผล เนื่องจากนักเรียนได้ใช้แหล่งเรียนรู้และรวบรวมข้อมูลหลักฐานต่าง ๆ และยังมี การประเมินความน่าเชื่อถือของหลักฐานซึ่งช่วยให้นักเรียนแสดงหลักฐานได้ โดย Walker & Sampson (2013) กล่าวว่า การที่ผู้สอนตั้งคำถามที่ดีจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการโต้แย้งและสืบเสาะหาหลักฐาน เพื่อนำไปสู่การสรุปได้ถูกต้องและเหมาะสม

2. ผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

จากผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพยากรพลังงาน พบว่านักเรียนมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าคะแนนจุดตัด แสดงว่าการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวนี้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ เนื่องจากการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสร้างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ เพราะในแต่ละขั้นตอนเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมและลงมือปฏิบัติ มีโอกาสการสร้างข้อมูล การสำรวจ ตรวจสอบ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลและสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อคิดกับผู้อื่น จนทำให้นักเรียนค้นพบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้เดิมที่มีมาใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่จนเกิดเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปัทมพร จันชัยภูมิ (2563) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัด เช่นเดียวกับ ภาคพร อิศระ (2557) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 และงานวิจัยของ พาอีหมีะ เจาะสา (2561) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ผลวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติสืบค้นข้อมูล สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และการ

จัดการเรียนรู้ยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่องทรัพยากรพลังงาน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัย ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1) ในขั้นกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ เป็นขั้นที่ครูผู้สอนควรกระตุ้นโดยใช้คำถามระดับสูงที่เน้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเอง และเกิดการวิเคราะห์ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เนื่องจากนักเรียนยังไม่ค่อยแน่ใจในข้อมูลของตนเอง ทำให้ตอบคำถามได้ไม่ตรงประเด็นเท่าที่ควร ครูอาจจะเพิ่มเทคนิคเพื่อให้นักเรียนมีความกล้าแสดงออกมากยิ่งขึ้น เช่น การเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด (Think-pair-share) นักเรียนทุกคนมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นของตนเอง จะทำให้นักเรียนเกิดความมั่นใจมากยิ่งขึ้น

2) ในขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ครูผู้สอนควรให้ความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากนักเรียนไม่ค่อยกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเอง หรือไม่มั่นใจในข้อมูลที่ตนเองสืบค้น ดังนั้นครูผู้สอนอาจเพิ่มเทคนิคเพื่อให้นักเรียนมีความกล้าแสดงออกมากยิ่งขึ้น เช่น การเวียนกันอภิปรายให้นักเรียนเสนอความคิดเห็นที่ละคนโดยผู้อื่นต้องตั้งใจฟัง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกอภิปรายและแลกเปลี่ยนความเห็นกับผู้อื่น ทำให้นักเรียนได้รู้มุมมองแนวคิดที่หลากหลายขึ้น นำไปสู่การตัดสินใจในการยอมรับหรือปฏิเสธข้อโต้แย้ง

3) ผู้สอนควรเลือกประเด็นที่ใช้ในกิจกรรมการโต้แย้งที่เป็นเนื้อหาใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่ยังไม่มีคำตอบที่ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนเกิดความท้าทายและพยายามสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้หลักฐานหรือการให้เหตุผลที่หลากหลาย นำไปสู่ข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์

4) ในบางเนื้อหาพบว่ามีความซับซ้อน เช่น การสำรวจปีโตรเลียม เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ไม่ได้อยู่ในบริบทรอบตัวของนักเรียน ชุมชน หรือสถานการณ์ที่นักเรียนให้ความสนใจ ดังนั้นครูผู้สอนควรแนะแนวทางการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจตรงกัน เพื่อให้นักเรียนมีความสนใจ สามารถทำกิจกรรมได้และเกิดความสนุกสนาน

5) การจัดการเรียนรู้ดังที่กล่าวมานี้ พบว่าใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ค่อนข้างมาก เช่น เวลาที่นักเรียนใช้ในการสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล เลือกเหตุผลสนับสนุน

รวมถึงการเขียนรายงานสำรวจตรวจสอบ ดังนั้นครูผู้สอนควรชี้แจงเวลาในการทำกิจกรรมให้นักเรียนทราบอย่างชัดเจน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1) ในการวิจัยนี้ ได้ข้อมูลมาจากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่าข้อมูลที่ได้มาค่อนข้างน้อย เนื่องจากนักเรียนเขียนตอบค่อนข้างน้อย มักเขียนเป็นข้อความสั้น ๆ ไม่ค่อยเขียนขยายความ ในการวิจัยครั้งต่อไปควรเพิ่มเติมวิธีการเก็บข้อมูลให้ข้อมูลที่ละเอียดมากขึ้น เช่น ใช้การสัมภาษณ์เพื่อช่วยให้ผู้วิจัยเข้าใจความคิดของนักเรียนได้ดีขึ้น ซึ่งการสัมภาษณ์จะช่วยให้ผู้วิจัยถามถึงสาเหตุที่นักเรียนไม่สามารถแสดงทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในแบบวัดได้

2) ในการวิจัยนี้ พบว่าทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หรือพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคน มีความแตกต่างกัน นักเรียนบางคนสามารถพัฒนาได้สูงขึ้น บางคนอาจจะคงที่ ในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้น คงที่ หรือลดลง ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ต่อไป

3) ในการจัดการเรียนรู้ดังที่กล่าวมานี้ พบว่านักเรียนได้นำเสนอข้อมูลของตนเองที่ได้จากการสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกัน มีการสื่อสารแลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่นผ่านกิจกรรมการโต้แย้ง ดังนั้นจึงควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ การแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม

- Berk, R. A. (1976). Determination of Optional Cutting Scores in Criterion-Referenced Measurement. *Experimental Education*, 45(2), 4-9.
- Besnard, P., & Hunter, A. (2008). *Elements of Argumentation*. Cambridge: The MIT Press.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of education objectives*. New York: David McKay.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*: National Academy Press.
- Brown, G. (1975). *Microteaching: A programme of teaching skills*. London: Harper & Row.
- Brown, G., & Wragg, E. C. (1993). *Questioning*: Routledge.
- Cavagnetto, A. R. (2010). Argument to Foster Scientific Literacy: A Review of Argument Interventions in K-12 Science Contexts. *Review of Education Research*, 80(3), 336-371.
- Chen, H. T., Wang, H. H., Lu, Y. Y., Lin, H. s., & Hong, Z. R. (2016). Using a modified argument-driven inquiry to promote elementary school students' engagement in learning science and argumentation. *International Journal of Science Education*, 38(2), 170-191.
- Clark, A. M., Anderson, R. C., Kuo, L. j., Kim, I. H., Archodidou, A., & Jahiel, K. N. (2003). Collaborative reasoning: expanding ways for children to talk and think in school. *Education Psychology Review*, 15(2), 181-198.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2018). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. Los Angeles: SAGE Publication.
- Dawson, V. M., & Venville, G. (2010). Teaching Strategies for Developing Students' Argumentation Skills About Socioscientific Issues in High School Genetics. *Research in Science Education*, 40(2), 133-148.
- Denoël, V. (2007). *An introduction to reliability analysis Introduction à la fiabilité*. Japan: University of Nagoya City.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*, 23, 5-12.

- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Eemeren, F. H. v., Grootendorst, R., Johnson, R. H., & Willard, C. P. C. A. (1996). Fundamentals of Argumentation Theory: A Handbook of Historical Backgrounds and Contemporary Developments. *College Composition and Communication*, 48(3), 437-438.
- Espeja, A. G., & Lagarón, D. C. (2015). Socio-scientific issues (SSI) in initial training of primary school teachers: Pre-service teachers' conceptualization of SSI and appreciation of the value of teaching SSI. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 196, 80-88.
- Gilbert, J. K. (2006). On the nature of "Context" in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957 – 976.
- Gillberk, J. K., Bulte, A. M. W., & Pilot, A. (2011). Concept Development and Transfer in Context-Based Science Education. *International Journal of Science Education*, 33(6), 817-837.
- Hong, R.-Y., Lu, P.-H., Chen, P.-H., & Hou, S.-H. (2013). The Effects of Argument Stance on Scientific Knowledge Inquiry Skills. *International Journal of Science Education*, 35(16), 2784–2800.
- Iordanou, K., & Constantinou, C. P. (2015). Supporting Use of Evidence in Argumentation Through Practice in Argumentation and Reflection in the Context of SOCRATES Learning Environment. *Science Education*, 99(2), 282-311.
- Knight, A. M., & McNeil, K. L. (2015). Comparing students' individual written and collaborative oral socioscientific arguments *International journal of Environmental and Science Education*, 10(5), 623-647.
- Kuhn, D. (2003). The development of argument skills. *Child Development*, 74(5), 1245-1260.
- Kundariatia, M., Maghfirohb, L., Indriwatic, S. E., Rohmand, F., & Priambodoe, B. (2021). *Scientific reasoning and argumentation: The correlation in animal classification study, Indonesia*. Paper presented at the AIP Conference Proceedings 2330,

030023.

- Lin, S.-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.
- Linn, M. C., & Eylon, B.-S. (2006). *Science Education: Integrating Views of Learning and Instruction. Handbook of Educational Psychology*: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Maloney, J., & Simon, S. (2006). Mapping Children's Discussions of Evidence in Science to Assess Collaboration and Argumentation. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1817–1841.
- Mclachlan, G. J. (2004). *Discriminant analysis and statistical pattern recognition*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Miller, S., & Pfund, C. (2006). *Scientific Teaching*. English: W.H. Freeman.
- National Research Council. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council (NRC). (1996). *National science education standards*. Washington: D.C.: National Academy Press.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994–1020.
- Sadler, T. D., & Donnelly, L. A. (2006). Socioscientific Argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education* 28(12), 1463-1488.
- Sadler, T. D., Klosterman, M. L., & Topcu, M. S. (2011). Learning Science Content and Socio-scientific Reasoning Through Classroom Explorations of Global Climate Change. *Socio-Scientific Issues in the Classroom*, 45–77.
- Sampson, V., & Blanchard, M. R. (2012). Science teachers and scientific argumentation: Trends in views and practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(9),

1122–1148.

- Sampson, V., & Clark, D. (2009). The impact of collaboration on the outcomes of scientific argumentation. *Science Education*, 93(3), 448–484.
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2011). Argument-driven Inquiry as a Way to Help Students Learn How to Participate in Scientific Argumentation and Craft Written Arguments : An Exploratory Study. *Science Education*, 95(2), 217-257.
- Soleimanirad, N., & Shangarffam, N. (2016). The effect of collaborative reasoning discussion on EFL learners' anxiety. *Theory and Practice in Language Studies*, 6(2), 337-345.
- Suttirat, C. (2010). *Questioning Techniques in Thinking Development*. Nonthaburi: Sahamit Printing and Publishing.
- Suwannatrai, T. (2021). *Exploring Scientific Argumentation Skills in Socio-Scientific Issues of 8th Grade Students* Paper presented at the East-Asian Association for Science Education, Japan.
- Thompson, R. (2016). *A new formula for the KR-20 and Cronbach's alpha reliability estimates*. Paper presented at the Paper presented at the The annual meeting of the southwest educational research association, Texas.
- Tobin, K., & Tippins, D. (1993). *Constructivism as a referent for teaching and learning*. Washington: AAAS Press.
- Toulmin, S. (2003). *The uses of argument*. England: Cambridge University Press. .
- Walker, J., Sampson, V., & Zimmerman, C. (2011). Argument-driven inquiry: An introduction to a new instructional model for use in undergraduate chemistry labs. *Journal of Chemical Education*, 88(10), 1048-1056.
- Walker, J. P., & Sampson, V. (2013). Learning to Argue and Arguing to Learn: Argument-Driven Inquiry as a Way to Help Undergraduate Chemistry Students Learn How to Construct Arguments and Engage in Argumentation During a Laboratory Course. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(5), 561–596.
- Walker, J. P., Sampson, V., & Zimmerman, C. O. (2011). Argument-Driven Inquiry: An Introduction to a New Instructional Model for Use in Undergraduate Chemistry

- Labs. *Journal of Chemical Education*, 88(8), 1048–1056.
- Walton, D. (2008). *Witness Testimony Evidence: Argumentation, Artificial Intelligence, and Law*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Whitney, D. R., & Sabers., D. L. (1970). “*Improving Essay Examination III. Use of Item Analysis*”, *Technical Bulletin 11 Mimeographed*. Arizon: University of Arizona.
- Zeineddin, A., & Abd-El-Khalick, F. (2010). Scientific reasoning and epistemological commitments: Coordination of theory and evidence among college science students. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(9), 1064-1093.
- Zhan, L., Anderson, R. C., & Nguyen-Jahiel, K. (2013). Language-rich discussions for English language learners *International Journal of Educational Research*, 58, 44–60.
- Zimmerman, C. (2005). The Development of Scientific Reasoning Skills: What Psychologists Contribute to an Understanding of Elementary Science Learning. *Final Rep to Natl Res Concil*, 1-109.
- Zohar, A., & Nemet, F. (2003). Fostering Students’ Knowledge and Argumentation Skills Through Dilemmas in Human Genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.
- กมลณีร์ เกษตระ. (2554). การเปรียบเทียบผลการเรียนโดยใช้ประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน (ปริญญาโทบริหารศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- กรมวิชาการ. (2543). การสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนากรมการศาสนา.
- กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2562). แผนพลังงานชาติ (National Energy Plan). <https://m.facebook.com/deqpth/photos/a.655043231193454/3653291341368613/?type=3>.
- กระทรวงพลังงาน. (2564). แผนพลังงานชาติ (National Energy Plan). <http://www.eppo.go.th/epposite/index.php/th/petroleum/oil/link-doeb/item/17093-nep>.

- กฤษฎา ทองประไพ. (2559). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 7(1), 48-61.
- กัญญา วีระวรรณ. (2536). การศึกษาสภาพปัญหาการเรียน การสอน และการทำวิทยานิพนธ์สาขาการบริหารการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาของสถาบันอุดมศึกษาไทย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิตกิตติมศักดิ์). สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- เกษร สุขขาริ. (2559). การเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์จากการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีปัญหาเป็นฐาน (PBL) กับวิธีวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีแรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกัน. วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา 10(1), 13-19.
- จิราวัฒน์ แสงศร. (2560). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 28(3), 14-26.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). เทคนิคการใช้คำถามพัฒนาการคิดพหุมิติ. นนทบุรี: สหมิตรพรีนติ้ง แอนด์.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2549). เทคนิคการเขียนเค้าโครงการวิจัย: แนวทางสู่ความสำเร็จ. นนทบุรี บริษัท ไทเนรมิตกิจ อินเทอร์เน็ต โปรเกรสชิฟ จำกัด.
- ณภัทร พระโพธิ์วังซ้าย. (2560). ผลของการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาโท). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ณัฐพัชร์ เสริมสุข. (2558). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่องระบบนิเวศ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาโท). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- ณัฐวัตร อ้ายแก้ว. (2564). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. วารสารครูพิบูล, 8(1), 135-147.
- ดิษพล เนตรนิมิต. (2558). ผลการใช้รูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- เตชทัช เรืองธรรม. (2559). SWH การเขียนทางวิทยาศาสตร์. นิตยสาร สสวท, 45(203), 7-13.
- ทิตินา แคมมณี. (2557). ศาสตร์การสอน:องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บรรพต สุวรรณประเสริฐ. (2544). การพัฒนาหลักสูตรโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. เชียงใหม่: โรงพิมพ์แสงศิลป์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). การพัฒนาการสอน กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1 กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). การพัฒนาการคิด. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคโนโลยีวันดีง
- ประภา สมสุข. (2558). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์แบบ 2/3C สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ปัทมพร จันชัยภูมิ. (2563). ผลของหน่วยการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- พรพรรณ พลเยี่ยม. (2556). การเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนผสมผสานกับการเรียนปกติที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้ง และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีเพศต่างกัน. วารสารบัณฑิตศึกษา, 10(47), 201-210.
- พัชราภรณ์ บุญยทรรศนีย์. (2558). การพัฒนาทักษะการอภิปรายโต้แย้ง เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน.

- วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 30(3), 76-85.
- พัชรารภรณ์ พสุวัต. (2531). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ 2. กรุงเทพฯ: ชวนพิมพ์.
- พัฒน์วงศ์ ดอกไม้. (2555). การเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนผสมผสานกับรูปแบบการเรียนปกติที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลการเรียนฟิสิกส์แตกต่างกัน. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- พาอีหมีะ เจาะสา. (2561). ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- พิมพ์ผกา คำอาจ. (2565). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 16(3), 76-87.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: บริษัท พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข. (2548). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- ไพโรจน์ คะเซนท์. (2556). การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. <http://www.wattoongpel.com/> มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
- ภคพร อิศระ. (2557). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2552). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิชย์.
- ภัทรพร เกษสังข์. (2549). การวิจัยทางการศึกษา. เลย: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- ภาวิณี จันทร์หอม. (2562). การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบมีการโต้แย้งในปฏิบัติการรายวิชาเคมี ที่มีต่อการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารนวัตกรรมการศึกษา, 5(1), 21-36.

- เมธานนท์ ส่งชาติ. (2562). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องฮอริโมนและต่อมไร้ท่อ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- รัญจวน คำชिरพิทักษ์. (2538). จิตวิทยาการสื่อสารในชั้นเรียน. นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ล้วน สายยศ, และ อังคณา สายยศ. (2541). เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ :: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ, และ อังคณา สายยศ. (2553). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ลิขิต จิตโส. (2558). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานต่อการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เรื่องกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- วรรณิ์ แกมเกตุ. (2555). วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ (*Research methodology in behavioral sciences*). กรุงเทพฯ ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรลดี สีนธูวา. (2560). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีพันธุศาสตร์ โดยใช้การสืบเสาะบนฐานการโต้แย้งด้วยเทคนิค SWH เพื่อพัฒนามุมมองต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ความสามารถในการโต้แย้งและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- วิไลวรรณ ทรงศิลป์. (2560). การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 11(3), 175-184.
- ศรัญญู เปลรินทร์. (2560). การเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานตามรูปแบบของ Lin และ Mintzes และการเรียนแบบผสมผสานตามวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 11(3), 151-164.

- ศรัณย์ อัมระนันท์. (2558). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดเน้นการใช้คำถามระดับสูง เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารศึกษาศาสตร์, 26, 56-70.
- ศิวพร ศรีจรัญ. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีผลต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ปริญญาานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดเคเคชั่น.
- สมนึก ภัททิยฉิน. (2549). การวัดผลการศึกษา. กอฬลินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สายัณห์ ฉาน้อย. (2549). การตั้งคำถามในการสอน. สารพัฒนาหลักสูตร, 127(4), 53-57.
- สุนธรา โคตรโสภณ. (2559). การเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์หลังเรียนประเด็นปัญหาสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบผสมผสานตามวิธีปัญหาเป็นฐาน และวิธีวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่มีผลต่อการเรียนชีววิทยาต่างกัน. วารสารช่อพะยอม, 27(2), 113-126.
- สุทธิมาศ อภิรักษ์วิชญ์. (2559). ตัวอย่างภาพเวบนีโดอะแกรม. <https://sites.google.com/site/thinkcon3unit1/title-unit-3/unit-3-3content>.
- สุพรรณษา มั่นเทศสุวรรณค์. (2564). วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 23(4), 381-392.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2556). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวีรัตน์ จัฎกระยาง. (2553). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศและความสามารถในการสร้างค าวอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ ปริญญา มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2547). 21 วิธีการจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนากระบวนการคิด กรุงเทพฯ โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- องค์การพลังงานหมุนเวียนระหว่างประเทศ (International Renewable Energy Agency : IRENA). (2560). การส่งเสริมการใช้พลังงานทางเลือก พลังงานทดแทนและพลังงานหมุนเวียน.

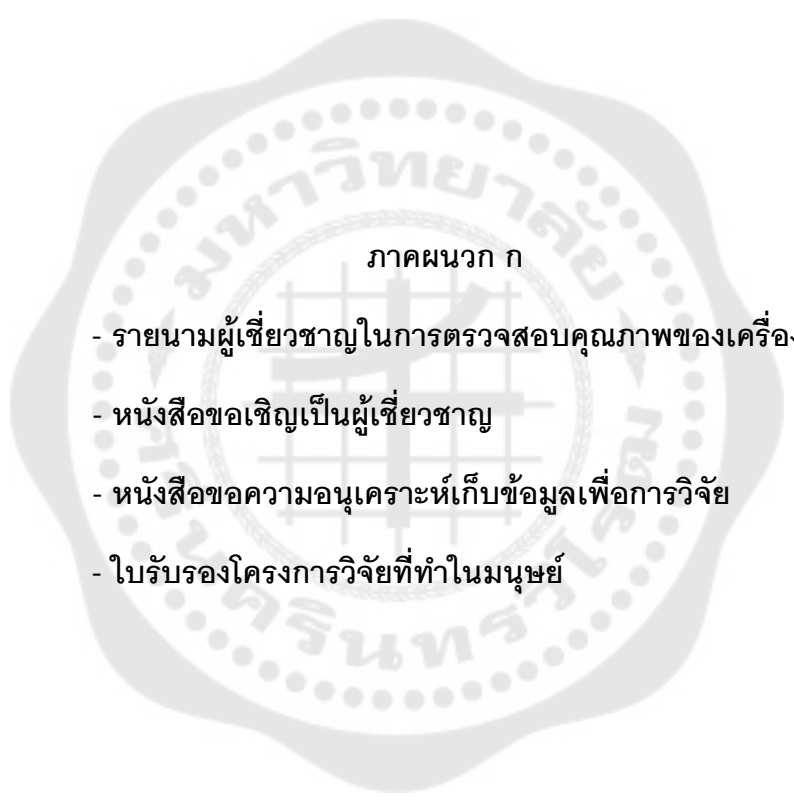
สืบค้นจาก

https://web.parliament.go.th/assets/portals/61/filenewspar/61_990_file.pdf

- อนุวัติ คุณแก้ว. (2559). การวัดผลและประเมินผลการศึกษาแนวใหม่. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัปสร พันธุ์ฤทธิ์. (2560). การสนับสนุนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการเขียนโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการโต้แย้ง. รายงานสืบเนื่องการประชุมสัมมนาวิชาการ (*Proceedings*) การนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ, 17, 352-365.
- อัมพร ม้าคอง. (2552). การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์และคำถามระดับสูง : รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัศวิน ณะนะปัด. (2558). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ทรัพยากรธรรมชาติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. วารสารวิจัย มข, 3(2), 14-24.
- อานุกาฬ พวงสมจิตร. (2559). การศึกษาทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54, 74-81.
- อารีย์ วชิรวรการ. (2542). การวัดผลและประเมินผลการเรียน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี.
- เอกภูมิ จันทร์ขันธ์. (2559). การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 11(1), 217-232.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

- ราชานามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ
- หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย
- ใบรับรองโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

1. รองศาสตราจารย์ ดร. ศศิเทพ ปิติพรเทพิน

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม

ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

3. นางนิมาภรณ์ เปี่ยมสวัสดิ์

ผู้อำนวยการพิเศษ โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์



หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ



ที่ อว 8718/1125

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

2 พฤษภาคม 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ
เรียน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวธัญญารัตน์ สุวรรณไครย์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาโท เรื่อง “การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน” ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน เป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ 3) แบบวัดทักษะ และ 4) แบบสังเกตพฤติกรรม ทั้งนี้ นิสิต ได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวธัญญารัตน์ สุวรรณไครย์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 080 091 2032

หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ



ที่ อว 8718/1125

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

2 พฤษภาคม 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ
เรียน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เนื่องด้วย นางสาวธัญญารัตน์ สุวรรณโคตรย์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาโท เรื่อง “การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ทฤษฎีการพลังงาน” ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์ ดร.ประสพ เนิ่งเฉลิม เป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ 3) แบบวัดทักษะ และ 4) แบบสังเกตพฤติกรรม ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวธัญญารัตน์ สุวรรณโคตรย์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 080 091 2032

หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ



ที่ อว 8718/1125

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

2 พฤษภาคม 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์

เนื่องด้วย นางสาวธัญญารัตน์ สุวรรณไตรย์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาโท เรื่อง “การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ทวีพยากรณ์พลังงาน” ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นางนิมาภรณ์ เปี่ยมสวัสดิ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ 3) แบบวัดทักษะ และ 4) แบบสังเกตพฤติกรรม ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวธัญญารัตน์ สุวรรณไตรย์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ธีรชัย เอกปัญญาสกุล)
รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 080 091 2032

หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย



ที่ อว 8718/2134

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

22 สิงหาคม 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนปทุมคงคาสมุทรปราการ

เนื่องด้วย นางสาวอัญญารัตน์ สุวรรณโคตรย์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามระดับสูง” ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์

ในกรณี นิสิตขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล โดยใช้ 1) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน 2) แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ 3) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน และ 4) แบบสังเกตพฤติกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ กับ นักเรียนระดับมัธยมศึกษา ชั้นปีที่ 2 จำนวน 40 คน เพื่อเป็นข้อมูลในการวิจัย และขอใช้สถานที่โรงเรียนของท่าน ระหว่างเดือนกันยายน 2565 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2565 ทั้งนี้ นิสิตจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาขอความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ธีรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 080 091 2032

ใบรับรองโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์



MF-04-version-2.0
วันที่ 18 ต.ค. 61

หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย
เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยและยินยอม

หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC-G-079/2565E

ข้อเสนอการวิจัยนี้และเอกสารประกอบของข้อเสนอการวิจัยตามรายการแสดงด้านล่าง ได้รับการพิจารณาจาก คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒแล้ว คณะกรรมการฯ มีความเห็นว่าข้อเสนอการวิจัยนี้จะดำเนินการมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับและ ข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอการวิจัยนี้ได้

ชื่อโครงการวิจัยเรื่อง: การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่องทรัพยากรพลังงาน

ชื่อผู้วิจัยหลัก: นางสาว อัญญารัตน์ สุวรรณโคตรย์

สังกัด: คณะวิทยาศาสตร์

เอกสารที่รับรอง:

1. แบบเสนอโครงการวิจัย
2. โครงการวิจัย
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

เอกสารที่พิจารณาบททวน

1. แบบเสนอโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 25 กุมภาพันธ์ 2565
2. โครงร่างการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 25 กุมภาพันธ์ 2565
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 25 กุมภาพันธ์ 2565
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 25 กุมภาพันธ์ 2565

(ลงชื่อ).....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทันตแพทย์หญิงณปภา เอี่ยมจิรกุล)

กรรมการและเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

(ลงชื่อ).....

(แพทย์หญิงสุวิพร ภัทรสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/E/G-079/2565

วันที่ให้การรับรอง : 25/02/2565

วันหมดอายุใบรับรอง : 25/02/2566



ตาราง 21 แสดงผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการ ประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. ความสอดคล้องของมาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัดกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
2. ความสอดคล้องของมาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัดกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
3. ความสอดคล้องของมาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัดกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
4. ความสอดคล้องของมาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัดกับการวัดและ ประเมินผล	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
5. ความสอดคล้องของจุดประสงค์ การเรียนรู้กับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
6. ความสอดคล้องของจุดประสงค์ การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
7. ความสอดคล้องของจุดประสงค์ การเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
8. ความสอดคล้องของสาระสำคัญ กับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
9. ความสอดคล้องของสาระสำคัญ กับการวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
10. ความสอดคล้องของกิจกรรมการ เรียนรู้กับการวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
11. ความสอดคล้องของกิจกรรมการ เรียนรู้กับการจัดการเรียนรู้แบบ	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์

ตาราง 21 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการ ประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ โต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง					
12. ความสอดคล้องของแผนการ จัดการเรียนรู้กับการส่งเสริมทักษะ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์

ตาราง 22 แสดงผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
สถานการณ์ที่ 1					
ข้อ 1.1	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
ข้อ 1.2	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
ข้อ 1.3	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
ข้อ 1.4	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
สถานการณ์ที่ 2					
ข้อ 2.1	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
ข้อ 2.2	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
ข้อ 2.3	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
ข้อ 2.4	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
สถานการณ์ที่ 3					
ข้อ 3.1	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
ข้อ 3.2	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
ข้อ 3.3	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์

ตาราง 22 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ข้อ 3.4	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
สถานการณ์ที่ 4					
ข้อ 4.1	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
ข้อ 4.2	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
ข้อ 4.3	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
ข้อ 4.4	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์

ตาราง 23 แสดงผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำถาม ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
2	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
3	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
4	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
5	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
6	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
7	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
8	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
9	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
10	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
11	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
12	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
13	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์

ตาราง 23 (ต่อ)

คำถาม ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
14	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
15	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
16	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
17	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
18	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
19	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
20	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
21	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
22	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
23	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
24	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
25	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
26	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
27	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
28	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
29	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
30	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์

ตาราง 24 แสดงผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสังเกตพฤติกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์					
องค์ประกอบ 1 ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
องค์ประกอบ 2 ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
องค์ประกอบ 3 ข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์
องค์ประกอบ 4 หลักฐาน	+1	+1	+1	1.00	ผ่านเกณฑ์

ตาราง 25 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ฉบับก่อนเรียน		ฉบับหลังเรียน		ผลการประเมิน
	P	r	P	r	
1	0.38	0.35	0.40	0.40	ผ่าน
2	0.43	0.35	0.43	0.42	ผ่าน
3	0.30	0.50	0.35	0.45	ผ่าน
4	0.23	0.45	0.28	0.40	ผ่าน
5	0.63	0.25	0.61	0.30	ผ่าน
6	0.45	0.50	0.48	0.45	ผ่าน
7	0.55	0.30	0.50	0.30	ผ่าน
8	0.38	0.25	0.35	0.20	ผ่าน
ค่าความเชื่อมั่น	0.72		0.75		

ตาราง 26 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน

ข้อ ที่	P	r	ผลการ ประเมิน	ข้อ ที่	P	r	ผลการ ประเมิน
1	0.50	0.50	ผ่าน	16	0.25	0.20	ผ่าน
2	0.35	0.50	ผ่าน	17	0.35	0.20	ผ่าน
3	0.40	0.20	ผ่าน	18	0.48	0.55	ผ่าน
4	0.50	0.50	ผ่าน	19	0.43	0.45	ผ่าน
5	0.20	0.20	ผ่าน	20	0.23	0.25	ผ่าน
6	0.38	0.45	ผ่าน	21	0.33	0.45	ผ่าน
7	0.75	0.30	ผ่าน	22	0.70	0.40	ผ่าน
8	0.68	0.45	ผ่าน	23	0.28	0.25	ผ่าน
9	0.45	0.60	ผ่าน	24	0.45	0.50	ผ่าน
10	0.58	0.45	ผ่าน	25	0.23	0.45	ผ่าน
11	0.45	0.40	ผ่าน	26	0.50	0.40	ผ่าน
12	0.53	0.45	ผ่าน	27	0.40	0.40	ผ่าน
13	0.20	0.20	ผ่าน	28	0.23	0.25	ผ่าน
14	0.30	0.30	ผ่าน	29	0.35	0.40	ผ่าน
15	0.50	0.50	ผ่าน	30	0.48	0.55	ผ่าน

ความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 0.86

ตาราง 27 แสดงการหาค่าของคะแนนจุดตัดของคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

คะแนน จุดตัด	P(TM)	P(FM)	P(TN)	P(FN)	P(TM)+P(TN)	P(FN)+P(FM)	BR	SR	Phi
8*	0.48	0.15	0.40	0.06	0.88	0.21	0.54	0.63	0.58
9	0.44	0.10	0.44	0.13	0.88	0.23	0.57	0.54	0.54

ตาราง 28 แสดงการหาค่าของคะแนนจุดตัดของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทรัพย์สินทางปัญญา
พลังงาน

คะแนน จุดตัด	P(TM)	P(FM)	P(TN)	P(FN)	P(TM)+P(TN)	P(FN)+P(FM)	BR	SR	Phi
14	0.50	0.21	0.30	0.01	0.80	0.22	0.51	0.71	0.63
15	0.48	0.20	0.33	0.01	0.81	0.21	0.49	0.68	0.68
16	0.45	0.18	0.34	0.05	0.79	0.23	0.5	0.63	0.54
17	0.45	0.09	0.46	0.08	0.91	0.17	0.53	0.54	0.66
18*	0.43	0.04	0.48	0.11	0.91	0.15	0.54	0.47	0.75



ภาคผนวก ค

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ พลังงานที่ยังจำเป็นจริงหรือ

เวลา 2 คาบ

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน

ผู้สอน นางสาวฉัตรฉัตรณ์ สุวรรณไตรย์

1. สาระที่ 3

วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

2. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3. ตัวชี้วัด

ว3.2 ม.2/1 เปรียบเทียบกระบวนการเกิด สมบัติ และการใช้ประโยชน์ รวมทั้งอธิบายผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายและเปรียบเทียบกระบวนการเกิดเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ถ่านหิน และปิโตรเลียมได้

2. อธิบายการใช้ประโยชน์และผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ได้

ด้านทักษะกระบวนการ/

1. สืบค้น รวบรวมข้อมูล และนำเสนอการใช้ประโยชน์และผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ได้

2. สามารถโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์พลังงานที่ยังจำเป็นได้

3. สามารถปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มุ่งมั่นในการทำงาน

2. มีจิตสาธารณะ

3. มีวินัย

4. ใฝ่เรียนรู้

5. สำคัญ

เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพของซากสิ่งมีชีวิตในอดีตโดยกระบวนการทางเคมีและธรณีวิทยา เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ได้แก่ ถ่านหิน และปิโตรเลียม ถ่านหินเกิดจากการสะสมตัวของซากพืชในแอ่งน้ำนิ่ง และถูกทับถมกันภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน ถ่านหินมีสถานะเป็นของแข็งเมื่อถูกเผาไหม้จะติดไฟได้ดีและให้ค่าความร้อนค่อนข้างสูง สามารถแบ่งชนิดและคุณภาพของถ่านหินได้ตามปริมาณคาร์บอนที่เป็นส่วนประกอบของถ่านหินนั้น โดยทั่วไปถ่านหินใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมและโรงงานไฟฟ้า ส่วนปิโตรเลียมเกิดจากการทับถมของซากสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กพร้อมกับตะกอนขนาดเล็กในสภาวะที่ขาดออกซิเจน ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูงใต้ผิวโลกเป็นเวลานาน ปิโตรเลียมแบ่งตามสถานะได้ 2 ประเภท คือ น้ำมันดิบและแก๊สธรรมชาติ การนำปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์ต้องผ่านการกลั่นลำดับส่วนเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ

6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (นำสู่การเรียนรู้ พัฒนา รวบยอด)

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน (Identification of the Task)

1. นักเรียนสังเกตภาพ ถ่านหินและน้ำมันดิบ พร้อมทั้งสังเกตลักษณะของถ่านหินและปิโตรเลียม ว่าเหมือนหรือต่างกันอย่างไร จากนั้นใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้เดิม ดังนี้



ภาพถ่านหิน

(ที่มา: <https://rb.gy/ghmzex>)



ภาพน้ำมันดิบ

(ที่มา: <https://rb.gy/gyjerx>)

1) ถ่านหินและปิโตรเลียม คืออะไร และมีความสัมพันธ์กับเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์หรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)

2) เราสามารถนำถ่านหินและปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร
(แนวคำตอบ นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง)

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์หรือเชื้อเพลิงฟอสซิล เกิดจากการแปรสภาพของซากพืชและซากสัตว์ที่ตายและสะสมทับถมอยู่ในชั้นตะกอนใต้ผิวโลกเป็นเวลาหลายล้านปี ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิและความดันสูง ทำให้สารอินทรีย์ในชั้นตะกอนเปลี่ยนสภาพเป็นเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ถ่านหินและปิโตรเลียม

3. ครูชี้แจงรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงให้นักเรียนทราบร่วมกันว่า ในคาบกิจกรรมการโต้แย้งแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งเบื้องต้นของกลุ่ม จากนั้นให้กลุ่มที่เป็นผู้ฟัง ทำการโต้แย้งเพื่อแสดงความคิดเห็นว่า เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย พร้อมให้เหตุผลประกอบ หรือแสดงความคิดเห็นอื่น ๆ และจากข้อสรุปในแต่ละประเด็นนักเรียนจะต้องนำมาเขียนรายงานรายบุคคล

4. นักเรียนแบ่งกลุ่ม โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน ละครันอยู่ภายในกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน จากนั้นแต่ละกลุ่มเลือกตำแหน่งหัวหน้ากลุ่มเพื่อทำหน้าที่ประสานงาน รับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม วางตัวเป็นกลางเมื่อมีการขัดแย้งหรือต้องแสดงความคิดเห็น ตำแหน่งเลขานุการกลุ่ม ทำหน้าที่จัดบันทึกผลการทำงาน ผลการลงมติและความคิดเห็นที่สำคัญ รายงานความก้าวหน้าของการอภิปราย และตำแหน่งสมาชิก ทำหน้าที่เสนอแนวคิดและวิธีการดำเนินงาน เพื่อให้งานของกลุ่มบรรลุวัตถุประสงค์ ซึ่งการแบ่งกลุ่มนี้จะใช้สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั่วโมงต่อไป

5. ครูกำหนดประเด็นการโต้แย้งเพื่อให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางในการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเชื้อเพลิง ซากดึกดำบรรพ์ ในประเด็นที่ว่านักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับ “เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ พลังงานที่ยังจำเป็น โดยใช้วิธีการจับสลากแบ่งนักเรียนออกเป็น ”2 ฝ่าย ฝ่ายที่เห็นด้วยและฝ่ายที่ไม่เห็นด้วยกับประเด็นดังกล่าว

ขั้นที่ 2 สืบค้นและรวบรวมข้อมูล (The Generation of Data)

6. นักเรียนวางแผน ออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล กำหนดขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ โดยนักเรียนวางแผนการหาแหล่งข้อมูล วิธีการใช้แหล่งข้อมูล วิธีการประเมินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล และออกแบบการวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการออกแบบการบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบ

7. นักเรียนตอบคำถามเพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

7.1 เพื่อให้นักเรียนสามารถเขียนข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนได้ ตัวอย่างเช่น

-นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้างของนักเรียนมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ มีความสมเหตุสมผล เนื่องจากข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนมีความสัมพันธ์กัน เหตุผลที่นำมาสนับสนุนมีหลักฐาน ข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเชิงประจักษ์และมาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ)

7.2 เพื่อให้นักเรียนสามารถให้ข้อสนับสนุนของการโต้แย้งได้ ตัวอย่างเช่น

-ถ้าข้อกล่าวอ้างของนักเรียนยังไม่น่าเชื่อถือ นักเรียนจะมีวิธีการใดที่ทำให้ข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นจริง (แนวคำตอบ ระบุเหตุผลเพิ่มเติม โดยเป็นเหตุผลหรือแนวคิดที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตน และเหตุผลที่สนับสนุนต้องมีหลักฐานประกอบคำอธิบาย มีความน่าเชื่อถือ หลักฐานและข้อกล่าวอ้างต้องมีความสัมพันธ์กัน)

7.3 เพื่อให้นักเรียนสามารถเลือกใช้หลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือได้ ตัวอย่างเช่น

-จากการสืบค้นข้อมูล นักเรียนคิดว่าหลักฐานของนักเรียนมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ มีความน่าเชื่อถือ เนื่องจากในการเสนอหลักฐาน ข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพื่อประกอบการอธิบายเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง มาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ มีความหลากหลายของหลักฐาน เช่น ข้อความ ตัวเลข รูปภาพ กราฟ เป็นต้น หลักฐานที่น่าเสนอมีความสัมพันธ์กับข้อกล่าวอ้างและพิสูจน์ได้ว่าข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นจริง)

8. นักเรียนได้รับข้อเสนอแนะจากครู และเริ่มดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล จากหนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และสืบค้นเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

9. นักเรียนเขียนประเด็นที่ต้องการสืบค้น แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการสืบค้น ขั้นตอนการสืบค้น ผลการสำรวจตรวจสอบที่ได้ลงในใบกิจกรรม เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ พลังงานที่ยังจำเป็นจริงหรือ ?

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument)

10. นักเรียนอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อสรุปการสำรวจตรวจสอบเป็นข้อโต้แย้งเบื้องต้นของกลุ่ม ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล และร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม

11. นักเรียนตอบคำถามเพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

11.1 เพื่อให้นักเรียนสามารถลงข้อสรุปและเลือกข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนของกลุ่มได้ ตัวอย่างเช่น

- การนำเสนอข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนของเพื่อนในกลุ่ม ประเด็นที่นักเรียนเห็นตรงกันคืออะไร เพราะเหตุใด

(แนวคำตอบที่ 1 ฝ่ายที่เห็นด้วยกับประเด็น “เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ พลังงานที่ยังจำเป็น” ตัวอย่างเช่น

1. เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมและการผลิตไฟฟ้า

2. เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เป็นเชื้อเพลิงหลักในการคมนาคมขนส่ง

3. เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เป็นวัตถุดิบต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

แนวคำตอบที่ 2 ฝ่ายที่ไม่เห็นด้วยกับประเด็น “เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ พลังงานที่ยังจำเป็น” ตัวอย่างเช่น

1. เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์มีปริมาณจำกัด เนื่องจากต้องใช้เวลาหลายล้านปีจึงจะเกิดขึ้นใหม่ได้

2. การเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศและแก๊สเรือนกระจก ซึ่งส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3. ปัจจุบันมีการนำพลังงานทดแทนมาใช้ประโยชน์เพื่อทดแทนพลังงานจากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์)

11.2 เพื่อให้นักเรียนสามารถให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปได้ ตัวอย่างเช่น

- การนำเสนอข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนของเพื่อนในกลุ่ม ประเด็นที่นักเรียนเห็นขัดแย้งกันคืออะไร เพราะเหตุใด (แนวคำตอบ นักเรียนร่วมกันพิจารณาเลือกเหตุผลที่ไม่ตรงกันและเหตุผลที่มีความขัดแย้งกันในกลุ่ม)

11.3 เพื่อให้นักเรียนสามารถให้ข้อสนับสนุนของการโต้แย้งได้ ตัวอย่างเช่น

- จากข้อกล่าวอ้างของเพื่อนที่เห็นต่าง นักเรียนคิดว่าเหตุผลใดบ้างที่ไม่เป็นจริง เพราะเหตุใด (แนวคำตอบ นักเรียนร่วมกันพิจารณาเลือกเหตุผลที่ไม่เป็นจริง หรือเหตุผลที่ไม่สัมพันธ์กับข้อกล่าวอ้าง)

11.4 เพื่อให้นักเรียนสามารถเลือกหลักฐานในการโต้แย้งของกลุ่มได้ ตัวอย่างเช่น

- จากการสืบค้นข้อมูล นักเรียนจะเลือกหลักฐานของเพื่อนคนใดเพื่อใช้เป็นหลักฐานในการโต้แย้งของกลุ่ม เพราะเหตุใด (แนวคำตอบ เลือกหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ ข้อเท็จจริงหรือข้อมูลมาจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ หลักฐานและข้อกล่าวอ้างมีความสัมพันธ์กัน)

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (Argument Session)

12. ครูจัดกิจกรรมการโต้แย้ง โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

12.1 ครูกำหนดประเด็นการโต้แย้ง คือ “เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ พลังงานที่ยังจำเป็น”

12.2 ครูนิยามคำสำคัญของการโต้แย้งให้เข้าใจตรงกัน ดังนี้

- เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ หมายถึง การแปรสภาพของซากพืชและซากสัตว์ที่ตายและสะสมทับถมอยู่ในชั้นตะกอนใต้ผิวโลกเป็นเวลาหลายล้านปี ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิและความดันสูง ทำให้สารอินทรีย์ในชั้นตะกอนเปลี่ยนสภาพเป็นเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์

- ถ่านหิน หมายถึง เชื้อเพลิงธรรมชาติ เกิดจากการสะสมตัวตามธรรมชาติของซากพืชที่ทับถมบริเวณน้ำท่วมขังนิ่ง ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูงเป็นเวลาหลายล้านปี เป็นของแข็ง เมื่อเผาไหม้จะติดไฟได้ดี ให้พลังงานความร้อนสูง

- ปิโตรเลียม หมายถึง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เกิดจากการสะสมตัวตามธรรมชาติของซากพืชและซากสัตว์สะสมทับถมภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูงเป็นเวลาหลายล้านปี ปิโตรเลียมเป็นได้ทั้งของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของปิโตรเลียมเอง พลังงานความร้อน และความกดดันตามสภาพแวดล้อมที่ปิโตรเลียมสะสมตัวอยู่ ปิโตรเลียมแบ่งตามสถานะในธรรมชาติได้ดังนี้ มันดิบและแก๊สธรรมชาติ

13. นักเรียนฝ่ายละ 1 กลุ่ม นำเสนอข้อโต้แย้งเบื้องต้น ประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง (ข้อสรุป) การให้เหตุผล และหลักฐานที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และนักเรียนอีกฝ่ายถามคำถามหรือแสดงข้อโต้แย้งกลับ

14. ครูใช้คำถามระดับสูง ให้กลุ่มที่เป็นผู้รับฟังร่วมตอบคำถามและแสดงความคิดเห็น ดังนี้

14.1 เพื่อให้นักเรียนสามารถให้ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนที่ดีได้ ตัวอย่างเช่น

- นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนของเพื่อนมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ นักเรียนร่วมกันพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน รวมทั้งความน่าเชื่อถือของหลักฐานที่นำมาสนับสนุน)

14.2 เพื่อให้นักเรียนสามารถให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปได้ ตัวอย่างเช่น

- จากข้อกล่าวอ้างของเพื่อนที่เห็นต่าง นักเรียนคิดว่าเหตุผลใดบ้างที่ถูกต้องเพราะเหตุใด (แนวคำตอบ นักเรียนร่วมกันพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน รวมทั้งความน่าเชื่อถือของหลักฐานที่นำมาสนับสนุน)

14.3 เพื่อให้นักเรียนสามารถให้ข้อสนับสนุนของการโต้แย้งได้ ตัวอย่างเช่น

- จากการนำเสนอของเพื่อน นักเรียนมีเหตุผลที่จะสนับสนุนเพิ่มเติมเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างของเพื่อนเป็นจริงหรือไม่ (แนวคำตอบ นักเรียนเลือกเหตุผลที่เพื่อนยังไม่ได้นำเสนอ โดยพิจารณาเลือกเหตุผลที่สัมพันธ์กับข้อกล่าวอ้าง และมีหลักฐานที่น่าเชื่อถือ)

- จากข้อกล่าวอ้างของเพื่อนที่เห็นต่าง นักเรียนคิดว่าเหตุผลใดบ้างที่ไม่เป็นจริง เพราะเหตุใด (แนวคำตอบ นักเรียนร่วมกันพิจารณาเลือกเหตุผลที่ไม่เป็นจริง หรือเหตุผลที่ไม่สัมพันธ์กับข้อกล่าวอ้าง)

14.4 เพื่อให้นักเรียนสามารถประเมินความน่าเชื่อถือของหลักฐานได้ ตัวอย่างเช่น

- นักเรียนคิดว่าหลักฐานของเพื่อนมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ นักเรียนร่วมกันพิจารณาหลักฐาน ข้อเท็จจริงหรือข้อมูลมาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ หลักฐานและข้อกล่าวอ้างมีความสัมพันธ์กัน)

***หมายเหตุ การโต้แย้งเน้นให้นักเรียนโต้แย้งจากหลักฐานและการให้เหตุผล ถ้าเริ่มมีการโต้แย้งโดยใช้อารมณ์ร่วมหรือการโต้แย้งโดยไม่มีหลักฐานหรือการอ้างอิง ให้ผู้สอนรีบยุติการโต้แย้งนั้นหรือใช้คำพูด/คำถามชี้แนะให้กลับมาโต้แย้งด้วยหลักฐาน

15. ครูร่วมอภิปรายและสรุปเรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ร่วมกับนักเรียนโดยใช้หลักฐานจากการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน และในประเด็นที่ยังไม่สมบูรณ์ ประเด็นที่ไม่ถูกกล่าวถึง เพื่อหาว่าข้อกล่าวอ้างใดน่าเชื่อถือและยอมรับได้ หรือเพื่อปรับข้อกล่าวอ้างให้ดูน่าเชื่อถือจนยอมรับได้ และควรได้ข้อสรุป ดังนี้

- เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์หรือเชื้อเพลิงฟอสซิล เกิดจากการแปรสภาพของซากพืชและซากสัตว์ที่ตายและสะสมทับถมอยู่ในชั้นตะกอนใต้ผิวโลกเป็นเวลาหลายล้านปี ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิและความดันสูง ทำให้สารอินทรีย์ในชั้นตะกอนเปลี่ยนสภาพเป็นเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ถ่านหินและปิโตรเลียม

- ถ่านหิน เกิดจากซากพืชสะสมทับถมบริเวณน้ำท่วมขังนิ่ง ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูงเป็น

เวลาหลายล้านปีจนเกิดเป็นถ่านหิน มีสถานะเป็นของแข็ง เมื่อเผาไหม้จะติดไฟได้ดี ให้พลังงานความร้อนสูง ถ่านหินแบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ ตามปริมาณธาตุคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบหลักและระยะเวลาของการเกิด ดังนี้ พีต ลิกไนต์ ซับบิทูมินัส บิทูมินัส และแอนทราไซต์

- ปิโตรเลียม เกิดจากซากพืชและซากสัตว์ขนาดเล็กถูกทับถมด้วยตะกอนที่มีขนาดเล็ก ละเอียดในแอ่งสะสมตะกอนในสภาวะที่ขาดออกซิเจน ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูงเป็นเวลา

หลายล้านปี จนเกิดเป็นปิโตรเลียม แบ่งเป็นน้ำมันดิบมีสถานะเป็นของเหลว มีสีน้ำตาลถึงดำ และ แก๊สธรรมชาติมีสถานะเป็นแก๊ส แก๊สธรรมชาติบริสุทธิ์ไม่มีสีและไม่มีกลิ่น

- โดยทั่วไปถ่านหินใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมและโรงงานไฟฟ้า ส่วนการนำปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์ต้องผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม ต่อการใช้ประโยชน์ในด้าน ต่าง ๆ

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Creation of a Written Investigation Report)

16. นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล โดยครูชี้แจงการเขียน รายงานผลการสำรวจตรวจสอบร่วมกัน โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้ 1) จุดประสงค์ของการสำรวจ ตรวจสอบ 2) วิธีการสำรวจตรวจสอบ และ 3) การสรุปผลจากการศึกษา โดยสรุปเป็นองค์ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์

7. ชิ้นงานหรือภาระงาน

7.1 ใบกิจกรรม เรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ พลังงานที่ยังจำเป็นจริงหรือ ?

7.2 รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

8. กระบวนการวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	กระบวนการวัดและประเมินผล		
	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านความรู้ (K) 1. อธิบายกระบวนการเกิดเชื้อเพลิง ซากดึกดำบรรพ์ ถ่านหิน และ ปิโตรเลียมได้ 2. อธิบายการใช้ประโยชน์และ ผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึก ดำบรรพ์ได้	- ตรวจรายงาน - ตรวจใบกิจกรรม	- แบบประเมิน รายงาน - แบบประเมินใบ กิจกรรม	คะแนนจาก แบบประเมิน 60% ขึ้นไป
ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) 1. สืบค้น รวบรวมข้อมูล และนำเสนอ การใช้ประโยชน์และผลกระทบจาก การใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ได้ 2. สามารถโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ใน	- ตรวจใบกิจกรรม - สังเกตจากการ นำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรม การโต้แย้งทาง	- แบบประเมินใบ กิจกรรม - แบบประเมินการ นำเสนอผลงาน - แบบสังเกต	คะแนนจาก แบบประเมิน 60% ขึ้นไป

จุดประสงค์การเรียนรู้	กระบวนการวัดและประเมินผล		
	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ประเด็นเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ พลังงานที่ยังจำเป็นได้ 3. สามารถปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มได้	วิทยาศาสตร์ - สังเกตจากการ ปฏิบัติกิจกรรม กลุ่ม	พฤติกรรมการ ได้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ - แบบประเมินการ ปฏิบัติกิจกรรม กลุ่ม	
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) 1. มุ่งมั่นในการทำงาน 2. มีจิตสาธารณะ 3. มีวินัย 4. ใฝ่เรียนรู้	- สังเกตพฤติกรรม นักเรียนในระหว่าง เรียน	- แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	คะแนนจาก แบบประเมิน 60% ขึ้นไป

9. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

9.1 หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

9.2 สื่อรูปภาพ

9.2.1 ถ่านหิน (ที่มา : <https://rb.gy/ghmzex>)

9.2.2 น้ำมันดิบ (ที่มา: <https://rb.gy/gyjerx>)

9.3 สื่ออินเทอร์เน็ต

9.3.1 เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ (Fossil Fuel) (ที่มา : <https://rb.gy/shjjex>)

9.3.2 ถ่านหิน (ที่มา : <https://rb.gy/ocisjq>)

9.3.3 ปิโตรเลียม (ที่มา : <https://rb.gy/dlasme>)

9.4 ใบกิจกรรม เรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ พลังงานที่ไม่มีวันหมดจริงหรือ ?

ใบกิจกรรม เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ พลังงานที่ยังจำเป็นจริงหรือ ?

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

นักเรียน เห็นด้วย หรือ ไม่เห็นด้วย กับ “เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ พลังงานที่ยังจำเป็น”	
<input type="radio"/> เห็นด้วย	<input type="radio"/> ไม่เห็นด้วย
ประเด็นที่ต้องการสืบค้น	เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน
หลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	

แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจงเกี่ยวกับการสอบ

1. ข้อสอบชุดนี้มีทั้งหมด 2 สถานการณ์ ข้อสอบรวม 8 ข้อ
2. ให้นักเรียนอ่านบทความในกระดาษคำถาม จากนั้นตอบคำถามลงในกระดาษคำตอบ

สถานการณ์ที่ 1 เรื่อง รถพลังงานไฟฟ้าดีกว่ารถพลังงานเชื้อเพลิง จริงหรือ ?

รถยนต์พลังงานไฟฟ้าหรือรถยนต์ EV หรือ Electric Vehicle คือยานพาหนะที่ขับเคลื่อนโดยมอเตอร์ไฟฟ้าแทนการใช้เครื่องยนต์ที่มีการเผาไหม้แบบสันดาป โดยระบบรถยนต์ EV จะเก็บพลังงานเอาไว้ในแบตเตอรี่ที่สามารถชาร์จได้ และแปลงพลังงานจากแบตเตอรี่มาใช้ในการขับเคลื่อนรถ

พิชิต พงษ์ประเสริฐ หัวหน้ากลุ่มพัฒนาธุรกิจใหม่ (.กฟผ) ยานยนต์ไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย กล่าวว่ารถยนต์ EV ไม่ต้องมีกลไกอะไรที่มากเหมือนกับรถยนต์ที่ใช้ น้ำมันที่ ต้อง ใช้การจุดระเบิดเผาไหม้ในการขับเคลื่อน เครื่องยนต์เงียบ ไม่ก่อเกิดไอเสียเหมือนกับรถที่ใช้เครื่องยนต์สันดาป ช่วยลดปัญหาภาวะเรือนกระจกและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันรถยนต์ EV เป็นยานพาหนะที่ใหม่ ทำให้กระบวนการผลิตจนถึงการวางจำหน่ายจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีที่มีราคาสูงทำให้ตัวรถมีราคาสูงตาม เมื่อราคาสูงจึงทำให้จำนวนผู้ใช้งานน้อยลง ทางด้านสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน ได้อธิบายเพิ่มเติมว่ารถยนต์ EV ประหยัดค่าบำรุงรักษาเพราะมีกลไกในการขับเคลื่อนไม่มากเท่ารถที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมัน จึงทำให้ไม่ต้องคอยบำรุงรักษา เช่น การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง และยังสามารถชาร์จพลังงานไฟฟ้าจากที่บ้านได้ ไม่ต้องเสียเวลาขับรถไปเติมน้ำมันที่ปั๊ม แต่การใช้รถยนต์ EV ก็อาจเกิดอันตรายได้ เนื่องจากรถยนต์ EV มีแรงดันไฟฟ้าสูง แม้จะมีมาตรฐานที่เข้มงวด แต่ก็สามารถเกิดอุบัติเหตุได้ ส่วนมากรถยนต์ EV จะใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนเพราะด้วยความปลอดภัยสูง สมรรถนะที่ดี การใช้งานที่นานแต่แบตเตอรี่ชนิดนี้สามารถชาร์จได้ง่าย

อย่างไรก็ตาม ดรอมรรตน์ แก้วประดับ เลขานุการสมาคมยานยนต์ไฟฟ้า ให้การสนับสนุนว่าค่าเชื้อเพลิงมีของรถยนต์ EV ว่ามีราคาไม่แพง เนื่องจากพลังงานของรถยนต์ EV มาจากการชาร์จประจุไฟฟ้าเข้าไปที่ตัวแบตเตอรี่ ทำให้อัตราค่าใช้จ่ายเรื่องเชื้อเพลิงของรถไฟฟ้าก็ถูกกว่าเชื้อเพลิงน้ำมัน ทางด้านดรจักรพงษ์ พงศ์ไธสวรรย์ นักวิจัย จากสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยกล่าวว่าระบบสาธารณูปโภคยังไม่เอื้ออำนวยให้ประชาชนคนไทยเลือกใช้รถยนต์ EV เป็นรถยนต์หลัก เนื่องจากสถานีชาร์จแบตเตอรี่ยังมีไม่เพียงพอ ด้วยรถยนต์ EV เป็นอะไรที่ค่อนข้างใหม่ ทำให้สถานบริการชาร์จไฟมีน้อยและอาจไม่เพียงพอต่อการใช้งาน อีกทั้งใช้ระยะเวลาในการชาร์จนาน ถึงแม้ว่าจะมีการพัฒนาเรื่องของแบตเตอรี่ แต่ก็ไม่เหมือนการเติมน้ำมันที่เติมเพียง 2-3 นาที ก็ได้น้ำมันเต็มถัง ในขณะที่รถยนต์ EV ต้องใช้เวลาชาร์จนานกว่า 30 นาที ถึง 4 ชั่วโมง

แม้ว่ารถยนต์ไฟฟ้า EV จะเป็นรถยนต์ที่มีนวัตกรรมที่ดีต่อโลกและสิ่งแวดล้อม และในปัจจุบันมีการผลักดันให้ใช้กันมากมาย แต่เราก็ยังมีข้อจำกัดที่เราต้องพัฒนาและศึกษาอีกมากทั้งในด้านการผลิตที่ใช้ต้นทุนค่อนข้างสูง และมีการใช้ทรัพยากรในการสร้างค่อนข้างเยอะ ซึ่งอาจทำให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ในอนาคต จึงต้องมีการศึกษาและพัฒนาเพื่อให้ใช้ทรัพยากรธรรมชาติน้อยลง และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

ที่มา : 1. ดร.จักรพงษ์ พงศ์ไธสวรรย์. (2562). อนาคตของรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย. สืบค้นจาก

<https://www.chula.ac.th/cuinside/17139/> เมื่อวันที่ 12 มกราคม 2565.

2. พิชิต พงษ์ประเสริฐ. (2564). กฟผ.ตั้งทีมคนรุ่นใหม่รุกธุรกิจรถไฟฟ้าหนุ่ไทยสร้าง EV Ecosystem. สืบค้นจาก

<https://erdi.cmu.ac.th/> เมื่อวันที่ 12 มกราคม 2565.

3. สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2564). ข้อดี-ข้อเสียรถไฟฟ้า. สืบค้นจาก

<http://www.eppo.go.th/index.php/th/petroleum/price/price-lpg-internal/item/> เมื่อวันที่ 12 มกราคม 2565.

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

1.1 นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับคำกล่าวที่ว่า “รถพลังงานไฟฟ้าดีกว่ารถพลังงานเชื้อเพลิง” ให้นักเรียนเขียนความคิดเห็นของตนเองและให้เหตุผลประกอบ (ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน)

เห็นด้วย

ไม่เห็นด้วย

เพราะ/เหตุผล :

.....

.....

.....

1.2 ถ้าเพื่อนบางคนไม่เห็นด้วยกับนักเรียน นักเรียนคิดว่าเหตุผลของเพื่อนที่คิดต่างจากนักเรียนคืออะไร (ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป)

.....

.....

.....

1.3 นักเรียนจะมีวิธีโน้มน้าวคนที่ไม่เห็นด้วยกับเหตุผลของนักเรียนอย่างไร (ขยายความและให้เหตุผลสนับสนุนเพิ่มเติมจากคำตอบข้อ 1.1) (ข้อสนับสนุนของการโต้แย้ง)

.....

.....

.....

.....

1.4 หลักฐานใดสนับสนุนเหตุผลของนักเรียน ข้อ 1.1 (หลักฐาน)

.....

.....

.....

.....

- 5) ข้อใดต่อไปนี้เป็นไม่ใช่สมบัติของแก๊สปิโตรเลียมเหลว
1. มีจุดเดือดต่ำ
 2. ไม่มีสีและกลิ่น
 3. มีอัตราการขยายตัวสูง
 4. มีความหนาแน่นที่น้อยกว่าอากาศ
- 6) ถ้าต้องการจะลดปริมาณการใช้น้ำมันเบนซิน จะเลือกใช้น้ำมันเบนซินประเภทใด
1. แก๊สโซฮอล์ 91
 2. แก๊สโซฮอล์ 95
 3. แก๊สโซฮอล์ E 20
 4. แก๊สโซฮอล์ E 85
- 7) บุคคลใดมีพฤติกรรมที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด
1. ชีซ่า ติดตั้งแก๊ส NGV ในรถของตัวเองเพื่อประหยัดค่าน้ำมัน
 2. แอมบี้ ใช้รถยนต์โดยไม่ดูแลเครื่องยนต์ ไม่มีการเช็คระยะตามที่กำหนด
 3. ดีดี ใช้รถที่มีขนาดเครื่องยนต์ใหญ่ เพื่อต้องการพลังกำลังมากในการขับขึ้น
 4. เอเอ ขับรถยนต์ด้วยความเร็วเป็นประจำชอบเบิ้ลเครื่องยนต์เวลาติดไฟแดง
- 8) ข้อดีของการใช้แก๊สปิโตรเลียมเหลวคือข้อใด
1. ไม่มีมลพิษในอากาศ
 2. มีค่าเลขออกเทนสูงกว่าน้ำมันเบนซิน
 3. ช่วยให้เครื่องยนต์เผาไหม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
 4. ถูกทุกข้อ
- 9) ข้อใดต่อไปนี้เป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง
1. ลดปริมาณการใช้แก๊สธรรมชาติ เพื่อลดเขม่าควันและฝุ่นละอองในอากาศ
 2. ประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อลดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และมีเทน
 3. ติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม
 4. ปรับปรุงเครื่องยนต์ให้มีประสิทธิภาพในการเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์
- 10) ข้อใดกล่าวถึงพลังงานทดแทนได้ถูกต้อง
1. พลังงานทดแทนมีต้นทุนการผลิตต่ำ
 2. พลังงานทดแทนไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ
 3. พลังงานทดแทนทุกชนิดเป็นพลังงานหมุนเวียน
 4. พลังงานสิ้นเปลืองบางอย่างใช้เป็นพลังงานทดแทนได้

ประวัติผู้เขียน

