ผลการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดที่มีต่ออัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

นายรัฐพงศ์ วงค์เขื่อนแก้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

THE EFFECT OF AN EXPLICIT AND REFLECTIVE APPROACH TO TEACHING THE NATURE OF SCIENCE ON SCIENCE IDENTITY IN UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Mr. Rattapong Wongkuernkaew

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Science Education
Department of Curriculum and Instruction
FACULTY OF EDUCATION
Chulalongkorn University
Academic Year 2021

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดที่มีต่ออัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
โดย	นายรัฐพงศ์ วงค์เขื่อนแก้ว
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สลา สามิภักดิ์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชาตรี ฝ่ายคำตา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สลา สามิภักดิ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รัฐพงศ์ วงค์เขื่อนแก้ว : ผลการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดที่มีต่ออัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (THE EFFECT OF AN EXPLICIT AND REFLECTIVE APPROACH TO TEACHING THE NATURE OF SCIENCE ON SCIENCE IDENTITY IN UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.สลา สามิภักดิ์

การวิจัยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้ (1) เพื่อศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ (2) เพื่อเปรียบเทียบอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนไทยจากโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดลำพูน ปีการศึกษา 2564 การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยแบบผสมวิธี ซึ่งแบ่งการศึกษาเป็น 2 ระยะ โดยการศึกษาระยะที่ 1 มีรูปแบบการวิจัยแบบวิจัยเชิงสำรวจ เก็บข้อมูลเชิงปริมาณโดย (1) แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และ (2) แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย และการศึกษาระยะที่ 2 มีรูปแบบการวิจัยแบบวิจัยเชิงทดลองแบบการทดลองเบื้องต้น เก็บข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้เครื่องมือดังเช่นการศึกษาระยะที่ 1 และเพิ่มเติมแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย มีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การหาค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน One-sample t-test และ Dependent sample t-test โดยใช้นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เพื่อเข้าใจรายละเอียดของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สรุปผลการศึกษาระยะที่ 1 ดังนี้ (1) กลุ่มเป้าหมายโดยเฉลี่ยแล้วมีระดับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยภายในองค์ประกอบของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นว่านักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะความหลงใหลในวิทยาศาสตร์ (ATS 1) และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ (ATS 2) ที่มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยรวม และยังเป็นผู้ต้องการมีประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (OSLE 2) สูงขึ้น (2) กลุ่มเป้าหมายโดยเฉลี่ยแล้วมีระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเป็นผู้ที่มีความเข้าใจขอบข่าย NOS 3 กิจการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีแนวโน้มสูงกว่าค่าเฉลี่ยเมื่อเทียบกับขอบข่ายอื่น และสรุปผลการศึกษาระยะที่ 2 ดังนี้ (1) ระดับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์หลังการได้รับการจัดการเรียนรู้มีระดับสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2564	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6280127227 : MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEYWORD: SCIENCE IDENTITY, NATURE OF SCIENCE, EXPLICIT AND REFLECTIVE APPROACH

Rattapong Wongkuernkaew : THE EFFECT OF AN EXPLICIT AND REFLECTIVE APPROACH TO TEACHING THE NATURE OF SCIENCE ON SCIENCE IDENTITY IN UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. Advisor: Asst. Prof. SARA SAMIPHAK, Ph.D.

The goals of this research were (1) to examine upper secondary students' science identity and their nature of science, and (2) to compare their values before and after the students learned about the nature of science through an explicit and reflective approach. The target participants were Thai students in the academic year 2021, from a large-size school in Lamphun province. This mixed method research was divided into 2 phases. The first phase was a quantitative survey research, using Science Identity Tests and Nature of Science Multiple Choice Tests. Phase 2 used the pre-experimental design with both quantitative and qualitative data collection methods. In the second phase, in addition to the aforementioned tests, a short-answer Nature of Science Test was also used. For both phases, the collected data were analyzed by arithmetic mean, percentage mean, standard deviation, One-sample t-test (α=.05), and dependent sample t-test (α=.05). Semi-structured interviews were used to qualitatively understand the upper secondary students' science identity and their nature of science. The phase 1 results showed that: 1) Firstly, the target participants' science identity, on average, was moderate at the .05 level. Within the science identity, their average attitudes towards science component, especially their fascination of science (ATS 1) and their value of studying science (ATS 2), were higher than the overall average value. Also, the students wanted to gain more science experiences (OSLE 2). 2) Secondly, the target participants' understanding of the nature of science, on average, was moderate at the .05 level. Specifically, their NOS 3 ("Scientific enterprise") was higher than the overall average value. The phase 2 results showed that: 1) The students' science identity was statistically different before and after learning about the nature of science through an explicit and reflective approach at the .05 level. 2) The nature of science, however, was not statistically different before and after learning about the nature of science through an explicit and reflective approach at the .05 level.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Science Education	Student's Signature .....
Academic Year:	2021	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เป็นอย่างดี ด้วยความกรุณา ช่วยเหลือ ดูแลเอาใจใส่ และน้ำใจอันประเสริฐยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สลา สามิภักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่เป็นทั้งครูและพี่สาวที่แสนดีในเวลาเดียวกัน ขอบพระคุณที่อาจารย์คอยให้กำลังใจ รวมถึงแนวทางในการพัฒนาตนเองให้กลายเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์และเปี่ยมล้นด้วยจิตวิญญาณ ตลอดจนคำแนะนำทั้งเรื่องกิจการต่าง ๆ อันสืบเนื่องจากวิทยานิพนธ์ และการทำวิจัยอื่น ๆ เพิ่มเติม สิ่งเหล่านี้ ส่งเสริมให้ข้าพเจ้านั้นเกิดวิถีการพัฒนาอัตลักษณ์นักวิจัยทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ในเชิงบวกด้วยใจรัก ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอให้คำมั่นสัญญาว่าจะส่งต่อพลังงานความดีงามเหล่านี้ไปยังลูกศิษย์ และคนรอบข้าง เพื่อสร้างกำลังคนรุ่นใหม่สำหรับการพัฒนาสังคมให้ก้าวหน้าต่อไป

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ชาตรี ฝ่ายคำตา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้กำลังใจ และคำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้อง สมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมถึงคณาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าเพื่อตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ และคณะครูโรงเรียนซึ่งข้าพเจ้าได้ดำเนินการวิจัยที่กรุณาให้การช่วยเหลือและสนับสนุนเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาที่คอยอบรมสั่งสอน ให้การสนับสนุน และยินดีกับทุกความสำเร็จของลูกคนนี้ และกราบขอบพระคุณครูบาอาจารย์ที่เคยอบรมสั่งสอนในทุกระดับการศึกษา ข้าพเจ้าจะขอพัฒนาตนเองให้มีกำลังและปัญญามากเพียงพอในการสร้างคุณงามความดีต่อชาติบ้านเมือง เป็นการตอบแทนสืบไป และขอขอบคุณเพื่อน พี่ น้องทุกคนที่คอยให้กำลังใจ การช่วยเหลือและเป็นกัลยาณมิตรที่ดีเสมอมา

ท้ายนี้ ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยและนวัตกรรมจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ได้แก่ ทุนวิจัยมหาบัณฑิต วช. ด้านมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2564 ซึ่งสนับสนุนงบประมาณตลอดการทำกิจกรรมอันสืบเนื่องจากวิทยานิพนธ์ ณ โอกาสนี้

รัฐพงศ์ วงค์เขื่อนแก้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

.....ค

บทคัดย่อภาษาไทย.....ค

.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ง

กิตติกรรมประกาศ.....จ

สารบัญ.....ฉ

ตารางที่.....ฌ

รูปภาพที่.....ด

บทที่ 1 บทนำ.....1

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

2. คำถามวิจัย.....7

3. วัตถุประสงค์การวิจัย.....7

4. สมมติฐานการวิจัย.....7

5. ขอบเขตงานวิจัย.....9

5.1 กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาวิจัย.....9

5.2 ตัวแปรที่ศึกษา.....9

5.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาวิจัย.....9

5.4 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....9

6. คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....10

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....14

ตอนที่ 1 อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์.....14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. นิยามของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 14
2. แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับอัตลักษณ์ และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 16
2.1 ทฤษฎีอัตลักษณ์ 16
2.2 ทฤษฎีของ Erickson 18
2.3 ทฤษฎีของ Maslow 20
2.4 ทฤษฎีของ Rogers 21
2.5 กรอบแนวคิดในการอธิบายอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 22
2.5.1 แบบจำลองอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของ Carlone and Johnson (2007) 22
2.5.2 กระบวนการของอัตลักษณ์ที่มีการเชื่อมต่อกันระหว่างระดับการวิเคราะห์ทางสังคมของ Shanahan (2009) 24
2.5.3 ธรรมชาติของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของ Vincent-Ruz and Schunn (2018) 27
3. ความสำคัญและประโยชน์ของการศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 32
4. แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 33
5. การวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 34
5.1 การเก็บข้อมูลอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์เชิงปริมาณ 36
5.2 การเก็บข้อมูลอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์เชิงคุณภาพ 46
5.3 โครงสร้างในการวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของงานวิจัยฉบับนี้ 48
5.3.1. การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (perceived science identity) 49
5.3.2. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (attitude toward science) 50
5.3.3 ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทางเลือก (optional science learning experiences) 52
ตอนที่ 2 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 55
1. นิยามของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 55
2. ขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 56

2.1 ขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ AAAS (1990)..... 56
2.1.1 โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ (scientific worldview)..... 58
2.1.2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry)..... 60
2.1.3 กิจการทางวิทยาศาสตร์ (scientific enterprise)..... 62
2.2 ขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากงานวิจัย..... 65
3. ความสำคัญและประโยชน์ของการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์..... 70
4. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์..... 72
4.1 หลักการและขั้นตอนบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้..... 75
4.2 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์..... 76
4.2.1 กิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์..... 76
4.2.2 แนวการสอนเพื่อการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์..... 79
5. การวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์..... 82
5.1 การเก็บข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เชิงปริมาณ..... 82
5.2 การเก็บข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เชิงคุณภาพ..... 88
ตอนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 93
1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์..... 93
1.1 งานวิจัยที่ศึกษาปัจจัยเกี่ยวกับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์..... 94
1.2 งานวิจัยที่ศึกษาพัฒนาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์..... 95
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์..... 97
2.1 งานวิจัยที่สำรวจ หรือศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์..... 97
2.2 งานวิจัยที่ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด..... 98
2.3 งานวิจัยที่แสดงนัยความสัมพันธ์ระหว่างการส่งเสริมประสบการณ์เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์..... 104

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 4 กรอบแนวคิดการวิจัย 106
1. ผลของการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 106
2. ผลการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 106
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 109
ตอนที่ 1 การศึกษาระยะที่ 1 110
1. กลุ่มเป้าหมายการศึกษาระยะที่ 1 110
1.1 การเลือกโรงเรียนการศึกษาระยะที่ 1 110
1.2 การเลือกนักเรียนการศึกษาระยะที่ 1 111
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการศึกษาระยะที่ 1 112
2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลการศึกษาระยะที่ 1 112
2.1.1 แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 112
2.1.1.1 โครงสร้างแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 112
2.1.1.2 การดำเนินการสร้างแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 114
2.1.2 แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย 116
2.1.2.1 โครงสร้างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย 116
2.1.2.2 การดำเนินการสร้างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัย 118
3. การเก็บรวบรวมข้อมูลการศึกษาระยะที่ 1 119
3.1 ขั้นจัดเตรียมก่อนการเก็บข้อมูลการศึกษาระยะที่ 1 119
3.2 ขั้นดำเนินการเก็บข้อมูลการศึกษาระยะที่ 1 120
4. การวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาระยะที่ 1 120

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้สถิติเชิงบรรยาย (descriptive statistics) 120
4.1.1 การแจกแจงความถี่ข้อมูล (frequency distribution) 120
4.1.2 การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง (measure of central tendency) และการวัดการกระจาย (measure of dispersion) 120
4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้สถิติเชิงอ้างอิง (inference statistics) ... 120
ตอนที่ 2 การศึกษาระยะที่ 2 121
1. กลุ่มเป้าหมายการศึกษาระยะที่ 2 121
1.1 การเลือกโรงเรียนการศึกษาระยะที่ 2 121
1.2 การเลือกนักเรียนการศึกษาระยะที่ 2 121
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการศึกษาระยะที่ 2 122
2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลการศึกษาระยะที่ 2 122
2.1.1 แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย 123
2.1.1.1 โครงสร้างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย 123
2.1.1.2 การดำเนินการสร้างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบอัตนัย 124
2.1.2 แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง 125
2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองการศึกษาระยะที่ 2 125
2.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด 125
2.2.1.1 โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด 125
2.2.1.2 การดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด 126

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.1.3 รายละเอียดแนวคิดหลักเกี่ยวกับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ 128
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 128
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 130
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 131
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 133
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 135
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 136
3. การเก็บรวบรวมข้อมูลการศึกษาระยะที่ 2 137
3.1 ขั้นจัดเตรียมก่อนการเก็บข้อมูลการศึกษาระยะที่ 2 137
3.2 ขั้นดำเนินการเก็บข้อมูลการศึกษาระยะที่ 2 137
4. การวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาระยะที่ 2 138
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ จากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 138
4.1.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบระดับคะแนนก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ 138
4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง 138
4.2.1 การวิเคราะห์เนื้อหา 138
ตอนที่ 3 จริยธรรมการวิจัยและการพิทักษ์สิทธิ์ 138
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 140
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 1 140
ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มเป้าหมายการศึกษาระยะที่ 1 141
ตอนที่ 2 อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมายการศึกษาระยะที่ 1 142
ตอนที่ 3 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมายการศึกษาระยะที่ 1 144
ตอนที่ 4 สรุปรายละเอียดจากผลข้อมูลเชิงปริมาณในการศึกษาระยะที่ 1 147

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 2 148
ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มเป้าหมายการศึกษาระยะที่ 2 149
ตอนที่ 2 อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด 150
ตอนที่ 3 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด 152
1. การแจกแจงและเปรียบเทียบผลคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแบบวัดแบบปรนัย 152
2. การแจกแจงและเปรียบเทียบผลคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแบบวัดแบบอัตนัย 154
3. การแจกแจงข้อความความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแบบวัดแบบอัตนัย ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดโดยแสดงแยกตามขอบข่าย 156
ตอนที่ 4 ผลวิเคราะห์การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง 160
1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ 160
2. ผลการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 163
การสัมภาษณ์เกี่ยงคำ 163
บทวิเคราะห์ประการแรก: การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับ การสะท้อนคิดส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร 164
บทวิเคราะห์ประการที่สอง: การได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ในเชิงบวกได้ 165
บทวิเคราะห์ประการสุดท้าย: ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลให้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นได้ 166
การสัมภาษณ์แสตมป์ 167

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทวิเคราะห์ประการแรก: การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับ การสะท้อนคิดส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างไร..... 168
บทวิเคราะห์ประการสุดท้าย: ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลให้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ลดลงได้ 170
สรุปการสัมภาษณ์ผลการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 173
1. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร 173
2. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดส่งเสริม อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร..... 174
3. ปัจจัยอื่น ๆ ส่งผลต่ออัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไรบ้าง..... 175
3. อิทธิพลของปัจจัยภายในและภายนอกที่ส่งผลต่อวิถีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 175
อิทธิพลของทุนเดิมของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 176
อิทธิพลของบุคคลใกล้ชิดและตัวแบบ 180
ตอนที่ 5 สรุปรายละเอียดจากผลข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพในการศึกษาระยะที่ 2 182
สรุปผลเชิงปริมาณในการศึกษาระยะที่ 2 182
สรุปผลเชิงคุณภาพในการศึกษาระยะที่ 2..... 183
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 184
สรุปผลการวิจัย..... 185
สรุปผลการวิจัยระยะที่ 1..... 185
สรุปผลการวิจัยระยะที่ 2..... 185
อภิปรายผลการวิจัย..... 186
ตอนที่ 1 อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 186
ตอนที่ 2 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์..... 188

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 ผลการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 189
ตอนที่ 4 ผลการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีต่ออัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 191
ข้อเสนอแนะ 193
ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ 193
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป 194
บรรณานุกรม 196
รายการภาคผนวก 211
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ 212
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 214
ประวัติผู้เขียน 262

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่

หน้า

ตารางที่ 1 สรุปองค์ความรู้จากทฤษฎี และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 29

ตารางที่ 2 กรอบแนวคิดสำหรับการวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ 53

ตารางที่ 3 ลักษณะห้องเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 74

ตารางที่ 4 ลำดับพัฒนาการเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดย Lederman et al., (1998) 82

ตารางที่ 5 ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้การเก็บข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเชิงปริมาณ 84

ตารางที่ 6 ตัวอย่างเครื่องมือหรือวิธีการที่ใช้การเก็บข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเชิงคุณภาพ 89

ตารางที่ 7 สัดส่วนของข้อคำถามอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ตามตัวบ่งชี้ 113

ตารางที่ 8 การแปลผลคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 114

ตารางที่ 9 สัดส่วนของข้อคำถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามขอบข่าย 116

ตารางที่ 10 การแปลผลคะแนนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 117

ตารางที่ 11 โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด 127

ตารางที่ 12 การแจกแจงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบวัดในการศึกษาระยะที่ 1 141

ตารางที่ 13 การแจกแจงผลคะแนนอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมายการศึกษาระยะที่ 1 143

ตารางที่ 14 การแจกแจงผลคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแบบวัดแบบปรนัยของกลุ่มเป้าหมายการศึกษาระยะที่ 1 144

ตารางที่ 15 การแจกแจงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบวัดในการศึกษาระยะที่ 2 149

ตารางที่ 16 การแจกแจงและเปรียบเทียบผลคะแนนอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลัง การได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด 150

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 17 การแจกแจงและเปรียบเทียบผลคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จาก แบบวัดแบบปรนัย ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด 152

ตารางที่ 18 การแจกแจงและเปรียบเทียบผลคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จาก แบบวัดแบบอัตนัย ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด 154

ตารางที่ 19 การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแบบวัดฉบับอัตนัยเฉพาะองค์ประกอบย่อยที่มีการเปลี่ยนแปลงทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 157

ตารางที่ 20 รายละเอียดข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ 161

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปภาพที่

หน้า

รูปภาพที่ 1 ทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการของ Maslow (Maslow' s Hierarchy Needs) (Santrock, 2005, p. 430 อ้างถึงใน ขวัญใจ ฤทธิ์คำรพ (2554, น. 17) 21

รูปภาพที่ 2 แบบจำลองอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของ Carlone and Johnson (2007) 24

รูปภาพที่ 3 กระบวนการของอัตลักษณ์ที่มีการเชื่อมต่อกันระหว่างระดับการวิเคราะห์ทางสังคมของ Shanahan (2009) 26

รูปภาพที่ 4 แผนภูมิแสดงยอดการลดลงของกลุ่มเป้าหมายที่ขาดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 156

รูปภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างผลการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เชิงปริมาณ 182

รูปภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างผลการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เชิงคุณภาพ 183

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มนุษย์ทุกคนล้วนเกิดมาพร้อมกับความต้องการสูงสุดที่จะรู้จักตนเองตามศักยภาพที่แท้จริง ซึ่งเป็นความพยายามที่จะค้นพบว่า “ตนเองคือใคร” “เกิดมาเพื่ออะไร” “ต้องทำอะไร” “มีเป้าหมายอะไร” กล่าวคือ การทำความเข้าใจอัตลักษณ์ (identity) ของตนเอง (Maslow, 1987 อ้างถึงใน ขวัญใจ ฤทธิ์คำรพ, 2554, น. 16-18) Stets and Burke (2000) อธิบายว่า “อัตลักษณ์” (identity) คือ องค์ประกอบของมุมมองเกี่ยวกับตนเอง (self-views) ซึ่งเกิดจากการมีส่วนร่วมในกิจกรรมบางอย่าง หรือการจัดหมวดหมู่ตนเอง (self-categorization) ในแง่ของการเป็นสมาชิกในชุมชน หรือบทบาทหนึ่ง ๆ กล่าวคือ เป็นการจัดหมวดหมู่ว่าบุคคลนั้นคือใคร และตำแหน่งที่บุคคลจะสัมพันธ์กับผู้อื่น (Owens, 2003 อ้างถึงใน ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ, 2553, น. 24)

เด็กในช่วงวัย 12-18 ปี จะเป็นช่วงที่มีการเจริญเติบโต และมีวุฒิภาวะเข้าสู่วัยรุ่น เริ่มมีความคิดแบบผู้ใหญ่ ต้องการการยอมรับจากสังคม และพยายามค้นหาอัตลักษณ์ของตนเอง การที่ผู้เรียนเข้าใจในอัตลักษณ์ตนเองได้ชัดเจน และเร็วเพียงใด ย่อมส่งเสริมให้ผู้เรียนวางเป้าหมาย พัฒนาตนเอง และประสบความสำเร็จได้รวดเร็วเท่านั้น (ขวัญใจ ฤทธิ์คำรพ, 2554; ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ และ ขวัญ เพียซ้าย, 2554) และการที่ผู้เรียนไม่ชัดเจนในอัตลักษณ์ของตน จะทำให้ผู้เรียนไม่ประสบความสำเร็จในชีวิต หรือในสายงานของตนเท่าที่ควร ผู้เรียนเกิดการวางเป้าหมายที่ผิดไปจากความเป็นจริงที่ตนเองเป็น หรือนำเอาอัตลักษณ์ของผู้อื่นมาเป็นอัตลักษณ์ของตน แล้วก้าวไปในอนาคตอย่างผิดพลาด (Erikson, 1963 อ้างถึงใน ขวัญใจ ฤทธิ์คำรพ, 2554, น. 13)

ประเทศไทยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมีความพยายามมุ่งจัดการศึกษา โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ และมุ่งสร้างให้ผู้เรียนเป็นตัวของตัวเอง ซึ่งมีการกล่าวเป็นนัยถึงการทำความเข้าใจอัตลักษณ์ของตนเอง เพื่อให้เกิดการสร้างเป้าหมายในสายอาชีพ และพัฒนาผู้เรียนอย่างเต็มตามศักยภาพของตน ดังในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวดที่ 1 มาตราที่ 7 ได้ระบุว่า “ในกระบวนการเรียนรู้ต้องมุ่งปลูกฝัง....รู้จักรักษาและส่งเสริม....เคารพในความเสมอภาค ศักดิ์ศรีความเป็นมนุษย์....มีความสามารถในการประกอบอาชีพ” หมวดที่ 4 มาตราที่ 22 ได้ระบุว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ” และมาตราที่ 23 ข้อที่ 5 ได้ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องเน้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

“ความรู้ และทักษะในการประกอบอาชีพ และการดำรงชีวิตอย่างมีความสุข” (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542, 2542)

นอกจากความต้องการให้ผู้เรียนมีความเข้าใจอัตลักษณ์ของตนเองแล้ว ประเทศไทยยังต้องการกำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์ หรือสะเต็ม และผู้รู้วิทยาศาสตร์ (science literate person) อีกด้วย เพราะปัจจุบันวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือวิทยาการเทคโนโลยีต่าง ๆ ล้วนเป็นผลพวงจากองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (สุทธิดา จำรัส, 2560) อีกทั้งโลกเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ทุกคนควรที่จะได้รับการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) ซึ่งหมายถึง การรู้และตระหนักเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ รู้ข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ สามารถใช้ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน รวมถึงการตระหนักว่าวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเป็นกิจการของมนุษย์ (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1990) ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ จัดเป็นหนึ่งในเป้าหมายสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2560) และการที่ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์จะช่วยให้เข้าใจประเด็นวิทยาศาสตร์ เห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ และประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน รวมถึงการประกอบอาชีพ (National Research Council [NRC], 1996)

ทั้งนี้ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (understanding nature of science) จัดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในการส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997; Lederman, 1992; Sangsa-ard et al., 2014) ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจในลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ผ่านมุมมองต่าง ๆ (Lederman, 1992; McComas & Olson, 1998) การที่ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงลักษณะของวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์คืออะไร ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร สร้างมาได้อย่างไร และมีความสัมพันธ์กับชีวิตและสังคมอย่างไร ซึ่งปัจจุบันกระทรวงศึกษาธิการ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2560, น. 3) ได้กำหนดเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ประเด็น (เบญจวรรณ สงกาที, 2559, น. 3) ได้แก่

(1) เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

(2) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

(3) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

(4) เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

จากประเด็นอัตลักษณ์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนข้างต้น กล่าวได้ว่า ประเทศไทยต้องการผู้เรียนที่เข้าใจอัตลักษณ์ของตนเอง และต้องการกำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาประเทศและขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยนวัตกรรม ดังนั้น ผู้เรียนทุกคนควรมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูง เพื่ออย่างน้อยที่สุดจะได้เห็นความสำคัญ และประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในยุคปัจจุบันได้ และมีอัตลักษณ์ทางสาขา หรืออาชีพของตนสูง ซึ่งอาจจะหมายความถึงการมีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (science identity) หรือการรับรู้ตนว่าเป็นบุคคลที่อยู่ในสาขา หรืออาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ (Brickhouse et al., 2000; Carlone & Johnson, 2007; Ong et al., 2011; Polman & Miller, 2010) ที่สูงหรือต่ำก็ได้ แต่ต้องมีความชัดเจนในตนเองว่าตนตั้งเป้าหมายในการประกอบอาชีพวิทยาศาสตร์ หรือในสายงานอื่น กล่าวคือ จะทำให้ผู้เรียนเกิดการวางเป้าหมายต่อการศึกษาต่อในสาขา หรือการเลือกประกอบอาชีพได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับสิ่งที่ตนเองเป็นอยู่ เพื่อที่จะเรียนรู้ และอยู่ในสายงานนั้น ๆ ได้อย่างราบรื่น และอยู่ในสาขาที่ตนเองสนใจจนสำเร็จการศึกษา (Eccles, 2009; Herrera et al., 2012; Perez et al., 2014)

จากการทบทวนวรรณกรรมเพื่อหาสภาพจริงและสภาพปัญหาของประเทศไทย พบว่า นักเรียนไทยชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีแนวโน้มที่จะมีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์สูง เพราะจากข้อมูลสถิติการสมัครเข้ามหาวิทยาลัยของนักเรียนในระบบ Thai University Center Admission System (TCAS) พ.ศ. 2562-2563 นักเรียนโดยส่วนใหญ่ มีการเลือกศึกษาต่อในสาขา หรืออาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ ดังข้อมูลในปี พ.ศ. 2562 ในรอบที่ 4 พบว่า สาขาที่มีอัตราการแข่งขันสูงและมีผู้สมัครมากที่สุด 3 อันดับแรก เป็นสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ แพทยศาสตร์ ทันตแพทยศาสตร์ พยาบาลศาสตร์ เทคนิคการแพทย์ (ที่ประชุมอธิการบดีแห่งประเทศไทย [ทปอ.], 2562 อ้างถึงใน Admission Premium, 2562) ระบบ TCAS ในปี พ.ศ. 2563 ในรอบที่ 3 พบว่า สาขาที่มีผู้สมัครมากที่สุดได้แก่ พยาบาลศาสตร์ (สาขาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์) (ทปอ., 2563 อ้างถึงใน Admission Premium, 2563a) และในรอบที่ 4 พบว่า สาขาที่มีผู้สมัครมากที่สุดเป็นอันดับที่ 2 ได้แก่ พยาบาลศาสตร์ โดย 6 ใน 10 อันดับแรกของสาขาที่มีผู้สมัครมากที่สุดเป็นสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ พยาบาลศาสตร์ และเภสัชศาสตร์ (ทปอ., 2563 อ้างถึงใน Admission Premium, 2563b)

แม้จะมีข้อมูลที่แสดงแนวโน้มว่านักเรียนไทยอาจมีความตั้งใจจะประกอบอาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์สูง นั่นคือ มีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์สูง แต่ยังเป็นที่น่าเคลือบแคลงใจว่าการแข่งขันในการเข้าเรียนทางสายวิทยาศาสตร์สามารถบ่งบอกถึงอัตลักษณ์ของนักเรียนได้จริงหรือไม่ นักเรียนชอบวิชาวิทยาศาสตร์ และรักที่จะประกอบอาชีพทางด้านนี้ด้วยใจจริง กล่าวคือ เป็นอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่สูงอย่างแท้จริงหรือไม่ ซึ่งปัญหาการเข้าใจอัตลักษณ์ของตนเองอย่างผิดไปจากความจริง สะท้อนให้เห็นผ่านการถูกพ้นสภาพ ย้ายสาขา การลาออกเพราะเรียนไม่ไหว การทำงานที่ไม่ตรงกับสาขาที่เรียนของนิสิต นักศึกษาในประเทศไทย ซึ่งมีแนวโน้มว่านักเรียนไทยเหล่านี้อยู่ภายใต้กระแสสังคมจนนำเอาค่านิยมต่าง ๆ ที่สังคมสร้างขึ้น มาสร้างเป็นอัตลักษณ์ของตน โดยที่ไม่ตรงความรักในอาชีพ ความสามารถและความถนัดของตน กล่าวคือ นักเรียนมีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์สูง แต่ไม่ตรงกับความเป็นตัวตนของเขา เขาไม่มีความเข้าใจเนื้อแท้ของวิชาวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง หรือมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์น้อย ความไม่ชัดเจนในอัตลักษณ์และความไม่เข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เกิดขึ้น อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ประเทศไทยขาดแคลนกำลังคนทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ ที่สามารถสร้างสรรค์นวัตกรรม และพัฒนาสังคมไทยของเราได้อย่างยั่งยืนตามสภาพที่คาดหวัง

ผู้วิจัยต้องการบ่งชี้ว่า ในบริบทไทย อิทธิพลจากคนรอบข้างอาจส่งผลต่ออัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (พัฒนา กิติอาษา, 2546, น. 52-53; ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ, 2553) มากเกินไป หรืออาจมากกว่าความเข้าใจตนของนักเรียนเอง ที่เข้าใจความถนัด ความชอบของตน นั่นคือ ไม่ได้เปรียบเทียบตนกับสิ่งที่วิทยาศาสตร์เป็น หรือธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากการมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่ส่งเสริมประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานว่า นักเรียนไทยส่วนใหญ่มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่ำ ดังผลการวิจัยหลายฉบับ อาทิ นพักษร สังวาลเพ็ชร์ (2558) อธิบายว่า จากการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 25 คน พบว่า ก่อนการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดในเรื่อง โครงสร้างอะตอม นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทุกประเด็น ซึ่งสอดคล้องกับ กมลรัตน์ ฉิมพาลี และคณะ (2560); กาญจณา มหาลี (2553); ชัยวัฒน์ ทองสุกใส (2558); ณภัทร พระโพธิ์วังซ้าย (2560); ธัชวุฒิ กงประโคน และ จิรดาวรรณ หันตุลา (2558); ลลิตา คำแก้ว (2558) ลลิตา มัณยานนท์ (2557); ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล (2555); สรารัตน์ สุขผ่องใส (2558) Chamrat (2009); Sangsa-ard et al. (2014) เป็นต้น

ทั้งนี้ ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่ำ อาจบ่งชี้ได้ว่านักเรียนขาดประสบการณ์การได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างที่วิทยาศาสตร์เป็น ผู้เรียนจึงไม่ได้รับรู้ตน จัดหมวดหมู่ตน ประเมินตน หรือเปรียบเทียบตนกับวิทยาศาสตร์ และส่งผลต่อการรับรู้อัตลักษณ์ของตนได้ สมมติฐานนี้มาจาก

งานวิจัยของ Barab and Hay (2001) และ Hughes et al. (2013) ซึ่งได้จัดการเรียนรู้ที่แสดงนัยถึงการส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยให้นักเรียนร่วมโครงการ หรือค่ายฝึกงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ กล่าวได้ว่าเป็นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย (implicit approach) ผลปรากฏว่าการจัดกิจกรรมดังกล่าวช่วยส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้จากการฝึกปฏิบัติงานอย่างนักวิทยาศาสตร์ตามสภาพจริง ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย ซึ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เปรียบเทียบตนกับวิทยาศาสตร์ในชุมชนของวิทยาศาสตร์ (scientific community)

ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาอัตลักษ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ยึดโยงกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นที่ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ งานวิจัยนี้เลือกจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน หรือบรรยากาศที่เป็นทางการ (formal environments) ด้วยความเหมาะสมด้านการจัดการ เวลา งบประมาณ และสถานที่ ดังที่นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอให้จัดการเรียนการสอนที่สะท้อนการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน หรือบรรยากาศที่เป็นทางการ (Archer et al., 2010; Bell et al., 2018) เพราะในทางปฏิบัติแล้วเป็นไปได้ยากที่จะจัดกิจกรรมทัศนศึกษา หรือจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้พบปะผู้เชี่ยวชาญในสถานที่ปฏิบัติงานจริง เพราะบางโรงเรียนมีความไม่เท่าเทียมด้านโอกาสในการเข้าถึงกิจกรรมการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์ (Archer et al., 2010) รวมไปถึงการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต้องใช้เวลา ดังนั้นการจัดกิจกรรมนอกสถานที่จึงอาจไม่เหมาะสม เพราะหาโอกาสที่ผู้เรียนจะได้ออกนอกสถานที่ค่อนข้างยากในทางปฏิบัติจริง (Barab & Hay, 2001; Bell et al., 2003)

ในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ครูสามารถออกแบบกิจกรรมได้ 2 แบบ ได้แก่ แบบอิงเนื้อหากับแบบไม่อิงเนื้อหา (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 178-194) และสามารถใช้แนวการสอน (teaching approach) ได้หลากหลายวิธี อาทิ การสอนแบบชัดแจ้งหรือแบบบ่งชี้ (explicit approach) (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 178; Abd-El-Khalick et al., 1998; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Khishfe, 2008; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002) การสอนแบบโดยนัย หรือแบบเป็นนัย (implicit approach) (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 178; Khishfe, 2008; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Schwartz et al., 2004) และการสอนแบบใช้ประวัติวิทยาศาสตร์ (historical approach) (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 178-179; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002)

ทั้งนี้ Abd-El-Khalick and Lederman (2000); Khishfe (2008); Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยแนวการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด (explicit and reflective approach) เป็นการสอนธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์โดยตรง และยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาสะท้อนคิด อภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน ทำให้นักเรียนประมวลความเข้าใจส่วนต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน ตรงประเด็น การสอนในลักษณะนี้จึงเป็นที่นิยมใช้ในการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพราะสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน มากกว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบโดยนัย และผู้วิจัยเลือกจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบอิงเนื้อหา เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้งเนื้อหา ทักษะ และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ เป็นการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการแทรกการอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าร่วมด้วย ซึ่งช่วยให้ประหยัดเวลาในการสอน และได้เห็นการบูรณาการเนื้อหาที่ชัดเจน (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 191-194)

ปัจจุบันยังไม่ปรากฏการศึกษาเกี่ยวกับอัตลักษณ์ที่แท้จริงของผู้เรียนโดยตรงอย่างชัดแจ้ง กล่าวคือ ขาดการศึกษาว่าอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่มีอยู่สอดคล้องกับธรรมชาติของผู้เรียนหรือไม่ อย่างไร และขาดการศึกษาว่าการจัดการเรียนรู้ธรรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด นอกจากจะช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติแล้ว ยังสามารถส่งเสริมการเข้าใจอัตลักษณ์ที่แท้จริงของตนเองของผู้เรียนหรือไม่ อย่างไร ซึ่งหากมีหลักฐานว่าอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง เมื่อผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดแล้วส่งผลให้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเปลี่ยนแปลง งานวิจัยนี้ จะเป็นแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของนักเรียนอย่างแท้จริง ไม่ได้เป็นเพียงอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับอิทธิพลจากสังคม หรือคนรอบข้างเป็นหลัก

ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาว่า นักเรียนไทยระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นช่วงวัยที่ต้องค้นพบและชัดเจนในอัตลักษณ์ของตนเอง เข้าใจอัตลักษณ์ของตนอย่างผิดไปจากตัวตนที่แท้จริง หรือสอดคล้องกับธรรมชาติของผู้เรียนหรือไม่ อย่างไร และการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดช่วยให้นักเรียนเข้าใจในอัตลักษณ์ที่แท้จริงของตนหรือไม่ อย่างไร ด้วยการศึกษาว่านักเรียนมีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดเป็นอย่างไร โดยเลือกกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากจังหวัดลำพูน ซึ่งคาดว่ายังคงมีนักเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำตามตัวอย่างงานวิจัยที่ได้เสนอข้างต้น และด้วยผู้วิจัยมีภูมิลำเนาอยู่ในบริเวณเป้าหมาย จึงมีความเข้าใจในบริบทสังคมและภาษาท้องถิ่นได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้สามารถเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพได้อย่างเข้าถึง และสามารถเก็บข้อมูลรายละเอียดได้ตรงกับสภาพจริงมากที่สุด

2. คำถามวิจัย

เนื่องจากปัจจุบันยังขาดการศึกษาว่า อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่มีอยู่สอดคล้องกับธรรมชาติของผู้เรียนหรือไม่ อย่างไร และขาดการศึกษาว่าการจัดการเรียนรู้ธรรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด นอกจากจะช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แล้ว ยังสามารถส่งเสริมการเข้าใจอัตลักษณ์ที่แท้จริงของตนเองของผู้เรียนหรือไม่อย่างไร ผู้วิจัยจึงมีคำถามวิจัย 2 ประการ ได้แก่

(1) อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นอย่างไร

(2) อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

3. วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์งานวิจัย 2 ประการ ได้แก่

(1) เพื่อศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

(2) เพื่อเปรียบเทียบอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. สมมติฐานการวิจัย

ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานว่านักเรียนไทยส่วนใหญ่มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่ำ (กมลรัตน์ ฉิมพาลี และคณะ, 2560; กาญจนา มหาลี, 2553; ชัยวัฒน์ ทองสุกใส, 2558; ณภัทร พระโพธิ์วังซ้าย, 2560; ธัชวุฒิ กงประโคน และ จิรดาวรรณ หันตุลา, 2558; ลลิตา คำแก้ว, 2558; ลลิตา มัณยานนท์2557; ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล, 2555; สรารัตน์ สุขผ่องใส, 2558; Chamrat, 2009; Sangsa-ard et al., 2014) ซึ่งความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่ำนั้นอาจหมายถึงผู้เรียนขาดประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างที่วิทยาศาสตร์เป็น ส่งผลต่ออัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีแนวโน้มไปในทิศทางที่สูง ซึ่งวิเคราะห์เบื้องต้นจากข้อมูลสถิติการสมัครเข้ามหาวิทยาลัยของนักเรียนในระบบ Thai University Center Admission System (TCAS) พ.ศ. 2562-2563 ไม่ได้เป็นค่าที่สูงตามความเป็นจริง กล่าวอีกนัยหนึ่งว่า การได้เรียนรู้ธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนรับรู้ตน จัดหมวดหมู่ตน ประเมินตน หรือเปรียบเทียบตนกับสิ่งที่วิทยาศาสตร์เป็น และส่งผลต่อการรับรู้อัตลักษณ์ของตนได้

สมมติฐานดังกล่าว มาจากงานวิจัยของ Barab and Hay (2001) และ Hughes et al. (2013) ซึ่งได้จัดการเรียนรู้ที่แสดงนัยถึงการส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยให้นักเรียนร่วมโครงการ หรือค่ายฝึกงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ กล่าวได้ว่าเป็นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย (implicit approach) ผลปรากฏว่าการจัดกิจกรรมดังกล่าวช่วยส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้

ผู้วิจัยเลือกจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน หรือบรรยากาศที่เป็นทางการ (formal environments) ด้วยความเหมาะสมด้านการจัดการ เวลา งบประมาณ และสถานที่ ทั้งนี้ Abd-El-Khalick and Lederman (2000); Khishfe (2008); Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) พบว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยแนวการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด (explicit and reflective approach) สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน มากกว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบโดยนัย สอดคล้องกับงานวิจัยไทยหลายงานวิจัย อาทิ กาญจนา มหาลี (2553); ชัยวัฒน์ ทองสุกใส (2558); นพักษร สังวาลเพ็ชร์ (2558); ลลิตา คำแก้ว (2558); สรารัตน์ สุขผ่องใส (2558) เป็นต้น ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้แนวการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดแล้วนักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีสมมุติฐานเพื่อนำสู่การวิจัยหาคำตอบคำถามวิจัย และตอบวัตถุประสงค์งานวิจัย ดังนี้

(1) ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดมีระดับสูงขึ้นมากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

(2) อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

(3) การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดช่วยให้นักเรียนรับรู้ เปรียบเทียบ หรือประเมินตนกับสิ่งที่วิทยาศาสตร์เป็นจนเกิดการเปลี่ยนแปลงอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ไปสู่ทิศทางที่สอดคล้องกับธรรมชาติของตน กล่าวได้ว่า อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีอยู่ก่อน อาจไม่ใช่อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงของนักเรียน

5. ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีขอบเขตงานวิจัยซึ่งประกอบด้วย

5.1 กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาวิจัย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนไทยระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน (สพม.ลปลพ) โดยเลือกโรงเรียนในเขตจังหวัดลำพูน เป็นตัวแทนโรงเรียนรัฐบาลทั่วไปของประเทศไทย ซึ่งยังคงมีนักเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ และด้วยผู้วิจัยมีภูมิลำเนาอยู่ในบริเวณเป้าหมาย จึงมีความเข้าใจในบริบทสังคมและภาษาท้องถิ่นได้เป็นอย่างดี สามารถเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพได้อย่างเข้าถึง และสามารถเก็บข้อมูลรายละเอียดได้ตรงกับสภาพจริงมากที่สุด อีกทั้งเหตุผลด้านการอนุญาตให้เข้าเก็บข้อมูลและโรงเรียนมีชั่วโมงที่สามารถให้ผู้วิจัยเข้าทำงานวิจัยได้

5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มี 3 ตัวแปร ดังนี้

5.2.1 ตัวแปรต้น หรือตัวแปรจัดกระทำ ได้แก่

(1) การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด (explicit and reflective approach to teaching the nature of science)

5.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

(1) อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (science identity)

(2) ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (understanding nature of science)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2564 (เดือน พฤศจิกายน ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2564)

5.4 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาหน่วยการเรียนรู้เรื่อง โครงสร้างอะตอม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม รายวิชาเคมี ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เหตุผลในการเลือกเนื้อหาดังกล่าว เพราะเนื้อหาเรื่องโครงสร้างอะตอม มีการแสดงพัฒนาการ หรือวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านเรื่องราวประวัติการพัฒนาโครงสร้างอะตอมของนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน เหมาะสมที่จะใช้สอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด เพื่อให้นักเรียนได้เห็นการปฏิบัติงานเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

(นพักษร สังวาลเพ็ชร์, 2558; Chamrat, 2009) อีกทั้ง เนื้อหานี้สอดคล้องกับหลักสูตรของทางโรงเรียนที่จัดให้กับนักเรียนในรายวิชาเคมีในช่วงเวลาที่ผู้วิจัยเข้าไปเก็บข้อมูล

6. คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

งานวิจัยนี้กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการไว้ 3 ประการ ได้แก่

(1) **อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (science identity: SID)** หมายถึง การที่นักเรียนระบุระดับการรับรู้ตน หรือการจัดหมวดหมู่ตนว่าเป็นบุคคลที่อยู่ในสาขา หรืออาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้โดยแบบวัดรูปแบบมาตรวัด 4 ระดับ (four-item Likert scale) ได้แก่ 4 = มากที่สุด, 3 = มาก, 2 = น้อย, และ 1 = น้อยที่สุด ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยปรับจากแนวคิดและข้อคำถามของ Vincent-Ruz and Schunn (2018) ซึ่งผู้วิจัยกำหนดโครงสร้างในการวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 3 ข้อบ่งชี้ ได้แก่

(1.1) **การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (perceived science identity: PSID)**

หมายถึง การที่นักเรียนระบุระดับการจัดหมวดหมู่ตนว่าเป็นผู้ที่อยู่ในสาขา หรืออาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ผ่านมุมมองของตน และผ่านมุมมองของผู้อื่น ได้แก่ เพื่อน ผู้ปกครอง และครู มีข้อบ่งชี้ 2 ประเด็น ได้แก่

(1.1.1) การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง (perceived personal science identity: PSID 1) หมายถึง การที่นักเรียนระบุระดับการรับรู้ตน หรือการจัดหมวดหมู่ตนผ่านมุมมองของตนที่เกิดจากประสบการณ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ว่าเป็นผู้ที่อยู่ในสาขา หรืออาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์

(1.1.2) การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์จากผู้อื่น (perceived recognized science identity: PSID 2) หมายถึง การที่นักเรียนระบุระดับการจัดหมวดหมู่ตนผ่านมุมมองของผู้อื่น ได้แก่ เพื่อน ผู้ปกครอง และครู ที่มองว่านักเรียนเป็นผู้ที่อยู่ในสาขา หรืออาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการรับรู้จากประสบการณ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

(1.2) **เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (attitude toward science: ATS)**

หมายถึง การที่นักเรียนระบุระดับความรู้สึก ค่านิยม ความเชื่อ การรับรู้ และการยึดถือของนักเรียน ในคุณค่าของงานด้านวิทยาศาสตร์ รวมถึงผลกระทบในด้านต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อตนเองและต่อสังคม ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย แบ่งเป็น 3 มุมมอง/มิติ ได้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(1.2.1) ความหลงใหลในวิทยาศาสตร์ (fascination in science: ATS 1) หมายถึง การที่นักเรียนระบุระดับความสนใจ ผลกระทบเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์ ความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ และเป้าหมายในการแสวงหาและฝึกฝนทักษะ รวมถึงแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์

(1.2.2) ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ (Values science: ATS 2) หมายถึง การที่นักเรียนระบุระดับคุณค่าความสำคัญของความรู้วิทยาศาสตร์ และการปฏิบัติในสิ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ทั้งสิ่งที่เป็นประโยชน์ส่วนบุคคล และประโยชน์ต่อสังคม

(1.2.3) การรับรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง (competency beliefs in science: ATS 3) หมายถึง การที่นักเรียนระบุระดับความเชื่อในความสามารถของตนเองว่าสามารถประสบความสำเร็จในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ และความเชื่อในตนเองว่ามีทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถใช้ปฏิบัติได้เป็นอย่างดีในกิจกรรมเฉพาะต่าง ๆ

(1.3) **ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทางเลือก (optional science learning experiences: OSLE)** หมายถึง การที่นักเรียนระบุระดับความต้องการที่จะมีส่วนร่วมในประสบการณ์การเรียนรู้ทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ทั้งจากที่บ้าน ที่โรงเรียน หรือในสถานที่อื่น ๆ ในอนาคต และการที่นักเรียนระบุระดับประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเคยสัมผัส ทั้งที่เป็นทางการ และไม่เป็นทางการ มีข้อบ่งชี้ 2 ประเด็น ได้แก่

(1.3.1) การเลือกเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ (choice preferences: OSLE 1) หมายถึง การที่นักเรียนระบุระดับความต้องการที่จะมีส่วนร่วมในประสบการณ์การเรียนรู้ทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ทั้งจากที่บ้าน โรงเรียน หรือสถานที่อื่น ๆ ในอนาคต

(1.3.2) ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (science experiences: OSLE 2) หมายถึง การที่นักเรียนระบุระดับประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเคยสัมผัส ทั้งที่เป็นทางการ และไม่เป็นทางการ

(2) ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (understanding nature of science) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการอธิบายลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ AAAS (1990) ประกอบด้วย 3 ขอบข่าย ได้แก่

(2.1) โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ (scientific worldview: NOS 1)

(2.1.1) โลกเป็นเรื่องที่สามารถเข้าใจได้ (the world is understandable: NOS 1.1)

(2.1.2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (scientific ideas are subject to change: NOS 1.2)

(2.1.3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน (scientific knowledge is durable: NOS 1.3)

(2.1.4) วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์แก่คำถามทุกคำถามได้ (science cannot provide complete answers to all questions: NOS 1.4)

(2.2) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry: NOS 2)

(2.2.1) วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน (science demands evidence: NOS 2.1)

(2.2.2) วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลกับจินตนาการ (science is a blend of logic and imagination: NOS 2.2)

(2.2.3) วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและคำทำนาย (science explains and predicts: NOS 2.3)

(2.2.4) นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ (scientists try to identify and avoid bias: NOS 2.4)

(2.2.5) วิทยาศาสตร์ไม่ใช่เรื่องการเชื่อฟังผู้มีอำนาจหรือเผด็จการ (science is not authoritarian: NOS 2.5)

(2.3) กิจการทางวิทยาศาสตร์ (scientific enterprise: NOS 3)

(2.3.1) วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน (science is a complex social activity: NOS 3.1)

(2.3.2) วิทยาศาสตร์ได้ถูกจัดระบบอยู่ในเนื้อหาวิชาสาขาต่าง ๆ และมีการดำเนินการในสถาบันต่าง ๆ (science is organized into content disciplines and is conducted in various institutions: NOS 3.2)

(2.3.3) การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณ (there are generally accepted ethical principles in the conduct of science: NOS 3.3)

(2.3.4) นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในกิจกรรมสาธารณะทั้งในฐานะผู้เชี่ยวชาญและเป็นพลเมือง (scientists participate in public affairs both as specialists and as citizens: NOS 3.4)

ซึ่งวัดโดยแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก ได้แก่ เห็นด้วย และไม่เห็นด้วย โดยหากไม่เห็นด้วยให้เลือกข้อความคำอธิบายเหตุผลประกอบ และแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก ได้แก่ เห็นด้วย และไม่เห็นด้วย โดยหากไม่เห็นด้วยให้เขียนข้อความคำอธิบายเหตุผลประกอบ ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาจาก กาญจนา มหาลี (2553) แล้วแปลค่าเป็นระดับคะแนน

(3) การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ครูนำนักเรียนอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยตรง หรืออย่างชัดแจ้ง และยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาสะท้อนคิด อภิปรายร่วมกันกับนักเรียน ทั้งในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และภายหลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยในงานวิจัยนี้ จัดกิจกรรมโดยอิงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ สาระเคมี เรื่อง โครงสร้างอะตอม และใช้แผนการจัดการเรียนรู้ 6 แผน ที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตาม 3 ขอบข่ายของ AAAS (1990) โดยใช้เวลาสอน 15 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้จาก นพักษร สังวาลเพ็ชร์ (2558) และ Chamrat (2009)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดที่มีต่ออัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้เสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับหัวข้อ ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1: อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

1. นิยามของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์
2. แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับอัตลักษณ์ และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์
3. ความสำคัญและประโยชน์ของการศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์
4. แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์
5. การวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2: ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. นิยามของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. ขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
3. ความสำคัญและประโยชน์ของการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
4. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
5. การวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3: งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 4: กรอบแนวคิดการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

1. นิยามของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

Stets and Burke (2000) อธิบายว่า “อัตลักษณ์” (identity) คือ องค์ประกอบของมุมมองเกี่ยวกับตนเอง (self-views) ซึ่งเกิดจากการมีส่วนร่วมในกิจกรรมบางอย่าง หรือการจัดหมวดหมู่ตนเอง (self-categorization) ในแง่ของการเป็นสมาชิกในชุมชน หรือบทบาทหนึ่ง ๆ กล่าวคือ เป็นการจัดหมวดหมู่ว่าบุคคลนั้นคือใคร และตำแหน่งที่บุคคลจะสัมพันธ์กับผู้อื่น (Owens, 2003 อ้างถึงใน ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ, 2553, น. 24) สอดคล้องกับ Stryker (1992, p. 873, อ้างถึง

ใน ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ, 2553, น. 24) ซึ่งอธิบายว่า “อัตลักษณ์” (identity) คือ “การรู้คิดเกี่ยวกับตนเอง (self-cognitions) ที่เกี่ยวข้องกับบทบาท และตำแหน่งในระบบความสัมพันธ์ทางสังคมของบุคคล”

ปัจจุบันนี้ มีการศึกษาอัตลักษณ์อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการวิจัยทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ ซึ่งศึกษาผ่านตัวแปรที่มีชื่อว่า “อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์” (science identity) โดยนักวิจัยทางการศึกษาวิทยาศาสตร์จากศูนย์ความก้าวหน้าของการศึกษาวิทยาศาสตร์ตามอัธยาศัย (Center for Advancement of Informal Science Education: CAISE) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้อธิบายว่า “เราอาจนิยามได้ว่า อัตลักษณ์ คือ การที่ผู้คนตอบคำถามตัวเองว่า “ฉันคิดว่าฉันเป็นใคร” (who do I think I am) หรือ “ฉันสามารถเป็นใครได้” (who can I be) “ส่วนไหนที่ฉันเหมาะจะอยู่ได้บ้าง” (where do I belong) และ “ฉันคิดว่าคนอื่นมองฉันว่าเป็นอย่างไร” (how do I think other people see me)” ดังนั้น อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นการที่บุคคลตอบคำถามตัวเองว่า ฉันคิดว่าฉันเป็นใคร (who do I think I am) หรือ ฉันสามารถเป็นใครได้ (who can I be) ส่วนไหนที่ฉันเหมาะจะอยู่ได้บ้าง (where do I belong) และฉันคิดว่าคนอื่นมองฉันว่าเป็นอย่างไร (how do I think other people see me) เกี่ยวกับสาขา หรืออาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ (Bell et al., 2018) เช่นกันกับ Brickhouse (2001) ซึ่งอธิบายว่า อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (science identity) คือ “ความรู้สึกของผู้เรียนว่าเขาคือใคร” “พวกเขาเชื่อว่าตนเองมีความสามารถอะไรบ้าง” และ “ต้องการทำอะไรเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์” และสอดคล้องกับนักวิจัยหลายท่าน อาทิ Carlone and Johnson (2007); Lee (1998, 2002); Merolla et al. (2012) ซึ่งอธิบายว่า การที่บุคคลมีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ คือ การที่บุคคลมองตนเองในแง่ของการเป็นนักวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ การมองว่าตนเองเป็นนักเรียนวิทยาศาสตร์หรือไม่ โดย Shanahan (2009) อธิบายเพิ่มเติมว่า “อัตลักษณ์” (identity) เกี่ยวข้องกับการพิจารณาอย่างกว้าง ๆ ว่า “นักเรียนเป็นใคร และทำไมพวกเขาถึงเลือกที่จะเข้าร่วม หรือปฏิเสธการเรียนในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ โดยรู้ตัวหรือไม่รู้ตัว”

อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นการมองเห็นว่าตนเองสามารถเป็นผู้มีส่วนร่วมในวิทยาศาสตร์ได้ตามธรรมชาติของตน อาทิ ความสามารถ ความสนใจ เชื้อชาติ เพศ และวัฒนธรรม (Brickhouse et al., 2000; Carlone & Johnson, 2007; Ong et al., 2011; Polman & Miller, 2010) ซึ่งอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นได้ทั้งการมองตนเองผ่านประสบการณ์ทางวิทยายาศาสตร์ที่เคยเกิดขึ้นในชีวิต และการรับรู้จากผู้อื่นในบริบทสังคมของตน (Bell et al., 2018; Carlone & Johnson, 2007)

สรุปได้ว่า อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ คือ การรับรู้ตน หรือการจัดหมวดหมู่ตนว่าเป็นบุคคลที่อยู่ในสาขา หรืออาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์

2. แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับอัตลักษณ์ และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

ส่วนนี้ ได้อธิบายทฤษฎี รวมถึงกรอบแนวคิดจากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับอัตลักษณ์ ดังนี้

2.1 ทฤษฎีอัตลักษณ์

2.2 ทฤษฎีของ Erickson

2.3 ทฤษฎีของ Maslow

2.4 ทฤษฎีของ Rogers

และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

2.5 กรอบแนวคิดในการอธิบายอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

อธิบายรายละเอียด ดังนี้

2.1 ทฤษฎีอัตลักษณ์

อภิญญา เฟื่องฟูสกุล (2543, อ้างถึงใน วรวุฒิ สุภาพ, 2552) กล่าวว่า อัตลักษณ์ (identity) มีจุดเริ่มต้นและพัฒนาขึ้นมาในสำนักคิดกลุ่มปฏิสัมพันธ์เชิงสัญลักษณ์ (symbolic interaction) โดย Georg Herbert Mead ซึ่งอธิบายถึง ตัวตน (the self)

Jones and McEwen (2000) อธิบายว่า อัตลักษณ์ (identity) เป็นการกล่าวถึง “ความรู้สึกหลักต่อตนเอง หรือตัวตนของบุคคลหนึ่ง ๆ” (a core sense of self or one’s personal identity) “ซึ่งได้รับอิทธิพลจากหลายมิติ ทั้งมิติข้อมูลประจำตัวที่สำคัญ เช่น เชื้อชาติ รสนิยมทางเพศ ศาสนา เป็นต้น และมิติบริบท เช่น ภูมิหลังครอบครัว ประสบการณ์ชีวิต เป็นต้น” สอดคล้องกับ พัฒนา กิติอาษา (2546) และ Woodward (1997, อ้างถึงใน วรวุฒิ สุภาพ, 2552) ว่าอัตลักษณ์ คือ การรับรู้ตน หรือการนิยามตนเองว่า “ฉันเป็นใคร” “มีความเป็นมาอย่างไร” “เหมือน หรือแตกต่างจากคนอื่นอย่างไร” “ใช้สิ่งใดเป็นสัญลักษณ์ หรือเครื่องหมายแสดงอัตลักษณ์”

พัฒนา กิติอาษา (2546); Schaefer (1995, อ้างถึงใน วรวุฒิ สุภาพ, 2552); Woodward (1997, อ้างถึงใน วรวุฒิ สุภาพ, 2552) อธิบายอย่างสอดคล้องกันว่า “อัตลักษณ์” (identity) คือ การรับรู้ซึ่งเกิดจากการที่บุคคล หรือกลุ่มคนได้มีปฏิสัมพันธ์ในสังคมภายใต้สภาวะสังคมของตน ทำให้เกิดการเปรียบเทียบตนเองกับผู้อื่นว่ามีสิ่งใดเหมือน สิ่งใดแตกต่าง เกิดการเรียนรู้และตอบสนองเพื่อให้เป็นที่ยอมรับ

Merolla et al. (2012) กล่าวว่า อัตลักษณ์เป็นส่วนหนึ่งของแต่ละบุคคล ซึ่งบุคคลตั้งอยู่บนพื้นฐานของการมีส่วนร่วมในเครือข่ายความสัมพันธ์ทางสังคม และบทบาทของตน โดยอัตลักษณ์ แบ่งออกเป็น 2 บทบาทที่แตกต่างกัน ได้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(1) อัตลักษณ์ทางสังคม (social identity) คือ การระบุตัวตนของบุคคลในฐานะสมาชิกของหมวดหมู่ทางสังคม เช่น ชาวอเมริกัน ผู้หญิง เป็นต้น

(2) อัตลักษณ์บุคคล (person identity) คือ มุมมองของแต่ละบุคคลว่าตนเองมีลักษณะเฉพาะ เช่น เป็นคนดี เป็นต้น

นอกจากนี้ อัตลักษณ์ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ระดับ (ประสิทธิ์ ลีปรีชา, 2547 อ้างถึงใน วรวุฒิ สุภาพ, 2552) ได้แก่

(1) อัตลักษณ์ระดับปัจเจกบุคคล (individual Identity) คือ การรับรู้ หรือการมองตนเองระดับบุคคล ในฐานนะสมาชิกหน่วยหนึ่งของสังคม เช่น เพศ ชาติพันธุ์ เชื้อชาติ ถิ่นกำเนิด ชนชั้น ศาสนา อาชีพ เป็นต้น

(2) อัตลักษณ์ร่วมของกลุ่ม (collective Identity) คือ อัตลักษณ์ที่มีความเหมือนกันในกลุ่ม หรือสังคมนั้น เช่น เทศกาล วัฒนธรรม ประเพณี ค่านิยมของสังคม เป็นต้น เป็นลักษณะร่วมของบุคคล หรือกลุ่มคนในสังคม ที่ทำให้สมาชิกในสังคมรับรู้ว่า “พวกเรา” ต่างจาก “พวกเขา” อย่างไร

จากข้างต้น อัตลักษณ์ มีรากฐานมาจากความสัมพันธ์ทางสังคม อภิญญา เฟื่องฟูสกุล (2546, อ้างถึงใน วรวุฒิ สุภาพ, 2552) กล่าวว่า ตัวตนสามารถยืดขยายได้ตามขอบเขตที่ตัวเรามีต่อสิ่งอื่น ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้ที่อัตลักษณ์จะเปลี่ยนแปลง เมื่อเวลาผ่านไป Serpe and Stryker (1987, p. 46, as cited in Merolla et al., 2012) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ทางสังคมมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในตัวเอง สอดคล้องกับ พัฒนา กิติอาษา (2546); ประสิทธิ์ ลีปรีชา (2547, อ้างถึงใน วรวุฒิ สุภาพ, 2552); Hall (1990, อ้างถึงใน วรวุฒิ สุภาพ, 2552) ซึ่งอธิบายว่า อัตลักษณ์ขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางสังคม ซึ่งเป็นสิ่งที่กำหนดบทบาท หน้าที่ของบุคคล หรือกลุ่มคนที่เป็นสมาชิกอยู่ อัตลักษณ์ไม่ได้มีความหมายที่เกิดขึ้นเองได้โดยอัตโนมัติ แต่ถูกสร้างขึ้นและเป็นพลวัตอยู่ตลอดเวลา กล่าวคือ อัตลักษณ์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และสังคมที่มีบริบทต่างกัน อัตลักษณ์ของตนย่อมมีความแตกต่างกัน

กล่าวโดยสรุปได้ว่า อัตลักษณ์ (identity) คือ การรับรู้ตนเอง หรือการนิยามตนเองว่าบุคคล หรือกลุ่มคนนั้นคือใคร โดยการรับรู้นี้เกิดจากการที่บุคคล หรือกลุ่มคนได้มีปฏิสัมพันธ์ในสังคมภายใต้สภาวะสังคมของตน ทำให้เกิดการเปรียบเทียบตนเองกับผู้อื่น โดยอัตลักษณ์ แบ่งเป็น 2 บทบาทที่แตกต่างกัน ได้แก่ 1. อัตลักษณ์ทางสังคม (social identity) และ 2. อัตลักษณ์บุคคล (person identity) และพิจารณาได้ 2 ระดับ ได้แก่ 1. อัตลักษณ์ระดับปัจเจกบุคค (individual Identity) และ 2. อัตลักษณ์ร่วมของกลุ่ม (collective Identity) โดยอัตลักษณ์นั้นแตกต่างกันตามบริบทสังคม และไม่ได้มีความหมายที่เกิดขึ้นเองได้โดยอัตโนมัติ แต่ถูกสร้างขึ้นและเป็นพลวัตอยู่ตลอดเวลา กล่าวคือ อัตลักษณ์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

2.2 ทฤษฎีของ Erickson

ขวัญใจ ฤทธิ์คำรพ (2554, น. 13-16) อธิบายทฤษฎีจิตสังคมของอิริคสัน (Erikson's psychosocial theory) โดยอ้างถึง Erikson (1963) Jordan and Porath (2006) และ Smith (1998) ซึ่งมีการอธิบายถึงขั้นพัฒนาการทางจิตสังคม (stages of psychosocial development) ว่า พัฒนาการทางบุคลิกภาพ หรือความเป็นตัวตนนั้นมี 8 ขั้นตอน ที่เกิดขึ้นตั้งแต่วัยทารกถึงวัยชรา เพราะมนุษย์นั้นมีพัฒนาการการเปลี่ยนแปลงภายในตนเอง เพื่อปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม หากสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จก็จะเกิดความรู้สึกที่ดี แต่หากแก้ปัญหาไม่ได้จะเกิดความรู้สึกที่ไม่ดี พัฒนาการทางบุคลิกภาพ 8 ขั้นตอน มีดังนี้

ขั้นที่ 1 ความรู้สึกไว้วางใจหรือรู้สึกไม่วางใจ (Basic Trust vs. Basic Mistrust)

เริ่มต้นตั้งแต่วัยแรกเกิดถึง 2 ปี ในขั้นนี้เด็กจะตัดสินใจว่าโลกนี้ไว้วางใจได้หรือไม่ ซึ่งสภาพแวดล้อมและการเลี้ยงดูเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง การที่เด็กได้รับความสุขสบายทางร่างกาย การดูแลเอาใจใส่ที่มากเพียงพอ จะช่วยให้เด็กเกิดความมั่นใจ และมีความไว้วางใจในสภาพแวดล้อมของตน

ขั้นที่ 2 ความรู้สึกเชื่อมั่นในตนหรือสงสัยไม่แน่ใจในความสามารถของตน (Autonomy vs. Shame and Doubt)

เริ่มต้นตั้งแต่วัย 2-3 ปี เมื่อเด็กไว้วางใจต่อสภาพแวดล้อมแล้วเด็กจะแสดงความอยากรู้อยากเห็น มีการพัฒนาบุคลิกภาพในความเป็นตัวของตัวเอง (Autonomy) หรือความละอายสงสัย (Shame and Doubt) ในขั้นนี้ผู้ปกครองควรช่วยให้เด็กเป็นอิสระ พึ่งพาตนเอง รู้จักใช้คำพูดอธิบายว่าสิ่งไหนทำได้หรือไม่ได้ มากกว่าการดุหรือการทำให้ ซึ่งจะทำให้เด็กเกิดความละอาย สงสัยในตนเอง และไม่เชื่อมั่นในตนเอง

ขั้นที่ 3 การเป็นผู้นำริเริ่มหรือรู้สึกผิด (Initiative vs. Guilt)

เริ่มต้นตั้งแต่วัย 3-5 ปี ในขั้นนี้เด็กจะเลียบแบบผู้ใหญ่ มีความกระตือรือร้น ความอยากรู้อยากเห็น และจะพยายามทำสิ่งต่าง ๆ ซึ่งการเล่นของเด็กจะช่วยพัฒนากล้ามเนื้อ และการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการอยากทำสิ่งใด ๆ ด้วยตนเอง การที่เด็กได้พยายามทำสิ่งต่าง ๆ ให้สำเร็จด้วยตัวเอง จะช่วยให้เด็กเกิดการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในทางตรงกันข้ามหากได้รับแต่สิ่งติเตียนในทุกครั้งที่ไม่ประสบผลสำเร็จ จะทำให้เด็กเกิดความรู้สึกผิด

ขั้นที่ 4 ความรู้สึกประสบความสำเร็จหรือรู้สึกด้อย (Industry vs. Inferiority)

เริ่มต้นตั้งแต่วัย 6-12 ปี ในขั้นนี้เด็กจะมีพัฒนาการทางด้านสติปัญญาและร่างกาย สามารถคิดอย่างมีเหตุผลมากขึ้น การที่ได้สร้างผลงาน หรือทดลองในสิ่งต่าง ๆ จะช่วยให้เกิดการรับรู้ความสามารถของตน และเกิดความรู้สึกนับถือตนเอง เกิดความเชื่อมั่นว่าจะประสบความสำเร็จ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในอนาคต ในทางตรงกันข้าม หากเด็กประสบแต่สิ่งล้มเหลวจะส่งผลให้เกิดความสงสัยในคุณค่าและความสามารถของตนเอง

ขั้นที่ 5 การรู้อัตลักษณ์ตนเองหรือการสับสนในอัตลักษณ์ตนเอง (Identity vs. Role Confusion)

เริ่มต้นตั้งแต่วัย 12-18 ปี จะเป็นช่วงที่มีการเจริญเติบโต และมีวุฒิภาวะเข้าสู่วัยรุ่น เริ่มมีความคิดแบบผู้ ใหญ่ ต้องการการยอมรับจากสังคม ให้ความใส่ใจต่อภาพที่ตนเองรับรู้และผู้อื่นรับรู้เกี่ยวกับตนเอง พยายามค้นหาเป้าหมายของตนเอง จนกลายเป็นอัตลักษณ์ของบุคคล หากบุคคลไม่ประสบความสำเร็จในขั้นนี้ จะส่งผลให้ไม่รู้จักว่าตนเองเป็นใคร มีเป้าหมายอะไร และเกิดการเลียนแบบ หรือนำเอาบทบาทของผู้อื่นในสังคมมาเป็นของตนเอง

ขั้นที่ 6 ความรู้สึกใกล้ชิดผูกพันหรือความรู้สึกอ้างว้าง (Intimacy vs. Isolation)

เริ่มต้นในวัยผู้ใหญ่ตอนต้น ในขั้นนี้บุคคลจะเริ่มรู้จักเป้าหมายของตน ผูกพันกับเพื่อนเพศเดียวกันและพร้อมสัมพันธ์กับเพื่อนต่างเพศ นำไปสู่ความใกล้ชิดและการแต่งงาน หากประสบความสำเร็จในขั้นนี้จะทำให้บุคคลมั่นใจในตนเอง และปรับตัวเข้ากับผู้อื่นได้

ขั้นที่ 7 ความรู้สึกเป็นห่วงคนรุ่นหลังหรือความรู้สึกคิดถึงแต่ตนเอง (Generativity vs. Stagnation)

เริ่มต้นในวัยกลางคน ในขั้นนี้บุคคลจะเริ่มมีความห่วงใยเพื่อนร่วมโลก และคนรุ่นหลัง หากประสบความสำเร็จจะทำให้รู้จักความรับผิดชอบต่อบทบาทหน้าที่ของตน และพึงพอใจในชีวิตของตน หากไม่ประสบความสำเร็จจะไม่รับผิดชอบต่อสังคม รู้สึกว่าตนมีปมด้อย และขาดความกระตือรือร้น

ขั้นที่ 8 ความรู้สึกพอใจในตนเองหรือสิ้นหวังและไม่พอใจในตนเอง (Ego Integrity vs. Despair)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เริ่มต้นในวัยชรา ในขั้นนี้บุคคลจะผ่านประสบการณ์ทั้งหมดตลอดขั้นที่ 1-7 ซึ่งการประสบความสำเร็จในขั้นต่าง ๆ จะส่งผลให้บุคคลยอมรับว่าชีวิตของตนเองนั้นดี เกิดความพึงพอใจในชีวิต ใช้ชีวิตอย่างมีความสุข และไม่กลัวที่จะต้องตาย

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ทฤษฎีพัฒนาการทางบุคลิกภาพ 8 ขั้นตอน ของ Erickson อธิบายว่า การรับรู้ถึงอัตลักษณ์ของตนเองเป็นสิ่งที่สำคัญ โดยเฉพาะเริ่มตั้งแต่ช่วงวัย 12-18 ปี (ผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา) เพราะจะส่งผลให้บุคคลรับรู้ว่าตนเองเป็นใคร มีเป้าหมายอะไร ซึ่งการที่ผู้เรียนมีอัตลักษณ์ที่ชัดเจน จะส่งผลต่อความมุ่งมั่นที่จะประสบความสำเร็จ และเป็นที่ยอมรับนับถือของสังคม

2.3 ทฤษฎีของ Maslow

ขวัญใจ ฤทธิ์คำรพ (2554, น. 16-18) อธิบายทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการของมาสโลว์ (Maslow's hierarchy of needs theory) (รูปภาพที่ 1) โดยอ้างถึง Maslow (1987) และ Santrock (2005) ว่า มนุษย์มีบุคลิกภาพที่แตกต่างกันไปตามแรงจูงใจที่แตกต่างกัน โดยแรงจูงใจที่เกิดขึ้นมาจากความต้องการของมนุษย์ ซึ่งเริ่มจากความต้องการขั้นต่ำสุด คือ ความต้องการพื้นฐานของร่างกาย จนถึงขั้นสูงสุด คือ ความต้องการรู้จักตนเอง Maslow ได้อธิบาย ลำดับขั้นความต้องการของมนุษย์ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ความต้องการทางร่างกาย (Psysiological Needs) เป็นความต้องการพื้นฐานเพื่อความอยู่รอด เช่น อาหาร ยา ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม เป็นต

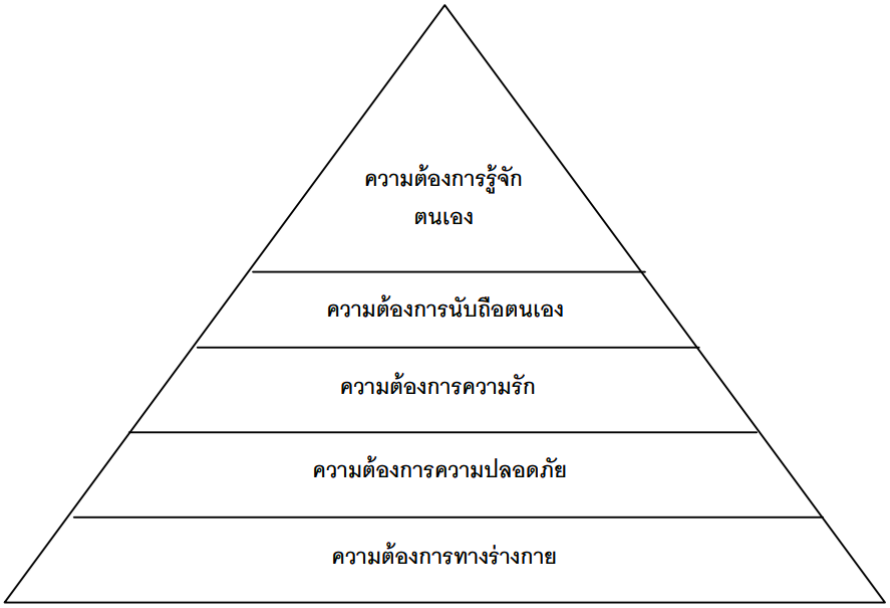
ขั้นที่ 2 ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (Safety Needs) เป็นความต้องการที่จะอยู่รอดปลอดภัย ปราศจากอันตราย

ขั้นที่ 3 ความต้องการความรัก (Love and Belonging Needs) เป็นความต้องการความรัก ความสัมพันธ์ และการเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ความต้องการการนับถือตนเองรู้สึกว่าตนเองมีค่า (Esteem Needs) เป็นความต้องการที่จะประสบความสำเร็จ ต้องการการมีเกียรติ และเป็นที่นับถือ

ขั้นที่ 5 ความต้องการที่จะรู้จักตนเองตามสภาพที่แท้จริงและพัฒนาตามศักยภาพของตน (Needs for Self-Actualization) เป็นความต้องการความสมบูรณ์ของชีวิต ซึ่งเกี่ยวกับศักยภาพสูงสุดของบุคคล และการตระหนักถึงศักยภาพนั้น กล่าวคือ ความต้องการที่จะรู้จักตนเอง เป้าหมายของตนเอง และต้องการประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการของ Maslow อธิบายว่าความต้องการสูงสุดของมนุษย์คือ ความต้องการที่จะรู้จักตนเองตามศักยภาพของตนและพัฒนาตามศักยภาพของตน ซึ่งการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น การได้รับการยกย่องจากสังคม รวมถึงประสบการณ์ความสำเร็จและความล้มเหลว จะส่งผลให้บุคคลรับรู้ถึงอัตลักษณ์ที่แท้จริงของตนได้



รูปภาพที่ 1 ทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการของ Maslow (Maslow' s Hierarchy Needs) (Santrock, 2005, p. 430 อ้างถึงใน ขวัญใจ ฤทธิ์คำรพ (2554, น. 17)

2.4 ทฤษฎีของ Rogers

ขวัญใจ ฤทธิ์คำรพ (2554, น. 18-20) อธิบายถึงทฤษฎีมนุษยนิยมของโรเจอร์ส (Rogers' humanistic theory) โดยอ้างถึง Rogers (1951, 1961) และ Santrock (2005) ว่าบุคคลจะเกิดการรับรู้ตนเองจากประสบการณ์ ซึ่งเป็นสิ่งสำนึกรู้เฉพาะตน (phenomenal field)

พฤติกรรมของแต่ละบุคคลจึงต่างกันตามประสบการณ์ที่เคยได้รับ ซึ่งบุคคลจะประเมินตนเองใน 2 ลักษณะ ได้แก่

(1) ตัวตนที่เป็นจริง (real self) คือ การรับรู้ตนเองที่ตรงกับสภาพความเป็นจริง

(2) ตัวตนในอุดมคติ (ideal self) คือ ตัวตนที่บุคคลอยากจะเป็น

ตัวตนทั้งสอง ดังกล่าวมา เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสภาพแวดล้อมรอบตัว ยิ่ง 2 ตัวตน มีความสอดคล้องกันมากเพียงใด จะส่งเสริมให้เกิดเป็นบุคลิกภาพของบุคคลและเกิดการมุ่งสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ทฤษฎีมนุษยนิยมของ Rogers อธิบายว่า บุคคลจะเกิดการรับรู้ตนเองจากประสบการณ์ ทำให้บุคคลประเมินตนเองใน 2 ลักษณะ ได้แก่ ตัวตนที่เป็นจริง และตัวตนในอุดมคติ ยิ่ง 2 ตัวตน มีความสอดคล้องกันมากเพียงใด จะส่งเสริมให้เกิดเป็นบุคลิกภาพของบุคคลและเกิดการมุ่งสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้

2.5 กรอบแนวคิดในการอธิบายอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

2.5.1 แบบจำลองอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของ Carlone and Johnson (2007)

Carlone and Johnson (2007) อธิบายว่า ผู้ที่มีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์อย่างแข็งขัน หรือระดับสูง (strong science identity) จะมีสมรรถนะ (competence) ดังนี้

(1) เป็นผู้ที่แสดงให้เห็นถึงการรู้อย่างมีความหมาย เข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ และมีแรงจูงใจที่จะเข้าใจโลกของวิทยาศาสตร์

(2) เป็นผู้มีทักษะที่จำเป็นในการแสดงออกให้คนอื่นเห็นว่า เขามีความสามารถในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เช่น สามารถใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ มีความคล่องแคล่วในการพูดคุย และแสดงออกทางวิทยาศาสตร์รูปแบบต่าง ๆ และมีการโต้ตอบในสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ทั้งที่เป็นทางการ และไม่เป็นทางการ

(3) เป็นผู้ยอมรับตนเอง และได้รับการยอมรับจากผู้อื่นในฐานะที่เป็น “บุคคลวิทยาศาสตร์” (science person)

ทั้งนี้ Carlone and Johnson (2007) สร้างแบบจำลองอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (ดังรูปภาพที่ 2) จากทฤษฎีอัตลักษณ์ของจี (Gee’s theory of identity) เพื่ออธิบายลักษณะของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้ 3 มิติที่สัมพันธ์กัน ได้แก่ 1. สมรรถนะ (competence) 2. การปฏิบัติ (performance) และ 3. การยอมรับ (recognition) ซึ่งได้อธิบายไว้ ดังนี้

Gee (1999, 2000) อธิบายว่า ในการกล่าวถึงอัตลักษณ์นั้นมีบางส่วนที่กล่าวถึงว่า “บุคคลที่ใครคนหนึ่งต้องการที่จะเป็น และตราไว้ที่นั่นและเวลานั้น” (the ‘kind of person’ one is seeking to be and enact in the here and now) (Gee, 1999, p. 13) ทั้งนี้ ไม่มีใครสามารถอ้างถึง (claim) อัตลักษณ์ของตนเองทั้งหมดด้วยตนเองได้ จำเป็นต้องอาศัยการยอมรับจากผู้อื่นที่รับรู้ถึงสมรรถนะ (competence) ของคน ๆ นั้น จากการปฏิบัติของเขา เช่น นักวิทยาศาสตร์หญิงท่านหนึ่งได้นำเสนอผลงานในที่ประชุม หากเขาต้องการได้รับการพิจารณาว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ เขาจำเป็นต้องใช้ภาษาตามบรรทัดฐานที่กำหนด แต่งกาย และโต้ตอบบางอย่างเช่นนักวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้อื่นยอมรับการปฏิบัติของเขาว่าเป็นเหมือนนักวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

Carlone and Johnson (2007) อธิบายว่า อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 มิติ ได้แก่ สมรรถนะ (competence) การปฏิบัติ (performance) และการยอมรับ (recognition) มีการทับซ้อนกัน บุคคลที่มีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์อย่างแข็งขัน (strong science identity) จะให้ระดับคะแนนตัวเองสูง และได้รับระดับคะแนนจากผู้อื่นสูงในแต่ละมิติข้างต้น ทั้งนี้ บุคคลสามารถมองเห็นถึงระดับ และมีการกำหนดค่าอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น บางคนอาจปฏิบัติ (perform) ตามแนวทางปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ เช่น สื่อสาร

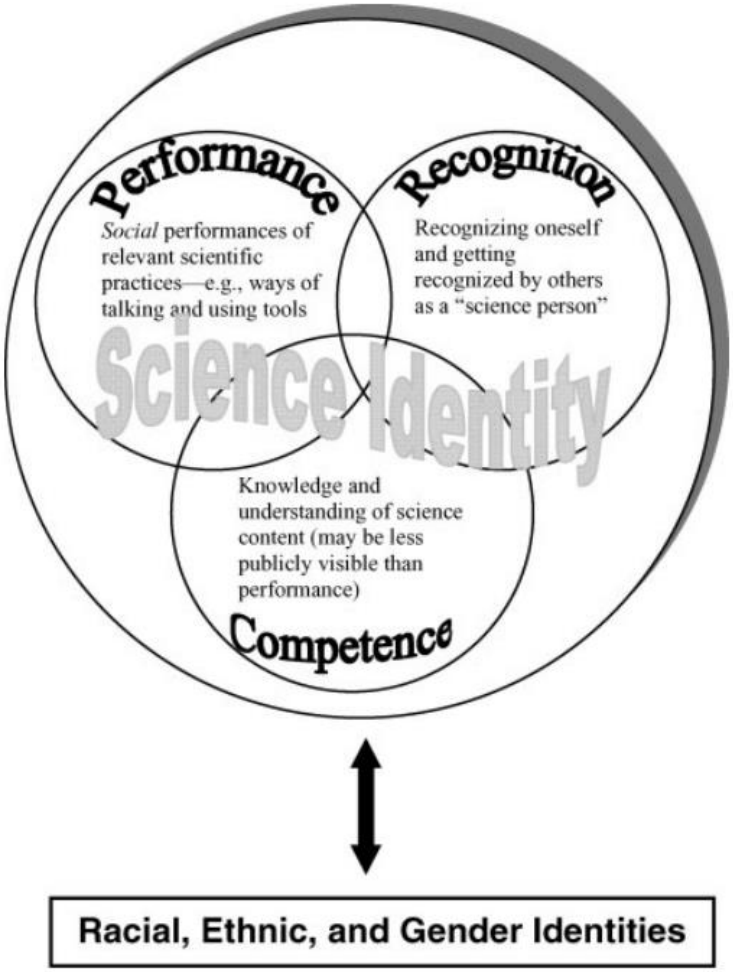
และใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนด เป็นต้น และยอมรับ (recognize) ว่าตนเองเป็น “บุคคลวิทยาศาสตร์” (science person) และได้รับการยอมรับจากผู้อื่นว่าเป็น “บุคคลวิทยาศาสตร์” แต่อาจไม่มีความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง และมีความหมายเกี่ยวกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์

Tonso (1999, 2006) ได้ศึกษาเชิงชาติพันธุ์วรรณนา (ethnographic studies) ในกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาเรียนโปรแกรมวิศวกรรมของสหรัฐอเมริกา โดย Tonso พบว่า นักศึกษาวิศวกรรมผู้ที่มีสถานะสูง (high-status) เช่น ผู้ที่ได้รับการยอมรับ (recognition) มากที่สุด บางครั้งมีทักษะน้อยที่สุด กล่าวคือ มีสมรรถนะ (competence) ต่ำที่สุด

นอกจากนี้ บางคนอาจมีสมรรถนะ (competence) ระดับสูง มีการเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์มาก และอาจสามารถปฏิบัติ (perform) ตามแนวทางปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม แต่ด้วยเหตุผลบางประการทำให้ไม่ยอมรับ (recognize) ตนเอง หรือไม่ได้รับการยอมรับจากผู้อื่นว่าเป็นบุคคลวิทยาศาสตร์ Tonso (1999, 2006) พบว่า นักศึกษาผู้หญิงในโปรแกรมวิศวกรรมเป็นผู้ที่มีสมรรถนะ (competence) สูงมาก และเป็นผู้ปฏิบัติงาน (performer) ด้านวิศวกรรมได้ดีเยี่ยมในกลุ่มเล็ก ๆ ที่จัดไว้ แต่พวกเขาแทบจะไม่ได้รับการยอมรับ (recognize) ว่าเป็นวิศวกรที่ถูกทำนองคลองธรรมจากอาจารย์ หรือผู้ที่อาจเป็นนายจ้างในอนาคต Carlone and Johnson (2007) จึงสร้างแบบจำลองอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (รูปภาพที่ 2) บนฐานที่ว่าอัตลักษณ์ทางเพศ เชื้อชาติ และชาติพันธุ์ มีผลต่ออัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแตกต่างกันไปตามบริบท

อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ไม่ได้เป็นเพียงสิ่งที่บุคคลพูดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของเขากับวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ หรือแรงบันดาลใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และไม่ได้เป็นเพียงโครงสร้างที่แสดงให้เห็นถึงลักษณะอัตลักษณ์ส่วนบุคคลและสังคม ซึ่งเกิดขึ้นจากข้อจำกัด และทรัพยากรที่มีอยู่ในสภาพแวดล้อมของท้องถิ่นนั้น ๆ อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์จะเข้าถึงได้เมื่อเป็นผลของสมรรถนะ (competence) และการปฏิบัติ (performance) ของแต่ละบุคคล ซึ่งเขาได้รับการยอมรับ (recognize) จากผู้อื่นที่มีความหมาย (คนที่ยอมรับเขา มีความสำคัญกับเขา) ว่าเขาเป็นบุคคลวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า แบบจำลองอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ของ Carlone and Johnson (2007) อธิบายว่า อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ คือ การรับรู้ตนเองว่าเป็นบุคคลวิทยาศาสตร์ โดยการรับรู้นั้นเกิดจากการยอมรับในตนเอง หรือประเมินตนเองของบุคคลผ่านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของตน ซึ่งนำไปสู่การปฏิบัติ และการรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนขึ้นเกิดจากการได้รับการยอมรับจากบุคคลอื่นในสังคม ซึ่งบุคคลอื่นในสังคมรับรู้ผ่านการปฏิบัติที่แสดงถึงการเป็นบุคคลวิทยาศาสตร์ของบุคคลนั้น ๆ



รูปภาพที่ 2 แบบจำลองอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของ Carlone and Johnson (2007)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.5.2 กระบวนการของอัตลักษณ์ที่มีการเชื่อมต่อกันระหว่างระดับการวิเคราะห์ทางสังคมของ Shanahan (2009)

Shanahan (2009) ได้อธิบายถึงกระบวนการของอัตลักษณ์ที่มีการเชื่อมต่อกันระหว่างระดับการวิเคราะห์ทางสังคม โดยสังเคราะห์กรอบแนวคิดจากงานวิจัยหลายงาน ซึ่งได้อธิบายดังนี้

(1) โครงสร้าง (structure) คือ หลักการพื้นฐานที่กำหนดรูปแบบของบรรทัดฐานภายในกลุ่มทางสังคม (Sewell, 1992) ซึ่งรูปแบบบรรทัดฐานเหล่านี้เป็นสิ่งที่กำหนด ชี้นำ และจำกัดพฤติกรรมของแต่ละบุคคล ดังนั้น แนวคิดเรื่องโครงสร้างจึงถูกนำมาใช้ในเชิงสังคมวิทยาเพื่ออธิบาย และทำนายการกระทำต่าง ๆ ของผู้ที่อยู่ในกลุ่มของสังคม

จากมุมมองนี้ ข้อบรรทัดฐาน และความคาดหวังของสังคมจึงเป็นสิ่งที่กำหนดอัตลักษณ์ของบุคคล ซึ่งเป็นสมาชิกในกลุ่มสังคมนั้น ๆ

(2) การเป็นผู้แทน (agency) คือ ความสามารถของแต่ละบุคคลในการกำหนดโลกที่แวดล้อม (Emirbayer & Mische, 1998) แนวคิดนี้เป็นแนวคิดที่ตรงกันข้ามกับแนวคิดเรื่องโครงสร้าง โดยอธิบายได้ว่า การยอมรับ (recognition) และความสามารถของปัจเจกบุคคล ซึ่งเป็นสมาชิกในกลุ่มสังคมนั้น ส่งผลต่อโครงสร้างทางสังคม

นักวิจัยหลายท่านได้โต้แย้งระหว่าง 2 แนวคิดข้างต้น อาทิ Giddens (1981, as cited in Shanahan, 2009) อธิบายว่า ปัจเจกบุคคลเรียนรู้ และทำความเข้าใจโครงสร้างทางสังคม ซึ่งส่งผลต่อสถานการณ์ของแต่ละบุคคล แต่ทั้งนี้ Collins (1992) อธิบายว่า ปัจเจกบุคคลเป็นผู้กำหนด และสามารถเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางสังคม ซึ่ง Sewell (1992) ได้อธิบายว่า โครงสร้างเป็นสิ่งที่กำหนดการปฏิบัติของผู้คน และการปฏิบัติของผู้คนก็เป็นสิ่งที่ประกอบกันเป็นโครงสร้าง

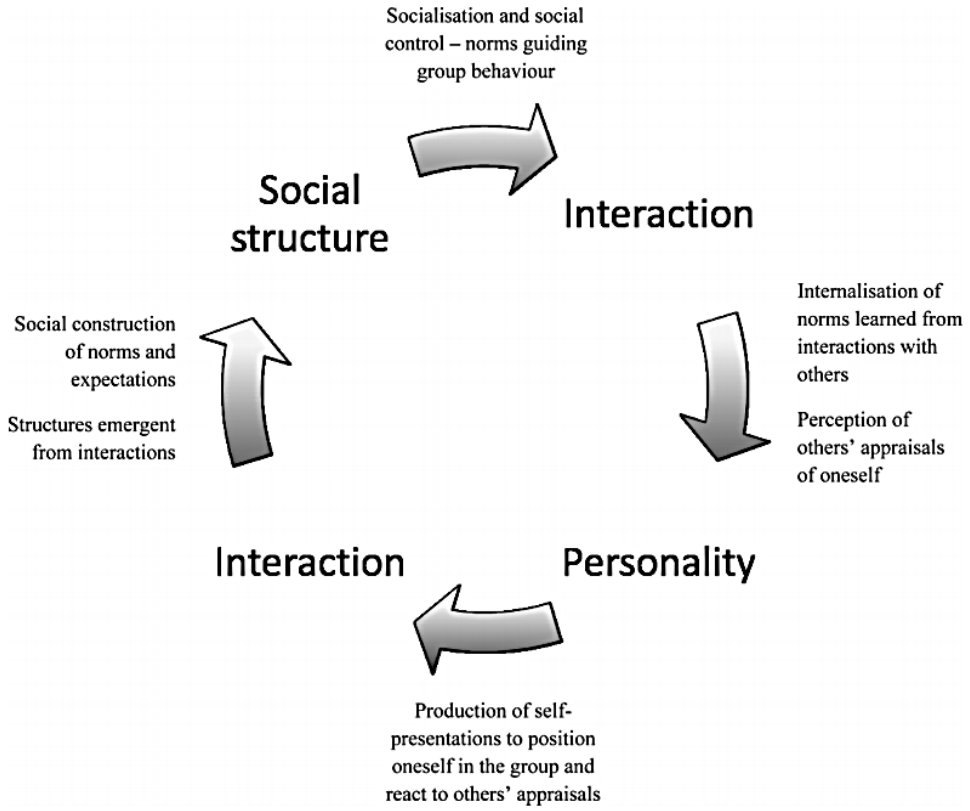
Côté and Levine (2002, as cited in Shanahan, 2009) ได้อธิบายเรื่องมุมมองบุคคลและมุมมองโครงสร้างทางสังคม (Personality and Social Structure Perspective: PSSP) ว่ามีระดับการวิเคราะห์อัตลักษณ์ 3 ระดับ ได้แก่

(1) โครงสร้างทางสังคม (social structure) เป็นการอธิบายถึงกรอบของกลุ่มและสังคม รวมทั้งบรรทัดฐานทางสังคม บทบาททางสังคม และแรงกดดันที่สังคมสร้างขึ้น ซึ่งโครงสร้างทางสังคมนั้นเกี่ยวข้องกับการศึกษาสังคมวิทยาระดับมหภาค

(2) ปฏิสัมพันธ์ (interaction) เป็นการอธิบายถึงการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ซึ่งการปฏิสัมพันธ์เหล่านี้ ทำให้บุคคลสร้างตัวตนที่เป็นเอกลักษณ์ และค้นหาความเหมาะสมระหว่างบรรทัดฐานทางสังคมกับลักษณะส่วนบุคคลที่เป็นอัตลักษณ์ของตนเอง ซึ่งปฏิสัมพันธ์นั้นเกี่ยวข้องกับการศึกษาสังคมวิทยาระดับจุลภาค

(3) บุคคล (personality) เป็นการอธิบายถึง ตนเอง (self) ซึ่งรวมไปถึง อัตมโนทัศน์ (self-concept) และการรับรู้ต่อตนเอง (self-perception)

Shanahan (2009) ได้อธิบายเพิ่มเติมจาก มุมมองบุคคล และมุมมองโครงสร้างทางสังคม (Personality and Social Structure Perspective: PSSP) ของ Côté and Levine (2002) ไว้ว่า ระดับการวิเคราะห์อัตลักษณ์ทั้ง 3 ระดับ มีข้อต่อ (articulations) และการเปลี่ยนแปลง (transitions) ระหว่างระดับ ซึ่งเสนอว่า บุคคลสร้างความรู้สึกถึงชีวิตของพวกเขา ตัวเขา และสถานการณ์ที่พวกเขาอยู่อย่างไร แสดงดังรูปภาพที่ 3



รูปภาพที่ 3 กระบวนการของอัตลักษณ์ที่มีการเชื่อมต่อกันระหว่างระดับการวิเคราะห์ทางสังคมของ Shanahan (2009)

ซึ่งอธิบายว่า การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นทำให้ปัจเจกบุคคลสามารถเข้าใจความคาดหวังของพวกเขา และวัดระดับสิ่งที่พวกเขาตอบสนองความคาดหวัง จากการตัดสินปฏิกิริยาของผู้อื่นที่มีต่อตัวเขา ซึ่งปฏิกิริยาและความคาดหวังเหล่านี้ ส่งผลต่อการที่บุคคลมองเห็นว่าตนเองเป็นอย่างไร และเหมาะสมกับสถานการณ์นั้นอย่างไร ด้วยเหตุนี้ พวกเขาอาจมีการสร้างการนำเสนอตนเอง (self-presentations) หรือการวางตัวเป็นบุคคลบางประเภท เพื่อกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาเฉพาะจากผู้อื่น เช่น การสรรเสริญ เป็นต้น ซึ่งการนำเสนอตนเอง และการวางตัวเป็นบุคคลเป็นการเปลี่ยนแปลงกลับจากบุคคลเป็นปฏิสัมพันธ์

กล่าวโดยสรุปได้ว่า แนวคิดกระบวนการของอัตลักษณ์ที่มีการเชื่อมต่อกันระหว่างระดับการวิเคราะห์ทางสังคมของ Shanahan (2009) อธิบายว่า โครงสร้างทางสังคมเป็นสิ่งที่กำหนด ชี้นำ และจำกัดพฤติกรรมของแต่ละบุคคล ซึ่งผู้คนในสังคมเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ เกิดการเรียนรู้บรรทัดฐาน และการรับรู้ตนเองของแต่ละบุคคล ส่งผลให้มีการสร้างการนำเสนอตนเอง หรือ

การวางตัวเป็นบุคคลบางประเภทจนเกิดเป็นปฏิสัมพันธ์ในสังคม และรวบรวมจนกลายเป็นโครงสร้างทางสังคม

2.5.3 ธรรมชาติของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของ Vincent-Ruz and Schunn (2018)

Vincent-Ruz and Schunn (2018) ได้เสนอแนวความคิดธรรมชาติของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (the nature of science identity) ไว้ 3 แนวความคิด ซึ่งอธิบายว่า สิ่งใดที่ขับเคลื่อนอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

(1) ความรู้สึกถึงชุมชน และการเข้าร่วม (a sense of community and affiliation) (Carlone & Johnson, 2007)

บริบททางสังคมเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลต่อบุคคล เช่น การเหมารวม (stereotype) ซึ่งเป็นรากฐานมาจากความไม่เท่าเทียมในประวัติศาสตร์ เป็นต้น (Schiebinger, 2000) ดังนั้น การทำความเข้าใจอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลซึ่งอยู่ในสังคมนั้น ๆ จึงจำเป็นต้องเข้าใจถึงบรรทัดฐานของสังคมนั้น ๆ ว่าผู้คนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันอย่างไร และมีกิจการ หรือแปลกแยกจากวิทยาศาสตร์ (Stets et al., 2017) เนื่องจากบุคคลจะนำสิ่งที่ตนรับรู้จากปฏิสัมพันธ์ในชุมชนว่าผู้อื่นมองตนเองว่าเป็นอย่างไรมาเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาอัตลักษณ์ของตน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ อิทธิพลของปฏิสัมพันธ์จากคนในครอบครัว เพื่อน และครู หรืออาจารย์ ในช่วงวัยรุ่นตอนต้น กล่าวคือ บริบททางสังคม หรือปฏิสัมพันธ์ในสังคมส่งผลต่ออัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ เพราะบุลคลจะนำสิ่งที่ตนรับรู้จากปฏิสัมพันธ์ในชุมชนของตนเองมาเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาอัตลักษณ์ของตน ดังนั้น ในงานวิจัยต่าง ๆ จึงมักศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์โดยอ้างอิงบริบทของสังคมนั้น ๆ และนำบริบทมาอธิบายร่วมกับข้อมูลอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

(2) ปัจจัยทางด้านเจตคติจากภายใน และปัจจัยทางด้านเจตคติจากภายนอก (consistent extrinsic and intrinsic attitudinal factors) (Aschbacher et al., 2010)

หลายตัวแปรในโครงสร้างด้านเจตคติ (attitudinal constructs) มีความเชื่อมโยงกันกับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยตัวแปรที่ทราบกันโดยทั่วไป คือ ความสนใจ (interest) ซึ่งในที่นี้ หมายถึง ความสนใจในวิทยาศาสตร์ (science interest) โดย Maltese and Tai (2009) อธิบายว่า ยิ่งบุคคลมีความสนใจในวิทยาศาสตร์มากเท่าใด บุคคลนั้นย่อมมีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์มากเท่านั้น และ Crowley et al. (2015)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อธิบายว่า ความสนใจในวิทยาศาสตร์จะขับเคลื่อนให้บุคคลเข้าไปมีส่วนร่วมในเส้นทางของวิทยาศาสตร์ (สาขา หรืออาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์) และการมีส่วนร่วมดังกล่าวจะช่วยให้บุคคลเกิดการพัฒนาเป้าหมายในอาชีพ (career goals) ซึ่งส่งผลให้บุคคลคงอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ไว้

Eccles et al. (2015) ได้อธิบายภายใต้ทฤษฎีความคาดหวัง (expectancy-value theory) ว่าการที่ผู้เรียนมีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์สามารถนำไปสู่การเลือกที่จะอยู่ในสาขา หรืออาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ได้ เมื่อผู้เรียนมีการรับรู้ที่ชัดเจนเกี่ยวกับคุณค่าของวิทยาศาสตร์ (value of science) และการรับรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง (science self-efficacy) หรือความเชื่อในสมรรถนะ (competency beliefs) ในระดับสูง

จากการอธิบายข้างต้น นักการศึกษาและนักวิจัยหลายท่านยังมีข้อโต้แย้งว่าโครงสร้างด้านเจตคติเป็นสิ่งที่ขับเคลื่อนการพัฒนาอัตลักษณ์ หรือโครงสร้างด้านเจตคติต่าง ๆ เป็นส่วนหนึ่งของอัตลักษณ์ อาทิ Chang et al. (2011); Hazari et al. (2013); Trujillo and Tanner (2014) ได้อธิบายว่า การวัดอัตลักษณ์มักจะมีการใช้ข้อคำถามที่มีความใกล้เคียงกันอย่างมากกับโครงสร้างด้านเจตคติ กล่าวคือ ตัวแปรโครงสร้างด้านเจตคติสามารถมองได้ว่าเป็นสิ่งที่ขับเคลื่อนการพัฒนาอัตลักษณ์ หรือเป็นส่วนหนึ่งของอัตลักษณ์ก็ได้ ดังนั้น โครงสร้างด้านเจตคติจึงสามารถบ่งชี้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ในงานวิจัยต่าง ๆ จึงมักศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับตัวแปรโครงสร้างด้านเจตคติซึ่งบ่งชี้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้

(3) ความเหมือนกันระหว่างวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน และวิทยาศาสตร์ที่แท้จริง (a match between school science and real science) (Archer et al., 2010)

อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ถูกสร้างผ่านประสบการณ์การเรียนรู้ในโรงเรียน ซึ่งทำให้ผู้เรียนทราบถึงสมรรถนะ หรือลักษณะของตนเอง อีกทั้งผู้เรียนสามารถสร้างอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการเปรียบเทียบสมรรถนะหรือลักษณะของตนเองกับผู้ใหญ่ที่อยู่ในสายอาชีพทางวิทยาศาสตร์ อาทิ นักวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ดังนั้นการที่นักเรียนมีความเข้าใจการทำงานของผู้ใหญ่ที่อยู่ในสายอาชีพทางวิทยาศาสตร์ผ่านประสบการณ์การเรียนรู้ในโรงเรียนที่ตรงกับการทำงานในสาขา หรืออาชีพด้านวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง สามารถส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ ซึ่งนักเรียนมักจะมีความเข้าใจไม่ตรงกันระหว่างวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน และวิทยาศาสตร์ที่แท้จริง (Zhai et al., 2013) จึงส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของ

ผู้เรียน (Braund & Driver, 2005; Emvalotis & Koutsianou, 2018; Tan et al., 2015; Zhai et al., 2013)

นอกจากนี้ ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนส่วนใหญ่เกิดขึ้นในชั้นเรียนหรือบรรยากาศที่เป็นทางการ (formal environments) มากกว่าการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือบรรยากาศที่ไม่เป็นทางการ (informal environments) ซึ่งการเรียนรู้ในบรรยากาศที่ไม่เป็นทางการ มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อนักเรียน เพราะเป็นการมอบโอกาสให้นักเรียนทำความเข้าใจตนเองว่า ตนเองเป็นนักวิทยาศาสตร์หรือไม่ และเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริงว่านักวิทยาศาสตร์มีการทำงานอย่างไร (Farland-Smith, 2012) ทั้งนี้ ตัวแปรทางประชากรศาสตร์ (demographic variables) ของแต่ละบริบทในปัจจุบันมีความไม่เท่าเทียมด้านโอกาสในการเข้าถึงการเรียนรู้บรรยากาศที่ไม่เป็นทางการ ดังนั้น ควรมีการศึกษาการเชื่อมโยงกันระหว่างโอกาสการเข้าถึงบรรยากาศที่ไม่เป็นทางการกับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน กล่าวคือ ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ทั้งในและนอกห้องเรียน หรือบรรยากาศที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ สำคัญต่อการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ดังนั้น ในงานวิจัยต่าง ๆ จึงมักศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งสามารถอธิบายการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้

ผู้วิจัยสรุปองค์ความรู้จากทฤษฎี และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับอัตลักษณ์ และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เสนอข้างต้น ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปองค์ความรู้จากทฤษฎี และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

ทฤษฎี และแนวคิด	สรุปองค์ความรู้
ทฤษฎีอัตลักษณ์	อัตลักษณ์ (identity) คือ การรับรู้ตนเอง หรือการนิยามตนเองว่าบุคคลหรือกลุ่มคนนั้นคือใคร โดยการรับรู้นี้เกิดจากการที่บุคคล หรือกลุ่มคนได้มีปฏิสัมพันธ์ในสังคมภายใต้สภาวะสังคมของตน ทำให้เกิดการเปรียบเทียบตนเองกับผู้อื่น ซึ่งอัตลักษณ์นั้น แบ่งออกเป็น 2 บทบาทที่แตกต่างกัน ได้แก่ 1. อัตลักษณ์ทางสังคม (social identity) และ2. อัตลักษณ์บุคคล (person identity) และพิจารณาได้ 2 ระดับ ได้แก่ 1. อัตลักษณ์ระดับปัจเจกบุคคล (individual Identity) และ 2. อัตลักษณ์ร่วมของกลุ่ม (collective Identity) อัตลักษณ์นั้นแตกต่างกันตามบริบทสังคม และไม่ได้มีความหมายที่เกิดขึ้น

ทฤษฎี และแนวคิด	สรุปองค์ความรู้
	ได้เองโดยอัตโนมัติ แต่ถูกสร้างขึ้นและเป็นพลวัตอยู่ตลอดเวลา กล่าวคือ อัตลักษณ์สามารถเปลี่ยนแปลงได้
ทฤษฎีจิตสังคมของอิริคสัน (Erikson's psychosocial theory)	ทฤษฎีของ Erickson อธิบายว่า การรับรู้ถึงอัตลักษณ์ของตนเอง เป็นสิ่งที่สำคัญ โดยเฉพาะช่วงวัย 12-18 ปี (ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา) เพราะจะส่งผลให้บุคคลรับรู้ว่าตนเองเป็นใคร มีเป้าหมายอะไร ซึ่งการที่ผู้เรียนมีอัตลักษณ์ที่ชัดเจน จะส่งผลต่อความมุ่งมั่นที่จะประสบความสำเร็จ และเป็นที่ยอมรับนับถือของสังคม
ทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการของมาสโลว์ (Maslow's hierarchy of needs theory)	ทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการของ Maslow อธิบายว่า ความต้องการสูงสุดของมนุษย์คือ ความต้องการที่จะรู้จักตนเองตามสภาพที่แท้จริงและพัฒนาตามศักยภาพของตน ซึ่งการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น การได้รับการยกย่องจากสังคม รวมถึงประสบการณ์ความสำเร็จและความล้มเหลว จะส่งผลให้บุคคลรับรู้ถึงอัตลักษณ์ที่แท้จริงของตนได้
ทฤษฎีมนุษยนิยมของโรเจอร์ส (Rogers' humanistic theory)	ทฤษฎีมนุษยนิยม ของ Rogers อธิบายว่า บุคคลจะเกิดการรับรู้ตนเองจากประสบการณ์ ทำให้บุคคลประเมินตนเองใน 2 ลักษณะ ได้แก่ ตัวตนที่เป็นจริง และตัวตนในอุดมคติ ยิ่ง 2 ตัวตน มีความสอดคล้องกันมากเพียงใด จะส่งเสริมให้เกิดเป็นบุคลิกภาพของบุคคล และเกิดการมุ่งสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้
แนวคิดของ Shanahan (2009)	แนวคิดกระบวนการของอัตลักษณ์ที่มีการเชื่อมต่อกันระหว่างระดับการวิเคราะห์ทางสังคม ของ Shanahan (2009) อธิบายว่า โครงสร้างทางสังคม เป็นสิ่งที่กำหนด ชี้นำ และจำกัดพฤติกรรมของแต่ละบุคคล ซึ่งผู้คนในสังคมเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ เกิดการเรียนรู้บรรทัดฐานและการรับรู้ตนเองของแต่ละบุคคล ส่งผลให้มีการสร้างการนำเสนอตนเอง หรือการวางตัวเป็นบุคคลบางประเภท จนเกิดเป็นปฏิสัมพันธ์ในสังคม และรวบรวมจนกลายเป็นโครงสร้างทางสังคม
แนวคิดของ Carlone and Johnson (2007)	แบบจำลองอัตลักษณ์ ของ Carlone and Johnson (2007) อธิบายว่า อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ คือ การรับรู้ตนเองว่าเป็นบุคคลวิทยาศาสตร์ โดยการรับรู้นั้นเกิดจากการยอมรับในตนเอง หรือประเมินตนเองของบุคคลผ่านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของตน ซึ่งนำไปสู่การปฏิบัติ และการรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทฤษฎี และแนวคิด	สรุปองค์ความรู้
	ที่ชัดเจนขึ้น เกิดจากการได้รับการยอมรับจากบุคคลอื่นในสังคม ซึ่งบุคคลอื่นในสังคมรับรู้ผ่านการปฏิบัติที่แสดงถึงการเป็นบุคคลวิทยาศาสตร์ของบุคคลนั้น ๆ
แนวคิดของ Vincent-Ruz and Schunn (2018)	1. บริบททางสังคม หรือปฏิสัมพันธ์ในสังคมส่งผลต่ออัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ เพราะบุลคลจะนำสิ่งที่ตนรับรู้จากปฏิสัมพันธ์ในชุมชนของตนเองมาเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาอัตลักษณ์ของตน 2. ตัวแปรโครงสร้างด้านเจตคติในทางวิทยาศาสตร์ สามารถมองได้ว่าเป็นสิ่งที่ขับเคลื่อนการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ หรือเป็นส่วนหนึ่งของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 3. ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ทั้งในและนอกห้องเรียน หรือบรรยากาศที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ สำคัญและสามารถพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

ผู้วิจัยได้สรุปความเชื่อมโยง และประเด็นสำคัญ เพื่อนำเข้าสู่การดำเนินการวิจัย ดังนี้

(1) ความต้องการสูงสุดของมนุษย์ คือ ความต้องการที่จะรู้จักตนเองตามสภาพที่แท้จริงและพัฒนาตามศักยภาพของตน โดยเฉพาะช่วงวัย 12-18 ปี (ผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา) เพราะจะส่งผลให้บุคคลรับรู้ว่าตนเองเป็นใคร มีเป้าหมายอะไร ซึ่งการที่ผู้เรียนมีอัตลักษณ์ที่ชัดเจน จะส่งผลต่อความมุ่งมั่นที่จะประสบความสำเร็จ และเป็นที่ยอมรับนับถือของสังคม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(2) บริบททางสังคม วัฒนธรรม ความเชื่อ และเจตคติในสังคมส่งผลต่อการเรียนรู้ของบุคคล ผู้เรียนจะสร้างความรู้ผ่านการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ทั้งระหว่างบุคคลกับบุคคล และบุคคลกับสิ่งแวดล้อมในสภาพสังคม หรือสภาวะสังคม และวัฒนธรรมของสังคมนั้น ๆ ดังนั้น อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ หรือการรับรู้ตนเองว่าเป็นบุคคลวิทยาศาสตร์ จึงเป็นการรับรู้ที่เกิดจากการยอมรับในตนเอง หรือประเมินตนเองของบุคคลผ่านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของตน ซึ่งนำไปสู่การปฏิบัติ และการรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนขึ้น เกิดจากการได้รับการยอมรับจากบุคคลอื่นในสังคม ซึ่งบุคคลอื่นในสังคมรับรู้ผ่านการปฏิบัติที่แสดงถึงการเป็นบุคคลวิทยาศาสตร์ของบุคคลนั้น ๆ

(3) ตัวแปรโครงสร้างด้านเจตคติในทางวิทยาศาสตร์ สามารถมองได้ว่าเป็นสิ่งที่ขับเคลื่อนการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ หรือเป็นส่วนหนึ่งของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ก็ได้ กล่าวคือ โครงสร้างด้านเจตคติ สามารถบ่งชี้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้

(4) เนื่องจากผู้เรียนจะสร้างความรู้ผ่านการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ทั้งระหว่างบุคคลกับบุคคล และบุคคลกับสิ่งแวดล้อมในสภาพสังคม หรือสภาวะสังคม และวัฒนธรรมของสังคมนั้น ๆ ดังนั้น อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ จึงสร้างได้จากการที่บุคคลได้เปรียบเทียบสมรรถนะหรือลักษณะของตนเองกับผู้ใหญ่ที่อยู่ในสายอาชีพทางวิทยาศาสตร์ อาทิ นักวิทยาศาสตร์ เป็นต้น การที่ผู้เรียนมีความเข้าใจการทำงานของผู้ที่อยู่ในสายอาชีพทางวิทยาศาสตร์ ผ่านประสบการณ์การเรียนรู้ในโรงเรียนที่ตรงกับการทำงานในสาขา หรืออาชีพด้านวิทยาศาสตร์ที่แท้จริง สามารถส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้

3. ความสำคัญและประโยชน์ของการศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

จากหัวข้อก่อนหน้านี้ได้อธิบายว่า ความต้องการสูงสุดของมนุษย์ คือ ความต้องการที่จะรู้จักตนเองตามสภาพที่แท้จริงและพัฒนาตามศักยภาพของตน โดยเฉพาะช่วงวัย 12-18 ปี (ผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา) เพราะจะส่งผลให้บุคคลรับรู้ว่าตนเองเป็นใคร มีเป้าหมายอะไร ซึ่งการที่ผู้เรียนมีอัตลักษณ์ต่อสาขา หรืออาชีพที่ชัดเจน จะส่งผลให้เกิดเป้าหมายและความมุ่งมั่นที่จะประสบความสำเร็จในเป้าหมายนั้น ๆ และกลายเป็นที่ยอมรับนับถือของสังคม ดังนั้น อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนรับรู้ หรือจัดหมวดหมู่ตนเองว่าเป็นบุคคลวิทยาศาสตร์หรือไม่ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนค้นพบตนเอง และเดินทางตามเป้าหมายของตน กล่าวคือ หากตนชัดเจนว่ามีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์สูง จะได้พัฒนาตนเองและมุ่งเข้าสู่สาขา หรืออาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ต่อ และหากชัดเจนว่าตนมีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ต่ำ จะได้มุ่งสู่สาขาอื่น ๆ ตามศักยภาพและความสนใจที่แท้จริง ผู้วิจัยได้อธิบายความสำคัญและประโยชน์ของการศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

กลุ่มนักวิจัยทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ จากศูนย์ความก้าวหน้าของการศึกษาวิทยาศาสตร์ตามอัธยาศัย (Center for Advancement of Informal Science Education: CAISE) ได้อธิบายความสำคัญของการมีอัตลักษณ์ทางทางวิทยาศาสตร์ว่า “การที่ผู้เรียนมีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ (science literacy) หรือศึกษาโดยมีเป้าหมายที่จะประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์ หรืออาชีพที่ต้องการ หรือใช้ประโยชน์จากความรู้ที่ได้การศึกษา หรือการฝึกฝนในกิจกรรมสะเต็ม” (Bell et al., 2018, p. 3)

เมื่อผู้เรียนที่มีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ได้ร่วมกิจกรรมที่ทำให้เกิดประสบการณ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ หรือสะเต็ม จะส่งผลให้เขาคาดหวังว่ากิจกรรมนั้น ๆ มีส่วนไหนบ้างที่น่าสนใจ และมีส่วนไหนที่เขาอยากประสบความสำเร็จ เมื่อเขาพบกิจกรรมที่อยากมีส่วนร่วม และพอใจต่อกิจกรรมนั้น ๆ จะเป็นการเสริมสร้างอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น และอยากเข้าร่วมกิจกรรมอีก กล่าวคือ เกิดวงจรการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และเกิดการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ในเชิงบวกมากยิ่งขึ้น และในทางตรงกันข้ามหากนักเรียนมีส่วนร่วมน้อย และขาดประสบการณ์ความสำเร็จทางด้านสะเต็มจะทำให้นักเรียนพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ในเชิงลบมากยิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลให้นักเรียนไม่อยากมีส่วนร่วมในศาสตร์ หรืออาชีพสะเต็มในอนาคต (Bell et al., 2018)

นอกจากนี้นักวิจัยอีกหลายท่าน อาทิ Eccles (2009); Herrera et al. (2012); Perez et al. (2014) อธิบายว่า บุคคลที่มีการระบุตัวตนของตนเองในทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน จะทำให้บุคคลยืนยันในตัวตนที่เป็นอยู่ กล่าวคือ ผู้เรียนคนใดที่มีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์จะมีความพยายามที่จะมุ่งไปสู่อาชีพด้านวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับตัวตนของพวกเขา ซึ่งจะรักษาแรงจูงใจของตนให้คงอยู่ในสาขาสะเต็ม (STEM fields) ได้ดีขึ้น (Oyserman, 2015 as cited in McDonald et al., 2019)

สรุปได้ว่า การที่ทราบว่าบุคคล หรือผู้เรียนมีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์สูง ทำให้ครู นักการศึกษา หรือนักวิจัย สามารถวางแผนกิจกรรมที่ส่งเสริมให้บุคคลนั้น ๆ เกิดการมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ หรือสะเต็มมากขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสประสบความสำเร็จในด้านวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้บุคคลนั้น ๆ ยิ่งชัดเจนในอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้บุคคลนั้น ๆ มีการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ที่ลึกซึ้งขึ้น เกิดการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ (science literacy) และก้าวเข้าสู่อาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ หรือ อาชีพสะเต็มได้ และหากครู นักการศึกษา หรือนักวิจัย ทราบว่ามีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ต่ำ ซึ่งหมายถึง ไม่ได้จัดหมวดหมู่ของตนว่าเป็นผู้ที่อยู่ในสาขา หรืออาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ จะทำให้สามารถวางแผนกิจกรรมที่ส่งเสริมให้บุคคลนั้น ๆ ให้เป็นไปตามธรรมชาติและศักยภาพของเขา

4. แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

Archer et al. (2010) อธิบายว่า อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ สร้างได้จากการที่บุคคลได้เปรียบเทียบสมรรถนะ หรือลักษณะของตนเองกับผู้ใหญ่ที่อยู่ในสายอาชีพทางวิทยาศาสตร์ อาทิ นักวิทยาศาสตร์ เป็นต้น การที่ผู้เรียนมีความเข้าใจการทำงานของผู้ที่อยู่ในสายอาชีพทางวิทยาศาสตร์ผ่านประสบการณ์การเรียนรู้ในโรงเรียนที่ตรงกับการทำงานในสาขา หรืออาชีพด้านวิทยาศาสตร์ที่แท้จริง สามารถส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้

เอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ อาทิ Archer et al. (2010); Bell et al. (2018); Hughes et al. (2013) ได้กล่าวถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า การพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุดสามารถทำได้โดยการพาผู้เรียนทัศนศึกษา หรือจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้พบปะผู้เชี่ยวชาญ หรืออยู่ในสายอาชีพด้านวิทยาศาสตร์ หรือสะเต็มโดยตรง กล่าวคือ การจัดการเรียนรู้ในบรรยากาศที่ไม่เป็นทางการ (informal environments) เพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเช่นนักวิทยาศาสตร์ และได้เปรียบเทียบตนเองกับผู้ประกอบอาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ หรือสะเต็ม

ทั้งนี้ Barab and Hay (2001) และ Hughes et al. (2013) ได้จัดการเรียนรู้ที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนร่วมโครงการ หรือค่ายฝึกงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย (implicit approach) โดยการสอนดังกล่าวได้อภิปรายผลการวิจัยที่แสดงนัยถึงการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการได้ปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ตามสภาพจริง ซึ่งช่วยส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ซึ่งในทางปฏิบัติแล้ว อาจเป็นไปได้ยากที่จะจัดกิจกรรมทัศนศึกษา หรือจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้พบปะผู้เชี่ยวชาญในสถานที่ปฏิบัติงานจริง จากความไม่เท่าเทียมด้านโอกาสในการเข้าถึงการเรียนรู้ในบรรยากาศที่ไม่เป็นทางการ (Archer et al., 2010) อีกทั้งปัญหาด้านระยะเวลาในการจัดกิจกรรมที่ต้องยาวนานมากเพียงพอที่จะให้นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยการปฏิบัติงานอย่างนักวิทยาศาสตร์ (Barab & Hay, 2001; Bell et al., 2003)

อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนการสอนที่สะท้อนการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน หรือบรรยากาศที่เป็นทางการ (formal environments) ก็สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้เช่นกัน (Archer et al., 2010; Bell et al., 2018)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้แนวคิดนี้ ผนวกการให้ผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปกับการสะท้อนการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์ในการวิจัยนี้ เพื่อส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ควบคู่ไปกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่สะท้อนการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์ และได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างที่วิทยาศาสตร์เป็นในมิติต่าง ๆ ในบรรยากาศที่เป็นทางการ

5. การวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

Bell et al. (2018) จากศูนย์ความก้าวหน้าของการศึกษาวิทยาศาสตร์ตามอัธยาศัย (Center for Advancement of Informal Science Education: CAISE) ได้สัมภาษณ์สมาชิกองค์กร ซึ่งเป็นนักวิจัยทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ 13 คน และได้สรุปแนวทางในการวิจัยอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

(1) การศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ สามารถทำการสังเกต หรือบันทึกข้อมูลได้ทั้งกระบวนการศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณ

(2) การเก็บข้อมูลโดยวิธีการสัมภาษณ์ สามารถทำได้โดยการสัมภาษณ์แบบปลายเปิด (open-ended interviews) ซึ่งผู้วิจัยใช้การถาม เพื่อให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เล่าถึงอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประเด็นคำถาม เช่น “ผลของอัตลักษณ์ต่อการดำเนินชีวิตของพวกเขา” (the impact of identity on their lives) “บทบาทของอัตลักษณ์ในประวัติการเรียนรู้ของพวกเขา” (the role of their identity in their learning history) “ความคาดหวังของพวกเขาต่อเป้าหมายในอนาคต” (their expectations of their goals for the future) เป็นต้น

(3) การเก็บข้อมูลโดยวิธีการสังเกต นักวิจัยบางคนใช้การสังเกตผู้คนในบริบทการเรียนรู้สะเต็ม เช่น สังเกตว่าอัตลักษณ์มีการแสดงออกมาอย่างไร สังเกตการปฏิบัติของบุคคลเกี่ยวกับอัตลักษณ์ และสังเกตการเปลี่ยนแปลงอัตลักษณ์ เป็นต้น

(4) การเก็บข้อมูลโดยใช้แบบรายงานตนเอง (self-reports) ตัวอย่างคำถามเช่น “พวกคุณมองเห็นว่าตัวของพวกคุณมีความสัมพันธ์กับสะเต็มอย่างไร” (how they see themselves in relationship to STEM) “พวกคุณรับรู้ว่าคนอื่นยอมรับพวกคุณเกี่ยวกับสะเต็มได้อย่างไร” (how they perceive that others see them with respect to STEM)

(5) นักวิจัยสามารถปรับแต่งคำถามของตนเองตามความเหมาะสม เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการศึกษา เพราะ การวัดอัตลักษณ์ไม่มีแบบวัดมาตรฐานที่ตายตัว และข้อคำถามที่ใช้วัดอัตลักษณ์แตกต่างกันไปตามช่วงวัยของกลุ่มที่ต้องการศึกษา เช่น เด็ก นักศึกษา ผู้ใหญ่ เป็นต้น

(6) ตัวอย่างเทคนิคที่ใช้ในการศึกษาอัตลักษณ์ เช่น แบบทดสอบการเชื่อมโยงโดยนัย (Implicit Association Test: IAT) โดยการทดสอบนี้วัดปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้า ซึ่งส่วนใหญ่ใช้รูปภาพ เช่น รูปภาพของนักวิทยาศาสตร์ แพทย์ ศิลปิน ช่างเทคนิค เป็นต้น หรือรูปภาพที่แสดงกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การปฏิบัติการทดลองโดยใช้หลอดทดลอง รถยนต์ อุปกรณ์สำนักงาน อุปกรณ์การเกษตร เป็นต้น ยิ่งปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งนั้นเร็วเท่าไหร่ก็ยิ่งมีโอกาสมากขึ้นที่บุคคลนั้น มีภาพนั้น ๆ อยู่ในใจ

เนื่องจากอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรที่มีความซับซ้อน และมีองค์ประกอบในการวัดที่แตกต่างกันออกไปตามคำถามวิจัย ทั้งนี้ จากการศึกษาทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ใจความสำคัญของการศึกษาตัวแปรนี้ คือ การศึกษาการรับรู้ตนของผู้เรียนว่าตนเองสามารถเป็นบุคคลวิทยาศาสตร์ (science person) หรือผู้มีส่วนร่วมในวิทยาศาสตร์ได้ ตามธรรมชาติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ของตน เช่น ความสามารถ ความสนใจ เพศ เชื้อชาติ และวัฒนธรรมของตน หรือไม่ และอย่างไร (Brickhouse et al., 2000; Carlone & Johnson, 2007; Ong et al., 2011; Polman & Miller, 2010) โดยการวัดตัวแปรที่เป็นนามธรรมในทางสถิติสามารถทำได้โดยการกำหนดโครงสร้าง (constructs) ซึ่งเป็นการนำทฤษฎีมาแตกย่อยเป็นองค์ประกอบต่าง ๆ ที่สังเกต หรือวัดได้

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า บริบททางสังคม โครงสร้างทางจิตวิทยา และประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ส่งผลต่อการรับรู้ตนเองของผู้เรียนว่าผู้เรียนมองเห็นว่าตนเองสามารถเป็นผู้มีส่วนร่วมในวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ในการวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์จึงมักมีการวัดด้วยโครงสร้าง องค์ประกอบ หรือตัวแปรอื่น ๆ ที่บ่งชี้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ร่วมด้วย เช่น ตัวแปรโครงสร้างด้านเจตคติสามารถมองได้ว่าเป็นสิ่งที่ขับเคลื่อนการพัฒนาอัตลักษณ์หรือเป็นส่วนหนึ่งของอัตลักษณ์ก็ได้ (อ่านเพิ่มเติมในหัวข้อ 2. แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับอัตลักษณ์และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์) โดย ประกฤติยา ทักษิโณ และคณะ (2559, น. 63) กล่าวว่า “โครงสร้างด้านเจตคติ” (attitudinal constructs) หมายถึง “คุณลักษณะที่เป็นการรับรู้ ความรู้สึกนึกคิด และแนวโน้มที่จะแสดงพฤติกรรมของนักเรียน คุณลักษณะดังกล่าวเป็นกลุ่มขององค์ประกอบที่มีผลต่อการทำกิจกรรม การกำหนดเป้าหมาย ยุทธวิธีของนักเรียน และสามารถทำนายความสำเร็จของนักเรียนตามความคาดหวังทางสังคม และเพื่อให้นักเรียนปรับตัวในการดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข”

Kyllonen et al. (2011) เสนอว่า โครงสร้างด้านเจตคติประกอบด้วยอัตมโนทัศน์ (self-concept) การรับรู้ความสามารถของตน (self-efficacy) การจูงใจ (motivation) ลักษณะนิสัย (attributions) ความสนใจ (interest) และเจตคติทางสังคม (social attitude) เป็นต้น อีกทั้งประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ก็สามารถบ่งชี้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์เช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยต่าง ๆ ที่ศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (อ่านเพิ่มเติมในหัวข้อ 2. แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับอัตลักษณ์ และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์)

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวัดตัวแปรอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงตัวแปรอื่น ๆ ที่บ่งชี้ถึงการมีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการประยุกต์ใช้พัฒนาเครื่องมือในงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ซึ่งรายงานเครื่องมือต่าง ๆ ดังนี้

5.1 การเก็บข้อมูลอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์เชิงปริมาณ

Chemers et al. (2011) ได้ศึกษาตัวแปรการรับรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง (science self-efficacy) และอัตลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์ (identity as a scientist) ในกลุ่มตัวอย่างระดับปริญญาตรี 327 คน และระดับสูงกว่าปริญญาตรี 328 คน โดยใช้เครื่องมือรูปแบบมาตรประมาณค่า 5-point scale Likert scale ในตัวแปรการรับรู้ความสามารถทาง

วิทยาศาสตร์ของตนเอง (science self-efficacy) จำนวน 10 ข้อ และ อัตลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์ (identity as a scientist) จำนวน 6 ข้อ แสดงตัวอย่างเครื่องมือ ดังนี้

ตัวอย่างคำถาม: แบบวัดของ Chemers et al, (2011)
Science self-efficacy: 5-point scale that ranged from 1 (not at all confident) to 5 (absolutely confident), Cronbach's alphas = .94 for undergraduates and .95 for graduates. - use scientific language and terminology - create explanations for the results of a study **Identity as a scientist**: 5-point scale ranging from 1 (strongly disagree) to 5 (strongly agree), Cronbach's alphas = .89 for undergraduates and .90 for graduates. - In general, being a scientist is an important part of my self-image - I am a scientist

Hughes et al. (2013) ได้จัดกิจกรรมค่ายสะเต็มภาคฤดูร้อน 2 ค่าย (ค่ายหญิงล้วนและค่ายสหศึกษา) ในประเทศสหรัฐอเมริกา และได้ศึกษาอัตลักษณ์ทางสะเต็ม (STEM identity) โดยนักเรียนผู้เข้าร่วมเป็นนักเรียนผู้ด้อยโอกาส หรือถูกกีดกันจากงานด้านสะเต็ม โดยเพศ เชื้อชาติ ชาติพันธุ์ รวมทั้งสิ้น 59 คน โดยใช้แบบสอบถามแบบ four-item Likert scale จาก Assessing Women in Engineering (AWE) ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ความสนใจในสะเต็ม (STEM interest) จำนวน 14 ข้อ และอัตมโนทัศน์ทางสะเต็ม (STEM self-concept) จำนวน 9 ข้อ แสดงตัวอย่างข้อคำถาม ดังนี้

ตัวอย่างคำถาม: แบบวัดของ Hughes et al. (2013)
STEM Interest: Pre-Cronbach's alpha=.798 Post-Cronbach's alpha=.811 1) I look forward to science class in school. 2) I look forward to math class in school. 3) I would rather solve a problem by doing an experiment than be told the answer. **STEM self-concept:** Pre-Cronbach's alpha=.638 Post-Cronbach's alpha=.76 1) When I see a new math problem, I can use what I have learned to solve the problem. 2) I can use what I know to design and build something mechanical that works. 3. In lab activities, I can use what I have learned to design a solution.

Kier et al. (2014) ได้พัฒนาแบบสำรวจความสนใจในอาชีพสะเต็ม (STEM career interest survey: STEM-CIS) เพื่อใช้วัดความสนใจในสะเต็มระดับชั้นเรียน และอาชีพสะเต็ม โดยตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนาแบบสำรวจดังกล่าว เป็นนักเรียนระดับชั้น middle school: grades 6–8 (เทียบเท่ากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของประเทศไทย) จำนวนมากกว่า 1,000 คน ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในเขตชนบท และมีความยากจนมากทางตะวันออกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริกา โดยเครื่องมือวัดนี้เป็นแบบ five-item Likert scale (Strongly Disagree = 1, Disagree = 2, Neither Agree nor Disagree = 3, Agree = 4, Strongly Agree = 5) แบ่งเป็น 4 ส่วน ซึ่งแยกตามศาสตร์สาขาของสะเต็ม ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (science: S) เทคโนโลยี (technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (engineering: E) และคณิตศาสตร์ (mathematic: M) โดยมีองค์ประกอบ หรือมิติในการวัด 7 ด้าน ซึ่งแบ่งตามทฤษฎี Social cognitive career theory ของ Lent et al. (1994, 2000) โดยแต่ละส่วนมี 11 ข้อ รวมทั้งสิ้น 44 ข้อ แสดงตัวอย่างเฉพาะส่วนที่เป็นวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ตัวอย่างคำถาม: แบบวัดของ Kier et al. (2014)	
Science: Alpha or item–total correlation = .77	
Self-efficacy	
S1	I am able to get a good grade in my science class.
S2	I am able to complete my science homework.
Personal goal	
S3	I plan to use science in my future career.
S4	I will work hard in my science classes.
Outcome expectation	
S5	If I do well in science classes, it will help me in my future career.
S6	My parents would like it if I choose a science career.
Interest in science	
S7	I am interested in careers that use science.
S8	I like my science class.
Contextual support	
S9	I have a role model in a science career.
Personal input	
S10	I would feel comfortable talking to people who work in science careers.
Contextual support	
S11	I know of someone in my family who uses science in their career.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Stets et al. (2017) ได้ศึกษาตัวแปรอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการมุ่งสู่อาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย จำนวน 966 คน โดยเครื่องมือที่ใช้มี 2 ส่วนที่เกี่ยวข้อง สอดคล้องกับงานวิจัยนี้ ได้แก่ 1) อัตลักษณ์ (identity) และ2) การรับรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง (science self-efficacy) ซึ่งเป็นเครื่องมือรูปแบบมาตรประมาณค่า ที่มีระดับแตกต่างกันในแต่ละองค์ประกอบในการถาม แสดงข้อคำถามจากเครื่องมือ ดังนี้

ตัวอย่างคำถาม: แบบวัดของ Stets et al. (2017)
1) Identity **1.1) Science identity**: Response categories are “Not at all good” to “Very good” (coded 0-10). - how they rate themselves as a science student **1.2) Identity Prominence**: Response categories are “Strongly Disagree” to “Strongly Agree” (coded 1-5) - In general, being a scientist is an important part of my self-image. - I have a strong sense of belonging to the community of scientists. **1.3) Reflected Appraisals**: Response categories are “Not at all good” to “Very good” (coded 0-10) - How do you think that your family members rate you as a student? - How do you think your coworkers rate you at as a student? **2) Science Self-Efficacy:** Responses range from “Not at all Confident” to “Absolutely Confident” (Coded 1-5). I am confident that I can … - Use technical science skills (use of tools, instruments, and/or techniques). - Use scientific language and terminology.

Summers and Abd-El-Khalick (2018) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (attitudes toward science) จากงานวิจัยหลายงาน เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ โดยตั้งชื่อเครื่องมือว่า The BRAINS (Behaviors, Related Attitudes, and Intentions toward Science) ซึ่ง สร้างจากกรอบแนวคิดทฤษฎี theories of reasoned action and planned behavior (TRAPB) โดยเริ่มต้นจากการสร้างคำถาม 59 ข้อ เพื่อทดสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความตรงเชิงโครงสร้างในกลุ่มตัวอย่างนักเรียน Grades. 5 ถึง 10. (เทียบเท่าระดับชั้นมัธยมศึกษาของประเทศไทย) จำนวน 1,291 คน จากมลรัฐอิลลินอยส์ ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้จากการสุ่ม ผลจากการวิเคราะห์องประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis) พบว่า ข้อคำถามมีการจับกลุ่ม 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1. attitudes toward science 2. behavioral beliefs about science 3. intentions to engage in science 4. normative beliefs 5. control beliefs รวม 30 ข้อ แสดงตัวอย่างเครื่องมือ ดังนี้

ตัวอย่างคำถาม: แบบวัดของ Summers and Abd-El-Khalick (2018)
Attitudes toward science
- I really like science
- I do not like science
Behavioral beliefs about science
- Science will help me understand the world around me
- Knowledge of science helps me protect the environment
Intentions to engage in science
- I would like to do science experiments at home
- I would enjoy working in a science-related career
Normative beliefs
- My family encourages me to have a science related career
- My family encourages my interest in science
Control beliefs
- I am confident that I can understand science
- Science is easy for me

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Tyler-Wood et al. (2010) ได้ศึกษาตัวแปรความสนใจในสะเต็มด้านเนื้อหา (interest in STEM content) และด้านอาชีพสะเต็ม (interest in STEM careers) นักเรียนระดับชั้น middle school (เทียบเท่าชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของประเทศไทย) ในโครงการ Middle Schoolers Out to Save the World (MSOSW) ของ The Innovative Technology Experiences for Students and Teachers (ITEST) โดยใช้เครื่องมือ STEM Semantics Survey รูปแบบมาตรออสกูด 7 ระดับ แบ่งเป็น 5 ส่วน ได้แก่ 1) วิทยาศาสตร์ (science) 2) เทคโนโลยี (technology) 3) วิศวกรรมศาสตร์ (engineering) 4) คณิตศาสตร์ (mathematic) 5) อาชีพสะเต็ม

(STEM career) โดยแต่ละส่วนถาม 5 ข้อ รวม 25 ข้อ และใช้แบบสอบถามความสนใจในอาชีพสะเต็ม (Career Interest Questionnaire) ซึ่งเจาะจงที่อาชีพด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบ five-item Likert scale ตั้งแต่ระดับ SD=Strongly Disagree ถึง SA=Strongly Agree ซึ่งแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) การรับรู้สภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการใฝ่หาอาชีพด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ 2) ความสนใจในการใฝ่หาโอกาสทางการศึกษาที่จะนำไปสู่อาชีพด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ และ 3) การรับรู้ความสำคัญของอาชีพทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวได้กำหนดองค์ประกอบภายหลังจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory factor analysis) แสดงเครื่องมือ ดังนี้

ตัวอย่างคำถาม: แบบวัดของ Tyler-Wood et al, (2010)

Instructions: Choose one circle between each adjective pair to indicate how you feel about the object.

To me, SCIENCE is:

1.	**Fascinating**	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	Mundane
2.	**Appealing**	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	**Unappealing**
3.	**Exciting**	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	**Unexciting**
4.	**Means nothing**	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	**Means a lot**
5.	**boring**	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	**interesting**

.....

Part 1

Instructions: Select one level of agreement for each statement to indicate how you feel.

SD=Strongly Disagree, D= Disagree, U=Undecided, A=Agree, SA=Strongly Agree

	SD	D	U	A	SA
1. I would like to have a career in science.	①	②	③	④	⑤
2. My family is interested in the science courses I take.	①	②	③	④	⑤

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Vincent-Ruz and Schunn (2018) ได้ศึกษาแปรอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้น Grade. 7 และ Grade. 9 (เทียบเท่ามัธยมศึกษาตอนต้นของประเทศไทย) จำนวน 1,322 คน จากโรงเรียนรัฐบาลในเขตเมืองของสหรัฐอเมริกา โดยแยกวิเคราะห์ข้อมูลตามเพศ เชื้อชาติ ชาติพันธุ์ โดยใช้เครื่องมือวัดแบบ four-item Likert scale ซึ่งเครื่องมือวัดดังกล่าวมีโครงสร้างในการวัด 3 ส่วน ดังนี้

ตัวอย่างคำถาม: แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ของ Vincent-Ruz and Schunn (2018)
1) science identity (4 = YES!, 3 = yes, 2 = no, 1 = NO!)
1.1) perceived personal science identity: 1 item
- I am a science person
1.2) perceived recognized science identity: 3 items
- My family sees me as a science person
- My friends see me as a science person
- My teachers see me as a science person
2) Attitude toward science (4 = YES!, 3 = yes, 2 = no, 1 = NO!)
2.1) Fascination in science: 5 items, α=.83
- After a really interesting science activity is over, I look for more information about it.
- I need to know how objects work.
2.2) Values science: 3 items, α=.73
- Knowing science is important for:
- Knowing science helps me understand how the world works:
2.3) Competency beliefs in science: 4 items, α=.63
- Figuring out how to fix a science activity that didn't work.
- I think I am very good at coming up with questions about science.
3) Optional science learning experiences (based on prior work)
3.1) Choice preferences: 10 items, α=.85 (4 = YES!, 3 = yes, 2 = no, 1 = NO!)
Ex. - I would like to attend a science camp next summer.
3.2) Science experiences (4 = many days, 3 = a few days, 2 = 1 day, 1 = never)
3.2.1) Formal science experiences: 7 items, α=.72
Ex. - I did an extra-credit research project for science class.
3.3.2) Informal science experiences: 5 items, α=.77
Ex. - I read books about science or science fiction.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Wiebe et al. (2018) สร้างเครื่องมือแบบสำรวจความสนใจในอาชีพด้านสะเต็ม รูปแบบ four-point Likert scale จากระดับ not at all interested ถึงระดับ very interested โดยศึกษานำร่อง (pilot study) จำนวน 43 ข้อ ซึ่งพัฒนาจาก U.S. Bureau of Labor Statistics (2011) จากนั้นกำหนดองค์ประกอบภายหลังจาก การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory factor analysis) ซึ่งใช้คำถามครอบคลุม 12 อาชีพ ได้แก่ นักฟิสิกส์ นักเคมี นักวิทยาศาสตร์พลังงาน วิศวกร นักสิ่งแวดล้อม นักชีววิทยาและสัตววิทยา สัตวแพทย์ นักคณิตศาสตร์ แพทย์ นักธรณีวิทยา นักวิทยาการคอมพิวเตอร์ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ แสดงตัวอย่างข้อคำถาม ดังนี้

ตัวอย่างคำถาม: แบบวัดของ Wiebe et al. (2018)
Computer Science: 1. consists of the development and testing of computer systems 2. designing new programs and helping others to use computers. (computer support specialist, computer programmer, computer and network technician, gaming designer, computer software engineer, information technology specialist).

Williams and George-Jackson (2014) ได้ศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (science identity) และการรับรู้ความสามารถของตนเอง (self-efficacy) ว่าส่งผลต่อการใช้งานและการทำงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์อย่างไร ตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีคละเพศ และสาขาทางด้านสะเต็ม จำนวน 1,881 คน โดยใช้เครื่องมือรูปแบบมาตรประมาณค่า Likert scale (strongly disagree to strongly agree) ซึ่งมีองค์ประกอบในการวัด 2 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (science identity) มี 2 องค์ประกอบย่อยจากการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบ Principal axis factor (PAF) analysis ได้แก่ 1.1) Identifying as a scientist จำนวน 9 ข้อ และ 1.2) Using and doing science จำนวน 5 ข้อ และ 2) การรับรู้ความสามารถของตนเอง (self-efficacy) จำนวน 17 ข้อ แสดงตัวอย่างเครื่องมือ ดังนี้

ตัวอย่างคำถาม: แบบวัดของ Williams and George-Jackson (2014)
Identifying as a scientist: Cronbach's alpha = 0.944 - I identify as a scientist. - I am comfortable identifying myself as a scientist. - Field of study helps me identify as a scientist. - My faculty members recognize me as a scientist. - My peers recognize me as a scientist.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่างคำถาม: แบบวัดของ Williams and George-Jackson (2014)
- My family and friends recognize me as a scientist. - It is important to me that others see me as a scientist. - Seeing other people who look like me within my field reinforces my science identity. - Doing science is important to who I am. **Using and doing science**: Cronbach's alpha = 0.805 - My knowledge and skills will allow me to help others. - My knowledge and skills will allow me to contribute to social issues that are important to me. - I enjoy conducting research. - I have to work harder than my peers to be recognized as a scientist due to my race or ethnicity. - I have to work harder than my peers to be recognized as a scientist due to my gender. **Self-efficacy:** Cronbach's alpha = 0.799 - I feel good about myself. - I don't have enough control over the direction my life is taking. - I feel I am a person of worth, the equal of other people. - I am able to do things as well as most other people. - Every time I try to get ahead, something or somebody stops me. - My plans hardly ever work out, so planning only makes me unhappy. - Students like me do not usually do well at this college/university.

นิภาภรณ์ เชยวัดเกาะ (2545) ได้ศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านสวนวิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย จำนวน 70 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่เรียนแบบ 4 MAT จำนวน 35 คน และกลุ่มควบคุมที่เรียนตามแบบปกติ จำนวน 35 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นมาตรวัดแบบที่มีค่า 4 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง = 4 เห็นด้วย = 3 ไม่เห็นด้วย = 2 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง = 1 ซึ่งประกอบด้วยข้อความเชิงนิมาน (positive) จำนวน 36 ข้อ และข้อความเชิงนิเสธ (Negative) จำนวน 34 ข้อ โดยครอบคลุมเนื้อหาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ การเห็นความสำคัญ

และประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ จำนวน 18 ข้อ ความนิยมชมชอบในวิทยาศาสตร์ จำนวน 18 ข้อ ความสนใจในวิทยาศาสตร์ 17 ข้อ แนวโน้มการแสดงออก หรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 17 ข้อ โดยเครื่องมือมีความเที่ยงเท่ากับ 0.87 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 2.06-5.37 แสดงตัวอย่างข้อคำถาม ดังนี้

ตัวอย่างคำถาม: แบบวัดของ นิภาภรณ์ เชยวัดเกาะ (2545)
การเห็นความสำคัญและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ - นักเรียนทุกคนควรเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพราะมีความเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน - วิทยาศาสตร์ทำให้มนุษย์สามารถแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างมีเหตุผลได้ - ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เรียนไม่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาท้องถิ่นได้ - ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพและพัฒนาอาชีพได้ในอนาคต **ความนิยมชมชอบในวิทยาศาสตร์** - วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ซับซ้อนและเข้าใจยากทำให้ไม่อยากเรียน - ข้าพเจ้าชอบเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะท้าทายในการศึกษาค้นคว้าทดลองเพิ่มเติม - วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีชั่วโมงเรียนมากเกินไปควรลดชั่วโมงเรียนให้น้อยลง - ข้าพเจ้าเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นวิชาบังคับ ซึ่งถ้าเป็นวิชาเลือกข้าพเจ้าจะไม่เลือกเรียนวิชานี้ **ความสนใจในวิทยาศาสตร์** - ข้าพเจ้าไม่สนใจในการนำความรู้วิทยาศาสตร์ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน - ข้าพเจ้าคิดว่าในห้องสมุดโรงเรียนควรมีอินเทอร์เน็ต หนังสือ และวารสาร เพื่อใช้ในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากกว่านี้ - ข้าพเจ้าคิดว่าอาชีพที่ทำงานในห้องปฏิบัติการหรือห้องทดลองวิทยาศาสตร์เป็นอาชีพที่ไม่น่าสนใจ **แนวโน้มการแสดงออก หรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์** - ข้าพเจ้ารู้สึกเบื่อหน่ายทุกครั้งที่ต้องทำการทดลองและสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง - ในขณะเรียน ข้าพเจ้ามักซักถาม และตอบคำถามของครูผู้สอนเกี่ยวกับปัญหาวิทยาศาสตร์ - ข้าพเจ้าจะรู้สึกอึดอัดถ้าครูให้ข้าพเจ้าเป็นผู้สาธิตการทดลองในชั้นเรียน - ถ้ามีการจัดนิทรรศการเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนข้าพเจ้ามักจะอาสาจัดเสมอ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ยุพดี เส้นขาว (2532) ได้ศึกษาความสนใจในวิทยาศาสตร์ ในกลุ่มเป้าหมายที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบวัดความสนใจในวิทยาศาสตร์แบบมาตรประมาณค่าที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง จำนวน 40 ข้อ แบ่งออกเป็น 5 ระดับ (five-point Likert scale) ตั้งแต่ สนใจมากที่สุด ถึง ไม่สนใจเลย แสดงตัวอย่างข้อคำถาม ดังนี้

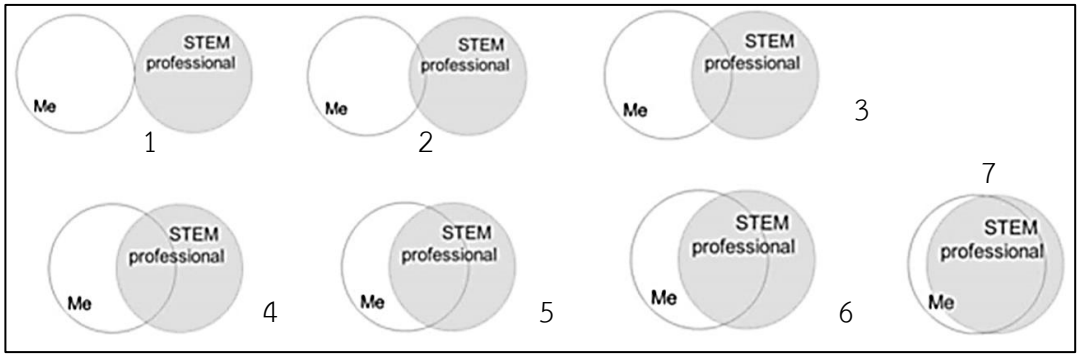
ตัวอย่างคำถาม: แบบวัดของ ยุพดี เส้นขาว (2532)

1. การฟังบรรยาย อภิปราย ปาฐกถา หรือโต้วาทีเกี่ยวกับความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. ฟังวิทยุเกี่ยวกับเหตุการณ์ข่าวสารการเปลี่ยนแปลงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. สนทนา ซักถามผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. สนทนากับบุคคลอื่น ๆ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. ร่วมอภิปราย หรือโต้วาทีเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5.2 การเก็บข้อมูลอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์เชิงคุณภาพ

McDonald et al. (2019) ได้ใช้กรอบความคิดอัตลักษณทางวิทยาศาสตร์ ในการสร้างเครื่องมือเพื่อศึกษาอัตลักษณ์ทางสะเต็ม (STEM identity) ชื่อว่า STEM Professional Identity Overlap measure (STEM-PIO-1) โดยให้กลุ่มเป้าหมายเลือกรูปแผนภาพการทับซ้อนของตนเองกับผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็ม ที่สามารถอธิบายภาพของตนเองที่คาบเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มได้ดีที่สุด กล่าวคือ การเลือกรูปที่ดีที่สุด เพื่ออธิบายว่าตนเองมีสิ่งใดที่คล้ายคลึงกับผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็ม เช่น ความสามารถ ลักษณะทางกายภาพ คุณลักษณะ เจตคติ เป็นต้น และมีความคล้ายคลึงอย่างไร สะท้อนผ่านการแสดงออกทางคำพูด และการอธิบายได้ชัดเจน แสดงเครื่องมือ ดังนี้

ตัวอย่าง: แผนภาพการทับซ้อนของตนเองกับผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็ม ของ McDonald et al. (2019)



Hughes et al. (2013) ได้จัดกิจกรรมค่ายสะเต็มภาคฤดูร้อน 2 ค่าย (ค่ายหญิงล้วนและค่ายสหศึกษา) ในประเทศสหรัฐอเมริกา และได้ศึกษาอัตลักษณ์ทางสะเต็ม (STEM identity) โดยนักเรียนผู้เข้าร่วมเป็นนักเรียนผู้ด้อยโอกาส หรือถูกกีดกันจากงานด้านสะเต็ม โดยเพศ เชื้อชาติชาติพันธุ์ รวมทั้งสิ้น 59 คน โดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured Interview) สัมภาษณ์เกี่ยวกับความสนใจในสะเต็ม (STEM interest) อัตมโนทัศน์ทางสะเต็ม (STEM self-concept) การรับรู้เกี่ยวกับอาชีพสะเต็มและผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็ม และการรับรู้และการเปลี่ยนแปลงตนเองเกี่ยวกับตัวแบบทางสะเต็ม (STEM role model) ประกอบด้วยข้อคำถามปลายเปิด จำนวน 23 ข้อ แสดงข้อคำถาม ดังนี้

ตัวอย่างคำถาม: แบบวัดของ Hughes et al. (2013)
1. What is your favorite subject in school? Why?
2. What is your least favorite subject in school? Why?
3. What extracurricular activities do you participate in? Are any of these science or math related?
4. How would you describe your family and friends?
5. What is your earliest memory of science?
6. What was science like in elementary school/middle school/high school?
7. What are your current science and math courses like? What do you enjoy and what do you dislike about these classes?
8. Have your attitudes toward science changed since elementary school?
9. Are any of your friends interested in science or science careers?
10. What would your friends say if you told them that you were interested in a career in science?
11. Do any of your family members work in STEM fields?
12. How do you think most people see scientists and engineers? What do you think most people would picture when they think of a scientist or engineer?
13. How do you picture a scientist or engineer?
14. Do you think there are certain people or certain traits that make people more successful at being a scientist or engineer?
15. What do you think they do on a daily basis?
16. What do you see yourself doing after high school?

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.3 โครงสร้างในการวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของงานวิจัยฉบับนี้

จากตัวอย่างที่ได้เสนอข้างต้นพบว่ามีการศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับตัวแปรโครงสร้างด้านเจตคติ และประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสร้างกรอบแนวคิดในการวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดให้ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (attitude toward science) และประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทางเลือก (optional science learning experiences) เป็นตัวบ่งชี้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องด้วย โครงสร้างทางจิตวิทยา และประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ส่งผลต่อการรับรู้ตนเองของผู้เรียนว่าผู้เรียนมองเห็นว่าตนเองสามารถเป็นผู้มีส่วนร่วมในวิทยาศาสตร์ (อ่านเพิ่มเติมในหัวข้อ 2. แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับอัตลักษณ์ และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงกำหนดโครงสร้างในการวัดโดยใช้ 3 ข้อบ่งชี้ ได้แก่

(1) การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (perceived science identity) ซึ่งมี 2 มุมมอง/มิติ ตามกรอบแนวคิดของ Vincent-Ruz and Schunn (2018)

(1.1) การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง (perceived personal science identity)

(1.2) การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์จากผู้อื่น (perceived recognized science identity)

(2) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (attitude toward science) ซึ่งมี 3 มุมมอง/มิติ ตามกรอบแนวคิดของ Gardner (1975, อ้างถึงใน สสวท., 2555, น. 148; as cited in Vincent-Ruz & Schunn, 2018, p. 5) ได้แก่

(2.1) ความหลงใหลในวิทยาศาสตร์ (fascination in science)

(2.2) ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ (values science)

(2.3) การรับรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง (competency beliefs in science)

(3) ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทางเลือก (optional science learning experiences) ซึ่งมี 2 ประเด็น ตามแนวคิดของ Vincent-Ruz and Schunn (2018) ได้แก่

(3.1) การเลือกเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ (choice preferences)

(3.2) ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (science experiences)

อธิบายนิยาม และข้อบ่งชี้ ดังนี้

5.3.1. การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (perceived science identity)

นิยาม

การมองตนเองผ่านประสบการณ์ทางวิทยายาศาสตร์ที่เคยเกิดขึ้นในชีวิต และการรับรู้จากผู้อื่นในบริบทสังคมของตน (Aschbacher et al., 2010; Bell et al., 2018; Carlone & Johnson, 2007; Shanahan, 2009; Vincent-Ruz & Schunn, 2018)

ข้อบ่งชี้ย่อย

จากนิยามดังกล่าวบ่งชี้ว่า การศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องศึกษาจาก การมองตนเองผ่านประสบการณ์ทางวิทยายาศาสตร์ที่เคยเกิดขึ้นในชีวิต และการรับรู้จากผู้อื่นในบริบทสังคมของตน (Bell et al., 2018; Carlone & Johnson, 2007) ของกลุ่มเป้าหมายในการวิจัย ทั้งนี้ Vincent-Ruz and Schunn (2018) ได้ประยุกต์กรอบแนวคิดของ Aschbacher et al. (2010) และ Shanahan (2009) ซึ่งกล่าวถึง การวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ จากการมองตนเองผ่านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เคยเกิดขึ้นในชีวิต และการรับรู้จากผู้อื่นในบริบทสังคมของตนในการออกแบบเครื่องมือวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ รูปแบบมาตรประมาณค่า four-point Likert scale โดยมีคำอธิบายระดับ ดังนี้ 4 = ใช่ที่สุด 3 = ใช่ 2 = ไม่ใช่ 1 = ไม่ใช่ที่สุด (4 = YES!, 3 = yes, 2 = no, 1 = NO!)

โดยแบ่งเป็น 2 มุมมอง/มิติ ได้แก่ 1) การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง (perceived personal science identity) และ 2) การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์จากผู้อื่น (perceived recognized science identity) ซึ่งอธิบาย ดังนี้

มิติที่ 1 การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง (perceived personal science identity)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Vincent-Ruz and Schunn (2018) อธิบายว่า บุคคลที่มีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์สูงจะมองว่าตนเองเป็นคนที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ Carlone and Johnson (2007) ซึ่งอธิบายว่า บุคคลที่มีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์สูงเป็นผู้ยอมรับตนเองว่าเป็น “บุคคลวิทยาศาสตร์” (science person)

ดังนั้น ข้อบ่งชี้ของ การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง คือ บุคคลยอมรับ หรือมองว่าตนเองเป็นคนที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หรือ “บุคคลวิทยาศาสตร์” (science person)

มิติที่ 2 การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์จากผู้อื่น (perceived recognized science identity)

Vincent-Ruz and Schunn (2018) อธิบายว่า บุคคลที่มีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์สูง จะสามารถทำให้ผู้อื่นที่มีความสำคัญ หรือมีอิทธิพลต่อบุคคลนั้น อาทิ เพื่อน

ผู้ปกครอง และครู คนใดคนหนึ่ง หรือมากกว่านั้น รับรู้ หรือมองว่าบุคคลนั้นมีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ Carlone and Johnson (2007) ซึ่งอธิบายว่า บุคคลที่มีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์สูงจะได้รับการยอมรับจากผู้อื่นในฐานะที่เป็น “บุคคลวิทยาศาสตร์” (science person)

ดังนั้น ข้อบ่งชี้ของ การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์จากผู้อื่น คือ บุคคลได้รับการยอมรับ หรือมองว่าเป็นผู้มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หรือ “บุคคลวิทยาศาสตร์” (science person)

5.3.2. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (attitude toward science)

นิยาม

Gardner (1975, อ้างถึงใน สสวท., 2555, น. 148; as cited in Vincent-Ruz & Schunn, 2018, p. 5) ได้อธิบายว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (attitude toward science) คือ ความรู้สึก ค่านิยม ความเชื่อ การรับรู้เกี่ยวกับกิจการทั่วไปของวิทยาศาสตร์ทั้งในและนอกโรงเรียน และการยึดถือในคุณค่าของงานด้านวิทยาศาสตร์ รวมถึงผลกระทบต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคม หรือตัวนักวิทยาศาสตร์

สอดคล้องกับนิยามในคู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระที่ 1-3 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดย สสวท. ซึ่งระบุไว้ในว่า

“เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (attitude toward science) เป็นความรู้สึก ความเชื่อและการยึดถือของบุคคล ในคุณค่าของงานด้านวิทยาศาสตร์ รวมถึงผลกระทบในด้านต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อตนเองและต่อสังคม ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกล่าว เช่น ความสนใจ ความชอบ การเห็นความสำคัญ และคุณค่าของวิทยาศาสตร์” (สสวท., 2561, น. 36)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สรุปได้ว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (attitude toward science) คือความรู้สึก ค่านิยม ความเชื่อ การรับรู้ และการยึดถือของบุคคล ในคุณค่าของงานด้านวิทยาศาสตร์ รวมถึงผลกระทบในด้านต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อตนเองและต่อสังคม ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกล่าว เช่น ความสนใจ ความชอบ การเห็นความสำคัญ และคุณค่าของวิทยาศาสตร์

ข้อบ่งชี้ย่อย

จากนิยามข้างต้นบ่งชี้ว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (attitude toward science) ประกอบด้วย ความสนใจ ความชอบ การเห็นความสำคัญ และคุณค่าของวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ Vincent-Ruz and Schunn (2018) อธิบายว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (attitude toward science) ประกอบด้วย 3 มุมมอง/มิติ ได้แก่ 1) ความหลงใหลในวิทยาศาสตร์ (fascination in science) 2)

ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ (values science) 3) การรับรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง (competency beliefs in science) และได้ออกแบบเครื่องมือวัดในรูปแบบมาตรประมาณค่า four-point Likert scale โดยมีคำอธิบายระดับ ดังนี้ 4 = ใช่ที่สุด 3 = ใช่ 2 = ไม่ใช่ 1 = ไม่ใช่ที่สุด (4 = YES!, 3 = yes, 2 = no, 1 = NO!) ซึ่งสร้างจากกรอบความคิดในงานวิจัยของ Dorph et al. (2016) ซึ่งได้อธิบายในแต่ละมุมมองหรือมิติ ดังนี้

มิติที่ 1 ความหลงใหลในวิทยาศาสตร์ (fascination in science)

ความหลงใหลในวิทยาศาสตร์ (fascination in science) หมายถึง ความสนใจและมีผลกระทบเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์ ความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ และมีเป้าหมายในการแสวงหาและฝึกฝนทักษะและแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้น ข้อบ่งชี้ของ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (attitude toward science) ในมิติความหลงใหลในวิทยาศาสตร์ (fascination in science) คือ การที่ผู้เรียนมีความสนใจและมีผลกระทบเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์ ความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ และมีเป้าหมายในการแสวงหาและฝึกฝนทักษะและแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์

มิติที่ 2 ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ (Values science)

ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ (Values science) หมายถึง การให้คุณค่าแก่ความสำคัญของความรู้วิทยาศาสตร์ และปฏิบัติในสิ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ ทั้งการปฏิบัติในสิ่งที่เป็นประโยชน์ส่วนบุคคล เช่น การซ่อมแซมสิ่งต่าง ๆ ในบ้าน เป็นต้น และประโยชน์ต่อสังคม เช่น การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

ดังนั้น ข้อบ่งชี้ของ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (attitude toward science) ในมิติค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ (Values science) คือ การที่ผู้เรียนให้คุณค่าแก่ความสำคัญของความรู้วิทยาศาสตร์ และปฏิบัติในสิ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ ทั้งการปฏิบัติในสิ่งที่เป็นประโยชน์ส่วนบุคคล และประโยชน์ต่อสังคม

มิติที่ 3 การรับรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง (competency beliefs in science)

การรับรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง (competency beliefs in science) หมายถึง ความเชื่อของผู้เรียนเกี่ยวกับความสามารถของตนเองในการประสบความสำเร็จในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ และความเชื่อเกี่ยวกับการมีทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถใช้ปฏิบัติได้เป็นอย่างดีในกิจกรรมเฉพาะของตนเอง

ดังนั้น ข้อบ่งชี้ของ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (attitude toward science) ในมิติการรับรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง (competency beliefs in science) คือ การที่ผู้เรียนเชื่อในความสามารถของตนเองว่า สามารถประสบความสำเร็จในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใน

สถานการณ์ต่าง ๆ และเชื่อในตนเองว่ามีทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถใช้ปฏิบัติได้เป็นอย่างดีในกิจกรรมเฉพาะต่าง ๆ

5.3.3 ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทางเลือก (optional science learning experiences)

นิยาม

จากธรรมชาติของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ประเด็นที่ 3 คือ ความเหมือนกันระหว่างวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน และวิทยาศาสตร์ที่แท้จริง (a match between school science and real science) (Archer et al., 2010) ที่สรุปได้ว่า ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนทั้งในและนอกห้องเรียน หรือบรรยากาศที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ สำคัญต่อการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

Vincent-Ruz and Schunn (2018) ได้เสนอมิติประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทางเลือก (optional science learning experiences) ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และบ่งชี้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนใน 2 มุมมอง/มิติ ได้แก่ 1) การเลือกเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ (choice preferences) 2) ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (science experiences) ซึ่งนิยามได้ ดังนี้

มิติที่ 1 การเลือกเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ (choice preferences)

หมายถึง การที่นักเรียนเลือกที่จะมีส่วนร่วมในประสบการณ์การเรียนรู้ทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ทั้งจากที่บ้านที่โรงเรียน หรือในสถานที่อื่น ๆ ในอนาคต

มิติที่ 2 ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (science experiences)

หมายถึง ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนเคยสัมผัสทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ดังนั้น ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทางเลือก จึงหมายถึง การที่นักเรียนเลือกที่จะมีส่วนร่วมในประสบการณ์การเรียนรู้ทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ทั้งจากที่บ้าน โรงเรียน หรือสถานที่อื่น ๆ ในอนาคต และประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนเคยสัมผัสทั้งที่เป็นทางการ และไม่เป็นทางการ

ข้อบ่งชี้ย่อย

มิติที่ 1 การเลือกเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ (choice preferences) ข้อบ่งชี้ คือ

(1) การเลือกที่จะมีส่วนร่วมในประสบการณ์การเรียนรู้ทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จากที่บ้านในอนาคตของผู้เรียน

(2) การเลือกที่จะมีส่วนร่วมในประสบการณ์การเรียนรู้ทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จากที่โรงเรียนในอนาคตของผู้เรียน

(3) การเลือกที่จะมีส่วนร่วมในประสบการณ์การเรียนรู้ทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จากสถานที่อื่น ๆ นอกเหนือจากบ้านและโรงเรียนในอนาคตของผู้เรียน

มิติที่ 2 ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (science experiences)

Vincent-Ruz and Schunn (2018) ได้กำหนดขอบเขตของประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ว่ามี 2 รูปแบบ ได้แก่ 1) ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นทางการ และ 2) ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่เป็นทางการ ซึ่งได้ระบุข้อบ่งชี้ ดังนี้

(1) ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นทางการ

ข้อบ่งชี้คือ การร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนที่เกิดขึ้นในช่วงปีการศึกษาปัจจุบัน ทั้งในเวลาเรียน และเวลาว่างของนักเรียน ซึ่งไม่นับรวมถึงการบ้านที่นักเรียนได้รับตามปกติ เช่น ฉันลงหน่วยกิตเพิ่มในวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

(2) ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่เป็นทางการ

ข้อบ่งชี้คือ การร่วมในประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่นอกเหนือจากที่เป็นทางการ และนักเรียนมีอิสระที่จะสำรวจค้นหาหัวข้อต่าง ๆ ด้วยตนเอง เช่น ฉันอ่านหนังสือเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือนิยายวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

กล่าวโดยสรุปคือ มิติประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (science experiences) มีข้อบ่งชี้คือ การร่วมในประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนเคยสัมผัส ทั้งที่เป็นทางการ และไม่เป็นทางการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรอบแนวคิดสำหรับการวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 กรอบแนวคิดสำหรับการวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้

ข้อบ่งชี้	มุมมอง/มิติ	ข้อบ่งชี้ย่อย
1 การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์	การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง	บุคคลยอมรับ หรือมองว่าตนเองเป็นคนที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หรือ “บุคคลวิทยาศาสตร์”
	การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์จากผู้อื่น	บุคคลได้รับการยอมรับ หรือมองว่าเป็นผู้มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หรือ “บุคคลวิทยาศาสตร์”

ข้อบ่งชี้	มุมมอง/มิติ	ข้อบ่งชี้ย่อย
2 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	ความหลงใหลในวิทยาศาสตร์	การที่ผู้เรียนมีความสนใจ และมีผลกระทบเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์ ความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ และมีเป้าหมายในการแสวงหาและฝึกฝนทักษะและแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์
	ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์	การที่ผู้เรียนให้คุณค่าแก่ความสำคัญของความรู้วิทยาศาสตร์และปฏิบัติในสิ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ ทั้งการปฏิบัติในสิ่งที่เป็นประโยชน์ส่วนบุคคล และประโยชน์ต่อสังคม
	การรับรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง	การที่ผู้เรียนเชื่อในความสามารถของตนเองว่าสามารถประสบความสำเร็จในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ และเชื่อในตนเองว่ามีทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถใช้ปฏิบัติได้เป็นอย่างดีในกิจกรรมเฉพาะต่าง ๆ
3 ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทางเลือก	การเลือกเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์	การเลือกที่จะมีส่วนร่วมในประสบการณ์การเรียนรู้ทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ทั้งจากที่บ้าน โรงเรียน หรือสถานที่อื่น ๆ ในอนาคตของผู้เรียน
	ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	การร่วมในประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนเคยสัมผัสทั้งที่เป็นทางการ และไม่เป็นทางการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 2 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. นิยามของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การศึกษา “ธรรมชาติของ” (nature of) ของศาสตร์ สาขา หรือสิ่งใด ๆ เป็นการอธิบายถึง โลกทัศน์ (world view) ที่เป็นลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น ๆ ผ่านมุมมองที่ต่าง ๆ เช่น ผู้ที่ปฏิบัติหน้าที่ในสาขานั้น ๆ คือใคร และความรู้ในสาขานั้น ๆ ถูกสร้าง หรือสังเคราะห์ขึ้นมาได้อย่างไร เป็นต้น (Peters-Burton, 2014) ดังนั้น ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (nature of science) จึงเป็นการอธิบายลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ผ่านมุมมองต่าง ๆ (Lederman, 1992; McComas & Olson, 1998)

Lederman (1992); Lederman et al. (2002); Lederman et al. (1998) อธิบายว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ การอธิบายญาณวิทยาของวิทยาศาสตร์ (epistemology of science) ซึ่งหมายถึง วิธิการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ (sociology of science) ซึ่งหมายถึง การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ในกลุ่มสังคมของนักวิทยาศาสตร์ และการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อสังคม รวมถึงสังคมที่ส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ดังที่ Lederman et al. (1998, p. 596) กล่าวว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ “ค่านิยม และสมมุติฐานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ/หรือการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์” (the values and assumptions inherent to science, scientific Knowledge, and/or development of scientific knowledge)

McComas and Olson (1998) อธิบายว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานมุมมอง 4 ด้าน ได้แก่

(1) ปรัชญาของวิทยาศาสตร์ (philosophy of science) คือ การอธิบายว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร และเป็นอย่างไร

(2) ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ (history of science) คือ การอธิบายว่าวิทยาศาสตร์เป็นขนบ ธรรมเนียม หรือคตินิยมทางสังคม

(3) สังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ (sociology of science) คือ การอธิบายว่านักวิทยาศาสตร์คือใคร และมีการปฏิบัติงานอย่างไร

(4) จิตวิทยาของวิทยาศาสตร์ (psychology of science) คือ การอธิบายลักษณะเฉพาะของนักวิทยาศาสตร์

กล่าวคือ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาเพื่ออธิบายว่า “วิทยาศาสตร์คืออะไร” “นักวิทยาศาสตร์มีการปฏิบัติงานอย่างไร” “นักวิทยาศาสตร์ทำงานเป็นกลุ่มสังคมได้อย่างไร” และ “สังคมกับวิทยาศาสตร์มีปฏิกิริยาต่อกันอย่างไร” (McComas et al., 1998, p. 4)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทั้งนี้ สสวท. ได้กล่าวสรุปธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ไว้ในคู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยอ้างอิงจาก McComas and Almazroa (1998, อ้างถึงใน สสวท., 2561, น. 6) ซึ่งกล่าวว่า “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะเฉพาะตัวของวิทยาศาสตร์ที่ทำให้แตกต่างจากศาสตร์ความรู้แขนงอื่น ๆ รวมถึงเป็นค่านิยม ข้อสรุป แนวคิด หรือคำอธิบายที่บ่งชี้เกี่ยวกับอาชีพนักวิทยาศาสตร์ ลักษณะและวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ความรู้ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงผลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคม”

ดังนั้น จากการทบทวนวรรณกรรมจากเอกสาร งานวิจัยเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งภายในประเทศไทย และต่างประเทศ สามารถสรุปได้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (nature of science) คือ การอธิบายญาณวิทยาของวิทยาศาสตร์ และสังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ หรือการผสมผสานมุมมอง 4 ด้าน ได้แก่ ปรัชญาของวิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาของวิทยาศาสตร์ เพื่ออธิบายลักษณะเฉพาะตัวของวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์คืออะไร นักวิทยาศาสตร์มีการปฏิบัติงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ทำงานเป็นกลุ่มสังคมได้อย่างไร และสังคมกับวิทยาศาสตร์มีปฏิกิริยาต่อกันอย่างไร

2. ขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ ลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ ซึ่งแสดงความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์กับศาสตร์ หรือสาขาอื่น ๆ ดังนั้น เพื่อให้เกิดความชัดเจนในการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จึงเป็นเหตุให้นักการศึกษา นักวิจัย รวมถึงสถาบันที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้พยายามศึกษา และกำหนดขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยจึงเสนอขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 ขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ AAAS

2.2 ขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากงานวิจัย

อธิบายรายละเอียด ดังนี้

2.1 ขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ AAAS (1990)

สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์อเมริกัน (American Association for the Advancement of Science: AAAS) เป็นสมาคมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ระบุขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน Science for all American ไว้ 3 ขอบข่าย (AAAS, 1990, pp. 1-12) ได้แก่

1. โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ (scientific worldview)

1.1. โลกเป็นเรื่องที่สามารถเข้าใจได้ (the world is understandable)

1.2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (scientific ideas are subject to change)

1.3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน (scientific knowledge is durable)

1.4. วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์แก่คำถามทุกคำถามได้ (science cannot provide complete answers to all questions)

2. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry)

2.1. วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน (science demands evidence)

2.2. วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลกับจินตนาการ (science is a blend of logic and imagination)

2.3. วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและคำทำนาย (science explains and predicts)

2.4. นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ (scientists try to identify and avoid bias)

2.5. วิทยาศาสตร์ไม่ใช่เรื่องการเชื่อฟังผู้มีอำนาจหรือเผด็จการ (science is not authoritarian)

3. กิจการทางวิทยาศาสตร์ (scientific enterprise)

3.1. วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน (science is a complex social activity)

3.2. วิทยาศาสตร์ได้ถูกจัดระบบอยู่ในเนื้อหาวิชาสาขาต่าง ๆ และมีการดำเนินการในสถาบันต่าง ๆ (science is organized into content disciplines and is conducted in various institutions)

3.3. การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณ (there are generally accepted ethical principles in the conduct of science)

3.4. นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในกิจกรรมสาธารณะทั้งในฐานะผู้เชี่ยวชาญ และเป็นพลเมือง (scientists participate in public affairs both as specialists and as citizens)

ซึ่งขอบข่ายดังกล่าว ถูกใช้อ้างอิงอย่างแพร่หลายในเอกสาร ตำรา หลักสูตร รวมถึงงานวิจัยต่าง ๆ ทั้งในประเทศไทย และต่างประเทศ อาทิ กาญจนา มหาลี (2553); ชาตรี ฝ่ายคำตา (2563) ; ณภัทร พระโพธิ์วังซ้าย (2560); เบญจพร สาภัคดี (2555); ปริณดา ลิมปานนท์ (2547); สสวท. (2561); สุรยศ ทรัพย์ประกอบ (2553); สุรยศ ทรัพย์ประกอบ และคณะ (2560); Lederman (1992); Lederman et al. (1998); Lederman et al. (2002) เป็นต้น ผู้วิจัยจึงใช้ขอบข่ายของ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ AAAS (1990, pp. 1-12) เป็นกรอบในการอธิบายขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แสดงรายละเอียด ดังนี้

2.1.1 โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ (scientific worldview)

Scientific worldview ในภาษาไทย คือ “โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์” (สสวท., 2561, น. 6) “โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์” (กาญจนา มหาลี, 2553, น. 15; ปริณดา ลิมปานนท์, 2547, น. 12) “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์” (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 9) เป็นการกล่าวถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากสติปัญญา และเป็นความพยายามของมนุษย์ในการศึกษาค้นคว้าคำตอบเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดในธรรมชาติทั้งบนโลกและนอกโลก รวมถึงอธิบายถึงลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจแตกต่างจากมุมมองของศาสตร์อื่น ๆ (กาญจนา มหาลี, 2553; ปริณดา ลิมปานนท์, 2547; สสวท., 2561) ดังนี้

(1) โลกเป็นเรื่องที่สามารถเข้าใจได้ (the world is understandable)

The world is understandable ในภาษาไทย คือ “โลกเป็นเรื่องที่สามารถเข้าใจได้” (กาญจนา มหาลี, 2553, น. 15; ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 9) “เราสามารถทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ บนโลกได้” (สสวท., 2561, น. 6) อธิบายได้ว่า วิทยาศาสตร์ คือ ความพยายามในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนโลก หรือในเอกภพที่เกิดขึ้นอย่างเป็นแบบแผน (pattern) วิทยาศาสตร์มีความเป็นสากล และเป็นระบบเดียวไม่ว่าจะอยู่ที่ใดในจักรวาล ดังนั้น วิทยาศาสตร์จึงสามารถเข้าใจได้ด้วยสติปัญญา วิธีการศึกษาที่เป็นระบบและละเอียดรอบคอบ รวมถึงการใช้การสังเกต หรือการเก็บข้อมูลโดยตรงผ่านประสาทสัมผัส และ/หรือการเก็บข้อมูลทางอ้อมโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ ที่พัฒนาขึ้นตามยุคสมัย การที่มนุษย์ศึกษา ทำความเข้าใจ และเก็บข้อมูลได้ถูกต้อง แม่นยำมากขึ้นเท่าใด ย่อมส่งผลให้เกิดความเข้าใจ และเข้าใกล้ความจริงของปรากฏการณ์ต่าง ๆ มากขึ้นเท่านั้น

(2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (scientific ideas are subject to change)

Scientific ideas are subject to change ในภาษาไทย คือ “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้” (กาญจนา มหาลี, 2553, น. 16; ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 12) “แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มีความไม่แน่นอน สามารถเปลี่ยนแปลงได้” (สสวท., 2561, น. 6) อธิบายได้ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่ความจริงแท้ หรือความจริงสัมบูรณ์ (absolute truth) ถึงแม้ว่าจะใช้กระบวนการสืบเสาะ หรือการสร้างองค์ความรู้จากการสังเกต การทดลอง หรือการสร้างแบบจำลองอย่างละเอียด รอบคอบ

และเป็นระบบมากเพียงใด แต่มนุษย์ไม่สามารถรู้ได้ว่าความรู้นั้นเป็นความจริงแท้ ความจริงสัมบูรณ์ หรือเป็นคำตอบสุดท้าย เพราะความหมายของคำตอบที่สร้างขึ้นนั้นเป็นเพียงส่วนหนึ่งของสิ่งที่เกิดขึ้นในจักรวาล อีกทั้งระหว่างการศึกษาค้นคว้าความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ สามารถเกิดคำถามใหม่ขึ้นตลอดเวลาอย่างไม่มีสิ้นสุด ส่งผลให้มีการปรับปรุง คิดค้น หรือพัฒนาวิธีการใหม่ในการค้นหาคำตอบ ซึ่งอาจค้นพบหลักฐานใหม่ที่นำไปสู่การสร้างคำอธิบาย หรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถอธิบายได้กว้างขวางหรือชัดเจนกว่าความรู้เดิม ซึ่งส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

(3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน (scientific knowledge is durable)

Scientific knowledge is durable ในภาษาไทย คือ “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน” (กาญจนา มหาลี, 2553, น. 16; ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 12) “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน และเชื่อถือได้” (สสวท., 2561, น. 6) อธิบายได้ว่า ถึงแม้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะไม่ใช่ความจริงแท้ หรือความจริงสัมบูรณ์ เป็นความรู้ที่ยังไม่มีที่สิ้นสุด และสามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทนในระยะเวลาหนึ่ง เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มีการศึกษาค้นคว้า และพัฒนาขึ้นมาผ่านวิธีการต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง และมีการทดลองซ้ำเป็นระยะเวลาหนึ่งจนสามารถเชื่อถือได้ ภายใต้การตรวจสอบอย่างเข้มข้นในสังคมของนักวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีอยู่ในยุคสมัยนั้น ดังนั้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงคงทนจนกว่าจะมีการค้นพบความรู้ใหม่ที่สามารถอธิบายได้กว้างขวาง หรือชัดเจนกว่ามาลบล้างความรู้เดิม ซึ่งการได้ข้อค้นพบใหม่อาจใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน

(4) วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์แก่คำถามทุกคำถามได้ (science cannot provide complete answers to all questions)

Science cannot provide complete answers to all questions ในภาษาไทย คือ “วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์แก่คำถามทุกคำถามได้” (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 13) “วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม” (สสวท., 2561, น. 7) อธิบายได้ว่า วิทยาศาสตร์สามารถหาคำตอบ หรืออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยอาศัยข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ สามารถสังเกต ทดลอง หรือพิสูจน์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น บางสิ่งที่อยู่นอกเหนือจากข้างต้น จึงไม่สามารถหาคำตอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความเชื่อเกี่ยวกับจิตวิญญาณ สิ่งลี้ลับ สิ่งเหนือธรรมชาติ ปาฏิหาริย์ โชคชะตา โหราศาสตร์ ความผิดชอบชั่วดี เป็นต้น แม้ว่าบางครั้งสิ่งเหล่านี้อาจดูเหมือนมีคำตอบที่เป็นไปได้ แต่ไม่ใช่หน้าที่ของนักวิทยาศาสตร์

ในการอธิบาย เพราะสิ่งเหล่านี้เป็นเรื่องของจิตใจ จึงไม่สามารถตัดสินโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.1.2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry)

Scientific inquiry ในภาษาไทย คือ “การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์” (สสวท., 2561, น. 7) “การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์” (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 13) “การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์” (กาญจนา มหาลี, 2553, น. 17; ปริณดา ลิมปานนท์, 2547, น. 12) เป็นการกล่าวถึง การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) ว่าเป็นการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการค้นหาคำตอบผ่านการทำงานอย่างเป็นระบบ รอบคอบ แต่มีอิสระ และไม่เป็นลำดับขั้นที่ตายตัว (กาญจนา มหาลี, 2553; ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563; ปริณดา ลิมปานนท์, 2547; สสวท., 2561)

สสวท. (2561, น. 7) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะที่สำคัญ ได้แก่

(1) คำถามที่สามารถหาคำตอบ หรือตรวจสอบได้

(2) ข้อมูลหลักฐานทั้งเชิงประจักษ์ และจากที่ผู้อื่นค้นพบ

(3) การทำความเข้าใจ วิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ แล้วหาความสัมพันธ์ของข้อมูลและสร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถามที่สงสัย

(4) การเชื่อมโยง เปรียบเทียบคำอธิบายของตนเองกับผู้อื่น

(5) การสื่อสารคำอธิบายหรือสิ่งที่ค้นพบให้ผู้อื่นทราบ

ขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) มีรายละเอียด ดังนี้

(1) วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน (science demands evidence)

Science demands evidence ในภาษาไทย คือ “วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน” (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 13; สสวท., 2561, น. 9) “ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้” (กาญจนา มหาลี, 2553, น. 17) อธิบายได้ว่า การหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ หรืออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น จำเป็นต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การสังเกตทั้งทางตรงและทางอ้อม การทดลอง การสร้างแบบจำลอง รวมถึงการพิสูจน์ซ้ำ เพื่อให้ได้หลักฐานเชิงประจักษ์ (empirical evidence) ที่มีความถูกต้อง เชื่อถือได้ สำหรับอ้างอิง ยืนยันคำตอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(2) วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลกับจินตนาการ (science is a blend of logic and imagination)

Science is a blend of logic and imagination ในภาษาไทย คือ “วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลกับจินตนาการ” (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 14) “วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์ จินตนาการ และการคิดสร้างสรรค์” (สสวท., 2561, น. 9) “วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับจิตนาการและความคิดสร้างสรรค์” (กาญจนา มหาลี, 2553, น. 18) อธิบายได้ว่า การทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในจักรวาล จำเป็นต้องใช้ความเป็นเหตุเป็นผล (logic) และจินตนาการ (imagination) ผสมผสานเชื่อมโยงข้อมูลจากหลักฐานในการให้ความหมาย หรือข้อสรุปของปรากฏการณ์นั้น ๆ แม้ว่านักวิทยาศาสตร์จะได้รับข้อมูลหลักฐานชุดเดียวกัน แต่อาจให้ความหมายต่อปรากฏการณ์ที่สนใจต่างกัน ขึ้นอยู่กับจินตนาการ และหลักเหตุผลที่แต่ละคนเลือกใช้ ดังนั้น หลักฐานจึงไม่มีความหมาย หากขาดการให้เหตุผล และจินตนาการในการสื่อความหมายออกมา

(3) วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและคำทำนาย (science explains and predicts)

Science explains and predicts ในภาษาไทย คือ “วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบาย และคำทำนาย” (กาญจนา มหาลี, 2553, น. 18; ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 14) “วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบาย และการพยากรณ์” (สสวท., 2561, น. 9) อธิบายได้ว่า นักวิทยาศาสตร์พยายามทำความเข้าใจ และอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยอาศัยหลักการ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ รวมถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีระบบเพื่อให้ได้ข้อมูลหลักฐาน และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ ทั้งนี้ คำอธิบายที่ได้อาจเป็นคำอธิบายที่กว้างขวาง ลึกซึ้งขึ้นบนฐานความรู้เดิมที่มีอยู่ หรืออาจเป็นคำอธิบายปรากฏการณ์ที่ไม่เคยค้นพบมาก่อน นอกจากวิทยาศาสตร์จะให้คำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ แล้ววิทยาศาสตร์ยังสามารถทำนาย หรือพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นทั้งในอนาคตที่ยังไม่มีการค้นพบ หรือศึกษามาก่อน และทำนายถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในอดีตภายใต้หลักฐานที่มีอยู่ เช่น การทำนายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอดีตจากการตรวจสอบข้อมูลจากซากฟอสซิลสิ่งมีชีวิต เป็นต้น

(4) นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ (scientists try to identify and avoid bias)

Scientists try to identify and avoid bias ในภาษาไทย คือ “นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ” (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 14)

“นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง” (สสวท., 2561, น. 9) “การหลีกเลี่ยงอคติของนักวิทยาศาสตร์” (กาญจนา มหาลี, 2553, น. 19) อธิบายได้ว่า การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐาน และให้ความหมายด้วยการให้เหตุผลและจิตนาการของนักวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ พื้นฐานของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคนมีความแตกต่างกันตามประสบการณ์เดิม ดังนั้น อาจเป็นไปได้ที่นักวิทยาศาสตร์จะเกิดอคติ หรือความลำเอียงต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งส่งผลต่อขั้นตอนต่าง ๆ ในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การเก็บข้อมูล การอธิบาย การตีความและสรุปความหมาย เป็นต้น ดังนั้น เพื่อให้เกิดความถูกต้อง แม่นยำในการอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ต้องพยายามค้นหาสาเหตุและหลีกเลี่ยงอคติทั้งที่เกิดจากตัวผู้สังเกต ตัวอย่าง เครื่องมือ และวิธีการที่ใช้การตีความหมาย หรือการรายงานข้อมูล เช่น การสังเกต ทดลอง หรือทดสอบหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจน และพยายามรับฟังข้อมูลหรือการอธิบายจากกลุ่มนักวิทยาศาสตร์กลุ่มต่าง ๆ ที่ศึกษาในประเด็นเดียวกัน เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้อง และความน่าเชื่อถือกับข้อมูลของตนเอง

(5) วิทยาศาสตร์ไม่ใช่เรื่องการเชื่อฟังผู้มีอำนาจ หรือเผด็จการ (science is not authoritarian)

Science is not authoritarian ในภาษาไทย คือ “วิทยาศาสตร์ไม่ใช่เรื่องการเชื่อฟังผู้มีอำนาจหรือเผด็จการ” (กาญจนา มหาลี, 2553, น. 19; ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 15) “วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น” (สสวท., 2561, น. 9) อธิบายได้ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้ขึ้นอยู่กับชื่อเสียง หรือตำแหน่งหน้าที่การงานของบุคคล หรือนักวิทยาศาสตร์ เพราะทุกคนมีสิทธิในการเข้าถึงความจริงได้เช่นเดียวกัน การมีชื่อเสียงหรืออำนาจ จึงไม่สามารถใช้ตัดสิน หรือชี้ขาดว่าสิ่งใดคือความจริง หรือถูกต้องมากที่สุด ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะมีความน่าเชื่อถือได้ต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สามารถตรวจสอบได้ และหากเกิดแนวคิดใหม่ที่ถูกต้อง ลึกซึ้ง หรือครอบคลุมกว่าแนวคิดเดิม แนวคิดนั้นย่อมได้รับการยอมรับ หรืออาจถูกใช้แทนที่ แม้ว่าแนวคิดเดิมนั้นจะถูกค้นพบโดยผู้มีชื่อเสียง หรืออำนาจมากเพียงใดก็ตาม

2.1.3 กิจการทางวิทยาศาสตร์ (scientific enterprise)

Scientific enterprise ในภาษาไทย คือ “กิจการทางวิทยาศาสตร์” (กาญจนา มหาลี, 2553, น.20; ปริณดา ลิมปานนท์, 2547, น.13; สสวท., 2561, น.10) “การทำงาน หรือสังคมของนักวิทยาศาสตร์ และคุณค่าของวิทยาศาสตร์ต่อสังคม” (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 15) อธิบายได้ว่า วิทยาศาสตร์ เป็นกิจการของมนุษยชาติที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้อย่างหลากหลายมิติ ทั้งในระดับของบุคคล สังคม สถาบัน หรือองค์กร

ซึ่งมีความแตกต่างกันตามยุคสมัย รวมถึงการทำงานทางด้านวิทยาศาสตร์ต้องกระทำอย่างมีจรรยาบรรณ (กาญจนา มหาลี, 2553; ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563; ปริณดา ลิมปานนท์, 2547; สสวท., 2561)

(1) วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน (science is a complex social activity)

Science is a complex social activity ในภาษาไทย คือ “วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน” (สสวท., 2561, น. 10) “วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคมและวัฒนธรรม” (กาญจนา มหาลี, 2553, น. 20) อธิบายได้ว่า วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมหนึ่งในระบบสังคมของมนุษย์ ดังนั้น มนุษย์ทุกคนจึงสามารถมีส่วนร่วมในวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประกอบอาชีพ รวมถึงสามารถประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ได้ตามความสามารถและความสนใจของตน ทั้งในระดับบุคคล สังคม สถาบัน หรือองค์กรต่าง ๆ เช่น โรงเรียน มหาวิทยาลัย โรงพยาบาล โรงงานอุตสาหกรรม สถานีอวกาศ เป็นต้น และการเผยแพร่ข้อมูลทางด้านวิทยาศาสตร์ยังเปิดโอกาสให้สังคมวิพากษ์วิจารณ์ ส่งผลให้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดการพัฒนาอยู่ตลอดเวลาควบคู่กับสังคม

ทั้งนี้ ปัจจัยต่าง ๆ ในสังคม เช่น เรื่องราวในประวัติศาสตร์ ความเชื่อ หลักศาสนา วัฒนธรรม ประเพณี ค่านิยม และสถานะทางสังคม เป็นต้น ล้วนส่งผลต่อกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ทั้งที่เป็นการสนับสนุน หรือเป็นการขัดขวาง เช่น การโคลน (cloning) สิ่งมีชีวิต โดยการโคลนนั้นมีความสำคัญและประโยชน์อย่างมากต่อกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่เป็นที่ยอมรับในบางสังคมด้วยเหตุผลทางด้านจริยธรรม หรือความเชื่อทางศาสนา เป็นต้น ในทางตรงกันข้าม วิทยาศาสตร์ก็ส่งผลต่อสังคม เช่น การที่ผู้คนในสังคมมีความเข้าใจวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้ใช้ชีวิตได้อย่างมีเหตุผล ไม่หลงเชื่อสิ่งงมงายที่ไม่สามารถพิสูจน์ได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

(2) วิทยาศาสตร์ได้ถูกจัดระบบอยู่ในเนื้อหาวิชาสาขาต่าง ๆ และมีการดำเนินการในสถาบันต่าง ๆ (science is organized into content disciplines and is conducted in various institutions)

Science is organized into content disciplines and is conducted in various institutions ในภาษาไทย คือ “วิทยาศาสตร์ได้ถูกจัดระบบอยู่ในเนื้อหาวิชาสาขาต่าง ๆ และมีการดำเนินการในสถาบันต่าง ๆ” (กาญจนา มหาลี, 2553, น. 20) “วิทยาศาสตร์แตกแขนงเป็นสาขาต่าง ๆ และมีการดำเนินการในหลายองค์กร” (สสวท.,

2561, น. 10) “วิทยาศาสตร์ถูกจัดระบบอยู่ในเนื้อหาวิชาสาขาต่าง ๆ” (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 16)

อธิบายได้ว่า วิทยาศาสตร์ คือ การรวบรวมความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ จึงมีความหลากหลายและแตกแขนงเป็นสาขาต่าง ๆ เช่น เคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา โลกและดาราศาสตร์ เป็นต้น เพื่อให้เกิดความเฉพาะเจาะจงและง่ายต่อการศึกษา แต่ทั้งนี้ การสร้างความรู้บางอย่างอาจจำเป็นต้องบูรณาการมากกว่าหนึ่งสาขาทั้งที่เป็นวิทยาศาสตร์และนอกเหนือจากวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจพัฒนาจนกลายเป็นวิทยาศาสตร์สาขาใหม่ เช่น ฟิสิกส์ดาราศาสตร์ ชีววิทยาสังคม เป็นต้น ดังนั้น วิทยาศาสตร์จึงไม่มีเส้นแบ่ง หรือขอบข่ายระหว่างแขนงต่าง ๆ อย่างสิ้นเชิง และมีความเจริญก้าวหน้าหรือขยายขอบข่ายได้

(3) การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณ (there are generally accepted ethical principles in the conduct of science)

There are generally accepted ethical principles in the conduct of science ในภาษาไทย คือ “การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณ” (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 16) “วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมในการดำเนินการ” (สสวท., 2561, น. 10) “การคำนึงถึงคุณธรรม จริยธรรมของนักวิทยาศาสตร์” (กาญจนา มหาลี, 2553, น. 21) อธิบายได้ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อมนุษย์ อีกทั้งวิทยาศาสตร์สามารถให้ทั้งคุณและโทษ ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ต้องทำงาน โดยยึดมั่นในจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความมีใจกว้าง ความซื่อสัตย์ในการบันทึกข้อมูล และยอมรับให้ผู้อื่นตรวจสอบงานของตน เป็นต้น ไม่หลงใหลในอำนาจ และชื่อเสียงจนส่งผลให้เกิดการก้าวไปในทางที่ผิด เช่น การบิดเบือนข้อมูล หรือข้อค้นพบ เพื่อต้องการให้ตนเองมีชื่อเสียงจากการค้นพบข้อมูลเป็นคนแรก เป็นต้น เพราะการกระทำเหล่านี้เป็นการขัดขวางความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และไม่เป็นที่ยอมรับในสังคมนักวิทยาศาสตร์ และจำเป็นอย่างยิ่งที่นักวิทยาศาสตร์จะต้องปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบและละเอียดรอบคอบ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยทั้งต่อตนเองและผู้อื่น อีกทั้งไม่นำผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในทางที่ผิด

(4) นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในกิจกรรมสาธารณะทั้งในฐานะผู้เชี่ยวชาญ และเป็นพลเมือง (scientists participate in public affairs both as specialists and as citizens)

Scientists participate in public affairs both as specialists and as citizens ในภาษาไทย คือ “นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในกิจกรรมสาธารณะทั้งในฐานะ

ผู้เชี่ยวชาญ และเป็นพลเมือง” (กาญจนา มหาลี, 2553, น. 21; ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 16) “นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญและประชาชนคนหนึ่ง” (สสวท., 2561, น. 10) อธิบายได้ว่า นักวิทยาศาสตร์เป็นบุคคลที่มีความรู้ ความสามารถและทักษะจำเป็นในการสร้างความกระจ่าง พิสูจน์ยืนยันเรื่องราวต่าง ๆ หรือช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมได้ แต่ทั้งนี้ เหตุการณ์ในสังคมปัจจุบันมีความสลับซับซ้อน นักวิทยาศาสตร์จึงไม่สามารถชี้ขาดโดยลำพังว่าสิ่งใดถูกหรือผิด เพราะบางสิ่งอาจอยู่นอกเหนือความเข้าใจ หรือต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านในศาสตร์สาขาอื่น ๆ นักวิทยาศาสตร์จึงเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยตัดสินใจหรือแก้ไขปัญหาเท่านั้น ดังนั้น ในการจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้น อาจจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายฝ่าย

นอกจากการที่นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้มีส่วนร่วมในกิจกรรมสาธารณะในฐานะผู้เชี่ยวชาญแล้ว นักวิทยาศาสตร์ยังเป็นพลเมือง หรือประชาชนคนหนึ่งในสังคมที่มีมุมมอง ความสนใจ ค่านิยม ความเชื่อส่วนตัว และอคติส่วนตัวเช่นคนปกติทั่วไป ดังนั้น สิ่งเหล่านี้สามารถส่งผลต่อการอธิบาย หรือการตัดสินใจของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจทำให้ข้อมูลบางอย่างคลาดเคลื่อนได้

2.2 ขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากงานวิจัย

นอกเหนือจากขอบข่ายของวิทยาศาสตร์ของ AAAS (1990, pp. 1-12) ยังมีงานวิจัยทางด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์อีกหลายงานที่อธิบายขอบข่าย หรือลักษณะสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

Thurber and Collette (1964, pp. 2-17, อ้างถึงใน ปริณดา ลิมปานนท์, 2547, น. 14-15) กล่าวว่า “ผู้คนจำนวนมากมักคิดว่าวิทยาศาสตร์เป็นความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และมักสับสนระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ นักวิจัยคิดว่าวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหาข้อมูล ในขณะที่นักปรัชญามองว่าวิทยาศาสตร์เป็นวิถีหนึ่งในการคิด” Thurber and Collette จึงอธิบายสรุปไว้ 3 ประเด็น ดังนี้

(1) “การให้คำจำกัดความวิทยาศาสตร์” (defining science) วิทยาศาสตร์เป็นทั้งองค์ความรู้และกระบวนการในการแสวงหาความรู้และความรู้นั้นต้องมาจากการสืบสอบสามารถตรวจสอบได้และดำเนินไปอย่างไม่หยุดยั้ง

(2) การอธิบายถึงวิทยาศาสตร์ในฐานะองค์ความรู้ (science as a body of knowledge) วิทยาศาสตร์มักถูกสอนในฐานะที่เป็นข้อเท็จจริงที่ค้นพบโดยนักวิทยาศาสตร์ แต่ในความเป็นจริงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้เป็นเพียงข้อเท็จจริง แต่ยังอาจเป็นหลักการหรือทฤษฎี ซึ่งสามารถมีข้อผิดพลาดได้ และมีการเปลี่ยนแปลงได้

(3) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (the process of science) แม้ว่าจะมีผู้ที่สามารถสรุปขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ก็ตาม แต่ก็ไม่จำเป็นว่านักวิทยาศาสตร์จะต้องดำเนินงานตามขั้นตอนนั้นทุกประการ”

Lederman (1992) อธิบายลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ประเด็น ดังนี้

(1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากหลักฐานเชิงประจักษ์

(2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนหนึ่งเป็นผลจากการลงข้อสรุปจากหลักฐานเชิงประจักษ์

(3) ความรู้ มุมมอง และประสบการณ์เดิมของนักวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลต่อการตีความ และการลงข้อสรุป

(4) นักวิทยาศาสตร์ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในทุกขั้นตอนของการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

(5) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือ แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งชั่วคราวที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

(6) การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นอยู่ภายใต้อิทธิพลของความคิด ความเชื่อ ค่านิยม และวัฒนธรรมของคนในสังคม

Lederman et al. (2002, pp. 499-502) อธิบายลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 8 ประเด็น ดังนี้

(1) องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ (the empirical nature of scientific knowledge: empirical basis) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติทั้งทางตรงและทางอ้อม การทดลอง การสร้างแบบจำลอง รวมถึงการพิสูจน์ซ้ำ เพื่อให้ได้หลักฐานเชิงประจักษ์ (empirical evidence) ที่มีความถูกต้อง เชื่อถือได้ สำหรับอ้างอิง ยืนยันคำตอบ

(2) การสังเกต การลงความเห็น และการประกอบกันเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (observation, inference, and theoretical entities in science: observation and inference) การสังเกตทั้งทางตรงผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า และการสังเกตทางอ้อมผ่านเครื่องมือต่าง ๆ เป็นสิ่งที่ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ค้นพบหลักฐาน และนำสู่การลงความเห็นข้อมูล ส่วนการลงความเห็นเป็นการแปลความหมายจากการสังเกต ซึ่งเป็นการทำให้หลักฐานมีความหมาย ทั้งนี้ ความเชื่อ และประสบการณ์เดิมสามารถส่งผลต่อการสังเกตและการแปลความหมายได้ ดังนั้น ภายใต้หลักฐานเดียวกัน ผลของการสังเกตและการลงความเห็นข้อมูลจึงสามารถแตกต่างกันได้ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องอาศัยมุมมองอย่างหลากหลายเพื่อช่วยให้การลงความเห็นต่อข้อมูลมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

(3) ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ (scientific theories and laws: theories and laws) ทฤษฎีและกฎเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์คนละประเภท ซึ่งทำหน้าที่ต่างกัน กฎ เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่บรรยายความสัมพันธ์ของสิ่งที่สังเกตได้ หรือรับรู้ได้จากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ส่วนทฤษฎี เป็นชุดของคำอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและความสัมพันธ์ในธรรมชาติ ดังนั้น กฎจึงไม่สามารถเปลี่ยนเป็นทฤษฎี และทฤษฎีก็ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นกฎได้

(4) องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีส่วนเกี่ยวข้องกับจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ (the creative and imaginative nature of scientific knowledge: creative and imaginative) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างมาจากจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ประกอบกับการใช้เหตุผลเชิงตรรกะของมนุษย์ในการลงความเห็น หรือตีความ หรือสื่อความหมายของหลักฐาน แม้ว่านักวิทยาศาสตร์จะได้รับข้อมูลหลักฐานชุดเดียวกัน แต่อาจให้ความหมายต่อปรากฏการณ์ที่สนใจต่างกันขึ้นอยู่กับจินตนาการ และหลักเหตุผลที่แต่ละคนเลือกใช้

(5) องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกเหนี่ยวนำหรือขับเคลื่อนโดยทฤษฎี (the theory-laden nature of scientific knowledge: theory-laden, subjectivity) นักวิทยาศาสตร์สร้างความรู้ภายใต้กรอบแนวคิด ทฤษฎีที่มีอยู่ สาขาวิชาที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาอยู่ สภาพทางเศรษกิจ สังคม และวัฒนธรรม รวมไปถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเป็นมนุษย์จะส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เสมอ เช่น ความเชื่อ ความรู้พื้นฐาน การฝึกฝน ประสบการณ์ ความคาดหวัง อารมณ์และความรู้สึก เป็นต้น โดยบางครั้งสิ่งเหล่านี้ก็เป็นประโยชน์ในการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เช่น ศีลธรรม ความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการ การตีความ และมุมมองหรือแนวคิดที่หลากหลาย แต่บางครั้งก็ถ่วงการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ เช่น อคติและความลำเอียงของนักวิทยาศาสตร์ การปิดบังหรือไม่ยอมรับข้อมูลหรือผลการทดลอง หรือแม้กระทั่งการบิดเบือนหรือตกแต่งข้อมูล

(6) องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากองค์ประกอบทางสังคมและวัฒนธรรม (the social and cultural embeddedness of scientific knowledge: sociocultural embeddedness) วิทยาศาสตร์เป็นกิจการที่ดำเนินการโดยมนุษย์ ดังนั้นสังคมและวัฒนธรรมจึงส่งผลต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นหน่วยสมาชิกหนึ่งในสังคม ทั้งนี้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็ส่งผลต่อสังคมและวัฒนธรรม

(7) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (myth of the scientific method: scientific method) วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างเป็นระบบ แต่ไม่มี

ระเบียบ ขั้นตอนที่ตายตัว และมีได้หลากหลายวิธีการขึ้นอยู่กับสิ่งที่ศึกษา เช่น การสังเกต การรวบรวมข้อมูล การทดลอง การสร้างแบบจำลอง เป็นต้น

(8) องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (the tentative nature of scientific knowledge: Tentativeness) องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความคงทน เนื่องจากได้รับการพิสูจน์ และตรวจสอบซ้ำ ๆ จนได้ผลที่ค่อยข้างแน่นอน แต่ทั้งนี้ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลหลักฐานใหม่ ซึ่งได้จากการสังเกต หรือการแปลความหมายจากข้อมูลเพิ่มเติม

McComas et al. (1998, pp. 6-7) ได้ศึกษาเอกสารมาตรฐานหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของหลักสูตรนานาชาติ ทั้งหมด 8 แหล่ง ซึ่งสามารถสรุปลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ 14 ประเด็น ดังนี้

(1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน แต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อค้นพบที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่า

(2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่บนพื้นฐานของการสังเกต การทดลอง หลักฐาน การโต้แย้งและความสงสัย

(3) การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีวิธีที่แน่นอน และไม่มีลำดับขั้นตอนที่ตายตัว

(4) วิทยาศาสตร์เป็นความพยายามของมนุษย์ที่จะอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ

(5) กฎกับทฤษฎีในวิทยาศาสตร์มีบทบาทต่างกัน ทฤษฎีจะไม่กลายเป็นกฎ แม้ว่าจะมีหลักฐานที่มาสนับสนุน

(6) ประชาชนทุกคนไม่ว่าจะอยู่ในวัฒนธรรมแบบใดสามารถมีส่วนในการสร้างวิทยาศาสตร์

(7) ความรู้ใหม่จำเป็นต้องมีการรายงานที่ชัดเจนและเปิดเผย

(8) นักวิทยาศาสตร์มีการบันทึกข้อมูลอย่างแม่นยำ และมีการร่วมกันตรวจสอบข้อมูลระหว่างนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน

(9) การสังเกตถูกเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎี กล่าวคือ นักวิทยาศาสตร์จะสังเกต หรือให้ความหมายต่อสิ่งใด ๆ บนพื้นฐาน ทฤษฎี ความเชื่อ ความรู้เดิม หรือประสบการณ์เดิมของตน

(10) นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์

(11) ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์แสดงถึงวิวัฒนาการและการปฏิวัติวิทยาศาสตร์

(12) วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคมและวัฒนธรรม

(13) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลกระทบต่อสิ่งอื่น ๆ

(14) วิทยาศาสตร์ได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมทางสังคมและประวัติศาสตร์

McComas (2004, 2008) อธิบายขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับการจัดการเรียนการสอนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลถึงระดับชั้นมัธยมไว้ 9 ประเด็น ดังนี้

(1) การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์

(2) การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลายปัจจัยร่วมกัน และจิตพิสัย บรรทัดฐาน การคิดเชิงเหตุผล และกระบวนการ เช่น การสังเกตและการบันทึกข้อมูลอย่างละเอียดรอบคอบ การรายงานอย่างมีหลักการ เป็นต้น แสดงรายละเอียดระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

(2.1) การทดลองไม่ใช่เพียงหนทางเดียวที่จะนำไปสู่ความรู้

(2.2) วิทยาศาสตร์มีการใช้ทั้งเหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยในการตรวจสอบ

(2.3) วิทยาศาสตร์มีการพัฒนาจากวิทยาศาสตร์ปกติ (normal science) และการปฏิวัติ

(3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นจริงชั่วคราว และมีความมั่นคงในตัวเอง

(4) กฎและทฤษฎีมีความสัมพันธ์กัน แต่มีความแตกต่างกันในชนิดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สมมติฐานมีความพิเศษ แต่ก็เป็นชนิดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์เช่นกัน

(5) วิทยาศาสตร์มีการใช้ความคิดสร้างสรรค์เป็นองค์ประกอบ

(6) วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มีองค์ประกอบอยู่ในตัวมันเอง ความคิดและการสังเกตในทางวิทยาศาสตร์จะมีทฤษฎีอยู่เบื้องหลัง ซึ่งอาจทำให้เกิดอคติในการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์

(7) ประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม สังคมมีผลต่อการทำงานโดยตรงของนักวิทยาศาสตร์

(8) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลซึ่งกันและกัน แต่ทั้งสองสิ่งไม่ใช่สิ่งเดียวกัน

(9) วิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบคำถามได้ทุกคำถาม

3. ความสำคัญและประโยชน์ของการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

เป้าหมายสำคัญของการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยและหลายประเทศทั่วโลกคือ การสร้างพลเมืองทุกคนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (science literate person) (สสวท., 2545 อ้างถึงใน กาญจนา มหาลี, 2553; AAAS, 1990) ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา (NRC, 1996) ได้ให้ความหมายของผู้รู้วิทยาศาสตร์ไว้ในคู่มือการจัดการเรียนรู้ National Science Education Standard ไว้ว่า ผู้รู้วิทยาศาสตร์ คือ ผู้ที่สามารถศึกษาค้นคว้า ลงความเห็น และตัดสินใจ เพื่อตอบคำถามที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์จะช่วยให้เข้าใจประเด็นวิทยาศาสตร์ เห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ และประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน รวมถึงการประกอบอาชีพ

AAAS (1990) ได้อธิบายถึง การรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) ไว้ใน Science for all American ว่าเป็นการรู้และตระหนักเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ รู้ข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ สามารถใช้ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน รวมถึงการตระหนักว่าวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเป็นกิจการของมนุษย์

โครงการ PISA ประเทศไทย โดย สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ ได้ให้ความหมายของ “ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์” (scientific literacy) ไว้ว่า “ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ” และ “บุคคลที่ได้ชื่อว่าฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์” (scientifically literate person) ไว้ว่า “ผู้ที่สามารถสื่อสาร หรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งบุคคลนั้นจำเป็นต้องรู้และใช้องค์ประกอบหลายอย่าง ได้แก่ บริบทหรือสถานการณ์ของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์” (โครงการ PISA ประเทศไทย, 2563)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

นอกจากนี้ โปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for Inter-national Student Assessment: PISA) โดย องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2009 อ้างถึงใน ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 47) ได้กำหนดองค์ประกอบของการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

(1) สามารถระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์

(1.1) ระบุว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์

(1.2) บอกคำสำคัญสำหรับการค้นคว้าหาคำตอบ

(1.3) รู้ลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์

(2) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

(2.1) ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลกับสถานการณ์หนึ่ง ๆ

(3) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

(3.1) รู้ว่าจะต้องใช้ประจักษ์พยานใด

(3.2) สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

(3.3) สื่อสารข้อสรุป

จากข้างต้น ผู้เรียนจะเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ไม่ได้หากขาดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997; Lederman, 1992; Sangsa-ard et al., 2014) การที่ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงลักษณะของวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์คืออะไร ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร สร้างมาได้อย่างไร และมีความสัมพันธ์กับชีวิตและสังคมอย่างไร (AAAS, 1990)

จากการศึกษาหลักสูตรในต่างประเทศ พบว่า หลายประเทศมีการบรรจุ และมีจุดเน้นการจัดการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในหลักสูตร อาทิ Science in the New Zealand Curriculum ของประเทศนิวซีแลนด์ Ontario Curriculum: Science ของประเทศแคนนาดา Western Australia Science Curriculum ของประเทศออสเตรเลีย (Murcia & Schibeci, 1999 อ้างถึงใน กาญจนา มหาลี, 2553, น. 11) และมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา ค.ศ. 1996 (National Science Education Standard: NSES) กับมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ (Next Generation Science Standards: NGSS) ของประเทศสหรัฐอเมริกา (จรรยา ดาสา, 2560) รวมถึงประเทศไทยที่เริ่มมีหรือจุดประสงค์ของหลักสูตรที่ครอบคลุมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งด้านเนื้อหา กระบวนการแสวงหาความรู้ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ พ.ศ. 2521 (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2560)

สำหรับหลักสูตรการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยในปัจจุบันได้ยึดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สสวท., 2560, น. 3) ซึ่งได้กำหนดเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสร้างผู้เรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ โดยกล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

(1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์

(2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

(3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี

(4) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

(5) เพื่อนำความรู้ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

(6) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

(7) เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

จากการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั้งประเทศไทยและต่างประเทศพบว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ การที่ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะช่วยใช้ผู้เรียนเข้าใจถึงลักษณะของวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์คืออะไร ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร สร้างมาได้อย่างไร และมีความสัมพันธ์กับชีวิตและสังคมอย่างไร (AAAS, 1990)

อีกทั้งความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เกิดความสนใจวิทยาศาสตร์ การตัดสินใจ และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563; Lin & Chiu, 2004) นำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน สามารถจำแนกสิ่งที่เป็นวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์เทียม และสิ่งที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ออกจากกัน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตปัจจุบันได้ (McComas, 2017) นอกจากนี้ Clough and Olson (2012) อธิบายว่า การที่ผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจ และปฏิบัติงานบนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ช่วยเพิ่มความสนใจ และแรงจูงใจในการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ และครูที่อธิบายถึงธรรมชาติได้อย่างชัดเจนจะทำให้การสร้างและการประกอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ขึ้นใหม่นั้นมีความชัดเจน และช่วยให้นักเรียนเข้าใจว่าความคิดบางอย่างที่พวกเขายึดถือนั้นสร้างมาโดยนักวิทยาศาสตร์

4. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ของประเทศไทยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งเชื่อว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และต้องตอบสนองต่อความแตกต่างของเด็ก ดังปรากฏในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวดที่ 4 มาตราที่ 22 ได้ระบุว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ” (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542, 2542) จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้อง

จัดการเรียนรู้โดยเน้นเด็กเป็นศูนย์กลาง (child-centered learning) ซึ่งมีแนวคิดมาจากทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง หรือทฤษฎีสรรคนิยม หรือคอนสตรัคติวิสต์ (constructivism theory) (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2561, น. 72-93)

ทฤษฎีทางเชาว์ปัญญาของ Piaget และ Vygotsky เป็นรากฐานสำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (constructivism theory) ซึ่ง Piaget อธิบายว่า พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซาบ หรือดูดซึม (assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) (ทิศนา แขมมณี, 2561, น. 90-91) การเรียนรู้เกิดในตัวบุคคลนั้นจะสร้างความรู้จากการซึมซาบสิ่งที่เห็น กล่าวคือ ข้อมูล หรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับข้อมูล ความรู้เดิม หรือประสบการณ์เดิม หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม ดังนั้น ผู้สอนจึงไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (cognitive structure) ของผู้เรียนได้ แต่สามารถช่วยให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยการให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา หรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (disequilibrium) ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนพยายามปรับข้อมูลใหม่กับข้อมูลเดิม หรือประสบการณ์เดิมเพื่อให้อยู่ในสภาวะสมดุล (equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) จนเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ (ทิศนา แขมมณี, 2561, น. 90-91; พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2561, น. 72-93)

การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง จึงเป็นการจัดการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง สามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ผู้เรียนต้องเรียนรู้อย่างตื่นตัว (active) จัดกระทำ หรือสร้างความหมายความรู้ด้วยตนเอง และครูเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้แก่ผู้เรียน เปลี่ยนบทบาทการสอนจากการเป็นผู้ถ่ายทอดเนื้อหาความรู้ และควบคุมการเรียนรู้เป็นการสาธิต การอำนวยความสะดวก หรือช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้จึงควรมีความยืดหยุ่น เหมาะสมกับผู้เรียน (ทิศนา แขมมณี, 2561, น. 94-96; พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2561, น. 73-75) ซึ่งจากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นจัดอย่างสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง หรือทฤษฎีสรรคนิยม (constructivism theory) ของ Piaget (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Bell et al., 2003; Khishfe, 2008; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002) ซึ่งเชื่อว่า การที่ผู้เรียนจะเรียนรู้สิ่งใหม่นั้น เกิดจากการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมหรือพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจเดิมอยู่แล้วกับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น การสืบเสาะ การสำรวจ เป็นต้น เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย คงทน และสามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ กระบวนการเรียนรู้ (process of Learning) ของผู้เรียน จึงเกิดขึ้นจากการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 31-33; ทิศนา แขมมณี, 2561, น. 90-96; พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2561, น. 73-75)

การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต้องจัดอย่างสอดคล้องกับขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนควรสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) ซึ่งเป็นวิธีการสร้างองค์ความรู้เช่นกันกับนักวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2561) ทั้งนี้ ลักษณะการสืบเสาะอาจไม่สามารถแบ่งได้อย่างชัด ดังนั้น Inquiry and the National Science Standards (NRC, 2000 อ้างถึงใน ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 102) และ สสวท. (2561, น. 13) จึงได้อธิบายลักษณะห้องเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ลักษณะห้องเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้

ลักษณะสำคัญ	ระดับ			
1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามทางวิทยาศาสตร์	ผู้เรียนเป็นผู้ถามคำถาม	ผู้เรียนเลือกคำถามและสร้างคำถามใหม่จากรายการคำถาม	ผู้เรียนพิจารณาและปรับคำถามที่ครูถามหรือคำถามจากแหล่งอื่น	ผู้เรียนสนใจคำถามจากสื่อการสอนหรือแหล่งอื่น ๆ
2. ผู้เรียนให้ความสำคัญกับข้อมูลหลักฐานที่สอดคล้องกับคำถาม	ผู้เรียนกำหนดข้อมูลที่จำเป็นในการตอบคำถามและรวบรวมข้อมูล	ผู้เรียนได้รับการชี้นำในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็น	ผู้เรียนได้รับข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์	ผู้เรียนได้รับข้อมูลและการบอกเล่าเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ศึกษาจากหลักฐานหรือข้อมูล	ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ศึกษาหลังจากรวบรวมและสรุปข้อมูล/หลักฐาน	ผู้เรียนได้รับการชี้แนะในการสร้างคำอธิบายจากข้อมูลหลักฐาน	ผู้เรียนได้รับแนวทางที่เป็นไปได้เพื่อสร้างคำอธิบายจากข้อมูลหลักฐาน	ผู้เรียนได้รับหลักฐานหรือข้อมูล
4. ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ผู้เรียนตรวจสอบแหล่งข้อมูลอื่นและเชื่อมโยงกับคำอธิบายที่สร้างไว้	ผู้เรียนได้รับการชี้นำเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลและขอบเขตความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ผู้เรียนได้รับการแนะนำถึงความเชื่อมโยงที่เป็นไปได้	ผู้เรียนได้รับการเชื่อมโยงทั้งหมด
5. ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลเกี่ยวกับการค้นพบของตน	ผู้เรียนสร้างข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลและมีหลักการเพื่อสื่อสารคำอธิบาย	ผู้เรียนได้รับการฝึกฝนในการพัฒนาวิธีการสื่อสาร	ผู้เรียนได้รับแนวทางกว้างๆ สำหรับการสื่อสารที่ชัดเจนตรงประเด็น	ผู้เรียนได้รับคำแนะนำถึงขั้นตอนและวิธีการสื่อสาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะสำคัญ	ระดับ
	มาก <-------- ระดับบทบาทผู้ในการเรียนดำเนินกิจกรรม <-------- น้อย
	น้อย --------> ระดับบทบาทครูในการดำเนินกิจกรรม --------> มาก

นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะสามารถแบ่งตามบทบาทของครูกับนักเรียนได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 100-101)

(1) การสืบเสาะแบบมีโครงสร้าง (structured inquiry) คือ ครูเป็นผู้ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้สืบเสาะตามขั้นตอนที่ครูวางแผนไว้

(2) การสืบเสาะแบบชี้แนะ (guided inquiry) คือ ครูเป็นผู้นำอภิปราย หรือชี้แนะ ให้ผู้เรียนเกิดคำถาม หรือปัญหาข้อสงสัยเพื่อนำสู่การเลือก ออกแบบ และพัฒนาวิธีการสืบเสาะด้วยตนเอง

(3) การสืบเสาะแบบอิสระ (opened inquiry) คือ ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินกิจกรรมเป็นหลัก ตั้งแต่การตั้งคำถาม การสืบเสาะ การวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล

เพื่อให้เกิดเข้าใจการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ผู้วิจัยจึงได้อธิบาย 2 ส่วน ได้แก่

4.1 หลักการและขั้นตอนบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้

4.2 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

อธิบายรายละเอียด ดังนี้

4.1 หลักการและขั้นตอนบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2563, น. 175-180) ได้อธิบายหลักการและขั้นตอนบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นที่ 1 ตรวจสอบความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เปรียบเหมือนความรู้ในเนื้อหา (content knowledge) ที่ต้องทำความเข้าใจ ดังนั้น การที่ครูจะจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้จึงจำเป็นที่จะต้องทำความเข้าใจในเนื้อหาความรู้นั้นอย่างชัดเจน

ขั้นที่ 2 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร

ครูควรศึกษาตัวชี้วัดในหลักสูตรว่า มีลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใดบ้างที่บรรจุอยู่ในแต่ละสาระ และควรศึกษาว่าก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมผู้เรียนมีความรู้ หรือได้เรียนรู้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นใดมาก่อนบ้าง และหลังจากการจัดการเรียนรู้ผู้เรียนควรจะได้รับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใดบ้าง นอกจากนี้ ครูยังต้องมีความเข้าใจในการใช้สื่อและอุปกรณ์ รวมถึงความรู้เกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตรเป็นอย่างดี

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์และดึงสาระการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 มากำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

ครูควรพิจารณาสาระที่เหมาะสมต่อการเชื่อมโยงกับประเด็นในขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากนั้น เลือกสาระและกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสาระและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ครูควรตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นใดบ้าง แล้ววิเคราะห์ว่าควรเน้นการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นใด

ขั้นที่ 5 การเลือกกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระและลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

กลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี อาทิ 1. วิธีการสืบเสาะหาความรู้ผนวกกับการสะท้อนเนื้อหาอย่างชัดเจน (reflective and explicit inquiry) 2. การสอนแบบสืบเสาะแบบเป็นนัย (implicit inquiry) 3. การจัดการเรียนรู้ผ่านประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (historical approach) เป็นต้น

ขั้นที่ 6 วัดและประเมินผลการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ครูควรเข้าใจในกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างไว้เป็นอย่างดีว่ามีประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นใดบ้าง เพื่อสร้างเครื่องมือ หรือเลือกเครื่องมือที่วัดและประเมินผลอย่างสอดคล้อง ตรงประเด็น ตัวอย่างเครื่องมือในการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น Views on Science, Technology and Society (VOSTS) โดย Aikenhead and Ryan (1992) Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS Form A) โดย Lederman and O'Malley (1990) VNOS Form B โดย Abd-El-Khalick et al. (1998) และ VNOS Form C โดย Abd-El-Khalick (1998) เป็นต้น

4.2 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

4.2.1 กิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2563, น. 180-194) อธิบายว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มี 2 ลักษณะ ดังนี้

(1) กิจกรรมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบอิงเนื้อหา คือ กิจกรรมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยดึงเนื้อหาวิทยาศาสตร์เข้ามาร่วม หรือมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้งเนื้อหา ทักษะ และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ เป็นการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการแทรกการอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าร่วมด้วย ซึ่งช่วยให้ประหยัดเวลาในการสอน และได้เห็นการบูรณาการเนื้อหาที่ชัดเจน

(2) กิจกรรมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่อิงเนื้อหา คือ กิจกรรมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยไม่ดึงเนื้อหาวิทยาศาสตร์เข้ามาร่วม หรือไม่มุ่งเน้นเนื้อหาวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ มุ่งเน้นเฉพาะการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน และสามารถเลือกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสอนได้

ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบอิงเนื้อหา: กฎของแก๊ส ของ ชาตรี ฝ่ายคำตา (2563, น. 192-193)

จุดประสงค์: เพื่อให้ผู้เรียนได้ทดลองแล้วสรุปกฎของแก๊ส และอธิบายพฤติกรรมของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: ความหมายและความแตกต่างของกฎและทฤษฎี

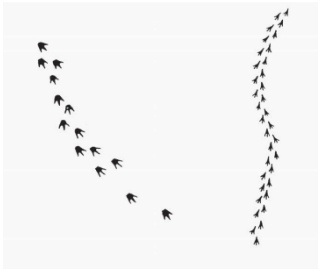
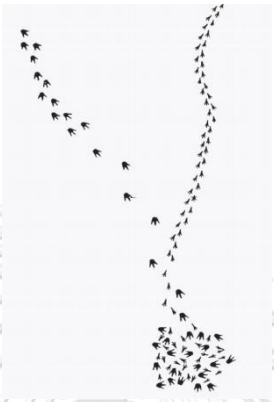
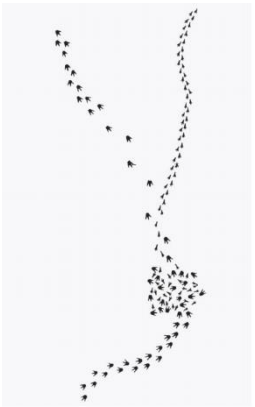
ขั้นตอนบางส่วน:

1) ครูหาความรู้เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับแก๊ส โดยให้ผู้เรียนทำนายและอธิบายว่าจะเกิดอะไรขึ้นหากครูนำขวดน้ำปิดฝาด้วยลูกโป่งไปวางไว้ในน้ำร้อนและวางไว้ในน้ำเย็น และทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
2) ครูให้ผู้เรียนอธิบายการทำนายของผู้เรียนโดยวาดภาพ เพื่อแสดงความคิดของตน
3) ผู้เรียนลงมือทำการทดลองเกี่ยวกับแก๊ส โดยนำขวดน้ำที่ปิดฝาโดยลูกโป่งไปวางไว้ในน้ำร้อนและวางไว้ในน้ำเย็น
4) ครูและผู้เรียนอธิบายร่วมกัน เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นความดันของแก๊สจะเพิ่มขึ้นด้วย
5) ครูถามผู้เรียนว่า ข้อสรุปดังกล่าวเป็นกฎหรือทฤษฎี กฎและทฤษฎีเหมือนหรือต่างกันอย่างไร
6) ครูให้นักเรียนนำเสนอรูปภาพและคำอธิบายของตนเอง และถามว่า คำอธิบายภาพดังกล่าวเกิดขึ้นได้อย่างไร
7) ครูและผู้เรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นโมเลกุลจะเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น ทำให้โอกาสและอัตราการชนผนังของภาชนะมากขึ้น จึงทำให้ความดันของแก๊สเพิ่มขึ้น
8) ครูถามผู้เรียนอีกครั้งว่า คำอธิบายดังกล่าวเป็นกฎหรือทฤษฎี กฎและทฤษฎีเหมือนหรือต่างกันอย่างไร
9) ครูและผู้เรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า กฎ คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ของสิ่งสองสิ่งหรือมากกว่า ทฤษฎี คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่อธิบายว่าทำไมจึงเกิดขึ้นเช่นนั้น

ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่อิงเนื้อหา:
Tricky Track ของ McComas et al. (1998)

จุดประสงค์: เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นข้อมูล

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: ภายใต้หลักฐานชิ้นเดียวกัน การลงความเห็นอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

		
A	B	C

ขั้นตอนบางส่วน:

1) แสดงรูปที่ C แล้วถามว่า “จะเกิดอะไรขึ้น” จากการให้ผู้เรียนเขียนอธิบายลงในกระดาษคำตอบ
2) แสดงรูป A แล้วถามว่าผู้เรียน “สังเกตเห็นอะไร” ให้ครูยอมรับทุกคำตอบ
3) ครูถามว่า “คุณเห็นนกหรือไม่” “ถ้าเห็นคุณทราบได้อย่างไร”
4) ครูถามว่า “ทำไมสัตว์ 2 ชนิดหันหน้าไปทางเดียวกัน”
5) แสดงรูปที่ B ครูถามว่า “คุณเห็นอะไร”
6) แสดงรูปที่ C ครูถามว่า “คุณเห็นนกหรือไม่” “คิดเห็นอย่างไรกับภาพนี้”
7) ผู้เรียนจับคู่แล้วเปรียบเทียบคำตอบกับเพื่อน
8) ครูถามว่า “คุณรู้ไหม จริง ๆ แล้วมันเกิดอะไรขึ้น”
9) ครูและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้น

4.2.2 แนวการสอนเพื่อการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

แนวการสอน (teaching approach) เพื่อการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งได้ ดังนี้

(1) การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดเชิงประวัติวิทยาศาสตร์ (historical approach)

คือ การสอนโดยการยกประวัติการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นกรณีศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขอบข่ายประเด็นต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การสอนในลักษณะนี้สามารถส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือกระบวนการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน รวมถึงประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาผ่านไป จากการค้นพบหลักฐานเชิงประจักษ์ใหม่ที่มีความน่าเชื่อถือ และอธิบายองค์ความรู้ได้มากกว่าหลักฐานเดิม (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 178-179; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002)

(2) การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (explicit approach) กับแบบโดยนัย (implicit approach)

(2.1) การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (explicit approach) คือ การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ให้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เท่าเทียมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ระบุจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน จัดกิจกรรมที่บ่งชี้แนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่มีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยตรง (Abd-El-Khalick et al., 1998; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Khishfe, 2008; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002) การสอนในลักษณะนี้ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจนและตรงประเด็น ทั้งนี้ Abd-El-Khalick et al. (1998) เชื่อว่าความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะไม่เกิดขึ้นอย่างเป็นอัตโนมัติ หากไม่จัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง และจำเป็นต้องใช้การสืบเสาะเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

(2.2) การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบโดยนัย (implicit approach) คือ การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการเรียนรู้แบบสืบเสาะและผ่านทางการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การจัดกิจกรรมประเภทนี้มุ่งเน้นไปที่เนื้อหาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ไม่มีการแสดงถึงประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน

เพราะเชื่อว่า ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการสืบเสาะอยู่แล้ว กล่าวคือ เป็นกิจกรรมที่สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยนัย (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Schwartz et al., 2004) ทั้งนี้ Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดกับแบบโดยนัย พบว่า การสอนชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดเท่านั้นที่ส่งผลต่อการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

(2.3) การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด (explicit and reflective approach) จากการทบทวนวรรณกรรมเอกสารและงานวิจัย อาทิ Abd-El-Khalick and Lederman (2000); Kruse (2008) พบว่า มีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด (explicit and reflective approach) ซึ่งเป็นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยตรง และยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาสะท้อนคิด อภิปรายร่วมกัน ทำให้ผู้เรียนประมวลความเข้าใจส่วนต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน ตรงประเด็น การสอนในลักษณะนี้เป็นที่นิยมใช้ในการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพราะสามารถส่งผลต่อการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน มากกว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบโดยนัย

สอดคล้องกับหลายงานวิจัย อาทิ Bell et al. (2003) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงมุมมองความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน Grades 10-11 (เทียบเท่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ5 ของประเทศไทย) จากการเข้าร่วมโครงการฝึกงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย (implicit instruction) เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ VNOS-Form B และการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ซึ่งพบว่า นักเรียนไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจเป็นผลของระยะเวลาที่ไม่เพียงพอสำหรับให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการฝึกปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์ และอภิปรายว่า ครูผู้สอนควรสอนแบบชัดแจ้ง (explicit instruction) เพื่อให้เกิดความชัดเจนกับนักเรียนว่าได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นใด และให้นักเรียนได้มีโอกาสสะท้อนคิดว่าได้เรียนรู้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใดบ้าง ได้เรียนรู้จากส่วนใดของกิจกรรมการเรียนการสอน และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับครูผู้สอน และ Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงมุมมองความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน Grades 6

(เทียบเท่านักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของประเทศไทย) จากการเปรียบเทียบการสอน 2 วิธี ได้แก่ การสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดกับการสอนแบบโดยนัย ซึ่งการสอนทั้ง 2 วิธีอยู่บนฐานของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เป็นระยะเวลา 2 เดือนครึ่ง เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดข้อคำถามปลายเปิดร่วมกับการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการสอนแบบโดยนัย

ทั้งนี้ Kruse (2008) ได้แนะนำว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดที่มีประสิทธิภาพ ต้องให้ความสำคัญกับเนื้อหาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เทียบเท่าเนื้อหาวิทยาศาสตร์ บ่งชี้อย่างชัดเจนว่ากำลังนำเสนอธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นใด กระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนคิดประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ ครูควรเลือกใช้การสอนทั้งแบบอิงเนื้อหาและไม่อิงเนื้อหา เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างหลากหลายและเหมาะสมกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการถ่ายทอด อีกทั้งครูควรติดตามผลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ เพื่อพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนในประเด็นที่ขาดหายไป

สอดคล้องกับงานวิจัยไทยหลายงานวิจัย อาทิ กาญจนา มหาลี (2553); ชัยวัฒน์ ทองสุกใส (2558); นพักษร สังวาลเพ็ชร์ (2558); ลลิตา คำแก้ว (2558); สรารัตน์ สุขผ่องใส (2558) เป็นต้น นอกจากนี้ นพักษร สังวาลเพ็ชร์ (2558) และ Chamrat (2009) อธิบายเพิ่มเติมว่า ควรนำประวัติวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนศึกษาร่วมกับการอภิปรายและสะท้อนความคิด เพื่อช่วยให้นักเรียนเห็นแนวทางการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การพัฒนาแบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด โบร์และกลุ่มหมอก เป็นต้น และ สิทธิชัย ชัยลังกา (2558) อธิบายเพิ่มเติมอีกว่า ควรจัดกิจกรรมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างสัมพันธ์กัน เช่น 1. ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน 2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากหลักฐานเชิงประจักษ์ ร่วมกับการสังเกต การลงความเห็น และความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ 3. ความเป็นอัตนัย ร่วมกับมิติทางด้านสังคมและวัฒนธรรม เป็นต้น

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด (explicit and reflective approach) เป็นแนวการสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และใช้กิจกรรมการสอนแบบอิงเนื้อหาในงานวิจัยนี้ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง หรือสรรคนิยม (constructivism) สอดคล้องกับ

แนวทางการจัดการเรียนรู้ของประเทศไทยที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ดังอธิบายไว้ข้างต้น

5. การวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกพัฒนาขึ้นมาอย่างหลากหลายและต่อเนื่อง ทั้งรูปแบบที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ และการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ แสดงรายละเอียด ดังนี้

5.1 การเก็บข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เชิงปริมาณ

Lederman et al. (1998) ได้สังเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากหลายงานวิจัย ซึ่งได้รายงานพัฒนาการของเครื่องมือวัดตั้งแต่ปี ค.ศ. 1954 ถึงปี ค.ศ. 1996 โดยเครื่องมือต่าง ๆ มุ่งเน้นการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณเป็นหลัก แสดงลำดับพัฒนาการเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ลำดับพัฒนาการเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดย Lederman et al., (1998)

ปี	เครื่องมือ	ผู้สร้างเครื่องมือ
1954	Science attitude questionnaire	Wilson
1958	Fact about science test (FAST)	Stice
1959	Science attitude scale	Allen
1961	Test on understanding science (TOUS)	Cooley and Klopfer
1962	Processes of science test	BSCS
1966	Inventory of science attitudes, interests, and appreciations	Swan
1966	Science process inventory (SPI)	Welch
1967	Winconsin inventory of science processes (WISP)	Literacy Research Center
1968	Science support scale	Schwirian
1968	Nature of science scale (NOSS)	Kimball
1969	Test on the social aspects of science (TSAS)	Korth
1970	Science attitude inventory (SAI)	Moorc and Sutman
1974	Science inventory (SI)	Hungerford and Walding
1975	Nature of science test (NOST)	Billeh and Hasan

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปี	เครื่องมือ	ผู้สร้างเครื่องมือ
1975	View of science test (VOST)	Hillis
1976	Nature of scientific knowledge scale (NSKS)	Rubba
1978	Test of science-related attitudes (TOSRA)	Fraser
1980	Test of enquiry skills (TOES)	Fraser
1981	Conception of scientific theories test (COST)	Cotham and Smith
1982	Language of science (LOS)	Ogunniyi
1989	View on science- technology- society (VOSTS)	Aikenhead, Fleming and Ryan
1990	Nature of science survey	Lederman and O'Malley
1992	Modified nature of scientific knowledge scale (MNSKS)	Meichtry
1995	Critical incidents	Nott and Welington
1996	Philosophy of science survey (PSS)	Alters

แสดงตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้การเก็บข้อมูล ดังตารางที่ 5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5 ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้การเก็บข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเชิงปริมาณ

แบบสอบถาม				
ผู้วิจัย	**ชื่อเครื่องมือ**	**จำนวนข้อ**	**เก็บจาก/ใช้กับ**	**คำอธิบายเพิ่มเติม**
กาญจนา มหาลี (2553)	แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	12	นักเรียนชั้น ม.1 (n= 110)	-แต่ละข้อมี 3 ตัวเลือก ได้แก่ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ และไม่เห็นด้วย และเขียนอธิบายเหตุผลประกอบ -ศึกษา 3 ประเด็น ได้แก่ 1) โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 2) การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์
Buaraphan (2009)	The Myths of Science Questionnaire (MOSQ)	14	นิสิตครูวิทยาศาสตร์ (n= 113)	-แต่ละข้อมี 3 ตัวเลือก ได้แก่ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ และไม่เห็นด้วย และเขียนอธิบายเหตุผลประกอบ -ศึกษา 4 ประเด็น ได้แก่ 1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2) การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ 3) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ 4) กิจการทางวิทยาศาสตร์
Tairab (2010)	The Nature of Science and Technology Questionnaire (NSTQ)	26	นิสิตครูวิทยาศาสตร์ (n= 41) ครูวิทยาศาสตร์ (n= 54)	-แต่ละข้อมี 7 ตัวเลือก โดยให้เลือกเพียง 1 ข้อ -พัฒนาจาก the View On ScienceTechnology-Society (VOSTS) ของ Aikenhead และ Ryan (1992)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Chulalongkorn University

<table>
<tr><th colspan="5">แบบมาตรประมาณค่า</th></tr>
<tr><th>ผู้วิจัย</th><th>ชื่อเครื่องมือ</th><th>จำนวนข้อ</th><th>เก็บจาก/ใช้กับ</th><th>ประเด็นที่ศึกษาและคำอธิบายเพิ่มเติม</th></tr>
<tr><td>ชัยวัฒน์ พลธรรม (2540)</td><td>แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์</td><td>94</td><td>ครูวิทยาศาสตร์ ม.ต้น (n= 299)</td><td>-มาตรประมาณค่า 5 ระดับ ตั้งแต่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง ถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
-ศึกษา 4 ประเด็น ได้แก่ 1) ข้อตกลงเบื้อต้นของธรรมชาติหรือปรากฏการณ์ธรรมชาติ 2) ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ 3) วิธีการเชิงวิทยาศาสตร์ 4) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม
-พัฒนาจาก Nature of Science Scale (NOSS) ของ Kimball (1968), The Nature of Scientific Knowledge (NSKS) ของ Rubba and Anderson (1978), The Teacher’ Beliefs about Science-Technology-Society (TBA-STS) ของ Rubba and Harkness (1993) และ The Nature of Langauage of Science ของ Ogunniyi (1982)</td></tr>
<tr><td>วรรณทิพา รอดแรงค้า (2552)</td><td>แบบสอบถามทรรศนะที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์</td><td>22</td><td>นิสิตครูวิทยาศาสตร์ (n= 33)
ครูวิทยาศาสตร์ (n= 27)</td><td>-มีคู่ทัศนะให้เลือก โดยแบ่งเป็น 2 ฝั่ง ระหว่างแนวคิดดังเดิมของเบคอน (A) และแนวคิดร่วมสมัยตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (B) ซึ่งมี 7 ระดับ ดังนี้
<table>
<tr><td>A</td><td>มาก</td><td>ปานกลาง</td><td>น้อย</td><td>ไม่แน่ใจ</td><td>น้อย</td><td>ปานกลาง</td><td>มาก</td><td>B</td></tr>
</table>
-พัฒนาโดย Haidar (1999)
-ศึกษา 5 ประเด็น ได้แก่ 1) ทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ป 2) บทบาทของนักวิทยาศาสตร์ 3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 4) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ 5) กฎทางวิทยาศาสตร์</td></tr>
</table>

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Chulalongkorn University

แสดงตัวอย่างข้อคำถามจากตารางที่ 5 ดังนี้

ตัวอย่างคำถาม: แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของ กาญจณา มหาลี (2552)

ข้อที่	ข้อความ	ความคิดเห็น			เหตุผลประกอบ
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
1	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้มาสนับสนุน				
2	วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการแสวงหาความรู้				
3	การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่มีลำดับขั้นตอนที่แน่นอน				
4	กฎ ทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (เช่น กฎการอนุรักษ์พลังงาน กฎชุดสาม)				

ตัวอย่างคำถาม: The Myths of Science Questionnaire (MOSQ) ของ Buaraphan (2009)

Statement	Opinion		
1. Hypotheses are developed to become theories only	Agree	Uncertain	Disagree
2. Scientific theories are less secure than laws	Agree	Uncertain	Disagree
3.Scientific theories can be developed to become laws	Agree	Uncertain	Disagree
4. Scientific knowledge cannot be changed	Agree	Uncertain	Disagree
5. The scientific method is a fixed step-by-step process	Agree	Uncertain	Disagree
6. Science and the scientific method can answer all questions	Agree	Uncertain	Disagree

ตัวอย่างคำถาม: The Nature of Science and Technology Questionnaire (NSTQ)
ของ Hassn H. Tairab (2001)

Appendix

The Nature of Science and Technology Questionnaire (NSTQ)

Please read the statements/questions below and circle the answer that best reflects your opinion. There is no right or wrong answer. What you will circle is a matter of your opinion.

1. Science is:

(a) A study of fields such as biology, chemistry and physics.
(b) Carrying out experiments to solve problems of interest.
(c) A systematic investigative process and the resulting knowledge.
(d) Inventing and designing things.
(e) Finding and using knowledge to make this world a better place.
(f) A body of knowledge that explains the world around us.
(g) Exploring the unknown and discovering new things about the world.
(h) An organisation of people called scientists who have ideas and techniques for discovering new knowledge.
(i) Do not know.

ตัวอย่างคำถาม: แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ของ ชัยวัฒน์ พลธรรม (2540)

ข้อที่	ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2.	ปรากฏการณ์ธรรมชาติต้องเกิดขึ้นหลายๆ ครั้ง แต่ละครั้งมีลักษณะไม่แตกต่างกัน.....	.....	.....	.....	.....	.....
3.	ต้องมีความเกี่ยวข้องกันเสมอระหว่างการเกิดปรากฏการณ์หนึ่งๆ และสาเหตุที่ทำให้เกิด....	.....	.....	.....	.....	.....
4.	ปรากฏการณ์ในธรรมชาติเป็นสิ่งที่สามารถสังเกต-รับรู้ได้ และคนอื่นๆ สามารถสังเกตรับรู้ได้เหมือนๆ กันเสมอ.....	.....	.....	.....	.....	.....

ตัวอย่างคำถาม: แบบสอบถามทรรศนะที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของ วรรณทิพา รอดแรงค้า (2552)

ข้อที่	ทรรศนะที่มีต่อทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดดั้งเดิมของเบคอน (Traditional Baconian View)	เห็นด้วย	ไม่มีความคิดเห็น / ไม่แน่ใจ / เห็นด้วยทั้ง 2 ด้าน	เห็นด้วย	ทรรศนะที่มีต่อทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดร่วมสมัยตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (The Constuctivist View of Science)
1	ทฤษฎีอาศัยการสังเกต และการสังเกตคือสิ่งที่ท่านเห็นจริงๆ	67*	6	27	การสังเกตได้รับอิทธิพลจากทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ยึดถือ การปฏิบัติการทดลองที่แตกต่างกันเนื่องจากทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ยึดถือ ดังนั้นการสังเกตจึงแตกต่างกัน
		74**	-	26	
2	นักวิทยาศาสตร์ค้นพบทฤษฎีเพราะทฤษฎีมีอยู่แล้วในธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์เพียงแต่ค้นหามันเท่านั้น	55*	12	33	นักวิทยาศาสตร์สร้างทฤษฎีต่างๆขึ้น เพราะการสร้างทฤษฎีมาจากกระบวนการคิด
		59**	-	41	
3	ทฤษฎีเก่าซึ่งได้รับการพิสูจน์แล้วว่าไม่เป็นจริงจะไม่มีประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์อีกต่อไป	6*	3	91	ทฤษฎีแต่ละทฤษฎีมีความเหมาะสมในการอธิบายธรรมชาติในช่วงเวลาหนึ่ง ดังนั้นถ้าทฤษฎีนั้นเก่าหรือไม่เป็นจริงอีกต่อไป ทฤษฎีเหล่านั้นก็ยังเป็นประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์
		15**	7	78	

5.2 การเก็บข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เชิงคุณภาพ

การเก็บข้อมูลในเชิงคุณภาพ เป็นการเก็บข้อมูลที่ช่วยให้เห็นภาพเชิงลึก กล่าวคือ มีการแสดงเหตุผลความเข้าใจมากกว่า การให้คำตอบถูกและผิดเท่านั้น โดยการเก็บข้อมูลมีทั้งลักษณะที่เป็นแบบสอบถามที่ใช้ข้อคำถามปลายเปิด (Lederman et al., 2002) และใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (กาญจนา มหาลี, 2553) แสดงแสดงตัวอย่างเครื่องมือหรือวิธีการที่ใช้การเก็บข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเชิงคุณภาพ ดังตารางที่ 6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6 ตัวอย่างเครื่องมือหรือวิธีการที่ใช้การเก็บข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเชิงคุณภาพ

การสัมภาษณ์				
ผู้วิจัย	**ชื่อเครื่องมือ/วิธีการ**	**จำนวนข้อ**	**เก็บจาก/ใช้กับ**	**คำอธิบายเพิ่มเติม**
กาญจนา มหาลี (2553)	แบบสัมภาษณ์ แบบกึ่งโครงสร้าง	10	นักเรียนชั้น ม.1 (n= 35)	-ศึกษา 3 ประเด็น ได้แก่ 1) โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 2) การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์
สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ (2548)	การสัมภาษณ์ แบบกึ่งโครงสร้างประกอบสถานการณ์	3	นักเรียนชั้น ม.5 (n= 12)	-ให้นักเรียนอธิบายความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ตัวอย่าง เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง จากบทความของ Benson (2002) จำนวน 3 สถานการณ์ -ศึกษา 3 ประเด็น ได้แก่ 1) ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ 2) ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน 3) วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่สลับซับซ้อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

การสัมภาษณ์				
ผู้วิจัย	**ชื่อเครื่องมือ/วิธีการ**	**จำนวนข้อ**	**เก็บจาก/ใช้กับ**	**คำอธิบายเพิ่มเติม**
Lederman and O'Malley (1990)	View of Nature of Science Questionnaire (VNOS-Form A)	7	นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา	-ให้เขียนอธิบาย -ศึกษา 5 ประเด็น ได้แก่ 1. จิตนาการของมนุษย์และความคิดสร้างสรรค์ 2. ความสัมพันธ์ระหว่างกฎและทฤษฎี 3. วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้ 4. การสังเกตการลงข้อสรุป 5. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้
Abd-El-Khalick et al. (1998)	View of Nature of Science Questionnaire (VNOS-Form B)	7	นิสิตครูวิทยาศาสตร์	-ให้เขียนอธิบาย -พัฒนาจาก VNOS-Form A และนิยมใช้กับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง -ศึกษา 5 ประเด็น เช่นกันกับ VNOS-Form A
Abd-El-Khalick (1998)	View of Nature of Science Questionnaire (VNOS-Form C)	10	นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา	-ให้เขียนอธิบาย -พัฒนาจาก VNOS-Form B ให้มีความครอบคลุมและชัดเจนมากขึ้น โดยให้ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นนักการศึกษา นักวิทยาศาสตร์ นักประวัติศาสตร์ร่วมกันตรวจสอบจนได้ข้อคำถามที่สมบูรณ์ -ศึกษา 6 ประเด็น เช่นกันกับ VNOS-Form A โดยเพิ่มประเด็น มิติทางสังคมและวัฒนธรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

แสดงตัวอย่างข้อคำถามจากตารางที่ 6 ดังนี้

ตัวอย่างคำถาม: แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง
ของ กาญจนา มหาลี (2552)

1. ถ้าพูดคำว่าวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนนึกถึงอะไร
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงหรือไม่
4. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้อย่างไร
5. วิธีการแสวงหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์มีลำดับขั้นตอนอย่างไร
7. นักวิทยาศาสตร์มีการรายงานผลการทดลองการศึกษาหาความรู้ที่ผิดพลาดอย่างไร
8. วิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีเกี่ยวข้องกันหรือไม่ อย่างไร
10. วิทยาศาสตร์สามารถอธิบาย หรือตอบคำถามข้อสงสัยทุกสิ่งทุกอย่างที่เกิดขึ้นได้หรือไม่ อย่างไร

ตัวอย่างคำถาม: การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างประกอบสถานการณ์
ของ สิรินภา กิจเกื้อกูล และ คณะ (2548)

Table 2 Questions used for semi-structured interview.

The nature of science ideas	Key questions
1. Scientific ideas are subject to change.	Why had the scientific ideas been changed?
2. Science demands evidence.	Why did the scientists need to do the experiments?
3. Science is a complex social activity.	How had the scientific knowledge been developed?

ตัวอย่างคำถาม: View of Nature of Science Questionnaire (VNOS-Form A) ของ Lederman and O' Malley (1990)

1. After scientists have developed a theory (e.g., atomic theory), does the theory ever change? If you believe that theories do change, explain why we bother to learn about theories. Defend your answer with examples.
   [Conclusive/Tentative]
2. What does an atom look like? How do scientists know that an atom looks like what you have described or drawn?
   [Realist/Instrumentalist]
3. Is there a difference between a scientific theory and a scientific law? Give an example to illustrate your answer.
   [Induction/Invention]

ตัวอย่างคำถาม: View of Nature of Science Questionnaire (VNOS-Form B) ของ Abd-El-Khalick et al. (1998)

Nature of Science Questionnaire

1. After scientists have developed a theory (e.g., atomic theory), does the theory ever change? If you believe that theories do change, explain why we bother to teach scientific theories. Defend your answer with examples.
   (This question aims to assess understandings of the tentative nature of scientific claims, why these claims change—students mostly attribute such change solely to the accumulation of new facts, and the role that scientific theories play in science.)
2. What does an atom look like? How certain are scientists about the structure of the atom? What specific evidence do you think scientists used to determine what an atom looks like?
   (This question aims to assess understandings of the role of human inference and creativity in science, the role of models in science, and the notion that scientific models are not copies of reality.)

ตัวอย่างคำถาม: View of Nature of Science Questionnaire (VNOS-Form C) ของ Abd-El-Khalick (1998)
1. What, in your view, is science? What makes science (or a scientific discipline such as physics, biology, etc.) different from other disciplines of inquiry (e.g., religion, philosophy)? [This question attempted to assess respondents' views regarding the role that empirical play evidence in science, the notion that the aim of science is to answer questions about the natural world and to provide "natural" explanations, etc. In responding to this question, students usually express the misconception that the use of "the" scientific method or any other set of logical and orderly steps differentiates science from other disciplines of inquiry.]

ตอนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มุ่งศึกษา 2 ตัวแปรหลัก ได้แก่ อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แสดงตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งศึกษาภายใต้ 3 ข้อบ่งชี้ ได้แก่

(1) การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (perceived science identity) ซึ่งมี 2 มุมมอง/มิติ ตามกรอบแนวคิดของ Vincent-Ruz and Schunn (2018)

(1.1) การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง (perceived personal science identity)

(1.2) การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์จากผู้อื่น (perceived recognized science identity)

(2) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (attitude toward science) ซึ่งมี 3 มุมมอง/มิติ ตามกรอบแนวคิดของ Gardner (1975, อ้างถึงใน สสวท., 2555, น. 148; as cited in Vincent-Ruz & Schunn, 2018, p. 5) ได้แก่

(2.1) ความหลงใหลในวิทยาศาสตร์ (fascination in science)

(2.2) ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ (values science)

(2.3) การรับรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง (competency beliefs in science)

(3) ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทางเลือก (optional science learning experiences) ซึ่งมี 2 ประเด็น ตามแนวคิดของ Vincent-Ruz and Schunn (2018) ได้แก่

(3.1) การเลือกเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ (choice preferences)

(3.2) ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (science experiences)

เนื่องจากยังไม่มีการศึกษาตัวแปรอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย ดังนั้น จึงไม่มีงานวิจัยชิ้นใดที่เฉพาะเจาะจงกับงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้โดยตรง แต่เนื่องจากตัวแปรอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ สามารถศึกษาภายใต้ 3 ข้อบ่งชี้ ดังอธิบายไว้ข้างต้น จึงสามารถแสดงตัวอย่างงานวิจัยบางชิ้นที่มีตัวแปรสอดคล้องกับข้อบ่งชี้ของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถศึกษาเทียบเคียงได้ แสดงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1.1 งานวิจัยที่ศึกษาปัจจัยเกี่ยวกับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ (2553) ได้ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุของความผูกพันต่อบทบาทเอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และความคลุมเครือในบทบาทที่มีผลต่อพฤติกรรมตามบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ และของห้องเรียนวิทยาศาสตร์ที่ใช้หลักสูตรเดียวกันกับโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ ของโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เชียงราย โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยพิษณุโลก โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เลย โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี และโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ตรัง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2552 ซึ่งได้ตัวอย่างมาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม จำนวน 399 คน ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้ (1) เอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลทางตรงจากความผูกพันต่อบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยตัวชี้วัด คือ ความผูกพันด้านปฏิสัมพันธ์และความผูกพันด้านอารมณ์ (2) เอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลทางอ้อมจาก (2.1) การถ่ายทอดทางสังคมจากโรงเรียน ซึ่งประกอบด้วยตัวชี้วัด คือ ปฏิสัมพันธ์เชิงถ่ายทอดทางอาชีพกับอาจารย์ และปฏิสัมพันธ์เชิงถ่ายทอดทางอาชีพกับเพื่อนผ่านความผูกพันต่อบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ (2.2) การถ่ายทอดทางสังคมจากครอบครัว ซึ่งประกอบด้วย ตัวชี้วัด คือ การอบรมเลี้ยงดูแบบรักสนับสนุนและใช้เหตุผล การเป็นแบบอย่างของบิดามารดา และการสนับสนุนด้าน

การเรียนวิทยาศาสตร์จากบิดามารดา ผ่านความผูกพันต่อบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ โดยตัวแปรเหล่านี้ร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของเอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 79

Ertl et al. (2017) ได้ศึกษาวิจัยผลของการเหมารวมเรื่องเพศต่ออัตมโนทัศน์ทางสะเต็มของนิสิตหญิงที่ศึกษาในระดับอุดมศึกษาสาขาเกี่ยวกับสะเต็ม จำนวน 296 คน ในหลายมหาวิทยาลัยของประเทศเยอรมัน ผลการวิจัยรายงานว่า เพศหญิงมักถูกเหยียดด้วยอคติเรื่องเพศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากนักเรียนชายที่มักเหยียดนักเรียนหญิงว่าไม่เหมาะสมในการเรียนสะเต็ม การได้เกรดสูงเป็นผลมาจากความขยันทำงาน ไม่ได้มาจากความสามาถที่มี ซึ่งส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่ออัตมโนทัศน์ทางสะเต็มในเชิงลบ การที่จะทำให้นักเรียนมีอัตมโนทัศน์ทางสะเต็มในเชิงบวกได้ ควรเปิดโอกาสให้พบปะกับตัวแบบทางสะเต็มเพศหญิง ซึ่งจะทำให้เกิดทำให้เกิดความสนใจในการเรียนรู้สะเต็มมากขึ้น

Robnett (2015) ได้ศึกษาอคติเรื่องเพศในสาขา หรือศาสตร์เกี่ยวกับสะเต็มในนักเรียน และนิสิตหญิงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ปริญญาตรี และบัณฑิตศึกษา ผลการวิจัยรายงานว่า การได้รับประสบการณ์อคติทางเพศสัมพันธ์กับการลดลงของอัตมโนทัศน์ทางสะเต็ม ซึ่งการได้รับการช่วยเหลือ สนับสนุนจากเครือข่ายกลุ่มเพื่อนสามารถลดผลของอคติเรื่องเพศได้ และรายงานว่า ประสบการณ์การได้รับอคติเรื่องเพศมักเกิดขึ้นในรายวิชา หรือสาขาที่เกี่ยวของกับคณิตศาสตร์ เช่น คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ วิศกรรมศาสตร์ เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากเพื่อนร่วมชั้นเพศชาย

1.2 งานวิจัยที่ศึกษาพัฒนาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

ทัศนี พุฒนอก (2556) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่งในสังกัดกรุงเทพมหานคร ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ และอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนร่วมกับการสัมภาษณ์ข้อมูลด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า (1) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นทุกประเด็น และช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายให้เหตุผลสนับสนุนความเข้าใจของตนเองได้มากขึ้น ซึ่งก่อนการจัดการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนและไม่เข้าใจ แต่หลังการจัดการเรียนรู้พบว่า จำนวนนักเรียนที่เข้าใจถูกต้องและเข้าใจบางส่วนเพิ่มขึ้น จำนวนนักเรียนที่เข้าใจคลาดเคลื่อนและไม่เข้าใจลดลง

(2) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยหลังการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นทุกด้าน

ทิวา ประภาชื่นชม และคณะ (2563) ได้ศึกษา การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางของ Borich และคณะ โดยใช้แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นแบบมาตรส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 25 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.77 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88 ผลการวิจัยพบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระดับดีในทุกด้าน ดังนี้ (1) ด้านความคิดเห็นทั่วไปต่อวิทยาศาสตร์ หลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 4.18 (2) ด้านการเห็นความสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ หลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 4.22 (3) ด้านความสนใจต่อวิทยาศาสตร์ หลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 4.03 (4) ด้านการนิยมชมชอบต่อวิทยาศาสตร์ หลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 3.77 (5) ด้านการแสดงออกในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 3.87

Hughes et al. (2013) ได้ศึกษาเปรียบเทียบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายการสร้างอัตลักษณ์ทางสะเต็ม (STEM Identity) ระหว่าง 2 ค่าย (ค่ายหญิงล้วน และค่ายแบบสหศึกษา) ผู้เข้าร่วมเป็นนักเรียนผู้ด้อยโอกาส ถูกกีดกันจากงานด้านสะเต็ม โดยเพศ เชื้อชาติ และชาติพันธุ์ จำนวน 59 คน และมุ่งศึกษาอิทธิพลของกิจกรรมภายในค่ายจากกิจกรรมการพบปะตัวแบบทางสะเต็ม (STEM role models) และกิจกรรมการวิจัยสะเต็มตามสภาพจริง (Authentic STEM research activities) ซึ่งหมายความถึง การปรับปรุงอัตลักษณ์ทางสะเต็ม (STEM Identity) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แบบสอบถามแบบ four-item Likert scale จาก Assessing Women in Engineering (AWE) ผลการวิจัยพบว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรมเพศหญิงทั้ง 2 ค่าย มีการปรับปรุงอัตลักษณ์ทางสะเต็ม (STEM Identity) และพบว่า บริบทการศึกษาแบบชายล้วน-หญิงล้วน ไม่มีความสำคัญต่ออัตลักษณ์ทางสะเต็มเทียบเท่ากับการเรียนการสอนในค่ายโดยการที่นักเรียนได้รับตัวแบบทางสะเต็มสามารถทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในสะเต็ม และเกิดอัตมโนทัศน์ในสะเต็มมากขึ้น

ผู้วิจัยได้สรุปความรู้และประเด็นที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาวิทยานิพนธ์จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีประเด็นสำคัญต่อการพัฒนาวิทยานิพนธ์ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถสร้างความสนใจในวิทยาศาสตร์

2. เอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลทางตรงจากความผูกพันต่อบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ และได้รับอิทธิพลทางอ้อมจาก (1) การถ่ายทอดทางสังคมจากโรงเรียน และ (2) การถ่ายทอดทางสังคมจากครอบครัว ดังนั้น ครูในฐานะผู้ที่สอนผู้เรียนโดยตรงจึงควรให้โอกาสผู้เรียนแสดงบทบาทการเป็นนักวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดเอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งในงานวิทยานิพนธ์นี้ ประยุกต์เป็นตัวแปรอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

3. นักเรียนเพศหญิง และนักเรียนกลุ่มชาติพันธุ์ มีโอกาสที่จะมีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเพศชาย และกลุ่มวัฒนธรรมหลัก เนื่องจากปัญหาการเหยียดนักเรียนหญิง และนักเรียนกลุ่มชาติพันธุ์ ว่าไม่เหมาะสมในการเรียนสะเต็ม ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่ออัตมโนทัศน์ทางสะเต็มในเชิงลบ ดังนั้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ไม่ควรจัดกิจกรรมที่เสี่ยงต่อการเหยียดเพศและชาติพันธุ์

4. การที่นักเรียนได้รับตัวแบบทางวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในวิทยาศาสตร์ และเกิดอัตมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นได้ ดังนั้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์ อีกทั้ง ยกตัวอย่างนักวิทยาศาสตร์ และผู้ประกอบอาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ที่มีความหลากหลายทางเพศและชาติพันธุ์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นพบตัวแบบของตน

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

เนื่องจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการศึกษาระดับความเข้าใจ และพัฒนาระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาของประเทศไทย ผู้วิจัยจึงได้นำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1 งานวิจัยที่สำรวจ หรือศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล (2555) ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 14 คน จากโรงเรียนสายบุรี “แจ้งประชาคาร” เก็บข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบปลายเปิด และระบุลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียน 13 คน ไม่เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการอนุมานจากหลักฐานเชิงประจักษ์ของนักวิทยาศาสตร์

สุทธิดา จำรัส และคณะ (2552) ได้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 135 คน จากโรงเรียนรัฐบาล 3 แห่ง ในเขตกรุงเทพมหานคร ในปีการศึกษา 2547 เก็บข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

โดยใช้แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความหมายและที่มาของกฎและทฤษฎี ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และผลกระทบของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์

2.2 งานวิจัยที่ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

กาญจนา มหาลี (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด โดยแบ่งการศึกษาเป็น 2 ระยะ โดยระยะที่ 1 เป็นการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 110 คน จากโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาที่เลือกแบบเฉพาะเจาะจง จำนวน 3 โรงเรียน เก็บข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำนวน 12 ข้อ และแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ซึ่งครอบคลุมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ 1) โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 2) การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) กิจการทางวิทยาศาสตร์ ระยะที่ 2 เป็นการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อเรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนคิดเนื้อหาเรื่องสารในชีวิตประจำวัน โดยกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 35 คน ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดอุบลราชธานี เก็บข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง และแบบสังเกตการณ์จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการวิจัยจากการศึกษาระยะที่ 1 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทุกด้าน โดยเฉพาะประเด็นที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนและวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ผลการวิจัยจากการศึกษาระยะที่ 2 พบว่า (1) ก่อนการจัดกิจกรรมนักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทุกด้าน โดยเฉพาะประเด็นขั้นตอนและวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การหลีกเลี่ยงอคติของนักวิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ (2) หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีแนวโน้มที่จะมีความเข้าใจบางส่วน และมีความเข้าใจอย่างถูกต้องชัดเจนมากยิ่งขึ้นในทุกประเด็น โดยเฉพาะประเด็นวิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์กับทุกคำถาม การหลีกเลี่ยงอคติของนักวิทยาศาสตร์ และการคำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรมของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอแนะแนวทางการจัดการเรียนการสอนว่า (1) ควรใช้กิจกรรมที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนแนวคิด อีกทั้งใช้คำถามกระตุ้นให้สะท้อนความเข้าใจทั้งเนื้อหาวิทยาศาสตร์และ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (2) นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจเรื่องวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเข้าใจว่าเป็นวิธีการที่มีลำดับขั้นตอนแน่นอน ครูจึงควรอภิปรายส่วนนี้ให้ชัดเจน (3) ควรให้ความสำคัญกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทุก ๆ ด้าน ควรกำหนดประเด็นต่าง ๆ อย่างชัดเจน ทั้งนี้ ไม่ควรแยกการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกจากเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เพื่อลดภาระการสอน และเพื่อให้ง่ายต่อการเชื่อมโยงของนักเรียน

ชัยวัฒน์ ทองสุกใส (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในรายวิชาเคมี กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนทั้งหมด 35 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ โดยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง อนุทินสะท้อนความคิดของฉัน แบบบันทึกการนิเทศของครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน บันทึกภาคสนาม การสังเกตการฝึกปฏิบัติการสอนของฉัน ตลอดจนงานที่มอบหมายต่าง ๆ โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้ โดยการวิเคราะห์การตีความสร้างข้อสรุปเชิงอุปนัย และวิเคราะห์เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า (1) แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในรายวิชาเคมีมีการจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหาบทเรียนที่สอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พร้อมกับให้นักเรียนได้อภิปรายและสะท้อนความคิดในแต่ละประเด็น (2) นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้องหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีความเข้าใจถูกต้องมากที่สุดในประเด็นการอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รองลงมา คือ ประเด็นความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และประเด็นการใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ ทั้งนี้ นักเรียนส่วนหนึ่งยังคงมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน หรือไม่เข้าใจประเด็นทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ ประเด็นการสังเกต การลงความเห็น และความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และประเด็นมายาคติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอแนะแนวทางการจัดการเรียนการสอนว่า (1) การนำเข้าสู่บทเรียน ควรกระตุ้นความสนใจ และตรวจสอบความรู้เดิม (2) ผู้วิจัยควรสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งแบบอิงเนื้อหา ไม่อิงเนื้อหา และสอดแทรกประวัติวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ การนำการสอนแบบไม่อิงเนื้อหามาใช้ควรพิจารณาใช้เมื่อประเด็นที่สอนยังขาดความชัดเจน 3) ควรสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขั้นตอนต่าง ๆ ของการสอน และควรเป็นอันหนึ่งอันเดียวกับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ อีกทั้งให้ความสำคัญเทียบเท่าเนื้อหาวิทยาศาสตร์

นพักษร สังวาลเพ็ชร์ (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเรื่องโครงสร้างอะตอม การวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 2 ระยะ โดยระยะที่ 1 มีจุดประสงค์เพื่อสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 25 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร ภาคต้น ปีการศึกษา 2557 เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 9 ข้อ ซึ่งครอบคลุมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 6 ประเด็น วิเคราะห์ข้อมูลแบบอุปนัย และระยะที่ 2 เป็นงานวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเรื่องโครงสร้างอะตอม เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ การสังเกตจากบันทึกวิดีโอ แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรมของนักเรียน และแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 11 ข้อ ร่วมกับการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างวิเคราะห์ข้อมูลแบบอุปนัย ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ชัดเจนทุกประเด็นที่ศึกษา (2) การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเรื่องโครงสร้างอะตอม สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ในทุกประเด็นที่ศึกษา โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้องใน 3 ประเด็น ได้แก่ ประเด็นหน้าที่ของทฤษฎีวิทยาศาสตร์ การเปลี่ยนแปลงของความรู้วิทยาศาสตร์ และบทบาทของหลักฐานต่อการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอแนะแนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเรื่องโครงสร้างอะตอมมีลักษณะ ดังนี้ (1) ควรสร้างประสบการณ์ให้นักเรียนพัฒนาแบบจำลองอะตอม ร่วมกับการอภิปรายและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แฝงอยู่ในแบบจำลองอะตอมของนักเรียน (2) ควรนำประวัติศาสตร์การพัฒนาแบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด โบร์และกลุ่มหมอก ให้นักเรียนศึกษา ร่วมกับการอภิปรายและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แฝงอยู่ในประวัติศาสตร์ (3) ควรใช้คำถามอภิปรายผนวกเนื้อหาโครงสร้างอะตอม เพื่ออภิปรายและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเชิงลึก

ลลิตา คำแก้ว (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดผนวกในเนื้อหาเรื่องปฏิกิริยาเคมีและปิโตรเลียม เป็นงานวิจัยปฏิบัติการ กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี จำนวน 34 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล ได้แก่ (1) แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (2) อนุทินของนักเรียน และ (3) บันทึกหลังการสอน วิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

โดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา และวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมโดยการวิเคราะห์เชิงอุปนัย ผลการวิจัยพบว่า (1) การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดผนวกในเนื้อหาเรื่องปฏิกิริยาเคมีและปิโตรเลียม สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ในทุกประเด็นที่ศึกษา โดยเฉพาะประเด็นวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับความเชื่อ ค่านิยม วัฒนธรรม และสังคม (2) แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม คือ การวางแผนการจัดกิจกรรมเรียนรู้ในแต่ละครั้งไม่ควรสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากเกินไป และควรวางแผนกิจกรรมให้นักเรียนได้ปฏิบัติตัวเหมือนนักวิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวเอง กิจกรรมควรดึงดูดและน่าสนใจ เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม และสามารถสะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมาได้ นอกจากนี้ควรมีการสร้างบรรยากาศที่ดีในการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็น มีการยกตัวอย่างเพิ่มเติมที่มาจากครูและนักเรียนเอง และสิ่งสำคัญคือ ครูต้องใช้คำถามที่ซักไซ้ไล่เลียง เพื่อให้นักเรียนแสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมาด้วยตนเอง

สรารัตน์ สุขผ่องใส (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด เรื่อง กฎของแก๊สและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี จำนวน 20 คน ที่เรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ปีการศึกษา 2557 เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล ได้แก่ (1) แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ของครู (2) อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน (3) ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (4) การสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาในการจัดกลุ่มคำตอบ และคำนวณหาค่าความถี่และร้อยละของแต่ละกลุ่มคำตอบ ผลการวิจัยพบว่า (1) การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ทุกประเด็นที่ศึกษาโดยเฉพาะประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานและความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้โดยนักเรียนมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ย 80.95% เปอร์เซ็นต์และมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ย 59.91% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์การพัฒนาระดับสูง (2)แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด พบว่า ครูผู้สอนจะต้องวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องสอดแทรก สร้างโอกาสในการบ่งชี้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย และสะท้อนคิดสะท้อนความคิดเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ และในทุกขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

สิทธิชัย ชัยลังกา (2558) ได้ศึกษาค้นหาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิดร่วมกับประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และเพื่อศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนวิชาชีววิทยาเสริมประสบการณ์ด้วยการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 22 คน เก็บรวบรวมข้อมูลจากอนุทินสะท้อนความคิดของครู วีดิทัศน์การสอน ใบกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลแนวปฏิบัติที่ดีในการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้วยการวิเคราะห์แบบอุปนัย และวิเคราะห์ข้อมูลมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยการจัดกลุ่มคำตอบเป็น 4 กลุ่ม คือ มุมมองสอดคล้องกับมติประชาคมนักวิทยาศาสตร์ มุมมองระยะปรับเปลี่ยน มุมมองไม่สอดคล้องกับมติประชาคมนักวิทยาศาสตร์ และมุมมองที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ ผลการวิจัยพบว่า แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิดร่วมกับประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ มีหลายวิธี อาทิ (1) การใช้การสร้างแบบจำลองเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจเรื่องการใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในวิทยาศาสตร์ (2) การใช้กิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อเรียนรู้ความต่างของการสังเกตและการลงความเห็น (3) การใช้งานเขียนของนักเรียนเพื่อแสดงความเป็นอัตนัยในวิทยาศาสตร์ (4) การทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อจำลองการเปลี่ยนแปลงขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ หลังเรียนวิชาชีววิทยาเสริมประสบการณ์ด้วยการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิดร่วมกับประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีมุมมองสอดคล้องกับมติประชาคมนักวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ ทั้งก่อนและหลังเรียน นักเรียนหลายคนมีมุมมองไม่สอดคล้องกับมติประชาคมนักวิทยาศาสตร์ ในด้านกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และด้านมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอแนะแนวทางการจัดการเรียนการสอนว่า (1) ควรออกแบบกิจกรรมแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอย่างตรงจุด (2) ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนค้นคว้า ทดลองเช่นนักวิทยาศาสตร์ และได้ตีความมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ (3) ครูต้องจัดกิจกรรมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยคำพูดหรืออักษรของตนเอง และยกตัวอย่างด้วยตนเอง โดยครูใช้คำถามกระตุ้น (4) ควรจัดกิจกรรมหลายแผนต่อเนื่องกันเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (5) ควรจัดกิจกรรมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างสัมพันธ์กัน เช่น (5.1) ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน (5.2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากหลักฐานเชิงประจักษ์ ร่วมกับการสังเกต การลงความเห็น และความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (5.3) ความเป็นอัตนัย ร่วมกับมิติทางด้านสังคมและวัฒนธรรม เป็นต้น

Bell et al. (2003) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงมุมมองความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน Grades 10-11 (เทียบเท่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ5 ของประเทศไทย) จากการเข้าร่วมโครงการฝึกงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ (1) แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ VNOS-Form B และ (2) การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ซึ่งพบว่า นักเรียนไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ Bell และคณะ ได้อภิปรายว่า โครงการฝึกงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย (implicit instruction) ซึ่งต้องอาศัยระยะเวลาที่มากเพียงพอสำหรับให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการฝึกปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร ดังนั้นอาจต้องใช้ระยะเวลาที่มากกว่ากว่านี้ และครูผู้สอนควรสอนแบบชัดแจ้ง (explicit instruction) เพื่อให้เกิดความชัดเจนกับนักเรียนว่า ครูได้สอนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นใด และให้นักเรียนได้มีโอกาสสะท้อนคิดว่าได้เรียนรู้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใดบ้าง ได้เรียนรู้จากส่วนใดของกิจกรรมการเรียนการสอน และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับครูผู้สอน

Chamrat (2009) ได้ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจเรื่องโครงสร้างอะตอมและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยวิธีการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและสร้างบทเรียนที่สามารถพัฒนาทั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งประกอบไปด้วยวิธีการสอนแบบต่าง ๆ ที่หลากหลายเช่น การเรียนผ่านประวัติวิทยาศาสตร์ การสะท้อนความคิด การสร้างแบบจำลอง เป็นต้น ซึ่งทุกกิจกรรมจะเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองหลากหลายประเภท โดยแบ่งการศึกษาเป็น 3 ระยะ ระยะที่ 1 เป็นการเก็บข้อมูลและศึกษาบริบท เพื่อนำไปใช้ในพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ เก็บข้อมูลโดยการสังเกตสภาพการเรียนการสอน แบบสอบถามเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (the Nature of Science Questionnaire: NOSQ) แบบวัดมโนทัศน์เรื่องโครงสร้างอะตอม (the Atomic Structure Concept Test: ASCT) และการสัมภาษณ์ครูผู้สอน ระยะที่ 2 เป็นการนำข้อมูลของการทำวิจัยในช่วงที่ 1 มาออกแบบและพัฒนาบทเรียน และประชุมเชิงปฏิบัติการก่อนการนำไปใช้จริง งานวิจัยระยะที่ 3 เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ เก็บข้อมูลโดยการสังเกตการณ์ และบันทึกวีดิทัศน์ การสัมภาษณ์ แบบสอบถามเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (the Nature of Science Questionnaire: NOSQ) และแบบวัดมโนทัศน์เรื่องโครงสร้างอะตอม (the Atomic Structure Concept Test: ASCT) ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์

2.3 งานวิจัยที่แสดงนัยความสัมพันธ์ระหว่างการส่งเสริมประสบการณ์เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

Barab and Hay (2001) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงมุมมองความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการเข้าร่วมโครงการฝึกงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ในช่วงฤดูร้อนระยะเวลา 2 สัปดาห์ พบว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ระยะเวลาที่ใช้จัดกิจกรรมอาจสั้นเกินไปที่นักเรียนจะได้ฝึกปฏิบัติงานเช่นนักวิทยาศาสตร์อย่างเต็มที่ Barab และ Hay ได้อภิปรายว่า การฝึกปฏิบัติงานอย่างนักวิทยาศาสตร์ตามสภาพจริงช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย อีกทั้งยังมีโอกาสได้อยู่ในชุมชนของวิทยาศาสตร์ (scientific community) การศึกษาครั้งนี้ได้แสดงหลักฐานข้อจำกัดทางด้านเวลาในการพัฒนาอัตลักษณ์ของนักเรียนสำหรับนักเรียนบางคน เพราะมีนักเรียนบางคนยังไม่ได้รับโอกาสที่มากเพียงพอในการปฏิบัติงาน และกิจกรรมลักษณะนี้ไม่ได้เหมาะสมกับนักเรียนทุกคน ดังผลการสัมภาษณ์นักเรียนว่า “กลับไปโรงเรียนตอนนี้เถอะ” (now, back to school we go) ซึ่งทำให้ทราบว่า นักเรียนไม่ได้มองเห็นว่าตนเป็นสมาชิก หรือเป็นส่วนหนึ่งของชุมชนแห่งการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และเหตุผลนี้แสดงแนวโน้มว่า นักเรียนไม่ได้พัฒนาอัตลักษณ์อย่างนักวิทยาศาสตร์ (identity as a scientist) อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้เสนอข้อมูลที่น่าสนใจว่า การได้สัมผัสประสบการณ์การทำงานร่วมกับนักวิทยาศาสตร์ อาจส่งผลให้นักเรียนได้ปฏิบัติงานในโลกแห่งวิชาชีพทางวิทยาศาสตร์ที่แท้จริง (professional world of real scientists) ซึ่งอาจส่งผลต่อการเลือกอาชีพในอนาคต หรือการปฏิบัติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

งานวิจัยข้างต้นแสดงเพียงความสัมพันธ์เชิงนัย จึงนำผู้วิจัยไปสู่งานวิจัยนี้ ที่จะสามารถบ่งบอกได้ถึงการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยสรุปประเด็นสำคัญที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม ดังนี้

1. ในบริบทการศึกษาไทย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาส่วนใหญ่ขาดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะประเด็นวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความหมายและที่มาของกฎและทฤษฎีปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และผลกระทบของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ในทุกประเด็น

2. การให้นักเรียนร่วมโครงการ หรือค่ายฝึกงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย (implicit approach) อาทิ Barab and Hay (2001) และ Hughes et al. (2013) แสดงนัยถึงการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการได้ปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ตามสภาพจริง ซึ่งช่วยส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงอาจส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน นอกจากนี้ การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มากขึ้น ซึ่งจากการทบทวนเอกสารงานวิจัย พบว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ นิยมใช้บ่งชี้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด จึงอาจส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้

3. การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งวิธีการที่นิยมใช้อย่างมากในบริบทการศึกษาไทย คือ การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด และจากการศึกษางานวิจัยส่วนใหญ่ พบว่า การสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดช่วยให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดีกว่าการสอนแบบเป็นนัย และนิยมใช้การสอนที่อิงเนื้อหารายวิชาร่วมด้วย จากเหตุผลด้านการประหยัดเวลาสอน และช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อีกทั้งมีการอภิปรายและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แฝงอยู่ในประวัติศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้การปฏิบัติงานทางด้านวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาทฤษฎีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจนมากขึ้น และจากการศึกษาพบว่า เนื้อหา โครงสร้างอะตอม มีความเหมาะสมต่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เนื่องจากเนื้อหามีการแสดงวิธีการได้มาซึ่งความรู้ และพัฒนาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ทั้งนี้ การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัยสามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ (อธิบายดังประเด็นที่ 2) ดังนั้น การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดซึ่งสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าแบบเป็นนัย จึงมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้เช่นกัน

4. ครูควรให้ความสำคัญกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เทียบเท่ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ควรสอนเนื้อหาและสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขั้นตอนต่าง ๆ ของการสอน และหากประเด็นใดไม่ชัดเจน ครูอาจใช้กิจกรรมธรรมแบบไม่อิงเนื้อหา เพื่อเสริมความเข้าใจประเด็นนั้น ๆ อีกทั้งครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนคิดประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม เพื่อสร้างความเข้าใจด้วยตนเองมากกว่าการรับฟังบรรยายจากครูเพียงอย่างเดียว และหากประเด็นใดยังขาดความถูกต้องครูควรอธิบายเพิ่มให้ชัดเจน

ตอนที่ 4 กรอบแนวคิดการวิจัย

1. ผลของการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

Barab and Hay (2001) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงมุมมองความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการเข้าร่วมโครงการฝึกงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้อภิปรายว่า การฝึกปฏิบัติงานอย่างนักวิทยาศาสตร์ตามสภาพจริงช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย อีกทั้งยังได้มีโอกาสได้อยู่ในชุมชนของวิทยาศาสตร์ (scientific community) และได้อภิปรายที่แสดงนัยของการเชื่อมโยงระหว่างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ว่า การได้สัมผัสประสบการณ์การทำงานร่วมกับนักวิทยาศาสตร์ อาจส่งผลให้นักเรียนได้ปฏิบัติงานในโลกแห่งวิชาชีพทางวิทยาศาสตร์ที่แท้จริง (professional world of real scientists) ซึ่งอาจส่งผลต่อการเลือกอาชีพในอนาคต หรือการปฏิบัติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน สอดคล้องกับ Hughes et al. (2013) ที่มุ่งศึกษาอิทธิพลของกิจกรรมค่ายที่มีการพบปะตัวแบบทางสะเต็ม (STEM role models) และกิจกรรมการวิจัยสะเต็มตามสภาพจริง (Authentic STEM research activities) ผลการวิจัยพบว่า การที่นักเรียนได้รับตัวแบบทางสะเต็มทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในสะเต็ม และเกิดอัตมโนทัศน์ในสะเต็มมากขึ้น

จากตัวอย่างงานวิจัยข้างต้น การให้นักเรียนร่วมโครงการ หรือค่ายฝึกงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย (implicit approach) แสดงนัยถึงการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการได้ปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ตามสภาพจริง ซึ่งช่วยส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2. ผลการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

Archer et al. (2010) อธิบายว่า การส่งเสริมอัตลักษณ์ด้วยวิธีการดังประเด็นก่อนหน้าเป็นไปได้ยากที่จะนำไปปฏิบัติจริง จากความไม่เท่าเทียมด้านโอกาสในการเข้าถึงการเรียนรู้ในบรรยากาศที่ไม่เป็นทางการ อีกทั้ง Barab and Hay (2001) และ Bell et al. (2003) อธิบายว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัยต้องอาศัยระยะเวลาในการจัดกิจกรรมมากเพียงพอที่จะให้นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยการปฏิบัติงานอย่างนักวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ Archer et al. (2010) และ Bell et al. (2018) เสนอว่า การจัดการเรียนการสอนที่สะท้อนการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน หรือบรรยากาศที่เป็นทางการ (formal environments) ก็สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้เช่นกัน

ดังนั้น เพื่อประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทที่หลากหลายมากกว่า และกระจายโอกาสในการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้มากกว่า ผู้วิจัยจึงมุ่งจัดการ

เรียนรู้ในบริบทชั้นเรียน และมุ่งพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นหลัก เพราะความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นความเข้าใจในลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ผ่านมุมมองต่าง ๆ ดังนั้น จึงครอบคุลมถึงการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์ (AAAS, 1990, pp. 1-12; Lederman, 1992; Lederman et al., 2002)

จากการศึกษาแนวทางการแนวทางการจัดการเรียนรู้ของประเทศไทย ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 พบว่า มีการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542, 2542) จึงต้องจัดการเรียนรู้โดยเน้นเด็กเป็นศูนย์กลาง (child-centered learning) ซึ่งมีแนวคิดมาจากทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง หรือทฤษฎีสรรคนิยม หรือคอนสตรัคติวิสต์ (constructivism theory) (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2561, น. 72-93) จากการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากงานวิจัยของนักวิจัยหลายท่าน อาทิ Abd-El-Khalick and Lederman (2000); Bell et al. (2003); (2008) พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด (explicit and reflective approach) เป็นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยตรง และยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาสะท้อนคิด อภิปรายร่วมกัน ทำให้ผู้เรียนประมวลความเข้าใจส่วนต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจนตรงประเด็น การสอนในลักษณะนี้เป็นที่นิยมใช้ในการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพราะสามารถส่งผลต่อการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจนมากกว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบโดยนัย สอดคล้องกับงานวิจัยไทยหลายงานวิจัย อาทิ กาญจนา มหาลี (2553); ชัยวัฒน์ ทองสุกใส (2558); นพักษร สังวาลเพ็ชร์ (2558); ลลิตา คำแก้ว (2558); สรารัตน์ สุขผ่องใส (2558) เป็นต้น ที่จัดการเรียนรู้ด้วยแนวการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดแล้วนักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

ผู้วิจัยจึงเลือกการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด เป็นแนวการสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ของประเทศไทยที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ในงานวิจัยนี้

ทั้งนี้ ผู้วิจัยผู้วิจัยเลือกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตาม Science for all American ของ AAAS (1990, pp. 1-12) ซึ่งถือว่า เป็นขอบข่ายที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย รวมถึง สสวท. ซึ่งเป็นสถาบันที่เกี่ยวข้องโดยตรงในการพัฒนา และส่งเสริมการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย ที่ได้กล่าวถึงขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ไว้ในคู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สสวท., 2561)

สรุปกรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้

การจัดการเรียนรู้ของประเทศไทยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542, 2542) จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจัดการเรียนรู้โดยเน้นเด็กเป็นศูนย์กลาง ซึ่งมีแนวคิดมาจากทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2561, น. 72-93)

การจัดการเรียนการสอนที่มุ่งพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นจัดอย่างสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง หรือทฤษฎีสรรคนิยม (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Bell et al., 2003; Khishfe, 2008; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002) ซึ่งเชื่อว่าการที่ผู้เรียนจะเรียนรู้สิ่งใหม่นั้น เกิดจากการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม หรือพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจเดิมอยู่แล้วกับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น การสืบเสาะการสำรวจ เป็นต้น เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย คงทน และสามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนจึงเกิดขึ้นจากการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563, น. 31-33; ทิศนา แขมมณี, 2561, น. 90-96; พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2561, น. 73-75)

การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

การจัดการเรียนรู้ที่ครูนำนักเรียนอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยตรง หรืออย่างชัดแจ้ง และยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาสะท้อนคิด อภิปรายร่วมกันกับนักเรียน ทั้งในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และภายหลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยในงานวิจัยนี้ จัดกิจกรรมโดยอิงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ สาระเคมี เรื่อง โครงสร้างอะตอม และใช้แผนการจัดการเรียนรู้ 6 แผน ที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตามขอบข่ายของ AAAS (1990, pp. 1-12) โดยใช้เวลาสอน 15 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้จาก นพักษร สังวาลเพ็ชร์ (2558) และ Chamrat (2009)

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ความสามารถของนักเรียนในการอธิบายลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตาม 3 ขอบข่ายของ AAAS (1990, pp. 1-12) ซึ่งวัดโดยแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาจาก กาญจนา มหาลี (2553) แล้วแปลค่าเป็นระดับคะแนน

อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

การที่นักเรียนระบุระดับการรับรู้ตน หรือการจัดหมวดหมู่ตนว่าเป็นบุคคลที่อยู่ในสาขา หรืออาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยกำหนดโครงสร้างในการวัดไว้ 3 ข้อบ่งชี้ ได้แก่ 1) การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 2) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 3) ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทางเลือก เก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยปรับจาก Vincent-Ruz and Schunn (2018)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดที่มีต่ออัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นงานวิจัยแบบผสมวิธี (mixed method research) ซึ่งแบ่งการศึกษาเป็น 2 ระยะ เพื่อให้ตอบวัตถุประสงค์งานวิจัยอย่างครอบคลุม และลุ่มลึก โดยศึกษาจากกลุ่มเป้าหมายที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling)

การศึกษาระยะที่ 1 มีรูปแบบการวิจัยแบบวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) ที่เน้นการศึกษาและเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ (quantitative data) โดยวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อตอบวัตุประสงค์งานวิจัยข้อที่ 1 และการศึกษาระยะที่ 2 มีรูปแบบการวิจัยแบบวิจัยเชิงทดลองแบบการทดลองเบื้องต้น (pre-experimental research) ที่เน้นการศึกษาและเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ (quantitative data) โดยวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดฉบับเดียวกันกับการศึกษาระยะที่ 1 และเพิ่มแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบอัตนัย เพื่อให้ได้ข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความคิดของนักเรียนอย่างแท้จริง ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงโดยภาพรวมว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นหรือไม่ อย่างไร และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร เมื่อเทียบกับคะแนนก่อนเรียนที่เก็บข้อมูลในการศึกษาระยะที่ 1 และเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ (qualitative data) เพื่อศึกษาว่าอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ในเชิงลึกจากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (semi-structured interview) สำหรับอธิบายร่วมกับข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งการวิจัยทั้ง 2 ระยะนั้นช่วยตอบวัตถุประสงค์งานวิจัย 2 ประการ ได้แก่

(1) เพื่อศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

(2) เพื่อเปรียบเทียบอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

แสดงรายละเอียด ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 1 การศึกษาระยะที่ 1

1. กลุ่มเป้าหมายการศึกษาระยะที่ 1
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการศึกษาระยะที่ 1
3. การเก็บรวบรวมข้อมูลการศึกษาระยะที่ 1
4. การวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาระยะที่ 1

ตอนที่ 2 การศึกษาระยะที่ 2

1. กลุ่มเป้าหมายการศึกษาระยะที่ 2
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการศึกษาระยะที่ 2
3. การเก็บรวบรวมข้อมูลการศึกษาระยะที่ 2
4. การวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาระยะที่ 2

ตอนที่ 3: จริยธรรมการวิจัยและการพิทักษ์สิทธิ์

ตอนที่ 1 การศึกษาระยะที่ 1

การศึกษาระยะที่ 1 มีรูปแบบการวิจัยแบบวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) ที่เน้นการศึกษาและเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ (quantitative data) โดยวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อตอบวัตุประสงค์งานวิจัยข้อที่ 1

1. กลุ่มเป้าหมายการศึกษาระยะที่ 1

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนไทยระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่กำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน (สพม.ลปลพ) ใช้วิธีการเลือกโรงเรียน และนักเรียนแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยพิจารณาเลือกจากเหตุผลด้านความเข้าใจในบริบทสังคม และการศึกษาในพื้นที่นี้เป็นอย่างดี เหตุผลด้านความสะดวกในการเข้าเก็บข้อมูล และเหตุผลด้านการอนุญาตให้เข้าเก็บข้อมูลและสามารถอนุเคราะห์ชั่วโมงเรียนให้ผู้วิจัยเข้าศึกษาได้ ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการเข้าถึงข้อมูล ความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูล และการแปลความหมายของข้อมูลได้อย่างชัดเจนมากที่สุด

1.1 การเลือกโรงเรียนการศึกษาระยะที่ 1

ผู้วิจัยกำหนดโรงเรียน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง ได้โรงเรียน A ซึ่งเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน ของจังหวัดลำพูน ใช้เกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

(1) มีจำนวนนักเรียนเพียงพอในการเก็บข้อมูล

(2) มีแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ เพื่อเลือกนักเรียนในแผนการเรียนดังกล่าวเนื่องจากนักเรียนแผนการเรียนเน้นวิทยาศาสตร์ เป็นกลุ่มที่มีแนวโน้มที่จะมีพื้นฐานความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนแผนการเรียนอื่น ๆ และเป็นแผนการเรียนที่เมื่อจบการศึกษาแล้วสามารถสอบแข่งขันเพื่อศึกษาต่อทางด้านวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้น การที่ผู้เรียนกลุ่มนี้ชัดเจนในอัตลักษณ์ของตนจะทำให้เลือกเป้าหมายในการศึกษาต่อได้อย่างถูกต้องตามธรรมชาติของตน

(3) ผู้บริหาร คณะครู นักเรียน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องให้การสนับสนุนและร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

(4) โรงเรียนมีระบบอินเทอร์เน็ตให้บริการกลุ่มเป้าหมาย และผู้วิจัยได้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน และมีห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่เพียงพอ สำหรับการวัดตัวแปรต่าง ๆ ในการวิจัย ซึ่งใช้เครื่องมือการวัดแบบออนไลน์

1.2 การเลือกนักเรียนการศึกษาระยะที่ 1

เลือกศึกษาจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 188 คน จาก 5 ห้องเรียน ของโรงเรียน A เพื่อวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุผลด้านข้อจำกัดของทรัพยากร (resource constraint)

โดยเหตุผลของการได้มาซึ่งกลุ่มเป้าหมาย 188 คน นั้นเพราะแต่เดิมแล้วทางโรงเรียนมีนักเรียนที่มีคุณสมบัติสามารถเป็นกลุ่มเป้าหมายได้ทั้งหมด 408 คน ทั้งนี้ จำเป็นต้องแบ่งใช้นักเรียนอย่างน้อย 200 คน ในการวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือด้านความเที่ยง และอำนาจจำแนก (McCoach et al., 2013 อ้างถึงใน ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง, 2559, น. 99) ซึ่งในการวิจัยนี้ใช้ไป 210 คน ที่คุณสมบัติเหมือนกลุ่มเป้าหมายสำหรับการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ จึงเหลือนักเรียนที่สามารถเป็นกลุ่มเป้าหมายจริงทั้งสิ้น 198 คน

ทั้งนี้ กลุ่มเป้าหมายที่ประสงค์จะศึกษาต่อสูงกว่าระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมีการระบุคณะ หรือสาขาวิชาที่ใฝ่ฝันว่าอยากศึกษาต่อมากที่สุดกับคณะ หรือสาขาวิชาที่จะศึกษาต่อจริงอย่างครบถ้วนมีจำนวนเพียง 188 คน จึงได้คัดเลือกนักเรียนที่ข้อมูลขาดความครบถ้วนบางประการออก 10 คน จาก 198 คน จึงได้กลุ่มเป้าหมายทั้งสิ้น 188 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการศึกษาระยะที่ 1

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่

2.1.1 แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (ฉบับออนไลน์)

2.1.2 แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย (ฉบับออนไลน์)

ซึ่งแสดงรายละเอียดการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลการศึกษาระยะที่ 1

2.1.1 แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยใช้ในงานวิจัยนี้ มีจุดประสงค์ เพื่อใช้เก็บข้อมูลเชิงปริมาณเกี่ยวกับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมาย แสดงรายละเอียดโครงสร้างแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการดำเนินการสร้างแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

2.1.1.1 โครงสร้างแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

แบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบวัด

ตอนที่ 2 ข้อมูลอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

แสดงรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบวัด

ให้นักเรียนระบุชื่อ-สกุล (สมมุติ) เลขที่ใหม่ที่จัดขึ้นสำหรับใช้ในการวิจัยเท่านั้น และระดับชั้นของนักเรียน และมีข้อคำถามให้แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบวัด เพื่อให้เข้าใจถึงบริบทของเป้าหมาย และสะท้อนบริบททางสังคมให้มากที่สุดตามธรรมชาติของตัวแปร ซึ่งแตกต่างกันตามบริบทของสังคม เช่น เพศ อายุ สาขาวิชาที่ใฝ่ฝันมากที่สุด เป็นต้น

ตอนที่ 2 ข้อมูลอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

ประกอบด้วยข้อคำถามอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งพัฒนาข้อคำถามจากแบบวัดของ Vincent-Ruz and Schunn (2018) โดยแบบวัดที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีโครงสร้างในการวัด 3 ข้อบ่งชี้ ได้แก่

(1) การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (perceived science identity) ประกอบด้วย 2 มุมมอง/มิติ ได้แก่

(1.1) การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง (perceived personal science identity)

(1.2) การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์จากผู้อื่น (perceived recognized science identity)

(2) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (attitude toward science) ประกอบด้วย 3 มุมมอง/มิติ ได้แก่

(2.1) ความหลงใหลในวิทยาศาสตร์ (fascination in science)

(2.2) ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ (values science)

(2.3) การรับรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง (competency beliefs in science)

(3) ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทางเลือก (optional science learning experiences) ประกอบด้วย 2 มุมมอง/มิติ ได้แก่

(3.1) การเลือกเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ (choice preferences)

(3.2) ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (science experiences)

โดยข้อบ่งชี้ที่ 1 มีคำถาม จำนวน 4 ข้อ ข้อบ่งชี้ที่ 2 มีคำถาม จำนวน 12 ข้อ และข้อบ่งชี้ 3 มีคำถาม จำนวน 22 ข้อ รวมทั้งสิ้นจำนวน 38 ข้อ ซึ่งแบบวัดนี้เป็นมาตรวัด 4 ระดับ (four-item Likert scale) ได้แก่ 4 = มากที่สุด, 3 = มาก, 2 = น้อย, และ 1 = น้อยที่สุด เนื่องจากสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มเป้าหมายจำนวนมากได้สะดวก รวดเร็ว และสามารถแยกได้ชัดเจนว่ากลุ่มเป้าหมายมีแนวโน้มอยู่ในทางใดระหว่างฝั่งมีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์สูงกับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ต่ำ แสดงสัดส่วนของข้อคำถามอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ตามตัวบ่งชี้ ดังตารางที่ 7 และการแปลผลคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 7 สัดส่วนของข้อคำถามอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ตามตัวบ่งชี้

โครงสร้าง	ตัวบ่งชี้	จำนวนข้อ	รวม
PSID	PSID 1 การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง	1	4 (ข้อ1-4)
	PSID 2 การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์จากผู้อื่น	3	
ATS	ATS 1 ความหลงใหลในวิทยาศาสตร์	5	12 (ข้อ5-16)
	ATS 2 ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์	3	
	ATS 3 การรับรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง	4	
OSLE	OSLE 1 การเลือกเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์	10	22 (ข้อ17-38)
	OSLE 2 ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	12	
รวม			38

ตารางที่ 8 การแปลผลคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

ช่วงคะแนน	แปลผลคะแนน
3.25-4.00	สูง
2.50-3.24	ปานกลาง
1.75-2.49	ค่อนข้างต่ำ
1.00-1.74	ต่ำ

จากตารางที่ 8 แปลผลคะแนนโดยเฉลี่ยคะแนนแยกตามข้อ ขอบข่าย และภาพรวม (เต็ม 4 คะแนน) จากนั้น เทียบแปลผลคะแนนตามกำหนด ซึ่งการแบ่งการแปลผลคะแนนเป็น 4 ช่วงคะแนน (เกณฑ์แบบเลขคู่) นั้นเพื่อไม่ให้มีจุดกึ่งกลางของช่วงระดับการแปลผลจึงสามารถแยกได้ชัดเจนว่ากลุ่มเป้าหมายมีแนวโน้มอยู่ในทางใดระหว่างฝั่งมีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์สูง หรือต่ำ

2.1.1.2 การดำเนินการสร้างแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

การดำเนินการสร้างแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอน ดังนี้

(1) ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งประเทศไทยและต่างประเทศ โดยใช้ข้อคำถามของ Vincent-Ruz and Schunn (2018) เป็นฐานในการศึกษา

(2) กำหนดนิยามศัพท์ของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์และข้อบ่งชี้ต่าง ๆ

(3) กำหนดโครงสร้างของแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

(4) สร้างข้อคำถามโดยแปล เรียบเรียงภาษา และพัฒนาจากเครื่องมือวิจัยของ Vincent-Ruz and Schunn (2018) ซึ่งแบบวัดที่สร้างขึ้นเป็นมาตรวัด 4 ระดับ (four-item Likert scale) ได้แก่ 4 = มากที่สุด, 3 = มาก, 2 = น้อย, และ 1 = น้อยที่สุด โดยข้อบ่งชี้ที่ 1 มีคำถาม จำนวน 4 ข้อ ข้อบ่งชี้ที่ 2 มีคำถาม จำนวน 12 ข้อ และข้อบ่งชี้ที่ 3 มีคำถาม จำนวน 22 ข้อ รวมทั้งสิ้นจำนวน 38 ข้อ

(5) นำแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งฉบับเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้อง ความเหมาะสม และนำคำแนะนำมาปรับปรุงพัฒนา

(6) นำแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องกับคำนิยาม โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (Index of content validity: IOC) จากนั้นคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC มากกว่า .50 เพื่อพิจารณาใช้ข้อคำถาม (ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง,

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2559, น. 96) และปรับปรุงแบบวัดตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิ

(7) นำแบบวัดที่พัฒนาตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายอย่างน้อย 200 คน (McCoach et al., 2013 อ้างถึงใน ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง, 2559, น. 99) ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้ 210 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย แต่อยู่ในประชากรเดียวกัน (คุณสมบัติเหมือนกลุ่มเป้าหมาย) เพื่อตรวจสอบภาษา และระยะเวลาที่ใช้ในการทำแบบวัด แล้วนำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

(8) ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ โดยใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistics 22 ดังนี้

(8.1) หาความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (internal consistency) ด้วยวิธีแอลฟาของครอนบาก (Cronbach’s alpha method) ทั้งตามโครงสร้าง และทั้งฉบับ โดยคัดเลือกใช้งานเมื่อมีค่าความเที่ยง 0.70 ซึ่งหมายถึง ระดับสูง ขึ้นไป (ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง, 2559, น. 109-112) และพิจารณาค่า Cronbach's Alpha if Item Deleted โดยคัดข้อที่เมื่อคัดออกแล้วค่าความเที่ยงจะสูงขึ้นอย่างชัดเจนออก ผลการตรวจสอบคุณภาพคือ 1. แบบวัดทั้งฉบับ (38 ข้อ) มีความเที่ยงสูงมาก (Cronbach's Alpha = .930) สามารถนำไปใช้ทดสอบจริงได้ 2. เมื่อพิจารณาค่า Cronbach's Alpha if Item Deleted พบว่า มีเพียงข้อที่ 10 เท่านั้นที่เมื่อตัดออกแล้วค่าความเที่ยงจะสูงขึ้น .001 แต่เนื่องด้วยมีการเพิ่มขึ้นของค่าความเที่ยงน้อยมาก จึงพิจารณาเก็บไว้

(8.2) หาค่าอำนาจจำแนก (discrimination index) คัดเลือกเฉพาะข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนก 0.20 ซึ่งหมายถึง ระดับพอใช้ ขึ้นไป (ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง, 2559, น. 86-92) ผลการตรวจสอบคุณภาพคือ แบบวัดทั้งฉบับ (38 ข้อ) มีค่าอำนาจจำแนกสูงกว่า .2 ทั้งหมด จึงสามารถจำแนกได้ดีสามารถนำไปใช้ทดสอบจริงได้

(9) นำแบบวัดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง เพื่อจัดทำแบบวัดฉบับสมบูรณ์

(10) สร้างแบบวัดให้เป็นรูปแบบออนไลน์ ผ่าน Google form เพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูลจำนวนมาก

2.1.2 แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย

แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยใช้ในงานวิจัยนี้ มีจุดประสงค์เพื่อใช้เก็บข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมาย แสดงรายละเอียดโครงสร้างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการดำเนินการสร้างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

2.1.2.1 โครงสร้างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย

แบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบวัด

ตอนที่ 2 ข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

แสดงรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบวัด

ให้นักเรียนระบุชื่อ-สกุล (สมมุติ) เลขที่ใหม่ที่จัดขึ้นสำหรับใช้ในการวิจัยเท่านั้น และระดับชั้นของนักเรียน ซึ่งข้อมูลทั้งหมดตรงกับแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (รายละเอียดอื่น ๆ ให้ใช้ข้อมูลจากแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เก็บข้อมูลในการศึกษาระยะที่ 1)

ตอนที่ 2 ข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ประกอบด้วยข้อคำถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดของ AAAS (1990) ซึ่งมี 3 ขอบข่าย ได้แก่ (1) โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ (scientific worldview: NOS 1) ครอบคลุม 4 ประเด็น (2) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry: NOS 2) ครอบคลุม 5 ประเด็น และ (3) กิจการทางวิทยาศาสตร์ (scientific enterprise: NOS 3) ครอบคลุม 4 ประเด็น โดยแต่ละประเด็นมีข้อคำถาม 2 ข้อ รวมทั้งสิ้นจำนวน 26 ข้อ ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก ได้แก่ เห็นด้วย และไม่เห็นด้วย โดยหากไม่เห็นด้วยให้เลือกข้อความคำอธิบายเหตุผลประกอบ โดยหากถูกให้ 1 คะแนน และผิดให้ 0 คะแนน ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาจากกาญจญา มหาลี (2553) เนื่องจากสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณจากกลุ่มเป้าหมายจำนวนมากได้สะดวกรวดเร็ว แปลผลเป็นระดับคะแนนได้ง่าย และได้รายละเอียดข้อมูลเชิงคุณภาพแสดงสัดส่วนของข้อคำถามตามตัวบ่งชี้ ดังตารางที่ 9 และการแปลผลคะแนนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 9 สัดส่วนของข้อคำถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามขอบข่าย

ขอบข่าย	ประเด็น	ข้อ	จำนวน
NOS 1	**NOS 1.1:** โลกเป็นเรื่องที่สามารถเข้าใจได้	1-2	2
	NOS 1.2: ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้	3-4	2

ขอบข่าย	ประเด็น	ข้อ	จำนวน
	NOS 1.3: ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน	5-6	2
	NOS 1.4: วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์แก่คำถามทุกคำถามได้	7-8	2
NOS 2	**NOS 2.1:** วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน	9-10	2
	NOS 2.2: วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลกับจินตนาการ	11-12	2
	NOS 2.3: วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและคำทำนาย	13-14	2
	NOS 2.4: นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ	15-16	2
	NOS 2.5: วิทยาศาสตร์ไม่ใช่เรื่องการเชื่อฟังผู้มีอำนาจหรือเผด็จการ	17-18	2
NOS 3	**NOS 3.1:** วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน	19-20	2
	NOS 3.2: วิทยาศาสตร์ได้ถูกจัดระบบอยู่ในเนื้อหาวิชาสาขาต่าง ๆ และมีการดำเนินการในสถาบันต่าง ๆ	21-22	2
	NOS 3.3: การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณ	23-24	2
	NOS 3.4: นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในกิจกรรมสาธารณะทั้งในฐานะผู้เชี่ยวชาญ และเป็นพลเมือง	25-26	2
	รวม		26

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 10 การแปลผลคะแนนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ช่วงคะแนน	แปลผลคะแนน
0.75-1.00	สูง
0.50-0.74	ปานกลาง
0.25-0.49	ค่อนข้างต่ำ
0.00-0.24	ต่ำ

จากตารางที่ 10 แปลผลคะแนนโดยเฉลี่ยคะแนนแยกตามขอบข่ายย่อยตามขอบข่าย และโดยภาพรวม (เต็ม 1 คะแนน) จากนั้น เทียบแปลผลคะแนนตามกำหนด ซึ่งการแบ่งการแปลผลคะแนนเป็น 4 ช่วงคะแนน (เกณฑ์แบบเลขคู่) นั้นเพื่อไม่ให้มีจุดกึ่งกลางของ

ช่วงระดับการแปลผล จึงสามารถแยกได้ชัดเจนว่ากลุ่มเป้าหมายมีแนวโน้มอยู่ในทางใดระหว่างฝั่งความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูง หรือต่ำ

2.1.2.2 การดำเนินการสร้างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัย

การดำเนินการสร้างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีขั้นตอน ดังนี้

(1) ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งประเทศไทยและต่างประเทศ โดยยึดกรอบแนวคิดของ AAAS (1990) และ Lederman et al. (2002) เป็นฐานในการศึกษา (2) กำหนดนิยามศัพท์ของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และข้อบ่งชี้ต่าง ๆ

(3) กำหนดโครงสร้างของแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยอ้างอิงขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จาก AAAS (1990)

(4) สร้างข้อคำถามที่พัฒนาจากงานวิจัยของ กาญจนา มหาลี (2553) ซึ่งแบบวัดที่สร้างขึ้นเป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก ได้แก่ เห็นด้วย และไม่เห็นด้วย แล้วเลือกข้อความคำอธิบายเหตุผลประกอบ โดยแต่ละประเด็นมีข้อคำถาม 2 ข้อ รวมทั้งสิ้นจำนวน 26 ข้อ

(5) นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งฉบับเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้อง ความเหมาะสม และนำคำแนะนำมาปรับปรุงพัฒนา

(6) นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องกับคำนิยาม โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (Index of item objective congruence: IOC) จากนั้นคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC มากกว่า .50 เพื่อพิจารณาใช้ข้อคำถาม (ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง, 2559, น. 96) และปรับปรุงแบบวัดตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิ

(7) นำแบบวัดที่พัฒนาตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายอย่างน้อย 200 คน (McCoach et al., 2013 อ้างถึงใน ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง, 2559, น. 99) ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้ 210 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย แต่อยู่ในประชากรเดียวกัน (คุณสมบัติเหมือนกลุ่มเป้าหมาย) เพื่อตรวจสอบภาษา และระยะเวลาที่ใช้ในการทำแบบวัด แล้วนำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

(8) ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ โดยใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistics 22 ดังนี้

(8.1) หาความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (internal consistency) ด้วยวิธีแอลฟาของครอนบาก (Cronbach's alpha method) ทั้งตามโครงสร้าง และทั้งฉบับ โดยคัดเลือกใช้งานเมื่อมีค่าความเที่ยง 0.70 ซึ่งหมายถึง ระดับสูง ขึ้นไป (ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง, 2559, น. 109-112) และพิจารณาค่า Cronbach's Alpha if Item Deleted โดยคัดข้อที่เมื่อคัดออกแล้วค่าความเที่ยงจะสูงขึ้นอย่างชัดเจนออก ผลการตรวจสอบคุณภาพคือ 1. แบบวัดทั้งฉบับ (26 ข้อ) มีความเที่ยงสูงมาก (Cronbach's Alpha = .837) สามารถนำไปใช้ทดสอบจริงได้ 2. เมื่อพิจารณาค่า Cronbach's Alpha if Item Deleted พบว่า มีเพียงข้อที่ 2, 3, 6, 11, 14 เท่านั้น ที่เมื่อตัดออกแล้วค่าความเที่ยงจะสูงขึ้น เนื่องด้วยมีการเพิ่มขึ้นของค่าความเที่ยงน้อยมาก จึงพิจารณาเก็บไว้

(8.2) หาค่าอำนาจจำแนก (discrimination index) คัดเลือกเฉพาะข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนก 0.20 ซึ่งหมายถึง ระดับพอใช้ ขึ้นไป (ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง, 2559, น. 86-92) ผลการตรวจสอบคุณภาพคือ แบบวัดทั้งฉบับ (26 ข้อ) พบว่า มีเพียงข้อที่ 2, 3, 6, 11, 14 เท่านั้น ที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่า .2 ซึ่งพิจารณาเก็บไว้เพื่อความเท่าเทียมด้านน้ำหนักของข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ส่วนข้ออื่น ๆ สามารถจำแนกได้ดี จึงนำไปใช้ทดสอบจริงได้

(9) นำแบบวัดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง เพื่อจัดทำแบบวัดฉบับสมบูรณ์

(10) สร้างแบบวัดให้เป็นรูปแบบออนไลน์ ผ่าน Google form เพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูลจำนวนมาก

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลการศึกษาระยะที่ 1

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยมี 2 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ขั้นจัดเตรียมก่อนการเก็บข้อมูลการศึกษาระยะที่ 1

(1) จัดเตรียมเครื่องมือให้พร้อมต่อการใช้งาน ได้แก่

(1.1) แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (ฉบับออนไลน์)

(1.2) แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย (ฉบับออนไลน์)

(2) ขอทำหนังสือราชการจากภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยถึงผู้อำนวยการโรงเรียน เพื่อขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและใช้แบบวัด

3.2 ขั้นดำเนินการเก็บข้อมูลการศึกษาระยะที่ 1

(1) ผู้วิจัยใช้แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย (ฉบับออนไลน์) เก็บข้อมูล โดยนัดหมายวัน และเวลาในคาบว่างของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และให้เวลาในการตอบแบบวัดทั้ง 2 ฉบับ ภายใน 120 นาที (ฉบับละ 60 นาที)

(2) บันทึกลงในระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

4. การวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาระยะที่ 1

การวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาระยะที่ 1 เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งนำข้อมูลระดับคะแนนอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัย มาจัดกระทำด้วยโปรแกรม SPSS version.22 ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้สถิติเชิงบรรยาย (descriptive statistics)

4.1.1 การแจกแจงความถี่ข้อมูล (frequency distribution)

แจกแจงความถี่ในรูปของตารางแจกแจงความถี่ของข้อมูลจำนวนเป้าหมายและร้อยละของกลุ่มเป้าหมายในภาพรวม และแบ่งตามธรรมชาติของกลุ่มเป้าหมายที่ได้ระดับคะแนนอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ระดับต่าง ๆ

4.1.2 การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง (measure of central tendency) และการวัดการกระจาย (measure of dispersion)

หาค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation: S.D.) ของระดับคะแนนอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และค่าเฉลี่ยร้อยละเฉพาะข้อมูลจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัย เพราะมีค่าระดับคะแนนเริ่มต้นจากศูนย์จึงเหมาะสำหรับการหาร้อยละ

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้สถิติเชิงอ้างอิง (inference statistics)

เปรียบเทียบข้อมูลค่าเฉลี่ยกับเกณฑ์ด้วยการใช้สถิติเชิงอ้างอิง One-sample t-test โดยใช้นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 การศึกษาระยะที่ 2

การศึกษาระยะที่ 2 มีรูปแบบการวิจัยแบบวิจัยเชิงทดลองแบบการทดลองเบื้องต้น (pre-experimental research) ที่เน้นการศึกษาและเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ (quantitative data) โดยวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดฉบับเดียวกันกับการศึกษาระยะที่ 1 และเพิ่มแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย เพื่อให้ได้ข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความคิดของนักเรียนอย่างแท้จริง ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงโดยภาพรวมว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นหรือไม่ อย่างไร และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร เมื่อเทียบกับคะแนนก่อนเรียนที่เก็บข้อมูลในการศึกษาระยะที่ 1 และเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ (qualitative data) เพื่อศึกษาว่าอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ในเชิงลึกจากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (semi-structured interview) สำหรับอธิบายร่วมกับข้อมูลเชิงปริมาณ

1. กลุ่มเป้าหมายการศึกษาระยะที่ 2

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนไทยระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่กำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ลำปาง ลำพูน (สพม.ลปลพ) ใช้วิธีการเลือกโรงเรียน และนักเรียนแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1.1 การเลือกโรงเรียนการศึกษาระยะที่ 2

ผู้วิจัยกำหนดโรงเรียน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง ได้โรงเรียน A ซึ่งเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน ของจังหวัดลำพูน ซึ่งเป็นโรงเรียนเดิมที่ใช้ในการศึกษาระยะที่ 1

1.2 การเลือกนักเรียนการศึกษาระยะที่ 2

เลือกศึกษาจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 40 คน จาก 1 ห้องเรียน ของโรงเรียน A เพื่อวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ด้วยแบบวัดฉบับเดิมที่ใช้ในการศึกษาระยะที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด อีกทั้งกลุ่มเป้าหมาย 40 คน จะได้รับการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบอัตนัยร่วมด้วยทั้งก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด จากนั้น เลือกกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจง (purposive sampling) มา

สัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดยเลือกนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สูงขึ้น โดยคาดหวังเป้าหมายจำนวน 12 คน อย่างหลากหลาย ดังนี้

(1) นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงระดับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ต่ำลง จำนวน 4 คน

(2) นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงระดับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น จำนวน 4 คน

(3) นักเรียนมีระดับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างคงที่ จำนวน 4 คน

ทั้งนี้ จำนวนกลุ่มเป้าหมาย และความหลากหลายในการเลือกอาจมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้สอดคล้องกับธรรมชาติของข้อมูลหลังจากการจัดการเรียนรู้ ซึ่งอาจจะมีสัดส่วนที่ไม่ตรงกับความคาดหวัง และอาจมีการพิจารณาเพิ่มจำนวนเป้าหมาย เมื่อเป้าหมายที่เลือกมาตอบไม่ตรงประเด็นข้อคำถาม หรือข้อมูลไม่สามารถใช้ในการวิเคราะห์หาคำตอบได้

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการศึกษาระยะที่ 2

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้มีอยู่ 2 ประเภท ดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่

2.1.1 แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (ฉบับเดิมที่ใช้ในระยะที่ 1)

21.2 แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย (ฉบับเดิมที่ใช้ในระยะที่ 1)

2.1.3 แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย (เพิ่มเติมจากการศึกษาระยะที่ 1)

2.1.4 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (เพิ่มเติมจากการศึกษาระยะที่ 1)

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

2.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด (เพิ่มเติมจากการศึกษาระยะที่ 1)

ซึ่งแสดงรายละเอียดการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลการศึกษาระยะที่ 2

เนื่องจากแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย เป็นแบบวัดฉบับเดิมที่ใช้ในการศึกษาระยะที่ 1 จึงเสนอเฉพาะแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.1 แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย

แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยใช้ในงานวิจัยนี้ มีจุดประสงค์เพื่อใช้เก็บข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมาย แสดงรายละเอียดโครงสร้างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการดำเนินการสร้างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

2.1.1.1 โครงสร้างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย

แบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบวัด

ตอนที่ 2 ข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

แสดงรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบวัด

ให้นักเรียนระบุชื่อ-สกุล (สมมุติ) เลขที่ใหม่ที่จัดขึ้นสำหรับใช้ในการวิจัยเท่านั้น และระดับชั้นของนักเรียน ซึ่งข้อมูลทั้งหมดตรงกับแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัยที่เก็บข้อมูลในการศึกษาระยะที่ 2 (รายละเอียดอื่น ๆ ให้ใช้ข้อมูลจากแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เก็บข้อมูลในการศึกษาระยะที่ 2)

ตอนที่ 2 ข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ประกอบด้วยข้อคำถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดของ AAAS (1990) ซึ่งมี 3 ขอบข่าย ได้แก่ (1) โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ (scientific worldview: NOS 1) ครอบคลุม 4 ประเด็น (2) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry: NOS 2) ครอบคลุม 5 ประเด็น และ (3) กิจการทางวิทยาศาสตร์ (scientific enterprise: NOS 3) ครอบคลุม 4 ประเด็น โดยแต่ละประเด็นมีข้อคำถาม 2 ข้อ รวมทั้งสิ้นจำนวน 26 ข้อ ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก ได้แก่ เห็นด้วย และไม่เห็นด้วย หากไม่เห็นด้วยให้เขียนข้อความคำอธิบายเหตุผลประกอบ โดยหากถูกให้ 1 คะแนน และผิดให้ 0 คะแนน ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาจากกาญจญา มหาลี (2553) เนื่องจากสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณจากกลุ่มเป้าหมายจำนวนมากได้สะดวกรวดเร็ว แปลผลเป็นระดับคะแนนได้ง่าย และได้รายละเอียดข้อมูลเชิงคุณภาพ แสดงสัดส่วนของข้อคำถามตามตัวบ่งชี้ ดังตารางที่ 9 และการแปลผลคะแนนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 10

2.1.1.2 การดำเนินการสร้างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบอัตนัย

การดำเนินการสร้างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีขั้นตอน ดังนี้

(1) ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งประเทศไทยและต่างประเทศ โดยยึดกรอบแนวคิดของ AAAS (1990) และ Lederman et al. (2002) เป็นฐานในการศึกษา

(2) กำหนดนิยามศัพท์ของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และข้อบ่งชี้ต่าง ๆ

(3) กำหนดโครงสร้างของแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยอ้างอิงขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จาก AAAS (1990)

(4) สร้างข้อคำถามที่พัฒนาจากงานวิจัยของ กาญจนา มหาลี (2553) ซึ่งแบบวัดที่สร้างขึ้นเป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก ได้แก่ เห็นด้วย และไม่เห็นด้วย แล้วเขียนข้อความคำอธิบายเหตุผลประกอบ โดยแต่ละประเด็นมีข้อคำถาม 2 ข้อ รวมทั้งสิ้นจำนวน 26 ข้อ

(5) นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งฉบับเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้อง ความเหมาะสม และนำคำแนะนำมาปรับปรุงพัฒนา

(6) นำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องกับคำนิยาม โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (Index of content validity: IOC) จากนั้นคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC มากกว่า .50 เพื่อพิจารณาใช้ข้อคำถาม (ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง, 2559, น. 96) และปรับปรุงแบบวัดตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิ

(7) นำแบบวัดที่พัฒนาตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 40 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายเดียวกับงานวิจัย แต่อยู่ในประชากรเดียวกัน (คุณสมบัติเหมือนกลุ่มเป้าหมาย) เพื่อตรวจสอบภาษา และระยะเวลาที่ใช้ในการทำแบบวัด แล้วนำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

(8) นำแบบวัดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง เพื่อจัดทำแบบวัดฉบับสมบูรณ์

(9) สร้างแบบวัดให้เป็นรูปแบบออนไลน์ ผ่าน Google form เพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูลจำนวนมาก

2.1.2 แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

เพื่ออธิบายเหตุผลว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีการเปลี่ยนแปลงของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรามชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด ผู้วิจัยจึงเลือกนักเรียนมาสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดยประกอบด้วย ข้อคำถาม 7 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีการตรวจสอบและปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองการศึกษาระยะที่ 2

2.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

2.2.1.1 โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

แผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย 6 กิจกรรมหลัก ที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตาม 3 ขอบข่ายของ AAAS (1990) ซึ่งผู้วิจัยมีการจัดการเรียนรู้ด้วยการอภิปรายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยตรง หรืออย่างชัดแจ้ง และยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาสะท้อนคิดอภิปรายร่วมกันกับนักเรียน ทั้งในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และภายหลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในทุก ๆ กิจกรรม

ผู้วิจัยออกแบบแผนการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด (explicit and reflective approach) โดยมีกิจกรรมแบบอิงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 6 กิจกรรมหลัก ซึ่งมี 4 กิจกรรม ที่ผสมผสานแนวคิดเชิงประวัติวิทยาศาสตร์ (historical approach) ที่เป็นไปตามธรรมชาติของเนื้อหาโครงสร้างอะตอม ที่มีการเล่าถึงการพัฒนาโครงสร้างอะตอม โดยแต่ละกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นได้อิงเนื้อหาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งออกแบบกิจกรรมต่าง ๆ โดยปรับจาก Chamrat (2009) และได้จัดการเรียนรู้ที่อิงเวลาที่เหมาะสมกับเนื้อหาจาก Chamrat (2009) และคู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (สสวท., 2562) แสดงรายละเอียดโครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด ดังตารางที่ 11

2.2.1.2 การดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

การดำเนินการแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด มีขั้นตอน ดังนี้

(1) ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด ทั้งประเทศไทยและต่างประเทศ

(2) ศึกษาว่ากลุ่มเป้าหมายได้รับการจัดการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือกำลังศึกษาเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องใด เพื่อพิจารณาสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบอิงเนื้อหาให้สอดคล้องกับผู้เรียน

(3) เลือกและสร้างกิจกรรมให้สอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และกำหนดแนวทางในการวัดและประเมินผล

(4) เสนอแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด ต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้อง ความเหมาะสม และนำคำแนะนำมาปรับปรุงพัฒนา

(5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหา ทั้งเนื้อหาวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากนั้นพิจารณาปรับปรุงตามความเหมาะสม

(6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมายที่ทำการเลือกแบบเฉพาะเจาะจงไว้ เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการใช้จริง และหาจุดแก้ไขจากการทดลองใช้จริง

(7) นำแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับกลุ่มเป้าหมายที่ทำการเลือกแบบเฉพาะเจาะจงไว้

ตารางที่ 11 โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ชื่อกิจกรรมหลัก	เนื้อหาตาม สสวท.		แนวการสอน		อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์							ประเด็นขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์												เวลา (ชั่วโมง)
		แบบจำลองอะตอม	อนุภาคในอะตอมและไอโซโทป	ชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด	แนวคิดเชิงประวัติศาสตร์	PSID		ATS			OSLE		NOS 1				NOS 2					NOS 3				
						1	2	1	2	3	1	2	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	
1	กล่องปริศนา	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		2
2	เส้นทางสู่ประวัติศาสตร์ของอะตอม	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓			✓	✓			3
3	เรื่องของอิเล็กตรอน	✓		✓	✓	✓	✓				✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓							2
4	ตามรอยรัทเทอร์ฟอร์ด	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓			✓	2
5	แสงและสีที่โบร์เห็น	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓			✓	✓	✓		3
6	ผจญภัยแอนตาร์กติกา		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓								✓				✓	✓	3
รวม		5	1	6	4	6	6	5	5	2	6	6	2	5	5	1	4	4	4	2	1	4	3	3	2	15

2.2.1.3 รายละเอียดแนวคิดหลักเกี่ยวกับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

<table>
<tr><th colspan="5">ขั้นนำ</th></tr>
<tr><td colspan="5">ช่วงที่ 2</td></tr>
<tr><td colspan="2">อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (SID)</td><td colspan="3">ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS)</td></tr>
<tr><td>PSID</td><td>☑ 1 ☑ 2</td><td>NOS 1</td><td colspan="2">☐ 1.1 ☐ 1.2 ☐ 1.3 ☑ 1.4</td></tr>
<tr><td>ATS</td><td>☑ 1 ☑ 2 ☐ 3</td><td>NOS 2</td><td colspan="2">☑ 2.1 ☑ 2.2 ☑ 2.3 ☐ 2.4 ☐ 2.5</td></tr>
<tr><td>OSLE</td><td>☑ 1 ☑ 2</td><td>NOS 3</td><td colspan="2">☐ 3.1 ☐ 3.2 ☐ 3.3 ☐ 3.4</td></tr>
<tr><td colspan="5">1. นักเรียนจำลองตนว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ [PSID 1-2; OSLE 1-2] ซึ่งแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องอะตอม [NOS 2] โดยฉีกกระดาษจนถึงจุดที่ฉีกไม่ได้ เพื่อให้ได้หลักฐานเชิงประจักษ์ [NOS 2.1] แล้วอาศัยเหตุผล และจินตนาการ [NOS 2.2] สรุปเป็นคำอธิบายถึงสิ่งที่มีขนาดเล็กมาก [NOS 2.3] ว่า คือ อะตอม
2. นักเรียนได้รับการส่งเสริมความหลงใหลในวิทยาศาสตร์ [ATS 1] ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ [ATS 2] จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบว่าวิทยาศาสตร์นั้นแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ [NOS 2] โดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ [NOS 2.1] แล้วอาศัยเหตุผล และจินตนาการ [NOS 2.2] ลงข้อสรุปเป็นคำอธิบาย [NOS 2.3] ตรงกันข้ามกับเรื่องเกี่ยวกับความเชื่อส่วนบุคคล เช่น ผี วิญญาณ เป็นต้น ที่ขาดหลักฐานเชิงประจักษ์ที่นำไปสู่การสร้างคำอธิบาย ดังนั้น ความเชื่อส่วนบุคคลเหล่านี้ จึงไม่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และขาดการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทาศาสตร์ กล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม [NOS 1.4]</td></tr>
<tr><th colspan="5">ขั้นสอน</th></tr>
<tr><td colspan="5">ตอนที่ 1 ช่วงที่ 1</td></tr>
<tr><td colspan="2">อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (SID)</td><td colspan="3">ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS)</td></tr>
<tr><td>PSID</td><td>☑ 1 ☑ 2</td><td>NOS 1</td><td colspan="2">☐ 1.1 ☐ 1.2 ☐ 1.3 ☐ 1.4</td></tr>
<tr><td>ATS</td><td>☐ 1 ☐ 2 ☐ 3</td><td>NOS 2</td><td colspan="2">☐ 2.1 ☐ 2.2 ☐ 2.3 ☐ 2.4 ☐ 2.5</td></tr>
<tr><td>OSLE</td><td>☑ 1 ☑ 2</td><td>NOS 3</td><td colspan="2">☑ 3.1 ☑ 3.2 ☐ 3.3 ☐ 3.4</td></tr>
<tr><td colspan="5">นักเรียนจำลองตนว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ [PSID 1-2; OSLE 1-2] ในองค์กรต่าง ๆ [NOS 3.2] โดยทำงานเป็นทีม ซึ่งต่างเพศ อายุ เชื้อชาติ ชาติพันธุ์ เป็นต้น [NOS 3.1]</td></tr>
</table>

ตอนที่ 1 ช่วงที่ 2			
อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (SID)		**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS)**	
PSID	☑ 1 ☑ 2	NOS 1	☑ 1.1 ☑ 1.2 ☑ 1.3 ☐ 1.4
ATS	☑ 1 ☑ 2 ☑ 3	NOS 2	☑ 2.1 ☑ 2.2 ☑ 2.3 ☑ 2.4 ☐ 2.5
OSLE	☑ 1 ☑ 2	NOS 3	☑ 3.1 ☑ 3.2 ☑ 3.3 ☐ 3.4

1. นักเรียนจำลองตนว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ **[PSID 1-2; OSLE 1-2]** ในองค์กรต่าง ๆ **[NOS 3.2]** โดยทำงานเป็นทีม ซึ่งต่างเพศ อายุ เชื้อชาติ ชาติพันธุ์ เป็นต้น **[NOS 3.1]** และนักเรียนได้เปรียบเทียบตัวเองว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ และได้ทำงานเชิงแข่งขันเพื่อเป็นนักวิทยาศาสตร์คนแรกที่จะค้นพบองค์ความรู้ใหม่ ได้ตีพิมพ์ความรู้เป็นคนแรก และได้รางวัลนักวิทยาศาสตร์ดีเด่นแห่งสหประชาชาติ ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ **[ATS 1-3]** ทั้งนี้ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเป็นมนุษย์จะส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เสมอ ยกตัวอย่างเช่น ทฤษฎีหรือสาขาวิชาที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาอยู่ ความเชื่อ ความรู้พื้นฐาน การฝึกฝน ประสบการณ์ และความคาดหวัง เป็นต้น ซึ่งอาจส่งผลให้นักวิทยาศาสตร์เกิดความขยันขันแข็งในการทำงานมากกว่าปกติ หรือลำเอียงในข้อมูล เปลี่ยนแปลงข้อมูล เพื่อให้ได้ตีพิมพ์ผลงาน และนักเรียนที่เคยได้ยินเสียงกระดิ่งมาก่อน เมื่อเขย่ากล่องปริศนาแล้วได้ยินเสียงคล้ายกระดิ่ง อาจตีความว่าสิ่งที่อยู่ในนั้นคือกระดิ่ง ซึ่งมีรูปร่าง รูปทรงตามลักษณะที่เคยเห็น ส่งผลต่อความลำเอียงต่อการเก็บข้อมูล หรือการตีความ เป็นต้น **[NOS 2.4]** ดังนั้น การเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดีต้องมีจรรยาบรรณ ซื่อสัตย์ต่อการบันทึกผลข้อมูล ไม่บิดเบือนข้อมูล ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่หลงมัวเมาในอำนาจ เพราะจะขัดขวางความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อมนุษย์ สามารถให้ทั้งคุณและโทษ **[ATS 2; NOS 3.3]**

2. นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนโลก หรือในเอกภพสามารถทำความเข้าใจได้ด้วยสติปัญญา และคำถามใหม่ ๆ เกิดขึ้นได้เสมอ ยิ่งข้อมูลมีความถูกต้อง แม่นยำมากขึ้นก็ยิ่งทำให้มนุษย์เข้าใจ และเข้าใกล้ความจริงของปรากฏการณ์นั้น ๆ ยิ่งขึ้น ดังนั้น ในการศึกษาโครงสร้างอะตอม ซึ่งมีขนาดเล็กมาก และมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้สติปัญญา ตั้งคำถามเกี่ยวกับอะตอม ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาแบบแผน (pattern) หรือความแน่นอนที่เกิดขึ้นของปรากฏการณ์เกี่ยวกับอะตอม **[NOS 1.1]**

3. แบบจำลองของพื้นที่ผิวที่นักเรียนสร้างขึ้นเป็นการลงข้อสรุปจากข้อมูลที่มาจากการสังเกตโดยใช้เครื่องมือวัดเพื่อให้ได้หลักฐานเชิงประจักษ์ **[NOS 2.1]** โดยข้อมูลที่ได้จะถูกต้องมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับวิธีการวัดและการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งนี้ ผู้เก็บข้อมูลเป็นมนุษย์จึงมีประสบการณ์ที่ต่างกัน ดังนั้น ข้อมูลชุดเดียวกันสามารถให้ผลที่ต่างกันได้ขึ้นอยู่กับวิธีการแปล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความหมายของข้อมูล **[NOS 2.1]**

4. การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเกี่ยวข้องกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การลงความเห็นจากข้อมูล **[NOS 2]** จากนั้นจึงนำข้อมูลเหล่านั้นมาผสมผสานกับเหตุผลและจินตนาการ **[NOS 2.2]** เพื่อสร้างเป็นแนวคิด หรือแบบจำลอง อธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ **[NOS 2.3]** โดยแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์ **[NOS 2.1]** และข้อมูลสนับสนุน เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือและได้รับการยอมรับ ทั้งนี้ แนวคิด หรือแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาแม้จะมีความคงทน เนื่องจากเกิดการพิสูจน์ซ้ำได้ในช่วงเวลานั้น **[NOS 1.3]** แต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อโต้แย้ง หรือมีการค้นพบข้อมูลใหม่ที่สามารถนำมาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ดีกว่าเดิม **[NOS 1.2]**

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

ขั้นสอน			
ตอนที่ 1 ช่วงที่ 2			
อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (SID)		**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS)**	
PSID	☑ 1 ☑ 2	NOS 1	☑ 1.1 ☑ 1.2 ☑ 1.3 ☐ 1.4
ATS	☑ 1 ☑ 2 ☐ 3	NOS 2	☑ 2.1 ☑ 2.2 ☑ 2.3 ☐ 2.4 ☐ 2.5
OSLE	☑ 1 ☑ 2	NOS 3	☑ 3.1 ☑ 3.2 ☐ 3.3 ☐ 3.4

1. นักเรียนได้มีส่วนร่วมในประสบการณ์เกี่ยวกับ **[PSID 1-2; OSLE 1-2]** ซึ่งได้ศึกษาว่าการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการที่มีระบบ แต่ไม่มีขั้นตอนที่เฉพาะตายตัว จึงมีวิธีการที่หลากหลายในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น วิธีการทางวิทยาศาสตร์ การต่อยอดความรู้ ความบังเอิญ การทดลองโดยวิธีคิด (Thought experiment) เป็นต้น จากบทเรียนนี้ ได้แสดงตัวอย่างการพัฒนาทฤษฎีและแบบจำลองอะตอม เช่น ดอลตัน สร้างทฤษฎีอะตอมจากความรู้ธรรมชาติของสสารที่นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาไว้ ทอมสันสร้างทฤษฎีอะตอมและสร้างแบบจำลองอะตอมจากการทดลองเกี่ยวกับอนุภาคในหลอดรังสีแคโทด เป็นต้น **[NOS 2]**

2. นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนโลก หรือในเอกภพสามารถทำความเข้าใจได้ด้วยสติปัญญา และคำถามใหม่ ๆ เกิดขึ้นได้เสมอ ยิ่งข้อมูลมีความถูกต้อง แม่นยำมากขึ้นก็ยิ่งทำให้มนุษย์เข้าใจ และเข้าใกล้ความจริงของปรากฏการณ์นั้น ๆ ยิ่งขึ้น อีกทั้งวิทยาศาสตร์มีความเป็นสากลและเป็นระบบเดียวที่กว้างใหญ่ภายใต้กฎพื้นฐานเดียวกัน ดังนั้น ในการศึกษาโครงสร้างอะตอมซึ่งมีขนาดเล็กมาก และมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้สติปัญญา ตั้งคำถามเกี่ยวกับอะตอม ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาแบบแผน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(pattern) หรือความแน่นอนที่เกิดขึ้นของปรากฏการณ์เกี่ยวกับอะตอม และภายใต้กรอบแนวคิด หรือทฤษฎีอะตอมเดียวกันย่อมอธิบายอะตอมของธาตุต่าง ๆ ได้เช่นเดียวกัน **[NOS 1.1]**

3. การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเกี่ยวข้องกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การลงความเห็นจากข้อมูล **[NOS 2]** จากนั้นจึงนำข้อมูลเหล่านั้นมาผสมผสานกับเหตุผลและจินตนาการ **[NOS 2.2]** เพื่อสร้างเป็นแนวคิด หรือแบบจำลอง อธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ **[NOS 2.3]** โดยแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์ **[NOS 2.1]** และข้อมูลสนับสนุน เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือและได้รับการยอมรับ ทั้งนี้ แนวคิด หรือแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาแม้จะมีความคงทน เนื่องจากเกิดการพิสูจน์ซ้ำได้ในช่วงเวลานั้น **[NOS 1.3]** แต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อโต้แย้ง หรือมีการค้นพบข้อมูลใหม่ที่สามารถนำมาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ดีกว่าเดิม **[NOS 1.2]**

4. นักเรียนได้รับการส่งเสริมความหลงใหลในวิทยาศาสตร์ **[ATS 1]** และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ **[ATS 2]** จากการได้ศึกษาประวัติศาสตร์การพัฒนาโครงสร้างอะตอม ทำให้ทราบว่านักวิทยาศาสตร์มีหลายช่วงวัย เชื้อชาติ ชาติพันธุ์ เป็นต้น **[NOS 3.1]** และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลายสาขา เช่น เคมี ไฟฟ้า กลศาสตร์ควอนตัม เป็นต้น **[NOS 3.2]** ซึ่งอาจกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ เพราะเกิดการรับรู้ว่า ไม่ว่าจะวัยใด เพศใด เชื้อชาติใด ชาติพันธุ์ใด ก็สามารถเป็นนักวิทยาศาสตร์ได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

ขั้นสอน			
ตอนที่ 1 ช่วงที่ 1			
อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (SID)		**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS)**	
PSID	☑ 1 ☑ 2	NOS 1	☐ 1.1 ☐ 1.2 ☐ 1.3 ☐ 1.4
ATS	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	NOS 2	☐ 2.1 ☐ 2.2 ☐ 2.3 ☐ 2.4 ☐ 2.5
OSLE	☑ 1 ☑ 2	NOS 3	☐ 3.1 ☐ 3.2 ☐ 3.3 ☐ 3.4

นักเรียนได้มีส่วนร่วมในประสบการณ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ **[PSID 1-2; OSLE 1-2]** ได้เรียนรู้ และอภิปรายการทดลองของเจเจ ทอมสัน เพื่อนำสู่การพัฒนาโครงสร้างอะตอม โดยเริ่มต้นจากการดูวีดิทัศน์ การทดลองหลอดรังสีแคโทดของทอมสัน จากนั้น ให้นักเรียนสังเกตแล้งตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่สังเกตได้ และเชื่อมโยงไปยังทฤษฎีอะตอม และการสร้างแบบจำลองอะตอมของทอมสัน จึงเป็นการสร้างเสริมประสบการณ์และการรับรู้ตนจากการจำลองว่าตนเองกำลังทดลองกับทอมสัน และสรุปองค์ความรู้เป็นทฤษฎีและแบบจำลองอะตอม

ตอนที่ 2 ช่วงที่ 1							
อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (SID)			**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS)**				
PSID	☑ 1	☑ 2	NOS 1	☐ 1.1	☐ 1.2	☐ 1.3	☐ 1.4
ATS	☐ 1	☐ 2 ☐ 3	NOS 2	☐ 2.1	☐ 2.2	☐ 2.3	☐ 2.4 ☐ 2.5
OSLE	☑ 1	☑ 2	NOS 3	☐ 3.1	☐ 3.2	☐ 3.3	☐ 3.4

นักเรียนได้มีส่วนร่วมในประสบการณ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ **[PSID 1-2; OSLE 1-2]** ได้เรียนรู้ และอภิปรายการทดลองของการทดลองหยดน้ำมันของมิลลิแกน เพื่อนำสู่การพัฒนาโครงสร้างอะตอม โดยเริ่มต้นจากการดูวีดิทัศน์ จากนั้น ให้นักเรียนสังเกต และเชื่อมโยงไปยังข้อค้นพบประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอน และมวลของอิเล็กตรอน จึงเป็นการสร้างเสริมประสบการณ์และการรับรู้ตนจากการจำลองว่าตนเองกำลังทดลองกับมิลลิแกน และสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 ช่วงที่ 2							
อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (SID)			**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS)**				
PSID	☑ 1	☑ 2	NOS 1	☐ 1.1	☑ 1.2	☑ 1.3	☐ 1.4
ATS	☐ 1	☐ 2 ☐ 3	NOS 2	☑ 2.1	☑ 2.2	☑ 2.3	☐ 2.4 ☐ 2.5
OSLE	☑ 1	☑ 2	NOS 3	☐ 3.1	☐ 3.2	☐ 3.3	☐ 3.4

นักเรียนได้มีส่วนร่วมในประสบการณ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ **[PSID 1-2; OSLE 1-2]** อภิปรายการทดลองของเจเจ ทอมสัน และมิลลิแกน พบว่า ในการสร้างแบบจำลองอะตอมของทอมสันต้องอาศัยข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์จากการทดลอง **[NOS 2.1]** มาผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์จินตนาการควบคู่ไปกับการคิดวิเคราะห์ด้วยเหตุและผล **[NOS 2.2]** เพื่อสรุปเป็นคำอธิบายปรากฏการณ์ **[NOS 2.3]** เช่น ทอมสัน ได้ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์สร้างภาพโครงสร้างอะตอมออกมาคล้ายกับ พลัมพุดดิ้ง ซึ่งเป็นขนมของชาวอังกฤษ โดยใช้ข้อมูลกลักฐาน ประกอบเหตุผลและมิลลิแกนจินตนาการให้ละอองน้ำมันเปรียบเสมือนกับอะตอมแล้วให้ผ่านรูขั้วไฟฟ้าบวกกระทบกับรังสี ทำให้หยดน้ำมันมีประจุ แล้วศึกษาจนพบประจุอิเล็กตรอน เป็นต้น ถึงแม้ว่า ความรู้โครงสร้างอะตอมของทอมสันจะคงทน เพราะมีการศึกษาอย่างต่อเนื่อง สามารถทดสอบซ้ำได้ และเป็นข้อมูลที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์ มีเหตุผลที่ดีภายใต้สถานการณ์ขณะนั้นรองรับ **[NOS 1.3]** แต่ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ชัดเจน และน่าเชื่อถือกว่า **[NOS 1.2]**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

<table>
<tr><th colspan="6">ขั้นสอน</th></tr>
<tr><td colspan="6">ตอนที่ 1 ช่วงที่ 1</td></tr>
<tr><td colspan="2">อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (SID)</td><td colspan="4">ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS)</td></tr>
<tr><td>PSID</td><td>☑ 1 ☑ 2</td><td>NOS 1</td><td colspan="3">☐ 1.1 ☑ 1.2 ☑ 1.3 ☐ 1.4</td></tr>
<tr><td>ATS</td><td>☐ 1 ☐ 2 ☐ 3</td><td>NOS 2</td><td colspan="3">☑ 2.1 ☑ 2.2 ☑ 2.3 ☐ 2.4 ☐ 2.5</td></tr>
<tr><td>OSLE</td><td>☑ 1 ☑ 2</td><td>NOS 3</td><td colspan="3">☐ 3.1 ☐ 3.2 ☐ 3.3 ☐ 3.4</td></tr>
<tr><td colspan="6">นักเรียนได้มีส่วนร่วมในประสบการณ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ [PSID 1-2; OSLE 1-2] ได้เรียนรู้ และอภิปรายการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด จากการทดลองกลิ้งลูกแก้ว ซึ่งจำลองการยิงรังสีแอลฟาไปยังแผ่นทองคำ ได้หลักฐานเชิงประจักษ์ ว่าลูกแก้วเปรียบเสมือนกับเส้นรังสีแอลฟาที่มีรังสีบางส่วนทะลุผ่านแผ่นทองคำ บางส่วนเกิดการเปลี่ยนทิศทาง บางส่วนสะท้อนกลับ [NOS 2.1] จากนั้น จึงนำข้อมูลเหล่านั้นมาผสมผสานกับเหตุผลและจินตนาการ [NOS 2.2] เพื่อสร้างเป็นแนวคิดหรือแบบจำลอง อธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ [NOS 2.3] ทั้งนี้ แนวคิด หรือแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาแม้จะมีความคงทน เนื่องจากเกิดการพิสูจน์ซ้ำได้ในช่วงเวลานั้น [NOS 1.3] แต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อโต้แย้ง หรือมีการค้นพบข้อมูลใหม่ที่สามารถนำมาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ดีกว่าเดิม [NOS 1.2] จึงเป็นการสร้างเสริมประสบการณ์และการรับรู้ตนจากการจำลองว่าตนเองกำลังทดลองกับรัทเทอร์ฟอร์ด และสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์</td></tr>
<tr><td colspan="6">ตอนที่ 3 ช่วงที่ 1</td></tr>
<tr><td colspan="2">อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (SID)</td><td colspan="4">ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS)</td></tr>
<tr><td>PSID</td><td>☑ 1 ☑ 2</td><td>NOS 1</td><td colspan="3">☐ 1.1 ☐ 1.2 ☐ 1.3 ☐ 1.4</td></tr>
<tr><td>ATS</td><td>☑ 1 ☑ 2 ☐ 3</td><td>NOS 2</td><td colspan="3">☐ 2.1 ☐ 2.2 ☐ 2.3 ☐ 2.4 ☑ 2.5</td></tr>
<tr><td>OSLE</td><td>☑ 1 ☑ 2</td><td>NOS 3</td><td colspan="3">☑ 3.1 ☐ 3.2 ☐ 3.3 ☑ 3.4</td></tr>
<tr><td colspan="6">1. นักเรียนได้มีส่วนร่วมในประสบการณ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ [PSID 1-2; OSLE 1-2] ได้เรียนรู้ และอภิปรายเกี่ยวกับคุณค่า และความสำคัญของวิทยาศาสตร์กับสังคม ซึ่งเป็นการส่งเสริมความหลงใหลในวิทยาศาสตร์ [ATS 1] และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ [ATS 2] โดยในกิจกรรมครูได้เปิดวีดิทัศน์ที่สะท้อนกิจการทางวิทยาศาสตร์ประเด็นต่าง ๆ แล้วสะท้อนคิดประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้
1.1. วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของกิจการทางสังคม สังคมใดที่มีวัฒนธรรมความเชื่อหรือวิถีชีวิตที่ส่งเสริม หรือไม่ขัดขวางวิทยาศาสตร์ เช่น ประเทศพัฒนาแล้วอย่างสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น หรือยุโรป เป็นต้น ย่อมทำให้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว</td></tr>
</table>

CHULALONGKORN UNIVERSITY

มีเทคโนโลยีและนวัตกรรมมากมายเกิดขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกต่าง ๆ ส่วนสังคมใดที่มีวัฒนธรรม ความเชื่อ หรือวิถีชีวิตที่ขาดการส่งเสริม หรือขัดขวางวิทยาศาสตร์ เช่น ความเชื่อดั้งเดิม หรือความศรัทธาต่อสิ่งลี้ลับซึ่งยากต่อการพิสูจน์ เช่น การเชื่อเรื่องพญานาค ซึ่งชาวบ้านที่เชื่อเรื่องพญานาคอาจขัดขวางการทำงาน หรือการพิสูจน์ข้อเท็จจริงตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของเจ้าหน้าที่ในการพิสูจน์น้ำที่ผุดขึ้นมา รวมถึงการบอกกล่าวของชาวบ้านแบบปากต่อปาก ว่าน้ำที่ผุดขึ้นมาสามารถรักษาโรคได้ ไม่จำเป็นต้องเชื่อข้อพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น **[NOS 3.1]**

1.2. การสร้างความรู้ และองค์ความรู้วิทยาศาสตร์นำไปสู่การสร้างสรรค์เทคโนโลยี หรือนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่อำนวยความสะดวก หรือพัฒนาคุณภาพชีวิตผู้คน ส่งผลให้วัฒนธรรม ความเชื่อ หรือวิถีชีวิตของผู้คนเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น ปัจจุบันมีการสร้างหุ่นยนต์เพื่อช่วยวิจัยและผลิตวัคซีนป้องกันโรคจากเชื้อไวรัส COVID-19 แทนการสัมผัส หรือใกล้กับเชื้อ เป็นต้น อีกทั้งวิทยาศาสตร์ช่วยให้ผู้คนเกิดวัฒนธรรมของการยับยั้งชั่งคิด เกิดข้อสงสัย กล้าตั้งคำถามต่อสิ่งงมงายต่าง ๆ มากขึ้น เช่น เปลี่ยนความเชื่อเรื่องการสวดมนต์เพื่อไล่เชื้อ COVID-19 ว่าเป็นสิ่งที่เป็นไปไม่ได้ จากการอ้างอิงหลักฐานข้อมูลในอดีต รวมถึงควรใช้แนวทางความเชื่อทางศาสนาเป็นส่วนเยียวยาจิตใจ และควรทำแบบออนไลน์ ไม่ควรอยู่รวมกัน เพราะจะเป็นส่วนทำให้เกิดการแพร่ระบาดได้ ตามข้อมูลทางการแพทย์ เป็นต้น **[NOS 3.1]**

1.3. การพัฒนาความรู้โดยมีวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานพื้นฐานจะเป็นตัวขับเคลื่อนการวิจัยและพัฒนาอื่น ๆ นำไปสู่การสร้างสรรค์เทคโนโลยี หรือนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่อำนวยความสะดวก หรือพัฒนาคุณภาพชีวิตผู้คน **[NOS 3.1]** วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์เกิดความสงสัยใคร่รู้ และพิสูจน์ด้วยกระบวนการที่สามารถพิสูจน์ได้ จึงไม่หลงเชื่อ หรือศรัทธาต่อสิ่งหนึ่ง ๆ โดยขาดการยับยั้งชั่งใจ อาจนำไปสู่การเสียชีวิต และทรัพย์สิน และปฏิเสธที่จะเชื่อถือในสิ่งที่ขาดการพิสูจน์ด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์ แม้ว่าจะเป็นคำพูดของผู้มีอำนาจ หรือผู้ที่มีอิทธิพลก็ตาม **[NOS 2.5]** ดังนั้น ทุกคนสามารถใช้ความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยไม่จำเป็นต้องเป็นนักวิทยาศาสตร์ **[NOS 3.4]**

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

<table>
<tr><th colspan="7">ขั้นสอน</th></tr>
<tr><td colspan="7">ตอนที่ 2 ช่วงที่ 1</td></tr>
<tr><td colspan="2">อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (SID)</td><td colspan="5">ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS)</td></tr>
<tr><td>PSID</td><td>☑ 1 ☑ 2</td><td>NOS 1</td><td>☐ 1.1 ☐ 1.2 ☐ 1.3 ☐ 1.4</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>ATS</td><td>☐ 1 ☐ 2 ☐ 3</td><td>NOS 2</td><td>☑ 2.1 ☑ 2.2 ☑ 2.3 ☐ 2.4 ☐ 2.5</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>OSLE</td><td>☑ 1 ☑ 2</td><td>NOS 3</td><td>☐ 3.1 ☐ 3.2 ☐ 3.3 ☐ 3.4</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="7">นักเรียนได้มีส่วนร่วมในประสบการณ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ [PSID 1-2; OSLE 1-2] ได้เรียนรู้ และอภิปรายการทดลองเกี่ยวกับสเปกตรัมของแสง เพื่อนำสู่การพัฒนาโครงสร้างอะตอม จึงเป็นการสร้างเสริมประสบการณ์และการรับรู้ตนจากการจำลองว่าตนเองกำลังทดลองกับโบร์ และสรุปองค์ความรู้เป็นทฤษฎีและแบบจำลองอะตอม</td></tr>
<tr><td colspan="7">ตอนที่ 2 ช่วงที่ 2</td></tr>
<tr><td colspan="2">อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (SID)</td><td colspan="5">ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS)</td></tr>
<tr><td>PSID</td><td>☐ 1 ☐ 2</td><td>NOS 1</td><td>☐ 1.1 ☑ 1.2 ☑ 1.3 ☐ 1.4</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>ATS</td><td>☐ 1 ☐ 2 ☐ 3</td><td>NOS 2</td><td>☑ 2.1 ☑ 2.2 ☑ 2.3 ☐ 2.4 ☐ 2.5</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>OSLE</td><td>☐ 1 ☐ 2</td><td>NOS 3</td><td>☐ 3.1 ☐ 3.2 ☐ 3.3 ☐ 3.4</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="7">นักเรียนได้สะท้อนคิดประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเกี่ยวข้องกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การลงความเห็นจากข้อมูล เป็นต้น ซึ่งโบร์ศึกษาเกี่ยวกับเส้นสเปกตรัมของไฮโดรเจน [NOS 2] ได้หลักฐานเชิงประจักษ์ว่า เมื่อแก๊สไฮโดรเจนได้รับพลังงานจะเกิดการปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของแสงที่มีลักษณะเฉพาะตัว [NOS 2.1] จากนั้นจึงนำข้อมูลเหล่านั้นมาผสมผสานกับเหตุผลและจินตนาการ [NOS 2.2] สรุปเป็นคำอธิบาย [NOS 2.3] ว่าอิเล็กเล็กตรอนโคจรรอบนิวเคลียสเหมือนกับดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์ เมื่ออิเล็กตรอนดูดกลืนพลังงาน เช่น แสง หรือความร้อน อิเล็กตรอนจะถูกกระตุ้นจากสถานะพื้น (ground state) ไปอยู่ระดับพลังงานที่สูงขึ้น เรียกว่า สถานะกระตุ้น (excited state) ซึ่งเป็นวงโคจรที่ไกลออกไป เราเห็นแสง เพราะอิเล็กตรอนจะปล่อยแสงในรูปของโฟตอน เพื่อกลับสู่ระดับพลังงานเดิม ทั้งนี้แนวคิด หรือแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาแม้จะมีความคงทน เนื่องจากเกิดการพิสูจน์ซ้ำได้ในช่วงเวลานั้น [NOS 1.3] แต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อโต้แย้ง หรือมีการค้นพบข้อมูลใหม่ที่สามารถนำมาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ดีกว่าเดิม [NOS 1.2]</td></tr>
</table>

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 3 ช่วงที่ 1			
อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (SID)		**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS)**	
PSID	☑ 1 ☑ 2	NOS 1	☐ 1.1 ☐ 1.2 ☐ 1.3 ☐ 1.4
ATS	☑ 1 ☑ 2 ☐ 3	NOS 2	☐ 2.1 ☐ 2.2 ☐ 2.3 ☐ 2.4 ☐ 2.5
OSLE	☑ 1 ☑ 2	NOS 3	☑ 3.1 ☑ 3.2 ☑ 3.3 ☐ 3.4
นักเรียนได้มีส่วนร่วมในประสบการณ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ **[PSID 1-2; OSLE 1-2]** และส่งเสริมความหลงใหลในวิทยาศาสตร์ **[ATS 1]** และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ **[ATS 2]** จากการชมวิดีทัศน์ บันทึกประโยชย์ของสเปกตรัมของอะตอม และอภิปราย รวมถึงยกตัวอย่างการส่งผลกระทบซึ่งกันและกันของ วิทยาศาสตร์ สังคม วัฒนธรรมขนบธรรมเนียม ประเพณี การเมือง **[NOS 3.1]** สาขา และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการพิสูจน์คดี **[NOS 3.2]** และจรรยาบรรณของนักนิติวิทยาศาสตร์ในการพิสูจน์คดีความ **[NOS 3.3]**			

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

ขั้นสอน			
ตอนที่ 2 ช่วงที่ 1			
อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (SID)		**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS)**	
PSID	☑ 1 ☑ 2	NOS 1	☐ 1.1 ☐ 1.2 ☐ 1.3 ☐ 1.4
ATS	☐ 1 ☐ 2 ☑ 3	NOS 2	☐ 2.1 ☐ 2.2 ☐ 2.3 ☐ 2.4 ☐ 2.5
OSLE	☑ 1 ☑ 2	NOS 3	☐ 3.1 ☐ 3.2 ☐ 3.3 ☐ 3.4
นักเรียนได้จำลองตนว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ **[PSID 1-2; OSLE 1-2]** ตรวจสอบหินตัวอย่างโดยใช้องค์ความรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์นิวเคลียร์ ซึ่งส่งเสริมการรับรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง **[ATS 3]** จากการได้มีโอกาสประสบความสำเร็จในการศึกษาค้นคว้า			
ตอนที่ 2 ช่วงที่ 2			
อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (SID)		**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS)**	
PSID	☑ 1 ☑ 2	NOS 1	☐ 1.1 ☐ 1.2 ☐ 1.3 ☐ 1.4
ATS	☑ 1 ☑ 2 ☐ 3	NOS 2	☐ 2.1 ☐ 2.2 ☐ 2.3 ☑ 2.4 ☐ 2.5
OSLE	☑ 1 ☑ 2	NOS 3	☐ 3.1 ☐ 3.2 ☑ 3.3 ☑ 3.4
นักเรียนได้จำลองตนว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ ได้เปรียบเทียบตนกับวิทยาศาสตร์ **[PSID 1-2; OSLE 1-2]** โดยได้เป็นเพื่อนนักวิทยาศาสตร์ผู้เขียนความคิดเห็น เพื่อตัดสินใจว่าจะอนุมัติภารกิจของศาสตราจารย์ ดอกเตอร์ เดวิส แมคคลาเรน และนำสู่การอภิปรายเกี่ยวกับอคติในการทำงานจาก			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ความต้องการที่จะช่วยสุนัข **[NOS 2.4]** เพราะนักวิทยาศาสตร์ก็เป็นมนุษย์คนหนึ่ง มีความรู้สึกต่าง ๆ เฉกเช่นคนปกติ **[NOS 3.4]** ดังนั้น การเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดีต้องมีจรรยาบรรณ เห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวม มากกว่าส่วนตน รายงานผลวิจัยตามความเป็นจริง **[NOS 3.3]** จึงเป็นการส่งเสริมความหลงใหลในวิทยาศาสตร์ **[ATS 1]** และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ **[ATS 2]**

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลการศึกษาระยะที่ 2

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยมี 2 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ขั้นจัดเตรียมก่อนการเก็บข้อมูลการศึกษาระยะที่ 2

(1) จัดเตรียมเครื่องมือให้พร้อมต่อการใช้งาน ได้แก่

(1.1) แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (ฉบับออนไลน์)

(1.2) แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย (ฉบับออนไลน์)

(1.3) แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย (ฉบับออนไลน์)

(1.4) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

(1.5) แผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

(2) ขอทำหนังสือราชการจากภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยถึงผู้อำนวยการโรงเรียน (ส่งพร้อมกันกับเครื่องมือการศึกษาในระยะที่ 1)

3.2 ขั้นดำเนินการเก็บข้อมูลการศึกษาระยะที่ 2

(1) วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย (ฉบับออนไลน์) โดยใช้เวลา 60 นาที

(2) ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้ 6 แผน (15 ชั่วโมง)

(3) หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยใช้แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งแบบปรนัยและแบบอัตนัย ฉบับออนไลน์เก็บข้อมูล โดยนัดหมายวัน และเวลาในคาบว่างของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และให้เวลาในการตอบแบบวัดทั้ง 3 ฉบับ ภายใน 180 นาที โดย แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์กับแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย และแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย ใช้เวลาฉบับละ 60 นาที

(4) ผู้วิจัยนำข้อมูลเชิงปริมาณจากแบบวัดทั้ง 3 ฉบับ บันทึกลงในระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

(5) ผู้วิจัยนัดผู้เรียนสัมภาษณ์หลังชั่วโมงเรียน หรือสัมภาษณ์ออนไลน์นอกเวลาตามความเหมาะสม โดยสัมภาษณ์นักเรียน 12 คน ใช้เวลาคนละไม่เกิน 20 นาที

4. การวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาระยะที่ 2

การวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาระยะที่ 2 เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ซึ่งมีวิธีการ ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ จากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

4.1.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบระดับคะแนนก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้

(1) เปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งแบบปรนัยและอัตนัย ก่อนและหลังจากการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด โดยใช้ค่าสถิติ Dependent sample t-test โดยใช้นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

(2) เปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังจากการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด โดยใช้ค่าสถิติ Dependent sample t-test โดยใช้นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

4.2.1 การวิเคราะห์เนื้อหา

วิเคราะห์คำตอบ โดยการวิเคราะห์เนื้อหาแล้วจัดกลุ่มคำตอบ จากนั้นนำไปอธิบายร่วมกับข้อมูลเชิงปริมาณ

ตอนที่ 3 จริยธรรมการวิจัยและการพิทักษ์สิทธิ์

ผู้วิจัยผู้วิจัยคำนึงถึงจริยธรรมการวิจัย และการพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มเป้าหมาย โดยมีการยื่นขอจริยธรรมการวิจัย เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือก่อนการนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย และผู้วิจัยได้พิทักษ์สิทธิ์กลุ่มเป้าหมายผู้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนี้

1. วิธีการติดต่อ และเข้าถึงตัวอย่างวิจัย

(1.1) ติดต่อประสานงานโรงเรียนด้วยหนังสือราชการจากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งแนบเอกสารการพิจารณาจริยธรรมในการเก็บข้อมูลในมนุษย์ที่มีการอนุมัติให้ผ่าน

(1.2) กลุ่มเป้าหมายต้องได้มาด้วยความสมัครใจ และลงนามอนุญาตให้ใช้ข้อมูลได้

(1.3) กลุ่มเป้าหมายที่มีอายุต่ำกว่า 18 ปีบริบูรณ์ จะต้องได้รับการอนุญาตโดยการลงนามจากผู้ปกครอง ก่อนการเข้าร่วมการศึกษาวิจัย

2. วิธีการพิทักษ์สิทธิ การป้องกันความเสี่ยง และการรักษาความลับของตัวอย่าง

(2.1) ไม่เปิดเผยข้อมูลส่วนตัวที่สามารถอ้างถึงโรงเรียน และกลุ่มเป้าหมายผู้เป็นนักเรียนได้ เช่น การใช้นามสมมุติแทนชื่อโรงเรียน และชื่อนักเรียนในทุกขั้นตอนที่มีการใช้ข้อมูล เป็นต้น

(2.2) ก่อนการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยจะชี้แจงรายละเอียดแก่กลุ่มเป้าหมายเพื่อให้รับทราบถึงวัตถุประสงค์ และคุณค่าของงานวิจัยอย่างละเอียดถี่ถ้วน รวมถึงแจ้งกลุ่มเป้าหมายว่า การเก็บข้อมูลจากแบบวัดที่เกิดขึ้นในการวิจัยทุกขั้นตอน จะไม่ส่งผลต่อคะแนนของนักเรียนในทุกมิติ

(2.3) ข้อมูล หลักฐาน และร่องรอยจากการเก็บข้อมูล ทั้งหมดจะถูกเก็บไว้เป็นความลับ และหลังจากที่งานวิจัยได้รับการเผยแพร่แล้ว ผู้วิจัยจะทำลายข้อมูล หลักฐาน และร่องรอยการเก็บข้อมูลตลอดระยะเวลาที่ได้ศึกษาวิจัยทั้งหมดภายหลังจากวิทยานิพนธ์ได้รับการอนุมัติผ่านแล้วไม่เกิน 3 เดือน

3. การพิจารณาให้ตัวอย่างวิจัยออกจากงานวิจัย

(3.1) ผู้วิจัยจะทำการคัดตัวอย่างออกจากการวิจัยทันที เมื่อตัวอย่างไม่สามารถให้ศึกษาวิจัยได้จากเหตุผลใด ๆ อาทิ มีปัญหาสุขภาพ ไม่สบายใจที่จะเป็นตัวอย่างแล้ว ผู้ปกครองเปลี่ยนใจไม่อนุญาตให้เก็บข้อมูล เป็นต้น เพื่อให้ตัวอย่างสบายใจมากที่สุด และไม่กระทบต่อคุณค่าความเป็นมนุษย์

(3.2) เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในกรณีที่มีการคัดกลุ่มเป้าหมายออก หรือกลุ่มเป้าหมายออกไปเอง ผู้วิจัยได้แก้ปัญหาโดยการเก็บข้อมูลจากตัวอย่างมากกว่าจำนวนที่ต้องใช้จริง 3 คน เพื่อป้องกันการขาดหายของข้อมูลจากกลุ่มเป้าหมาย และหากมีการคัดกลุ่มเป้าหมายออก หรือออกไปเองมากกว่า 3 คน ผู้วิจัยจำเป็นต้องใช้ข้อมูลตามสภาพจริง และอธิบายในงานวิจัยอย่างละเอียดว่าเกิดการออกจากปัญหาใด กระทบต่อการวิเคราะห์ข้อมูลหรือไม่ อย่างไร

(3.3) หากเก็บข้อมูลได้บางส่วน หรือไม่เป็นไปตามเป้าหมาย ผู้วิจัยจะใช้การขออนุญาตเก็บข้อมูลเพิ่มเติมจากกลุ่มเป้าหมายที่อยู่ภายใต้ประชากรเดิม เพื่อให้ได้จำนวนกลุ่มเป้าหมายตามที่ต้องการ

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดที่มีต่ออัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามระยะการวิจัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (วัตถุประสงค์ข้อที่ 1) ในระยะนี้ได้รายงานข้อมูลเชิงปริมาณ จากแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ระยะที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (วัตถุประสงค์ข้อที่ 1) และเพื่อเปรียบเทียบอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด (วัตถุประสงค์ข้อที่ 2) ในระยะนี้ได้รายงานข้อมูลเชิงปริมาณจากแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัย โดยใช้แบบวัดฉบับเดียวกันกับการศึกษาระยะที่ 1 และแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบอัตนัย ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด และรายงานข้อมูลเชิงคุณภาพ จากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง สำหรับอธิบายร่วมกับข้อมูลเชิงปริมาณ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 1

การวิจัยระยะที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (วัตถุประสงค์ข้อที่ 1) ซึ่งเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ (quantitative data) จากแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่กำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน ใช้วิธีการเลือกโรงเรียน และนักเรียนแบบเจาะจง (purposive sampling) ได้จำนวนกลุ่มเป้าหมายทั้งสิ้น 188 คน เพื่อวิเคราะห์อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยระยะที่ 1 แบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มเป้าหมายการศึกษาระยะที่ 1

ตอนที่ 2 อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมายการศึกษาระยะที่ 1

ตอนที่ 3 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมายการศึกษาระยะที่ 1

ตอนที่ 4 สรุปรายละเอียดจากผลข้อมูลเชิงปริมาณในการศึกษาระยะที่ 1

แสดงรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มเป้าหมายการศึกษาระยะที่ 1

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่กำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน จำนวน 188 คน จาก 5 ห้องเรียน ของโรงเรียน A สามารถแจกแจงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัย ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การแจกแจงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบวัดในการศึกษาระยะที่ 1

รายการแจกแจง		จำนวน (N=188)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	42	22.34
	หญิง	143	76.06
	ไม่ประสงค์ระบุ	3	1.60
ระดับชั้น	มัธยมศึกษาปีที่ 4	98	52.13
	มัธยมศึกษาปีที่ 5	57	30.32
	มัธยมศึกษาปีที่ 6	33	17.55
ระดับการศึกษาสูงสุดที่ประสงค์จะศึกษา	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) หรืออนุปริญญา	7	3.72
	การศึกษาระดับปริญญาตรี	109	57.98
	ระดับสูงกว่าปริญญาตรี	72	38.30
คณะ หรือสาขาวิชาที่ใฝ่ฝันว่าอยากศึกษาต่อมากที่สุด	กลุ่มสะเต็ม 1	31	16.49
	กลุ่มสะเต็ม 2	98	52.13
	กลุ่มมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะศาสตร์	24	12.77
	กลุ่มรัฐศาสตร์และนิติศาสตร์	10	5.32
	กลุ่มธุรกิจ บริหาร	21	11.17

CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายการแจกแจง		จำนวน (N=188)	ร้อยละ
	เศรษฐศาสตร์และการบัญชี		
	กลุ่มอื่น ๆ	4	2.13

หมายเหตุ: ได้กำหนดความหมายของกลุ่มคณะ หรือสาขา ซึ่งกำหนดหลังจากการเก็บข้อมูลเพื่อให้ง่ายต่อการอธิบายดังนี้

(1) กลุ่มสะเต็ม 1 หมายถึง คณะหรือสาขาที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์โดยตรง ได้แก่ 1) วิทยาศาสตร์ 2) วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี หรืออุตสาหกรรม 3) คณิศาสตร์ หรือสถิติ 4) ครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ สาย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์

(2) กลุ่มสะเต็ม 2 หมายถึง คณะหรือสาขาสายวิทยาศาสตร์สุขภาพ ได้แก่ 1) แพทยศาสตร์ 2) ทันตแพทยศาสตร์ 3) เภสัชศาสตร์ 4) พยาบาลศาสตร์ 5) สหเวชศาสตร์ หรือเทคนิคการแพทย์ 6) สัตวแพทยศาสตร์

(3) กลุ่มมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะศาสตร์ ได้แก่ 1) ครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ นอกเหนือจากสาย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ เช่น ภาษา สังคมศาสตร์ ศิลปะ เป็นต้น 2) สถาปัตยกรรมศาสตร์ 3) นิเทศศาสตร์ หรือสื่อสารมวลชน 4) ศิลปกรรมศาสตร์ หรือวิจิตรศิลป์ 5) อักษรศาสตร์ มนุษยศาสตร์ หรือสังคมศาสตร์ 6) จิตวิทยา

(4) กลุ่มรัฐศาสตร์และนิติศาสตร์ ได้แก่ 1) รัฐศาสตร์ หรือรัฐประศาสนศาสตร์ 2) นิติศาสตร์ 3) ตำรวจ หรือทหาร

(5) กลุ่มธุรกิจ บริหาร เศรษฐศาสตร์และการบัญชี ได้แก่ 1) พาณิชยศาสตร์ การบัญชี หรือเศรษฐศาสตร์ 2) การบริหาร การจัดการ หรือบริหารธุรกิจ

(6) กลุ่มอื่น ๆ ได้แก่ เกษตรศาสตร์ วนศาสตร์ ประมง หรือสิ่งแวดล้อม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 2 อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมายการศึกษาระยะที่ 1

ส่วนนี้ใช้สถิติบรรยายรายงานผลข้อมูลกลุ่มเป้าหมายโดยภาพรวมด้วยค่าจำนวนผู้ตอบ (N) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และรายงานผลการเปรียบเทียบข้อมูลค่าเฉลี่ยกับเกณฑ์ ด้วยค่า p-value (1-tailed) จากการใช้สถิติเชิงอ้างอิง One-sample t-test โดยใช้นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงผลการแจกแจง ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การแจกแจงผลคะแนนอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมายการศึกษาระยะที่ 1

องค์ประกอบ	ค่าสถิติ (N=188)				
	$\bar{x}$	*SD*	แปล	เกณฑ์	p (1-tailed)
PSID 1 การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง	2.52	.64977	ปานกลาง	≥2.5	.042*
PSID 2 การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์จากผู้อื่น	2.32	.60747	ค่อนข้างต่ำ	≥1.75	.000*
PSID การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์	2.37	.56432	ค่อนข้างต่ำ	≥1.75	.000*
ATS 1 ความหลงใหลในวิทยาศาสตร์	2.96	.56010	ปานกลาง	≥2.5	.000*
ATS 2 ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์	3.14	.54296	ปานกลาง	≥2.5	.000*
ATS 3 การรับรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง	2.59	.51586	ปานกลาง	≥2.5	.012*
ATS เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	2.88	.44924	ปานกลาง	≥2.5	.000*
OSLE 1 การเลือกเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์	3.16	.55371	ปานกลาง	≥2.5	.000*
OSLE 2 ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์	2.37	.59549	ค่อนข้างต่ำ	≥1.75	.000*
OSLE ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทางเลือก	2.73	.50715	ปานกลาง	≥2.5	.000*
Sum	**2.74**	**.44651**	**ปานกลาง**	**≥2.5**	**.000***

หมายเหตุ: *p-value < .05

จากตารางที่ 13 เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลค่าเฉลี่ยกับเกณฑ์ด้วยสถิติ One-sample t-test โดยใช้นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พบว่า การที่กลุ่มเป้าหมายโดยเฉลี่ยมีระดับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง ($\bar{x}$=2.74) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำแนกเป็นองค์ประกอบ ATS เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ($\bar{x}$=2.88) และองค์ประกอบย่อย ATS 1 ความหลงใหลในวิทยาศาสตร์ ($\bar{x}$=2.96) ATS 2 ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ($\bar{x}$=3.14) และ OSLE 1 การเลือกเข้าร่วมกิจกรรมทาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยาศาสตร์ ($\bar{x}$=3.16) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยโดยรวม และอยู่ในระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และโดยภาพรวมแล้วองค์ประกอบที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ PSID การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ($\bar{x}$=2.37) หมายถึง กลุ่มเป้าหมายระบุระดับการจัดหมวดหมู่ตนว่าเป็นผู้ที่อยู่ในสาขา หรืออาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ผ่านมุมมองของตน และผ่านมุมมองของผู้อื่น ได้แก่ เพื่อน ผู้ปกครอง และครูในระดับค่อนข้างต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งองค์ประกอบย่อย โดยเฉพาะ PSID 2 การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์จากผู้อื่น ($\bar{x}$=2.32) และ OSLE 2 ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ($\bar{x}$=2.37) มีระดับคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กล่าวคือ กลุ่มเป้าหมายโดยเฉลี่ยแล้วมีระดับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเป็นผู้ที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะความหลงใหลในวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ที่มีแนวโน้มสูงกว่าค่าเฉลี่ยโดยรวม ทั้งนี้ การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะการจากผู้อื่นมีแนวโน้มต่ำ และยังเป็นผู้ต้องการมีประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

ตอนที่ 3 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมายการศึกษาระยะที่ 1

ส่วนนี้ใช้สถิติบรรยาย (descriptive statistics) รายงานผลข้อมูลกลุ่มเป้าหมายโดยภาพรวมด้วยค่าจำนวนผู้ตอบ (N) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) และรายงานผลการเปรียบเทียบข้อมูลค่าเฉลี่ยกับเกณฑ์ ด้วยค่า p-value (1-tailed) จากการใช้สถิติเชิงอ้างอิง One-sample t-test โดยใช้นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงผลการแจกแจง ดังตารางที่ 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 14 การแจกแจงผลคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแบบวัดแบบปรนัยของกลุ่มเป้าหมายการศึกษาระยะที่ 1

องค์ประกอบ/ขอบข่าย	ค่าสถิติ					
	$\bar{x}$	$\bar{x}_{ร้อยละ}$	*SD*	แปล	เกณฑ์	p (1-tailed)
NOS 1.1 โลกเป็นเรื่องที่สามารถเข้าใจได้	.27	27	.28039	ค่อนข้างต่ำ	≥0.25	.041*
NOS 1.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้	.53	53	.33130	ปานกลาง	≥0.50	.047*

องค์ประกอบ/ขอบข่าย	ค่าสถิติ					
	$\overline{x}$	$\overline{x}_{ร้อยละ}$	*SD*	แปล	เกณฑ์	p (1-tailed)
NOS 1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน	.55	55	.33327	ปานกลาง	≥0.50	.019*
NOS 1.4 วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์แก่คำถามทุกคำถาม	.48	48	.43233	ค่อนข้างต่ำ	≥0.25	.000*
NOS 1 โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์	.46	46	.21247	ค่อนข้างต่ำ	≥0.25	.000*
NOS 2.1 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน	.38	38	.38478	ค่อนข้างต่ำ	≥0.25	.000*
NOS 2.2 วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสาน ระหว่างเหตุผลกับจินตนาการ	.57	57	.35009	ปานกลาง	≥0.50	.005*
NOS 2.3 วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบาย และคำทำนาย	.52	52	.32664	ปานกลาง	≥0.50	.043*
NOS 2.4 นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ	.49	49	.33093	ค่อนข้างต่ำ	≥0.25	.000*
NOS 2.5 วิทยาศาสตร์ไม่ใช่เรื่องการเชื่อฟังผู้มีอำนาจหรือเผด็จการ	.49	49	.46681	ค่อนข้างต่ำ	≥0.25	.000*
NOS 2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	.49	49	.25394	ค่อนข้างต่ำ	≥0.25	.000*
NOS 3.1 วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน	.39	39	.39577	ค่อนข้างต่ำ	≥0.25	.000*
NOS 3.2 วิทยาศาสตร์ได้ถูกจัดระบบอยู่ในเนื้อหาวิชาสาขาต่าง ๆ	.78	78	.35538	สูง	≥0.75	.041*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

องค์ประกอบ/ขอบข่าย	ค่าสถิติ					
	$\bar{x}$	$\bar{x}_{ร้อยละ}$	*SD*	แปล	เกณฑ์	p (1-tailed)
และมีการดำเนินการในสถาบันต่าง ๆ						
NOS 3.3 การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณ	.55	55	.33084	ปานกลาง	≥0.50	.014*
NOS 3.4 นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในกิจกรรมสาธารณะทั้งในฐานะผู้เชี่ยวชาญ และเป็นพลเมือง	.55	55	.33726	ปานกลาง	≥0.50	.021*
NOS 3 กิจการทางวิทยาศาสตร์	.57	57	.26323	ปานกลาง	≥0.50	.000*
Sum	**.51**	**51**	**.21782**	**ปานกลาง**	**≥0.50**	**.047***

หมายเหตุ: *p-value < .05

จากตารางที่ 14 เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลค่าเฉลี่ยกับเกณฑ์ด้วยสถิติ One-sample t-test โดยใช้นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พบว่า กลุ่มเป้าหมายมีระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ปานกลาง ($\bar{x}$=.51) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีแนวโน้มใกล้กับเกณฑ์คะแนนค่อนข้างต่ำ (ช่วงคะแนน 0.25-0.49) โดยมีความเข้าใจในองค์ประกอบ NOS 3 กิจการทางวิทยาศาสตร์ ($\bar{x}$=.57) ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และองค์ประกอบย่อย NOS 1.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ($\bar{x}$=.53) NOS 1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน ($\bar{x}$=.55) NOS 2.2 วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลกับจินตนาการ ($\bar{x}$=.57) NOS 2.3 วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและคำทำนาย ($\bar{x}$=.52) NOS 3.3 การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณ ($\bar{x}$=.55) และ NOS 3.4 นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในกิจกรรมสาธารณะทั้งในฐานะผู้เชี่ยวชาญ และเป็นพลเมือง ($\bar{x}$=.55) ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยโดยรวม และองค์ประกอบย่อย NOS 3.2 วิทยาศาสตร์ได้ถูกจัดระบบอยู่ในเนื้อหาวิชาสาขาต่าง ๆ และมีการดำเนินการในสถาบันต่าง ๆ ($\bar{x}$=.78) ซึ่งอยู่ในระดับสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยโดยรวม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 4 สรุปรายละเอียดจากผลข้อมูลเชิงปริมาณในการศึกษาระยะที่ 1

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาระยะที่ 1 สามารถสรุปข้อมูลอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเชิงปริมาณได้ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมายโดยเฉลี่ยแล้วมีระดับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเป็นผู้ที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะความหลงใหลในวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ที่มีแนวโน้มสูง ทั้งนี้ การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะการจากผู้อื่นมีแนวโน้มต่ำ และยังเป็นผู้ต้องการมีประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

2. กลุ่มเป้าหมายมีระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีแนวโน้มใกล้กับเกณฑ์คะแนนค่อนข้างต่ำ (ช่วงคะแนน 0.25-0.49) โดยมีความเข้าใจในองค์ประกอบ NOS 3 กิจการทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และองค์ประกอบย่อย NOS 1.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ NOS 1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน NOS 2.2 วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลกับจินตนาการ NOS 2.3 วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและคำทำนาย NOS 3.3 การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณ และ NOS 3.4นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในกิจกรรมสาธารณะทั้งในฐานะผู้เชี่ยวชาญ และเป็นพลเมือง อยู่ในระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยโดยรวม และองค์ประกอบย่อย NOS 3.2 วิทยาศาสตร์ได้ถูกจัดระบบอยู่ในเนื้อหาวิชาสาขาต่าง ๆ และมีการดำเนินการในสถาบันต่าง ๆ อยู่ในระดับสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยโดยรวม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 2

การวิจัยระยะที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (วัตถุประสงค์ข้อที่ 1) และเพื่อเปรียบเทียบอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด (วัตถุประสงค์ข้อที่ 2) ซึ่งเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ (quantitative data) โดยวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดฉบับเดียวกันกับการศึกษาระยะที่ 1 และเพิ่มแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบอัตนัย เพื่อให้ได้ข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามความคิดของนักเรียนอย่างแท้จริง ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ (qualitative data) เพื่อศึกษาว่าอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ในเชิงลึกจากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (semi-structured interview) สำหรับอธิบายร่วมกับข้อมูลเชิงปริมาณในกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่กำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน ใช้วิธีการเลือกโรงเรียน และนักเรียนแบบเจาะจง (purposive sampling) ได้จำนวน 40 คน จาก 1 ห้องเรียน ของโรงเรียน A

ผลการวิจัยระยะที่ 2 แบ่งออกเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มเป้าหมายการศึกษาระยะที่ 2

ตอนที่ 2 อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

ตอนที่ 3 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

ตอนที่ 4 ผลวิเคราะห์การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

ตอนที่ 5 สรุปรายละเอียดจากผลข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพในการศึกษาระยะที่ 2

แสดงรายละเอียด ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มเป้าหมายการศึกษาระยะที่ 2

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่กำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน จำนวน 40 คน จาก 1 ห้องเรียน ของโรงเรียน A สามารถแจกแจงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัย และแบบอัตนัย ดังตารางที่ 15 ทั้งนี้ ได้กำหนดความหมายของกลุ่มคณะ หรือสาขา ไว้ดังผลการวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 1

ตารางที่ 15 การแจกแจงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบวัดในการศึกษาระยะที่ 2

รายการแจกแจง		จำนวน (N=40)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	7	17.5
	หญิง	33	82.5
อายุ	12-15 ปี	18	45.0
	16-18 ปี	22	55.0
เชื้อชาติ	ไทย	40	100
สัญชาติ	ไทย	40	100
ชาติพันธุ์	กะเหรี่ยง	8	20.0
	ไม่มี (กลุ่มวัฒนธรรมหลัก)	32	80.0
ระดับการศึกษาสูงสุดที่ประสงค์จะศึกษา	การศึกษาระดับปริญญาตรี	25	62.5
	ระดับสูงกว่าปริญญาตรี	15	37.5
คณะ หรือสาขาวิชาที่ใฝ่ฝันว่าอยากศึกษาต่อมากที่สุด	กลุ่มสะเต็ม 1	4	10.0
	กลุ่มสะเต็ม 2	27	67.5
	กลุ่มมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และศิลปะศาสตร์	6	15.0
	กลุ่มรัฐศาสตร์และนิติศาสตร์	1	2.5
	กลุ่มธุรกิจ บริหาร เศรษฐศาสตร์และการบัญชี	2	5.0

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 2 อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

ส่วนนี้ใช้สถิติบรรยาย (descriptive statistics) รายงานผลข้อมูลกลุ่มเป้าหมายโดยภาพรวมด้วยค่าจำนวนผู้ตอบ (N) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) แสดงผลการแจกแจงและเปรียบเทียบผลคะแนนอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมายโดยภาพรวมและแยกตามองค์ประกอบ ด้วยสถิติ Dependent sample t-test ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 การแจกแจงและเปรียบเทียบผลคะแนนอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

องค์ประกอบ	ข้อมูลคะแนน		ค่าสถิติ (N=40)			
	จำนวน	Pre/Post-test	$\bar{x}$	แปล	*SD*	p (1-tailed)
PSID 1	1 ข้อ	Pre-test	2.5500	ปานกลาง	.67748	0.053
		Post-test	2.7750	ปานกลาง	.61966	
PSID 2	3 ข้อ	Pre-test	2.2750	ค่อนข้างต่ำ	.66619	0.007*
		Post-test	2.5500	ปานกลาง	.56765	
All PSID	**4 ข้อ**	**Pre-test**	**2.4125**	**ค่อนข้างต่ำ**	**.09511**	**0.006***
		Post-test	**2.6625**	**ปานกลาง**	**.07815**	
ATS 1	5 ข้อ	Pre-test	2.9750	ปานกลาง	.60627	0.253
		Post-test	3.0300	ปานกลาง	.58098	
ATS 2	3 ข้อ	Pre-test	3.2833	สูง	.53669	0.337
		Post-test	3.3250	สูง	.45597	
ATS 3	4 ข้อ	Pre-test	2.5438	ปานกลาง	.47328	0.040*
		Post-test	2.6688	ปานกลาง	.46818	
All ATS	**12 ข้อ**	**Pre-test**	**2.9340**	**ปานกลาง**	**.42578**	**0.133**
		Post-test	**3.0079**	**ปานกลาง**	**.39996**	
OSLE 1	10 ข้อ	Pre-test	3.2200	ปานกลาง	.56623	0.021*
		Post-test	3.3650	สูง	.48546	
OSLE 2	12 ข้อ	Pre-test	2.2792	ค่อนข้างต่ำ	.59693	0.002*
		Post-test	2.4896	ค่อนข้างต่ำ	.62366	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

องค์ประกอบ	ข้อมูลคะแนน		ค่าสถิติ (N=40)			
	จำนวน	Pre/Post-test	$\bar{x}$	แปล	*SD*	p (1-tailed)
All OSLE	22 ข้อ	Pre-test	2.7496	ปานกลาง	.52239	0.002*
		Post-test	2.9273	ปานกลาง	.47297	
Sum	38 ข้อ	Pre-test	2.7323	ปานกลาง	.44073	0.008*
		Post-test	2.8862	ปานกลาง	.38339	

หมายเหตุ: *p-value < .05

จากตารางที่ 16 พบว่า อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (p-value (.008) < α (.05)) โดยองค์ประกอบ PSID การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (p-value (0.006) < α (.05)) และ OSLE ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทางเลือก (p-value (0.002) < α (.05)) มีการเปลี่ยนแปลงทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และองค์ประกอบย่อย PSID 2 การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์จากผู้อื่น (p-value (0.007) < α (.05)) ATS 3 การรับรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง (p-value (0.040) < α (.05)) OSLE 1 การเลือกเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ (p-value (0.021) < α (.05)) OSLE 2 ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (p-value (0.002) < α (.05)) มีการเปลี่ยนแปลงทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กล่าวคือ ภายหลังจากกลุ่มเป้าหมายได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งคือการรับรู้ตนว่าจะอยู่ในศาสตร์ สาขา หรืออาชีพทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น โดยมีการรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และยังเป็นผู้ที่ต้องการมีประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาแยกย่อยรายองค์ประกอบ พบว่า กลุ่มเป้าหมายมีการรับรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์จากผู้อื่น การเลือกเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ และคิดว่าตนนั้นมีประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น

ตอนที่ 3 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

การวิเคราะห์การตอบแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัย ได้รายงานผลการแจกแจงผลคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแบบวัดแบบปรนัย และแบบวัดแบบอัตนัย โดยแสดงเป็นภาพรวม และแยกตามขอบข่าย และใช้สถิติบรรยาย (descriptive statistics) รายงานผลข้อมูลและแสดงคำตอบส่วนใหญ่ของกลุ่มเป้าหมาย แสดงรายละเอียดดังนี้

1. การแจกแจงและเปรียบเทียบผลคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแบบวัดแบบปรนัย

ส่วนนี้ใช้สถิติบรรยาย (descriptive statistics) รายงานผลข้อมูลกลุ่มเป้าหมายโดยภาพรวมด้วยค่าจำนวนผู้ตอบ (N) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) แสดงการแจกแจงและเปรียบเทียบผลคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแบบวัดแบบปรนัยของกลุ่มเป้าหมายโดยภาพรวมและแยกตามขอบข่าย ด้วยสถิติ Dependent sample t-test ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 การแจกแจงและเปรียบเทียบผลคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแบบวัดแบบปรนัย ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

องค์ประกอบ	ข้อมูลคะแนน		ค่าสถิติ (N=40)				
	จำนวน	Pre/ Post-test	$\bar{x}$	$\bar{x}_{ร้อยละ}$	แปล	*SD*	p (1-tailed)
NOS 1.1	2 ข้อ	Pre-test	.2250	22.5	ต่ำ	.31925	0.350
		Post-test	.2000	20.00	ต่ำ	.27269	
NOS 1.2	2 ข้อ	Pre-test	.5375	53.75	ปานกลาง	.32792	0.330
		Post-test	.5625	56.25	ปานกลาง	.28165	
NOS 1.3	2 ข้อ	Pre-test	.6375	63.75	ปานกลาง	.37532	0.162
		Post-test	.7000	70.00	ปานกลาง	.37210	
NOS 1.4	2 ข้อ	Pre-test	.6750	67.5	ปานกลาง	.38481	0.200
		Post-test	.7250	72.5	ปานกลาง	.40746	
All NOS 1	**8 ข้อ**	**Pre-test**	**.5188**	**51.88**	**ปานกลาง**	**.22388**	**0.224**
		Post-test	**.5469**	**54.69**	**ปานกลาง**	**.20933**	
NOS 2.1	2 ข้อ	Pre-test	.5500	55.00	ปานกลาง	.35446	0.262

องค์ประกอบ	ข้อมูลคะแนน		ค่าสถิติ (N=40)				
	จำนวน	Pre/ Post-test	$\overline{x}$	$\overline{x}_{ร้อยละ}$	แปล	*SD*	p (1-tailed)
		Post-test	.6000	60.00	ปานกลาง	.41138	
NOS 2.2	2 ข้อ	Pre-test	.7125	71.25	ปานกลาง	.33755	0.350
		Post-test	.7375	73.75	ปานกลาง	.33945	
NOS 2.3	2 ข้อ	Pre-test	.5500	55.00	ปานกลาง	.35446	0.020*
		Post-test	.6875	68.75	ปานกลาง	.33373	
NOS 2.4	2 ข้อ	Pre-test	.5375	53.75	ปานกลาง	.36493	0.073
		Post-test	.6375	63.75	ปานกลาง	.32001	
NOS 2.5	2 ข้อ	Pre-test	.8000	80.00	สูง	.37210	0.344
		Post-test	.7750	77.50	สูง	.37468	
All NOS 2	**10 ข้อ**	**Pre-test**	**.6300**	**63.00**	**ปานกลาง**	**.23556**	**0.086**
		Post-test	**.6875**	**68.75**	**ปานกลาง**	**.26135**	
NOS 3.1	2 ข้อ	Pre-test	.5625	56.25	ปานกลาง	.36140	***
		Post-test	.5625	56.25	ปานกลาง	.41118	0.500
NOS 3.2	2 ข้อ	Pre-test	.9375	93.75	สูง	.20215	0.393
		Post-test	.9250	92.50	สูง	.24152	
NOS 3.3	2 ข้อ	Pre-test	.7250	72.50	ปานกลาง	.29850	0.211
		Post-test	.7750	77.50	ปานกลาง	.31925	
NOS 3.4	2 ข้อ	Pre-test	.7125	71.25	ปานกลาง	.31800	0.237
		Post-test	.7500	75.00	สูง	.29957	
All NOS 3	**8 ข้อ**	**Pre-test**	**.7344**	**73.44**	**ปานกลาง**	**.21593**	**0.310**
		Post-test	**.7531**	**75.31**	**สูง**	**.25078**	
Sum	**26 ข้อ**	**Pre-test**	**.6279**	**62.79**	**ปานกลาง**	**.20040**	**0.137**
		Post-test	**.6644**	**66.44**	**ปานกลาง**	**.22086**	

หมายเหตุ: *p-value < .05, *** หมายถึง ไม่เปลี่ยนแปลง

จากตารางที่ 17 พบว่า โดยภาพรวมแล้วความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์**ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05** (p-value (0.137) ≥ α (.05)) โดยมีเพียงขอบข่ายย่อย NOS 2.3 วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและคำทำนายเท่านั้นที่นักเรียนเข้าใจสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. การแจกแจงและเปรียบเทียบผลคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแบบวัดแบบอัตนัย

ส่วนนี้ใช้สถิติบรรยาย (descriptive statistics) รายงานผลข้อมูลกลุ่มเป้าหมายโดยภาพรวมด้วยค่าจำนวนผู้ตอบ (N) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) แสดงการแจกแจงและเปรียบเทียบผลคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแบบวัดแบบอัตนัยของกลุ่มเป้าหมายโดยภาพรวมและแยกตามขอบข่าย ด้วยสถิติ Dependent sample t-test ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 การแจกแจงและเปรียบเทียบผลคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแบบวัดแบบอัตนัย ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

องค์ประกอบ	ข้อมูลคะแนน		ค่าสถิติ (N=40)				
	จำนวน	Pre/ Post-test	$\bar{x}$	$\bar{x}_{ร้อยละ}$	แปล	*SD*	p (1-tailed)
NOS 1.1	2 ข้อ	Pre-test	.2875	28.75	ค่อนข้างต่ำ	.25032	.131
		Post-test	.3250	32.50	ค่อนข้างต่ำ	.26675	
NOS 1.2	2 ข้อ	Pre-test	.5000	50.00	ปานกลาง	.33968	0.139
		Post-test	.5750	57.50	ปานกลาง	.26675	
NOS 1.3	2 ข้อ	Pre-test	.5625	56.25	ปานกลาง	.16747	.001*
		Post-test	.7125	71.25	ปานกลาง	.25032	
NOS 1.4	2 ข้อ	Pre-test	.5000	50.00	ปานกลาง	.37553	0.188
		Post-test	.4375	43.75	ค่อนข้างต่ำ	.41118	
All NOS 1	**8 ข้อ**	**Pre-test**	**.4653**	**46.525**	**ค่อนข้างต่ำ**	**.11048**	**0.028***
		Post-test	**.5158**	**51.575**	**ปานกลาง**	**.15665**	
NOS 2.1	2 ข้อ	Pre-test	.5250	52.5	ปานกลาง	.35716	0.139
		Post-test	.4500	45.00	ค่อนข้างต่ำ	.40510	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

องค์ประกอบ	ข้อมูลคะแนน		ค่าสถิติ (N=40)				
	จำนวน	Pre/ Post-test	$\overline{x}$	$\overline{x}_{ร้อยละ}$	แปล	*SD*	p (1-tailed)
NOS 2.2	2 ข้อ	Pre-test	.6250	62.50	ปานกลาง	.29417	0.330
		Post-test	.6500	65.00	ปานกลาง	.25820	
NOS 2.3	2 ข้อ	Pre-test	.6125	61.25	ปานกลาง	.36668	0.260
		Post-test	.6500	65.00	ปานกลาง	.30382	
NOS 2.4	2 ข้อ	Pre-test	.6375	63.75	ปานกลาง	.25287	***
		Post-test	.6375	63.75	ปานกลาง	.25287	0.500
NOS 2.5	2 ข้อ	Pre-test	.6250	62.5	ปานกลาง	.41986	0.114
		Post-test	.7125	71.25	ปานกลาง	.37361	
All NOS 2	**10 ข้อ**	**Pre-test**	**.6050**	**60.50**	**ปานกลาง**	**.22412**	**0.332**
		Post-test	**.6200**	**62.00**	**ปานกลาง**	**.20780**	
NOS 3.1	2 ข้อ	Pre-test	.4250	42.50	ค่อนข้างต่ำ	.36777	0.189
		Post-test	.4750	47.50	ค่อนข้างต่ำ	.37468	
NOS 3.2	2 ข้อ	Pre-test	1.0000	0.00	สูง	.00000	***
		Post-test	1.0000	0.00	สูง	.00000	
NOS 3.3	2 ข้อ	Pre-test	.7500	75.00	สูง	.25318	0.285
		Post-test	.7750	77.50	สูง	.25192	
NOS 3.4	2 ข้อ	Pre-test	.6375	63.75	ปานกลาง	.22610	0.028*
		Post-test	.7125	71.25	ปานกลาง	.25032	
All NOS 3	**8 ข้อ**	**Pre-test**	**.7050**	**70.5**	**ปานกลาง**	**.17134**	**0.071**
		Post-test	**.7425**	**74.25**	**ปานกลาง**	**.16899**	
Sum	**26 ข้อ**	**Pre-test**	**.5915**	**59.15**	**ปานกลาง**	**.13206**	**0.073**
		Post-test	**.6230**	**62.30**	**ปานกลาง**	**.15326**	

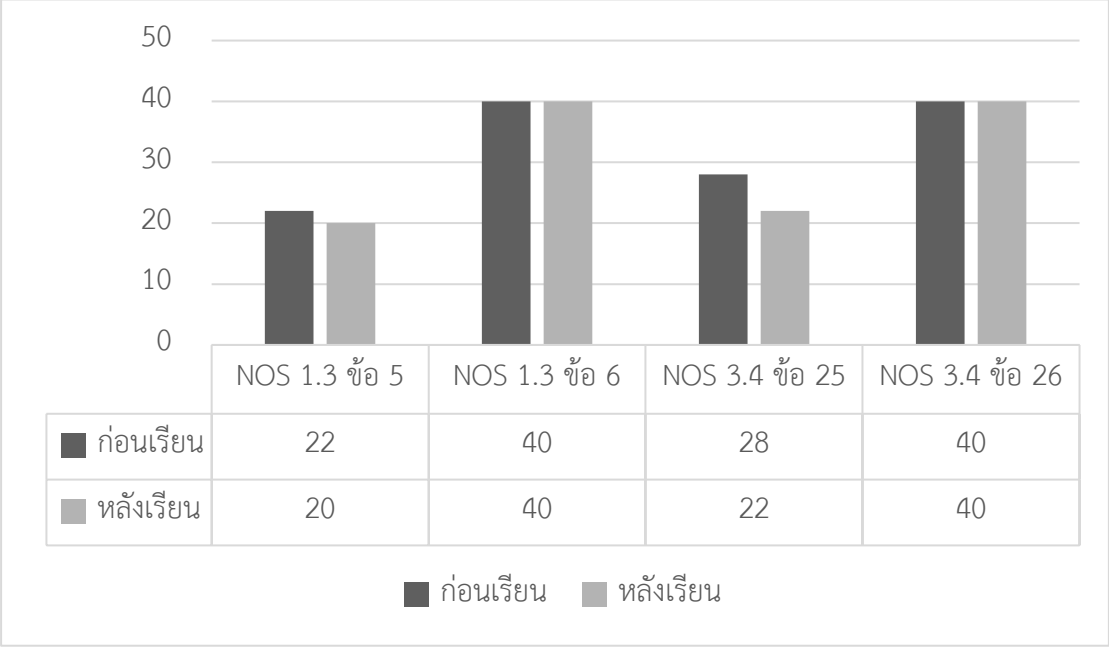
หมายเหตุ: *p-value < .05, *** หมายถึง ไม่เปลี่ยนแปลง

จากตารางที่ 18 พบว่า โดยภาพรวมแล้วความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์**<u>ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางบวกอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05</u>** (p-value (0.073) ≥ α (.05)) โดยมีเพียงขอบข่าย NOS 1 โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ

.05 และมีเพียง 2 ขอบข่ายย่อย ได้แก่ NOS 1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน และ NOS 3.4 นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในกิจกรรมสาธารณะทั้งในฐานะผู้เชี่ยวชาญ และเป็นพลเมืองเท่านั้นที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งนี้ กลุ่มเป้าหมายทั้งหมดเข้าใจขอบข่ายย่อย NOS 3.2 วิทยาศาสตร์ได้ถูกจัดระบบอยู่ในเนื้อหาวิชาสาขาต่าง ๆ และมีการดำเนินการในสถาบันต่าง ๆ อย่างชัดเจนอยู่แล้ว จึงมีคะแนนเต็มทั้งก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

3. การแจกแจงข้อความความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแบบวัดแบบอัตนัยก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดโดยแสดงแยกตามขอบข่าย

จากการวิเคราะห์ผลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแบบวัดแบบอัตนัยก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ สามารถสรุปยอดการลดลงของกลุ่มเป้าหมายที่ขาดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังรูปภาพที่ 4 ดังนี้



รูปภาพที่ 4 แผนภูมิแสดงยอดการลดลงของกลุ่มเป้าหมายที่ขาดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากรูปที่ 4 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด และข้อมูลเหตุผล หรือคำอธิบายเพิ่มเติม พบว่ากลุ่มเป้าหมายมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแบบวัดฉบับอัตนัยเฉพาะองค์ประกอบย่อยที่มีการเปลี่ยนแปลงทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ขอบข่าย	ข้อ	วัดเมื่อ	จำนวนนักเรียนและข้อความแสดงความเข้าใจ		
			เข้าใจผิด	เข้าใจบางส่วน	เข้าใจถูกต้องสมบูรณ์
NOS 1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน (p-value (0.001) < α (.05))	5	ก่อนเรียน	นักเรียน 22 คน (55%) มีความเข้าใจผิดว่า “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเปลี่ยนแปลงได้ง่าย เพราะไม่สามารถทดสอบซ้ำได้ภายใต้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ”	นักเรียน 9 คน (22.5%) เข้าใจถูกว่า “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเปลี่ยนแปลงได้ยาก” แต่ไม่ให้เหตุผล หรือไม่อธิบายเพิ่มเติม	นักเรียน 5 คน (12.5%) เข้าใจถูกและให้เหตุผลประกอบว่า -ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเปลี่ยนแปลงได้ยาก เพราะมีการศึกษาค้นคว้าและพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีการทดลองซ้ำ -วิทยาศาสตร์นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ยาก เพราะมีการทดลองซ้ำจนนับครั้งไม่ถ้วน -ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเปลี่ยนแปลงได้ยาก แต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะสามารถทดสอบซ้ำได้ภายใต้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ

ขอบข่าย	ข้อ	วัดเมื่อ	จำนวนนักเรียนและข้อความแสดงความเข้าใจ		
			เข้าใจผิด	เข้าใจบางส่วน	เข้าใจถูกต้องสมบูรณ์
		หลังเรียน	นักเรียน 20 คน (50%) มีความเข้าใจผิดว่า “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเปลี่ยนแปลงได้ง่าย เพราะไม่สามารถทดสอบซ้ำได้ภายใต้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ”	นักเรียน 8 คน (20%) เข้าใจถูกว่า “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเปลี่ยนแปลงได้ยาก” แต่ไม่ให้เหตุผล หรือไม่อธิบายเพิ่มเติม	นักเรียน 9 คน (22.5%) เข้าใจถูกและให้เหตุผลประกอบว่า -ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเปลี่ยนแปลงได้ยาก เพราะมีการศึกษาค้นคว้าและพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีการทดลองซ้ำ -วิทยาศาสตร์นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ยาก เพราะมีการทดลองซ้ำจนนับครั้งไม่ถ้วน -ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเปลี่ยนแปลงได้ยาก แต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะสามารถทดสอบซ้ำได้ภายใต้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ

ขอบข่าย	ข้อ	วัดเมื่อ	จำนวนนักเรียนและข้อความแสดงความเข้าใจ		
			เข้าใจผิด	เข้าใจบางส่วน	เข้าใจถูกต้องสมบูรณ์
NOS 3.4 นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในกิจกรรมสาธารณะทั้งในฐานะผู้เชี่ยวชาญ และเป็นพลเมือง (p-value (0.028) < α (.05))	25	ก่อนเรียน	นักเรียน 28 คน (70%) มีความเข้าใจผิดว่า “นักวิทยาศาสตร์ คือ ผู้เชี่ยวชาญมีความรู้ ความสามารถ และทักษะจำเป็นในการสร้างความกระจ่างพิสูจน์ยืนยันเรื่องราวต่าง ๆ หรือช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมได้ด้วยตนเอง”	นักเรียน 1 คน (2.5%) เข้าใจถูกโดยเลือกว่า ข้อความ “นักวิทยาศาสตร์ คือ ผู้เชี่ยวชาญมีความรู้ ความสามารถ และทักษะจำเป็นในการสร้างความกระจ่างพิสูจน์ยืนยันเรื่องราวต่าง ๆ หรือช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมได้ด้วยตนเอง” นั้นผิด แต่ขาดคำอธิบายประกอบ	นักเรียน 11 คน (27.5%) เข้าใจถูกและให้เหตุผลประกอบว่า “การจะพิสูจน์ยืนยันเรื่องราวต่าง ๆ หรือช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมนั้นต้องใช้ความรู้หลายแขนงมาช่วย”
		หลังเรียน	นักเรียน 22 คน (55%) มีความเข้าใจผิดว่า “นักวิทยาศาสตร์ คือ ผู้เชี่ยวชาญมีความรู้ ความสามารถ และทักษะจำเป็นในการสร้างความกระจ่างพิสูจน์ยืนยันเรื่องราวต่าง ๆ หรือช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมได้ด้วยตนเอง”	-	นักเรียน 17 คน (42.5%) เข้าใจถูกและให้เหตุผลประกอบว่า “การจะพิสูจน์ยืนยันเรื่องราวต่าง ๆ หรือช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมนั้นต้องใช้ความรู้หลายแขนงมาช่วย”

หมายเหตุ: ผลการวัดไม่ครบ 40 คน เนื่องจากไม่สามารถจัดกลุ่มคำตอบของกลุ่มเป้าหมายบางคนได้

ตอนที่ 4 ผลวิเคราะห์การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ได้รายงานผล ดังนี้ 1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ 2. ผลการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 3. อิทธิพลจากปัจจัยภายในและภายนอกที่ส่งผลต่อวิถีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 4. แนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อการธำรงและส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ แสดงรายละเอียด ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

จากข้อมูล พบว่า มีกลุ่มเป้าหมาย 20 คน ที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้นหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด ผู้วิจัยจึงมีวิธีการเลือกเป้าหมาย โดยเรียงลำดับผู้ที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากมากไปน้อย (พิจารณาคะแนนจากแบบวัดระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัยเท่านั้น) จากนั้นเลือกเป้าหมายผู้ที่มีการเปลี่ยนแปลงทางบวกมากที่สุด 4 คน ทางลบมากที่สุด 4 คน และเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด 4 คน รวมทั้งสิ้น 12 คน

สามารถแจกแจงรายละเอียดข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ได้ดังตารางที่ 20

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 20 รายละเอียดข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

ลำดับสัมภาษณ์	ชื่อ	เพศ	อายุ (ปี)	ชาติพันธุ์	อาชีพที่ใฝ่ฝัน		สาขาที่จะศึกษาต่อจริง		ความเข้าใจ NOS			SID			
					Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Diff	Pre	Post	Diff	การเปลี่ยนแปลง
1	แต้ม	หญิง	16-18	หลัก	เภสัชกร		เภสัชศาสตร์		0.62	0.73	**+0.12**	2.54	2.35	**-0.19**	คงที่
2	โมจิ	หญิง	12-15	หลัก	สัตวแพทย์		สัตวแพทยศาสตร์		0.65	0.73	**+0.08**	2.90	3.29	**+0.38**	เพิ่มขึ้น
3	โอ	ชาย	12-15	หลัก	วิศวกร		วิศวกรรมศาสตร์		0.08	0.77	**+0.69**	2.60	2.22	**-0.38**	ลดลง
4	แสตมป์	หญิง	12-15	หลัก	ครู non-STEM	สัตวแพทย์	วิศวกรรมศาสตร์	สัตวแพทยศาสตร์	0.62	0.77	**+0.15**	2.91	2.39	**-0.52**	ลดลง
5	เจส	หญิง	16-18	หลัก	ทันตแพทย์		ทันตแพทยศาสตร์		0.65	0.92	**+0.27**	3.04	3.23	**+0.19**	คงที่
6	เกี๋ยงคำ	หญิง	16-18	หลัก	เภสัชกร	สัตวแพทย์	เภสัชศาสตร์	เภสัชศาสตร์	0.58	0.88	**+0.31**	2.56	2.97	**+0.41**	เพิ่มขึ้น

ลำดับเข้มภาษณ์	ชื่อ	เพศ	อายุ (ปี)	ชาติพันธุ์	อาชีพที่ใฝ่ฝัน		สาขาทีจะศึกษาต่อจริง		ความเข้าใจ NOS			SID			
					Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Diff	Pre	Post	Diff	การเปลี่ยนแปลง
7	ไอยู	หญิง	12-15	หลัก	แพทย์	พยาบาล	นิติศาสตร์	พยาบาลศาสตร์	0.62	0.65	**+0.04**	2.09	2.65	**+0.57**	เพิ่มขึ้น
8	ไบโอ	หญิง	16-18	รอง	นักธุรกิจ		บริหารธุรกิจ		0.54	0.88	**+0.35**	3.17	3.08	**-0.09**	คงที่
9	ใหม่ขำ	หญิง	16-18	หลัก	นักบัญชี		พาณิชยศาสตร์		0.58	0.85	**+0.27**	2.57	2.91	**+0.34**	เพิ่มขึ้น
10	ชมพิ้งค์	หญิง	16-18	หลัก	ทันตแพทย์		ทันตแพทยศาสตร์		0.73	0.88	**+0.15**	3.08	2.83	**-0.25**	ลดลง
11	ซองอืน	หญิง	16-18	หลัก	นักเทคนิคการแพทย์		สหเวชศาสตร์		0.23	0.31	**+0.08**	2.71	2.74	**+0.03**	คงที่
12	ดิสนีย์	หญิง	16-18	รอง	พยาบาล		พยาบาลศาสตร์		0.62	0.69	**+0.08**	3.09	2.77	**-0.32**	ลดลง

หมายเหตุ: (1) เพิ่มขึ้น หมายถึง คะแนนเพิ่มขึ้นมากกว่า 0.2 (2) เพิ่มขึ้น หมายถึง คะแนนลดลงมากกว่า 0.2 และ (3) คงที่ หมายถึง มีการเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 0.20

2. ผลการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างบทสัมภาษณ์จากกลุ่มเป้าหมาย 2 คน ได้แก่ เกี๋ยงคำ และแสตมป์ ซึ่งมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น โดยมีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นและลดลง ตามลำดับ ผู้วิจัยได้อธิบายและยกตัวอย่างบทสัมภาษณ์ที่แสดงถึงผลการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ นำสู่การตีความและลงข้อสรุปว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดนั้นสามารถส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ทั้งนี้ อาจมีอิทธิพลจากปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลให้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของบางคนเพิ่มขึ้น หรือลดลงได้ ดังนี้

การสัมภาษณ์เกี๋ยงคำ

ส่วนนี้อธิบายข้อค้นพบที่ว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดนั้นสามารถส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ และอาจมีอิทธิพลจากปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลให้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของเพิ่มขึ้นได้

เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจในข้อค้นพบข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกเกี๋ยงคำมาเป็นกรณีตัวอย่าง เพราะภายหลังจากการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด เกี๋ยงคำนั้นมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นจากการพิจารณาแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัย ซึ่งก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยงคำมีคะแนน เท่ากับ 0.58 คะแนน หลังการเข้าร่วมกิจกรรม เท่ากับ 0.88 คะแนน ซึ่งเพิ่มขึ้น 0.31 คะแนน และมีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นจากการพิจารณาแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยงคำมีคะแนน เท่ากับ 2.56 คะแนน หลังการเข้าร่วมกิจกรรม เท่ากับ 2.97 คะแนน ซึ่งเพิ่มขึ้น 0.41 คะแนน จึงเป็นจุดสำคัญให้ผู้วิจัยมุ่งไปสู่การหาคำอธิบายว่าการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด ซึ่งส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของเกี๋ยงคำนั้น ส่งผลต่ออัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของเกี๋ยงคำซึ่งมีทิศทางการพัฒนาไปในเชิงบวกด้วยหรือไม่ อย่างไร

จากการศึกษา พบว่า เกี๋ยงคำมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากการได้รับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งการได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ผ่านมิติความหลงใหลในวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ด้วยเกี๋ยงคำมองว่าเป็นแง่มุมใหม่ ๆ ที่น่าสนใจ อยากเรียนรู้เพิ่มเติม และใช้หลักเกณฑ์ความเป็นวิทยาศาสตร์ตัดสินใจ หรืออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้อย่างมีเหตุผล และมีหลักฐาน แสดงรายละเอียด ดังนี้

บทวิเคราะห์ประการแรก: การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร

เกี๋ยงคำมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด เพราะเกี๋ยงคำนั้นมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นจากการพิจารณาแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัย ซึ่งก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยงคำมีคะแนน เท่ากับ 0.58 คะแนน หลังการเข้าร่วมกิจกรรม เท่ากับ 0.88 คะแนน ซึ่งเพิ่มขึ้น 0.31 คะแนน ซึ่งเกี๋ยงคำได้ยกตัวอย่างกิจกรรมผจญภัยแอนตาร์กติกา (กิจกรรมจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6) โดยกิจกรรมนี้มีการให้นักเรียนได้จำลองตนว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์แล้วดูวีดิทัศน์บางส่วนจากภาพยนตร์เรื่อง ปฏิบัติการ 8 พันธุ์อึดสุดขั้วโลก (Eight Below) โดยเนื้อหากล่าวถึงการทิ้งฝูงสุนัขพันธุ์ไซบีเรียนที่เคยช่วยเหลือศาสตราจารย์ดอกเตอร์ เดวิส แมคคลาเรน (ดร.เดวิส) จากพายุหิมะเอาไว้ ณ ฐานปฏิบัติการวิจัยในขั้วโลกเหนือด้วยความจำเป็น และเมื่อสิ้นสุดฤดูหนาวทาง ดร.เดวิส ต้องการงบประมาณสนับสนุนเพื่อกลับไปช่วยฝูงสุนัข จึงให้กลุ่มนักเรียนได้พิจารณาเพื่อตัดสินใจว่าจะอนุมัติภารกิจของ ดร.เดวิส หรือไม่

จากนั้น นำสู่การอภิปรายสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้งในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ขอบข่ายย่อย ได้แก่ 1. นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ (scientists try to identify and avoid bias: NOS 2.4) 2. การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณ (there are generally accepted ethical principles in the conduct of science: NOS 3.3) และ 3. นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในกิจกรรมสาธารณะทั้งในฐานะผู้เชี่ยวชาญ และเป็นพลเมือง (scientists participate in public affairs both as specialists and as citizens: NOS 3.4)

เกี๋ยงคำชื่นชอบกิจกรรมนี้เป็นพิเศษ โดยขณะสัมภาษณ์เกี๋ยงคำแสดงอารมณ์ร่วมทั้งด้วยอาการบนใบหน้า น้ำเสียงที่ตื่นเต้น และกริยาท่าทางประกอบการตอบคำถาม ซึ่งผู้วิจัยใช้ข้อมูลนี้ร่วมกันกับบทสนทนาต่าง ๆ จนนำสู่การตีความในภายหลังได้ว่า เกี๋ยงคำมีการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในทางบวก กล่าวคือ มีวิถีพัฒนาการอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ในเชิงบวก

ในเบื้องต้นนั้น ผู้วิจัยขอแสดงตัวอย่างบทสนทนา ซึ่งนำไปสู่การตีความว่า เกี๋ยงคำมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากการได้รับการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ผู้วิจัย: จากชิ้นงานที่ได้ทำไป หนูชอบ หรือมีเหตุการณ์อะไรที่ประทับใจบ้างไหมครับ

เกี๋ยงคำ: ประทับใจที่ให้ดูหนังค่ะครูขา คือแบบอยากไปดูตอนจบมากเลยค่ะ

ผู้วิจัย: สุดท้ายหนูอนุมัติโครงการของ ดร. เดวิสไหมครับ

เกี๋ยงคำ: ไม่อนุมัติค่ะ เพราะถ้าเกิดอนุมัติแล้ว ถ้ากลับไปช่วยสุนัขมันก็สามารถเกิดอันตรายได้ ทำให้เหตุการณ์เลวร้ายกว่าเดิม

ผู้วิจัย: เรารู้สึกอย่างไรต่อฝูงสุนัขบ้างครับ

เกี๋ยงคำ: สงสารค่ะ

(เกี๋ยงคำ, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565)

จากตัวอย่างบทสนทนา พบว่า กลุ่มของเกี๋ยงคำมีมติไม่อนุมัติงบประมาณในภารกิจของ ดร.เดวิส ถึงแม้ว่าตัวเกี๋ยงคำจะสงสารสุนัขมากก็ตาม แต่ก็ต้องปฏิบัติตามมติของกลุ่ม ผู้วิจัยจึงถามเพื่อสรุปว่าเกี๋ยงคำมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นนักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ หรือไม่ ดังนี้

ผู้วิจัย: อารมณ์ความรู้สึกมีส่วนเกี่ยวข้องหรือส่งผลต่อการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์ไหมครับ

เกี๋ยงคำ: มันก็มี แต่เขาก็ต้องทำตามกฎค่ะ

(เกี๋ยงคำ, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565)

จากการสัมภาษณ์บ่งชี้ว่า อารมณ์ความรู้สึกส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ แต่ก็ต้องปฏิบัติตามมติของกลุ่ม เมื่อพิจารณาร่วมกับแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งแบบปรนัยหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด พบว่า เกี๋ยงคำมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจริงอย่างตรงกันทั้งจากการตอบแบบวัด และการสัมภาษณ์ ข้อมูลเหล่านี้บ่งชี้ว่า การจัดเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดสามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้

บทวิเคราะห์ประการที่สอง: การได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ในเชิงบวกได้

เกี๋ยงคำนั้นมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นจากการพิจารณาแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัย ซึ่งก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยงคำมีคะแนนเท่ากับ 0.58 คะแนน หลังการเข้าร่วมกิจกรรม เท่ากับ 0.88 คะแนน ซึ่งเพิ่มขึ้น 0.31 คะแนน และมีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นจากการพิจารณาแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยงคำมีคะแนน เท่ากับ 2.56 คะแนน หลังการเข้าร่วมกิจกรรม เท่ากับ 2.97 คะแนน ซึ่งเพิ่มขึ้น 0.41 คะแนน ซึ่งจากการสัมภาษณ์เกี๋ยงคำ พบว่า การได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ยังส่งเสริมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ผ่านมิติความหลงใหลในวิทยาศาสตร์และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ด้วยเกี๋ยงคำมองว่าเป็นแง่มุมใหม่ ๆ ที่น่าสนใจ อยากเรียนรู้เพิ่มเติม และใช้หลักเกณฑ์ความเป็นวิทยาศาสตร์ตัดสินใจ หรืออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีเหตุผล และมีหลักฐาน (“สามารถมองเห็น” (เกี๋ยงคำ, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565)) ดังนี้

ผู้วิจัย: หลังจากเรียนกับครูไปแล้วหนูรู้สึกอย่างไรบ้าง

เกี๋ยงคำ: หนูรู้สึกสนใจในวิทยาศาสตร์มากขึ้นค่ะ

ผู้วิจัย: ความรู้สึกนี้มันเกิดขึ้นได้อย่างไรครับ

เกี๋ยงคำ: หนูคิดว่ามันเกิดจากการที่หนูได้เรียนรู้ และการที่หนูได้ลองทำ และแบบว่า .... ก็ได้เรียนรู้แล้ว ก็ได้ลองทำ มันน่าสนใจดีเลยอยากทำต่อ

ผู้วิจัย: คิดว่าวิทยาศาสตร์สำคัญกับชีวิตของหนูไหม

เกี๋ยงคำ: หนูคิดว่ามันสำคัญนะคะมันช่วยหนูอธิบายสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผลมากขึ้น ทำให้รู้ว่าสิ่งต่าง ๆ มันเกิดขึ้นได้อย่างไร อธิบายอย่างเป็นหลักการ สามารถมองเห็น

(เกี๋ยงคำ, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565)

บทวิเคราะห์ประการสุดท้าย: ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลให้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นได้

จากการสัมภาษณ์ พบว่า เกี๋ยงคำเป็นนักเรียนที่มีความชื่นชอบในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นทุนเดิม ด้วยเพราะเกี๋ยงคำมองว่าตนเองอยากประกอบอาชีพเภสัชกร จึงจำเป็นต้องใช้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ในการสอบเข้าศึกษาต่อ เกี๋ยงคำจึงให้ความสำคัญกับการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นพิเศษ แสดงตัวอย่างบทสนทนา ดังนี้

ผู้วิจัย: หนูชอบวิชาวิทยาศาสตร์ไหม

เกี๋ยงคำ: ชอบอยู่ค่ะ

ผู้วิจัย: ชอบวิชาวิทยาศาสตร์เป็นอันดับที่เท่าไหร่ เช่น ฟิสิกส์ เคมี ชีวะ ดาราศาสตร์เมื่อเทียบกับวิชาอื่นชอบเป็นอันดับที่เท่าไหร่

เกี๋ยงคำ: เป็นอันดับที่ 2 ค่ะ

ผู้วิจัย: เราชอบวิชาอะไรเป็นอันดับที่ 1

เกี๋ยงคำ: วิชาภาษาไทยค่ะ

ผู้วิจัย: แล้วทำไมถึงไม่เลือกเรียนด้านภาษาทำไมต้องเรียนสายวิทย์คณิตด้วย

เกี๋ยงคำ: คือหนูก็พอเรียนได้ทุกวิชาค่ะแล้วหนูก็อยากจะไปเรียนต่อทางด้านเภสัชค่ะ

(เกี๋ยงคำ, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากบทสนทนา พบว่า เกี๋ยงคำ มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ และมีความมุ่งหมายในการเรียนต่อทางด้านเภสัชศาสตร์ ถึงแม้ว่าความชอบในการเรียนของเกี๋ยงคำจะเป็นวิชาภาษาไทยก็ตาม ดังนั้น ความฝันต่ออาชีพหนึ่ง ๆ จึงส่งผลต่อการรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ เป็นสิ่งที่เกี๋ยงคำใช้บ่งชี้ว่า ตนเป็นผู้ที่อยู่ในสาขา หรืออาชีพทางวิทยาศาสตร์ และขับเคลื่อนให้เกี๋ยงคำสนใจในการศึกษารายวิชาวิทยาศาสตร์ รวมถึงการสนใจศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แสดงตัวอย่างบทสนทนา ดังนี้

ผู้วิจัย: ช่วงที่หนูเรียนกับครูทำงานกับครูเป็นยังไงบ้างมันทำให้หนูชอบวิทยาศาสตร์มากขึ้น หรือว่าเกลียดวิชาวิทยาศาสตร์หรือเปล่า

เกี๋ยงคำ: ไม่เกลียดเลยค่ะ มันทำให้ชอบวิทยาศาสตร์มากขึ้น และในหนังสือข้อมูลไม่แน่นและไม่เยอะ แต่ของครูข้อมูลจะละเอียดมากกว่าค่ะ

.... บทสนทนาอื่น ๆ ....

ผู้วิจัย: แล้วในอนาคตถ้าหนูยังพอมีเวลาหนูอยากให้ห้องเรียนของหนูสอนเฉพาะเนื้อหาวิทยาศาสตร์ หรือสอดแทรกความเป็นวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงเข้าไปด้วย

เกี๋ยงคำ: หนูคิดว่าอยากให้มีการสอดแทรกเข้าไปด้วยค่ะ เพราะว่าถ้าเราเรียนแบบเนื้อหาอย่างเดียว เราก็ไม่เห็นมุมมองหลาย ๆ ด้าน เราก็จะมีแค่เนื้อหา ไม่เห็นอะไรที่มันเป็นวิทยาศาสตร์จริง ๆ ค่ะ

(เกี๋ยงคำ, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565)

ด้วยความชอบที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นทุนเดิม เกี๋ยงคำจึงต้องการเข้าใจวิทยาศาสตร์อย่างละเอียดมากกว่าเนื้อหาในชั้นเรียน เกี๋ยงคำต้องการเนื้อหาที่ละเอียดลึกซึ้ง เล็งเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ รวมถึงต้องการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกี๋ยงคำมองว่าเป็นแง่มุมใหม่ ๆ ที่น่าสนใจ

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดนั้นส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ในเชิงบวก และส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ทั้งนี้ อาจมีอิทธิพลจากปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลให้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของเพิ่มขึ้นได้

การสัมภาษณ์แสตมป์

ส่วนนี้อธิบายข้อค้นพบที่ว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดนั้นสามารถส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ และอาจมีอิทธิพลจากปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลให้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของลดลงได้

เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจในข้อค้นพบข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกแสตมป์มาเป็นกรณีตัวอย่าง เพราะภายหลังจากการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด แสตมป์นั้นมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นจากการพิจารณาแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัย ซึ่งก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมแสตมป์มีคะแนน เท่ากับ 0.62 คะแนน หลังการเข้าร่วมกิจกรรม เท่ากับ 0.77 คะแนน ซึ่งเพิ่มขึ้น 0.15 คะแนน และมีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ลดลงจากการพิจารณาแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมแสตมป์มีคะแนน เท่ากับ 2.91 คะแนน หลังการเข้าร่วมกิจกรรม เท่ากับ 2.39 คะแนน ซึ่งลดลง 0.52 คะแนน จึงเป็นจุดสำคัญให้ผู้วิจัยมุ่งไปสู่การหาคำอธิบายว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดซึ่งส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของแสตมป์นั้น ส่งผลต่ออัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของแสตมป์ ซึ่งมีทิศทางการพัฒนาไปในเชิงลบด้วยหรือไม่ อย่างไร

จากการศึกษา พบว่า แสตมป์มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากการได้รับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งการจัดเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดนั้นสามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ตลอดจนสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้แก่ ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์นำสู่การปฏิบัติได้ แต่ด้วยประสบการณ์ทางลบที่แสตมป์มีต่อรายวิชาวิทยาศาสตร์เป็นทุนเดิมนั้นมีอิทธิพลต่ออัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์เช่นกัน ดังนั้น อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมจึงมีวิถีไปในเชิงลบ เพราะแสตมป์มองว่าความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นเกินความจำเป็นในการใช้สอบ แสดงรายละเอียด ดังนี้

บทวิเคราะห์ประการแรก: การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร

แสตมป์มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด เพราะแสตมป์นั้นมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นจากการพิจารณาแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัย ซึ่งก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมแสตมป์มีคะแนน เท่ากับ 0.62 คะแนน หลังการเข้าร่วมกิจกรรม เท่ากับ 0.77 คะแนน ซึ่งเพิ่มขึ้น 0.15 คะแนน ซึ่งแสตมป์ได้ยกตัวอย่างแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาทฤษฎีอะตอมเชื่อมโยงการอธิบายเปรียบเทียบกับเหตุการณ์ความเชื่อเรื่องผีปู่ย่าซึ่งเป็นความเชื่อทางภาคเหนือเกี่ยวกับเรื่องการทำบุญเลี้ยงวิญญาณบรรพบุรุษที่คอยดูแลคุ้มครองลูกหลานที่เป็นคนดี หรือลงโทษลูกหลานที่เป็นคนชั่ว รวมถึง การสิงร่าง หรือทรงเจ้าเพื่อทำนายทายทักลูกหลาน ซึ่งมีการสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 3 ประเด็น

ได้แก่ 1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (scientific ideas are subject to change: NOS 1.2) 2. วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน (science demands evidence: NOS 2.1) 3. วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน (science is a complex social activity: NOS 3.1) แสดงตัวอย่างบทสนทนา ดังนี้

ผู้วิจัย: ครูอยากจะถามเพิ่มเติมครับว่า สิ่งที่ครูได้สอดแทรกความเป็นวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงเข้าไป มันส่งผลต่อความชอบในทางวิทยาศาสตร์ หรือส่งผลต่อการปฏิบัติตนในชีวิตประจำวันไหมครับ

แสตมป์: ส่งผลนะคะ หนูรู้สึกว่ามันทำให้เราได้คิด ได้ทำอะไรมีมุมมองเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มากขึ้น

ผู้วิจัย: แล้วสิ่งนี้มันมีประโยชน์กับตัวหนูไหมครับ

แสตมป์: มีประโยชน์ค่ะอย่างเช่น ทางบ้านของหนูมีความเชื่อเกี่ยวกับผีปู่ย่า หนูก็ใช้วิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงกับความเชื่อค่ะ แล้วตัดสินได้ว่าหนูจะเชื่อ หรือปฏิบัติอย่างไร ทำให้หนูคิดว่าสิ่งไหนเป็นวิทยาศาสตร์และสิ่งใดไม่ใช่ค่ะ

ผู้วิจัย: หนูคิดว่าวิทยาศาสตร์มันมีความแตกต่างจากความเชื่อเกี่ยวกับเรื่องผีปู่ย่าอย่างไรครับ

แสตมป์: ความเชื่อเกี่ยวกับเรื่องผีปู่ย่าบางครั้งเป็นสิ่งที่สืบทอดต่อกันมา ไม่สามารถพิสูจน์ได้ค่ะ

ผู้วิจัย: แล้วหนูคิดว่าในอนาคตเรื่องผีปู่ย่าจะหาสาเหตุมาอธิบายได้ไหมครับ ถ้าเรามีเทคโนโลยีเพิ่มมากขึ้น

แสตมป์: คิดว่าหนูยังหาคำตอบไม่ได้ค่ะ

ผู้วิจัย: จากที่เราเรียนมาเกี่ยวกับทฤษฎีอะตอม ครูอยากจะถามเราว่าวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือเปล่าครับ

แสตมป์: สามารถเปลี่ยนแปลงได้ค่ะเมื่อมีผลการทดลองใหม่ ๆ มาพิสูจน์ยืนยันค่ะ

ผู้วิจัย: แล้วความเชื่อของคนเราล่ะครับ สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่เมื่อเราตัดสินใจเชื่อไปแล้ว

แสตมป์: เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้ยากมากเลยค่ะ เพราะเราไม่สามารถพิสูจน์ยืนยันสิ่งใดได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้วิจัย: หนูคิดว่าทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความเชื่อเรื่องผีปู่ย่า สิ่งใดสามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่ายกว่า

แสตมป์: หนูคิดว่าน่าจะเป็นวิทยาศาสตร์ค่ะ เพราะวิทยาศาสตร์นั้นเป็นการทดลองไม่ใช่สิ่งเร้นลับ แต่เรื่องผีปู่ย่าเป็นเรื่องของผีเรามองไม่เห็น ทางวิทยาศาสตร์เราสามารถพิสูจน์หลักฐานได้อย่างชัดเจน ถ้ามีเหตุผลก็สามารถสรุปและเปลี่ยนแปลงได้

ผู้วิจัย: สรุปแล้วความเป็นวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อตัวเราอย่างไรบ้างครับ

แสตมป์: หนูคิดว่ามันส่งผลต่อแนวคิดความเชื่อ ทำให้หนูมีความคิดมีเหตุมีผลและก่อนจะเชื่ออะไรต้องมีสิ่งยืนยันก่อนทำให้เราเชื่อได้ค่ะ

(แสตมป์, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565)

จากบทสนทนา แสตมป์ได้เข้าใจอย่างชัดเจนว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีหลักฐานเชิงประจักษ์ใหม่ ด้วยแสตมป์ (การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565) อธิบายว่า “วิทยาศาสตร์นั้นเป็นการทดลองไม่ใช่สิ่งเร้นลับ .... เราสามารถพิสูจน์หลักฐานได้อย่างชัดเจน ถ้ามีเหตุผลก็สามารถสรุปและเปลี่ยนแปลงได้” และแสตมป์ยังเชื่อมโยงอธิบายกับบริบทสังคมภาคเหนือเกี่ยวกับเรื่องผีปู่ย่าอีกว่า “หนูก็ใช้วิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงกับความเชื่อค่ะ แล้วตัดสินได้ว่าหนูจะเชื่อ หรือปฏิบัติอย่างไร ทำให้หนูคิดว่าสิ่งไหนเป็นวิทยาศาสตร์และสิ่งใดไม่ใช่ค่ะ” (แสตมป์, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565) กล่าวได้ว่า แสตมป์เข้าใจความเป็นวิทยาศาสตร์จนสามารถเชื่อมโยงกับการใช้ชีวิตปัจจุบันได้ว่า แสตมป์จะเชื่อหรือปฏิบัติอย่างไร ภายใต้มุมมองทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้เพิ่มเติมจากบทเรียน นั่นหมายความว่าแสตมป์เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน

สรุปได้ว่า ภายหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด พบว่า แสตมป์มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจริงอย่างตรงกันทั้งจากการตอบแบบวัดฉบับปรนัยและการสัมภาษณ์ ข้อมูลนี้บ่งชี้ว่าการจัดเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดสามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตลอดจนสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ นำสู่การปฏิบัติ

บทวิเคราะห์ประการสุดท้าย: ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลให้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ลดลงได้

เมื่อพิจารณาข้อมูลการสัมภาษณ์ก่อนหน้า พบว่า การได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสร้างค่านิยมทางวิทยาศาสตร์นำสู่การปฏิบัติ ดังเช่น กรณีเรื่องผีปู่ย่า แสตมป์ได้กล่าวหลังจากได้เข้าร่วมการจัดการเรียนการสอนเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า แสตมป์นั้นเลือกเชื่อในหลักฐาน

มากกว่าความเชื่อที่ยังขาดหลักฐาน หรือเหตุผลที่เชื่อถือได้ นั่นเป็นข้อยืนยันว่าความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของแสตมป์นั้นส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

ทั้งนี้ อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์กลับลดลงจากการพิจารณาแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมแสตมป์มีคะแนน เท่ากับ 2.91 คะแนน หลังการเข้าร่วมกิจกรรม เท่ากับ 2.39 คะแนน ซึ่งลดลง 0.52 คะแนน ผู้วิจัยจึงสัมภาษณ์เพื่อหาคำตอบของปรากฏการณ์ดังกล่าว ซึ่งพบว่า มีปัจจัยอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลให้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ลดลง โดยแสตมป์ไม่ได้ชื่นชอบในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นทุนเดิม เพราะมีภาพจำต่อครูวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ค่อยดีนัก แต่แสตมป์ยังคงมองว่าตนเองอยากประกอบอาชีพวิศวกร จึงจำเป็นต้องเรียนต่อในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีคุณสมบัติในการสอบเข้าเรียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ และยังคงให้ความสำคัญกับการเรียนวิทยาศาสตร์ แสดงตัวอย่างบทสนทนา ดังนี้

ผู้วิจัย: ชอบเรียนวิทย์ไหมครับ

แสตมป์: แล้วแต่อารมณ์หนูเลยค่ะ ถ้าเจอครูที่มีทิฐิหนูก็จะไม่ค่อยเท่าไหร่ค่ะ

ผู้วิจัย: ไหนลองเล่าประสบการณ์แย่ ๆ ให้ฟังหน่อยได้ไหมครับ

แสตมป์: อย่างเช่นครูไม่สนใจนักเรียนค่ะ ไม่ค่อยใส่ใจกับนักเรียนสอนไปเรื่อย ๆ แต่ไม่รู้เรื่องนักเรียนเลย

ผู้วิจัย: แล้วครูละครับ ถือว่าละเลยเราไหม

แสตมป์: หนูคิดว่าไม่เลยค่ะ เป็นการสอนที่แปลกใหม่ค่ะ

ผู้วิจัย: หนูชอบเรียนวิชาอะไรมากที่สุดครับ

แสตมป์: ชอบศิลปะ ดนตรีค่ะ

ผู้วิจัย: แล้ววิทยาศาสตร์ละครับเป็นอันดับที่เท่าไหร่

แสตมป์: เป็นอันดับหลัง ๆ เลยค่ะ

ผู้วิจัย: แล้วทำไมเราถึงไม่เลือกเรียนแผนศิลป์ครับ

แสตมป์: หนูคิดว่าเรียนแผนวิทย์คณิตแล้วทำให้มีทางเลือกมากกว่าค่ะ หนูอยากเป็นวิศวะค่ะ

ผู้วิจัย: เพราะอะไรเราถึงอยากเป็นวิศวะครับ

แสตมป์: หนูอยากเรียนวิศวะไฟฟ้าค่ะหนูชอบการแบบการต่อแผงวงจร การต่อวงจรไฟฟ้าค่ะ

ผู้วิจัย: มันดูจะสวนทางกับความชอบของหนูทางด้านศิลปะกับดนตรีนะครับ

แสตมป์: ใช่ค่ะจริง ๆ แล้วหนูอยากจะเป็นวิศวะค่ะ แต่คิดว่างานอดิเรกที่หนูชอบทำคือ การวาดรูปการเล่นดนตรีมันช่วยให้ผ่อนคลายค่ะ

(แสตมป์, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากบทสนทนา พบว่า แสตมป์มีความมุ่งหมายในการเรียนต่ออาชีพวิศวกร ดังนั้น จึงเป็นอีกข้อสรุปที่ยืนยันว่าความฝันต่ออาชีพหนึ่ง ๆ ส่งผลต่อวิถีการพัฒนาและเป็นสิ่งบ่งชี้การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ เป็นสิ่งที่แสตมป์ใช้บ่งชี้ว่า ตนเป็นผู้ที่อยู่ในสาขา หรืออาชีพทางวิทยาศาสตร์ และขับเคลื่อนให้แสตมป์ยังต้องอยู่ในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ และจะยังคงสนใจศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ รวมถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เมื่อการจัดการเรียนรู้ทำให้แสตมป์สัมผัสถึงความแปลกใหม่ และได้เรียนรู้กับครูที่ใส่ใจ ไม่ปล่อยปะละเลยการเรียนการสอน ดังบทสนทนา

ผู้วิจัย: แล้วครูละครับ ถือว่าละเลยเราไหม

แสตมป์: หนูคิดว่าไม่เลยค่ะ เป็นการสอนที่แปลกใหม่ค่ะ

(แสตมป์, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565)

ทั้งนี้ การลดลงของระดับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากปัจจัยอื่น ๆ ด้วย ได้แก่ ประสบการณ์ทางลบในรายวิชาวิทยาศาสตร์ แสตมป์อธิบายว่าตนเองไม่ได้ชอบวิชาวิทยาศาสตร์เป็นทุนเดิม จึงไม่ได้ใส่ใจกับการเรียนวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร แสตมป์ไม่ชอบการเข้าค่าย หรือกิจกรรมร่วมกับคนหมู่มาก และอธิบายว่าตนต้องการเรียนเพียงเนื้อหาวิทยาศาสตร์เท่านั้น แสดงตัวอย่างบทสนทนา ดังนี้

ผู้วิจัย: ถ้ามีโอกาสในอนาคต หนูยังอยากจะเรียนความเป็นวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม หรือหนูอยากเรียนเฉพาะเนื้อหาวิทยาศาสตร์อย่างเดียวพอแล้ว

แสตมป์: หนูอยากเรียนเฉพาะเนื้อหาวิทยาศาสตร์พอแล้วค่ะ สำหรับใช้สอบ

ผู้วิจัย: ประเด็นสุดท้ายนะครับพอดีครูนั่งอ่านคะแนนหลังเรียน ผลปรากฏว่าหลังจากที่เรียนไป ครูเห็นว่าหนูมองตนเองเป็นผู้ประกอบอาชีพทางด้านของวิทยาศาสตร์ลดน้อยลง สนใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ลดลง และวางแผนอนาคตว่ายังไม่อยากเข้าร่วมกิจกรรมทางด้านของวิทยาศาสตร์ ครูอยากจะถามว่ามันเกิดขึ้นจากอะไร

แสตมป์: หนูไม่ชอบการเข้าค่ายหนูไม่ชอบคนเยอะ ๆ หนูคิดว่าหนูรู้สึกอึดอัดไม่มีความสุข

ผู้วิจัย: คิดว่าอะไรทำให้ความสนใจในวิทยาศาสตร์ของเราลดลงครับ

แสตมป์: หนูไม่รู้เหมือนกันนะคะ หรือว่าจริง ๆ แล้วหนูไม่ได้ชอบวิทยาศาสตร์ตั้งแต่แรก เริ่มเรียนมาสักพักหนูก็เลยรู้สึกว่าหนูไม่ชอบน่าจะเป็นอย่างนั้นนะคะ

(แสตมป์, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565)

จากการสัมภาษณ์บ่งชี้ว่า การที่แสตมป์ได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ แต่ด้วยตนนั้นมีภาพจำต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในทางลบเป็นทุนเดิม จึงส่งผลต่อความใส่ใจในการเรียนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยแสตมป์มองว่าเป็นความรู้ที่ไม่ได้ออกสอบ ดังนั้น มุมมองทางลบนี้มีอิทธิพลต่อการลดลงของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ เมื่อมองโดยภาพรวมจากแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงปริมาณแล้ว แสตมป์จึงมีระดับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ลดลงในมิติต่าง ๆ แต่อย่างน้อยที่สุดนั้น มีข้อดีสำคัญประการหนึ่งจากการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ คือ แสตมป์ได้รับการสนับสนุนให้แสดงค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ด้วยการเลือกใช้ชีวิตประจำวันบนฐานมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังเช่น กรณีเรื่องผีปู่ย่า ซึ่งแสตมป์อธิบายอย่างชัดเจนว่าความเป็นวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อความเชื่อของแสตมป์ “หนูคิดว่ามันส่งผลต่อแนวคิดความเชื่อทำให้หนูมีความคิดมีเหตุมีผล และก่อนจะเชื่ออะไรต้องมีสิ่งยืนยันก่อนทำให้เราเชื่อได้ค่ะ” (แสตมป์, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565) ซึ่งแสตมป์แสดงออกถึงการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (science literate person)

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดนั้นส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ทั้งนี้อาจมีอิทธิพลจากปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลให้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ลดลงได้

สรุปการสัมภาษณ์ผลการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

1. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร

1.1. เกี่ยงคำเข้าใจประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 3 ประเด็น ได้แก่

(1) NOS 2.4 นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ

(2) NOS 3.3 การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณ

(3) NOS 3.4 นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในกิจกรรมสาธารณะทั้งในฐาน ผู้เชี่ยวชาญและเป็นพลเมือง

จากการเข้าร่วมการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดในกิจกรรมผจญภัยแอนตาร์กติกา (กิจกรรมจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6) ซึ่งต้องการส่งเสริมทั้ง 3 ประเด็นข้างต้น โดยเกี่ยงคำเรียนรู้จากการได้สะท้อนคิดระหว่างการร่วมประชุมกับกลุ่มของเกี่ยงคำ โดยมีมติไม่อนุมัติงบประมาณในภารกิจของ ดร.เดวิส ถึงแม้ว่าตัวเกี่ยงคำจะสงสารสุนัข

มากก็ตาม แต่ก็ต้องปฏิบัติตามมติของกลุ่ม และได้อภิปรายสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้งเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ประเด็น ด้วยการตอบคำถามกับผู้วิจัย เช่น ผู้วิจัยได้ถามเพื่อสรุปว่าเกี๋ยงคำมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นนักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ หรือไม่ พบว่า เกี๋ยงคำแสดงออกผ่านการตอบคำถามจากการสัมภาษณ์อย่างเห็นได้ชัดว่า อารมณ์ความรู้สึกส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ แต่ก็ต้องปฏิบัติตามมติของกลุ่ม บ่งชี้ว่าอย่างน้อยที่สุดเกี๋ยงคำได้เรียนรู้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังเป้าหมายของกิจกรรม

1.2. แสตมป์เข้าใจประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 3 ประเด็น ได้แก่

(1) NOS 1.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

(2) NOS 2.1 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

(3) NOS 3.1 วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน

จากการเข้าร่วมการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดด้วยการยกตัวอย่างแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาทฤษฎีอะตอมเชื่อมโยงการอธิบายเปรียบเทียบกับเหตุการณ์ความเชื่อเรื่องผีปู่ย่า ซึ่งเป็นความเชื่อทางภาคเหนือเกี่ยวกับเรื่องการทำบุญเลี้ยงวิญญาณบรรพบุรุษที่คอยดูแลคุ้มครองลูกหลานที่เป็นคนดี หรือลงโทษลูกหลานที่เป็นคนชั่ว รวมถึง การสิงร่าง หรือทรงเจ้าเพื่อทำนายทายทักลูกหลาน แสตมป์ได้เข้าใจอย่างชัดเจนว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีหลักฐานเชิงประจักษ์ใหม่ ด้วยแสตมป์ (การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565) อธิบายว่า “วิทยาศาสตร์นั้นเป็นการทดลองไม่ใช่สิ่งเร้นลับ .... เราสามารถพิสูจน์หลักฐานได้อย่างชัดเจน ถ้ามีเหตุผลก็สามารถสรุปและเปลี่ยนแปลงได้” และแสตมป์ยังเชื่อมโยงอธิบายกับบริบทสังคมภาคเหนือเกี่ยวกับเรื่องผีปู่ย่าอีกว่า “หนูก็ใช้วิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงกับความเชื่อค่ะ แล้วตัดสินได้ว่าหนูจะเชื่อ หรือปฏิบัติอย่างไร ทำให้หนูคิดว่าสิ่งไหนเป็นวิทยาศาสตร์และสิ่งใดไม่ใช่ค่ะ” (แสตมป์, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565) กล่าวได้ว่าแสตมป์เข้าใจความเป็นวิทยาศาสตร์จนสามารถเชื่อมโยงกับการใช้ชีวิตปัจจุบันได้ว่า แสตมป์จะเชื่อหรือปฏิบัติอย่างไรภายใต้มุมมองทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้เพิ่มเติมจากบทเรียน นั่นหมายความว่าแสตมป์เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน

2. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร

2.1 เกี๋ยงคำเข้าใจประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 3 ประเด็น ดังข้างต้น ซึ่งส่งเสริมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ผ่านมิติความหลงใหลในวิทยาศาสตร์และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ด้วยเกี๋ยงคำมองว่าเป็นแง่มุมใหม่ ๆ ที่น่าสนใจ อยากเรียนรู้เพิ่มเติม และใช้หลักเกณฑ์

ความเป็นวิทยาศาสตร์ตัดสินใจ หรืออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้อย่างมีเหตุผล และมีหลักฐาน (“สามารถมองเห็น” (เกี๋ยงคำ, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565))

2.2 แสตมป์เข้าใจประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 3 ประเด็น ดังข้างต้น ซึ่งส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสร้างค่านิยมทางวิทยาศาสตร์นำสู่การปฏิบัติ ดังเช่นกรณีเรื่องผีปู่ย่า แสตมป์ได้กล่าวหลังจากได้เข้าร่วมการจัดการเรียนการสอนเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า แสตมป์นั้นเลือกเชื่อในหลักฐานมากกว่าความเชื่อที่ยังขาดหลักฐาน หรือเหตุผลที่เชื่อถือได้ นั่นเป็นข้อยืนยันว่าความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของแสตมป์นั้นส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

3. ปัจจัยอื่น ๆ ส่งผลต่ออัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไรบ้าง

3.1 ทางบวก เช่นกรณีเกี๋ยงคำนั้นชอบที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นทุนเดิม เกี๋ยงคำจึงต้องการเข้าใจวิทยาศาสตร์อย่างละเอียดมากกว่าเนื้อหาในชั้นเรียน ต้องการเนื้อหาที่ละเอียดลึกซึ้ง เล็งเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ รวมถึงต้องการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกี๋ยงคำมองว่าเป็นแง่มุมใหม่ ๆ ที่น่าสนใจ

3.2 ทางลบ เช่นกรณีแสตมป์ประสบการณ์ทางลบในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ตัวแสตมป์ไม่ได้ชอบวิชาวิทยาศาสตร์เป็นทุนเดิม จึงไม่ได้ใส่ใจกับการเรียนวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร แสตมป์ไม่ชอบการเข้าค่าย หรือกิจกรรมร่วมกับคนหมู่มาก และอธิบายว่าตนต้องการเรียนเพียงเนื้อหาวิทยาศาสตร์เท่านั้น

สรุปภาพความสัมพันธ์ระหว่างผลการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการสัมภาษณ์เกี๋ยงคำและแสตมป์ ได้ว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดนั้นสามารถส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ทั้งนี้ อาจมีอิทธิพลจากปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลให้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของบางคนเพิ่มขึ้น หรือลดลงได้

3. อิทธิพลของปัจจัยภายในและภายนอกที่ส่งผลต่อวิถีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

จากการสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมาย 12 คน พบว่า มีการอธิบายถึงอิทธิพลภายใน ได้แก่ ทุนเดิมของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ อาทิเช่น ความชอบ และประสบการณ์ทางลบในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นต้น และภายนอก ได้แก่ บุคคลใกล้ชิด และตัวแบบ เป็นต้น ที่ส่งผลต่อการดำเนินวิถีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ แสดงรายละเอียด ดังนี้

อิทธิพลของทุนเดิมของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มเป้าหมายหลายคน อาทิ ไอยู โมจิ ดิสนย์ ไบโอ เกี๋ยงคำ แสตมป์ เจส ได้อธิบายเกี่ยวกับทุนเดิมของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อวิถีการดำเนินอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งเชิงบวกและเชิงลบ

สำหรับในเชิงบวก คือ การที่กลุ่มเป้าหมายมีความชอบวิชาวิทยาศาสตร์ หรือมีเหตุผลส่วนตัวเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์เป็นทุนเดิมอยู่แล้ว ส่งผลต่อความสนใจใฝ่รู้เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมในมิติต่าง ๆ แสดงตัวอย่างบทสนทนา ดังนี้

ผู้วิจัย: นักเรียนชอบเรียนวิชาอะไรมากที่สุดครับ/ชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไหมครับ

ไอยู: ชอบวิทย์ค่ะ .... หนูอยากรู้หน้าที่ร่างกาย ... หนูชอบชีวะค่ะ

โมจิ: ชอบค่ะ .... หนูอยากศึกษาธรรมชาติ (ต้นไม้ ใบหญ้า) หนูอยากได้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับอะไรแบบนี้มากเลยค่ะ พวกเกี่ยวกับร่างกายด้วยค่ะ

ดิสนีย์: ชอบค่ะ .... เพราะดูน่าตื่นเต้นเวลาเรียนค่ะ ชอบวิชาชีวะค่ะ เรียนแล้วเข้าใจค่ะ

เจส: ชอบชีวะมากที่สุดค่ะ เพราะหนูอ่านแล้วรู้สึกเข้าใจเลยค่ะ

ผู้วิจัย: มีปัจจัยอื่น ๆ อีกไหมที่ช่วยให้เราชอบวิทยาศาสตร์ครับ หรือว่าชอบที่จะประกอบอาชีพเป็นสัตวแพทย์ครับ

โมจิ: ก็ส่วนหนึ่งที่หนูอยากจะเป็นสัตวแพทย์ก็เพราะว่าหนูเป็นคนชอบสัตว์ เลี้ยงสัตว์ อะไรแบบนี้ค่ะ แล้วหนูก็สนใจทางด้านนี้ด้วยค่ะ

ผู้วิจัย: หลังจากได้เรียนและทำงานต่าง ๆ ที่ครูให้ไป เรามีความรู้สึกอย่างไรบ้างกับรายวิชาวิทยาศาสตร์

ไอยู: ช่วยให้ชอบวิทยาศาสตร์มากขึ้นค่ะ เพราะบางเรื่องหนูก็ไม่เคยรู้มาก่อน และชอบที่ได้ลองทำ อืม .... (ใช้เวลาคิด).... ทำให้รู้จักความเป็นวิทยาศาสตร์มากขึ้นค่ะ

โมจิ: หนูรู้สึกชอบวิทยาศาสตร์มากขึ้นค่ะ ได้เรียนรู้หลายอย่างที่ไม่เคยเรียน ได้เรียนละเอียดขึ้นค่ะ ได้ฝึกทำใบงานด้วยค่ะ มันช่วยให้หนูได้ฝึกคิดค่ะ

ดิสนีย์: ชอบค่ะ มันดูน่าค้นหามากขึ้นไปอีกค่ะ

เจส: สนุกดีค่ะได้ทำงานกับคนใหม่ ๆ จากปกติตอน ม.ต้น เราได้ทำงานแต่กลุ่มเดิม ๆ ตอนนี้ได้หาเพื่อนใหม่และประสบการณ์ใหม่ ๆ และได้สืบค้นข้อมูลทำให้เรารู้สึกดีทำให้ต้องหาข้อมูลในเว็บและต้องมานั่งวิเคราะห์ว่าอันไหนถูกอันไหนผิด .... สำหรับหนู หนูคิดว่าหนูชอบเคมี

มากขึ้น ชอบวิทยาศาสตร์มากขึ้น ปกติหนูไม่ค่อยชอบเท่าไหร่ แต่พอได้เรียนกับครูหนูรู้สึกว่าหนูอยากค้นคว้ามากขึ้นค่ะ

ผู้วิจัย: หากมีโอกาสในอนาคต เรายังอยากจะเรียนวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงเพิ่มเติมสอดแทรกเข้าไปในเนื้อหา หรืออยากเรียนเฉพาะเนื้อหาวิทยาศาสตร์อย่างเดียวครับ

ไอยู: อยากรู้ค่ะ .... อยากนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และอนาคตค่ะ .... คือแบบเราจะได้ไม่งมงายเกินไปค่ะ แบบไม่คิดว่าอะไร ๆ ก็เกิดจากผีไปหมด เราต้องใช้เหตุและผลให้มากขึ้นค่ะ

โมจิ: ก็อยากค่ะ อยากศึกษาเพิ่มเติม มีความรู้เพิ่มขึ้น มันช่วยให้หนูแบบ .... เข้าใจกับมัน แล้วตัดสินใจว่าจะเลือกทางไหนค่ะ

ดิสนีย์: อยากศึกษาต่อค่ะ อยากรู้ลึกมากกว่านี้ค่ะ ช่วยให้ตัดสินใจว่าอยากจะเรียนทางนี้ชัดเจนขึ้น

เจส: ก็อยากค่ะ เพราะมันเป็นความรู้ใหม่ ๆ ของเรา และบางอย่าง มันช่วยทำให้เราสนใจในสิ่งนั้นมากขึ้น และเปิดรับสิ่งใหม่ ๆ มากขึ้นค่ะ

(เจส, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565; ดิสนีย์, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565; โมจิ, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565; ไอยู, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565)

จากข้อมูลการสัมภาษณ์ พบว่า มีจุดเชื่อมโยงระหว่างความชอบในรายวิชาวิทยาศาสตร์เป็นทุนเดิมกับการได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยความชอบในรายวิชาวิทยาศาสตร์เป็นทุนเดิมนั้นส่งผลต่อความสนใจใฝ่รู้เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมในมิติต่าง ๆ รวมถึงการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการเปิดโลกทัศน์ มุมมอง แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในมิติใหม่ ๆ และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันตามบริบทของตน ส่งผลให้ให้ความชอบในรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่เป็นทุนเดิมนั้นมีเพิ่มมากยิ่งขึ้นไป เปรียบเสมือนการเพิ่มขึ้นของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งบ่งชี้การส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ในเชิงบวก

สำหรับในเชิงลบ คือ การที่กลุ่มเป้าหมายไม่ได้ชอบวิชาวิทยาศาสตร์เป็นทุนเดิม ซึ่งอาจเกิดจากประสบการณ์ทางลบ หรือเหตุผลส่วนตัวบางประการ รวมถึงการขาดความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง แสดงตัวอย่างบทสนทนา ดังนี้

ผู้วิจัย: นักเรียนชอบเรียนวิชาอะไรมากที่สุดครับ/ชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไหมครับ

ไบโอ: ถ้าชอบที่สุดคือชีวะค่ะ ชอบเพราะว่าได้เรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ร่างกายคนเราและสารเคมีในตัวเราค่ะ ชอบเรียนอะไรรอบตัวและในร่างกายค่ะ

แสตมป์: เป็นอันดับหลัง ๆ เลยค่ะ (จากบทสัมภาษณ์ก่อนหน้าเขามีประสบการณ์ทางลบในรายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยกล่าวว่า “อย่างเช่น ครูไม่สนใจนักเรียนค่ะ ไม่ค่อยใส่ใจกับนักเรียนสอนไปเรื่อย ๆ แต่ไม่รู้เรื่องนักเรียนเลย”)

ผู้วิจัย: หลังจากได้เรียนและทำงานต่าง ๆ ที่ครูให้ไป เรามีความรู้สึกอย่างไรบ้างกับรายวิชาวิทยาศาสตร์

ไบโอ: อืม.. ก็ทำให้ชอบขึ้นนะคะ ที่เป็นพวกอืม.. มันได้ศึกษาอะค่ะ อย่างใบงานสุดท้าย เป็นพวกลายนิ้วมืออะไรแบบนี้ค่ะ นิติวิทยาศาสตร์อะค่ะ มันเป็นอะไรที่เราไม่เคยรู้ ทำให้เราสามารถตรวจหาพวก DNA ลายนิ้วมือต้องใช้ความคิดค่ะ

แสตมป์: หนูรู้สึกเฉย ๆ นะคะก็น่าจะได้เรียนรู้แบบใหม่รู้สึกตื่นเต้น งานที่ได้มาก็รู้สึกว่ามันยากนะคะแต่ก็ท้าทายดีค่ะ งานเยอะนะคะ เยอะมากเลยค่ะ

(**คำถามเพิ่มเติมจากผู้วิจัย:** แสดงว่าการเรียนกับครูก็ยังรู้สึกเฉย ๆ ไม่ได้ส่งผลให้เราเกิดความชอบหรือว่าเกลียดทางด้านวิทยาศาสตร์ใช่ไหมครับ **คำตอบของแสตมป์:** ค่ะ)

ผู้วิจัย: หากมีโอกาสในอนาคต เรายังอยากจะเรียนวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงเพิ่มเติมสอดแทรกเข้าไปในเนื้อหา หรืออยากเรียนเฉพาะเนื้อหาวิทยาศาสตร์อย่างเดียวครับ

ไบโอ: หนูหมายถึงต้องการเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น แต่ไม่จำเป็นต้องเข้าใจวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงว่าตกลงแล้วมันเป็นยังไงค่ะ

แสตมป์: หนูอยากเรียนเฉพาะเนื้อหาวิทยาศาสตร์พอแล้วค่ะ สำหรับใช้สอบ

ผู้วิจัย:	ถ้าครูให้เลือกระดับตั้งแต่ 1 ถึง 5 หนูมองว่าตัวเองเป็นเหมือนนักธุรกิจในระดับไหนครับ
ไบโอ:	อ๋อ หนูว่า 2 ค่ะ
ผู้วิจัย:	แล้วหายไปไหน 3 ครับ
ไบโอ:	หนูคิดว่า ต้องมาปรับความคิด ทัศนะคติค่ะ การ .... แบบหลาย ๆ อย่างค่ะ อย่างการเข้าสังคม และการมีระเบียบวินัยในตนเอง เออ.. การแบบ การใช้คำที่จะติดต่อสื่อสารกับผู้อื่น ภาษาค่ะ (พูดด้วยน้ำเสียงที่ขาดความราบเรียบ และแสดงอาการไม่มั่นใจ)
ผู้วิจัย:	เราเห็นภาพตัวเองในอนาคตเกี่ยวกับการเป็นนักธุรกิจยังไงบ้างครับ
ไบโอ:	อืม.. หนูมีฝันไว้แบบ พอเห็นนิดนึง หนูเห็นตัวอย่างก่อนแล้วเอามาฝันว่ามีบริษัทเป็นของตัวเอง แล้วใช้ความรู้ตัวเองมาบริหารภายในค่ะ
ผู้วิจัย:	ครูอยากจะถามเราเพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องของการประกอบอาชีพครับ ถ้าให้เลือกระหว่าง 1-5 หนูคิดว่าตัวเองมองเห็นภาพว่าตัวหนูสามารถเป็นวิศวกรได้ในระดับไหน
แสตมป์:	3 ค่ะ กลาง ๆ
ผู้วิจัย:	แล้วหายไปไหน 2 ครับ
แสตมป์:	หนูก็ไม่มั่นใจว่าหนูจะได้เรียนวิศวะจริงไหม หนูต้องได้สอบ หนูอยากไปต่างประเทศอยากไปสหรัฐอเมริกา เลยไม่แน่ใจว่าจะได้เรียนวิศวะอยู่หรือเปล่า

(ไบโอ, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565; แสตมป์, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการสัมภาษณ์ในประเด็นผลการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของแสตมป์ (บทก่อนหน้านี้) ร่วมกันกับบทสัมภาษณ์ข้างต้นบ่งชี้ว่า การเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการส่งเสริมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ทางบวกให้กับแสตมป์ ดังเช่น กรณีเรื่องผีปู่ย่า ซึ่งแสตมป์อธิบายอย่างชัดเจนว่าความเป็นวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อความเชื่อของแสตมป์ “หนูคิดว่ามันส่งผลต่อแนวคิดความเชื่อ ทำให้หนูมีความคิดมีเหตุมีผล และก่อนจะเชื่ออะไรต้องมีสิ่งยืนยันก่อนทำให้เราเชื่อได้ค่ะ” (แสตมป์, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565) และไบโอ “อืม.. ก็ทำให้ชอบขึ้นนะคะ ที่เป็นพวกอืม.. มันได้ศึกษาอะค่ะ อย่างใบงานสุดท้าย เป็นพวกลายนิ้วมืออะไรแบบนี้ค่ะ นิติวิทยาศาสตร์อะค่ะมันเป็นอะไรที่เราไม่เคยรู้ ทำให้เราสามารถตรวจหาพวก DNA ลายนิ้วมือต้องใช้ความคิดค่ะ” (ไบโอ, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565)

ทั้งนี้ แสตมป์นั้นมีภาพจำต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในทางลบเป็นทุนเดิมก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ โดยกล่าวว่า “ครูไม่สนใจนักเรียนค่ะ ไม่ค่อยใส่ใจกับนักเรียนสอนไปเรื่อย ๆ แต่ไม่รู้เรื่องนักเรียนเลย” (แสตมป์, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565) จึงส่งผลต่อความใส่ใจในการเรียนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ อีกทั้งยังขาดความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเองแสดงถึงความไม่มั่นใจในบางประโยคคำพูด โดยกล่าวว่า “หนูก็ไม่มั่นใจว่าหนูจะได้เรียนวิศวะจริงไหม หนูต้องได้สอบ หนูอยากไปต่างประเทศอยากไปสหรัฐอเมริกา เลยไม่แน่ใจว่าจะได้เรียนวิศวะอยู่หรือเปล่า” (แสตมป์, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565)

นอกจากนี้ กลุ่มเป้าหมายมองว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ไม่ได้ออกสอบ โดยแสตมป์ (การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565) กล่าวว่า “หนูอยากเรียนเฉพาะเนื้อหาวิทยาศาสตร์พอแล้วค่ะ สำหรับใช้สอบ” หรือเป็นเนื้อหาที่เกินความจำเป็น โดยไบโอ (การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565) กล่าวว่า “หนูหมายถึงต้องการเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นแต่ไม่จำเป็นต้องเข้าใจวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงว่าตกลงแล้วมันเป็นยังไงค่ะ” ดังนั้น มุมมองทางลบเหล่านี้จึงมีอิทธิพลต่อการลดลงของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้เกิดการลดของระดับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

อิทธิพลของบุคคลใกล้ชิดและตัวแบบ

จากการวิเคราะห์บทสัมภาษณ์ พบว่า บุคคลใกล้ชิด และตัวแบบ (role model) สามารถกำหนดวิถีการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ จากการชี้นำทางความคิด รวมถึงการเป็นตัวแบบซึ่งส่งผลต่อการเปรียบเทียบตนของกลุ่มเป้าหมายกับตัวแบบนั้นจนเกิดความต้องการเจริญรอยตาม แสดงตัวอย่างบทสนทนา ดังนี้

ผู้วิจัย: ทำไมเราถึงอยากเป็นพยาบาลนะ ครูเห็นเราเขียนตอบมาว่าเห็นบุคคลใกล้ชิดเป็นแบบอย่าง อืม .... ใครหรอครับ

ดิสนีย์: พี่สาวค่ะ

ผู้วิจัย: เราเคยคุยกับพี่สาวไหมครับว่าพยาบาลเค้ามีการปฏิบัติงานอะไรยังไงบ้าง

ดิสนีย์: ไม่ค่อยได้คุยกันค่ะ คือเป็นพี่สาวคนละพ่อแม่ค่ะ ก็สนิทกัน พี่เค้าทำงานที่เชียงใหม่ค่ะ เลยไม่ค่อยได้คุยกัน

ผู้วิจัย: ครูเห็นว่าก่อนเราจะเรียนด้วยกัน หนูมีอาชีพในฝันคือนักธุรกิจ แต่ใฝ่ฝันว่าอยากเรียนแพทย์ และสิ่งที่จะศึกษาต่อจริงคือสายบริหารการจัดการ ธุรกิจ แล้วทำไมตอนแรกถึงอยากเป็นแพทย์ครับ

ไบโอ: คือทุกคนอยากให้เป็นค่ะ

ผู้วิจัย: ทุกคน หมายถึง ครอบครัวหรอครับ

ไบโอ: ค่ะ

ผู้วิจัย: เพราะอะไรถึงอยากเป็นเภสัชครับ

เกี๋ยงคำ: เพราะว่าพี่ก็เป็นเภสัชค่ะ พี่ก็กำลังเรียนอยู่ค่ะ

ผู้วิจัย: แสดงว่ามีพี่สาวเป็นไอดอล มีพี่สาวเป็นแบบอย่าง เราเลยอยากเป็นเภสัช เหมือนพี่ใช่ไหม

เกี๋ยงคำ: ค่ะ หนูมีพี่เป็นแรงบันดาลใจค่ะ

ผู้วิจัย: แล้วผู้ปกครองสนับสนุนไหมสนับสนุน

เกี๋ยงคำ: สนับสนุนค่ะ เพราะว่าเภสัชเป็นอาชีพที่มีรายได้สูง หนูมีพี่สาวเป็นแบบอย่างและผู้ปกครองสนับสนุน

ผู้วิจัย: แล้วจากที่ครูอ่านนะครับ Post Test หนูบอกว่าหนูอยากจะเป็นสัตวแพทย์ ทำไมถึงเปลี่ยนไปละครับ

แสตมป์: อ๋อหนูคิดว่าความคิดของหนูมันสามารถเปลี่ยนแปลงได้ค่ะ แต่หลัก ๆ แล้วหนูก็อยากจะเป็นวิศวะนะคะ คือที่บ้านของหนูเขามีฟาร์มวัวค่ะ ตอนนั้นเลยคิดว่าอยากเป็นสัตวแพทย์มั้งคะ ที่บ้านอยากให้เรียนสัตวแพทย์ค่ะ เพราะอยากให้กลับมาทำงานที่ฟาร์ม

(เกี๋ยงคำ, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565; ดิสนีย์, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565; ไบโอ, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565; แสตมป์, การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565)

จากตัวอย่างบทสนทนาสามารถวิเคราะห์ได้ว่าผู้ปกครอง บุคคลใกล้ชิดและตัวแบบมีอิทธิพลต่อวิถีการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ดังกรณีตัวอย่าง ดิสนีย์ และเกี๋ยงคำที่มีบุคคลใกล้ชิดเป็นแรงบันดาลใจส่งผลต่อความอยากปฏิบัติอาชีพนั้นด้วย โดยจากการวิเคราะห์ประโยคของดิสนีย์จะพบว่า ถึงแม้จะไม่ได้พูดคุย หรือเห็นการปฏิบัติภารกิจทางวิชาชีพพยาบาลของพี่สาวคนสนิท แต่เธอก็หยิบยกมาเป็นตัวแบบในการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของตน

ส่วนกรณีของไบโอ ถึงแม้ว่าครอบครัวอาจไม่มีอิทธิพลต่อการเลือกอาชีพมากนัก ดังเช่นบทสัมภาษณ์ซึ่งท้ายที่สุดไบโอยังอยากประกอบอาชีพทางธุรกิจ ไม่ได้เรียนแพทยศาสตร์ตามความคาดหวังของผู้ปกครอง ซึ่งผู้วิจัยถามว่า “ครูเห็นว่าก่อนเราจะเรียนด้วยกัน หนูมีอาชีพในฝันคือนักธุรกิจ แต่ใฝ่ฝันว่าอยากเรียนแพทย์ และสิ่งที่จะศึกษาต่อจริงคือสายบริหาร การจัดการ ธุรกิจ แล้วทำไมตอนแรกถึงอยากเป็นแพทย์ครับ” โดยไบโอ (การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565) ตอบว่า “คือทุกคน (ครอบครัว) อยากให้เป็นค่ะ” แต่จากบทสนทนาดังกล่าวนั้นบ่งชี้ว่า ผู้ปกครอง

มีอิทธิพลเหนือตัวตนของบุตรในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งในที่นี้คือช่วงก่อนที่ไบโอจะได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

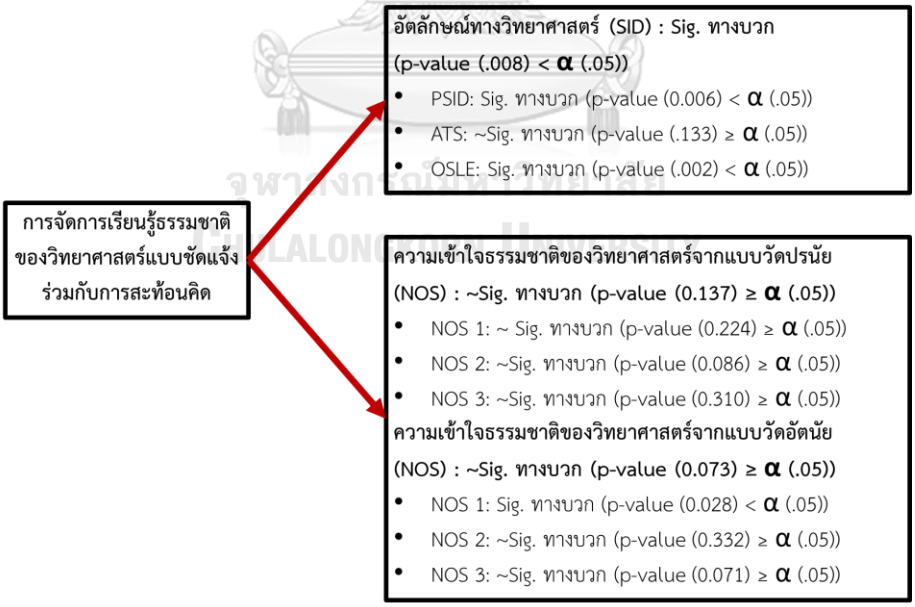
นอกจากนี้ ด้วยสังคมไทยเป็นสังคมที่ให้ความสำคัญกับการเคารพผู้ใหญ่ โดยเฉพาะสังคมชนบทที่มักอยู่กันเป็นครอบครัวใหญ่ ดังนั้น ความคาดหวังและการสนับสนุนของผู้ปกครองจึงสามารถชี้นำและเป็นส่วนผลักดันวิถีการพัฒนาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมาย โดยเฉพาะการประกอบอาชีพทางสายวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลเชิงปริมาณที่กลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่มีคณะ หรือสาขาวิชาที่ใฝ่ฝันเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สุขภาพ (n=98: 52.13%)

ตอนที่ 5 สรุปรายละเอียดจากผลข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพในการศึกษาระยะที่ 2

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาระยะที่ 2 สามารถสรุปผลความสัมพันธ์ระหว่างผลการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ ดังนี้

สรุปผลเชิงปริมาณในการศึกษาระยะที่ 2

จากการวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วยสถิติ Dependent sample t-test โดยใช้นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังจากกลุ่มเป้าหมายได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด สามารถสรุปดังรูปภาพที่ 5 แสดงรายละเอียด ดังนี้



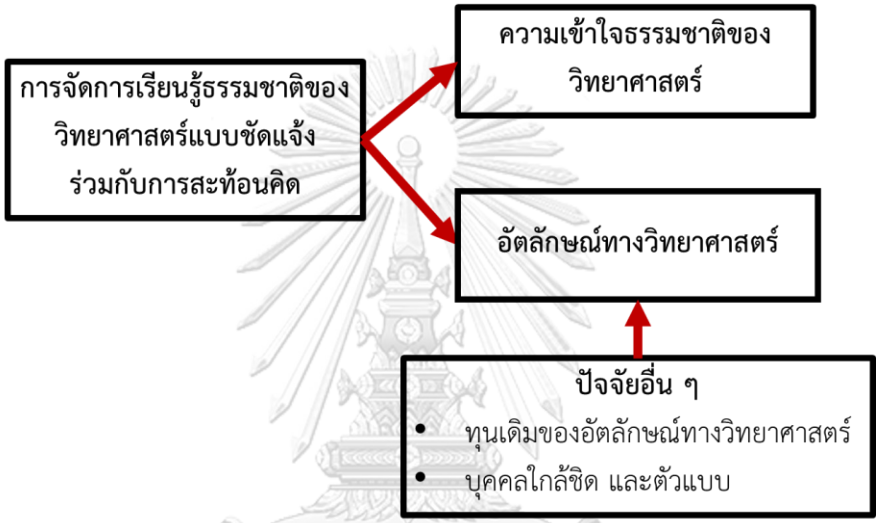
รูปภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างผลการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เชิงปริมาณ

จากรูปภาพที่ 5 พบว่า เมื่อวิเคราะห์แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์แล้ว กลุ่มเป้าหมายมีการเปลี่ยนแปลงอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ

เมื่อวิเคราะห์แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัย และอัตนัย พบว่า ไม่สามารถเพิ่มระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (~Sig)

สรุปผลเชิงคุณภาพในการศึกษาระยะที่ 2

จากการวิเคราะห์เชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาแล้วจัดกลุ่มคำตอบ สามารถสรุปผลความสัมพันธ์ระหว่างผลการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เชิงคุณภาพ ดังรูปภาพที่ 6 แสดงรายละเอียด ดังนี้



รูปภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างผลการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เชิงคุณภาพ

จากรูปที่ 6 เมื่อวิเคราะห์เชิงคุณภาพ โดยการวิเคราะห์เนื้อหาแล้วจัดกลุ่มคำตอบ พบว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดนั้นสามารถส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ทั้งนี้ อาจมีอิทธิพลจากปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลให้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของบางคนเพิ่มขึ้น หรือลดลงได้ อาทิ การพัฒนาตนเองตามการแสดงออกทางอาชีพของตัวแบบรอบตัวกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งสิ่งนี้ส่งผลต่อความต้องการประกอบอาชีพตามตัวแบบ และการพยายามผลักดันตนเองให้เป็นอย่างตัวแบบ เป็นต้น

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดที่มีต่ออัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์งานวิจัย 2 ประการ ได้แก่ 1) เพื่อศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 2) เพื่อเปรียบเทียบอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (วัตถุประสงค์ข้อที่ 1) ในระยะนี้ได้รายงานข้อมูลเชิงปริมาณ จากแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ระยะที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (วัตถุประสงค์ข้อที่ 1) และเพื่อเปรียบเทียบอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด (วัตถุประสงค์ข้อที่ 2) ในระยะนี้ได้รายงานข้อมูลเชิงปริมาณจากแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัย โดยใช้แบบวัดฉบับเดียวกันกับการศึกษาระยะที่ 1 และแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบอัตนัย ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด และรายงานข้อมูลเชิงคุณภาพ จากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง สำหรับอธิบายร่วมกับข้อมูลเชิงปริมาณ

แสดงรายละเอียดสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สรุปผลการวิจัย

ด้วยงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ จึงรายงานผลการวิจัยตามระยะของการวิจัย ดังนี้

สรุปผลการวิจัยระยะที่ 1

การวิจัยระยะที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (วัตถุประสงค์ข้อที่ 1) สรุปผลการวิจัยระยะที่ 1 ได้ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมายโดยเฉลี่ยแล้วมีระดับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเป็นผู้ที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะความหลงใหลในวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ที่มีแนวโน้มสูง ทั้งนี้ การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะการจากผู้อื่นมีแนวโน้มต่ำ และยังเป็นผู้ต้องการมีประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

2. กลุ่มเป้าหมายมีระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีแนวโน้มใกล้กับเกณฑ์คะแนนค่อนข้างต่ำ (ช่วงคะแนน 0.25-0.49) โดยมีความเข้าใจในองค์ประกอบ NOS 3 กิจการทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และองค์ประกอบย่อย NOS 1.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ NOS 1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน NOS 2.2 วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลกับจินตนาการ NOS 2.3 วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและคำทำนาย NOS 3.3 การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณ และ NOS 3.4 นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในกิจกรรมสาธารณะทั้งในฐานะผู้เชี่ยวชาญ และเป็นพลเมือง อยู่ในระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยโดยรวม และองค์ประกอบย่อย NOS 3.2 วิทยาศาสตร์ได้ถูกจัดระบบอยู่ในเนื้อหาวิชาสาขาต่าง ๆ และมีการดำเนินการในสถาบันต่าง ๆ อยู่ในระดับสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยโดยรวม

สรุปผลการวิจัยระยะที่ 2

การวิจัยระยะที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (วัตถุประสงค์ข้อที่ 1) และเพื่อเปรียบเทียบอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด (วัตถุประสงค์ข้อที่ 2) สรุปผลการวิจัยระยะที่ 2 ดังนี้

1. เมื่อพิจารณาแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์หลังจากกลุ่มเป้าหมายได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด พบว่า อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (p-value (.008) < α

(.05)) โดยมีองค์ประกอบ PSID การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (p-value (0.006) < α (.05)) และ OSLE ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทางเลือก (p-value (0.002) < α (.05)) มีการเปลี่ยนแปลงทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และองค์ประกอบย่อย PSID 2 การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์จากผู้อื่น (p-value (0.007) < α (.05)) ATS 3 การรับรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง (p-value (0.040) < α (.05)) OSLE 1 การเลือกเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ (p-value (0.021) < α (.05)) OSLE 2 ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (p-value (0.002) < α (.05)) มีการเปลี่ยนแปลงทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เมื่อพิจารณาแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัยหลังจากกลุ่มเป้าหมายได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด พบว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีเพียงขอบข่ายย่อย NOS 2.3 วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและคำทำนายเท่านั้นที่นักเรียนเข้าใจสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. เมื่อพิจารณาแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบอัตนัยหลังจากกลุ่มเป้าหมายได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด พบว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีเพียงขอบข่าย NOS 1 โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ เท่านั้นที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมีเพียง 2 ขอบข่ายย่อย ได้แก่ NOS 1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน และ NOS 3.4 นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในกิจกรรมสาธารณะทั้งในฐานะผู้เชี่ยวชาญและเป็นพลเมืองเท่านั้นที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งนี้กลุ่มเป้าหมายทั้งหมดเข้าใจขอบข่ายย่อย NOS 3.2 วิทยาศาสตร์ได้ถูกจัดระบบอยู่ในเนื้อหาวิชาสาขาต่าง ๆ และมีการดำเนินการในสถาบันต่าง ๆ อย่างชัดเจนอยู่แล้วจึงมีคะแนนเต็มทั้งก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อภิปรายผลการวิจัย

ตอนที่ 1 อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

ระดับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 2.74) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งหมายถึง นักเรียนมีการระบุระดับการรับรู้ตน หรือการจัดหมวดหมู่ตนว่าเป็นบุคคลที่อยู่ในสาขา หรืออาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์สูง โดยเฉพาะความหลงใหลในวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ที่มีแนวโน้มสูง และยังเป็นผู้ต้องการมีประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า นักเรียนไทยชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีแนวโน้มที่จะมีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์สูง เพราะจากข้อมูลสถิติการสมัครเข้ามหาวิทยาลัยของนักเรียนในระบบ Thai University Center Admission System (TCAS) พ.ศ. 2562-2563 นักเรียนโดยส่วนใหญ่มีการเลือกศึกษาต่อในสาขา หรืออาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ ดังข้อมูลในปีพ.ศ. 2562 ในรอบที่ 4 พบว่า สาขาที่มีอัตราการแข่งขันสูงและมีผู้สมัครมากที่สุด 3 อันดับแรก เป็นสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ แพทยศาสตร์ ทันตแพทยศาสตร์พยาบาลศาสตร์ เทคนิคการแพทย์ (ที่ประชุมอธิการบดีแห่งประเทศไทย [ทปอ.], 2562 อ้างถึงใน Admission Premium, 2562) ระบบ TCAS ในปี พ.ศ. 2563 ในรอบที่ 3 พบว่า สาขาที่มีผู้สมัครมากที่สุด ได้แก่ พยาบาลศาสตร์ (สาขาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์) (ทปอ., 2563 อ้างถึงใน Admission Premium, 2563a) และในรอบที่ 4 พบว่า สาขาที่มีผู้สมัครมากที่สุดเป็นอันดับที่ 2 ได้แก่ พยาบาลศาสตร์ โดย 6 ใน 10 อันดับแรกของสาขาที่มีผู้สมัครมากที่สุดเป็นสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ พยาบาลศาสตร์ และเภสัชศาสตร์ (ทปอ., 2563 อ้างถึงใน Admission Premium, 2563b)

ทั้งนี้ จากข้อมูลเชิงคุณภาพในงานวิจัยนี้บ่งชี้ว่า มีปัจจัยอื่น ๆ ได้แก่ กระแสสังคม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่หล่อหลอม หรือส่งผลต่ออัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน จากการพัฒนาตนตามการแสดงออกทางอาชีพของตัวแบบรอบตัวกลุ่มเป้าหมาย เช่น ผู้ปกครอง เครือญาติ เพื่อนบ้าน เป็นต้น ซึ่งสิ่งนี้ส่งผลต่อความต้องการประกอบอาชีพตามตัวแบบ และการพยายามผลักดันตนเองให้เป็นอย่างตัวแบบ กล่าวได้ว่า สภาพสังคมส่งผลต่ออัตลักษณ์ของผู้เรียน สอดคล้องกันกับ ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ (2553) ซึ่งพบว่า เอกลักษณ์ (identity) ของนักเรียนวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลทางตรงจากความผูกพันต่อบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ และได้รับอิทธิพลทางอ้อมจาก (1) การถ่ายทอดทางสังคมจากโรงเรียน (2) การถ่ายทอดทางสังคมจากครอบครัว และสอดคล้องกับ Shanahan (2009) ซึ่งอธิบายว่า โครงสร้างทางสังคมเป็นสิ่งที่กำหนด ชี้นำ และจำกัดพฤติกรรมของแต่ละบุคคล โดยผู้คนในสังคมเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ เกิดการเรียนรู้บรรทัดฐาน และการรับรู้ตนเองของแต่ละบุคคล ส่งผลให้มีการสร้างการนำเสนอตนเอง หรือการวางตัวเป็นบุคคลบางประเภทจนเกิดเป็นปฏิสัมพันธ์ในสังคม และรวบรวมจนกลายเป็นโครงสร้างทางสังคม ซึ่งตั้งแต่อดีต คนไทยมักมีค่านิยมที่ต้องการผลักดันให้ลูกเรียนแพทยศาสตร์ ทันตแพทยศาสตร์ สัตวแพทยศาสตร์ เภสัชศาสตร์ โดยการให้ค่าเกียรติภูมิของอาชีพดังกล่าวสูง เพราะมีเกียรติ ต้องรับผิดชอบสูง ใช้สมอง ความคิดสร้างสรรค์เสียสละ และมีรายได้ดี (วชิรา วิชยานุวัติ, 2531; อัญชลี แย้มพยนต์, 2531) สอดคลองกับความคาดหวังของสังคมไทยปัจจุบันที่ต้องการกำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2560, น. 3; สุทธิดา จำรัส, 2560) และสอดคล้องกับข้อมูลเชิงปริมาณที่กลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่มีคณะ หรือสาขาวิชาที่ใฝ่ฝันเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สุขภาพ (n=98: 52.13%)

ตอนที่ 2 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยเฉลี่ยของนักเรียนอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$ จากแบบวัดฉบับปรนัย เท่ากับ .51) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีแนวโน้มใกล้กับเกณฑ์คะแนนค่อนข้างต่ำ (ช่วงคะแนน 0.25-0.49) จากการวิเคราะห์รายขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจขอบข่าย NOS 3 กิจการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะ NOS 3.2 วิทยาศาสตร์ได้ถูกจัดระบบอยู่ในเนื้อหาวิชาสาขาต่าง ๆ และมีการดำเนินการในสถาบันต่าง ๆ NOS 3.3 การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณ และNOS 3.4 นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในกิจกรรมสาธารณะทั้งในฐานะผู้เชี่ยวชาญ และเป็นพลเมือง และขอบย่ายย่อยอื่น ๆ ได้แก่ NOS 1.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ NOS 1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน NOS 2.2 วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลกับจินตนาการ NOS 2.3 วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและคำทำนาย ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยโดยรวม

ซึ่งสอดคล้องกันกับผลการวิจัยหลายฉบับ อาทิ กาญจนา มหาลี (2553) ได้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 110 คน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทุกด้าน โดยเฉพาะประเด็นที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนและวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ สอดคล้องกับ ชัยวัฒน์ ทองสุกใส (2558) ซึ่งได้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 35 คน พบว่า นักเรียนส่วนหนึ่งยังคงมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน หรือไม่เข้าใจประเด็นทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ ประเด็นการสังเกต การลงความเห็น และความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และประเด็นมายาคติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ นพักษร สังวาลเพ็ชร์ (2558) ซึ่งได้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 25 คน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ชัดเจนทุกประเด็นที่ศึกษา ได้แก่ (1) ทฤษฎีวิทยาศาสตร์ (2) การเปลี่ยนแปลงของความรู้วิทยาศาสตร์ (3) บทบาทของหลักฐานที่มีต่อวิทยาศาสตร์ (4) บทบาทของความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการต่อวิทยาศาสตร์ (5) วิธีการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ และ (6) ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและลงความเห็น สอดคล้องกับ ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล (2555) ซึ่งได้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 14 คน พบว่า นักเรียน 13 คน ไม่เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการอนุมานจากหลักฐานเชิงประจักษ์ของนักวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับ สุทธิดา จำรัส และคณะ (2552) ซึ่งได้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 135 คน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความหมายและที่มาของกฎและทฤษฎี ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และ

ผลกระทบของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์ เป็นต้น สะท้อนว่านักเรียนหลายคนยังขาดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลต่อการขาดผู้รู้วิทยาศาสตร์ และกำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์ที่เข้าใจในธรรมชาติของศาสตร์นี้อย่างแท้จริงในอนาคต

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้น พบว่า สาเหตุหลักของการมีระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต่ำ เกิดจากการที่ปัจจุบันครูมุ่งเน้นไปที่การจัดการเรียนการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์เป็นหลักและผู้เรียนเองยังมุ่งศึกษาเนื้อหาวิทยาศาสตร์เป็นหลักเพื่อใช้สอบเข้าศึกษาต่อระดับมหาวิทยาลัย ส่งผลให้ผู้เรียนขาดประสบการณ์การเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยครั้งนี้ โดยจากการศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ผ่านข้อบ่งชี้ย่อย ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (science experiences: OSLE 2) พบว่า อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ซึ่งหมายถึงกลุ่มเป้าหมายมีประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้งที่เป็นทางการ และไม่เป็นทางการค่อนข้างน้อย ทั้งนี้ อาจรวมถึงการขาดประสบการณ์การได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับข้อมูลเชิงคุณภาพของงานวิจัยนี้ โดยนักเรียนบางส่วนมองว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ไม่ได้ออกสอบ หรือเป็นเนื้อหาที่เกินความจำเป็น ดังเช่น แสตมป์ (การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565) กล่าวว่า “หนูอยากเรียนเฉพาะเนื้อหาวิทยาศาสตร์พอแล้วค่ะ สำหรับใช้สอบ” และไบโอ (การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565) กล่าวว่า “หนูหมายถึงต้องการเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น แต่ไม่จำเป็นต้องเข้าใจวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงว่าตกลงแล้วมันเป็นยังไงค่ะ” ดังนั้นมุมมองทางลบเหล่านี้จึงมีอิทธิพลต่อการลดลงของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความต้องการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 ผลการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วยสถิติ Dependent sample t-test โดยใช้นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังจากกลุ่มเป้าหมายได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด เมื่อวิเคราะห์แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัย และอัตนัย พบว่า ไม่สามารถเพิ่มระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (~Sig) ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ที่ได้ตั้งไว้ว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดมีระดับสูงขึ้นมากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ทั้งนี้ พบว่า สาเหตุหลักที่การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดครั้งนี้ ไม่สามารถเพิ่มระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทาง

<u>สถิติที่ระดับ .05</u> เกิดจากการที่ผู้เรียนมุ่งศึกษาเนื้อหาวิทยาศาสตร์เป็นหลักเพื่อใช้สอบเข้าศึกษาต่อระดับมหาวิทยาลัย และสอบเก็บคะแนนเท่านั้น จึงไม่ได้ให้ความสำคัญกับการทำความเข้าใจกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นต่าง ๆ เท่าที่ควร สอดคล้องกับหลายงานวิจัย ดังอธิบายในหัวข้อก่อนหน้า และพบว่า มีความสอดคล้องกับหลายงานวิจัยที่ยังไม่สามารถพัฒนาระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นต่าง ๆ ด้วยแนวการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างครบทุกมิติ อาทิ ชัยวัฒน์ ทองสุกใส (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในรายวิชาเคมี พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้องหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีความเข้าใจถูกต้องมากที่สุดในประเด็นการอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รองลงมา คือ ประเด็นความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และประเด็นการใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ ทั้งนี้ นักเรียนส่วนหนึ่งยังคงมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน หรือไม่เข้าใจประเด็นทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ ประเด็นการสังเกต การลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และประเด็นมายาคติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และนพักษร สังวาลเพ็ชร์ (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเรื่องโครงสร้างอะตอมสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ในทุกประเด็นที่ศึกษา โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้องใน 3 ประเด็น ได้แก่ ประเด็นหน้าที่ของทฤษฎีวิทยาศาสตร์ การเปลี่ยนแปลงของความรู้วิทยาศาสตร์ และบทบาทของหลักฐานต่อการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์

ถึงแม้ว่า จากข้อมูลเชิงปริมาณซึ่งแสดงข้อมูลโดยภาพรวม พบว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดไม่สามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดีเท่าที่ควร แต่จากการสัมภาษณ์ พบว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด สามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ เช่น กิจกรรมผจญภัยแอนตาร์กติกา (กิจกรรมจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6) ซึ่งสนับสนุนให้นักเรียนได้สะท้อนคิดระหว่างการร่วมประชุมกับกลุ่ม ได้อภิปรายสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้งเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ขอบข่าย ได้แก่ (1) NOS 2.4 นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ (2) NOS 3.3 การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณ (3) NOS 3.4 นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในกิจกรรมสาธารณะทั้งในฐาน ผู้เชี่ยวชาญ และเป็นพลเมือง ด้วยการตอบคำถามกับผู้วิจัย เช่น ผู้วิจัยได้ถามเพื่อสรุปว่ากลุ่มเป้าหมายมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นนักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ หรือไม่ พบว่า

กลุ่มเป้าหมายแสดงออกผ่านการตอบคำถามจากการสัมภาษณ์อย่างเห็นได้ชัดว่า อารมณ์ความรู้สึกส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ แต่ก็ต้องปฏิบัติตามมติของกลุ่ม บ่งชี้ว่าอย่างน้อยที่สุดกลุ่มเป้าหมายได้เรียนรู้ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังเป้าหมายของกิจกรรม และหลายกิจกรรมที่เสนอขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านเนื้อหาการพัฒนาทฤษฎีอะตอมอย่างชัดแจ้ง และสะท้อนคิดด้วยการตอบคำถามและอภิปรายในชั้นเรียน ซึ่งส่งเสริมให้กลุ่มเป้าหมายเชื่อมโยงเปรียบเทียบกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน และเข้าใจได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีหลักฐานเชิงประจักษ์ใหม่ ๆ ซึ่งน่าเชื่อถือมากกว่าความเชื่อบางสิ่งที่ขาดหลักฐานรองรับ และอย่างน้อยที่สุดนั้น มีข้อดีสำคัญประการหนึ่งที่นักเรียนได้รับจากการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ คือ กลุ่มเป้าหมายได้รับการสนับสนุนให้แสดงค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ด้วยการเลือกใช้ชีวิตประจำวันบนฐานมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังเช่นผลการสัมภาษณ์ กรณีเรื่องผีปู่ย่าของแสตมป์ ซึ่งได้อธิบายอย่างชัดเจนว่า ความเป็นวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อความเชื่อของแสตมป์ ดังแสตมป์ (การสื่อสารส่วนบุคคล, 15 มกราคม 2565) กล่าวว่า “หนูคิดว่ามันส่งผลต่อแนวคิดความเชื่อ ทำให้หนูมีความคิดมีเหตุมีผล และก่อนจะเชื่ออะไรต้องมีสิ่งยืนยันก่อนทำให้เราเชื่อได้ค่ะ” ซึ่งแสตมป์แสดงออกถึงการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงควรสนับสนุนให้มีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อไป

โดยหลายงานวิจัย อาทิ กาญจณา มหาลี (2553); ชัยวัฒน์ ทองสุกใส (2558); นพักษร สังวาลเพ็ชร์ (2558); ลลิตา คำแก้ว (2558); สรารัตน์ สุขผ่องใส (2558) Chamrat (2009) ได้ให้ข้อเสนอแนะเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างสอดคล้องกันว่า ครูควรให้ความสำคัญกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เทียบเท่ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ควรสอนเนื้อหาและสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในขั้นตอนต่าง ๆ ของการสอน และหากประเด็นใดไม่ชัดเจน ครูอาจใช้กิจกรรมแบบไม่อิงเนื้อหาเพื่อเสริมความเข้าใจประเด็นนั้น ๆ อีกทั้ง ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนคิดประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมเพื่อสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง มากกว่าการรับฟังบรรยายจากครูเพียงอย่างเดียว และหากประเด็นใดยังขาดความถูกต้องครูควรอธิบายเพิ่มให้ชัดเจน

ตอนที่ 4 ผลการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีต่ออัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วยสถิติ Dependent sample t-test โดยใช้นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังจากกลุ่มเป้าหมายได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด เมื่อวิเคราะห์แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (p-value (.008) < α (.05)) โดยมีองค์ประกอบ PSID การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (p-value (0.006) < α (.05))

และ OSLE ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทางเลือก (p-value (0.002) < α (.05)) มีการเปลี่ยนแปลงทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และองค์ประกอบย่อย PSID 2 การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์จากผู้อื่น (p-value (0.007) < α (.05)) ATS 3 การรับรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง (p-value (0.040) < α (.05)) OSLE 1 การเลือกเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ (p-value (0.021) < α (.05)) OSLE 2 ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (p-value (0.002) < α (.05)) มีการเปลี่ยนแปลงทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ซึ่งได้ตั้งไว้ว่า อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

เมื่อวิเคราะห์เนื้อหาแล้วจัดกลุ่มคำตอบ พบว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะองค์ประกอบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ผ่านมิติความหลงใหลในวิทยาศาสตร์และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการส่งเสริมให้กลุ่มเป้าหมายมองว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นแง่มุมใหม่ ๆ ที่น่าสนใจ ควรค่าที่จะเรียนรู้เพิ่มเติม และใช้หลักเกณฑ์ความเป็นวิทยาศาสตร์ตัดสินใจ หรืออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้อย่างมีเหตุผล และมีหลักฐาน อีกทั้ง การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดยังส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสร้างค่านิยมทางวิทยาศาสตร์นำสู่การปฏิบัติ โดยกระตุ้นให้กลุ่มเป้าหมายเลือกเชื่อในหลักฐานมากกว่าความเชื่อที่ยังขาดหลักฐาน หรือเหตุผลที่เชื่อถือได้ สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ซึ่งได้ตั้งไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดช่วยให้นักเรียนรับรู้ เปรียบเทียบ หรือประเมินตนกับสิ่งที่วิทยาศาสตร์เป็น จนเกิดการเปลี่ยนแปลงอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ไปสู่ทิศทางที่สอดคล้องกับธรรมชาติของตน

ข้อมูลข้างต้นสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Barab and Hay (2001) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงมุมมองความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการเข้าร่วมโครงการฝึกงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้อภิปรายว่าการฝึกปฏิบัติงานอย่างนักวิทยาศาสตร์ตามสภาพจริงช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย อีกทั้งยังได้มีโอกาสได้อยู่ในชุมชนของวิทยาศาสตร์ (scientific community) และอภิปรายที่แสดงนัยของการเชื่อมโยงระหว่างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ว่าการได้สัมผัสประสบการณ์การทำงานร่วมกับนักวิทยาศาสตร์ อาจส่งผลให้นักเรียนได้ปฏิบัติงานในโลกแห่งวิชาชีพทางวิทยาศาสตร์ที่แท้จริง (professional world of real scientists) ซึ่งอาจส่งผลต่อการเลือกอาชีพในอนาคต หรือการปฏิบัติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน และสอดคล้องกับ Hughes

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

et al. (2013) ที่มุ่งศึกษาอิทธิพลของกิจกรรมค่ายที่มีการพบปะตัวแบบทางสะเต็ม (STEM role models) และกิจกรรมการวิจัยสะเต็มตามสภาพจริง (Authentic STEM research activities) ผลการวิจัยพบว่า การที่นักเรียนได้รับตัวแบบทางสะเต็มสามารถทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในสะเต็ม (STEM interest) และเกิดอัตมโนทัศน์ในสะเต็ม (STEM self-concept) มากขึ้น

ดังนั้น การให้นักเรียนร่วมโครงการ หรือค่ายฝึกงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย (implicit approach) และการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (explicit approach) ซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้คือ การสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด (explicit and reflective approach) สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการได้ปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งช่วยส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมายนั้นมีความเป็นพลวัต โดยมีพื้นฐานที่แปรผันตามกระแสสังคม และเปลี่ยนแปลงได้แม้ได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดเพียงประมาณ 15 ชั่วโมง เช่นงานวิจัยนี้ ทั้งนี้ไม่ใช่ทุกคนที่เป็นเช่นนั้น บางคนยังคงอัตลักษณ์ตามการหล่อหลอมของสังคม ซึ่งอาจต้องทำตามการชี้นำของผู้ปกครอง และคนรอบข้าง ซึ่งยังคงต้องหาแนวทางการแก้ไขต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด ครั้งนี้ดำเนินไปภายใต้อิทธิพลของปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจส่งผลให้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของบางคนเพิ่มขึ้น หรือลดลงได้นอกเหนือจากการร่วมกิจกรรมเท่านั้น โดยอิทธิพลภายใน ได้แก่ ทุนเดิมของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ อาทิเช่น ความชอบ และประสบการณ์ทางลบในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นต้น และภายนอก ได้แก่ บุคคลใกล้ชิด และตัวแบบ ดังนั้น ไม่ควรนำข้อมูลไปใช้ทันทีโดยขาดการอ้างอิงในจุดนี้

2. การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด ครั้งนี้ยังไม่สามารถส่งผลอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ในเชิงของอาชีพได้ดีเท่าที่ควร เพราะนักเรียนยังไม่สามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงตัวตน หรือความคิด เพื่อมุ่งไปสู่สาขา หรืออาชีพที่เป็นไปตามธรรมชาติของตนได้อย่างเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน กล่าวคือ ยังไม่มีกลุ่มเป้าหมายคนใดอธิบายอย่างชัดเจนว่า การสอนครั้งนี้ทำให้ตนชัดเจนว่าจะไปเรียนต่อสาขาที่ตนรักอย่างแท้จริง โดยชี้เป้าว่าเป็นกิจกรรมไหน อย่างไร แต่การสอนครั้งนี้ สามารถส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดีโดยองค์ประกอบที่มีการเปลี่ยนแปลงทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ได้แก่ PSID การรับรู้

อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และ OSLE ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทางเลือก และองค์ประกอบย่อยที่มีการเปลี่ยนแปลงทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ได้แก่ PSID 2 การรับรู้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์จากผู้อื่น ATS 3 การรับรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง OSLE 1 การเลือกเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ และ OSLE 2 ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ สามารถกระตุ้นให้นักเรียนประมวลความคิดได้ว่า อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ตนมีอยู่นั้นอาจรับรู้ หรือมีอิทธิพลมาจากผู้อื่น (PSID 2 สูงขึ้น) เกิดความเชื่อในความสามารถของตนเองว่าสามารถประสบความสำเร็จในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ และความเชื่อในตนเองว่ามีทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถใช้ปฏิบัติได้เป็นอย่างดีในกิจกรรมเฉพาะต่าง ๆ มากขึ้น (ATS 3 สูงขึ้น) ซึ่งอาจทำให้นักเรียนอยากมีประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น (OSLE 1 สูงขึ้น) และเข้าร่วมประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น (OSLE 2 สูงขึ้น) ซึ่งสิ่งเหล่านี้ สามารถส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ในเชิงของอาชีพให้สอดคล้องกับตัวตนที่แท้จริงได้ในอนาคต

3. การวิจัยนี้ศึกษาในกลุ่มเป้าหมายที่ได้มาจากการเลือกอย่างเจาะจง บริบทที่ศึกษาจึงค่อนข้างเฉพาะเจาะจง ผลการวิจัยจึงเหมาะสำหรับการใช้เป็นข้อมูลสนับสนุน หรือเปรียบเทียบผลการศึกษาในบริบทอื่น ๆ มากกว่าการอ้างอิงผลเป็นข้อมูลระดับมหภาค

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากนักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีระดับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีแนวโน้มสูง กล่าวคือมองเห็นว่าตนคือผู้ที่จะอยู่ในศาสตร์สาขาทางวิทยาศาสตร์ โดยขาดประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งแสดงนัยถึงการขาดประสบการณ์การเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จึงเป็นไปได้ว่า อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่สูงนั้น อาจเกิดจากการที่นักเรียนได้รับการหล่อหลอมตนเองจากค่านิยมของสังคมมากไปกว่าการมองตนในภาพความเป็นจริงผ่านประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และผลงานวิจัยได้สะท้อนถึงความผิดพลาดของระบบทางสังคม ซึ่งผู้ปกครอง บุคคลใกล้ชิด และตัวแบบมีอิทธิพลครอบงำให้เยาวชนไม่เป็นตัวของตัวเอง และมีวิถีชีวิตที่ไม่สอดคล้องกับสิ่งที่ตนได้เลือกอย่างแท้จริง

ผู้วิจัยจึงเสนอแนวทางการวิจัยต่อไปว่า อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในบริบทอื่น ๆ อยู่ในระดับใด และระดับดังกล่าวเกิดจากค่านิยมทางสังคมที่หล่อหลอมตนจนเข้าใจผิดในอัตลักษณ์ต่อสาขา อาชีพของตนจากอัตลักษณ์ต่อสาขา อาชีพที่แท้จริงหรือไม่ อย่างไร โดยผลการวิจัยทั้งหมดซึ่งต่อยอดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จะช่วยเติมเต็มองค์ความรู้ทางวิชาการได้ว่า นักเรียนไทยในกลุ่มเป้าหมายอื่น ๆ มีอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร สะท้อนถึงปัญหาอันเป็นอุปสรรคขัดขวางวิถีพัฒนาการอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และ

แสวงหาแนวทางใหม่ ๆ ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อการธำรงและส่งเสริมอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

กมลรัตน์ ฉิมพาลี, ประสาท เนืองเฉลิม, และ ลือชา ลดาชาติ. (2560). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, *8*(1), 85-100. http://ejournals.swu.ac.th/index.php/JSTEL/article/view/8801

กาญจนา มหาลี. (2553). *การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบชัดเจน ร่วมกับการสะท้อนความคิด* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. ThaiLIS Digital Collection (TDC). https://tdc.thailis.or.th/tdc/browse.php?option=show&browse_type=title&titleid=315019

ขวัญใจ ฤทธิ์คำรพ. (2554). *ผลของโปรแกรมฝึกการตั้งเป้าหมายที่มีต่ออัตมโนทัศน์ทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR). http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/32035

โครงการ PISA ประเทศไทย. (2563). *ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์*. https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/scientific-literacy/

จรรยา ดาสา. (2560). การสืบเสาะวิทยาศาสตร์ในมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ของประเทศสหรัฐอเมริกา. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, *8*(2), 123-132. https://so02.tci-thaijo.org/index.php/human_ubu/article/view/214682

ชัยวัฒน์ ทองสุกใส. (2558). *การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในรายวิชาเคมี* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. ThaiLIS Digital Collection (TDC). https://tdc.thailis.or.th/tdc/browse.php?option=show&browse_type=title&titleid=494752

ชัยวัฒน์ พลธรรม. (2540). *การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเขตการศึกษา 11* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. ThaiLIS Digital Collection (TDC). https://tdc.thailis.or.th/tdc/browse.php?option=show&browse_type=title&titleid=66334

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2563). *กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เคมี*. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณภัทร พระโพธิ์วังซ้าย. (2560). *ผลของการเรียนการสอนด้วยการให้เหตุผลแบบรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR). http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/60723

ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง. (2559). *การสร้างเครื่องมือการวิจัยทางการศึกษา*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทัศนี พุฒนอก. (2556). *การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. ThaiLIS Digital Collection (TDC). https://tdc.thailis.or.th/tdc/browse.php?option=show&browse_type=title&titleid=382329

ทิวา ประภาชื่นชม, วิชิต สุรัตน์เรืองชัย, และ ปริญญา ทองสอน. (2563). การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางของ Borich และคณะ. *Journal of Educational Review Faculty of Education in MCU, 7*(1), 172-184. https://so02.tci-thaijo.org/index.php/EDMCU/article/view/240776

ทิศนา แขมมณี. (2561). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 22). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธัชวุฒิ กงประโคน และ จิรดาวรรณ หันตุลา. (2558). การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในการเรียนรู้เรื่องแรงและความดัน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และประวัติวิทยาศาสตร์. *JOURNAL OF EDUCATION KHON KAEN UNIVERSITY, 38*(3), 10-19. https://so02.tci-thaijo.org/index.php/EDKKUJ/article/view/48146

นพักษร สังวาลเพ็ชร์. (2558). *การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดในเรื่องโครงสร้างอะตอม* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. ThaiLIS Digital Collection (TDC). https://tdc.thailis.or.th/tdc/browse.php?option=show&browse_type=title&titleid=460240

นิภาภรณ์ เชยวัดเกาะ. (2545). *ผลของการเรียนการสอนแบบ 4* MAT *ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความคงทนในการเรียน และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR). https://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/272

เบญจวรรณ สงกาที. (2559). *การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. NSRU Knowledge sharing. http://ns.nsru.ac.th/handle/nsru/271

ประกฤติยา ทักษิโณ, ตรีคม พรมมาบุญ, ชุติมา สุรเศรษฐ, ธัญญรัศม์ จอกสถิตย์, และ จตุภูมิ เขตจัตุรัส. (2559). โมเดลการวัดและประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์รอบด้านตามมาตรฐานการศึกษาแห่งชาติและการพัฒนาชุดเครื่องมือวัดโครงสร้างด้านเจตคติของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน. สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). http://www.oic.go.th/FILEWEB/CABINFOCENTER6/DRAWER059/GENERAL/DATA0000/00000299.PDF

ปริณดา ลิมปานนท์. (2547). *การศึกษาการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR). . http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/29562

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. (2542, 19 สิงหาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 116 ตอนที่ 74 ก. หน้า 3-8.

พัฒนา กิติอาษา. (2546). *ท้องถิ่นนิยม* (พิมพ์ครั้งที่ 2). โอเอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2560). *พัฒนาการของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย: รายงานผลการวิจัย*. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. https://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/56620

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข. (2561). *ทักษะ 7C ของครู 4.0* (พิมพ์ครั้งที่ 4). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ. (2553). *ปัจจัยเชิงสาเหตุของความผูกพันต่อบทบาทเอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์และความคลุมเครือในบทบาทที่มีผลต่อพฤติกรรมตามบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และ*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คณิตศาสตร์ [วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต]. ThaiLIS Digital Collection (TDC). https://tdc.thailis.or.th/tdc/browse.php?option=show&browse_type=title&titleid=536203

ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ และ ขวัญ เพียซ้าย. (2554). เอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, *2*(2), 165-175. http://ejournals.swu.ac.th/index.php/JSTEL/article/view/4037

ยุพดี เส้นขาว. (2532). *ความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจในวิทยาศาสตร์กับความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กรุงเทพมหานคร* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR). http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/29562

ลลิตา คำแก้ว. (2558). *การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นปีที่ 4 โดยการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดผนวกในเนื้อหาเรื่องปฏิกิริยาเคมี* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. ThaiLIS Digital Collection (TDC). https://tdc.thailis.or.th/tdc/browse.php?option=show&browse_type=title&titleid=460029

ลลิตา มัณยานนท์. (2557). *การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแนวคิดเรื่องพลังงานไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. ThaiLIS Digital Collection (TDC). https://tdc.thailis.or.th/tdc/browse.php?option=show&browse_type=title&titleid=460029

ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล. (2555). การสำรวจและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *Princess of Naradhiwas University Journal, 4*(2), 73-90. https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pnujr/article/view/53735

วชิรา วิชยานุวัติ. (2531). *เกียรติภูมิของอาชีพในเขตเมือง* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR). http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/23280

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2552). ทรรศนะที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์และอาจารย์พี่เลี้ยง. *วารสารวิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์*, *30*(2), 113-129. https://kukr.lib.ku.ac.th/journal/KJSS/search_detail/result/308026

วรวุฒิ สุภาพ. (2552). *การศึกษาอัตลักษณ์และการให้ความหมายของการศึกษาเพื่อการพัฒนาพื้นที่ทางการศึกษาในสังคมไทย : กรณีศึกษานักเรียนไทยที่ศึกษาโปรแกรมเตรียมความพร้อม*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เพื่อสอบวัดระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของสหรัฐอเมริกาในประเทศไทย [วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต]. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR). https://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/38826

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

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. http://academic.obec.go.th/articledetail.php?id=66&action=view

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* https://www.scimath.org/ebook-science/item/8415-2-2560-2551

สรารัตน์ สุขผ่องใส. (2558). *การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง กฎของแก๊สและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. ThaiLIS Digital Collection (TDC). https://tdc.thailis.or.th/tdc/browse.php?option=show&browse_type=title&titleid=459059

สิทธิชัย ชัยลังกา. (2558). *การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิดร่วมกับประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ : การวิจัยปฏิบัติการ* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. ThaiLIS Digital Collection (TDC). https://tdc.thailis.or.th/tdc/browse.php?option=show&browse_type=title&titleid=459318

สิรินภา กิจเกื้อกูล, นฤมล ยุตาคม, และ อรุณี อิงคากุล. (2548). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารวิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์*, *26*(2), 133-145. https://kukr.lib.ku.ac.th/journal/KJSS/search_detail/result/307953

สุทธิดา จำรัส. (2560). นิยามของสะเต็ม และลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา. *STOU Education Journal*, *10*(2), 13-34. https://so05.tci-thaijo.org/index.php/edjour_stou/article/view/123452

สุทธิดา จำรัส, นฤมล ยุตาคม, และ พรทิพย์ ไชยโส. (2552). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิจัย มข*, *14*(4), 360-374. http://resjournal.kku.ac.th/scitech/issue_14_04.asp?lang=en&vol=14

สุรยศ ทรัพย์ประกอบ. (2553). *ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการผลิตครู 5 ปี* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. ThaiLIS Digital Collection (TDC). https://tdc.thailis.or.th/tdc/browse.php?option=show&browse_type=title&titleid=314201

สุรยศ ทรัพย์ประกอบ, ชาตรี ฝ่ายคำตา, และ พจนารถ สุวรรณรุจิ. (2560). ความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์. *Kasetsart Journal of Social Sciences, 38*(3), 704-716. https://so04.tci-thaijo.org/index.php/kjss/article/download/242785/164968/

อัญชลี แย้มพยนต์. (2531). *เกียรติภูมิของอาชีพในเขตชนบท* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR). http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/31020

Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science education, 82*(4), 417-436. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:4<417::AID-SCE1>3.0.CO;2-E

Abd-El-Khalick, F., & BouJaoude, S. (1997). An exploratory study of the knowledge base for science teaching. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, *34*(7), 673-699. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199709)34:7<673::AID-TEA2>3.0.CO;2-J

Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, *37*(10), 1057-1095. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/1098-2736(200012)37:10<1057::AID-TEA3>3.0.CO;2-C

Abd-El-Khalick, F. S. (1998). *The influence of history of science courses on students' conceptions of the nature of science*. Oregon State University.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

https://www.proquest.com/docview/304536980?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true

Admission Premium. (2562, 22 พฤษภาคม). *แถลงการณ์ สรุปสถิติ* TCAS *62 จาก ทปอ.*. https://www.admissionpremium.com/content/4797

Admission Premium. (2563a, 5 พฤษภาคม). TOP *10 มหาวิทยาลัยยอดฮิต* TCAS'*63 รอบที่ 3*. https://www.admissionpremium.com/content/5535

Admission Premium. (2563b, 27 พฤษภาคม). *สถิติ* TCAS*63 รอบที่ 4* Admission*2*. https://www.admissionpremium.com/content/5586

Aikenhead, G. S., & Ryan, A. G. (1992). The development of a new instrument:"Views on science-technology-society"(VOSTS). *Science education*, *76*(5), 477-491. https://education.usask.ca/documents/profiles/aikenhead/vosts_2.pdf

American Association for the Advancement of Science. (1990). *Science for all Americans*. Oxford University Press.

Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2010). "Doing" science versus "being" a scientist: Examining 10/11-year-old schoolchildren's constructions of science through the lens of identity. *Science education*, *94*(4), 617-639. https://doi.org/10.1002/sce.20399

Aschbacher, P. R., Li, E., & Roth, E. J. (2010). Is science me? High school students' identities, participation and aspirations in science, engineering, and medicine. *Journal of research in science teaching*, *47*(5), 564-582. https://doi.org/10.1002/tea.20353

Barab, S. A., & Hay, K. E. (2001). Doing science at the elbows of experts: Issues related to the science apprenticeship camp. *Journal of research in science teaching*, *38*(1), 70-102. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/1098-2736(200101)38:1<70::AID-TEA5>3.0.CO;2-L

Bell, J., Besley, J., Cannady, M., Crowley, K., Grack Nelson, A., Phillips, T., Riedinger, K., & Storksdieck, M. (2018). *The role of identity in STEM learning and science communication: Reflections on interviews from the field.* Center for Advancement of Informal Science Education. https://www.informalscience.org/sites/default/files/CAISE%20Identity%20Overview.pdf

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Bell, R. L., Blair, L. M., Crawford, B. A., & Lederman, N. G. (2003). Just do it? Impact of a science apprenticeship program on high school students' understandings of the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, *40*(5), 487-509. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/tea.10086

Braund, M., & Driver, M. (2005). Pupils' perceptions of practical science in primary and secondary school: implications for improving progression and continuity of learning. *Educational Research*, *47*(1), 77-91. https://doi.org/10.1080/0013188042000337578

Brickhouse, N. W. (2001). Embodying science: A feminist perspective on learning. *Journal of research in science teaching*, *38*(3), 282-295. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/1098-2736(200103)38:3<282::AID-TEA1006>3.0.CO;2-0

Brickhouse, N. W., Lowery, P., & Schultz, K. (2000). What kind of a girl does science? The construction of school science identities. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, *37*(5), 441-458. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(200005)37:5<441::AID-TEA4>3.0.CO;2-3

Buaraphan, K. (2009). Preservice and inservice science teachers responses and reasoning about the nature of science. *Educational Research and Reviews*, *4*(11), 561-581. https://academicjournals.org/journal/ERR/article-full-text-pdf/93FE7564165

Carlone, H. B., & Johnson, A. (2007). Understanding the science experiences of successful women of color: Science identity as an analytic lens. *Journal of research in science teaching*, *44*(8), 1187-1218. https://doi.org/10.1002/tea.20237

Chamrat, S. (2009). *Exploring Thai Grade* 10 *Chemistry Students' Understanding of Atomic Structure Concepts and the Nature of Science Through the Model-based Approach* [Doctoral dissertation]. Research Gate. https://www.researchgate.net/publication/318027503

Chang, M. J., Eagan, M. K., Lin, M. H., & Hurtado, S. (2011). Considering the Impact of Racial Stigmas and Science Identity: Persistence among Biomedical and

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Behavioral Science Aspirants. *The Journal of higher education*, *82*(5), 564-596. https://doi.org/10.1080/00221546.2011.11777218

Chemers, M. M., Zurbriggen, E. L., Syed, M., Goza, B. K., & Bearman, S. (2011). The Role of Efficacy and Identity in Science Career Commitment Among Underrepresented Minority Students. *Journal of Social Issues*, *67*(3), 469-491. https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.2011.01710.x

Clough, M. P., & Olson, J. K. (2012). Impact of a nature of science and science education course on teachers' nature of science classroom practices. In *Advances in nature of science research* (pp. 247-266). Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-2457-0_12

Collins, R. (1992). The romanticism of agency/structure versus the analysis of micro/macro. *Current Sociology*, *40*(1), 77-97. https://doi.org/https://doi.org/10.1177/001139292040001007

Crowley, K., Barron, B. J., Knutson, K., & Martin, C. K. (2015). Interest and the development of pathways to science. *Interest in mathematics and science learning*, 297-313. https://upclose.lrdc.pitt.edu/articles/2015%20crowley%20et%20al%20Interest%20Volume.pdf

Eccles, J. (2009). Who Am I and What Am I Going to Do With My Life? Personal and Collective Identities as Motivators of Action. *Educational psychologist*, *44*(2), 78-89. https://doi.org/10.1080/00461520902832368

Eccles, J. S., Fredricks, J. A., Baay, P., Oettingen, G., & Gollwitzer, P. M. (2015). Expectancies, Values, Identities, and Self-Regulation. In *Self-regulation in adolescence* (pp. 30-56). https://doi.org/10.1017/cbo9781139565790.003

Emirbayer, M., & Mische, A. (1998). What is agency? *American journal of sociology*, *103*(4), 962-1023. https://doi.org/https://doi.org/10.1086/231294

Emvalotis, A., & Koutsianou, A. (2018). Greek primary school students' images of scientists and their work: has anything changed? *Research in Science & Technological Education*, *36*(1), 69-85. https://doi.org/https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1366899

Ertl, B., Luttenberger, S., & Paechter, M. (2017). The Impact of Gender Stereotypes on

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

the Self-Concept of Female Students in STEM Subjects with an Under-Representation of Females. *Front Psychol*, *8*, 703. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00703

Gee, J. P. (1999). *An introduction to discourse analysis: Theory and method*. Routledge. https://1th.me/LLtJm

Gee, J. P. (2000). Chapter 3: Identity as an analytic lens for research in education. *Review of research in education*, *25*(1), 99-125. https://doi.org/https://doi.org/10.3102/0091732X025001099

Hazari, Z., Sadler, P. M., & Sonnert, G. (2013). The science identity of college students: Exploring the intersection of gender, race, and ethnicity. *Journal of College Science Teaching*, *42*(5), 82-91. https://www.semanticscholar.org/paper/The-Science-Identity-of-College-Students%3A-Exploring-Hazari-Sadler/14f0c0ce47b1d8f2db3ab2a7238a3d989acd822a

Herrera, F. A., Hurtado, S., Garcia, G. A., & Gasiewski, J. (2012). A model for redefining STEM identity for talented STEM graduate students. *American Educational Research Association Annual Conference*, University of California, Los Angeles.

Hughes, R. M., Nzekwe, B., & Molyneaux, K. J. (2013). The Single Sex Debate for Girls in Science: a Comparison Between Two Informal Science Programs on Middle School Students' STEM Identity Formation. *Research in Science Education*, 43(5), 1979-2007. https://doi.org/10.1007/s11165-012-9345-7

Jones, S. R., & McEwen, M. K. (2000). A conceptual model of multiple dimensions of identity. *Journal of college student development, 41*(4), 405-414. http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.458.8533&rep=rep1&type=pdf

Khishfe, R. (2008). The development of seventh graders' views of nature of science. *Journal of research in science teaching*, *45*(4), 470-496. https://doi.org/10.1002/tea.20230

Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of research in science teaching*, *39*(7), 551-578. https://doi.org/10.1002/tea.10036

Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W., & Albert, J. L. (2014). The Development of

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

the STEM Career Interest Survey (STEM-CIS). *Research in Science Education*, *44*(3), 461-481. https://doi.org/10.1007/s11165-013-9389-3

Kruse, J. (2008). NOS: Integrating the nature of science throughout the entire school year. *Iowa Science Teachers Journal*, *35*(2), 15-20. https://scholarworks.uni.edu/istj/vol35/iss2/5/

Kyllonen, P. C., Walters, A. M., & Kaufman, J. C. (2011). The role of noncognitive constructs and other background variables in graduate education. *ETS Research Report Series*, 2011(1), i-133. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/j.2333-8504.2011.tb02248.x

Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of research in science teaching*, *29*(4), 331-359. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/tea.3660290404

Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. e. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of research in science teaching*, *39*(6), 497-521. https://doi.org/10.1002/tea.10034

Lederman, N. G., & O'Malley, M. (1990). Students' perceptions of tentativeness in science: Development, use, and sources of change. *Science education*, *74*(2), 225-239. https://1th.me/XChuP

Lederman, N. G., Wade, P. D., & Bell, R. L. (1998). Assessing the nature of science: what is the nature of our assessments? *Science & Education*, *7*(6), 595-615. https://doi.org/https://doi.org/10.1023/A:1008601707321

Lee, J. D. (1998). Which kids can" become" scientists? Effects of gender, self-concepts, and perceptions of scientists. *Social Psychology Quarterly*, 199-219. https://doi.org/https://doi.org/10.2307/2787108

Lee, J. D. (2002). More than ability: Gender and personal relationships influence science and technology involvement. *Sociology of Education*, 349-373. https://doi.org/https://doi.org/10.2307/3090283

Lin, H.-S., & Chiu, H.-L. (2004). Student understanding of the nature of science and their problem-solving strategies. *International Journal of Science Education*, *26*(1), 101-112. https://doi.org/10.1080/0950069032000070289

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Maltese, A. V., & Tai, R. H. (2009). Eyeballs in the Fridge: Sources of early interest in science. *International Journal of Science Education*, *32*(5), 669-685. https://doi.org/10.1080/09500690902792385

McComas, W. F. (2004). Keys to teaching the nature of science. *The science teacher*, *71*(9), 24. https://www.proquest.com/docview/214618434?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true

McComas, W. F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education*, *17*(2-3), 249-263. https://doi.org/10.1007/s11191-007-9081-y

McComas, W. F. (2017). Understanding how science works: The nature of science as the foundation for science teaching and learning. *School Science Review*, *98*(365), 71-76. https://1th.me/BjL2L

McComas, W. F., Clough, M. P., & Almazroa, H. (1998). The Role and Character of the Nature of Science in Science Education. In W. F. McComas (Ed.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (pp. 3-39). Springer Netherlands. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/0-306-47215-5_1

McComas, W. F., & Olson, J. K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. In *The nature of science in science education* (pp. 41-52). Springer. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/0-306-47215-5_2.pdf

McDonald, M. M., Zeigler-Hill, V., Vrabel, J. K., & Escobar, M. (2019). A Single-Item Measure for Assessing STEM Identity [Original Research]. *Frontiers in Education, 4*(78). https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00078

Merolla, D. M., Serpe, R. T., Stryker, S., & Schultz, P. W. (2012). Structural Precursors to Identity Processes: The Role of Proximate Social Structures. *Social Psychology Quarterly*, *75*(2), 149-172. https://doi.org/10.1177/0190272511436352

National Research Council. (1996). *National science education standards*. National Academies Press.

Ong, M., Wright, C., Espinosa, L., & Orfield, G. (2011). Inside the double bind: A synthesis of empirical research on undergraduate and graduate women of color in science, technology, engineering, and mathematics. *Harvard Educational*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Review, *81*(2), 172-209. https://doi.org/https://doi.org/10.17763/haer.81.2.t022245n7x4752v2

Perez, T., Cromley, J. G., & Kaplan, A. (2014). The role of identity development, values, and costs in college STEM retention. *Journal of Educational Psychology*, *106*(1), 315-329. https://doi.org/10.1037/a0034027

Peters‐Burton, E. E. (2014). Is there a "Nature of STEM"?. *School Science and Mathematics. 114*(3), 99-101. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ssm.12063

Polman, J. L., & Miller, D. (2010). Changing Stories: Trajectories of identification among African American youth in a science outreach apprenticeship. *American Educational Research Journal*, *47*(4), 879-918. https://doi.org/10.3102/0002831210367513

Robnett, R. D. (2015). Gender Bias in STEM Fields: Variation in prevalence and links to STEM self-concept. *Psychology of Women Quarterly*, *40*(1), 65-79. https://doi.org/10.1177/0361684315596162

Sangsa-ard, R., Thathong, K., & Chapoo, S. (2014). Examining Grade 9 Students'Conceptions of the Nature of Science. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *116*, 382-388. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.226

Schiebinger, L. (2000). Has feminism changed science? *Signs: journal of women in culture and society*, *25*(4), 1171-1175. https://www.jstor.org/stable/pdf/3175507.pdf?refreqid=excelsior%3Ac414ae90331d853dcc3ff2cbe10b89b4

Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science education*, *88*(4), 610-645. https://doi.org/10.1002/sce.10128

Sewell, W. H. (1992). A theory of structure: Duality, agency, and transformation. *American journal of sociology*, *98*(1), 1-29. https://doi.org/https://doi.org/10.1086/229967

Shanahan, M. C. (2009). Identity in science learning: exploring the attention given to agency and structure in studies of identity. *Studies in Science Education*, *45*(1),

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

43-64. https://doi.org/10.1080/03057260802681847

Stets, J. E., Brenner, P. S., Burke, P. J., & Serpe, R. T. (2017). The science identity and entering a science occupation. *Social Science Research*, *64*, 1-14. https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2016.10.016

Stets, J. E., & Burke, P. J. (2000). Identity theory and social identity theory. *Social Psychology Quarterly*, *63*(2), 224-237. https://doi.org/https://www.jstor.org/stable/2695870?seq=1#metadata_info_tab_contents

Summers, R., & Abd-El-Khalick, F. (2018). Development and validation of an instrument to assess student attitudes toward science across grades 5 through 10. *Journal of research in science teaching*, *55*(2), 172-205. https://doi.org/10.1002/tea.21416

Tairab, H. H. (2010). How do Pre-service and In-service Science Teachers View the Nature of Science and Technology? *Research in Science & Technological Education*, *19*(2), 235-250. https://doi.org/10.1080/02635140120087759

Tan, A. L., Jocz, J. A., & Zhai, J. (2015). Spiderman and science: How students' perceptions of scientists are shaped by popular media. *Public Understanding of Science*, *26*(5), 520-530. https://doi.org/10.1177/0963662515615086

Tonso, K. L. (1999). Engineering Gender– Gendering Engineering: A Cultural Model for Belonging. *Journal of women and minorities in science and engineering*, *5*(4), 365-405. https://doi.org/https://doi.org/10.1615/JWomenMinorScienEng.v5.i4.60

Tonso, K. L. (2006). Student Engineers and Engineer Identity: Campus Engineer Identities as Figured World. *Cultural Studies of Science Education*, *1*(2), 273-307. https://doi.org/10.1007/s11422-005-9009-2

Trujillo, G., & Tanner, K. D. (2014). Considering the role of affect in learning: monitoring students' self-efficacy, sense of belonging, and science identity. *CBE-Life Sciences Education*, *13*(1), 6-15. https://doi.org/10.1187/cbe.13-12-0241

Tyler-Wood, T. L., Knezek, G., & Christensen, R. (2010). Instruments for Assessing Interest in STEM Content and Careers. *Journal of Technology and Teacher Education*, *18*, 345-368. https://www.semanticscholar.org/paper/Instruments-for-Assessing-Interest-in-STEM-Content-Tyler-Wood-Knezek/819265a4709c727ce789a71b05f07447bbea46df#paper-header

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Vincent-Ruz, P., & Schunn, C. D. (2018). The nature of science identity and its role as the driver of student choices. *International journal of STEM education*, *5*(1), 1-12. https://doi.org/10.1186/s40594-018-0140-5

Wiebe, E., Unfried, A., & Faber, M. (2018). The Relationship of STEM Attitudes and Career Interest. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *14*(10). https://doi.org/10.29333/ejmste/92286

Williams, M. M., & George-Jackson, C. (2014). Using and doing science: Gender, self-efficacy, and science identity of undergraduate students in STEM. *Journal of women and minorities in science and engineering*, *20*(2), 99-126. https://doi.org/https://doi.org/10.1615/JWomenMinorScienEng.2014004477

Zhai, J., Jocz, J. A., & Tan, A.-L. (2013). 'Am I Like a Scientist?': Primary children's images of doing science in school. *International Journal of Science Education*, *36*(4), 553-576. https://doi.org/10.1080/09500693.2013.791958

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการภาคผนวก

ภาคผนวก ก **รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ**

ภาคผนวก ข **เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

1. ตัวอย่างแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์
2. ตัวอย่างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัย
3. ตัวอย่างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบอัตนัย
4. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง
5. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

ภาคผนวก ค **คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

1. แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์
2. แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัย
3. แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบอัตนัย
4. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง
5. แผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

1.1 รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง	อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
1.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล	อาจารย์ประจำศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
1.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยวรรณ วิเศษสุวรรณภูมิ	หัวหน้าภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
1.4 ดร.ชนัญชิดา ทุมมานนท์	อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัยและแบบอัตนัย

2.1 รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ	อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล	อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิดา จำรัส	อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรการสอนและการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

3.1 ดร.จิตรา สมพิงค์	ข้าราชการครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ สังกัด สพม.ลปลพ
3.2 นางศรีสมบูรณ์ สิงหนาท	ข้าราชการครูบำนาญ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ สังกัด สพม.ลปลพ
3.3 นางสาวปณิดา ขัดสงคราม	ข้าราชการครูวิทยฐานะชำนาญการ สังกัด สพม.ลปลพ

4. แผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

2.1 รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภาษร	อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
2.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรรยา ดาสา	ผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิดา จำรัส	อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรการสอนและการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์
2. ตัวอย่างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบปรนัย
3. ตัวอย่างแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบอัตนัย
4. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง
5. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจงโดยภาพรวม: แบบวัดนี้มีจุดประสงค์เพื่อวัดระดับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แบ่งเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบวัด ให้เวลาทำ 10 นาที และตอนที่ 2 ข้อมูลอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ให้เวลาทำ 60 นาที โดยให้นักเรียนตอบตามความเป็นจริง หรือสอดคล้องกับความรู้สึกของนักเรียนมากที่สุด โดยคำตอบของนักเรียนจะไม่มีผลต่อผลการเรียนหรือคะแนนของนักเรียนทุกกรณี

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบวัด

คำชี้แจงตอนที่ 1:

1. ให้นักเรียนระบุชื่อ-สกุล (สมมุติ) เลขที่ใหม่ที่จัดขึ้นสำหรับใช้ในการวิจัยเท่านั้น และระดับชั้นของนักเรียน
2. ใช้เครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องวงกลม (O) ตามข้อมูลจริง
3. กรณีที่นักเรียนเลือกช่องวงกลม (O) ที่มีคำว่า โปรดระบุ ให้เขียนคำอธิบายเพิ่มเติมในช่องว่าง
4. ให้เวลาทำ 10 นาที

ชื่อ-นามสกุล (สมมุติ) .....**ชั้น**..... **เลขที่**.....

1.1 เพศ	O ชาย O หญิง O ไม่ประสงค์ที่จะระบุ O อื่น ๆ (โปรดระบุ).....
1.2 อายุ	O ต่ำกว่า 12 ปี O 12-15 ปี O 16-18 ปี O 18-20 ปี O มากกว่า 20 ปี
1.3 เชื้อชาติ	O ไทย O อื่น ๆ (โปรดระบุ).....
1.4 สัญชาติ	O ไทย O อื่น ๆ (โปรดระบุ).....
1.5 ชาติพันธุ์ (ถ้ามี)	O กะเหรี่ยง O ไทยอง O ไทลื้อ O ไม่มี O อื่น ๆ (โปรดระบุ) .....
1.6 แผนการเรียนปัจจุบัน (ถ้ามี)	O วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ O ศิลป์คำนวณ O ศิลป์ภาษา O อื่น ๆ (โปรดระบุ).....
1.7 ผลการเรียนเฉลี่ยสะสม ชั้น ม.ต้น ทุกรายวิชา	O ต่ำกว่า 1.00 O 1.50-1.99 O 2.50-2.99 O 1.00-1.49 O 2.00-2.49 O 3.00-3.49 O 3.50 ขึ้นไป
1.8 ผลการเรียนเฉลี่ยสะสม ชั้น ม.ต้น <u>เฉพาะวิชา</u>	O ต่ำกว่า 1.00 O 1.50-1.99 O 2.50-2.99 O 3.50 ขึ้นไป O 1.00-1.49 O 2.00-2.49 O 3.00-3.49

CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยาศาสตร์

1.9 อาชีพที่ใฝ่ฝันว่าอยากจะเป็นมากที่สุด (โปรดระบุ).....

1.10 ระดับการศึกษาสูงสุดที่ประสงค์จะศึกษา
- O การศึกษาขั้นพื้นฐาน (จบชั้น ม.6 หรือเทียบเท่า)
- O ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) หรืออนุปริญญา
- O การศึกษาระดับปริญญาตรี O ระดับสูงกว่าปริญญาตรี

1.11 สาขาวิชาที่ใฝ่ฝันว่าอยากศึกษาต่อมากที่สุด
(เฉพาะกรณีต้องการศึกษาต่อสูงกว่าการศึกษาขั้นพื้นฐาน) (โปรดระบุ).....

1.12 เหตุผลที่อยากศึกษาต่อสาขานี้
(เฉพาะกรณีต้องการศึกษาต่อสูงกว่าการศึกษาขั้นพื้นฐาน และเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)
- O เรียนตามเพื่อน O ตามใจผู้ปกครอง O สังคมยอมรับ
- O เคยฝึกงานในสาขานี้ O มีบุคคลใกล้ชิดเป็นแบบอย่าง
- O สามารถประกอบอาชีพที่มีรายได้สูง
- O อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

1.13 สาขาวิชาที่จะศึกษาต่อจริง
(เฉพาะกรณีต้องการศึกษาต่อสูงกว่าการศึกษาขั้นพื้นฐาน) (โปรดระบุ).....

1.14 สาขาที่ใฝ่ฝัน หรืออยากศึกษาต่อมากที่สุด (ข้อ 1.11) กับสาขาวิชาที่จะศึกษาต่อจริง (ข้อ 1.13) ตรงกันหรือไม่
(เฉพาะกรณีต้องการศึกษาต่อสูงกว่าการศึกษาขั้นพื้นฐาน)
O ตรง O ไม่ตรง

1.15 *กรณี ข้อ 1.14 ไม่ตรงกัน* ให้เหตุผลที่ทำให้จะต้องศึกษาต่อจริงในคณะ หรือสาขาข้อ 1.13
- O กลัวไม่มีเพื่อนเรียนด้วยในสาขาที่ใฝ่ฝัน
- O สาขาที่ใฝ่ฝันต้องไปศึกษาในที่ที่ห่างไกลบ้าน
- O กลัวว่าจะหางานยาก/ไม่มีงานรองรับในสาขาที่ใฝ่ฝัน
- O หากเรียนต่อในสาขาที่ใฝ่ฝัน อาจต้องทำงานไกลบ้าน
- O ปัญหาสุขภาพ จึงไม่สามารถเรียนในสาขาที่ใฝ่ฝันได้
- O กลัวว่าการเรียนต่อในสาขาที่ใฝ่ฝัน จะไม่เป็นที่ยอมรับของสังคม
- O ตามใจผู้ปกครอง/ผู้ปกครองไม่สนับสนุนให้เรียนในสาขาที่ใฝ่ฝัน
- O คิดว่าตนเองมีความสามารถไม่เพียงพอ ที่จะศึกษาต่อในสาขาที่ใฝ่ฝัน
- O ฐานะที่บ้านไม่สู้ดี หรือขาดแคลนทุนทรัพย์ จึงไม่สามารถเข้าเรียนในสาขาที่ใฝ่ฝันได้
- O คิดว่าตนเองมีเชื้อชาติ หรือชาติพันธุ์ที่ไม่เหมาะสมกับงาน หรืออาจโดนดูถูกได้ง่ายในสาขาที่ใฝ่ฝัน
- O คิดว่าตนเองมีเพศกำเนิด หรือเพศสภาพที่เป็นอยู่ที่ไม่เหมาะสมกับงาน หรืออาจโดนดูถูกได้ง่ายในสาขาที่ใฝ่ฝัน O อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

ตอนที่ 2 ข้อมูลอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจงตอนที่ 2:

1. แบบวัดนี้ประกอบด้วยข้อความ หรือรายการประเมิน จำนวน 38 ข้อ ให้นักเรียนพิจารณาว่า ข้อความที่อ่านตรงกับความคิดของนักเรียนในระดับใด (4 = มากที่สุด, 3 = มาก, 2 = น้อย, และ 1 = น้อยที่สุด) โดย**<u>คำตอบของนักเรียนจะไม่มีผลต่อผลการเรียนหรือคะแนนของนักเรียนทุกกรณี</u>**

2. วิธีตอบมีขั้นตอน ดังนี้

2.1. ให้นักเรียนอ่านข้อความแต่ละข้ออย่างถี่ถ้วนและพิจารณาแต่ละข้อ ดังนี้

2.1.1. ถ้าข้อความ**ตรงกับความคิดของนักเรียนในระดับมากที่สุด**ให้ใส่เครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องวงกลม (O) ของแถว**หมายเลข 4** ซึ่งหมายถึง **มากที่สุด**

2.1.2. ถ้าข้อความ**ตรงกับความคิดของนักเรียนในระดับมาก**ให้ใส่เครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องวงกลม (O) ของแถว**หมายเลข 3** ซึ่งหมายถึง **มาก**

2.1.3. ถ้าข้อความ**ตรงกับความคิดของนักเรียนในระดับน้อย**ให้ใส่เครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องวงกลม (O) ของแถว**หมายเลข 2** ซึ่งหมายถึง **น้อย**

2.1.4. ถ้าข้อความ**ตรงกับความคิดของนักเรียนในระดับน้อยที่สุด**ให้ใส่เครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องวงกลม (O) ของแถว**หมายเลข 1** ซึ่งหมายถึง **น้อยที่สุด**

ตัวอย่าง: ถ้าข้อความตรงกับความคิดของนักเรียนในระดับมากที่สุดให้ใส่เครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องวงกลม (O) ของแถวหมายเลข 4 ซึ่งหมายถึง มากที่สุด ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ข้อความ/รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			
		น้อยที่สุด (1)	น้อย (2)	มาก (3)	มากที่สุด (4)
1	ฉันมองเห็นว่าฉันเป็นนักวิทยาศาสตร์ หรือผู้ประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	O	O	O	✓

2.2. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดทับ (–) บนเครื่องหมายเดิมเสียก่อนแล้วจึงใส่เครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องวงกลม (O) ข้อที่นักเรียนเลือกใหม่ ดังนี้

ตัวอย่าง: ถ้านักเรียนต้องการแก้จาก “มากที่สุด” เป็น “มาก”

ข้อ	ข้อความ/รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			
		น้อยที่สุด (1)	น้อย (2)	มาก (3)	มากที่สุด (4)
1	ฉันมองเห็นว่าฉันเป็นนักวิทยาศาสตร์ หรือผู้ประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	O	O	⊘	⊘

2.3. ให้นักเรียนตอบคำถามให้ครบทุกข้อ

2.4. ให้นักเรียนตอบคำถามภายในเวลา 60 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำชี้แจง: โปรดอ่านข้อความที่กำหนดให้ แล้วทำเครื่องหมายถูกต้อง (✓) ลงในช่องวงกลม (O) ที่ตรงกับความคิดของนักเรียนมากที่สุด (4 = มากที่สุด, 3 = มาก, 2 = น้อย, และ 1 = น้อยที่สุด)

ข้อ	ข้อความ/รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			
		น้อยที่สุด (1)	น้อย (2)	มาก (3)	มากที่สุด (4)
1	ฉันมองเห็นว่าฉันเป็นนักวิทยาศาสตร์ หรือผู้ประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	O	O	O	O
2	คนในครอบครัวมองฉันว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ หรือผู้ประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	O	O	O	O
3	เพื่อน ๆ มองฉันว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ หรือผู้ประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	O	O	O	O
4	ครูมองฉันว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ หรือผู้ประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	O	O	O	O
5	ฉันสนใจเรื่องราว หรืออยากรู้คำตอบทางด้านวิทยาศาสตร์ เพิ่มเติมอยู่เสมอ	O	O	O	O
6	ฉันอยากทราบว่าวัตถุ สิ่งของ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือเครื่องจักรกลต่าง ๆ มีการทำงานอย่างไร	O	O	O	O
7	ฉันอยากอ่านทุกสิ่งที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ให้มากที่สุด เท่าที่จะสามารถหาอ่านได้	O	O	O	O
8	ฉันอยากรู้ในทุกสิ่งที่เป็นวิทยาศาสตร์	O	O	O	O
9	ฉันอยากรู้ทุกสิ่งเกี่ยวกับการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์ หรืออาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	O	O	O	O
10	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อฉันอย่างยิ่ง เช่น ช่วยให้ฉันสามารถซ่อมเครื่องใช้ที่บ้านด้วยตนเอง เป็นต้น	O	O	O	O
11	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้ฉันเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกมากขึ้น เช่น การจัดการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็นต้น	O	O	O	O
12	การคิดเช่นนักวิทยาศาสตร์ช่วยให้ฉันทำสิ่งต่าง ๆ ได้ดีขึ้น เช่น การที่ฉันคิดอย่างมีเหตุผล รอบคอบ และมีหลักฐานเชิงประจักษ์อ้างอิง ช่วยให้ฉันพิจารณาได้ว่าสินค้าใดมีคุณภาพและไม่ตกเป็นเหยื่อของคำโฆษณาที่เกินจริง เป็นต้น	O	O	O	O

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ข้อความ/รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			
		น้อยที่สุด (1)	น้อย (2)	มาก (3)	มากที่สุด (4)
13	ฉันรู้วิธีแก้ไขสิ่งที่ผิดพลาด เมื่อทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์แล้วไม่ได้ผลได้เป็นอย่างดี	O	O	O	O
14	ฉันคิดว่าตนเองสามารถตั้งคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ที่นำสู่การพิสูจน์หาคำตอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี	O	O	O	O
15	ฉันคิดว่าตนเองสามารถปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี	O	O	O	O
16	ฉันสามารถปฏิบัติกิจกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนได้เป็นอย่างดี เช่น การสร้างแบบจำลอง การประดิษฐ์อุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ เป็นต้น	O	O	O	O
17	ฉันต้องการเข้าร่วมค่ายวิทยาศาสตร์	O	O	O	O
18	ฉันต้องการไปทัศนศึกษาที่พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์	O	O	O	O
19	ฉันพร้อมที่จะเข้าร่วมกิจกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์ หากมีองค์กรภายนอกเข้ามาจัดกิจกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน	O	O	O	O
20	ฉันต้องการไปเดินป่าเพื่อศึกษาธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม	O	O	O	O
21	ฉันต้องการทัศนศึกษาที่โรงงานอุตสาหกรรมเพื่อศึกษาการทำงานของระบบเครื่องจักร รวมถึงความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์อื่น ๆ เช่น ปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ผลิตยา เป็นต้น	O	O	O	O
22	ฉันต้องการเข้าร่วมกิจกรรมเปิดบ้านวิชาการ (open house) ในสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ณ มหาวิทยาลัย หรือสถาบันต่าง ๆ	O	O	O	O
23	ฉันต้องการไปทัศนศึกษาที่สวนสัตว์ เพื่อศึกษาการดำรงชีวิตของสัตว์	O	O	O	O
24	ฉันต้องการไปทัศนศึกษาที่สวนพฤกษศาสตร์ เพื่อศึกษาการดำรงชีวิตของพืช	O	O	O	O
25	ฉันต้องการเข้าร่วมกิจกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์ทุกกิจกรรมที่โรงเรียนจัดขึ้น	O	O	O	O

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ข้อความ/รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			
		น้อยที่สุด (1)	น้อย (2)	มาก (3)	มากที่สุด (4)
26	ฉันต้องการเข้าร่วมปฏิบัติการทดลองร่วมกับนักวิทยาศาสตร์	O	O	O	O
27	ฉันลงเรียนวิชาเลือกเสรีที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจากรายวิชาบังคับเสมอ	O	O	O	O
28	ฉันเข้าพบครูวิทยาศาสตร์ เพื่อสอบถามความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจากชั้นเรียนเสมอ	O	O	O	O
29	ฉันเข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ที่โรงเรียนจัดขึ้นเสมอ	O	O	O	O
30	ฉันเข้าร่วมอบรมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่โรงเรียนจัดขึ้นเสมอ	O	O	O	O
31	ฉันเป็นตัวแทนแข่งขันความรู้ หรือทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนเสมอ	O	O	O	O
32	ฉันเข้าร่วมแข่งขันความรู้ หรือทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมต่าง ๆ ของโรงเรียนเสมอ	O	O	O	O
33	ฉันทำโครงงานวิทยาศาสตร์ในหัวข้อที่สนใจเสมอ	O	O	O	O
34	ฉันอ่านหนังสือที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์หรือนิยายวิทยาศาสตร์เสมอ	O	O	O	O
35	ฉันไปเข้าค่ายทางด้านวิทยาศาสตร์ นอกเหนือจากที่โรงเรียนจัดขึ้นเสมอ	O	O	O	O
36	ฉันไปทัศนศึกษาหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ตามสถานที่ต่าง ๆ เสมอ อาทิ พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สวนสัตว์ สวนพฤกษศาสตร์ เป็นต้น	O	O	O	O
37	ฉันสืบค้นข้อมูล ข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตเสมอ	O	O	O	O
38	ฉันเข้าร่วมกิจกรรมเปิดบ้านวิชาการ (open house) ในสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ณ มหาวิทยาลัย หรือสถาบันต่าง ๆ เสมอ	O	O	O	O

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย

คำชี้แจงโดยภาพรวม: แบบวัดนี้มีจุดประสงค์เพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แบ่งเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบวัด ให้เวลาทำ 3 นาที และตอนที่ 2 ข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ให้เวลาทำ 60 นาที โดยให้นักเรียนตอบตามความเป็นจริง หรือความเข้าใจของนักเรียน โดย<u>คำตอบของนักเรียนจะไม่มีผลต่อผลการเรียนหรือคะแนนของนักเรียนทุกกรณี</u>

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบวัด

คำชี้แจงตอนที่ 1: ให้นักเรียนระบุชื่อ-สกุล (สมมุติ) เลขที่ใหม่ที่จัดขึ้นสำหรับใช้ในการวิจัยเท่านั้น และระดับชั้นของนักเรียน

ชื่อ-นามสกุล (สมมุติ)..... **ชั้น**..... **เลขที่**.....

ตอนที่ 2 ข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

คำชี้แจงตอนที่ 2:

1. แบบวัดนี้ประกอบด้วยข้อความ จำนวน 26 ข้อ ให้นักเรียนพิจารณาว่า ข้อความที่อ่านตรงกับความคิดของนักเรียนหรือไม่

2. วิธีตอบมีขั้นตอน ดังนี้

2.1. อ่านข้อความที่กำหนดให้ แล้วทำเครื่องหมายถูกต้อง (✓) ลงในช่องวงกลม (O) ที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

2.2. หากเลือกเห็นด้วยให้นักเรียนทำข้อถัดไปโดย**<u>ไม่ต้องเลือกเหตุผลอธิบาย</u>**

2.3. หากเลือก**<u>ไม่เห็นด้วย</u>** ให้นักเรียนเลือกเหตุผลประกอบเพียง 1 ข้อในแถวเหตุผลประกอบคำตอบ ที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด แล้วจึงทำข้อถัดไป

2.4. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดทับ (–) บนเครื่องหมายเดิมเสียก่อนแล้วจึงใส่เครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องวงกลม (O) ข้อที่นักเรียนเลือกใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่าง: ถ้าข้อความตรงกับความคิดของนักเรียนให้ใส่เครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องวงกลม (O) ของแถวเห็นด้วย แล้วทำข้อถัดไป ดังนี้

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น		เหตุผลประกอบคำตอบ *เฉพาะกรณีเลือกไม่เห็นด้วย*	
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย		
4	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น **ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้** เพราะถูกพิสูจน์ ยืนยัน หรือทดลองซ้ำจนได้คำตอบที่ถูกต้องนับครั้งไม่ถ้วน	✓	O	O	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีคำสั่งจากนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียง
				O	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น**ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้** เพราะเกิดจากการศึกษาโดยนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน
				O	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อค้นพบหลักฐานใหม่ที่นำไปสู่การสร้างคำอธิบายใหม่ที่ชัดเจนกว่า หรือตีความใหม่เมื่อมีความรู้ที่เกี่ยวข้องมาขัดแย้ง หรือสนับสนุน

ตัวอย่าง: ถ้า**ไม่เห็นด้วย**กับข้อความให้ใส่เครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องวงกลม (O) ของแถว**ไม่เห็นด้วย** จากนั้น เลือกข้อความเหตุผลที่ตรงกับความคิดของนักเรียนมากที่สุด โดยใส่เครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องวงกลม (O) ของแถวเหตุผลประกอบคำตอบ แล้วทำข้อถัดไป ดังนี้

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น		เหตุผลประกอบคำตอบ *เฉพาะกรณีเลือกไม่เห็นด้วย*	
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย		
4	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น **ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้** เพราะถูกพิสูจน์ ยืนยัน หรือทดลองซ้ำจนได้คำตอบที่ถูกต้องนับครั้งไม่ถ้วน	O	✓	✓	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีคำสั่งจากนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียง
				O	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น**ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้** เพราะเกิดจากการศึกษาโดยนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน
				O	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อค้นพบหลักฐานใหม่ที่นำไปสู่การสร้างคำอธิบายใหม่ที่ชัดเจนกว่า หรือตีความใหม่เมื่อมีความรู้ที่เกี่ยวข้องมาขัดแย้ง หรือสนับสนุน

ตัวอย่าง: ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดทับ (–) บนเครื่องหมายเดิมเสียก่อนแล้วจึงใส่เครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องวงกลม (O) ข้อที่นักเรียนเลือกใหม่ ดังนี้

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น		เหตุผลประกอบคำตอบ *เฉพาะกรณีเลือกไม่เห็นด้วย*	
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย		
4	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น **ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้** เพราะถูกพิสูจน์ ยืนยัน หรือทดลองซ้ำจนได้คำตอบที่ถูกต้องนับครั้งไม่ถ้วน	O	✓	✓	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีคำสั่งจากนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียง
				✓	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น**ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้** เพราะเกิดจากการศึกษาโดยนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน
				O	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อค้นพบหลักฐานใหม่ที่นำไปสู่การสร้างคำอธิบายใหม่ที่ชัดเจนกว่า หรือตีความใหม่เมื่อมีความรู้ที่เกี่ยวข้องมาขัดแย้ง หรือสนับสนุน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำชี้แจงตอนที่ 2: โปรดอ่านข้อความที่กำหนดให้ แล้วทำเครื่องหมายถูกต้อง (✓) ลงในช่องวงกลม (O) ที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด
หากเลือกเห็นด้วย ให้นักเรียนทำข้อถัดไปโดย**ไม่ต้องเลือกเหตุผลอธิบาย** หากเลือกไม่เห็นด้วย ให้นักเรียนเลือกเหตุผลประกอบเพียง 1 ข้อ ที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด แล้วจึงทำข้อถัดไป

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น		เหตุผลประกอบคำตอบ *เฉพาะกรณีเลือกไม่เห็นด้วย*	
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย		
1	วิทยาศาสตร์ คือ ความพยายามในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนโลก หรือในเอกภพที่เกิดขึ้นอย่าง**ไม่เป็นแบบแผน** หรือเป็นรูปแบบที่**ไม่แน่นอน** คำถามใหม่ ๆ จึงเกิดขึ้นได้เสมอ ยิ่งข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้นก็ยิ่งทำให้มนุษย์เข้าใจ และเข้าใกล้ความจริงของปรากฏการณ์นั้น ๆ ยิ่งขึ้น	O	O	O	วิทยาศาสตร์ คือ ความพยายามในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนโลก หรือในเอกภพที่เกิดขึ้นอย่างเป็นแบบแผน หรือเป็นรูปแบบที่แน่นอน คำถามใหม่ ๆ จึงเกิดขึ้นได้เสมอ ยิ่งข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้นก็ยิ่งทำให้มนุษย์เข้าใจ และเข้าใกล้ความจริงของปรากฏการณ์นั้น ๆ ยิ่งขึ้น
				O	วิทยาศาสตร์ คือ ความพยายามในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนโลก**เท่านั้น** ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างเป็นแบบแผน หรือเป็นรูปแบบที่แน่นอน คำถามใหม่ ๆ จึงเกิดขึ้นได้เสมอ ยิ่งข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้นก็ยิ่งทำให้มนุษย์เข้าใจ และเข้าใกล้ความจริงของปรากฏการณ์นั้น ๆ ยิ่งขึ้น
				O	วิทยาศาสตร์ คือ ความพยายามในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนโลก หรือในเอกภพซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่าง**ไม่เป็นแบบแผน** หรือเป็นรูปแบบที่**ไม่แน่นอน** คำถามใหม่ ๆ จึงเกิดขึ้นได้ยาก มนุษย์จึง**ไม่สามารถ**เข้าใกล้ความจริงของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น		เหตุผลประกอบคำตอบ *เฉพาะกรณีเลือกไม่เห็นด้วย*	
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย		
2	วิทยาศาสตร์มีความเป็นสากลและเป็นระบบเดียว ดังนั้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นจริงไม่ว่าจะอยู่ที่ใดในจักรวาล				
				○	วิทยาศาสตร์**ไม่เป็นสากล** แต่เป็นระบบเดียว ดังนั้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึง**ไม่เป็นจริง**ในบางแห่งหรือบางพื้นที่ในจักรวาล
				○	วิทยาศาสตร์มีความเป็นสากล แต่**ไม่เป็นระบบเดียว**ในจักรวาล ดังนั้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึง**ไม่เป็นจริง**ในบางแห่ง หรือบางพื้นที่ในจักรวาล
				○	วิทยาศาสตร์**ไม่เป็นสากล** และ**ไม่เป็นระบบเดียว**ในจักรวาล ดังนั้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึง**ไม่เป็นจริง**ในบางแห่ง หรือบางพื้นที่ในจักรวาล
3	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์**ไม่ใช่**ความจริงแท้ หรือความจริงสัมบูรณ์ (absolute truth) เพราะความหมายของคำตอบที่สร้างขึ้นนั้นเป็นเพียงส่วนหนึ่งของสิ่งที่เกิดขึ้นในจักรวาล				
				○	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงแท้ หรือความจริงสัมบูรณ์ เพราะความหมายของคำตอบที่สร้างขึ้นนั้นเป็นคำตอบแท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้นในจักรวาล
				○	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงแท้ หรือความจริงสัมบูรณ์ เพราะความหมายของคำตอบที่สร้างขึ้นนั้นเป็นคำตอบที่สร้างขึ้นจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์จนค้นพบความจริงสุดท้าย
				○	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงแท้ หรือความจริงสัมบูรณ์ เพราะความหมายของคำตอบที่สร้างขึ้นนั้นเป็นคำตอบที่สร้างขึ้นจากการทดสอบซ้ำหลายครั้งจนค้นพบความจริงสุดท้าย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น		เหตุผลประกอบคำตอบ *เฉพาะกรณีเลือกไม่เห็นด้วย*	
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย		
4	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น **ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้** เพราะถูกพิสูจน์ ยืนยัน หรือทดลองซ้ำจนได้คำตอบที่ถูกต้องนับครั้งไม่ถ้วน		O	O	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีคำสั่งจากนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียง
				O	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น**ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้** เพราะเกิดจากการศึกษาโดยนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน
				O	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อค้นพบหลักฐานใหม่ที่นำไปสู่การสร้างคำอธิบายใหม่ที่ชัดเจนกว่า หรือตีความใหม่ เมื่อมีความรู้ที่เกี่ยวข้องมาขัดแย้ง หรือสนับสนุน
5	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเปลี่ยนแปลงได้ง่าย เพราะ **ไม่สามารถ**ทดสอบซ้ำได้ภายใต้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ		O	O	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเปลี่ยนแปลงได้ง่าย เพราะ**ไม่ใช่**ความจริงแท้ หรือความจริงสัมบูรณ์
				O	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ยาก เนื่องจากการศึกษาค้นคว้า และพัฒนาขึ้นมาผ่านวิธีการต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง และมีการทดลองซ้ำได้เป็นระยะเวลาหนึ่ง
				O	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์**ไม่สามารถ**เปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากความรู้ส่วนใหญ่เป็นข้อค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียง จึงเป็นที่ยอมรับ และยากที่จะแก้ไข

CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย

คำชี้แจงโดยภาพรวม: แบบวัดนี้มีจุดประสงค์เพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แบ่งเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบวัด ให้เวลาทำ 3 นาที และตอนที่ 2 ข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ให้เวลาทำ 60 นาที โดยให้นักเรียนตอบตามความเป็นจริง หรือความเข้าใจของนักเรียน โดยคำตอบของนักเรียนจะไม่มีผลต่อผลการเรียนหรือคะแนนของนักเรียนทุกกรณี

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบวัด

คำชี้แจงตอนที่ 1: ให้นักเรียนระบุชื่อ-สกุล (สมมุติ) เลขที่ใหม่ที่จัดขึ้นสำหรับใช้ในการวิจัยเท่านั้น และระดับชั้นของนักเรียน

ชื่อ-นามสกุล (สมมุติ)..... **ชั้น**..... **เลขที่**.....

ตอนที่ 2 ข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

คำชี้แจงตอนที่ 2:

1. แบบวัดนี้ประกอบด้วยข้อความ จำนวน 26 ข้อ ให้นักเรียนพิจารณาว่า ข้อความที่อ่านตรงกับความคิดของนักเรียนหรือไม่

2. วิธีตอบมีขั้นตอน ดังนี้

2.1. อ่านข้อความที่กำหนดให้ แล้วทำเครื่องหมายถูกต้อง (✓) ลงในช่องวงกลม (O) ที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

2.2. หากเลือกเห็นด้วยให้นักเรียนทำข้อถัดไปโดย**ไม่ต้องเลือกเหตุผลอธิบาย**

2.3. หากเลือก**ไม่เห็นด้วย** ให้นักเรียนเขียนเหตุผลประกอบแล้วจึงทำข้อถัดไป

2.4. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดทับ (–) บนเครื่องหมายเดิมเสียก่อนแล้วจึงใส่เครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องวงกลม (O) ข้อที่นักเรียนเลือกใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่าง: ถ้าข้อความตรงกับความคิดของนักเรียนให้ใส่เครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องวงกลม (O) ของแถวเห็นด้วย แล้วทำข้อถัดไป ดังนี้

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น		เหตุผลประกอบคำตอบ *เฉพาะกรณีเลือกไม่เห็นด้วย*
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
4	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น **<u>ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้</u>** เพราะถูกพิสูจน์ ยืนยัน หรือทดลองซ้ำจนได้คำตอบที่ถูกต้องนับครั้งไม่ถ้วน	⊘	O	

ตัวอย่าง: ถ้า**<u>ไม่เห็นด้วย</u>**กับข้อความให้ใส่เครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องวงกลม (O) ของแถว**<u>ไม่เห็นด้วย</u>** จากนั้น เขียนข้อความเหตุผลที่ตรงกับความคิดของนักเรียนมากที่สุด แล้วทำข้อถัดไป ดังนี้

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น		เหตุผลประกอบคำตอบ *เฉพาะกรณีเลือกไม่เห็นด้วย*
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
4	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น **<u>ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้</u>** เพราะถูกพิสูจน์ ยืนยัน หรือทดลองซ้ำจนได้คำตอบที่ถูกต้องนับครั้งไม่ถ้วน	O	⊘	กขคงจ.....(เขียนอธิบายเหตุผล).....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัวอย่าง: ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดทับ (—) บนเครื่องหมายเดิมเสียก่อนแล้วจึงใส่เครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องวงกลม (O) ข้อที่นักเรียนเลือกใหม่ ดังนี้

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น		เหตุผลประกอบคำตอบ *เฉพาะกรณีเลือกไม่เห็นด้วย*
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
4	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น **<u>ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้</u>** เพราะถูกพิสูจน์ ยืนยัน หรือทดลองซ้ำจนได้คำตอบที่ถูกต้องนับครั้งไม่ถ้วน	⊘	⊘	

ตอนที่ 2 ข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง: โปรดอ่านข้อความที่กำหนดให้ แล้วทำเครื่องหมายถูกต้อง (✓) ลงในช่องวงกลม (O) ที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด หากเลือกเห็นด้วย ให้นักเรียนทำข้อถัดไปโดย**ไม่ต้องเขียนเหตุผลอธิบาย** หากเลือกไม่เห็นด้วย ให้นักเรียนเขียนเหตุผลประกอบแล้วจึงทำข้อถัดไป

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น		เหตุผลประกอบคำตอบ *เฉพาะกรณีเลือกไม่เห็นด้วย*
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
1	วิทยาศาสตร์ คือ ความพยายามในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนโลก หรือในเอกภพที่เกิดขึ้นอย่าง**ไม่เป็นแบบแผน** หรือเป็นรูปแบบที่**ไม่แน่นอน** คำถามใหม่ ๆ จึงเกิดขึ้นได้เสมอ ยิ่งข้อมูลมีความถูกต้อง แม่นยำมากขึ้นก็ยิ่งทำให้มนุษย์เข้าใจ และเข้าใกล้ความจริงของปรากฏการณ์นั้น ๆ ยิ่งขึ้น	O	O	
2	วิทยาศาสตร์มีความเป็นสากล และเป็นระบบเดียว ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นจริงไม่ว่าจะอยู่ที่ใดในจักรวาล	O	O	
3	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์**ไม่ใช่**ความจริงแท้ หรือความจริงสัมบูรณ์ (absolute truth) เพราะความหมายของคำตอบที่สร้างขึ้นนั้นเป็นเพียงส่วนหนึ่งของสิ่งที่เกิดขึ้นในจักรวาล			

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น		เหตุผลประกอบคำตอบ *เฉพาะกรณีเลือกไม่เห็นด้วย*
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
4	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น**ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้** เพราะถูกพิสูจน์ ยืนยัน หรือทดลองซ้ำจนได้คำตอบที่ถูกต้องนับครั้งไม่ถ้วน	O	O	
5	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเปลี่ยนแปลงได้ง่าย เพราะ**ไม่สามารถ**ทดสอบซ้ำได้ภายใต้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ	O	O	
6	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน เปลี่ยนแปลงได้ยาก แต่ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้	O	O	
7	นักวิทยาศาสตร์มีหน้าที่อธิบาย เรื่องของความดีและความชั่ว เพราะสามารถตัดสินโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	O	O	
8	วิทยาศาสตร์ตอบได้ทุกคำถาม เพราะทุกสิ่งที่เกิดขึ้นมีเหตุผล และอธิบายได้ด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์	O	O	

CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

คำถามที่ต้องการสื่อความหมาย

1. ก่อนและหลังการเรียนรู้กับครู นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความชอบในรายวิชาวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

2. ก่อนและหลังการเรียนรู้กับครู นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงในเป้าหมายต่อการศึกษาต่อหรือไม่ อย่างไร

3. ก่อนและหลังการเรียนรู้กับครู นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงในเป้าหมายต่ออาชีพในฝันหรือไม่ อย่างไร

4. นักเรียนคิดว่าการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความจำเป็นต่อตัวของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

5. การเรียนรู้กับครูช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพตนเองว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ หรืออาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนขึ้นหรือไม่ อย่างไร (กรณีที่นักเรียนอยากประกอบอาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์)

6. การเรียนรู้กับครูช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพตนเองว่าไม่ใช่นักวิทยาศาสตร์ หรืออาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนขึ้นหรือไม่ อย่างไร (กรณีที่นักเรียนอยากประกอบอาชีพที่ไม่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์)

7. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเปลี่ยนแปลงสาขา หรืออาชีพที่อยากเป็น หลังจากได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (กรณีที่นักเรียนเปลี่ยนแปลงสาขาอาชีพที่อยากเป็น)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำถามที่ใช้ถามจริง

ครูจะขอให้คุณช่วยประเมินการสอนของครูอย่างตรงไปตรงมา เพื่อครูจะได้นำข้อมูลไปพัฒนา ปรับปรุงการสอนของครูให้ดีขึ้นนะครับ ทั้งคำติ คำชม ได้หมดเลย ไม่ได้มีผลใด ๆ กับคะแนนของเด็ก ๆเลยนะครับ

- การสอนของครูเป็นอย่างไรบ้างครับ ทำให้คุณเปลี่ยนมาชอบวิชาวิทยาศาสตร์บ้างไหมเอ่ย หรือว่าก็ยังไม่ชอบเหมือนเดิม
    - (ถามหลังจากนักเรียนได้พูดตอบคำถามไปบ้างแล้ว) ให้ยกตัวอย่าง อธิบายความรู้สึกและสถานการณ์ประกอบ
- คุณจะไปเรียนต่อทางด้านไหนครับ และเพราะอะไร
    - การสอนของครู ส่งผลกับการตัดสินใจในเรื่องการเรียนต่อของคุณบ้างไหมครับ และยังไงเอ่ย
    - ถ้าไม่ สิ่งใดส่งผลต่อการตัดสินใจของคุณบ้าง
- สาขาที่คุณจะไปเรียนต่อ ใช่สาขาในฝันคุณหรือเปล่าเอ่ย
    - เพราะอะไร คุณถึงฝันอยากจะประกอบอาชีพ..... (ข้อนี้จะพยายามเจาะไปที่ความรักในอาชีพนั้น ๆ หรือจิตวิญญาณในอาชีพ)
    - (ถ้าหากสาขาในฝัน และสิ่งที่จะไปเรียนต่อไม่สอดคล้องกัน) เพราะอะไร สิ่งที่คุณฝันจึงไม่ใช่สิ่งที่คุณจะเป็น

  (เวลาถามจะโยงเข้ามาถึงความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร ที่ส่งผลต่อความคิดนั้น ๆ ของนักเรียน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- วิทยาศาสตร์คืออะไรครับ ในความคิดของคุณ เป็นความคิดเห็น ไม่มีถูกมีผิดนะ
    - แล้วแตกต่างจากศาสตร์อื่น ๆ เช่น ศิลปกรรมศาสตร์ หรือโหราศาสตร์ยังไงนะ
- วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อโลกของเราไหม และสำคัญอย่างไร
- วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อหนู/คุณไหม และสำคัญอย่างไร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม **วิชา เคมี**

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างอะตอม **เนื้อหาเรื่อง แบบจำลองอะตอม**

กิจกรรม กล่องปริศนา **ระยะเวลา 2 ชั่วโมง (120 นาที)**

1. สาระเคมี

1. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของ สารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล สมมติฐาน การทดลองหรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม

3. สาระสำคัญ

แบบจำลองสร้างขึ้นจากผลการทดลองและองค์ความรู้ที่มีอยู่ขณะนั้น ซึ่งเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลหรือผลการทดลองใหม่ นักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีสร้างแบบจำลองเพื่อศึกษาสิ่งที่มองไม่เห็น รวมถึงเรื่องของอะตอม โดยจะใช้ผลการทดลองและความรู้ที่ค้นพบแล้วเป็นพื้นฐานในการศึกษาสิ่งที่สนใจต่อไป เพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่ ๆ

4. สาระการเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ (K)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.1.1 อะตอม

(1) แนวคิดเริ่มแรกเกี่ยวกับอะตอมเกิดขึ้นในยุคกรีกโบราณ เมื่อประมาณศตวรรษที่ 5 ก่อนคริสต์ศักราช นักปราชน์ชาวกรีกโบราณนามว่า ลูซิปปัส (Leucippus) กับลูกศิษย์นามว่า ดิโมคริตุส (Democritus) เสนอแนวคิดว่า ถ้าแบ่งสิ่งต่าง ๆ ให้มีขนาดเล็กลงเรื่อย ๆ จะได้หน่วยยอยซึ่งไม่สามารถแบ่งให้เล็กลงไปได้อีก และเรียกหน่วยย่อยนี้ว่า อะตอม (atom) ซึ่งมาจากคำภาษากรีกว่า atomos แปลว่า “แบ่งแยกอีกไม่ได้”

4.1.2 แบบจำลองอะตอม

(1) แบบจำลองอะตอม คือ มโนภาพที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่ออธิบายลักษณะของอะตอม โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เพื่ออธิบายสมมติฐานที่ตั้งขึ้น

(2) อะตอม เป็นสิ่งที่มนุษย์ไม่สามารถมองเห็น หรือสังเกตได้โดยตรง นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้วิธีการสังเกตโดยอ้อม แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตลง

ข้อสรุป และสร้างแบบจำลองอะตอมขึ้น เพื่อช่วยอธิบายว่า อะตอมมีรูปร่าง หรือมีลักษณ์เป็นอย่างไรตามแนวคิด หรือทฤษฎีที่ได้สรุปไว้

(3) แบบจำลองตะตอม ช่วยนักวิทยาศาสตร์ในการตั้งสมมติฐาน เพื่อใช้ในการตรวจสอบ อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และเพื่อนำไปสู่การทำวิจัยต่อไป

(4) แบบจำลองอะตอมรูปแบบต่าง ๆ สามารถใช้สื่อถึงเป้าหมายการจำลองสิ่งเดียวกันได้ โดยแบบจำลองอะตอมแต่ละแบบจะมีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน

4.2 ด้านทักษะ (P)

(1) การสร้างแบบจำลอง หมายถึง นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับอะตอมในรูปของชิ้นงาน และใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายความคิด วัตถุ หรือเหตุการณ์เกี่ยวกับอะตอม ซึ่งสร้างแบบจำลองดังนี้

(1.1) สร้างแบบจำลองจากการสังเกตเบื้องต้น หมายถึง สร้างแบบจำลองจากการเก็บข้อมูล หรือสังเกตทางตรง โดยไม่ใช้เครื่องมือ

(1.2) สร้างแบบจำลองแบบสามมิติอย่างง่าย หมายถึง สร้างแบบจำลองโดยใช้ดินน้ำมันต่อเป็นรูปทรงสามมิติจากการเก็บข้อมูล โดยการใช้เครื่องมือที่มี

(1.3) สร้างแบบจำลองแบบจำลองสามมิติจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หมายถึง สร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรมประเภทตารางการคำนวณไมโครซอฟต์เอกซ์เซล (Microsoft Excel) สร้างรูปทรงสามมิติจากการเก็บข้อมูล โดยการใช้เครื่องมือที่มี

4.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

(1) มีส่วนร่วมในการอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อประเด็น หรือคำถาม ตั้งคำถาม หรือตอบคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ของผู้อภิปรายและข้อมูลประกอบขณะทำกิจกรรม หรือสิ้นสุดกิจกรรม

5. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

เมื่อเรียนจบแล้วนักเรียนสามารถ

5.1 ด้านความรู้ (K)

5.1.1 เนื้อหาวิทยาศาสตร์

(1) อธิบายความหมายของอะตอมและแบบจำลองอะตอมได้

5.1.2 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

(1) อธิบายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการทำกิจกรรมได้ ดังนี้

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์					
NOS 1	☐ 1.1	☑ 1.2	☑ 1.3	☑ 1.4	
NOS 2	☑ 2.1	☑ 2.2	☑ 2.3	☑ 2.4	☐ 2.5
NOS 3	☑ 3.1	☑ 3.2	☑ 3.3	☐ 3.4	

5.2 ด้านทักษะ (P)

(1) ใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพื้นผิวของวัตถุที่อยู่ภายในกล่องปริศนาสร้างแบบจำลองสามแบบคือ แบบจำลองจากการสังเกตเบื้องต้น แบบจำลองสามมิติอย่างง่าย และแบบจำลองสามมิติจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้

5.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

(1) มีส่วนร่วมในการอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ขณะทำกิจกรรม หรือสิ้นสุดกิจกรรม โดยเสนอความคิด ตั้งคำถาม หรือตอบคำถาม

6. แนวคิดหลักเกี่ยวกับอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ขั้นนำ			
ช่วงที่ 2			
อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (SID)		**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS)**	
PSID	☑ 1 ☑ 2	NOS 1	☐ 1.1 ☐ 1.2 ☐ 1.3 ☑ 1.4
ATS	☑ 1 ☑ 2 ☐ 3	NOS 2	☑ 2.1 ☑ 2.2 ☑ 2.3 ☐ 2.4 ☐ 2.5
OSLE	☑ 1 ☑ 2	NOS 3	☐ 3.1 ☐ 3.2 ☐ 3.3 ☐ 3.4
3. นักเรียนจำลองตนว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ **[PSID 1-2; OSLE 1-2]** ซึ่งแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องอะตอม **[NOS 2]** โดยฉีกกระดาษจนถึงจุดที่ฉีกไม่ได้ เพื่อให้ได้หลักฐานเชิงประจักษ์ **[NOS 2.1]** แล้วอาศัยเหตุผล และจินตนาการ **[NOS 2.2]** สรุปเป็นคำอธิบายถึงสิ่งที่มีขนาดเล็กมาก **[NOS 2.3]** ว่า คือ อะตอม 4. นักเรียนได้รับการส่งเสริมความหลงใหลในวิทยาศาสตร์ **[ATS 1]** ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ **[ATS 2]** จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบว่าวิทยาศาสตร์นั้นแสวงหาความรู้ทาง			

วิทยาศาสตร์ **[NOS 2]** โดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ **[NOS 2.1]** แล้วอาศัยเหตุผล และจินตนาการ **[NOS 2.2]** ลงข้อสรุปเป็นคำอธิบาย **[NOS 2.3]** ตรงกันข้ามกับเรื่องเกี่ยวกับความเชื่อส่วนบุคคล เช่น ผี วิญญาณ เป็นต้น ที่ขาดหลักฐานเชิงประจักษ์ที่นำไปสู่การสร้างคำอธิบาย ดังนั้น ความเชื่อส่วนบุคคลเหล่านี้ จึงไม่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และขาดการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทาศาสตร์ กล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม **[NOS 1.4]**

ขั้นสอน

ตอนที่ 1 ช่วงที่ 1

อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (SID)		**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS)**	
PSID	☑ 1 ☑ 2	NOS 1	☐ 1.1 ☐ 1.2 ☐ 1.3 ☐ 1.4
ATS	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	NOS 2	☐ 2.1 ☐ 2.2 ☐ 2.3 ☐ 2.4 ☐ 2.5
OSLE	☑ 1 ☑ 2	NOS 3	☑ 3.1 ☑ 3.2 ☐ 3.3 ☐ 3.4

นักเรียนจำลองตนว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ **[PSID 1-2; OSLE 1-2]** ในองค์กรต่าง ๆ **[NOS 3.2]** โดยทำงานเป็นทีม ซึ่งต่างเพศ อายุ เชื้อชาติ ชาติพันธุ์ เป็นต้น **[NOS 3.1]**

ตอนที่ 1 ช่วงที่ 2

อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (SID)		**ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS)**	
PSID	☑ 1 ☑ 2	NOS 1	☑ 1.1 ☑ 1.2 ☑ 1.3 ☐ 1.4
ATS	☑ 1 ☑ 2 ☑ 3	NOS 2	☑ 2.1 ☑ 2.2 ☑ 2.3 ☑ 2.4 ☐ 2.5
OSLE	☑ 1 ☑ 2	NOS 3	☑ 3.1 ☑ 3.2 ☑ 3.3 ☐ 3.4

5. นักเรียนจำลองตนว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ **[PSID 1-2; OSLE 1-2]** ในองค์กรต่าง ๆ **[NOS 3.2]** โดยทำงานเป็นทีม ซึ่งต่างเพศ อายุ เชื้อชาติ ชาติพันธุ์ เป็นต้น **[NOS 3.1]** และนักเรียนได้เปรียบเทียบตัวเองว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ และได้ทำงานเชิงแข่งขันเพื่อเป็นนักวิทยาศาสตร์คนแรกที่จะค้นพบองค์ความรู้ใหม่ ได้ตีพิมพ์ความรู้เป็นคนแรก และได้รางวัลนักวิทยาศาสตร์ดีเด่นแห่งสหประชาชาติ ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ **[ATS 1-3]** ทั้งนี้ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเป็นมนุษย์จะส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เสมอ ยกตัวอย่างเช่น ทฤษฎีหรือสาขาวิชาที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาอยู่ ความเชื่อ ความรู้พื้นฐาน การฝึกฝน ประสบการณ์ และความคาดหวัง เป็นต้น ซึ่งอาจส่งผลให้นักวิทยาศาสตร์เกิดความขยันขันแข็งในการทำงานมากกว่าปกติ หรือลำเอียงในข้อมูล เปลี่ยนแปลงข้อมูล เพื่อให้ได้ตีพิมพ์ผลงาน และนักเรียนที่เคยได้ยินเสียงกระดิ่งมาก่อน เมื่อเขย่ากล่องปริศนาแล้วได้ยินเสียงคล้ายกระดิ่ง อาจตีความว่าสิ่งที่อยู่ในนั้นคือกระดิ่ง ซึ่งมีรูปร่าง รูปทรงตามลักษณะที่เคยเห็น ส่งผลต่อความลำเอียงต่อการเก็บข้อมูล หรือการตีความ เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

[NOS 2.4] ดังนั้น การเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดีต้องมีจรรยาบรรณ ซื่อสัตย์ต่อการบันทึกผลข้อมูล ไม่บิดเบือนข้อมูล ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่หลงมัวเมาในอำนาจ เพราะจะขัดขวางความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อมนุษย์ สามารถให้ทั้งคุณและโทษ **[ATS 2; NOS 3.3]**

6. นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนโลก หรือในเอกภพสามารถทำความเข้าใจได้ด้วยสติปัญญา และคำถามใหม่ ๆ เกิดขึ้นได้เสมอ ยิ่งข้อมูลมีความถูกต้อง แม่นยำมากขึ้นก็ยิ่งทำให้มนุษย์เข้าใจ และเข้าใกล้ความจริงของปรากฏการณ์นั้น ๆ ยิ่งขึ้น ดังนั้น ในการศึกษาโครงสร้างอะตอม ซึ่งมีขนาดเล็กมาก และมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้สติปัญญา ตั้งคำถามเกี่ยวกับอะตอม ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาแบบแผน (pattern) หรือความแน่นอนที่เกิดขึ้นของปรากฏการณ์เกี่ยวกับอะตอม **[NOS 1.1]**

7. แบบจำลองของพื้นที่ผิวที่นักเรียนสร้างขึ้นเป็นการลงข้อสรุปจากข้อมูลที่มาจากการสังเกตโดยใช้เครื่องมือวัดเพื่อให้ได้หลักฐานเชิงประจักษ์ **[NOS 2.1]** โดยข้อมูลที่ได้จะถูกต้องมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับวิธีการวัดและการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งนี้ ผู้เก็บข้อมูลเป็นมนุษย์จึงมีประสบการณ์ที่ต่างกัน ดังนั้น ข้อมูลชุดเดียวกันสามารถให้ผลที่ต่างกันได้ขึ้นอยู่กับวิธีการแปลความหมายของข้อมูล **[NOS 2.1]**

8. การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเกี่ยวข้องกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การลงความเห็นจากข้อมูล **[NOS 2]** จากนั้นจึงนำข้อมูลเหล่านั้นมาผสมผสานกับเหตุผลและจินตนาการ **[NOS 2.2]** เพื่อสร้างเป็นแนวคิด หรือแบบจำลอง อธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ **[NOS 2.3]** โดยแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์ **[NOS 2.1]** และข้อมูลสนับสนุน เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือและได้รับการยอมรับ ทั้งนี้ แนวคิด หรือแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาแม้จะมีความคงทน เนื่องจากเกิดการพิสูจน์ซ้ำได้ในช่วงเวลานั้น **[NOS 1.3]** แต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อโต้แย้ง หรือมีการค้นพบข้อมูลใหม่ที่สามารถนำมาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ดีกว่าเดิม **[NOS 1.2]**

7. สื่อและอุปกรณ์ที่ใช้

(1) ใบกิจกรรมที่ 1 กล่องปริศนา

(2) กล่องปริศนา 1 กล่อง ต่อกลุ่ม (กลุ่มละ 5 คน)

(3) เครื่องกราดพื้นผิววัตถุ (แท่งไม้ ยาว 15 ซม. ซึ่งทำเครื่องหมายความยาวเป็นเซนติเมตร)

(4) กระดาษที่มีตาราง 2 แผ่นต่อกลุ่ม

(5) ปากกา หรือดินสอสี

(6) ดินน้ำมัน

(7) ไม้บรรทัด

(8) คอมพิวเตอร์และโปรแกรม Microsoft Excel 1 เครื่องต่อกลุ่ม

(9) ไฟล์งานสำหรับโปรแกรม Microsoft Excel

8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

8.1 ขั้นนำ: ใช้เวลา 15 นาที

ช่วงที่ 1

1. ครูใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นความสนใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1.1. สำหรับนักเรียนแล้ววิทยาศาสตร์คืออะไร (ไม่จำกัดคำตอบ: คำตอบที่ครูคาดหวัง คือ คำอธิบายที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์)

1.2. วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่น ๆ อย่างไร (ไม่จำกัดคำตอบ: คำตอบที่ครูคาดหวัง คือ คำอธิบายที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์)

1.3. ถ้าจะต้องอธิบายลักษณะของตนเอง นักเรียนจะอธิบายว่าอย่างไร

แนวคำตอบ สูง ต่ำ ผิวคล้ำ ผิวขาว ชอบร้องเพลง ชอบเล่นกีฬา

1.4. ถ้าจะต้องอธิบายลักษณะของวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะอธิบายว่าอย่างไร

แนวคำตอบ ศึกษาปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ เป็นวิชาที่ต้องใช้เหตุและผล มีการทดลองทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์พัฒนาองค์ความรู้และวิทยาการใหม่ ๆ เป็นต้น

2. ครูชี้แจงว่า การอธิบายสิ่งที่วิทยาศาสตร์เป็น คือ การอธิบายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (nature of science) โดยอาจมีหลายแง่มุม ขอบข่าย หรือประเด็น ซึ่งการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จะทำให้เราทราบว่า วิทยาศาสตร์ที่แท้จริงเป็นอย่างไร ดังนั้น สิ่งที่ครูจะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนหลังจากนี้ ครูจะใช้ขอบข่ายของสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์อเมริกัน (American Association for the Advancement of Science: AAAS) โดยครูจะแทรกประเด็นต่าง ๆ ไว้ในกิจกรรมที่ครูสอน และจะมีการอภิปรายร่วมกับนักเรียน

ช่วงที่ 2

3. ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ และจุดเน้นประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จะจัดการเรียนรู้

4. ครูใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นความสนใจเกี่ยวกับการสังเกตทางตรงและทางอ้อม ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.1. มนุษย์สามารถรับรู้ หรือสังเกตสิ่งรอบตัวได้อย่างไร

คำตอบ ใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5

4.2. คนตาบอดอ่านหนังสือได้อย่างไร

คำตอบ ใช้การสัมผัส อักษรเบรลล์

4.3. ค้างคาวมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ในความมืดได้อย่างไร

คำตอบ ใช้คลื่นเสียง หรือโซนาร์

4.4. เราจะรู้ลักษณะพื้นผิวของมหาสมุทรที่ลึกมาก ๆ ได้อย่างไร

คำตอบ การใช้คลื่นเสียง

4.5. เราจะรู้ลักษณะพื้นผิวของดาวเคราะห์ดวงอื่น ๆ ได้อย่างไร

คำตอบ ใช้การสำรวจจากยานสำรวจ

5. ครูแจกกระดาษขนาด 5x5 ซม. ให้นักเรียน (สุ่มแจกให้นักเรียน 5 คน คนละ 1 แผ่น) จากนั้นให้นักเรียนพับครึ่งแล้วฉีกแยกออกจากกันไปเรื่อย ๆ จนนักเรียนไม่สามารถฉีกได้ จากนั้นใช้คำถาม ดังนี้ **=> เรียนรู้ [NOS 2.1-2.3]**

5.1. นักเรียนค้นพบอะไรหลังจากการฉีกกระดาษไปเรื่อย ๆ

คำตอบ พบว่า ได้แผ่นกระดาษที่เล็กมากจนไม่สามารถฉีกได้อีก

5.2. นักเรียนคิดว่าสิ่งที่เล็กมาก ๆ จนไม่สามารถแบ่งแยกได้อีกเรียกว่าอะไร (ไม่จำกัดคำตอบ: คำตอบที่ครูคาดหวังคือ อะตอม)

6. ครูเล่าประวัติวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างอะตอมของดิโมคริตุส (Democritus) แล้วใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นความสนใจเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองอะตอม ดังนี้ **=> เรียนรู้ [NOS 2.1-2.3]**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.1. ดิโมคริตุส (Democritus) เรียกสิ่งที่มีขนาดเล็กมาก ๆ จนไม่สามารถแบ่งแยกได้อีกว่าอะไร

คำตอบ อะตอม

6.2. นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการใด เพื่อแสดงและอธิบายลักษณะของอะตอม
ซึ่งเป็นสิ่งที่มองไม่เห็นให้แก่ผู้สนใจศึกษา (ไม่จำกัดคำตอบ: คำตอบที่ครูคาดหวังคือ สร้างแบบจำลองอะตอมจากการนำข้อมูลที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาผสมผสานจิตนาการ โดยแบบจำลองที่ได้ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์สนับสนุน)

7. ครูใช้คำถามสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่**ไม่จำกัดคำตอบ** ดังนี้ **=> เรียนรู้ [NOS 1.4]**

7.1. นักเรียนเชื่อเรื่องผีและวิญญาณ หรือไม่ อย่างไร

7.2. ถ้ามีคนบอกว่า “ต้นไม้ต้นนี้ศักดิ์สิทธิ์มาก ให้เลขเด็ดหลายงวดแล้ว มีคนมาทำพิธีบูชาแล้วถูกหวยตลอด สนใจทำพิธีไหมจ๊ะ” นักเรียนจะทำพิธีหรือไม่

7.3. ความเชื่อเรื่องผี วิญญาณ หรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ เป็นวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

(คำตอบที่ครูคาดหวังคือ ไม่ เพราะขาดหลักฐานเชิงประจักษ์ ไม่สามารถพิสูจน์ซ้ำได้ ขาดเหตุผลที่อธิบายหลักฐาน และอยู่นอกเหนือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์)

8. ครูนำนักเรียนสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดหลัก **=> สะท้อน [NOS 1.4, 2.1-2.3]**

9. ครูนำเข้าสู่กิจกรรม กล่องปริศนา

8.2 ขั้นสอน: ใช้เวลา 90 นาที

กิจกรรม กล่องปริศนา ตอนที่ 1

ใช้เวลาทดลอง 50 นาที และปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ใช้เวลา 40 นาที

ช่วงที่ 1

1. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5 คน (กรณีนักเรียน 40 คน จะได้ 8 กลุ่ม) โดยให้แต่ละกลุ่มจินตนาการว่าตนคือ องค์กรวิทยาศาสตร์ของประเทศต่าง ๆ และให้แต่ละกลุ่มระบุข้อมูลองค์กรดังนี้ **=> เรียนรู้ [NOS 3.1-3.2] และส่งเสริม [SID]**

1.1. ชื่อองค์กร

1.2. ประเทศ

1.3. ตำแหน่ง (หัวหน้า รอง และสมาชิก)

1.4. คติพจน์ คำขวัญ หรือคำคม ที่แสดงถึง สิ่งพึงปฏิบัติ หรือคุณลักษณะสำคัญของการทำงานของบุคลากรในองค์กร

2. ให้แต่ละองค์กรแนะนำข้อมูลองค์กร

3. ครูนำนักเรียนสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดหลัก **=> สะท้อน [NOS 3.1-3.2]**

ช่วงที่ 2

4. ครูแจกใบงาน และกล่องปริศนาให้กลุ่มละ 1 กล่อง และกระตุ้นความสนใจ โดยแจ้งนักเรียน ดังนี้ **“สิ่งที่แต่ละองค์กรได้รับ เรียกว่า กล่องปริศนา ซึ่งตกมาจากอวกาศ และไม่เคยมีใครค้นพบมาก่อนว่าภายในกล่องปริศนาเป็นอย่างไร หากองค์กรใดสามารถศึกษาได้ว่า ภายในมีรูปร่าง รูปทรงเป็นอย่างไร จะได้รับรางวัลนักวิทยาศาสตร์ดีเด่นแห่งสหประชาชาติ มีผลงาน**

ตีพิมพ์ และได้รับเงินสนับสนุนองค์กร หนึ่งพันล้านดอลลาร์สหรัฐ เพื่อศึกษาข้อมูลต่อ ทั้งนี้ กล่องปริศนาที่แต่ละองค์กรได้รับนั้น มีการค้นพบบนโลกเพียง 8 ชิ้นเท่านั้น ดังนั้น ให้ศึกษาอย่างทะนุถนอม"

5. ครูให้แต่ละกลุ่มใช้การสังเกต ผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 เก็บข้อมูลกล่องปริศนาทางกายภาย **=> เรียนรู้ [NOS 2]**

6. ครูให้แต่ละกลุ่มบันทึกข้อมูลสิ่งที่ได้จากการสังเกตลงในใบงาน

7. ครูให้นักเรียนสร้าง**แบบจำลองจากการสังเกตเบื้องต้น (คำตอบที่ 1)** โดยวาดภาพแบบจำลองจากการสังเกตเบื้องต้นตามตามจินตนาการและข้อมูลที่สังเกตได้**=>เรียนรู้ [NOS 2.1-2.3]**

8. ครูใช้คำถามที่**ไม่จำกัดคำตอบ** ดังนี้ **=> เรียนรู้ [NOS 2.1-2.3]**

8.1. แต่ละองค์กรค้นพบข้อมูลใดบ้าง จากการสังเกต

8.2. ภายในกล่องปริศนามีรูปร่างเป็นอย่างไร

9. ครูแจกเครื่องกราดพื้นผิววัตถุ (แท่งไม้ที่ทำเครื่องหมายความยาวเป็นเซนติเมตร) จากนั้น

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติ ดังนี้ **=> เรียนรู้ [NOS 1.1, 2.1-2.3, 3.1-3.3]**

9.1. วัดความลึกของกล่องจากบนกล่องไปยังด้านล่างของกล่อง

9.2. ให้แต่ละองค์กร**เลือกจุดที่ต้องการวัดความลึกเพียง 20 จุด เท่านั้น** โดยวัดความลึก

แต่ละจุดจากรูที่เจาะไว้ด้านบนโดยแทงลงไปตามแนวดิ่ง และนับความลึกที่แท่งไม้สัมผัสกับวัตถุ

9.3. บันทึกความลึกของพื้นกล่องจากระยะของแท่งไม้ที่วัดได้ลงบนกระดาษตาราง

9.4. นำข้อมูลจากการวัด ซึ่งสอดคล้องกับจำนวนช่องที่เจาะไว้บนฝากล่อง มาแปลงข้อมูลจากความลึกของกล่องเป็นความสูงของพื้นผิว **(ความสูงของกล่องที่วัดได้-ความลึกของจุดที่บันทึก)**

หมายเหตุ:

-ครูแจ้งว่าองค์กรใดทำส่วนนี้เสร็จก่อนจะได้รับเงินสนับสนุนเพิ่ม สิบล้านดอลลาร์สหรัฐ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำงานอย่างรวดเร็ว และเกิดการแข่งขันมากขึ้น **=> กระตุ้น [NOS 2.4, 3.3]**

10. ครูให้นักเรียนสร้าง**แบบจำลองสามมิติอย่างง่าย (คำตอบที่ 2)** จากดินน้ำมัน โดยปั้นให้มีขนาดและความสูงเท่ากับข้อมูลที่วัดได้ **=> เรียนรู้ [NOS 2.1-2.3, 3.1-3.3]**

หมายเหตุ:

-ครูแนะนำให้นักเรียนสร้างแบบจำลองจากวงใน หรือมุมใดมุมหนึ่ง แล้วจึงขยายวงออกมา เพื่อความสะดวกและไม่ไปรบกวนแบบจำลองส่วนที่สร้างเสร็จแล้ว

-ให้นักเรียนถ่ายรูป และสั่งพิมพ์จากเครื่องพิมพ์ เพื่อนำไปแปะในใบงาน

-ครูแจ้งว่าองค์กรใดทำส่วนนี้เสร็จก่อนจะได้รับเงินสนับสนุนเพิ่ม สิบล้านดอลลาร์สหรัฐ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำงานอย่างรวดเร็ว และเกิดการแข่งขันมากขึ้น **=> กระตุ้น [NOS 2.4, 3.3]**

11. ครูให้นักเรียนสร้าง**แบบจำลองสามมิติจากคอมพิวเตอร์ (คำตอบที่ 3)** จากข้อมูลชุดเดิมโดยใช้ไฟล์ข้อมูลที่ครูเตรียมไว้ให้แล้ว **=> เรียนรู้ [NOS 2.1-2.3, 3.1-3.3]**

หมายเหตุ:

-ให้นักเรียนสั่งพิมพ์จากเครื่องพิมพ์ เพื่อนำไปแปะในใบงาน

-ครูแจ้งว่าองค์กรใดทำส่วนนี้เสร็จก่อนจะได้รับเงินสนับสนุนเพิ่ม สิบล้านดอลลาร์สหรัฐ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำงานอย่างรวดเร็ว และเกิดการแข่งขันมากขึ้น **=> กระตุ้น [NOS 2.4, 3.3]**

12. ครูให้นักเรียนตอบคำถามที่เหลือ และอภิปรายโดยใช้คำถามในใบงาน

13. ครูให้แต่ละองค์กรนำเสนอข้อค้นพบ

14. ครูถามคำถามชวนคิดที่**ไม่จำกัดคำตอบ** ดังนี้ **=> กระตุ้น [NOS 1.4]**

14.1. แต่ละองค์กรต้องการทราบหรือไม่ว่าภายในกล่องปริศนามีลักษณะอย่างไร

15. ครูอธิบายว่า **“ในการทำงานจริง นักวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถเปิดเพื่อดูสิ่งที่อยู่ในกล่องได้ วิทยาศาสตร์ยังไม่ใช่ความจริงสมบูรณ์ ต้องการการค้นหาคำตอบ และต้องอาศัยเครื่องมือที่ทันสมัยค้นหาข้อมูลความรู้ต่อไป ดังนั้น คำถามใหม่ ๆ เกิดขึ้นได้เสมอ ยิ่งข้อมูลมีความถูกต้อง แม่นยำมากขึ้นก็ยิ่งทำให้มนุษย์เข้าใจ และเข้าใกล้ความจริงของปรากฏการณ์นั้น ๆ” => เรียนรู้ [NOS 1.1-1.4]**

16. ครูเปิดกล่องปริศนา เพื่อเฉลย และให้รางวัล แก่นักเรียนที่ทำผลงานได้ดีที่สุด โดยพิจารณาจากความรวดเร็ว การนำเสนอได้สอดคล้องกับข้อมูล ความถูกต้องของข้อมูล และการให้ความร่วมมือ

17. ครูใช้คำถาม เพื่อสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

17.1. นักเรียนคิดว่า นักวิทยาศาสตร์พยายามใช้สติปัญญาของตนศึกษา หรือทำความเข้าใจกับสิ่งใด **=> สะท้อน [NOS 1.1]**

(ไม่จำกัดคำตอบ แต่ครูต้องพยายามนำสู่ข้อสรุปว่า นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้สติปัญญา ตั้งคำถามเกี่ยวกับอะตอม ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาแบบแผน (pattern) หรือความแน่นอนที่เกิดขึ้นของปรากฏการณ์เกี่ยวกับอะตอม)

17.2. ขณะทำการสังเกตและเก็บข้อมูลจากกล่องปริศนา นักเรียนเห็นพื้นผิวที่อยู่ในกล่องหรือไม่ อย่างไร

คำตอบ ไม่ เพราะกล่องถูกปิดฝาไว้และไม่มีแสงลอดผ่านให้สามารถมองเห็นภายใน

17.3. ในกิจกรรมที่ทำ สิ่งใดคือการสังเกต และสิ่งใดคือการลงข้อสรุป

แนวคำตอบ การสังเกต คือ การหาข้อมูลด้วยการใช้ประสาท สัมผัสทั้งห้า ที่เหมาะสมตาม ข้อเท็จจริงที่ปรากฏ โดยไม่ใช้ ประสบการณ์เดิมของผู้สังเกต ซึ่งในที่นี้คือ การเขย่าแล้วพบว่าเกิดเสียง การใช้แท่งไม้วัดความสูงของพื้นผิวและเขียนข้อมูลตามสิ่งที่ได้ ส่วนการลงข้อสรุป คือ แสดงความหมายของข้อมูล จากหลักฐานที่ปรากฏ ซึ่งในที่นี้คือ การลงข้อสรุปว่าเสียงที่เกิดขึ้นคล้ายกระดิ่ง วัตถุที่วัตถุได้นั้นมีความโค้งมนซึ่งคลายแกนกระดาษชำระ

17.4. นักเรียนคิดว่าแบบจำลองที่ 1-3 (คำตอบที่ 1 2 และ3) มีวิวัฒนาการ หรือการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร **=> สะท้อน [NOS 1.2-1.3]**

แนวคำตอบ มีการเปลี่ยนแปลง โดยแบบจำลองที่ 1 เป็นการวาดจากการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งไม่สามารถได้ข้อมูลสิ่งที่มีอยู่ในกล่องปริศนาได้ การตีความที่ได้จึงเกิดจากจินตนาการเท่านั้น แต่ในแบบจำลองถัดมาเริ่มมีอุปกรณ์ และเครื่องมือมากขึ้น ทำให้สามารถเก็บข้อมูลจากภายในกล่องได้มากขึ้น ดังนั้น การตีความข้อมูลจึงมีความละเอียดและแม่นยำมากขึ้น

17.5. นักเรียนควรทำอย่างไรเพื่อให้ได้ข้อมูลภายในกล่องปริศนาได้ละเอียดมากขึ้น โดยไม่เปิดกล่อง **=> สะท้อน [NOS 1.2-1.3]**

แนวคำตอบ 1. เจาะรูบนฝากล่องให้มากขึ้น 2. ใช้หน่วยการวัดที่ละเอียดมากขึ้น เช่น มิลลิเมตร เป็นต้น 3. เจาะรูด้านอื่น ๆ ของกล่องเพื่อให้ได้ข้อมูลด้านหรือมิติอื่น ๆ

17.6. หากนักเรียนจะสรุปว่า ภายในกล่องมีลักษณะอย่างไร ต้องสรุปจากข้อมูลหลักฐานลักษณะใด **=> สะท้อน [NOS 2.1]**

คำตอบ หลักฐานเชิงประจักษ์ สามารถวัด และตรวจสอบซ้ำได้ ภายใต้สภาวะเดียวกัน

17.7. นักเรียนสร้างแบบจำลองพื้นผิวได้อย่างไร ทั้งที่ไม่สามารถมองเห็นพื้นผิวของจริง **=> สะท้อน [NOS 2.2]**

แนวคำตอบ ใช้การสังเกตและลงข้อสรุป ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ และใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการเก็บข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

17.8. มีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อการทำงานวิจัยของแต่ละองค์กร **=> สะท้อน [NOS 2.4]และส่งเสริม [ATS 1-3]**

แนวคำตอบ 1. การแข่งขันเพื่อต้องการตีพิมพ์ และได้เงินสนับสนุน ส่งผลให้นักวิจัยมีความขยันมากขึ้น 2. เงินรางวัลส่งผลให้ต้องรีบเร่งทำงาน อาจทำให้งานขาดประสิทธิภาพ
3. ความเกียจคร้าน รวมถึงความรักสามัคคีในองค์ 4. ประสบการณ์ และความถนัดของคนในองค์กร

17.9. ใครบ้างที่สามารถเป็นนักวิทยาศาสตร์ หรือใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ **=> สะท้อน [NOS 3.1] และส่งเสริม [ATS 1-3]**

แนวคำตอบ ทุกคนสามารถเป็นนักวิทยาศาสตร์ หรือสามารถมารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ ได้จำกัดว่าจะเป็นเพศ เชื้อชาติ หรือศาสนาใด

17.10. นักเรียนคิดว่า สถานที่ใดที่มีการศึกษาค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับอะตอม และต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แขนงใดบ้าง **=> สะท้อน [NOS 3.2] และส่งเสริม [ATS 1-3]**

แนวคำตอบ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ หรือมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ซึ่งต้องใช้ความรู้สาขาเคมี กลศาสตร์ควอนตัม เป็นต้น

17.11. นักวิทยาศาสตร์ที่ดี ควรเป็นอย่างไร **=> สะท้อน [NOS 3.3] และส่งเสริม [ATS 1-3]**

แนวคำตอบ ต้องมีจรรยาบรรณ ซื่อสัตย์ต่อการบันทึกผลข้อมูล ไม่บิดเบือนข้อมูล ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่หลงมัวเมาในอำนาจ เพราะจะขัดขวางความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อมนุษย์สามารถให้ทั้งคุณ
และโทษ

18. ครูยกประเด็นประวัติวิทยาศาสตร์ของ ดิโมคริตุส (Democritus) จากหนังสือเรียน สสวท. (หน้าที่ 48) ขึ้นมาอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ร่วมกับนักเรียน ดังนี้

18.1. นักเรียนคิดว่าแบบจำลองอะตอมในยุคของ ดิโมคริตุส (Democritus) คล้ายคลึงกับแบบจำลองใดในกิจกรรม กล่องปริศนา และเพราะเหตุใด

แนวคำตอบ แบบจำลองที่ 1 เพราะเป็นแบบจำลองที่อาศัยเหตุผลประกอบจินตนาการในการสร้างเท่านั้น ยังขาดหลักฐาน และข้อมูลสนับสนุนรูปร่าง หรือลักษณะที่แท้จริง

18.2. หากนักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนควรทำอย่างไรเพื่อให้แบบจำลองอะตอมของ ดิโมคริตุส (Democritus) สมบูรณ์มากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แนวคำตอบ ใช้กระบวนการสืบเสาะและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เก็บรวบรวมข้อมูล หลักฐานเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมให้มากขึ้น จากนั้นผสมผสานจินตนาการ

เพื่อตีความหมายและสร้างแบบจำลองขึ้นมา อีกทั้งในปัจจุบันมีความก้าวหน้าของเทคโนโลยีมากกว่าอดีต ส่งผลให้สามารถเก็บข้อมูลจากการสังเกตทางอ้อมได้มากกว่าและละเอียดกว่าอดีต จึงได้หลักฐานที่ดีกว่าในการสร้างแบบจำลองอะตอม

19. ครูนำนักเรียนสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดหลัก **=> สะท้อน** [NOS 1.2-1.3, 2.1-2.4, 3.1-3.3]

20. ครูให้นักเรียนอธิบายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้จากกิจกรรม กล่องปริศนา ในแบบอธิบายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากกิจกรรมที่ 1 กล่องปริศนา

8.3 ขั้นสรุป: ใช้เวลา 15 นาที

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้จากบทเรียนโดยใช้คำถามสำคัญ ดังนี้

1.1. นักเรียนได้ทำกิจกรรมอะไรบ้าง และทำอย่างไร

1.2. เนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มีอะไรบ้าง และอย่างไร

1.3. นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นใดบ้าง จากกิจกรรมทั้งหมด

แนวทางการอภิปราย 1.1-1.2

1. ได้เรียนรู้สิ่งที่เล็กที่สุด เรียกว่าอะตอม จากการฉีกกระดาษ

2. กิจกรรมกล่องปริศนานำนักเรียนสู่การค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการศึกษาสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นได้ ซึ่งในที่นี้ คือ อะตอม หมายถึง สิ่งที่มีขนาดเล็ก ไม่สามารถแบ่งแยกได้อีก และทำให้เข้าใจถึงวิธีการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ จากข้อมูลที่ได้รับ และการเปรียบเทียบแบบจำลองหลายแบบที่สื่อถึงเป้าหมายอันเดียวกัน

3. หลังจากที่นักเรียนเก็บข้อมูล ทั้งจากการสังเกตเบื้องต้น และใช้เครื่องมือตรวจสอบและเก็บข้อมูลจากพื้นผิวภายในกล่องปริศนา นักเรียนนำข้อมูลที่ได้ไปสร้างแบบจำลองสองมิติแบบวาดตามจินตนาการ แบบจำลองสามมิติอย่างง่ายโดยใช้ดินน้ำมัน และแบบจำลองสามมิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งช่วยพัฒนาทักษะการสร้างแบบจำลองซึ่งถือว่าเป็นความรู้พื้นฐานสำหรับวิทยาศาสตร์

แนวทางการอภิปราย 1.3

1. อภิปรายตามแนวคิดหลัก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เครื่องมือประเมินผล	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) **เนื้อหาวิทยาศาสตร์** 1. อธิบายความหมายของอะตอมและแบบจำลองอะตอมได้	-การอธิบายความหมายของแบบจำลองอะตอมในใบกิจกรรมที่ 1 กล่องปริศนา ในส่วนคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1	-ใบกิจกรรมที่ 1 กล่องปริศนา ในส่วนคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1	-แบบประเมินด้านความรู้ หัวข้อ: การอธิบายความหมายของแบบจำลองอะตอมได้ ในส่วนคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1	**คะแนนเต็ม 24 คะแนน** (6 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน) *แต่ละข้อมีประเด็นการให้คะแนน ดังนี้ 1. ถูกต้อง = 2 คะแนน 2. ครบถ้วน = 2 คะแนน **หัก 1 คะแนน เมื่อมีจุดที่ไม่เป็นไปตามประเด็นการให้คะแนน ***แต่ละข้อนักเรียนต้องได้คะแนนร้อยละ 50 ขึ้นไป ****ตั้งแต่ 12 คะแนนขึ้นไป = ผ่าน** (นักเรียนอธิบายความหมายของอะตอมและแบบจำลองอะตอมได้) *****ต่ำกว่า 12 คะแนน = ไม่ผ่าน** (นักเรียนไม่สามารถอธิบายความหมายของอะตอมและแบบจำลองอะตอมได้)

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9. การวัดและประเมินผล (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เครื่องมือประเมินผล	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) **ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์** 1. อธิบายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการทำกิจกรรมได้	-การอธิบายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการทำกิจกรรมได้ในแบบอธิบายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากกิจกรรมที่ 1 กล่องปริศนา	-แบบอธิบายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากกิจกรรมที่ 1 กล่องปริศนา	-แบบประเมินด้านความรู้ หัวข้อ: การอธิบายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการทำกิจกรรมได้ในแบบอธิบายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากกิจกรรมที่ 1 กล่องปริศนา	**คะแนนเต็ม 30 คะแนน** (3 ขอบข่าย ขอบข่ายละ 10 คะแนน) *แต่ละข้อมีประเด็นการให้คะแนน ดังนี้ 1. ระบุประเด็นครบถ้วน = 2 คะแนน 2. ให้คำอธิบายครบถ้วน = 6 คะแนน 3. ยกตัวอย่าง = 2 คะแนน **หักคะแนน 1 คะแนน ในทุกจุดที่ไม่เป็นไปตามประเด็นการให้คะแนน ***แต่ละขอบข่ายนักเรียนต้องได้คะแนนร้อยละ 50 ขึ้นไป *****ตั้งแต่ 15 คะแนนขึ้นไป = ผ่าน** (นักเรียนอธิบายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการทำกิจกรรมได้) ******ต่ำกว่า 15 คะแนน = ไม่ผ่าน** (นักเรียนไม่สามารถอธิบายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการทำกิจกรรมได้)

9. การวัดและประเมินผล (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เครื่องมือประเมินผล	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านทักษะ (P) 1. ใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพื้นผิวของวัตถุที่อยู่ภายในกล่องปริศนาสร้างแบบจำลองสามแบบ คือ แบบจำลองจากการสังเกตเบื้องต้น แบบจำลองสามมิติอย่างง่าย และแบบจำลองสามมิติจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้	-เก็บข้อมูลการสำรวจพื้นผิวของวัตถุที่อยู่ภายในกล่องปริศนา และใช้ข้อมูลที่ได้สร้างแบบจำลองสามแบบ คือ แบบจำลองจากการสังเกตเบื้องต้น แบบจำลองสามมิติอย่างง่าย และแบบจำลองสามมิติจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากแบบจำลองที่นักเรียนสร้าง และการบันทึกข้อมูลจากกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1 ในใบกิจกรรม	-แบบจำลองที่นักเรียนสร้าง	-แบบประเมินด้านทักษะ หัวข้อ: การเก็บข้อมูลการสำรวจพื้นผิวของวัตถุที่อยู่ภายในกล่องปริศนา และใช้ข้อมูลที่ได้สร้างแบบจำลองสามแบบ คือ แบบจำลองจากการสังเกตเบื้องต้น แบบจำลองสามมิติอย่างง่าย และแบบจำลองสามมิติจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากแบบจำลองที่นักเรียนสร้าง	**คะแนนเต็ม 6 คะแนน** (3 แบบจำลอง แบบจำลองละ 2 คะแนน) ***หัก 1 คะแนนทุกครั้ง เมื่อมี 1 จุดที่ยังไม่ถูกต้องหรือยังไม่สมบูรณ์ **แต่ละข้อนักเรียนต้องได้คะแนนร้อยละ 50 ขึ้นไป ****ตั้งแต่ 3 คะแนนขึ้นไป = ผ่าน** (นักเรียนใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพื้นผิวของวัตถุที่อยู่ภายในกล่องปริศนาสร้างแบบจำลองสามแบบได้) *****ต่ำกว่า 3 คะแนน = ไม่ผ่าน** (นักเรียนไม่สามารถใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพื้นผิวของวัตถุที่อยู่ภายในกล่องปริศนาสร้างแบบจำลองสามแบบได้)

9. การวัดและประเมินผล (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เครื่องมือประเมินผล	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านคุณลักษณะ (A) 1. มีส่วนร่วมในการอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ขณะทำกิจกรรมหรือสิ้นสุดกิจกรรม โดยเสนอความคิด ตั้งคำถาม หรือตอบคำถาม	-การสอบถามและการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-การสังเกตโดยครูแล้วบันทึกข้อมูลลงในแบบประเมินด้านคุณลักษณะ หัวข้อ: มีส่วนร่วมในการอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ขณะทำกิจกรรม หรือสิ้นสุดกิจกรรม โดยเสนอความคิด ตั้งคำถาม หรือตอบคำถาม	-แบบประเมินด้านคุณลักษณะ หัวข้อ: มีส่วนร่วมในการอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ขณะทำกิจกรรม หรือสิ้นสุดกิจกรรม โดยเสนอความคิด ตั้งคำถาม หรือตอบคำถาม	**คะแนนเต็ม 3 คะแนน** ***ให้คะแนนตามจำนวนครั้งที่นักเรียน หรือตัวแทนกลุ่มของนักเรียน มีส่วนร่วมในการอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ขณะทำกิจกรรม หรือสิ้นสุดกิจกรรม โดยเสนอความคิด ตั้งคำถาม หรือตอบคำถาม ****ตั้งแต่ 1 คะแนนขึ้นไป = ผ่าน** (นักเรียนเป็นผู้มีส่วนร่วมในการอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ขณะทำกิจกรรม หรือสิ้นสุดกิจกรรม โดยเสนอความคิด ตั้งคำถาม หรือตอบคำถาม) *****ต่ำกว่า 1 คะแนน = ไม่ผ่าน** (นักเรียนขาดการเป็นผู้มีส่วนร่วมในการอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ขณะทำกิจกรรม หรือสิ้นสุดกิจกรรม โดยเสนอความคิด ตั้งคำถาม หรือตอบคำถาม)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

10. ภาคผนวก

(1) บันทึกหลังการสอน

(2) แบบอธิบายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากกิจกรรมที่ 1 กล่องปริศนา

(3) การเตรียมกิจกรรมที่ 1 กล่องปริศนา

(3.1) การเตรียมกล่องปริศนา

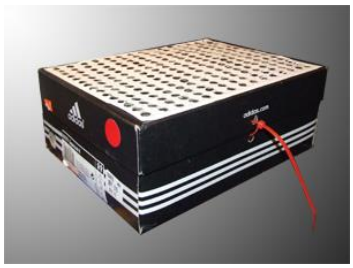
-เตรียมใช้กล่องรองเท้า 8 กล่อง (สำหรับ 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน) โดยเจาะฝากล่องให้เป็นรูตามเครื่องหมายวงกลม (○) จนครบทุกรู (แนบตารางสำหรับเจาะกล่องรองเท้าที่ท้ายแผน)

-บรรจุวัสดุรูปร่างต่าง ๆ ให้**<u>เหมือนกันและตำแหน่งเดียวกัน</u>** ทั้ง 8 กล่อง (ทากาวให้แน่น วัสดุที่ใช้ควรมีความแข็งแรงไม่ควรเสียรูปทรงได้ง่าย และเพื่อป้องกันการเปิดกล่องอาจจะใช้ตัวล็อคพลาสติก)

-บรรจุกระดิ่ง หรือกระพรวน จำนวน 2 ชิ้น โดยมี 1 ชิ้น ยึดติดอยู่กับที่**<u>ตำแหน่งเดียวกัน</u>** ทั้ง 8 กล่อง และอีก 1 ชิ้น เคลื่อนที่อย่างอิสระ

-ปิดฝากล่องให้แน่น เพื่อไม่ให้นักเรียนสามารถเปิดดูสิ่งที่อยู่ในกล่องได้

แสดงตัวอย่าง ดังนี้



(3.2) ตารางสำหรับเจาะกล่องรองเท้า

(3.3) ตารางที่ 1 แบบจำลองสีสองมิติ (คำตอบที่ 2)

(3.4) ตารางที่ 2 แบบจำลองสีสามมิติ (คำตอบที่ 3)

(3.5) ใบกิจกรรมที่ 1 กล่องปริศนา

บันทึกผลหลังการสอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....วันที่ทำกิจกรรม.....นักเรียนชั้น .....

จำนวนนักเรียนทั้งหมด ..... คน มาเรียน ..... คน ขาด ..... คน ลา ..... คน

1. ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

1.1 ด้านความรู้ (K)

เนื้อหาวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 ด้านทักษะ (P)

.....

.....

.....

.....

.....

1.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายรัฐพงศ์ วงค์เขื่อนแก้ว)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบอธิบายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้จากกิจกรรมที่ 1 กล่องปริศนา

ชื่อ-สกุล.....ชั้น..... .เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้เขียนอธิบายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ระบุขอบข่าย และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. อธิบายว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นนั้น ๆ เป็นอย่างไร
3. ยกตัวอย่าง หรือเหตุการณ์ประกอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางสำหรับเจาะกล่องรองเท้า

○ J1	○ J2	○ J3	○ J4	○ J5	○ J6	○ J7	○ J8	○ J9	○ J10	○ J11	○ J12	○ J13	○ J14	○ J15	○ J16	○ J17	○ J18	○ J19	○ J20
○ I1	○ I2	○ I3	○ I4	○ I5	○ I6	○ I7	○ I8	○ I9	○ I10	○ I11	○ I12	○ I13	○ I14	○ I15	○ I16	○ I17	○ I18	○ I19	○ I20
○ H1	○ H2	○ H3	○ H4	○ H5	○ H6	○ H7	○ H8	○ H9	○ H10	○ H11	○ H12	○ H13	○ H14	○ H15	○ H16	○ H17	○ H18	○ H19	○ H20
○ G1	○ G2	○ G3	○ G4	○ G5	○ G6	○ G7	○ G8	○ G9	○ G10	○ G11	○ G12	○ G13	○ G14	○ G15	○ G16	○ G17	○ G18	○ G19	○ G20
○ F1	○ F2	○ F3	○ F4	○ F5	○ F6	○ F7	○ F8	○ F9	○ F10	○ F11	○ F12	○ F13	○ F14	○ F15	○ F16	○ F17	○ F18	○ F19	○ F20
○ E1	○ E2	○ E3	○ E4	○ E5	○ E6	○ E7	○ E8	○ E9	○ E10	○ E11	○ E12	○ E13	○ E14	○ E15	○ E16	○ E17	○ E18	○ E19	○ E20
○ D1	○ D2	○ D3	○ D4	○ D5	○ D6	○ D7	○ D8	○ D9	○ D10	○ D11	○ D12	○ D13	○ D14	○ D15	○ D16	○ D17	○ D18	○ D19	○ D20
○ C1	○ C2	○ C3	○ C4	○ C5	○ C6	○ C7	○ C8	○ C9	○ C10	○ C11	○ C12	○ C13	○ C14	○ C15	○ C16	○ C17	○ C18	○ C19	○ C20
○ B1	○ B2	○ B3	○ B4	○ B5	○ B6	○ B7	○ B8	○ B9	○ B10	○ B11	○ B12	○ B13	○ B14	○ B15	○ B16	○ B17	○ B18	○ B19	○ B20
○ A1	○ A2	○ A3	○ A4	○ A5	○ A6	○ A7	○ A8	○ A9	○ A10	○ A11	○ A12	○ A13	○ A14	○ A15	○ A16	○ A17	○ A18	○ A19	○ A20

แบบจำลองจากการสังเกตเบื้องต้น (คำตอบที่ 1) กลุ่มที่.....

แบบจำลองแบบสามมิติอย่างง่าย (คำตอบที่ 2) กลุ่มที่.....

J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15	J16	J17	J18	J19	J20
I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20
D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20

กิจกรรมที่ 1 กล่องปริศนา

ตอนที่ 1

คำชี้แจงการดำเนินกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1

ให้นักเรียนดำเนินกิจกรรม ดังนี้

1. แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนรับกล่องปริศนา และแท่งไม้
2. สังเกตกล่องปริศนาจากภายนอก โดยอาศัยประสาทสัมผัสทั้ง 5
3. สร้างแบบจำลองจากการสังเกตเบื้องต้น (คำตอบที่ 1) ด้วยการวาดภาพรูปทรางต่าง ๆ ที่คาดว่าอยู่ในกล่อง
4. ใช้แท่งไม้วัดความลึกของพื้นผิวภายในกล่องปริศนา บันทึกผลที่ได้ลงในตาราง
5. แปลงข้อมูลจากความลึกของกล่องเป็นความสูงของพื้นผิวโดยลบความสูงของกล่องด้วยความลึกที่วัดได้
6. สร้างแบบจำลองสามมิติอย่างง่าย (คำตอบที่ 2) ด้วยดินน้ำมัน ตามความสูงที่วัดได้บนตารางที่ 2 ที่รองด้วยกระดาษแข็ง จากนั้น ถ่ายภาพเพื่อนำไปแปะในใบกิจกรรม
7. สร้างแบบจำลองแบบสามมิติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (คำตอบที่ 3) ในโปรแกรม Microsoft Excel
8. เปรียบเทียบแบบจำลองที่สร้างขึ้นและตอบคำถามท้ายกิจกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกข้อมูลจากกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1

คำชี้แจง

1. สร้างแบบจำลองจากการสังเกตเบื้องต้น (คำตอบที่ 1) ด้วยการวาดภาพรูปทรางต่าง ๆ ที่คาดว่าอยู่ในกล่อง

แบบจำลองจากการสังเกตเบื้องต้น (คำตอบที่ 1) กลุ่มที่.....

2. แปะรูปผลงานแบบจำลองสามมิติอย่างง่าย (คำตอบที่ 2)

แบบจำลองสีสามมิติ (คำตอบที่ 2) กลุ่มที่.....

3. แปะรูปผลงานแบบจำลองสามมิติอย่างง่าย (คำตอบที่ 2)

แบบจำลองสีสามมิติจากคอมพิวเตอร์ (คำตอบที่ 3) กลุ่มที่.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4. ให้เรียงลำดับลักษณะของแบบจำลองที่สร้างขึ้น คือ แบบจำลองสามมิติ และแบบจำลองที่สร้างโดยคอมพิวเตอร์ ดังนี้ 3 = มาก 2 = ปานกลาง 1 = น้อย

ลักษณะของแบบจำลอง	**แบบจำลองสีสองมิติ**	**แบบจำลองลูกบาศก์สามมิติ**	**แบบจำลองที่สร้างโดยคอมพิวเตอร์**
สร้างได้ง่าย			
แบบจำลองเข้าใจได้ง่าย			
เคลื่อนย้ายหรือจัดการได้ง่าย			
ง่ายต่อการนำเสนอ			
ประหยัด (เวลา แรงงาน วัสดุ เครื่องมือ ฯลฯ)			

คำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1

คำชี้แจง เขียนอธิบายคำตอบให้ถูกต้อง และครบถ้วน

1. อะตอมคืออะไร (4 คะแนน)

ตอบ .....

.....

.....

2. แนวคิดเกี่ยวกับอะตอมเริ่มต้นจากใคร เมื่อใด และอย่างไร (4 คะแนน)

ตอบ .....

.....

.....

3. แบบจำลองอะตอมคืออะไร (4 คะแนน)

ตอบ .....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. แบบจำลองอะตอมมีประโยชน์อย่างไร (4 คะแนน)

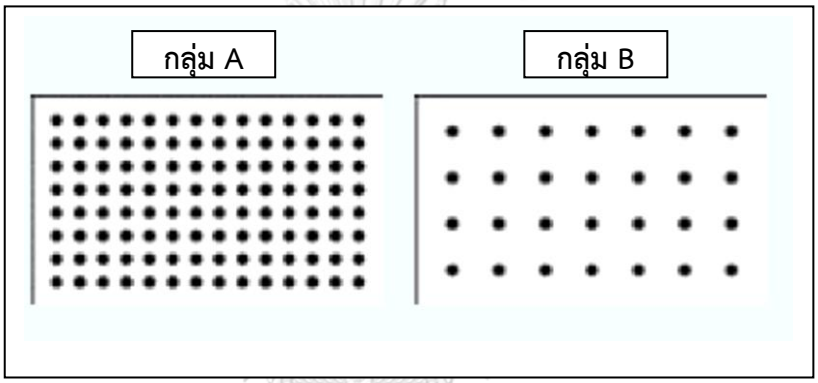
ตอบ .....

.....

.....

ใช้เหตุการณ์สมมติต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อที่ 5-8

นักเรียนกลุ่ม A และกลุ่ม B ทำการศึกษากล่องปริศนาที่มีพื้นที่ผิวภายในกล่องเหมือนกันทุกประการ ตามขั้นตอนเช่นกันกับที่ได้ปฏิบัติ **แต่**กล่องของ **กลุ่ม A** จะมีฝาปิดที่มีการเจาะรูมากกว่า **กลุ่ม B** (ดังรูปข้างล่าง)



5. หากนำข้อมูลที่ได้จากการวัดพื้นที่ผิวมาสร้างแบบจำลอง แบบจำลองทั้ง 2 แบบ สามารถสื่อถึงเป้าหมายการสร้างแบบจำลองสิ่งเดียวกันได้ หรือไม่ (4 คะแนน)

ตอบ .....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6. แบบจำลองของทั้งสองกลุ่มมีโอกาสมากน้อยเพียงใดที่จะเหมือนกัน จงอธิบายเหตุผลประกอบ (4 คะแนน)

ตอบ .....

.....

.....

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	รัฐพงศ์ วงค์เขื่อนแก้ว
วัน เดือน ปี เกิด	1 มกราคม 2539
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลลำพูน
วุฒิการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต (เคมี) เกียรตินิยมอันดับ 1 (GPAX 4.00)
ที่อยู่ปัจจุบัน	282 ม.3 ต.ทุ่งหัวช้าง อ.ทุ่งหัวช้าง จ.ลำพูน 51160
ผลงานตีพิมพ์	รัฐพงศ์ วงค์เขื่อนแก้ว และ สลา สามิภักดิ์. (2565). การศึกษาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. ใน นันทิมา นาคาพงศ์ อัศวรักษ์ (บ.ก.), การเปลี่ยนแปลงทางการวิจัยและนวัตกรรมอย่างผลิกผัน เพื่อการศึกษาที่ดีกว่าในยุคปกติใหม่. การประชุมวิชาการระดับชาติศึกษาศาสตร์วิจัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ครั้งที่ 9 (น. 514-531). คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
รางวัลที่ได้รับ	1. ทุนวิจัยมหาบัณฑิต วช. ด้านมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2564 2. รางวัลนำเสนอผลงานวิจัยแบบบรรยาย ระดับดีเด่น เรื่อง “การพิจารณาอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย” ในการประชุมวิชาการระดับชาติศึกษาศาสตร์วิจัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ครั้งที่ 9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University