การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

THE DEVELOPMENT OF A LEARNING MODEL BASED ON PROJECT-BASED LEARNING INCOOPERATED WITH SOCIO-SCIENTIFIC ISSUE TO PROMOTE

นันทนัช วัฒนสุภิญโญ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2564

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

นันทนัช วัฒนสุภิญโญ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
ศูนย์วิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

THE DEVELOPMENT OF A LEARNING MODEL BASED ON PROJECT-BASED LEARNING INCOOPERATED WITH SOCIO-SCIENTIFIC ISSUE TO PROMOTE SCIENTIFIC LITERACY FOR 8TH GRADE STUDENTS

NUNTANUT WATTANASUPINYO

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of DOCTOR OF EDUCATION

(Science Education)

Science Education Center, Srinakharinwirot University

2021

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ของ

นันทนัช วัฒนสุภิญโญ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์)

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ผู้วิจัย	นันทนัช วัฒนสุภิญโญ
ปริญญา	การศึกษาดุษฎีบัณฑิต
ปีการศึกษา	2564
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์

การรู้วิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญ เพราะช่วยในการตัดสินใจอย่างชาญฉลาดในการแก้ปัญหาในบริบททางสังคม ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันได้อย่างมีวิจารณญาณ โดยต้องอาศัยข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบการตัดสินใจเชิงคุณธรรม จริยธรรม เพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 คน จากการสุ่มแบบกลุ่ม จากโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.1) กรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ 3) แบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และการทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระจากกัน ผลการวิจัยพบว่า 1. รูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มี 6 ขั้นดังนี้ 1) นำเสนอประเด็นทางสังคม 2) ระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) ลงมือแก้ไขปัญหา 5) นำเสนอผลงานสู่สังคม และ 6) สะท้อนผลจากสังคม 2. ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยในภาพรวมและในแต่ละสมรรถนะย่อยของการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์ในภาพรวมหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากระดับต่ำเป็นระดับปานกลาง 4. หลังเรียนผู้เรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับปานกลางขึ้นไปจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนผู้เรียนทั้งหมด และ 5. ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน, ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์, การรู้วิทยาศาสตร์

Title	THE DEVELOPMENT OF A LEARNING MODEL BASED ON PROJECT-BASED LEARNING INCOOPERATED WITH SOCIO-SCIENTIFIC ISSUE TO PROMOTE SCIENTIFIC LITERACY FOR 8TH GRADE STUDENTS
Author	NUNTANUT WATTANASUPINYO
Degree	DOCTOR OF EDUCATION
Academic Year	2021
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Theerapong Sangpradit

Scientific literacy is important because it helps people in making informed decisions, problem-solving in a social context related to daily life in terms of both scientific evidence and morally and ethically, in order to find the best possible solution. Therefore, the purpose of this study was to develop and investigate the effects of the learning model based on project-based learning in cooperation with socio-scientific issues on scientific literacy for eighth-grade students. The samples consisted of 40 eighth-grade students for general education under OBEC 1 in Bangkok and were acquired by cluster sampling. The research instruments included: (1) lesson plans; (2) scientific literacy tests; and (3) a student satisfaction questionnaire. The data were statistically analyzed by mean, standard deviation, percentage and a t-test for the dependent samples. The findings revealed the following 1) the learning model consisted of six steps: (1) introducing social issues; (2) brainstorming for the solutions; (3) designing the solutions; (4) solving the problem; (5) presenting to society; and (6) reflecting from society; 2) the scientific literacy mean scores were significantly higher than before implementation at a level of .05; 3) the overall level of scientific literacy changed from a low to a moderate levels; 4) after studying, students had a moderate to high level of competency with more than 50% of the total number of students; and 5) in overall. students were satisfied with their learning at a high level.

Keyword : Project-based learning, Socio-scientific issues, Scientific literacy

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จและสมบูรณ์ได้ เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงยิ่งจาก อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ ที่ให้คำแนะนำปรึกษาในด้านความรู้ ความคิด และการปฏิบัติที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย เกี่ยวกับการทำรายงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งอย่างหาที่เปรียบมิได้ ที่ได้รับความกรุณาด้วยดีเสมอมาและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรรค์ ผลโภคผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรรยา ดาสา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล และอาจารย์ ดร.พินิจ ขำวงษ์ ได้กรุณาเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ และช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จและสมบูรณ์ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ศูนย์วิทยาศาสตรศึกษาทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และให้ความช่วยเหลือแนะนำแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ได้กรุณาตรวจสอบแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายสนับสนุนศูนย์วิทยาศาสตรศึกษาทุกท่าน ที่คอยให้ความช่วยเหลือด้านการติดต่อประสานงานและเอกสารต่าง ๆ อย่างดียิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่เป็นกำลังใจและให้ความรักความห่วงใย แก่ผู้วิจัยอย่างดียิ่งมาโดยตลอดระยะเวลาที่ศึกษาและทำปริญญานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณผู้บริหารโรงเรียน คณะครู และขอบคุณนักเรียนที่ให้ความอนุเคราะห์และให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดียิ่ง

ความสำเร็จ ความภาคภูมิใจ คุณค่าและประโยชน์อันเกิดจากการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาคุณบิดา คุณมารดา และบูรพาจารย์ที่ได้รับอบรมสั่งสอนให้ความรู้แก่ผู้วิจัย ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพยิ่ง

นันทนัช วัฒนสุภิญโญ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฒ

บทที่ 1 บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

คำถามวิจัย 7

ความมุ่งหมายของงานวิจัย 8

ความสำคัญของการวิจัย 8

ขอบเขตของการวิจัย 8

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย 8

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 9

ตัวแปรที่ศึกษา 9

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย 9

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 10

นิยามศัพท์เฉพาะ 10

กรอบแนวคิดในการวิจัย 13

สมมุติฐานในการวิจัย 14

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 16

1. การรู้วิทยาศาสตร์ 17
1.1 ความหมายและองค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์ 17
1.2 ระดับการรู้วิทยาศาสตร์ 24
1.3 ความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ 29
1.4 การจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ 30
1.5 วิธีการวัดและประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ 47
1.6 การศึกษาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย 54
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) 61
2.1 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน 61
2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน 63
2.3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ 64
3. แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-Scientific Issue) 75
3.1 ความสำคัญของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 75
3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับ วิทยาศาสตร์ 77
3.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับ วิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ 78
3.4 การจัดการเรียนรู้แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 81
4. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ 82
4.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 82
4.2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 83
4.3 กระบวนการในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ 84

5. รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 87
5.1 แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ 87
5.2 กระบวนการการจัดการเรียนรู้ 93
5.3 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ 99
6. ความพึงพอใจ 106
6.1 ความหมายของความพึงพอใจ 106
6.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ 106
6.3 วิธีการสร้างความพึงพอใจในชั้นเรียน 107
6.4 การวัดและประเมินผลของความพึงพอใจ 108
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 111
การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน 114
การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 116
การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 124
การเก็บรวบรวมข้อมูล 148
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล 149
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 151
จริยธรรมการวิจัย 157
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย 158

1. ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 158
2. ผลการศึกษาการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ 179
3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 218
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 224
คำถามวิจัย 224
ความมุ่งหมายของงานวิจัย 224
สมมุติฐานในการวิจัย 225
ขอบเขตของการวิจัย 225
ตัวแปรที่ศึกษา 226
เครื่องมือวิจัย 226
การเก็บรวบรวมข้อมูล 229
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล 230
สรุปผลการวิจัย 231
อภิปรายผลการวิจัย 233
1. รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 233
2. การรู้วิทยาศาสตร์ 239
3. ความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น 243
ข้อเสนอแนะ 245
ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ 245

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป 245

บรรณานุกรม 246

ภาคผนวก 260

ภาคผนวก ก 261

ภาคผนวก ข 263

ภาคผนวก ค 329

ประวัติผู้เขียน 335

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ระดับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ 26

ตาราง 2 เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของรูปแบบการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง 40

ตาราง 3 ตารางสังเคราะห์ลักษณะ (Features) สำคัญของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 89

ตาราง 4 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ บทบาทของผู้สอน และบทบาทนักเรียน 100

ตาราง 5 แบบแผนการทดลองแบบ One - Group Pretest-posttest Design 115

ตาราง 6 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ บทบาทของผู้สอน และบทบาทนักเรียน 118

ตาราง 7 จำนวนข้อสอบวิทยาศาสตร์ PISA 2015 จำแนกตามเกณฑ์ต่าง ๆ 126

ตาราง 8 สรุปจำนวนข้อสอบของแต่ละรูปแบบและระดับของสามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คำนวณเทียบอัตราส่วนจากข้อสอบ PISA 2015 127

ตาราง 9 การเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศของโลก 129

ตาราง 10 หัวข้อและเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ 136

ตาราง 11 สรุปค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ทั้ง 2 ฉบับ ฉบับละ 30 ข้อ 144

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน 145

ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้องของรูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ 165

ตาราง 14 คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์รายบุคคลของนักเรียนเมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 180

ตาราง 15 คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ของสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ในรายด้านและภาพรวมของนักเรียนเมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 182

ตาราง 16 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์ในสมรรถนะรายด้านและในภาพรรวมของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน 199

ตาราง 17 เปรียบเทียบระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน 201

ตาราง 18 เปรียบเทียบร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับต่ำ ระดับปานกลาง และระดับสูง หลังการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 203

ตาราง 19 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 219

ตาราง 20 ค่าดัชนีความสอดคล้องของรูปแบบการเรียนรู้ 264

ตาราง 21 ผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ปัญหาดินถล่มหลุมยุบ 268

ตาราง 22 ผลการประเมินหาค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ปัญหาดินถล่มหลุมยุบ 270

ตาราง 23 ผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งของน้ำ 272

ตาราง 24 ผลการประเมินหาค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งของน้ำ 274

ตาราง 25 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียน 276

ตาราง 26 ผลการประเมินค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียน 286

ตาราง 27 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับหลังเรียน 296

ตาราง 28 ผลการประเมินค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับหลังเรียน 306

ตาราง 29 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียน 316

ตาราง 30 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับหลังเรียน 317

ตาราง 31 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนหาค่าสัมประสิทธิ์ของความเท่าเทียมกัน (Coefficient of Equivalence) 318

ตาราง 32 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมินความความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 319

ตาราง 33 ผลการประเมินค่าความเหมาะสมของแบบประเมินความความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 323

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 14
ภาพประกอบ 2 การพัฒนาทางสติปัญญาที่ส่งผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ 36
ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างข้อสอบประเภทเลือกตอบของ PISA..... 51
ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างข้อสอบประเภทข้อสอบแบบถูกผิดเชิงซ้อนของ PISA..... 52
ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างข้อสอบประเภทข้อสอบแบบเขียนตอบของ PISA 53
ภาพประกอบ 6 กราฟแสดงแนวโน้มคะแนนวิทยาศาสตร์จาก PISA 2000 ถึง PISA 2018 58
ภาพประกอบ 7 ร้อยละของนักเรียนที่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ในระดับต่าง ๆ..... 60
ภาพประกอบ 8 แบบแผนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระบบการสอนกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 86
ภาพประกอบ 9 สังเคราะห์ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 92
ภาพประกอบ 10 การกำหนดเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามคุณลักษณะสำคัญของรูปแบบ 94
ภาพประกอบ 11 สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่เกิดกับผู้เรียนในแต่ละขั้นของกระบวนการจัดการเรียนรู้ 98
ภาพประกอบ 12 ลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย..... 113
ภาพประกอบ 13 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 139
ภาพประกอบ 14 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ 143
ภาพประกอบ 15 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 147
ภาพประกอบ 16 ลำดับขั้นการจัดการเรียนรู้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 164

ภาพประกอบ 17 ตัวอย่างการสรุปข้อมูลลงในกระดาษโฟชาร์ท 171
ภาพประกอบ 18 ตังอย่างแบบจำลองวิธีการแก้ไขปัญหาที่นักเรียนออกแบบ 174
ภาพประกอบ 19 การนำเสนอผลงานในชั้นเรียนต่อครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียน 176
ภาพประกอบ 20 นักเรียนกลุ่ม B นำเสนอวิดีโอในสื่อสังคมออนไลน์ เฟซบุ๊กและยูทูบ 177
ภาพประกอบ 21 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 1 184
ภาพประกอบ 22 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 1 185
ภาพประกอบ 23 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 6 187
ภาพประกอบ 24 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อที่ 12 189
ภาพประกอบ 25 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 9 191
ภาพประกอบ 26 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 7 195
ภาพประกอบ 27 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 7 196
ภาพประกอบ 28 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 30 197
ภาพประกอบ 29 กราฟเปรียบเทียบระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ ก่อนเรียนและหลังเรียน 202
ภาพประกอบ 30 เปรียบเทียบร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับต่ำ ระดับปานกลาง และระดับสูง หลังการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น 204
ภาพประกอบ 31 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 1 205
ภาพประกอบ 32 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 26 208
ภาพประกอบ 33 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 12 210
ภาพประกอบ 34 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 30 211
ภาพประกอบ 35 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 6 214
ภาพประกอบ 36 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 20 215
ภาพประกอบ 37 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 6 217

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในสังคมโลกทั้งในปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานและมีความเกี่ยวข้องกับทุกชีวิตบนโลก ในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่าง ๆ เครื่องมือเครื่องใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน ล้วนเป็นผลความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์กับศาสตร์ด้านอื่น ๆ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 92) วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้ ความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติมีผลให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก ช่วยให้มนุษย์พัฒนาความคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และสามารถตัดสินใจได้โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 92) โดยเฉพาะการศึกษาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนควรส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นต่อทุกคน มีความสำคัญอย่างมากต่อวัฒนธรรมของมนุษย์ และแสดงถึงความสามารถในการคิดของมนุษย์ มีผลต่อการพัฒนาทางด้านภาษา ตรรกะ และทักษะการแก้ปัญหาในห้องเรียนประชาธิปไตยหรือความเสมอภาคทางสังคม (National Research Council (NRC), 1996, p. 34) จึงต้องอาศัยประชาชนที่มีความสามารถในการตัดสินใจในระดับบุคคลและระดับสังคมในประเด็นที่ต้องอาศัยข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และประชาชนต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจด้วย สำหรับผู้เรียนวิทยาศาสตร์สามารถเป็นทั้งวิชาชีพและไม่เป็นวิชาชีพตลอดชีวิต เพราะประเทศชาตินั้นต้องอาศัยความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประชาชน เพื่อการแข่งขันทางด้านเศรษฐกิจและความจำเป็นของประเทศ (Liu, 2009; National Research Council (NRC), 1996, p. 34) เมื่อมีกระแสการเปลี่ยนแปลงโลกจากการก้าวผ่านศตวรรษที่ 20 เข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ส่งผลกระทบทั้งทางสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม การเมืองและการจัดการศึกษาของทุกประเทศ ดังนั้นประเทศไทยจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการพัฒนากำลังคนที่เหมาะสม และจัดการศึกษาให้สอดรับกับกระแสการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว (หน่วยศึกษานิเทศก์สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2559)

การพัฒนาประชากรในวัยเรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์จึงถือว่ามีบทบาทสำคัญในสังคมแห่งศตวรรษที่ 21 เนื่องจากผู้รู้วิทยาศาสตร์เป็นพลเมืองที่มีคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาประเทศ เพราะผู้รู้วิทยาศาสตร์จะมีความรู้ที่สามารถช่วยแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (Hodson,

2008, p. 3; Shen, 1975) ช่วยให้การตัดสินใจทางการเมืองดีขึ้น ช่วยให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจดีขึ้น ลดความเชื่อเรื่องโชคลาง ทำให้พฤติกรรมของบุคคลดีขึ้น และช่วยสร้างโลกที่มีจริยธรรมมากขึ้น (Laetsch, 1987; Liu, 2009, p. 303) มีความรู้ความเข้าในหลักการวิทยาศาสตร์สามารถยอมรับความคิดเห็นและเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติทางสังคมสามารถแสดงความคิดเห็น อภิปรายและตัดสินใจในประเด็นทางสังคมได้อย่างมีวิจารณญาณ (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558, น. 15-16) เช่น การมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ ในการตัดสินใจที่สำคัญในด้านต่าง ๆ เช่น สุขภาพการใช้ทรัพยากรธรรมชาติพลังงาน นโยบายและการปกป้องสิ่งแวดล้อม (Hodson, 2008, p. 3; Shen, 1975) มีความเข้าใจ ช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับธรรมชาติ โลกและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นผ่านกิจกรรมของมนุษย์ (Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), 1998, p. 5) มีความเต็มใจที่จะมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ด้วยแนวคิดของวิทยาศาสตร์ในฐานะพลเมืองที่มีการไตร่ตรอง มีความคิดเห็นและมีส่วนร่วมในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันและอนาคต ช่วยในการตัดสินใจที่เป็นประชาธิปไตยมากขึ้น ส่งเสริมให้ผู้คนใช้สิทธิตามระบอบประชาธิปไตยอย่างฉลาด (Thomas & Durant, 1987)

หลังจากการปฏิรูปด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) จึงเป็นเป้าหมายของการจัดการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ที่เป็นไปตามความต้องการของสังคมสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงและเป็นที่ยอมรับกันในยุคปัจจุบันของประเทศไทย ดังปรากฏในหลักสูตรหรือเอกสารที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการเข้าร่วมการประเมินความสำเร็จของการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติ อันเป็นที่ยอมรับจากหลายประเทศ และนำผลการประเมินนั้นมาเป็นข้อมูลหนึ่งของการวางนโยบายทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศ คือ ผลการประเมินของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment : PISA) โดย PISA มีจุดเน้นคือให้ความสำคัญกับศักยภาพของนักเรียนในการใช้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตจริงในอนาคต เพื่อจะศึกษาว่าเยาวชนวัยจบการศึกษาภาคบังคับ ซึ่งนิยามในทางปฏิบัติ คือ นักเรียนที่มีอายุระหว่าง 15 ปี 3 เดือน ถึง 16 ปี 2 เดือน ในช่วงเวลาของการประเมิน และต้องเรียนในโรงเรียนตามระบบมาไม่ต่ำกว่า 6 ปี ไม่ว่าจะเป็นสายวิชาสามัญ สายอาชีวศึกษา ทั้งในโรงเรียนของรัฐและในโรงเรียนเอกชน ของประเทศต่าง ๆ จะสามารถเป็นประชาชนที่รับรู้ประเด็นปัญหารับสาระ ข้อมูล ข่าวสาร และสามารถตอบสนองอย่างไร อีกทั้งเป็นผู้บริโภคที่ฉลาดเพียงใด

การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA แตกต่างจากการทดสอบความรู้ตามหัวข้อในประมวลรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่เรียนในหลักสูตรในโรงเรียน เพราะไม่เน้นที่ความรู้ในเนื้อหาวิชา แต่จะเน้นให้ความสำคัญกับความสามารถในการนำความรู้และทักษะไปใช้ได้จริงในชีวิตและการ

ทำงานในอนาคต ทั้งในระดับบุคคล ชุมชนหรือสังคม และระดับโลก(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น. 117) กรอบโครงสร้างการประเมินผลของ PISA จึงครอบคลุมแง่มุมต่าง ๆ ดังนี้ 1) บริบทของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ สถานการณ์ในชีวิตที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งในระดับส่วนตัว สังคม และโลก 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยสองส่วน ได้แก่ “ความรู้วิทยาศาสตร์” คือ ความรู้ในเรื่องโลกธรรมชาติที่เกี่ยวข้องในชีวิตจริง ซึ่งจำกัดอยู่ในสี่ระบบ ได้แก่ ระบบทางกายภาพ (รวมความรู้เคมีและฟิสิกส์) ระบบสิ่งมีชีวิต ระบบของโลกและอวกาศ และระบบเทคโนโลยี ซึ่งผสมผสานอยู่ในสามระบบแรก นอกจากนั้นยังประกอบด้วย “ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์” คือ ความรู้ในวิธีการหรือกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถประยุกต์ใช้กับชีวิตจริงได้ 3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายถึงการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ใน 3 ด้านหลัก ๆ ได้แก่ (1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explaining Phenomena Scientifically) (2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluating and Designing Scientific Enquiry) (3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpreting Data and Evidence Scientifically) 4) เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การแสดงการตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์ด้วยความสนใจ สนับสนุนการสืบหาความรู้วิทยาศาสตร์ และแสดงความรับผิดชอบต่อสิ่งต่าง ๆ เช่น ในประเด็นของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551b)

ผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์นับตั้งแต่ PISA 2000 เป็นต้นมาจนถึง PISA 2018 พบว่า ผลการประเมิน PISA 2000 ถึง 2006 มีคะแนนเฉลี่ยลดลงอย่างต่อเนื่อง PISA 2009 และ PISA 2012 มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น แต่ก็ยังมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ต่อมา PISA 2015 มีคะแนนเฉลี่ยลดลง และปัจจุบันผลการประเมิน PISA 2018 ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านวิทยาศาสตร์ 426 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 489 คะแนน) เมื่อเปรียบเทียบกับ PISA 2015 พบว่ามีคะแนนเพิ่มขึ้น 5 คะแนน แต่ยังมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD สำหรับประเทศไทย กลุ่มโรงเรียนเน้นวิทยาศาสตร์มีคะแนนสูงในระดับเดียวกับกลุ่มบนสุดห้าอันดับแรก (Top 5) และกลุ่มโรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัยมีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ย OECD ส่วนกลุ่มโรงเรียนอื่น ๆ ยังคงมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562a, น. 1-2) หากพิจารณาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่าคะแนนเฉลี่ย

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน ของเด็กไทยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD และมีนักเรียนร้อยละเกือบ 50 ที่มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับ 2 ซึ่ง จัดว่าเป็นกลุ่มเสี่ยงที่นักเรียนแสดงว่ามีความสามารถไม่ถึงระดับพื้นฐานและไม่สามารถใช้วิทยาศาสตร์ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตจริงได้ (สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562a, น. 3) ในนักเรียนในกลุ่มที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์ โดยเพาะกลุ่ม สพฐ.1 ที่มีคะแนนลดต่ำลงอย่างมากใน PISA 2015 ซึ่ง OECD ถือว่าเป็นตัวบ่งชี้ตัวหนึ่งถึงอำนาจการแข่งขันเชิงเศรษฐกิจและการพัฒนาของชาติในอนาคต ซึ่งนักเรียนที่มีสมรรถนะที่จะใช้วิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาชีวิตจริงในระดับต่ำมาก เป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญถึงความสามารถในการมีส่วนร่วมในสังคมและในตลาดแรงงานของพลเมืองของชาติในอนาคต นักเรียนไทยเกือบร้อยละ 50 แสดงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไม่ถึงระดับพื้นฐาน แสดงถึงปัญหาของระบบการศึกษา และชี้นัยให้เห็นถึงศักยภาพในการแข่งขันทางเศรษฐกิจของชาติในอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น. 117) และผลจากการให้นักเรียนตอบสำรวจการเลือกอาชีพในอนาคต พบว่า นักเรียนไทยประมาณหนึ่งในห้าต้องการทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยต้องการทำงานด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ ร้อยละ 14 ส่วนงานด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมนักเรียนสนใจน้อย โดยเฉพาะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมีความต้องการทำงานด้านนี้น้อยมาก ทั้งนี้ความต้องการทำงานด้านวิศวกรรมสำหรับประเทศไทยลดลงอย่างมากเมื่อเทียบกับ PISA 2006 ส่วนงานวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆ ลดลงเล็กน้อย ซึ่งตัวเลขนี้อาจชี้แนวโน้มถึงอนาคตของงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของชาติที่อาจจะถดถอยไป ดังนั้น จึงเป็นความจำเป็นที่จะต้องเร่งรัดการยกระดับคุณภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หากต้องการยกระดับงานที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพราะการมีผลการเรียนที่ดีเป็นแรงจูงใจที่สำคัญในการเลือกอาชีพในอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น. 95)

จากปัญหาและความสำคัญที่กล่าวข้างต้น นักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้นำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในการช่วยส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์หลากหลายแนวทาง เช่น การจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) (Baker et all., 2009, p. 261; Hurd, 1998, p. 414; National Research Council (NRC), 1996, p. 23; Reveles, Cordova, & Kelly, 2004, p. 1114) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS approach) (Aikenhead, 2005, p. 393; Bennett, 2005, p. 4; Hurd, 1998, p. 414; Umoren, 2007; Wilson & Livingston, 1996, p. 65; Yuenyong & Narjaikaew, 2009, p. 346; วรรณงาม มาระครอง, 2553) การจัดการเรียนรู้ตาม

แนวคิดวิธีการใช้ปัญหานำทางและการวิพากวิจารณ์ทางสังคม (Socio-critical and Problem-oriented Approach) (Anelli, 2011, p. 243; Baker et all., 2009, p. 26; Eilks, 2000, p. 16; Holbrook & Rannikmae, 2009, p. 28; Marks, Bertram, & Eilks, 2008, p. 268; Marks & Eilks, 2009, p. 24; Murcia, 2009, p. 45; Roberts & Gott, 2010, p. 203; Webb, 2009, p. 313) การส่งเสริมและพัฒนาทักษะด้านภาษาทั้งการพูด การเขียน การอ่านร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Bakeret all., 2009, p. 26; Glynn & Muth, 1994, p. 1069; Ritchie, Tomas, & Tones, 2011, p. 685; Webb, 2009, p. 328) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิตจริงและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย โดยใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายในท้องถิ่น และต้องคำนึงถึงตัวผู้เรียนที่มีความสามารถในการเรียนรู้และความสนใจที่แตกต่างกัน (Holbrook & Rannikmae, 2007, p. 1360; Murcia, 2007, p. 18; Riojas-Cortez, Huerta, Flores, Perez, & Clark, 2008, p. 527; ปาจรีย์ ติ้วสิขเรศ, 2549) การส่งเสริมให้เกิดการคิดแก้ปัญหา โดยส่งเสริมให้มีการลงมือปฏิบัติการออกภาคสนาม เพื่อทำการสำรวจตรวจสอบค้นหาคำตอบด้วยตนเอง (Hurd, 1998, p. 414; สุขรัชต์ดา วงษาสุข, 2552) การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) (Afriana, Ismail, & Rahman, 2015, pp. 1-5; Guven, Yurdatapan, & Sahin, 2014, pp. 1-9; ทิศนา แขมมณี, 2547; วัชรินทร์ โพธิ์เงิน, พรจิต ประทุมสุวรรณ และ สันติ หุตะมาน, 2557) และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-Scientific Issue) (Afriana et all., 2015, pp. 1-5; Guven et all., 2014, pp. 1-9; ทิศนา แขมมณี, 2547; วัชรินทร์ โพธิ์เงิน และคณะ, 2557)

ซึ่งแต่ละรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวไปข้างต้นนั้น มีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกันออกไป จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีจุดเด่นต่างจากการจัดการเรียนรู้อื่นตรงที่ผู้เรียนต้องนำความรู้ที่ได้จากแหล่งการเรียนรู้ บูรณาการเข้ากับกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง (BIE, 2015; กุลรภัส เทียมทิพร, 2559; พุทธพร ไสว, 2559) เพื่อนำไปสู่ความรู้ใหม่ ๆ ด้วยการศึกษาค้นคว้า หาความหมาย การแก้ปัญหา และเรียนรู้จากการค้นพบด้วยตนเอง ซึ่งได้ข้อมูลเชิงลึกจากการศึกษา และได้ผลการศึกษาออกมาเป็นชิ้นงาน (CHILD, 2015; ดุษฎี โยเหลา และคณะ, 2557, น. 19-20; บุบผา เรืองรอง, 2556; ประสาท เนืองเฉลิม, 2558; วัฒนา มัคคสมัน, 2554) เน้นการเชื่อมโยงแนวคิดเดิมกับแนวคิดใหม่ ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนความรู้ให้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความคิดกับข้อเท็จจริง ซึ่งจะถูกเชื่อมโยงเข้าเป็นเรื่องเดียวกัน ในลักษณะของความสัมพันธ์และการเชื่อมโยงอันจะสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้ เนื่องจากการทำโครงงานใช้เวลานานจึง

ทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้จริง เป็นลักษณะของการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaboration Learning) (CHILD, 2015; ดุษฎี โยเหลา และคณะ, 2557, น. 19-20; บุบผา เรืองรอง, 2556; ประสาท เนืองเฉลิม, 2558; วัฒนา มัคคสมัน, 2554) ได้ความรู้และความสามารถด้านต่าง ๆ ที่มีอยู่ในตัวของผู้เรียน จะถูกกระตุ้นให้ได้แสดงออกมาอย่างเต็มที่ ขณะที่ปฏิบัติกิจกรรม เช่นเดียวกับทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับชีวิต เช่น ทักษะการทำงาน ทักษะการอยู่ร่วมกัน ทักษะการจัดการ ฯลฯ ก็จะถูกนำเอามาใช้อย่างเต็มตามศักยภาพ ในขณะที่ร่วมกันแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงการ และที่สำคัญการเรียนรู้แบบโครงการยั่วยุส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมทั้งหมดก็จะถูกปลูกฝัง และสั่งสมในตัวผู้เรียน ได้แก่ การปลูกฝังความเป็นประชาธิปไตย การรู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความอดทน เสียสละ รู้จักให้อภัยในความผิดพลาดของผู้อื่น (BIE, 2015; กุลรภัส เทียมทิพร, 2559; พุทธพร ไสว, 2559)

จากข้อมูลดังกล่าวพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีข้อดีตรงตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ที่ต้องการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีกระบวนการที่ให้ผู้เรียนเกิดความรู้จากการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยเน้นการลงมือปฏิบัติ เป็นความรู้ในเรื่องโลกธรรมชาติที่เกี่ยวข้องในชีวิตจริง (BIE, 2015; กุลรภัส เทียมทิพร, 2559; พุทธพร ไสว, 2559) และความรู้ในวิธีการหรือกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถประยุกต์ใช้กับชีวิตจริงได้ ส่งเสริมให้เกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และยังช่วยส่งเสริมเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ (สุชาติ วงศ์สุวรรณ, 2542) แต่ยังขาดการส่งเสริมด้านความซาบซึ้งในคุณธรรมจริยธรรม ในการอยากมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาสังคม ความอยากทำโครงงานของนักเรียน และยังขาดการเน้นการใช้บริบทของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ สถานการณ์ในชีวิตที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งในระดับส่วนตัว สังคม และโลก ตามกรอบการประเมินของ PISA จากการทบทวนวรรณกรรม ผู้วิจัยพบแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการใช้บริบททางสังคมที่น่าสนใจ คือ การใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-Scientific Issue: SSI) เพราะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบททั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย และเป็นประเด็นทางสังคมที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและยังหาข้อสรุปไม่ได้ ซึ่งกำลังเป็นที่ถกเถียงกันอันเนื่องมาจากความแตกต่างทางความคิดเห็น เกี่ยวกับความถูกต้องความเหมาะสมของแนวคิด สะท้อนทัศนะเหตุผลที่เกี่ยวข้องทางด้านจริยธรรม นำไปสู่การตัดสินใจในเชิงคุณธรรม (Sadler, 2002) ส่งเสริมความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการเชื่อมโยง

ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในการพัฒนาการรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Pope, 2017; Zeidler, Sadler, Simmons, & Howes, 2005) ส่งเสริมผู้เรียนในหลาย ๆ ด้าน เช่น ส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูง ทักษะในการตัดสินใจและลงความเห็น ทักษะและความสามารถในการอภิปรายอย่างเป็นเหตุเป็นผลโดยมีหลักการทางวิทยาศาสตร์และมีหลักฐานประกอบ (Pedretti, 1999) พัฒนาทักษะการโต้แย้ง และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ (Watson & Glaser, 1964) ซึ่งการโต้แย้ง (Argumentation) เป็นการแสดงความคิดเห็นตั้งแต่ 2 คนหรือมากกว่า ที่มีความเห็นในการสนทนาไม่ตรงกัน (Lin & Mintzes, 2010) วิธีนี้เป็นการสร้างและการอ้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ที่นำไปสู่ข้อสรุป โดยจะเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างเพื่อการยอมรับหรือไม่ยอมรับ ทักษะการโต้แย้งสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความมั่นใจในการตัดสินใจในชีวิตและการมีส่วนร่วมในฐานะการเป็นพลเมืองที่รับผิดชอบในสังคมประชาธิปไตย (Driver, Newton, & Osborne, 2000) และช่วยส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการทำโครงงานอาจใช้เวลานาน ผู้เรียนจะเกิดความรู้สึกและอารมณ์ร่วมกับการทำโครงงานในการแก้ไขปัญหาสังคม รู้สึกถึงการมีส่วนร่วม และเป็นส่วนหนึ่งของสังคม

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนเกิดการพัฒนาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะ ได้แก่ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ที่เน้นการใช้บริบททางสังคม และส่งเสริมเรื่องศีลธรรมและจริยธรรม นำไปสู่การตัดสินใจในเชิงคุณธรรม

คำถามวิจัย

1. รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นอย่างไร

2. รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หรือไม่ อย่างไร

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อย่างไร

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. เพื่อศึกษาการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้รูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ริเริ่มวางแผน ศึกษาด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีจิตวิทยาศาสตร์ เข้าใจถึงคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน พร้อมความตระหนักในมิติด้านคุณธรรม และจริยธรรม

2. เป็นแนวทางสำหรับครูและผู้ที่สนใจในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.1) ประเภทสามัญศึกษา เขตบางกอกใหญ่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 11 ห้องเรียน รวม 482 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็น นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.1) ประเภทสามัญศึกษา เขตบางกอกใหญ่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้อง รวม 40 คน จากนักเรียนทั้งหมด 11 ห้องเรียน โดยแต่ละห้องนักเรียนมีลักษณะในภาพรวมของแต่ละห้องที่คล้ายคลึงกันและเป็นนักเรียนชายล้วน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น คือ รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. ตัวแปรตาม คือ

1. การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ

1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explaining Phenomena Scientifically)

2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluating and Designing Scientific Enquiry)

3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpreting Data and Evidence Scientifically)

2. ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ อยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ฉบับปรับปรุง 2560) สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศ

โลก รวมทั้ง ผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (หน่วยที่ 7 โลกและการเปลี่ยนแปลง หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.2 เล่ม 2 (ฉบับปรับปรุง 2560) สสวท.)

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เวลา 8 สัปดาห์ โดยดำเนินการสอนรวมเวลาทั้งสิ้น 24 คาบ (คาบละ 50 นาที) ในช่วงสถานการณ์โรคระบาด COVID-19 จึงมีการดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการและโรงเรียน ในรูปแบบออนไลน์ (Online) 4 สัปดาห์ (12 คาบ) และออนไซต์ (Onsite) 4 สัปดาห์ (12 คาบ) โดยการสลับกลุ่มนักเรียนในแต่ละสัปดาห์ระหว่างออนไลน์ และออนไซต์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หมายถึง ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ โดยทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจหลักการ แนวคิดพื้นฐานและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เป็นระโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยสามารถระบุประเด็นปัญหา ใช้กระบวนการคิดและการให้เหตุผลในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นอย่างสร้างสรรค์ วิพากษ์วิจารณ์ ประเมินและตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ อย่างมีเหตุผลตามประจักษ์พยานหลักฐานที่มีตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสังคมว่าส่งผลกระทบต่อกันอย่างไร มีความซาบซึ้งในคุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าว โดยมีลำดับขั้นตอนแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนในการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอประเด็นทางสังคม (Introducing Social Issues) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเกิดการตั้งคำถาม เกิดข้อสงสัยในประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในสังคมและยังต้องการการแก้ไข ผ่านการดูคลิปวิดีโอ ข่าวในหนังสือพิมพ์ หรือสื่อต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงปัญหา มีความสนใจที่จะแก้ปัญหาโดยรับรู้ว่าเป็นปัญหาที่ตนเองจะต้องมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา และอภิปรายร่วมกันถึงคุณธรรม จริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาด้วย เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงประโยชน์จากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับบุคคลและสังคม โดยมีเหตุผลสนับสนุน

ขั้นที่ 2 ระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Brainstorming for the Solutions) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องร่วมกันคิดและระบุข้อมูลที่ต้องสืบค้น พร้อมแหล่งข้อมูลในการสืบค้น เพื่อ

ค้นหาคำตอบ และนำไปสู่การเรียนรู้เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผ่านการถูกกระตุ้นโดยคำถามขับเคลื่อน (Driving Question) จากผู้สอน ซึ่งเป็นคำถามที่เปิดกว้าง ไม่มีคำตอบที่ชัดเจนเพียงคำตอบเดียว

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Designing the Solutions) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องระบุข้อมูลที่ต้องนำมาใช้ประกอบในการแก้ไขปัญหา และออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาให้ชัดเจนว่าจะทำผลงานออกมาในรูปแบบไหน สร้างเป็นโมเดล สร้างนวัตกรรมออกมาเป็นชิ้นงาน หรือในรูปแบบการรณรงค์ผ่านสื่อออนไลน์ โดยผู้เรียนแบ่งหน้าที่สมาชิกสืบค้นและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในเชิงลึกจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย จากเอกสาร หนังสือ หรือจากบุคคลภายนอก ปราชญ์ชาวบ้าน และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในประเด็นปัญหานั้น ๆ และสามารถออกแบบวิธีการที่เหมาะสมที่จะแก้ไขปัญหาได้ภายใต้การชี้แนะแนวทางและอำนวยความสะดวกจากผู้สอน

ขั้นที่ 4 ลงมือแก้ไขปัญหา (Solving the Problem) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติแก้ไขปัญหาตามวิธีการที่สมาชิกในกลุ่มได้ออกแบบร่วมกันไว้ ออกแบบสร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงานที่จะช่วยแก้ไขปัญหา ทดสอบประสิทธิภาพ เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และแปลผลข้อมูล และสรุปผล พร้อมการพิจารณาร่วมกันของสมาชิกในกลุ่มว่านวัตกรรมหรือชิ้นงานที่สร้างสามารถแก้ปัญหาได้มากน้อยอย่างไร อีกทั้งสมาชิกในกลุ่มกับผู้สอนต้องร่วมกันสะท้อนผล วิจารณ์และรับฟังคำวิจารณ์การเรียนรู้ในด้านประสิทธิภาพในการหาข้อมูล กระบวนการลงมือปฏิบัติ คุณภาพของผลงาน อุปสรรคที่พบและวิธีการแก้ไขปัญหาทางสังคมนั้นมีความเหมาะสมหรือไม่

ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงานสู่สังคม (Presenting to Society) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำเสนอผลงานการแก้ปัญหาต่อครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียนในรูปแบบการบรรยายและเล่มรายงานการแก้ปัญหา โดยนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาขั้นตอนการออกแบบ การสร้าง และการนำไปใช้แก้ปัญหา การจัดกระทำข้อมูล การนำเสนอข้อมูลด้วย กราฟ แผนภูมิ แบบจำลอง โปสเตอร์ วิดีโอ จากนั้นผู้เรียนนำเสนอผลงานต่อสังคมในรูปแบบการจัดนิทรรศการ การแสดงละคร เพาเวอร์พอยท์ หรือวีดีทัศน์ ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ เฟซบุ๊ก (Facebook) ยูทูบ (Youtube) หรือเว็บไซต์ของโรงเรียน ตามความเหมาะสมและความพร้อมของผู้เรียน

ขั้นที่ 6 สะท้อนผลจากสังคม (Reflecting from Society) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้ทบทวนการทำโครงงานเพื่อแก้ไขปัญหาว่าพบปัญหาใดบ้าง ผิดพลาดหรือมีข้อบกพร่องตรงไหน ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร ได้ประโยชน์อย่างไร และสามารถนำความรู้นั้นไปพัฒนาปรับปรุงงานได้อย่างดียิ่งขึ้น ผู้เรียนแลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนในชั้นเรียน กับผู้สอน โดยนำความคิดเห็นจากผู้ประเมิน

โครงงาน และความคิดเห็นจากสังคมของผู้ที่ได้รับชมโครงงานมาพิจารณาร่วมกัน เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงความสำเร็จของโครงงาน เพื่อนำคำวิจารณ์ที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงานและผลงานในอนาคต

2. การรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจหลักการ แนวคิดพื้นฐานและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยสามารถระบุประเด็นปัญหา ใช้กระบวนการคิดและการให้เหตุผลในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นอย่างสร้างสรรค์ วิพากษ์ วิจารณ์ ประเมินและตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นวิทยาศาสตร์และสังคมอย่างมีเหตุผลตามประจักษ์พยานหลักฐานที่มี ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสังคมว่าส่งผลกระทบต่อกันอย่างไร และมีจิตวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต มีความซาบซึ้งในคุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าว

ซึ่งประเมินจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนที่มีคุณสมบัติข้อสอบเหมือนกัน แบบทดสอบแต่ละชุดประกอบด้วยแบบทดสอบจำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็น 1) แบบเลือกตอบ (Multiple-Choice Test Items) 4 ตัวเลือก จำนวน 9 ข้อ 2) การทดสอบคำถามแบบถูกผิดเชิงซ้อน (Complex Multiple-Choice Questions) จำนวน 11 ข้อและ 3) แบบเขียนตอบ มีลักษณะการตอบคำถามลักษณะการเขียนคำตอบแบบสั้นเป็นกลุ่มคำหรือการเขียนคำตอบแบบยาวเป็นย่อหน้าสั้น ๆ จำนวน 10 ข้อ นำไปใช้ประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ

1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explaining Phenomena Scientifically) คือ ความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล ระบุ ใช้ สร้างตัวแบบ และนำเสนอข้อมูล เพื่อใช้ในการอธิบาย เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้ และอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluating and Designing Scientific Enquiry) คือ ความสามารถของผู้เรียนในการระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทาง

วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล ความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

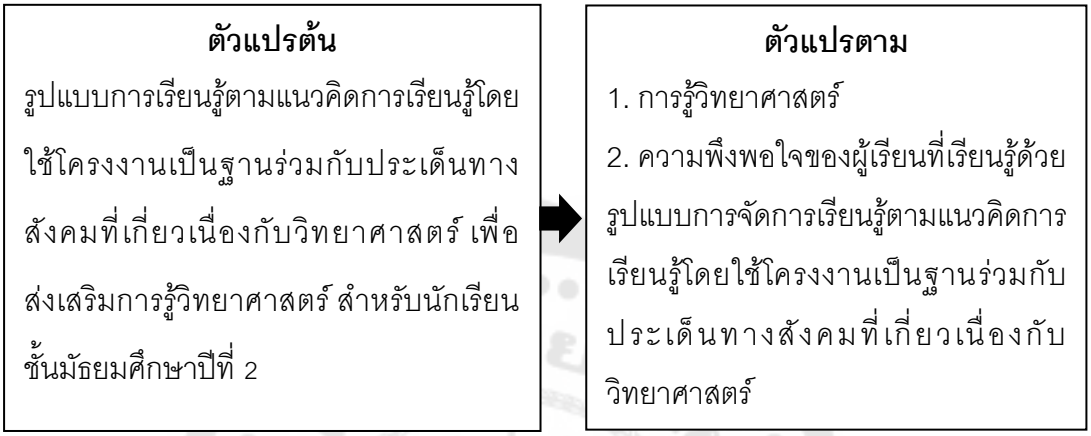
3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpreting Data and Evidence Scientifically) คือ ความสามารถของผู้เรียนในการแปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)

4. ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อรูปแบบการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งประเมินจากแบบประเมินความพึงพอใจ เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ประกอบด้วย 5 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรม การเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ ด้านเครื่องมือวัดผลและประเมินผล และด้านผู้สอน จำนวน 30 ข้อ และข้อคำถามปลายเปิดเกี่ยวกับข้อเสนอแนะรูปแบบการเรียนรู้ จำนวน 2 ข้อ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการใช้โครงงานเป็นฐานและประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ โดยแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสดงความสามารถในการตัดสินใจประเด็นทางวิทยาศาสตร์ในสังคม โดยใช้พื้นฐานความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยสะท้อนจากการแสดงออกทางสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสังคมว่าส่งผลกระทบต่อกันอย่างไร ส่วนแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์นั้นช่วยส่งเสริมการพัฒนาทางปัญญาของแต่ละบุคคลในเรื่องศีลธรรมและจริยธรรม ตลอดจนตระหนักถึงการพึ่งพาระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม ส่งเสริมความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อม

ซึ่งสองแนวคิดนี้ช่วยเติมเต็มระหว่างกันและกัน ทำให้สามารถส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ได้ครบทุกด้านที่ผู้วิจัยได้กล่าวไว้ก่อนหน้านี้ จากการศึกษาดังกล่าว โดยมีความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมุติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ทั้งในภาพรวมและแต่ละสมรรถนะหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับปานกลางขึ้นไปทั้งสามสมรรถนะ และในภาพรวม

3. นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนมีจำนวนนักเรียนที่มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละสมรรถะและในภาพรวม ที่ระดับปานกลางขึ้นไปร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

4. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้

วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมากขึ้นไป

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. การรู้วิทยาศาสตร์
    1.1 ความหมายและองค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์
    1.2 ระดับการรู้วิทยาศาสตร์
    1.3 ความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์
    1.4 การจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์
    1.5 วิธีการวัดและประเมินการรู้วิทยาศาสตร์
    1.6 การศึกษาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning)
    2.1 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
    2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
    2.3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์
3. แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-Scientific Issue)
    3.1 ความสำคัญของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์
    3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์
    3.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์
    3.4 การจัดการเรียนรู้แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์
4. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์
    4.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
    4.2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

4.3 กระบวนการในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

5. รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

5.1 แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

5.2 กระบวนการจัดการเรียนรู้

5.3 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้

6. ความพึงพอใจ

6.1 ความหมายของความพึงพอใจ

6.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

6.3 วิธีการสร้างความพึงพอใจในชั้นเรียน

6.4 การวัดและประเมินผลของความพึงพอใจ

1. การรู้วิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายและองค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์

การรู้วิทยาศาสตร์ หรือ Scientific Literacy เป็นคำที่ปรากฏขึ้นครั้งแรกในบทความทางการศึกษาในงานเขียนที่ชื่อว่า Science Literacy: Its Meaning for American Schools ของนักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ศึกษา พอล เดอร์ฮาร์ด เฮอร์ด (Paul DeHard Hurd) ตีพิมพ์ครั้งแรกในปี 1958 ในประเทศสหรัฐอเมริกา (Bybee, 1997; Hodson, 2008; Laugksch, 2000, p. 72) ซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระบบการศึกษาวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกาที่ให้ความสำคัญกับการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์อย่างจริงจัง ภายใต้ประโยคที่ว่า *"Science Literacy: Its Meaning for American Schools"* ตามงานเขียนของ พอล เดอร์ฮาร์ด เฮอร์ด และเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางในช่วงเวลานั้น โดยมีความเห็นทั่วไปว่า การเพิ่มการรู้วิทยาศาสตร์ของประชาชนชาวอเมริกาด้วยระบบการศึกษา จะทำให้ประเทศมีความก้าวหน้าด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แต่ความเข้าใจในแนวคิดของคำว่า การรู้วิทยาศาสตร์ในช่วงปี ค.ศ. 1957-1963 ยังมีการให้นิยามความหมายที่หลากหลายยังไม่ชัดเจน จึงมีความสับสนไม่นำไปสู่การปฏิบัติจริง (Hodson, 2008)

จากการตีความหมายที่แตกต่างหลากหลายของคำว่าการรู้วิทยาศาสตร์ ทำให้มีความสับสนของการนำไปใช้ปฏิบัติจริงในสถานศึกษา ในช่วงปลายทศวรรษ 1970 - 1980 จึงมีการทบทวนความหมายใหม่ เพื่อที่จะสามารถไปใช้จัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จ ประกอบกับในช่วงเวลานั้น สหรัฐอเมริกาต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่ท้าทายสำคัญ 2

ประการ คือ 1) การแข่งขันทางเศรษฐกิจ การเป็นผู้นำทางด้านอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจโลกของสหรัฐอเมริกา ที่เริ่มถดถอยลงเรื่อย ๆ ในขณะที่บางประเทศที่มีการเติบโตอย่างรวดเร็วทางด้านเศรษฐกิจ เช่น ประเทศญี่ปุ่น เกาหลี ไต้หวัน และสิงคโปร์ ที่กำลังจะเติบโตตามมา โดยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นส่วนสำคัญของการแข่งขันทางด้านเศรษฐกิจระหว่างประเทศ จึงต้องมีการวางนโยบายทางด้านวิทยาศาสตร์ 2) ความแตกต่างของงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม และการเปรียบเทียบความสำเร็จทางด้านวิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติที่สหรัฐอเมริกาอยู่ในระดับที่ไม่ดีนัก ซึ่งเข้าใจว่าเป็นวิกฤติทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาในภาวะตกต่ำ (Bybee, 1997)

จากการแข่งขันทางเศรษฐกิจในช่วงต้นทศวรรษ 1980 ที่มากขึ้นกับการตกต่ำทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาของสหรัฐอเมริกา จึงมีความตื่นตัวและให้ความสนใจการรู้วิทยาศาสตร์อย่างจริงจัง โดยนำเรื่องความเป็นอยู่ สังคมและวัฒนธรรม มาเชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่เรียกว่าสังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Scientific and Technological Society) ที่เกี่ยวกับความรับผิดชอบของประชาชนต่อสังคม การรู้วิทยาศาสตร์จึงกลายเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการศึกษาในประเทศ (Laugksch, 2000, pp. 72-73)

ในประเทศไทย การศึกษาเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากการปฏิรูปการศึกษา พ.ศ. 2542 โดยมีเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา คือ การส่งเสริมให้ทุกคนรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy for All) (American Association for the Advancement of Science (AAAS), 1990; สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545) ปัจจุบันองค์กรของกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วที่ยอมรับระบอบประชาธิปไตยและเศรษฐกิจการค้าเสรี (Organization for Economic Cooperation and Development: OECD) ดำเนินการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพการศึกษาที่ส่งผลต่อศักยภาพของการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศสมาชิกและประเทศร่วม ด้วยโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA)

กรอบแนวคิดของการรู้วิทยาศาสตร์นั้นมีการพัฒนาและมีการเปลี่ยนแปลงเรื่อยมา ในปี ค.ศ. 1958 ตามที่พอล เดอร์ฮาร์ด เฮอร์ด เริ่มใช้คำว่า Literacy Justice และ Happiness เป็นคำที่ดูเข้าใจง่ายแต่ยากในการอธิบาย เพราะดูซับซ้อนถ้าจะนำไปสู่การปฏิบัติของผู้สอนในการจัดกรเรียนรู้ เลาซ์ (Laugksch, 2000, p. 74) กล่าวว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการแปลความหมายของคำว่าการรู้วิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ 1) กลุ่มที่ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการรู้ 2) แนวคิดในการนิยาม

3) ธรรมชาติของแนวคิด 4) วัตถุประสงค์ของการสนับสนุนการรู้วิทยาศาสตร์ และ 5) แนวทางการวัด ซึ่งมีแนวคิดที่แตกต่างกันจึงส่งผลต่อการตีความคำว่า การรู้วิทยาศาสตร์ ที่แตกต่างกันตามแนวคิดของเลาช์ โดยแบ่งกลุ่มสนใจการรู้วิทยาศาสตร์เป็น 4 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะมีกรอบแนวคิดในการนิยาม สะท้อนธรรมชาติของแนวคิดที่กำหนดขึ้น และเชื่อมโยงไปยังแนวทางการกำหนดเป้าหมาย รวมทั้งแนวทางการวัดของแต่ละกลุ่มสนใจ ซึ่งแต่ละกลุ่มสนใจมีมุมมองที่หลากหลายและแตกต่างกัน ในที่นี้ขอสรุปแนวคิดของเลาช์ (Laugksch, 2000, pp. 74-82) เฉพาะในส่วนของกลุ่มสนใจและเชื่อมโยงไปยังปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง ที่ส่งผลให้การกำหนดกรอบแนวคิดของการรู้วิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกัน คือ กลุ่มผู้ที่สนใจการรู้วิทยาศาสตร์ ที่ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ในมุมมองที่แตกต่างกันไป เช่น กลุ่มของนักวิทยาศาสตร์ศึกษา จะสนใจศึกษาในเชิงเป้าหมายของการรู้วิทยาศาสตร์และการนำเป้าหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ไปปฏิบัติจริงในสถานศึกษา กลุ่มนักสังคมศาสตร์ และนักวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดของสาธารณชน จะสนใจในด้านของนโยบายทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การสนับสนุนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของสังคม และการมีส่วนร่วมของคนในสังคมที่มีต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มนักสังคมวิทยาทางด้านวิทยาศาสตร์ และนักวิทยาศาสตร์ศึกษาที่สนใจทางด้านแนวคิด การวิเคราะห์เชิงสังคมวิทยาที่มีต่อการรู้วิทยาศาสตร์ ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับโครงสร้างของความเชื่อมั่นที่มีต่อวิทยาศาสตร์ และกลุ่มคนที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา ทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ กลุ่มคนสนใจกลุ่มนี้จะรวมถึงภาครัฐและเอกชน เป็นผู้ที่เกี่ยวข้องกับการเผยแพร่องค์ความรู้วิทยาศาสตร์สู่ประชาชนทั่วไปในรูปแบบต่าง ๆ

หากพิจารณากลุ่มเป้าหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ จะพบว่า กลุ่มนักวิทยาศาสตร์ศึกษาเป็นกลุ่มที่ให้ความสำคัญหรือทำการศึกษาที่เป็นบุคคล สนใจการรู้วิทยาศาสตร์ของเด็กและเยาวชน ระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา ส่วนกลุ่มนักสังคมศาสตร์ และนักวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดของสาธารณชน กลุ่มนี้จะสนใจในด้านของนโยบายทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มที่ 3 นักสังคมวิทยาด้านวิทยาศาสตร์มีกลุ่มเป้าหมายอยู่นอกโรงเรียนหรือสถานศึกษา ซึ่งก็คือกลุ่มผู้ใหญ่ สำหรับกลุ่มสนใจที่ 4 มีกลุ่มเป้าหมายที่ครอบคลุมทั้งเด็ก เยาวชนและผู้ใหญ่ ดังนั้นแนวคิดหรือแนวทางการประเมินของกลุ่มที่ 4 จะเป็นแนวทางที่เกิดจากกลุ่มสนใจทุกกลุ่มรวมกันจึงส่งผลต่อการนิยาม และกรอบแนวคิดของการรู้วิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนไปตามยุคและสมัย เช่น พอล เดอร์ฮาร์ด เฮอร์ด เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับการตีความและการกำหนดนิยามความหมายนั้นเป็นไปตามการเปลี่ยนแปลงทางสังคม เฮิร์ด (Hurd, 1998, p. 411) และไบบี

(Bybee, 1997, pp. 46-48) มองว่าการรู้วิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายหลักและเป็นตัวกำหนดนโยบายทางการศึกษา และอธิบายว่าการรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ ความสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสังคม ส่งผลต่อเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง การอาศัยองค์ความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ทางวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนแนวคิดให้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ส่วน ชาร์ลส์ โคลเช (Charles Koelsche) กล่าวว่าเป็นความสามารถในการเข้าใจความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากการรับสารที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การฟัง การดู และการอ่าน เป็นต้น และ ชามอส (Morris Shamos) กล่าวว่าเป็นการสื่อสารเชิงวิทยาศาสตร์ที่ทำให้เกิดความเข้าใจในระดับพื้นฐาน โดยไม่ลึกซึ้งมาก และคณะกรรมการหลักสูตรของ NSTA ให้นิยามว่าเป็นการนำความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสร้างหลักสูตร

ช่วงกลางถึงปลายยุค 1960 เพลลา และคณะ (Pella, O'hearn, & Gale, 1966) รวบรวมข้อมูลจากบทความวิจัยเสนอว่ามีการแบ่งกลุ่มที่เกี่ยวกับการศึกษาการรู้วิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มต่างที่สนใจต่างกันได้ เช่น กลุ่มที่สนใจระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม กลุ่มที่เน้นจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่สนใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และวิทยาศาสตร์ในความเป็นมนุษย์ และนักวิทยาศาสตร์ศึกษาให้ความสนใจต่อการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนหรือเยาวชนที่จะเติบโตไปเป็นประชาชนของประเทศที่มีลักษณะของบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์ (DeBoer, 2000) ต่อมาในปี ค.ศ. 1971 สมาคมการสอนวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (NSTA) ได้เสนอนโยบายเรื่องการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์สำหรับโรงเรียนในยุค 1970 มีเป้าหมายหลัก คือ การพัฒนาคนให้เป็นคนที่รู้วิทยาศาสตร์ และอธิบายลักษณะของผู้ที่มีการรู้วิทยาศาสตร์ คือ ผู้ที่มีแนวคิด วิธีการ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นผู้ที่มีทักษะทางวิทยาศาสตร์ และสามารถใช้วิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจในชีวิตประจำวันและประเด็นทางสิ่งแวดล้อมได้ เป็นผู้ที่มีเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และส่วนอื่น ๆ ทางสังคม เป็นต้น และ ไบบี (Bybee, 1997, p. 59) ได้นำเสนอลักษณะของการรู้วิทยาศาสตร์จากนักวิทยาศาสตร์ศึกษา 3 ท่าน ที่เป็นที่ยอมรับกันมากในยุค 1970 ได้แก่ ไมเคิล เอจิน (Agin, 1974) นำเสนอกรอบแนวคิดของการรู้วิทยาศาสตร์โดยระบุลักษณะของการรู้วิทยาศาสตร์ว่าประกอบด้วย 6 ลักษณะ คือ 1. วิทยาศาสตร์และสังคม 2. จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ 3. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 4. ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ 5. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 6. วิทยาศาสตร์และความเป็นมนุษย์ ซึ่งได้รับการยอมรับว่าเป็นลักษณะที่นำไปสู่การวางแผนและการจัดการเรียนการสอนได้

อย่างชัดเจน ส่วนวิกเตอร์ โชวอลเตอร์ (Showalter, 1974) ได้ระบุเป็น 7 ลักษณะ ได้แก่ 1. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2. แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ 3. กระบวนการของวิทยาศาสตร์ 4. คุณค่าของวิทยาศาสตร์ 5. วิทยาศาสตร์และสังคม 6. ความสนใจในวิทยาศาสตร์ และ 7. ทักษะที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ส่วนเบนจามิน เชน (Shen. 1975) ได้แบ่งลักษณะของการรู้วิทยาศาสตร์เป็น 6 ลักษณะ คือ 1. แนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ 3. จริยธรรมที่ใช้ในการทางานของนักวิทยาศาสตร์ 4. ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม 5. ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับมนุษย์ และ 6. ความสัมพันธ์และความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์แลเทคโนโลยี และแบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ (Liu, 2009) คือ 1. การรู้วิทยาศาสตร์เชิงปฏิบัติ 2. การรู้วิทยาศาสตร์เชิงพลเมือง และ 3. การรู้วิทยาศาสตร์เชิงวัฒนธรรม ต่อมาในยุค 1980 มีจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์มีความเชื่อมโยงต่อการรู้วิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน หลังจาก NSTA ได้เสนอนโยบาย เรื่องการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์สำหรับโรงเรียนในยุค 1970 ในปี ค.ศ. 1982 NSTA ได้เสนอนโยบาย เรื่อง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม:การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ในยุค 1980 โดยกล่าวว่าความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมเป็นส่วนหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ ต่อมาในปี ค.ศ. 1983 กล่าวถึงระดับคะแนนผลสำเร็จของผู้เรียนที่ตกต่ำ และแนวโน้มของคะแนนการทดสอบระดับชาติที่มีแนวโน้มตกต่ำลงไปเรื่อย ๆ และระบุว่าการศึกษาเป็นดัชนีชี้วัดสำคัญต่อการพัฒนาด้านเศรษฐกิจของประเทศ NCEE ได้นำเสนอนโยบายที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และนำเสนอว่าการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับโรงเรียนที่ควรสอนต่อเนื่องไปยังระดับอุดมศึกษา ต่อมาในปี ค.ศ. 1988 ริชาร์ด เมอร์เนน และเซนตา ไรเซน (Richard Murnane and Senta Raizen) ได้มีการกำหนดองค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์ ไว้ 4 ด้าน ได้แก่ 1. โลกทัศน์ทางวิทยาศทาสตร์ 2. กิจการทางวิทยาศาสตร์ 3. จิตวิทยาศาสตร์ และ 4. วิทยาศาสตร์กับกิจกรรมของมนุษย์ และต่อมาในช่วงปลายยุค 1980 สถาบันอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Academy for the Advancement of Science : AAAS) รายงานนำเสนอสิ่งที่ผู้เรียนควรจะได้รับหรือเกิดขึ้นจากประสบการณ์ในโรงเรียนเพื่อเป็นผู้ที่รู้วิทยาศาสตร์ ว่าเป็นผู้ที่มีความตระหนักว่า วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเป็นสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์

ในช่วงยุค 1990 เป็นยุคของความกระจ่างชัดและการวิจารณ์ สำหรับประเทศสหรัฐอเมริกา การรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่เป็นเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ศึกษา การรู้วิทยาศาสตร์ในช่วงนี้จะถูกอภิปรายหรืออธิบายในเชิงของการนำไปใช้จริงในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยเน้นไปที่การระบุเป็นมาตรฐานของการเรียนรู้ในหลักสูตร เนื่อง

ในช่วงเวลาดังกล่าว ประชาชนและนักการศึกษามีความกังวลถึงผลการศึกษาของชาติที่คะแนนสอบวัดมาตรฐานต่าง ๆ มีแนวโน้มตกต่ำลง ทำให้เกิดความพยายามที่จะวางมาตรฐานการศึกษาของชาติให้เป็นหนึ่งเดียว เอกสารสำคัญในช่วงเวลานั้นที่ระบุการรู้วิทยาศาสตร์ว่าเป็นเป้าหมายสำคัญไว้อย่างชัดเจนของสหรัฐอเมริกา คือ 1) Benchmarks for Science Literacy ที่พัฒนาจาก Project 2061: Science for all Americans โดยสถาบันอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (AAAS. 1993) และ 2) การพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ (National Science Education Standards: NSES) ของสภาวิจัยและพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมอุตสาหกรรมแห่งชาติ (National Research Council (NRC), 1996)

จากการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับ การรู้วิทยาศาสตร์ ที่ไบบีได้รวบรวมและสรุปจากอดีตจนถึงปัจจุบัน นักการศึกษาและองค์กรทางการศึกษาให้ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. การมีความรู้ ความเข้าใจในแนวคิด เกี่ยวกับมโนคติ หลักการพื้นฐานและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประวัติและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้มาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เพื่อการดำรงชีวิตได้ โดยการตั้งคำถาม ค้นคว้า หรือระบุคำตอบที่มาจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน และสรุปประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานหลักฐานที่มีได้ (American Association for the Advancement of Science (AAAS), 1989; Bybee, McCrae, & Laurie, 2009, p. 866; Collette & Chiappetta, 1984, pp. 4-5; Hurd, 1998, pp. 413-414; Murcia, 2007, p. 17; National Research Council (NRC), 1996, p. 22; Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), 2007, 2015; Pella et all., 1966, p. 206; สกลรัตน์ สวัสดิ์มูล, 2545, น. 55; สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, น. 4; สุขรัชต์ดา วงษาสุข, 2552, น. 12-13)

2. การใช้กระบวนการคิดและการให้เหตุผลในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Bybee et all., 2009, p. 866; National Research Council (NRC), 1996, p. 22; Yuenyong & Narjaikaew, 2009, p. 341; สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, น. 4)

3. ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสังคมว่าส่งผลกระทบต่อกันอย่างไร (American Association for the Advancement of Science (AAAS), 1989, 1990; Murcia, 2006, p. 3; National Research Council (NRC), 1996, p. 22;

National Science Teachers Association (ASTA), 1991; Pella et all., 1966, p. 206; Yager, 1996; สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, น. 4)

4. เข้าใจความสัมพันธ์ความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (Bybee et all., 2009, p. 866; Hurd, 1998, pp. 413-414; Murcia, 2007, p. 17; National Research Council (NRC), 1996, p. 22; Pella et all., 1966, p. 206; Yuenyong & Narjaikaew, 2009, p. 341; สกลรัตน์ สวัสดิ์มูล, 2545, น. 55; สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, น. 4)

5. การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ โดยนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อแก้ปัญหาและปรับปรุงคุณภาพชีวิต (United Nations Educational Scientific Cultural Organization, 1993)

6. ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ (Bybee et all., 2009, pp. 866-877; National Research Council (NRC), 1996, p. 22)

7. มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น คิดอย่างมีวิจารณญาณในประเด็นต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ที่อาจส่งผลกระทบต่อตนเอง ชุมชน หรือสังคม (Bybee et all., 2009, p. 866; Hurd, 1998, pp. 413-414; National Research Council (NRC), 1996, p. 22)

8. มีจิตวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต (Bybee et all, 2009, p. 866; National Research Council (NRC), 1996, p. 22; Pella et all., 1966, p. 206; Yuenyong & Narjaikaew, 2009, p. 341; ปุณิกา พระพุทธคุณ, จรรยา ดาสา, จินดา แต้มบรรจง, และ ประสงค์ เมธีพินิตกุล, 2556, น. 129-130; สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, น. 4; สุขรัชต์ดา วงษาสุข, 2552, น. 12-13)

จากการทบทวนวรรณกรรมและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศดังที่สรุปไว้ข้างต้น ผู้วิจัยได้นิยามการรู้วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ความเข้าใจหลักการ แนวคิดพื้นฐานและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยสามารถระบุประเด็นปัญหา ใช้กระบวนการคิดและการให้เหตุผลในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นอย่างสร้างสรรค์ วิพากษ์วิจารณ์ ประเมินและตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ อย่างมีเหตุผลตามประจักษ์พยานหลักฐานที่มี ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสังคม ว่าส่งผลกระทบต่อกันอย่างไร และมี

จิตวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต มีความซาบซึ้งในคุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าว

1.2 ระดับการรู้วิทยาศาสตร์

ระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของแต่ละบุคคลนั้นแตกต่างกันออกไป นักการศึกษาจึงได้แบ่งระดับความสำเร็จด้านการรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจง่ายและสามารถนำมาใช้ในการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ ของแต่ละบุคคลได้ ชามอส (Shamos, 1995) ได้ระบุการรู้วิทยาศาสตร์ไว้ 3 ระดับ ได้แก่

1. การรู้วิทยาศาสตร์ระดับวัฒนธรรม (Cultural Science Literacy) หมายถึง ผู้ที่สามารถเข้าใจข้อมูลพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เพื่อการสื่อสาร

2. การรู้วิทยาศาสตร์ระดับปฏิบัติงาน (Functional Science Literacy) หมายถึง ผู้ที่เข้าใจศัพท์ทางวิทยาศาสตร์และสามารถเปลี่ยนไปเป็นคำพูด ภาษา หรือเขียน โดยใช้ภาษาทั่วไปได้

3. การรู้วิทยาศาสตร์ระดับแท้จริง (True Science Literacy) หมายถึง เข้าใจกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมดในภาพรวม และเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นแนวคิดหลัก นอกจากนี้ยังรวมถึงมีการสืบเสาะค้นหาทางวิทยาศาสตร์ได้

ซึ่งระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของชามอสแตกต่างจากของไบบี (Bybee, 1997) ซึ่งระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของไบบี ได้ถูกอ้างถึงในงานวิจัยมากที่สุด โดยไบบีได้แบ่งระดับการรู้วิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. การรู้ระดับปกติ (Nominal Literacy) หมายถึง ผู้เรียนมีความเข้าใจหรือการรู้ว่า คำต่าง ๆ ที่ปรากฏตามเอกสารสิ่งพิมพ์โดยทั่วไปเป็นศัพท์ทางวิทยาศาสตร์หรือเทคโนโลยี หรือรู้ว่าเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามเป็นความเข้าใจเพียงเล็กน้อยหรือบางส่วน ที่บางครั้งเป็นความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์ ที่เรียกว่า แนวคิดที่คลาดเคลื่อน

2. การรู้ระดับปฏิบัติงาน (Functional Literacy) หมายถึง ผู้เรียนมีการรู้ถึงศัพท์ทางวิทยาศาสตร์หรือเทคโนโลยีในบริบทที่มีความเฉพาะมากขึ้นตัวอย่าง เช่น รู้ถึงความหมาย สามารถเขียน อ่านบทความ หรือเอกสารต่าง ๆ ที่ใช้ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ง่าย ๆ แต่ยังคงเป็นการรู้ในระดับความจำ ความหมายของศัพท์วิทยาศาสตร์นั้น ๆ มากกว่าการเข้าใจ

3. การรู้ระดับแนวคิดและกระบวนการ (Conceptual and Procedural Literacy) หมายถึง ผู้เรียนมีความเข้าใจโครงสร้างของศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์ นั่นคือ เข้าใจความสัมพันธ์

ของแนวคิดต่างของเรื่องหนึ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องอื่น ๆ รวมไปถึงความเข้าใจกระบวนการของการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถหาแนวทางในการอธิบายใหม่ ๆ หรือพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ใหม่

4. การรู้ระดับหลากหลายมิติ (Multidimensional Literacy) หมายถึง ผู้เรียนไม่ได้มีเฉพาะเพียงความเข้าใจโครงสร้างของศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเท่านั้น แต่ยังเข้าใจถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ปรัชญา ประวัติศาสตร์ และมิติทางสังคมของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมอีกด้วย

ไบบีเสนอว่า การจัดการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ในทุกระดับจะต้องทำให้ผู้เรียนมีการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงสุด คือ ระดับหลากหลายมิติ ที่หมายถึง ผู้เรียนมีความเข้าใจโครงสร้างของศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เข้าใจถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

OECD แบ่งระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ออกเป็นระดับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ออกเป็นระดับสมรรถนะ 7 ระดับ เริ่มจากระดับต่ำสุด (ระดับ 1b) จนถึงระดับสูงสุด (ระดับ 6) หรืออาจบอกคุณภาพเป็นกลุ่มรวม เช่น ที่ระดับ 5 และ 6 จัดว่าเป็นระดับสูง ระดับ 3 และ 4 จัดเป็นระดับปานกลาง และระดับ 2 เป็นระดับพื้นฐานที่นักเรียนเริ่มแสดงว่ารู้และสามารถใช้ประโยชน์จากความรู้ได้ในชีวิตจริงในอนาคต แต่ถ้าต่ำกว่าระดับ 2 ลงไปจัดว่าเป็นกลุ่มเสี่ยงที่นักเรียนแสดงว่ามีความสามารถไม่ถึงระดับพื้นฐานและไม่สามารถใช้วิทยาศาสตร์ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตจริงได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น. 59-60) สรุปดังตาราง 1

ตาราง 1 ระดับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ระดับ	คะแนนต่ำสุด	ที่ระดับนี้ นักเรียนสามารถ
6	708	ที่ระดับ 6 นักเรียนสามารถทำภารกิจวิทยาศาสตร์ที่ยาก ๆ ได้สำเร็จสมบูรณ์เกือบทุกข้อ นักเรียนสามารถดึงเอาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ กายภาพ ชีวภาพ และโลกและอวกาศ มาสัมพันธ์กัน สามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหา ด้านกระบวนการ และความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ในการให้คำอธิบายทางทฤษฎีหรือคาดคะเนปรากฏการณ์ เหตุการณ์ หรือกระบวนการที่ไม่คุ้นเคย หรือทำนายผลของเหตุการณ์ ในการตีความ แปลความข้อมูลและประจักษ์พยาน ก็สามารถแยกแยะสาระที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกับข้อมูลออกจากกันได้ และสามารถดึงเอาความรู้ภายนอกเข้ามาใช้กับเรื่องที่เรียนรู้ได้ สามารถบอกความแตกต่างของข้อโต้แย้งได้ว่าข้อโต้แย้งใดมีพื้นฐานบนประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับข้อใดที่อยู่บนพื้นฐานของความคิดเห็นหรือข้อพิจารณาของผู้อื่น นักเรียนที่ระดับ 6 สามารถประเมินความเหมาะสมของการออกแบบเพื่อการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ การเก็บข้อมูลภาคสนาม หรือการจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้ และสามารถให้เหตุผลที่เหมาะสมเพื่อประกอบการตัดสินใจ
5	633	ที่ระดับ 5 นักเรียนสามารถใช้กรอบความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ กระบวนการ หรือเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคยและมีความซับซ้อนมากขึ้น สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ที่มีความซับซ้อนในการประเมินการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถให้เหตุผลที่เลือกวิธีการทดลองวิธีใดวิธีหนึ่งและสามารถใช้ความรู้ตามทฤษฎีมาตีความหรือทำนายผล นักเรียนที่ระดับ 5 สามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบของ

ตาราง 1 (ต่อ)

ระดับ	คะแนนต่ำสุด	ที่ระดับนี้ นักเรียนสามารถ
		ปัญหาที่กำหนดให้ในเชิงวิทยาศาสตร์และระบุข้อจำกัดในการแปลความข้อมูล รวมถึงแหล่งที่มาและผลกระทบจากความไม่แน่นอนของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์
4	559	ที่ระดับ 4 นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาสาระที่ยากขึ้น ซึ่งอาจเป็นความรู้ที่บอกให้ในข้อความหรือเป็นความรู้ที่เรียกคืนออกมาได้เอง เพื่อนามาใช้สร้างคำอธิบายในเหตุการณ์หรือกระบวนการที่ซับซ้อนมากขึ้นและไม่คุ้นเคยมาก่อน สามารถทำการทดลองเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรอิสระมากกว่าสองตัวแปรขึ้นไปในบริบทที่มีข้อจำกัดต่าง ๆ โดยสามารถอธิบายเหตุผลในการออกแบบ การทดลองได้ด้วยความรู้ด้านกระบวนการและความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ นักเรียนที่ระดับ 4 สามารถแปลความหมายข้อมูลที่มาจากข้อมูลที่มีความซับซ้อนระดับกลาง หรือข้อมูลที่ไม่คุ้นเคยและสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลและที่ขยายออกไกลกว่าที่ได้จากข้อมูลเฉพาะหน้า
3	484	ที่ระดับ 3 นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาที่ค่อนข้างซับซ้อนขึ้น เพื่อระบุบอกประเด็นหรือสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ที่รู้จักคุ้นเคย ถ้าเป็นสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลโดยอาศัยตัวชี้นำที่เหมาะสมบางอย่าง สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือความรู้ด้านกระบวนการในการหาความรู้เพื่อออกแบบและดำเนินการทดลองหาข้อมูลในสถานการณ์ที่มีข้อจำกัดได้ นักเรียนที่ระดับ 3 สามารถแยกแยะอย่างชัดเจนได้ว่าประเด็นใดเป็นวิทยาศาสตร์ (อธิบายได้ มีประจักษ์พยาน ตรวจสอบได้ตามกระบวนการวิทยาศาสตร์) และประเด็นใดไม่เป็นวิทยาศาสตร์

ตาราง 1 (ต่อ)

ระดับ	คะแนนต่ำสุด	ที่ระดับนี้ นักเรียนสามารถ
2	410	ที่ระดับ 2 นักเรียนสามารถดึงเอาความรู้ด้านเนื้อหาจากชีวิตประจำวันและความรู้ด้านกระบวนการพื้นฐานมาใช้เพื่อบอกถึงคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ตีความข้อมูล และตั้งปัญหาของเรื่องเพื่อออกแบบการทดลองอย่างง่าย นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั่วไปเพื่อบอกข้อสรุปจากข้อมูลชุดที่ไม่ซับซ้อน นักเรียนที่ระดับ 2 สามารถแสดงว่ามีความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือวิธีหาความรู้ เพื่อระบุปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้โดยวิธีทางวิทยาศาสตร์
1a	335	ที่ระดับ 1a นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาและกระบวนการสามัญ เพื่อเลือกบอกคำอธิบายของปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์อย่างง่ายที่ต้องการการคิดไม่มาก สามารถทำการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นแบบแผนที่มีตัวแปรไม่เกินสองตัวแปรได้เมื่อได้รับความช่วยเหลือ สามารถระบุความสัมพันธ์หรือบอกถึงสาเหตุแบบง่ายได้และแปลความข้อมูลที่เป็นภาพหรือกราฟที่ต้องใช้การคิดเพียงเล็กน้อย นักเรียนที่ระดับ 1a สามารถเลือกคำอธิบายหรือข้อมูลที่เห็นได้ชัดเจนจากที่กำหนดมาให้ในบริบทที่คุ้นเคยหรือเกี่ยวข้องตรง ๆ กับชีวิตส่วนตัว ท้องถิ่น หรือโลก
1b	261	ที่ระดับ 1b นักเรียนสามารถใช้ความรู้สามัญเพื่อนึกถึงปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์บางแง่มุม สามารถบอกแบบรูปอย่างง่ายในชุดข้อมูล จำคำศัพท์หรือคำทางวิทยาศาสตร์ได้ สามารถทาการทดลองตามวิธีการที่บอกไว้ชัดเจนได้

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์. หน้า 59-60.

ผู้วิจัยเลือกใช้ระดับที่ปรับปรุงและอ้างอิงจากมาตรฐานการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 6 ระดับ ซึ่งคะแนนการจัดระดับการรู้วิทยาศาสตร์นั้นมีกำหนดสัดส่วนของคะแนนเท่ากันของแต่ละระดับการรู้วิทยาศาสตร์ โดยกำหนดร้อยละคะแนนต่ำสุดของแต่ละระดับของสมรรถนะที่ตั้งไว้ดังนี้ (กุลธิดา ชนาภิมุข, 2561, น. 99; พุทธริธร บูรณสถิตวงศ์, สุรีย์พร สว่างเมฆ, และ ปราณี นางงาม, 2560, น. 1023)

นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 1b มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 12.5

นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 1a มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 25

นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 2 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 37.5

นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 3 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 50

นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 4 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 62.5

นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 5 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 75

นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 6 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 87.5

โดยกำหนดแบ่งช่วงระดับออกเป็น 3 ระดับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, น. 30-31) ดังนี้

ระดับต่ำ หมายถึง ระดับ 1b ระดับ 1 และ ระดับ 2 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 12.5

ระดับปานกลาง หมายถึง ระดับ 3 และ ระดับ 4 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 50

ระดับสูง หมายถึง ระดับ 5 และ ระดับ 6 นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 5 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 75

1.3 ความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์

การรู้วิทยาศาสตร์ได้รับการยอมรับว่าเป็นเป้าหมายของการจัดการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ของนานาประเทศ รวมทั้งประเทศไทย มีนักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่านให้เหตุผลหรือเขียนประเด็นสำคัญที่สอดคล้องกันเพื่ออธิบายว่า เพราะเหตุใด การรู้วิทยาศาสตร์จึงเป็นเรื่องสำคัญ เลาช์ (Laugksch, 2000, pp. 84-87) ได้แบ่งความสำคัญของ การรู้วิทยาศาสตร์ จากมุมมองของนักการศึกษาต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแนวคิดของ โธมัส (Thomas) และดูแรนท์ (Durant) ในปี 1987 และชอร์ทแลนด์ Shortland ในปี 1988 โดยแบ่งความสำคัญของการรู้

วิทยาศาสตร์ เป็น 2 ระดับ คือ ระดับมหภาคและระดับจุลภาค โดยระดับมหภาคเป็นการมองความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของชาติ มีผลต่อการวางนโยบายที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของประเทศ มีความสำคัญต่อสังคมและเป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรม ส่วนระดับจุลภาค มองในระดับบุคคลโดยตรง มีความสำคัญต่อการพัฒนาความเข้าใจทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีประโยชน์ในการดำรงชีวิตในสังคม ถ้าประชาชนมีการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับที่เหมาะสมและเพียงพอ ประชาชนจะมีความเชื่อมั่นต่อการเข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องในทุก ๆ เรื่องในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ดังนั้นการรู้วิทยาศาสตร์จึงเปรียบเหมือนเป้าหมายหลักของการศึกษาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากปัจจุบันการที่จะเตรียมให้เยาวชนสามารถดำเนินชีวิตและมีส่วนร่วมในสังคมและตัดสินประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง มีส่วนร่วมในสังคมระดับชุมชน ระดับประเทศ ระดับโลกอย่างเต็มภาคภูมิได้นั้น ต้องมีเครื่องมือที่สำคัญยิ่ง คือ ความรู้ความเข้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Bybee, 1997, p. 68; Millar, 2006, p. 1501; Murcia, 2007, p. 16; Reveles et all., 2004, p. 1114; ภพ เลาหไพบูลย์, 2542, น. 90; สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551a, น. 1; สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี, และ อัมพลิกา ประโมจนีย์, 2551) ในโลกปัจจุบันจึงจำเป็นอย่างมากที่ต้องพัฒนาให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์

1.4 การจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์

1.4.1 เป้าหมายการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์

การพัฒนาผู้เรียนให้มีลักษณะของการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับสูง ให้มีคุณลักษณะที่ตรงตามความต้องการของสังคมนั้น ต้องมีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ โดยนักการศึกษาหลายท่านได้สรุปเป้าหมายของการวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เดโบร์ (DeBoer, 2000, pp. 591-593) สรุปเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ศึกษาที่สอดคล้องการรู้วิทยาศาสตร์และกับความต้องการทางสังคมไว้ว่าเป็นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ขับเคลื่อนทางวัฒนธรรมไปตามสังคมสมัยใหม่ การเตรียมบุคคลเพื่อเข้าสู่การทำงานในอนาคต การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ให้เป็นพลเมืองที่รอบรู้ (Informed Citizens) ศึกษาโลกธรรมชาติ เพื่อความเข้าใจอภิปรายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ให้เห็นถึงคุณค่าและความงดงามตามธรรมชาติ ซาบซึ้งในวิทยาศาสตร์ เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่วน AAAS (Bybee, 1997, p. 97) กล่าวว่าคือความเข้าใจเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ เข้าใจแนวคิดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และ

เทคโนโลยี สามารถสะท้อนจุดแข็งและข้อจำกัดของมนุษย์ พัฒนาศักยภาพของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับบุคคลและสังคม โดยกำหนดผลลัพธ์ปลายทางไว้ เพื่อเป็นกรอบแนวคิดสำหรับการจัดการศึกษาของแต่ละรัฐ และนำไปสู่การออกแบบหลักสูตรในโรงเรียน มาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาของ NSES เป็นการจัดการเรียนรู้เน้นกระบวนการที่แสดงออกมาเป็นผลงาน ต้องใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อสร้างองค์ความรู้ และเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว เป็นแนวทางที่รัฐจะนำไปปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

NSES (National Research Council (NRC), 1996, p. 22) ให้ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ไว้ว่า *"บุคคลที่มีการรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง บุคคลที่สามารถถามและหาคำตอบที่มาจากความสงสัยเกี่ยวกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งบุคคลนั้นสามารถอธิบาย บรรยายและทำนายปรากฏการณ์ตามธรรมชาติได้ การรู้วิทยาศาสตร์จะทำให้สามารถอ่านบทความเรื่องราวต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเข้าใจ และมีส่วนร่วมในการสนทนาทางสังคมต่อการลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผลได้ การรู้วิทยาศาสตร์แสดงถึงว่าบุคคลนั้นสามารถระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้การตัดสินใจระดับบุคคลและระดับชาติ และการแสดงออกที่แสดงถึงความรอบรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประชาชนที่รู้วิทยาศาสตร์สามารถประเมินคุณภาพของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของแหล่งข้อมูลวิธีการได้มาซึ่งข้อมูล การรู้วิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นว่ามีความสามารถในการเสนอ โต้แย้งบนพื้นฐานของหลักฐานและนำไปสู่ข้อสรุปที่เหมาะสม"*

มาตรฐานสำหรับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นมาตรฐานหลักที่จะนำไปสู่การกำหนดตัวชี้วัดด้านเนื้อหาสาระของหลักสูตร จากนิยาม การรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอไปข้างต้น จะพบว่าเป็นการกำหนดขอบเขตของการรู้วิทยาศาสตร์ในมิติของผลสัมฤทธิ์หรือผลสำเร็จของการสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนา โดยให้มีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การแสดงออกด้วยพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ให้เห็นถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ความเข้าใจนั้นไปสู่การปฏิบัติในการใช้ชีวิตประจำวันทั้งในระดับบุคคลและระดับชาติ ตามกรอบแนวคิดและการนิยาม คำว่า การรู้วิทยาศาสตร์ NSES แบ่งเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ในมาตรฐานด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 8 หัวข้อใหญ่ (National Research Council (NRC), 1996) ได้แก่

1. วิทยาศาสตร์ คือ การสืบเสาะหาความรู้ (Science as Inquiry)
2. วิทยาศาสตร์กายภาพ (Physical Science)

3. วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต (Life Science)

4. วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ (Earth and Space Science)

5. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Science and Technology)

6. วิทยาศาสตร์ในการรับรู้ระดับบุคคลและสังคม (Science in Personal and Social Perspectives)

7. ประวัติและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (History and Nature of Science)

8. แนวคิดและกระบวนการที่มีเอกภาพ (Unifying Concepts and Processes)

การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของไทยมีเป้าหมายเช่นเดียวกับการจัดการศึกษาโดยทั่วไป คือ การเตรียมพลเมืองที่มีคุณลักษณะตามความต้องการของสังคม ถึงแม้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ไม่ได้ระบุคำว่าการรู้วิทยาศาสตร์ หากพิจารณาจากเป้าหมายและวิสัยทัศน์ของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พบว่ามีความสอดคล้องกับการรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีการกล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ต้องให้ผู้เรียนเกิดความรู้ เกิดทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความรู้ความเข้าใจเรื่องการจัดการ การใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545, น. 13)

ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานที่กำหนดวิสัยทัศน์ของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้นั้น เป็นวิสัยทัศน์ที่แสดงลักษณะของการรู้วิทยาศาสตร์ ที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545, น. 4) ดังนี้

1. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ กระบวนการและเจตคติ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความสงสัย เกิดคำถามในสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัว มีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

2. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ (Natural World) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ เมื่อผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นเต้น ท้าทายกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง ก็จะเข้าใจ เห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นและชีวิต ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล การประสบความสำเร็จในการ

เรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจมุ่งมั่นที่จะสังเกต สำรวจตรวจสอบ สืบค้นความรู้ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้อย่างหลากหลายในท้องถิ่น และคำนึงถึงผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ ความสนใจและความถนัดแตกต่างกัน

3. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เป็นการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจ ซาบซึ้งและเห็นความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะช่วยส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้หลายๆ ด้าน เป็นความรู้แบบองค์รวม อันจะนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ และพัฒนาคุณภาพชีวิต มีความสามารถในการจัดการ และร่วมกันดูแลรักษาโลกธรรมชาติอย่างยั่งยืน

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษา มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้และค้นพบได้ด้วยตนเอง เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ตั้งแต่ในสถานศึกษาจนกระทั่งออกไปประกอบอาชีพ โดยมีเป้าหมายสำคัญดังนี้ (กรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ. 2545: 3)

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

จากข้อมูลข้างต้นทำให้ทราบว่าเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยกับประเทศสหรัฐอเมริกามีความคล้ายคลึงกัน ในด้านทำให้เกิดความรู้ พัฒนาด้านการคิด เกิดความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถนำความรู้ การคิดไปใช้ให้เกิดประโยชน์ทั้งในระดับบุคคลและสังคมได้ มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

การรู้วิทยาศาสตร์ มีความหมายที่เปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับแนวคิดของการมองวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนไป เป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนก็มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเช่นกัน ในอดีตมีความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการทดลองในห้องทดลองหรือห้องปฏิบัติการ และการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนไปสู่การเป็นนักวิทยาศาสตร์ ที่ดูแยกวิทยาศาสตร์ออกไปจากสังคม แต่ในปัจจุบันวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ถูกมองว่าเป็นส่วนหนึ่งของสังคมที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เป้าหมายหนึ่งของการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อการใช้วิทยาศาสตร์สำหรับการดำรงชีวิตในสังคมหรือในโลกปัจจุบันด้วย

แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นไปตามเป้าหมายของการจัดการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ศึกษาโดยทั่วไปยอมรับว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่นำไปสู่ความสำเร็จของการรู้วิทยาศาสตร์ คือ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดของการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นวิธีการที่มีความสอดคล้องกับวิธีการค้นคว้า ศึกษาและเกิดองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำไปสู่ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และ จิตวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้หลักการและวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

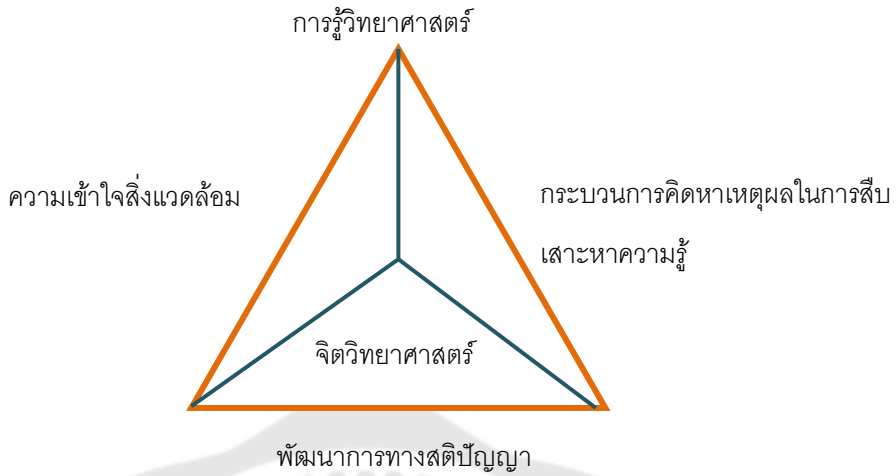
ผู้วิจัยจะขอนำเสนอแนวทางจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นถึงการรู้วิทยาศาสตร์โดยตรงของนักการศึกษาบางท่านที่ได้รวบรวมแล้วสรุปเป็นแนวทางของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนในระดับชั้นเรียนต่อไป มีดังนี้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) กล่าวว่า ผู้ที่จะมีการรู้วิทยาศาสตร์ จะเกิดจากองค์ประกอบ 4 ประการ ที่มีความสัมพันธ์กัน ได้แก่ (1) พัฒนาการทางสติปัญญา (2) ความเข้าใจในสิ่งแวดล้อม (3) การใช้กระบวนการคิดหาเหตุผลในการสืบเสาะหาความรู้ และ (4) การมีจิตใจเป็นวิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบ 4 องค์ประกอบที่จะนำไปสู่การรู้วิทยาศาสตร์ เป็นลักษณะของพีระมิดสามเหลี่ยมที่ประกอบด้วย 4 ด้าน และปลายยอดของพีระมิด คือ การรู้วิทยาศาสตร์ ดังภาพประกอบ 2 จึงนำแสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนต้องสอดคล้องกับการพัฒนาผู้เรียนให้มีลักษณะของการรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ คือ การจะนำไปสู่การรู้วิทยาศาสตร์จึงต้องเริ่มจากการพัฒนาทางสติปัญญา คำนึงว่าผู้เรียนมีพัฒนาการทางด้านสติปัญญาและการคิดและเกิดการเรียนรู้อย่างไร เพื่อนำมาออกแบบการจัดการเรียนการสอนตาม

วิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างสอดคล้องเหมาะสม เพื่อการเพิ่มความก้าวหน้าทางสติปัญญาของผู้เรียน ส่วนด้านความเข้าใจทางด้านธรรมชาติวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ (1) รวบรวมข้อเท็จจริงจากการสังเกต (2) เป็นความเข้าใจธรรมชาติในระดับสูงขึ้น สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับธรรมชาติได้ สามารถลงความเห็นและเสนอแนะรูปแบบ หรือกฎเกณฑ์เกี่ยวกับธรรมชาติได้ แล้วใช้รูปแบบนั้นในการอธิบาย ทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ (3) เป็นความเข้าใจธรรมชาติในระดับสูงสุด เป็นการจัดความสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์และรูปแบบของมโนมติหรือทฤษฎีต่าง ๆ ให้รวมเป็นระบบที่แสดงลำดับแนวคิดความต่อเนื่อง เพื่อจัดเป็นโครงสร้างทางทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านการมีจิตใจเป็นวิทยาศาสตร์ทำให้คนเป็นผู้ที่มีการรู้วิทยาศาสตร์ มีเหตุผล มีจิตใจเข้มแข็ง และด้านกระบวนการคิดหาเหตุผลในการสืบเสาะหาความรู้ สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจทั้งด้านธรรมชาติและการมีจิตใจเป็น โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จัดกระทำ ตีความหมาย และใช้ข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม คิดหาเหตุผล

อาร์ต ฮอบสัน (Hobson, 2001, pp. 239-240) สรุปแนวคิด 5 ประการที่สามารถนำไปใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปทั้งระดับอุดมศึกษาและมัธยมศึกษา รวมทั้งสำหรับผู้เรียนที่เน้นทางด้านวิทยาศาสตร์และไม่ได้เน้นทางด้านวิทยาศาสตร์ แนวคิดดังกล่าวคือ เน้นกรอบความคิดสร้างความเข้าใจสามารถนำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน เน้นปฏิสัมพันธ์บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ ลดรายละเอียดและเป็นแนวคิดสำคัญ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ควรให้ข้อมูลกับผู้เรียนมากนัก ให้เฉพาะข้อมูลที่จำเป็นและมีความสำคัญ ทันยุคทันสมัย ทำให้ผู้เรียนเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม

สรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อการรู้วิทยาศาสตร์ สิ่งสำคัญคือ ผู้สอนจะต้องมีจุดหมายที่ชัดเจน มีความตั้งใจ ว่าแต่ละครั้งต้องการผู้เรียนเกิดลักษณะของการรู้วิทยาศาสตร์ในด้านใดของการรู้วิทยาศาสตร์ และสามารถเชื่อมโยงเข้าไปในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้



ภาพประกอบ 2 การพัฒนาทางสติปัญญาที่ส่งผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์

ที่มา: ภพ เลาหไพบูลย์ . (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพาณิชย์.

ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลข้างต้นมาแยกเป็นแนวทางพฤติกรรมผู้สอนที่จะสามารถนำไปสู่การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ ดังนี้

1. ผู้สอนต้องคำนึงว่าผู้เรียนมีพัฒนาการทางด้านสติปัญญาของผู้เรียน
2. ผู้สอนต้องเป็นผู้ที่สนใจและเรียนรู้ในธรรมชาติ
3. ผู้สอนมีความกระตือรือร้นในการเสาะแสวงหาความรู้ไปพร้อมกับผู้เรียน
4. ผู้สอนสามารถยกระดับความคิดและความเป็นวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยเลือกปัญหาหรือกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสืบเสาะ ค้นหา และทดลองตามความสามารถของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนพบกับความสำเร็จในการสืบเสาะหาความรู้
5. ผู้สอนมีการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ มีการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ ให้ผู้เรียนมีโอกาสในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. ผู้สอนมีความเข้าถึงความเกี่ยวข้องของวิทยาศาสตร์ที่สอนกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน

7. ผู้สอนมีการสร้างปฏิสัมพันธ์ สร้างบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน หรือผู้เรียนกับผู้เรียน

8. ผู้สอนจัดการเรียนรู้ให้มีการทิ้งข้อสงสัยให้ผู้เรียนเกิดการสืบค้น โดยให้ข้อมูลกับผู้เรียนบางส่วน

9. ผู้สอนมีการจัดการเรียนการสอนที่ต้องมีการจัดลำดับเนื้อหาเพื่อให้เห็นความต่อเนื่อง แสดงลักษณะของการเป็นแบบแผนหรือลำดับของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

10. ผู้สอนมีการจัดการเรียนรู้ที่ทันสมัย แต่ต้องให้ผู้เรียนเข้าใจถึงการเปลี่ยนของจากแนวคิดเดิม

11. ผู้สอนมีการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม การมีส่วนร่วมของวิทยาศาสตร์ในการแสดงหลักฐานข้อมูล เพื่อนำไปสู่หรือสนับสนุนการตัดสินใจเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

1.4.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์

จากการศึกษาทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปแนวทางในการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

1) การจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม รู้จักการสังเกตสามารถระบุคำถามทางวิทยาศาสตร์ วางแผนสำรวจตรวจสอบการทบทวนเอกสารหรือการตรวจสอบพยานหลักฐานที่มี การทำการทดลองทดสอบในหลากหลายแนวทาง สร้างคำอธิบายจากสิ่งที่ค้นพบ จัดการกับความคิดตนเองให้เกิดความเข้าใจชัดเจน นำเสนอแนวคิดแลกเปลี่ยนมุมมองกับบุคคลอื่น และสื่อสารสิ่งที่ค้นพบโดยใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์กับบุคคลอื่นได้ (Baker et all., 2009, p. 261; Hurd, 1998, p. 414; National Research Council (NRC), 1996, p. 23; Reveles et all., 2004, p. 1114)

2) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS Approach) เป็นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้การเรียนรู้ในห้องเรียนกับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวันทั้งที่เกี่ยวข้องกับตนเอง สังคม และระดับโลก (Aikenhead, 2005, p. 393; Bennett, 2005, p. 4; Hurd, 1998, p. 414; Umoren, 2007; Wilson & Livingston, 1996, p. 65; Yuenyong & Narjaikaew, 2009, p. 346; วรรณงาม มาระครอง, 2553)

3) การจัดการเรียน รู้ตามแนวคิดวิธีการใช้ปัญหานำทางและการวิพากวิจารณ์ทางสังคม (Socio-Critical and Problem-Oriented Approach) ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดต่าง ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการอภิปราย ประเมินค่า โต้แย้งอย่างมีเหตุผล ในการแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นทางด้านวิทยาศาสตร์และสังคม จากสื่อต่าง ๆ ที่พบเจอในชีวิตประจำวัน ได้แก่ ข่าวในหนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ สื่อออนไลน์ หรือสื่อชนิดอื่น ๆ โดยสามารถแสดงมุมมองของตนเองในการมีส่วนร่วมแสดงความรับผิดชอบในการแก้ปัญหาและตัดสินใจในประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ในฐานะพลเมืองที่ดี (Anelli, 2011, p. 243; Baker et all., 2009, p. 26; Eilks, 2000, p. 16; Holbrook & Rannikmae, 2009, p. 28; Marks et all., 2008, p. 268; Marks & Eilks, 2009, p. 24; Murcia, 2009, p. 45; Roberts & Gott, 2010, p. 203; Webb, 2009, p. 313)

4) ส่งเสริมและพัฒนาทักษะด้านภาษาทั้งการพูด การเขียน การอ่านร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Baker et all., 2009, p. 26; Glynn & Muth, 1994, p. 1069; Ritchie et all., 2011, p. 685; Webb, 2009, p. 328)

5) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิตจริงและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย โดยใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายในท้องถิ่นและต้องคำนึงถึงตัวผู้เรียนที่มีความสามารถในการเรียนรู้และความสนใจที่แตกต่างกัน (Holbrook & Rannikmae, 2007, p. 1360; Murcia, 2007, p. 18; Riojas-Cortez et all., 2008, p. 527; ปาจรีย์ ติ้วสิขเรศ, 2549)

6) การส่งเสริม ให้เกิดการคิดแก้ปัญหา โดยส่งเสริมให้มีการลงมือปฏิบัติการออกภาคสนามเพื่อทำการสำรวจตรวจสอบค้นหาคำตอบด้วยตนเอง (Hurd, 1998, p. 414; สุขรัชต์ดา วงษาสุข, 2552)

7) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) แนวคิดนี้พัฒนาขึ้นมาเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งเป็นการเตรียมพร้อมเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ใช้กระบวนการคิด และทักษะในการแก้ปัญหา และได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เป็นการทำงานที่ต่อยอดจากทฤษฎี เกิดความรู้ที่คงทน อีกทั้งผู้เรียนมีความสนุก สนใจ และตั้งใจในการเรียน ช่วยในการสร้างเจตคติ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถ

ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้ (Afriana et all., 2015, pp. 1-5; Guven et all., 2014, pp. 1-9; ทิศนา แขมมณี, 2547; วัชรินทร์ โพธิ์เงิน และคณะ, 2557)

8) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-Scientific Issue) เป็นแนวคิดที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เข้าใจวิทยาศาสตร์ และเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ จำเป็นที่จะต้องให้ผู้เรียนมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ พร้อมที่จะแก้ปัญหาและดำเนินชีวิตในแต่ละวันอย่างปกติสุข โดยอาศัยวิทยาศาสตร์เป็นฐานประกอบการตัดสินใจ ช่วยส่งเสริมการพัฒนาทางปัญญาของแต่ละบุคคลในเรื่องศีลธรรมและจริยธรรม ตลอดจนตระหนักถึงการพึ่งพาระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม ส่งเสริมความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นองค์ประกอบหลักในการพัฒนาการรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Driver et all., 2000; Kolsto, 2001; Patronis et all., 1999; Pope, 2017; Zeidler et all., 2005; วัชรินทร์ โพธิ์เงิน และคณะ, 2557)

การที่จะพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์นั้น จะเห็นได้ว่าสามารถทำได้หลากหลายแนวทาง ผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมรูปแบบการจัดการเรียนรู้ต่างๆ ที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ได้แก่ เพื่อพิจารณาข้อดีและข้อจำกัดของแต่ละรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 2

ตาราง 2 เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของรูปแบบการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

รูปแบบการจัดการเรียนรู้	ข้อดี	ข้อจำกัด
1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry – Based Learning)	1. ผู้เรียนโอกาสพัฒนาความคิดความคิดอย่างเต็มที่ 2. การได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจและใฝ่รู้ตลอดเวลา 3. ผู้เรียนได้ฝึกการคิดและลงมือกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง 4. ผู้เรียนมีความรู้ที่คงทน เพราะได้ถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ค้นคว้าด้วยตนเอง ทำให้จดจำเนื้อหาที่ค้นพบได้อย่างแม่นยำ และสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ทำให้เรียนรู้โนมติอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้อย่างง่ายและรวดเร็ว 5. ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน	1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง 2. ถ้าสถานการณ์ที่ผู้สอนสร้างขึ้นไม่ชวนสงสัย หรือไม่น่าสนใจจะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่าย และไม่อยากเรียนด้วยวิธีนี้ 3. ถ้าผู้เรียนสอนไม่เข้าใจบทบาทของตนเอง หรือควบคุมพฤติกรรมในห้องเรียนมากเกินไป จะทำให้ผู้เรียนไม่มีโอกาสสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง 4. ในกรณีที่ผู้เรียนมีระดับสติปัญญาต่ำ หรือได้รับแรงกระตุ้นไม่มากพอจะไม่สามารถเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบนี้ได้ 5. ในกรณีที่ผู้เรียนเป็นเด็กเล็กอาจขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหาและขาดประสบการณ์ที่จะรู้สึกสนุกกับความสำเร็จในการสืบเสาะหาความรู้ 6. การเรียนในห้องเรียนปกติอาจมีข้อจำกัดของการใช้แหล่งข้อมูลต่างๆที่จำเป็นในการสืบเสาะหาความรู้

ตาราง 2 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้	ข้อดี	ข้อจำกัด
2. การจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science Technology and Society)	1. ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์สามารถนำความรู้นั้นไปใช้ในชีวิตประจำวัน 2. ผู้เรียนเข้าใจข้อเท็จจริง แนวคิด ความเชื่อมโยงของแนวคิดและมีทักษะกระบวนการที่เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้และการคิดอย่างมีเหตุมีผล 3. ผู้เรียนเข้าใจคุณค่าและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม 4. ผู้เรียนเข้าใจและรู้ถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีแก้ปัญหาสังคมที่เกิดจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การสร้างและพัฒนาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมยังคงพัฒนามาอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา	1. เน้นเทคโนโลยีและสังคมเป็นหลัก ส่วนวิทยาศาสตร์เป็นเพียงตัวเชื่อมความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีกับสังคมเท่านั้น 2. ครูต้องมีความพร้อมจัดสภาพแวดล้อมและอำนวยความสะดวกให้เกิดการเรียนรู้มากกว่าจะเป็นแหล่งของความรู้อย่างที่เป็นมา จึงจะประสบความสำเร็จในการสอน 3. ถ้าสถานการณ์ปัญหาที่ผู้สอนหยิบยกมาไม่ชวนสงสัยหรือไม่น่าสนใจจะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่อยากเรียนด้วยวิธีนี้

ตาราง 2 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้	ข้อดี	ข้อจำกัด
3. การจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning)	1. ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในการเรียนรู้ด้วยตนเอง จากการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการเรียน โดยการกำหนดจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ วิธีการแสวงหาความรู้ต่าง ๆ รวบรวมความรู้และนำมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ 2. ผู้เรียนพัฒนาทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต จากการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย มีวิธีการแสวงหาความรู้และไตร่ตรองสืบค้นแหล่งทรัพยากรการเรียน ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีความหมายสำคัญของการเรียนรู้ 3. ผู้เรียนพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีมและการพัฒนาทักษะทางสังคม จากการเรียนเป็นกลุ่มย่อย ทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น ทำให้มีความรู้กว้างขวางมากขึ้น 4. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนจะเปลี่ยนจากการเรียนแบบรับฟังและท่องจำมาเป็นผู้มีส่วนร่วมกำกับและรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตน ทำให้มีการเรียนรู้อย่างเข้าใจและสามารถจดจำได้นาน และเชื่อว่าจะนำไปสู่ความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองไปตลอดชีวิต	1. บทบาทของครูที่เปลี่ยนไปจากผู้ให้ความรู้โดยตรงเปลี่ยนเป็นผู้กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ เป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ อาจทำให้ผู้เรียนที่คุ้นเคยหรือยึดติดกับลักษณะของครูที่เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ เกิดความไม่พึงประสงค์ในคุณลักษณะของครู ที่ต่างไปจากการเรียนตามกระบวนการศึกษาเดิมได้ 2. ความรู้ของผู้เรียนได้จากการที่ผู้เรียนเป็นผู้กำกับตนเอง มีแนวโน้มที่จะเป็นการเรียนรู้อย่างไม่เป็นระบบ ไม่รู้ว่าอะไรสำคัญอะไรไม่สำคัญ ต่างจากการสอนแบบบรรยายของครูที่มักจะมีการสอนอย่างเป็นระบบ 3. วิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนในการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน อาจจะต้องใช้เวลาในการเรียนรู้ด้วยตนเอง จากแหล่งวิทยาการต่าง ๆ ค่อนข้างมากกว่าการที่ให้ครูเป็นผู้ให้ความรู้โดยตรง อย่างไรก็ตามการใช้คู่มือการเรียนที่เหมาะสม อาจช่วยลดปัญหานี้ลงได้ 4. ผู้เรียนที่จะเกิดการเรียนรู้จากการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานได้ดี ควรเป็นผู้มีความรู้เนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องใน

ตาราง 2 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้	ข้อดี	ข้อจำกัด
	5. ผู้เรียนมีการเรียนรู้แบบผู้ใหญ่ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญต่อการศึกษาอย่างต่อเนื่องทางวิชาชีพ 6. ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ เพราะผู้เรียนจะต้องใช้ความรู้เดิมที่มีมาคิด ในการสร้างความรู้ใหม่ที่จำเป็นมาต่อเติมเสริมเข้ากับความรู้เดิม สร้างเป็นกรอบแนวคิดที่สามารถนำไปประยุกต์ได้	ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมาในระดับหนึ่ง
4. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project – Based Learning)	1. ผู้เรียนต้องนำความรู้ที่ได้จากแหล่งการเรียนรู้ บูรณาการเข้ากับกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือทำเพื่อนำไปสู่ความรู้ใหม่ ๆ ด้วยการศึกษาค้นคว้า หาความหมาย การแก้ปัญหา และเรียนรู้จากการค้นพบด้วนตนเอง 2. ผู้เรียนต้องสร้าง กำหนดความรู้จากความคิดหรือแนวคิดที่มีอยู่แล้ว กับความคิดหรือแนวคิดที่เกิดขึ้นใหม่ ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนความรู้ให้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งใหม่ 3. การที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านโครงการ ทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความคิดกับข้อเท็จจริง ซึ่งจะถูกเชื่อมโยงเข้าเป็นเรื่องเดียวกัน ในลักษณะของความสัมพันธ์และการเชื่อมโยงอันจะสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้	1. จำเป็นต้องใช้ระยะเวลานาน โดยระยะเวลาของโครงการ ปกติใช้เวลาหลายสัปดาห์ และในบางโครงการใช้เวลาเป็นเดือน 2. ค่าใช้จ่ายสูง 3. ผู้สอนต้องมีความรู้เพียงพอ การสอนจึงจะประสบความสำเร็จ 4. อาจทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ที่เป็นหลักวิชาไม่เพียงพอ 5. ประสบการณ์ในชีวิตจริงหลายเรื่องไม่สามารถวางแผนและทำกิจกรรมได้

ตาราง 2 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้	ข้อดี	ข้อจำกัด
	4. การเรียนรู้จากโครงการถือได้ว่าเป็นการเรียนร่วมกันภายในกลุ่ม เพราะทุกคนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการศึกษา ค้นคว้า หาคำตอบ ความหมาย ตลอดจนแนวทางแก้ไขปัญหา มีการร่วมคิดร่วมทำงานส่งผลให้เกิดกระบวนการค้นพบกระบวนการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง สามารถนำความรู้ที่ได้รับมาแลกเปลี่ยนประสบการณ์และแลกเปลี่ยนพื้นฐานความรู้ระหว่างผู้เรียนด้วยกันเป็นลักษณะของการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaboration Learning) 5. ความรู้และความสามารถด้านต่าง ๆ ที่มีอยู่ในตัวของผู้เรียน จะถูกกระตุ้นให้ได้แสดงออกมาอย่างเต็มที่ ขณะที่ปฏิบัติกิจกรรมเช่นเดียวกับ ทักษะต่างๆที่จำเป็นสำหรับชีวิต เช่น ทักษะการทำงาน ทักษะการอยู่ร่วมกัน ทักษะการจัดการ ฯลฯ ก็จะถูกนำเอามาใช้อย่างเต็มตามศักยภาพ ในขณะที่ร่วมกันแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงการ 6. การเรียนรู้แบบโครงการยั่วยุส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมทั้งหมดก็จะถูกปลูกฝังและสั่งสมในตัวผู้เรียน ได้แก่ การปลูกฝังความเป็นประชาธิปไตย	1. จำเป็นต้องใช้ระยะเวลานาน โดยระยะเวลาของโครงการ ปกติใช้เวลาหลายสัปดาห์ และในบางโครงการใช้เวลาเป็นเดือน 2. ค่าใช้จ่ายสูง 3. ผู้สอนต้องมีความรู้เพียงพอการสอนจึงจะประสบความสำเร็จ 4. อาจทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ที่เป็นหลักวิชาไม่เพียงพอ 5. ประสบการณ์ในชีวิตจริงหลายเรื่องไม่สามารถวางแผนและทำกิจกรรมได้

ตาราง 2 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้	ข้อดี	ข้อจำกัด
	การรู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความอดทน เสียสละ รู้จักให้อภัยในความผิดพลาดของผู้อื่น 7. การจัดการเรียนรู้แบบโครงการจึงต้องเน้นและให้ความสำคัญที่ตัวผู้เรียน	

จากตาราง 2 พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีจุดเด่นต่างจากการจัดการเรียนรู้อื่น ตรงที่ผู้เรียนต้องนำความรู้ที่ได้จากแหล่งการเรียนรู้ บูรณาการเข้ากับกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือทำ เพื่อนำไปสู่ความรู้ใหม่ ๆ ด้วยการศึกษาค้นคว้า หาความหมาย การแก้ปัญหา และเรียนรู้จากการค้นพบด้วนตนเอง กำหนดความรู้จากความคิดหรือแนวคิดที่มีอยู่แล้ว กับความคิดหรือแนวคิดที่เกิดขึ้นใหม่ ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนความรู้ให้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความคิดกับข้อเท็จจริง ซึ่งจะถูกเชื่อมโยงเข้าเป็นเรื่องเดียวกัน ในลักษณะของความสัมพันธ์และการเชื่อมโยงอันจะสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้ การทำโครงงานยังเป็นการเรียนร่วมกันภายในกลุ่ม เพราะทุกคนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการศึกษา ค้นคว้าหาคำตอบ ความหมาย ตลอดจนแนวทางแก้ไขปัญหา มีการร่วมคิดร่วมทำงานส่งผลให้เกิดกระบวนการค้นพบกระบวนการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง สามารถนำความรู้ที่ได้รับมาแลกเปลี่ยนประสบการณ์ และแลกเปลี่ยนพื้นฐานความรู้ระหว่างผู้เรียนด้วยกันเป็นลักษณะของการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaboration Learning) ความรู้และความสามารถด้านต่าง ๆ ที่มีอยู่ในตัวของผู้เรียน จะถูกกระตุ้นให้ได้แสดงออกมาอย่างเต็มที่ ขณะที่ปฏิบัติกิจกรรม เช่นเดียวกับทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับชีวิต เช่น ทักษะการทำงาน ทักษะการอยู่ร่วมกัน ทักษะการจัดการ ฯลฯ (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี, 2558, น.2) ก็จะถูกนำเอามาใช้อย่างเต็มตามศักยภาพในขณะที่ร่วมกันแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงการ และที่สำคัญการเรียนรู้แบบโครงการยั่วยุส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมทั้งหมดก็จะถูกปลูกฝัง และสั่งสมในตัวผู้เรียน ได้แก่ การปลูกฝังความเป็นประชาธิปไตย การรู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความอดทน เสียสละ รู้จักให้อภัยในความผิดพลาดของผู้อื่น (สุชาติ วงศ์สุวรรณ, 2542) และหากพิจารณาข้อจำกัดของแต่ละรูปแบบการจัดการเรียนรู้พบว่าแต่ละรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีข้อจำกัดดังนี้ เช่น การ

จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หากสถานการณ์ที่ผู้สอนสร้างขึ้นไม่ชวนสงสัย ไม่น่าสนใจจะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่าย และไม่อยากเรียนด้วยวิธีนี้ ผู้สอนไม่เข้าใจบทบาทของตนเอง หรือควบคุมพฤติกรรมในห้องเรียนมากเกินไป จะทำให้ผู้เรียนไม่มีโอกาสสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ในกรณีที่ผู้เรียนมีระดับสติปัญญาต่ำ หรือได้รับแรงกระตุ้นไม่มากพอจะไม่สามารถเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบนี้ได้ ในกรณีที่ผู้เรียนเป็นเด็กเล็ก อาจขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหาและขาดประสบการณ์ที่จะรู้สึกสนุกกับความสำเร็จในการสืบเสาะหาความรู้ และการเรียนในห้องเรียนปกติอาจมีข้อจำกัดของการใช้แหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นในการสืบเสาะหาความรู้ (ภพ เลาหไพบูลย์, 2534, น. 127) หรือการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) มีข้อจำกัดที่ค่อนข้างเน้นเทคโนโลยีและสังคมเป็นหลัก ส่วนวิทยาศาสตร์เป็นเพียงตัวเชื่อมความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีกับสังคมเท่านั้น ครูต้องมีความพร้อมจัดสภาพแวดล้อมและอำนวยความสะดวกให้เกิดการเรียนรู้มากกว่าจะเป็นแหล่งของความรู้อย่างที่เป็นมา (Wilson & Livingston, 1996) จึงจะประสบความสำเร็จในการสอน และถ้าสถานการณ์ปัญหาที่ผู้สอนหยิบยกมาไม่ชวนสงสัย หรือไม่น่าสนใจจะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่อยากเรียนด้วยวิธีนี้ หรือการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานครูเปลี่ยนบทบาทจากผู้ให้ความรู้โดยตรงเป็นผู้กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ เป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ อาจทำให้ผู้เรียนไม่คุ้นเคยและเกิดความไม่พึงประสงค์ในคุณลักษณะของครูที่ต่างไปจากการเรียนตามกระบวนการศึกษาเดิมได้ (Lutz,1996 & Yager,1996) ความรู้ของผู้เรียนได้จากการที่ผู้เรียนเป็นผู้กำกับตนเอง มีแนวโน้มที่จะเป็นการเรียนรู้อย่างไม่เป็นระบบ ไม่รู้ว่าอะไรสำคัญอะไรไม่สำคัญ ต่างจากการสอนแบบบรรยายของครูที่มักจะมีการสอนอย่างเป็นระบบ อาจจะต้องใช้เวลาในการเรียนรู้ด้วยตนเอง จากแหล่งวิทยาการต่าง ๆ ค่อนข้างมากกว่าการที่ให้ครูเป็นผู้ให้ความรู้โดยตรง และผู้เรียนที่จะเกิดการเรียนรู้จากการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานได้ดี ควรเป็นผู้มีความรู้เนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมาในระดับหนึ่ง (ไพศาล สุวรรณน้อย, 2555, น.9) ซึ่งข้อจำกัดจะคล้ายกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project – Based Learning) ที่ต้องใช้ระยะเวลานาน โดยระยะเวลาของโครงงานปกติใช้เวลาหลายสัปดาห์ และในบางโครงการใช้เวลาเป็นเดือน

จากข้อมูลดังกล่าวพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีข้อดีตรงตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ที่ต้องการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีกระบวนการที่ให้ผู้เรียนเกิดความรู้จากการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยเน้นการลงมือปฏิบัติ เป็นความรู้ในเรื่องโลกธรรมชาติที่เกี่ยวข้องในชีวิตจริง และความรู้ในวิธีการหรือกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถ

ประยุกต์ใช้กับชีวิตจริงได้ ส่งเสริมให้เกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และยังช่วยส่งเสริมเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ แต่ยังขาดการเน้นการใช้บริบทของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ สถานการณ์ในชีวิตที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งในระดับส่วนตัว สังคม และโลก ตามกรอบการประเมินของ PISA จากการทบทวนวรรณกรรมผู้วิจัยพบแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการใช้บริบททางสังคมที่เหมาะสม คือ การใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-Scientific Issue: SSI) เพราะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบททั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย และเป็นประเด็นทางสังคมที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและยังหาข้อสรุปไม่ได้ ซึ่งกำลังเป็นที่ถกเถียงกันอันเนื่องมาจากความแตกต่างทางความคิดเห็น เกี่ยวกับ ความถูกต้องความเหมาะสมของแนวคิด สะท้อนทัศนะเหตุผลที่เกี่ยวข้องทางด้านจริยธรรม นำไปสู่การตัดสินใจในเชิงคุณธรรม (Sadler, 2002) และช่วยส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์

1.5 วิธีการวัดและประเมินการรู้วิทยาศาสตร์

นักการศึกษาและองค์กรทางวิทยาศาสตร์ศึกษา ได้เสนอเทคนิคไว้หลากหลายในการวัดและประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ จากการทบทวนวรรณกรรม มิลเลอร์ (Miller, 1998) ได้กล่าวถึงการการวัดและประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็น 3 แบบ ได้แก่

1. การทดสอบคำถามปลายเปิด (Open-ended Test Items)

การทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ที่ใช้ลักษณะคำถามปลายเปิดให้สร้างคำตอบอย่างอิสระ เป็นการหยิบยกเรื่องใกล้ตัวหรือสถานการณ์ในปัจจุบันที่กำลังเป็นประเด็นที่คนกำลังให้ความสนใจ มาให้อ่านและถามคำถามที่ให้พิจารณา อธิบายเหตุผล ยกตัวอย่างประกอบการตอบคำถามในประเด็นนั้น ๆ เพื่อแสดงถึงความรู้ ความเข้าใจ สามารถแยกแยะปัญหา คำถามที่เป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์ออกจากปัญหาประเภทอื่น ๆ ที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ ระบุว่าคำถามใดสามารถตอบได้ด้วยการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ หรือคำถามใดที่สำรวจตรวจสอบไม่ได้ด้วยการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ อาจเสนอแนะวิธีการที่จะใช้หาคำตอบต่อปัญหาที่มีอยู่ จะไม่เน้นความรู้ความจำในเนื้อหาหรือแนวคิด การให้คำจำกัดความข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ แต่เนื้อหาที่ครอบคลุม ได้แก่ วิทยาศาสตร์ในโลกและสิ่งแวดล้อม (Science in Earth and Environment) หรือเรียกรวมว่าความรู้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ (Knowledge of Natural World) วิทยาศาสตร์ในชีวิตและสุขภาพ (Science in Life and Health) และวิทยาศาสตร์ในเทคโนโลยี (Science in Technology) วิทยาศาสตร์ทั้งสามด้านนี้เป็นเรื่องที่อยู่และพบเห็นในชีวิตจริงของประชาชนคน

ธรรมดาทั่วไป ซึ่งเป็นวิถีปกติของชีวิตในสังคมปัจจุบันและอนาคต ประชาชนที่ได้รับข่าวสารก็ต้องมีความเข้าใจพื้นฐานเพียงพอที่จะรับข่าวสารสาระจากสื่อ และควรมีกระบวนการที่จะวิเคราะห์และตัดสินใจสำหรับประเด็นหรือข่าวนั้น ๆ ดังนั้น จึงใช้เนื้อหาสาระทั้งสามด้านนี้เป็นตัวเดินเรื่องเพื่อการปลูกฝังกระบวนการคิดและตัดสินใจเชิงวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน (สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551a)

โดยการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผลกับสถานการณ์หนึ่ง ๆ สามารถ บรรยาย การตีความปรากฏการณ์ และคาดการณ์หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้น การประเมินจะรวมถึงการให้ผู้ทำแบบทดสอบระบุว่า คำบรรยาย คำอธิบายใดสมเหตุสมผลหรือไม่อย่างไร คำคาดการณ์จะเป็นไปได้หรือไม่ด้วยเหตุผลอะไรเป็นต้น เช่น ในสถานการณ์ที่มีคดีฆาตกรรม และมีการตรวจ DNA เกิดขึ้น ให้นักเรียนใช้ความรู้วิทยาศาสตร์มาระบุว่าคำบรรยายเกี่ยวกับ DNA ข้อใดบรรยายได้เหมาะสม เป็นต้น ข้อสอบประเภทนี้ จะมีการให้คะแนนสำหรับการตอบที่มีส่วนถูกบ้าง หรือมีการใช้เหตุผลบางอย่างที่สอดคล้องกับคำอธิบาย แต่ไม่ถูกทั้งหมด คู่มือการตรวจให้คะแนนข้อสอบจะแยกคำตอบออกจากกันตามเกณฑ์ที่ระบุไว้สามอย่างด้วยกัน ได้แก่ คำตอบที่ถูก คำตอบที่ถูกต้องบางส่วน และคำตอบที่ผิด การให้คะแนน คือ คะแนนเต็ม คะแนนบางส่วน และไม่มีคะแนน ตามลำดับ (สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551a)

โรบินสัน (Robinson, 2001) ได้ใช้แบบสำรวจที่เป็นคำถามสั้น ๆ 12 คำถาม ในการสำรวจเพื่อวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในทำนองเดียวกันกับ ลอร์ดและรอเชอร์ (Lord & Rauscher, 1991) ได้ทำการสำรวจเพื่อวัดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ พวกเขาสร้างแบบทดสอบเป็นคำถามปลายเปิดสั้น ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สำคัญและแนวคิดในตำราเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อชีวิตที่ครอบคลุมเนื้อหาสำหรับชั้นประถมศึกษาตอนปลายและมัธยม โดยการสร้างคำถาม 12 คำถาม ที่ใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สำหรับการวัดของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ นักวิจัยได้มีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินลักษณะเฉพาะของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เช่น งานวิจัยของ อัลลีและคณะ (Allie, Buffler, Campbell, & Lubben, 1998) ที่ใช้แบบสำรวจซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปี 1 ลักษณะ และข้อสอบ PISA ที่ใช้ในการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ มีข้อสอบแบบเขียนตอบอิสระ หรือคำถามแบบปลายเปิดเช่นกัน

2. การทดสอบคำถามแบบเลือกตอบ (Multiple-Choice Test Items)

การทดสอบคำถามแบบเลือกตอบ (Multiple-Choice Test Items) ผู้ตอบเลือกหนึ่งคำตอบจากสี่ตัวเลือก นิยมใช้ถามคำถามด้านความรู้ที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ที่เด็กควรจะรู้ เพื่อวัดระดับแนวคิดด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ โดยแบ่งคำตอบออกเป็น คำตอบที่ถูก และคำตอบที่ผิด จะเป็นการให้คะแนนอย่างใดอย่างหนึ่ง คือ มีคะแนนกับไม่มีคะแนน ตัวอย่างเช่น ข้อสอบของ PISA เป็นข้อสอบ 4 ตัวเลือก (สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551b) ตัวอย่างดังภาพประกอบ 3

การวัดองค์ประกอบทั้ง 3 ด้านของการรู้วิทยาศาสตร์ (Laugksch & Spargo, 1996) ได้แก่ การรู้ทางวัฒนธรรม ด้านความรู้ และความเข้าใจ ยังเป็นที่ถกเถียงกันว่า การวัดพร้อมกันของทั้งสามด้านของการรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบสำรวจที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสำหรับการใช้สำรวจคนจำนวนหลายพันคนหรือไม่ แคนนอนและจิงคซ (Cannon & Jinks, 1992) ได้สร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 52 คำถาม นำมาใช้วัด "การรู้ทางวัฒนธรรม" วอลดรอนและคณะ (Waldron, Peterman, & Allison, 2001) ได้พัฒนาแบบสำรวจแบบเลือกตอบ วัดความรู้และความเข้าใจในรายวิชาชีววิทยา เคมี วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ฟิสิกส์ จิตวิทยา คณิตศาสตร์ และสถิติ ใช้กับผู้เรียนระดับมหาวิทยาลัย

3. การทดสอบคำถามปลายปิดแบบตัวเลือกถูกหรือผิด (Closed-ended True or False Test Items)

การทดสอบปลายปิดแบบตัวเลือกถูกหรือผิด หรือการเลือกตอบเชิงซ้อน (Complex Multiple-Choice) เป็นการกำหนดข้อความมาให้ เพื่อวัดระดับแนวคิดด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ และสามารถวิเคราะห์เนื้อหาที่หยิบยกมาให้ได้ โดยให้ผู้ตอบเลือกตอบว่าเห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้น อาจมีตัวเลือกไม่แน่ใจเป็นทางเลือกในการให้เลือกตอบ ในส่วนนี้จะมีการให้คะแนนกับไม่มีคะแนน คำถามบางส่วนอาจต้องเขียนคำตอบ อาจเป็นการเขียนตอบสั้น ๆ เพิ่มเติม ในการให้เหตุผล การให้คะแนน จะมีคะแนนบางส่วน ให้ด้วยสำหรับการตอบที่มีส่วนถูกบ้าง หรือมีการใช้เหตุผลบางอย่างที่สอดคล้องกับคำอธิบาย แต่ไม่ถูกทั้งหมด คู่มือการตรวจให้คะแนนข้อสอบประเภทนี้ จะแยกคำตอบออกจากกันตามเกณฑ์ที่ระบุไว้สามอย่างด้วยกัน คือ คะแนนเต็ม คะแนนบางส่วน และไม่มีคะแนน (สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551b)

เลาช์ และสปาโก (Laugksch & Spargo, 1996) ได้พัฒนาแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ที่เรียกว่า “Test of Basic Scientific Literacy (TBSL) เป็นการทดสอบแบบตัวเลือก

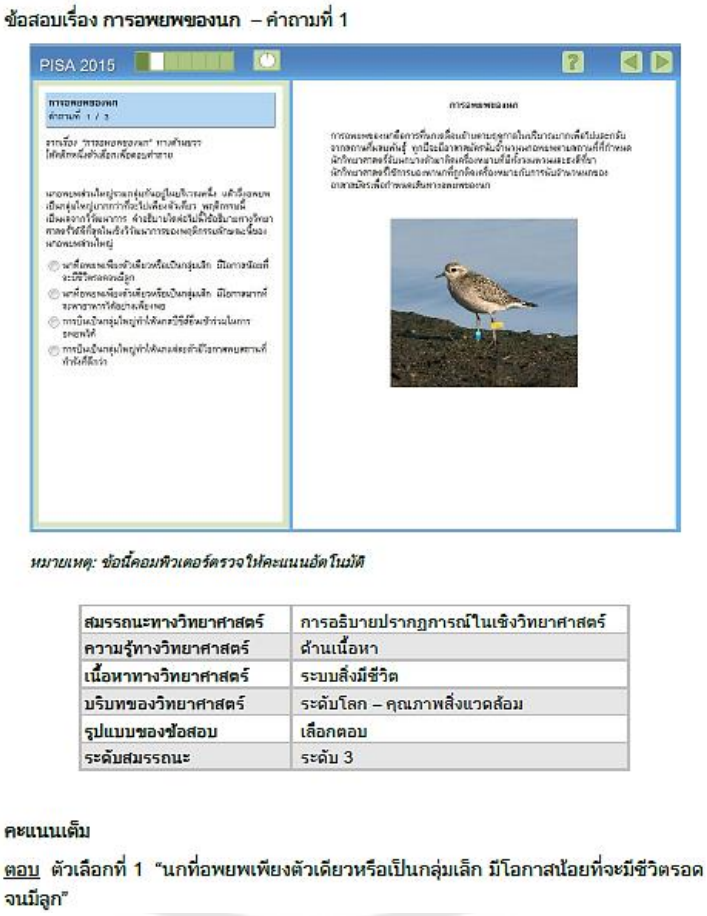
คำตอบ ถูก ผิด และไม่รู้ จำนวน 110 รายการทดสอบ ซึ่งสอดคล้องตามเป้าหมายของ AAAS โดยทดสอบด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ เป็นแบบทดสอบที่มีการทดสอบ 3 มิติ ได้แก่ ทดสอบด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science Subtest (NSST)) จำนวน 22 รายการทดสอบด้านความรู้วิทยาศาสตร์ (Science Content Knowledge Subtest (SCKST)) จำนวน 72 รายการทดสอบ และผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคม (Impact of Science and Technology on Society Subtest (ISTSST) 16 รายการทดสอบ ซึ่งการทดสอบนี้พัฒนามาจากรูปแบบการทดสอบของ มิลเลอร์ (Miller, 1983)

4) **ข้อสอบแบบถูกผิดเชิงซ้อน** (Complex Multiple-Choice Questions) ลักษณะเหมือนข้อสอบถูกผิดแต่ให้ตอบอย่างน้อย 3 - 4 ข้อที่สัมพันธ์กัน ไม่ใช่ข้อสอบเดี่ยว ๆ ข้อเดียว เป็นลักษณะข้อสอบที่มีประเด็นคำถามรวมอยู่และมีข้อคำถามย่อย ๆ ในข้อเดียวกัน ซึ่งถามในประเด็นของข้อคำถามรวม โดยข้อคำถามแต่ละข้อจะถามให้พิจารณาหรือประเมินว่าเป็นข้อคิดเห็นหรือข้อเท็จจริงจากเรื่องที่อ่าน เช่น ข้อสอบ PISA เรื่องความร้อน ดังภาพประกอบ 4

5) **ข้อสอบเขียนตอบแบบสั้น ๆ หรือแบบเติมข้อความ หรือคำ** (Short Answer Question : SAQ) ตัวอย่างเช่น ข้อสอบ PISA เรื่อง การเคลื่อนที่ผ่านดาวศุกร์ ดังภาพประกอบ 5 จากการศึกษางานวิจัยจะเห็นได้ว่าแบบการวัดและประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ทั้ง 4 แบบนั้น มีความเหมาะสมที่แตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ในการวัด ได้แก่ การทดสอบคำถามปลายเปิด เหมาะสำหรับการถามคำถามที่ต้องการคำตอบที่แสดงถึงแนวคิดของผู้ตอบคำถาม ไม่ว่าจะเป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์ องค์ความรู้ หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนการทดสอบคำถามแบบเลือกตอบ เหมาะสำหรับวัดด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สัมพันธ์กับผู้เรียน และการทดสอบปลายปิดแบบตัวเลือกถูกหรือผิดสามารถใช้วัดได้หลายด้าน เช่น ทดสอบด้านธรรมชาติของ ด้านความรู้วิทยาศาสตร์ และผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคม

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวทางข้อสอบของ PISA ดังนี้ คือ 1) แบบเลือกตอบ (Multiple-Choice Test Items) 4 ตัวเลือก 2) แบบถูกผิดเชิงซ้อน (Complex Multiple-Choice Questions) และ 3) แบบเขียนตอบ มีลักษณะการตอบคำถาม ลักษณะการเขียนคำตอบแบบสั้นเป็นกลุ่มคำหรือการเขียนคำตอบแบบยาวเป็นย่อหน้าสั้น ๆ (อาจเป็นคำอธิบายที่ประกอบด้วยประโยค 2-4 ประโยค) จำนวน 30 ข้อ โดยใช้ประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 3 ด้าน ได้แก่ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explaining Phenomena Scientifically) 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหา

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluating and Designing Scientific Enquiry) 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpreting Data and Evidence Scientifically)



ข้อสอบเรื่อง การอพยพของนก – คำถามที่ 1

PISA 2015

หมายเหตุ: ข้อนี้คอมพิวเตอร์ตรวจให้คะแนนอัตโนมัติ

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	**การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์**
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	**ด้านเนื้อหา**
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	**ระบบสิ่งมีชีวิต**
บริบทของวิทยาศาสตร์	**ระดับโลก – คุณภาพสิ่งแวดล้อม**
รูปแบบของข้อสอบ	**เลือกตอบ**
ระดับสมรรถนะ	**ระดับ 3**

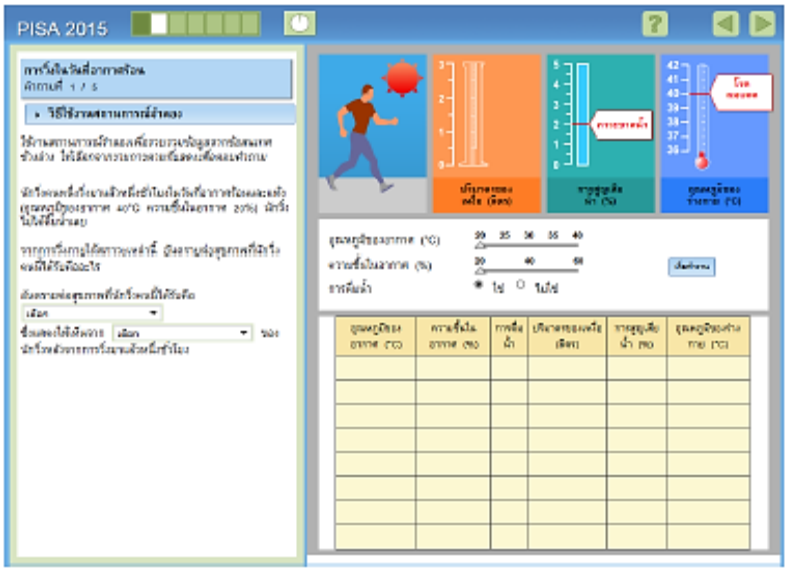
คะแนนเต็ม

ตอบ ตัวเลือกที่ 1 "นกที่อพยพเพียงตัวเดียวหรือเป็นกลุ่มเล็ก มีโอกาสน้อยที่จะมีชีวิตรอดจนมีลูก"

ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างข้อสอบประเภทเลือกตอบของ PISA

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา. หน้า 35.

ข้อสอบเรื่อง การวิ่งในวันที่อากาศร้อน – คำถามที่ 1



หมายเหตุ: ข้อนี้คอมพิวเตอร์ตรวจให้คะแนนอัตโนมัติ

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	**การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์**
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	**ด้านกระบวนการ**
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	**ระบบสิ่งมีชีวิต**
บริบทของวิทยาศาสตร์	**ระดับบุคคล – สุขภาพและโรคภัย**
รูปแบบของข้อสอบ	**เลือกตอบเชิงซ้อน**
ระดับสมรรถนะ	**ระดับ 3**

คะแนนเต็ม

ตอบ อันตรายต่อสุขภาพที่นักวิ่งคนนี้ได้รับคือ ภาวะขาดน้ำ ซึ่งแสดงให้เห็นจาก การสูญเสียน้ำ ของนักวิ่งหลังจากการวิ่งมาแล้วหนึ่งชั่วโมง

ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างข้อสอบประเภทข้อสอบแบบถูกผิดเชิงซ้อนของ PISA

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา. หน้า 42.

ข้อสอบเรื่อง การตรวจสอบพื้นผิวที่ลาดชัน – คำถามที่ 2

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	**การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์**
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบโลกและอวกาศ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับท้องถิ่น/ชาติ – ทรัพยากรธรรมชาติ
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบ
ระดับสมรรถนะ	ระดับ 4

คะแนนเต็ม

<u>ตอบ</u> เลือก นักเรียนคนที่ 1

และ **ให้คำอธิบายที่ชี้ให้เห็นว่ามีความแตกต่างของรังสีจากดวงอาทิตย์ระหว่างพื้นที่ลาดชันสองแห่ง และ/หรือ ปริมาณน้ำฝนไม่มีความแตกต่าง ตัวอย่างคำตอบ เช่น**

- พื้นที่ลาดชัน B ได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์มากกว่าพื้นที่ลาดชัน A แต่ปริมาณน้ำฝนเท่ากัน
- ไม่มีความแตกต่างของปริมาณน้ำฝนที่พื้นที่ลาดชันสองแห่งได้รับ
- มีความแตกต่างอย่างมากเรื่องปริมาณแสงอาทิตย์ที่พื้นที่ลาดชัน A ได้รับ เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ลาดชัน B

ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างข้อสอบประเภทข้อสอบแบบเขียนตอบของ PISA

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา. หน้า 40.

1.6 การศึกษาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย

สำหรับการศึกษาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยนั้น ประเทศไทยได้มีการศึกษาการรู้วิทยาศาสตร์ โดยการเข้าร่วมโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student (PISA)) และโครงการการศึกษาแนวโน้มในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระหว่างประเทศ (Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)) ซึ่งเป็นโครงการประเมินผลในระดับนานาชาติที่สำคัญ แต่มีจุดมุ่งหมายในการประเมินแตกต่างกัน มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพระบบการศึกษาของประเทศที่เข้าร่วมโครงการ ในการเตรียมความพร้อมให้เยาวชนมีศักยภาพสำหรับการแข่งขันในอนาคต โดยโครงการPISA ได้ทำการศึกษาว่าเยาวชนอายุ 15 ปี ของประเทศต่าง ๆ โครงการ PISA เริ่มมีขึ้นครั้งแรกใน ค.ศ. 2000 และประเมินต่อเนื่องทุก 3 ปี เพื่อติดตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการศึกษาและมุ่งให้ข้อมูลแก่ระดับนโยบาย กลุ่มตัวอย่างของ PISA คือ นักเรียนกลุ่มอายุ 15 ปี ซึ่งสากลถือว่าเป็นวัยจบการศึกษาภาคบังคับ การประเมินของ PISA เน้นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง หรือที่เรียกว่า “การรู้เรื่อง” (Literacy) ในสามด้าน ได้แก่ การรู้เรื่องการอ่าน (Reading Literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) ซึ่งการรู้เรื่องทั้งสามด้านนี้ ถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต และเป็นสิ่งที่ประชากรจำเป็นต้องมีเพื่อการพัฒนาและการแข่งขันทางเศรษฐกิจของประเทศ ในการรายงานผลการประเมินของ PISA จะรายงานเป็นสองแบบคือ รายงานเป็นค่ากลางหรือค่าเฉลี่ยของประเทศและรายงานเป็นระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเทศ ซึ่งในการรายงานเป็นค่าเฉลี่ยจะช่วยทำให้ระบบการศึกษาเห็นภาพรวมของคุณภาพการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 15 ปี ของประเทศต่าง ๆ เปรียบเทียบมาตรมาตรวัดนานาชาติและค่าคะแนนเฉลี่ยประเทศ พอจะใช้เป็นตัวทำนายอนาคตของกำลังคนของชาติได้ว่าจะมีแรงงานที่มีทักษะสูงในอนาคต และจะได้เปรียบเทียบทางเศรษฐกิจสูงกว่าประเทศที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำ

PISA ได้แบ่งการประเมินออกเป็น 2 รอบ กล่าวคือ รอบที่ 1 (Phase I: PISA 2000 PISA 2003 และ PISA 2006) และรอบที่ 2 (Phase II: PISA 2009 PISA 2012 และ PISA 2015) ในการประเมินผลนักเรียนจะวัดความรู้ทั้ง 3 ด้าน แต่จะเน้นหนักในด้านใดด้านหนึ่งในการประเมินแต่ละระยะ กล่าวคือ

1. การประเมินผลระยะที่ 1 (PISA 2000 PISA 2009 และ PISA 2018) เน้นด้านการอ่าน (น้ำหนักข้อสอบด้านการอ่าน 60% และที่เหลือเป็นด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์อย่างละ 20%)

2. การประเมินผลระยะที่ 2 (PISA 2003 และ PISA 2012) เน้นด้านคณิตศาสตร์ (น้ำหนักข้อสอบด้านคณิตศาสตร์ 60% และด้านการอ่านและวิทยาศาสตร์อย่างละ 20%)

3. การประเมินผลระยะที่ 3 (PISA 2006 และ PISA 2015) เน้นด้านวิทยาศาสตร์ (น้ำหนักข้อสอบด้านวิทยาศาสตร์ 60% และด้านการอ่านและคณิตศาสตร์อย่างละ 20%)

วัตถุประสงค์ของการประเมิน PISA 2015 จึงได้กำหนดกรอบโครงสร้างการประเมินผลการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยสี่องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกัน (สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560b, น. 12) ได้แก่

1) บริบท หมายถึง การรับรู้ถึงสถานการณ์ในชีวิต ในระดับส่วนตัว ระดับชาติและระดับโลก ทั้งที่เป็นเรื่องในปัจจุบัน หรือในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งจำเป็นต้องมีความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจในข้อเท็จจริงแนวคิดหลักและทฤษฎีสำคัญที่ทำให้เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของโลกและสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี (ความรู้ด้านเนื้อหา) ความรู้เกี่ยวกับวิธีการในการสร้างแนวคิดต่าง ๆ (ความรู้ด้านกระบวนการ) และความเข้าใจในเหตุผลพื้นฐานของกระบวนการสร้างความรู้ (ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้)

3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Competencies) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

3.1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explaining Phenomena Scientifically)

1) นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล

2) ระบุ ใช้ และสร้างตัวแบบ และนำเสนอข้อมูล เพื่อใช้ในการอธิบาย

3) เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย

4) พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้

5) อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

3.2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluating and Designing Scientific Enquiry)

1) สามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

2) แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

3) เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

4) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

5) บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

3.3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpreting Data and Evidence Scientifically)

1) แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น

2) วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป

3) ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

4) แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น

5) ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)

4) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงการตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยความสนใจ ให้ความสำคัญกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และรับรู้และตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม

เมื่อพิจารณาผลการประเมิน สรุปการรู้วิทยาศาสตร์รวมนับตั้งแต่ PISA 2000 เป็นต้นมาจนถึง PISA 2018 ดังภาพประกอบ 6 การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ใน PISA 2006 และ PISA 2015 ซึ่งเป็นปีที่เน้นให้ความสำคัญกับการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ ผลการประเมิน พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากันที่ 421 คะแนน ในระดับนานาชาติ ผลการประเมิน PISA 2015 พบว่า

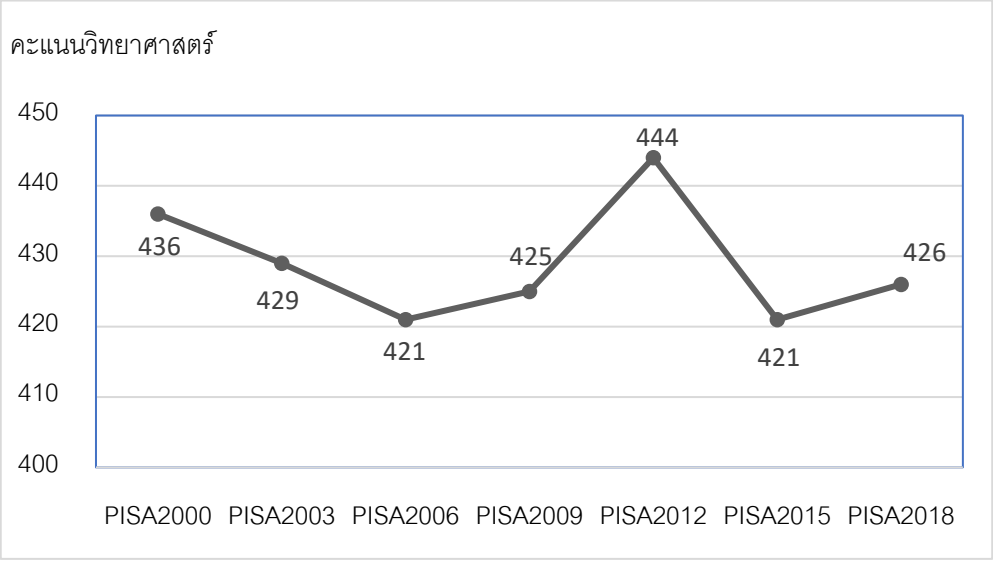
คะแนนเฉลี่ย OECD ประเทศ/เขตเศรษฐกิจที่มีคะแนนอยู่ในกลุ่มบนสุดสิบอันดับแรก (Top 10) ได้แก่ สิงคโปร์ (556) ญี่ปุ่น (538) เอสโตเนีย (534) จีนไทเป (532) ฟินแลนด์ (531) มาเก๊า-จีน (529) แคนาดา (528) เวียดนาม (525) ฮ่องกง-จีน (523) และจีน-4 มณฑล (518) ในกลุ่มบนสุดสิบอันดับแรกนี้เป็นประเทศ/เขตเศรษฐกิจในเอเชียถึงเจ็ดประเทศ/เขตเศรษฐกิจ คะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย คือ 421 คะแนน อยู่ในช่วงลำดับที่ 51 - 57 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD มากกว่าหนึ่งระดับ และคะแนนวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มเดียวกับประเทศมอลโดวา แอลเบเนีย ตุรกี ตรินิแดดและโตเบโก คอสตาริกา กาตาร์ โคลอมเบีย และเม็กซิโก ประเทศในเอเชียที่ร่วมการประเมินและมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าไทยมีเพียงอินโดนีเซีย ทั้งนี้ นักเรียนไทยกลุ่มสูง (กลุ่มที่มีคะแนนอยู่ที่ 10% บน) มีคะแนนวิทยาศาสตร์ 528 คะแนน กับนักเรียนไทยกลุ่มต่ำ (กลุ่มที่มีคะแนนอยู่ที่ 10% ล่าง) มีคะแนนวิทยาศาสตร์ 324 คะแนน

เมื่อพิจารณาคะแนนตามสมรรถนะของ PISA 2015 พบว่าข้อสอบของ PISA 2015 สมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ มีจำนวนข้อสอบร้อยละ 50 ของจำนวนข้อสอบทั้งหมด นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 419 คะแนน สมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ มีจำนวนข้อสอบร้อยละ 30 ของจำนวนข้อสอบทั้งหมด นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 422 คะแนน และสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีจำนวนข้อสอบร้อยละ 20 ของจำนวนข้อสอบทั้งหมด นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 423 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น. 82) หากเปรียบกับผลการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ใน PISA 2006 นั้นนักเรียนไทยมีจุดอ่อนด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (ซึ่งเรียกใหม่ว่า การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์) กล่าวคือนักเรียนไม่สามารถบอกได้ว่าประเด็นใดเป็นปัญหาที่พิสูจน์ได้หรือไม่ได้ในทางวิทยาศาสตร์ หรือจากสาระที่บอกให้ นักเรียนบอกไม่ได้ว่าประเด็นควรเป็นเรื่องอะไร จึงไม่สามารถประเมินหรือออกแบบกระบวนการตรวจสอบได้ แต่ PISA 2015 นักเรียนกลับมีจุดอ่อนอยู่ที่สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วนสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ยประเทศเล็กน้อย แสดงว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศยังไม่มีจุดเน้นที่คงที่ แต่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาที่ผ่านไป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น. 110)

เมื่อพิจารณาระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 พบว่า นักเรียนไทยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 2 (OECD ระดับเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 3) โดยจำนวนเกือบครึ่งหนึ่งมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ยังไม่ถึงระดับพื้นฐาน (ระดับ 2) และจำนวนหนึ่งในห้าเท่านั้นที่แสดงว่ารู้เรื่องวิทยาศาสตร์สูงกว่าระดับพื้นฐาน (คือที่ระดับ 3 ขึ้นไป) มีนักเรียนไทยเพียงร้อยละ 0.5 ที่มีผลการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง (ระดับ 5 และระดับ 6) และเกือบไม่มีนักเรียนที่ขึ้นถึงระดับสูงสุด (ระดับ 6) คิดเป็นร้อยละ 0.01 และผลการประเมินที่ไม่สามาถจัดระดับได้เพราะไม่ถึงแม้ที่ระดับ 1a คิดเป็นร้อยละ 13 (ค่าเฉลี่ย OECD ร้อยละ 5.5) ในขณะที่ประเทศเอเชียกลุ่มคะแนนสูงเกือบไม่มีนักเรียนในกลุ่มนี้เลย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น. 99)

ผลการประเมิน PISA 2018 ซึ่งเป็นปีที่เน้นการประเมินด้านการอ่าน มีนักเรียนเข้าร่วมการประเมินประมาณ 600,000 คน ซึ่งถือว่าเป็นตัวแทนของนักเรียนอายุ 15 ปี จำนวนประมาณ 32 ล้านคนทั่วโลก จาก 79 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านวิทยาศาสตร์ 426 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 489 คะแนน) เมื่อเปรียบเทียบกับ PISA 2015 พบว่ามีคะแนนเพิ่มขึ้น 5 คะแนน แต่ยังมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD สำหรับประเทศไทยกลุ่มโรงเรียนเน้นวิทยาศาสตร์มีคะแนนสูงในระดับเดียวกับกลุ่มบนสุดห้าอันดับแรก (Top 5) และกลุ่มโรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัยมีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ย OECD ส่วนกลุ่มโรงเรียนอื่น ๆ ยังคงมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562a, น. 1-2)

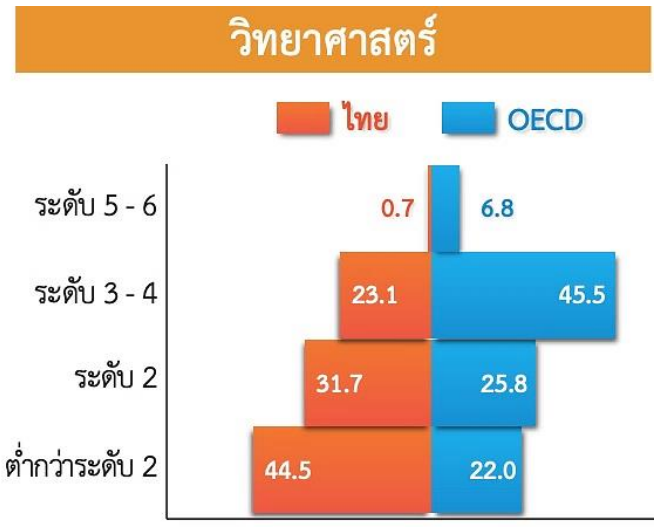


ภาพประกอบ 6 กราฟแสดงแนวโน้มคะแนนวิทยาศาสตร์จาก PISA 2000 ถึง PISA 2018

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). ผลการประเมิน PISA 2018 นักเรียนไทยวัย 15 ปี รู้แล้วทำอะไรได้บ้าง. หน้า 2.

เมื่อพิจารณาระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2018 นักเรียนไทยมีความสามารถด้าน 2018 ต่ำระดับ 2 คิดเป็นร้อยละ 44.5 (ค่าเฉลี่ย OECD ร้อยละ 22) นักเรียนไทยมีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับ 2 คิดเป็นร้อยละ 31.7 (ค่าเฉลี่ย OECD ร้อยละ 25.8) นักเรียนไทยมีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ปานกลาง ระดับ 3-4 คิดเป็นร้อยละ 23.1 (ค่าเฉลี่ย OECD ร้อยละ 45.5) นักเรียนไทยมีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ในระดับสูง (ระดับ 5 และระดับ 6) ร้อยละ 0.7 (ค่าเฉลี่ย OECD ร้อยละ 6.8) เมื่อพิจารณาภาพรวมพบว่า นักเรียนไทยมีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 55.5 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (ร้อยละ 78.1) โดยที่ระดับ 2 หมายความว่านักเรียนสามารถรู้คำอธิบายที่ถูกต้องของปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่คุ้นเคยและไม่ซับซ้อนเกินไป สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อบอกว่าการลงข้อสรุปถูกต้องสอดคล้องกับข้อมูลที่มีหรือไม่ เริ่มแสดงว่ารู้และสามารถใช้ประโยชน์จากความรู้ได้ในชีวิตจริงในอนาคต จากข้อมูลข้างต้นนักเรียนไทยจำนวนถึงร้อยละ 44.5 อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับ 2 จัดว่าเป็นกลุ่มเสี่ยงที่นักเรียนแสดงว่ามีความสามารถไม่ถึงระดับพื้นฐานและไม่สามารถใช้วิทยาศาสตร์ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตจริงได้ (สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562a, น. 3) ดังภาพประกอบ 7

เมื่อเปรียบเทียบผลการประเมินวิทยาศาสตร์ใน PISA 2012 กับ PISA 2015 พบว่าทุกกลุ่มโรงเรียน มีคะแนนวิทยาศาสตร์ลดลง ยกเว้นกลุ่มโรงเรียนเน้นวิทย์ที่คะแนนเพิ่มขึ้น 2 คะแนน (567 คะแนน) แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มโรงเรียนที่คะแนนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ กลุ่มโรงเรียน สพฐ.1 มีคะแนนลดลงมากที่สุด (397 คะแนน) รองลงมาเป็น กศท. (391 คะแนน) อศ.2 (382 คะแนน) กทม. (389 คะแนน) สาธิต (510 คะแนน) และ สพฐ.2 (438 คะแนน) ตามลำดับ ยกเว้น กลุ่มโรงเรียน สช. (410 คะแนน) และ อศ.1 (374 คะแนน) ที่ลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558, น. 3) และ PISA 2018 นักเรียนจากกลุ่มโรงเรียนที่เน้นทางด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์มีคะแนนสูงที่สุด ซึ่งอยู่ในระดับเดียวกับคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มประเทศ/เศรษฐกิจที่มีคะแนนสูงสุดห้าอันดับแรก (Top 5) รองลงมาคือ กลุ่มโรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัย ซึ่งมี คะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD ส่วนนกลุ่มโรงเรียนอื่น ๆ ยังคงมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD



ภาพประกอบ 7 ร้อยละของนักเรียนที่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ในระดับต่าง ๆ ใน PISA 2018

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). ผลการประเมิน PISA 2018 นักเรียนไทยวัย 15 ปี รู้แล้วทำอะไรได้บ้าง. หน้า 3.

จากการศึกษาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย สรุปได้ว่า ในภาพรวมนักเรียนไทยยังมีการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับนานาชาติและประเทศในแถบเอเชียด้วยกันและมีค่าคะแนนเฉลี่ยในภาพรวมต่ำกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของ โออีซีดี (OECD) เมื่อพิจารณาคะแนนด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ พบว่าคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน ของเด็กไทยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ต่ำเฉลี่ยที่ระดับ 2 จำนวนเกือบร้อยละ 50 ของนักเรียนทั้งหมด มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับ 2 ซึ่งหมายถึงว่านักเรียนไทยไม่สามารถใช้วิทยาศาสตร์ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตจริงได้ จากข้อมูลนี้สะท้อนให้เห็นว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของไทยให้ความสำคัญกับเนื้อหามากกว่าด้านอื่น ๆ โดยเฉพาะนักเรียนในกลุ่ม สพฐ.1 ที่มีคะแนนลดต่ำมาก ดังนั้นจากข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยคิดว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่นักเรียนไทยจะต้องได้รับการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นให้เทียบเท่ากับนานาชาติ โดยการพัฒนาการการจัดการเรียนรู้ ที่เน้นให้ความสำคัญในทุก ๆ ด้านไม่ว่าจะเป็นด้านเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปพร้อม ๆ กัน เนื่องจากผลการประเมินนี้ไม่เพียงแต่สะท้อนผลการรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเท่านั้น แต่ยังสะท้อนถึงการมีพลเมืองที่มีคุณภาพของประเทศในอนาคตอีกด้วย

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning)

2.1 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ในโลกปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยี มนุษย์ควรมีการปรับตัวให้พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ โดยเฉพาะนิสัยใฝ่เรียนรู้ ทำให้การศึกษาไม่ได้เป็นไปแค่การเรียนรู้ในห้องเรียน หรือศึกษาหาความรู้จากตำรา เพราะความรู้ไม่สามารถเรียนรู้ได้หมดในห้องเรียนหรือตำรา ความรู้นั้นมีมากมายมหาศาลเกินกว่าที่มนุษย์จะเรียนรู้กันได้หมด แต่วิธีการเรียนรู้เป็นตัวแปรที่สำคัญที่จะนำไปพัฒนาเพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรมต่าง ๆ ให้เกิดขึ้น เพื่อพัฒนาตนเองและช่วยเหลือผู้อื่นต่อไป (ธันยวิช วิเชียรพันธ์ และ ปวีณา จันทร์สุข, 2556) ในศตวรรษที่ 21 ประเทศไทยจำเป็นต้องค้นหายุทธศาสตร์ใหม่ในการพัฒนาระบบการศึกษาดังที่ วิจารณ์ พานิช (2555) กล่าวว่า "การศึกษาที่ถูกต้องสำหรับศตวรรษใหม่ ต้องเรียนให้บรรลุทักษะ คือ ทำได้ต้องเรียนเลย จากรู้วิชาไปสู่ทักษะในการใช้วิชาเพื่อการดำรงชีวิตในโลกแห่งความเป็นจริง การเรียนจึงต้องเน้นเรียนโดยการลงมือทำหรือการฝึกฝนนั่นเอง และคนเราต้องฝึกฝนทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นตลอดชีวิต” ซึ่งทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ที่อยากให้เกิดกับผู้เรียน คือ 3R x 7C เพราะต้องเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งทักษะชีวิต 3 อย่างที่ควรจะมี ได้แก่ ทักษะชีวิตและการทำงาน ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี รวมทั้งยังส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Leaning) เพราะการศึกษาเป็นรากฐานสำคัญที่ทำให้คนเกิดทักษะต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเตรียมประชากรให้พร้อมที่จะเผชิญกับการเปลี่ยนแปลง เพื่อที่จะดำรงอยู่ในสังคมได้อย่างเป็นสุข การศึกษาคือสร้างพลังปัญญาแก่ประชากร เพื่อเตรียมความพร้อมในยุคศตวรรษปัจจุบัน แต่ทั้งนี้การศึกษาจะต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของคุณค่าที่แท้จริง ในความเป็นมนุษย์ในฐานะเป็นหลักความคิดเชิงคุณภาพ (วิจารณ์ พานิช, 2555)

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตสอดคล้องกับหลักทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ทฤษฎีการสร้างความรู้โดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Contructionism) และการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนรู้ที่เริ่มจากการตั้งคำถาม แสวงหาความรู้ กระบวนการคิด เป็นการคิดเชิงวิเคราะห์ และทักษะในการแก้ปัญหา การตัดสินใจ ไว้ในรูปแบบการเรียนรู้ (Guven และคนอื่น ๆ, 2014, p. 2) ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเป็นหลัก ผู้สอนทำหน้าที่เป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวก เพื่อให้การเรียนรู้ของผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานนี้ ยึดหลักการของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งพัฒนาต่อยอดจากทฤษฎีการสร้างความรู้คอนสตรัคติวิสต์ของ เพียเจต์

(Piaget) ความรู้ที่สร้างขึ้นเองนี้มีความหมายต่อผู้เรียนมาก เพราะจะเป็นความรู้ที่อยู่คงทน ไม่ลืมง่าย ขณะเดียวกันสามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดของตัวเองได้ดีนอกจากนั้นความรู้ที่สร้างขึ้นเองนี้ ยังจะเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุด (ทิศนา แขมมณี, 2547) สอดคล้องกับการเรียนรู้เกิดขึ้นได้ดีเมื่อผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ (Learning By Doing) และการเรียนที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจะทำให้ผู้เรียนไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนเมื่อเปรียบเทียบการเรียนโดยวิธีการบรรยายของผู้สอน หรือมีเพียงการปฏิบัติภายในห้องเรียน (วัชรินทร์ โพธิ์เงิน และคนอื่น ๆ, 2557) สอดคล้องกับงานวิจัยของจาร์กาและคณะ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มุ่งเน้นไปที่การสร้างชิ้นงาน หรือโครงตามแนวคิดที่สร้างขึ้น ทำให้เด็กมีความสนุก ให้ความสนใจ มีความตั้งใจในการเรียน ช่วยทำให้การเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive learning) ดีขึ้น ช่วยในการสร้างเจตคติและพฤติกรรมใส่ใจสภาพแวดล้อม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์ (Afriana et all., 2015, pp. 1-5) และงานวิจัยของกูเวน และคณะที่ได้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานกับเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งปกติแล้วไม่มีใครนำมาใช้ เนื่องจากเด็กยังน้อยเกินไป แต่ผลการวิจัยกลับพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสามารถใช้ได้กับเด็กเล็ก ๆ ได้ เด็กสามารถประยุกต์ใช้และเข้าใจในโปรเจคที่ทำ ยืนยันได้ว่าสามารถเพิ่มการรู้วิทยาศาสตร์ได้จริง ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการเพิ่มการรู้วิทยาศาสตร์ (Guven et all., 2014, pp. 1-9)

จากที่มาและความสำคัญของแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) จะเห็นว่าแนวคิดนี้พัฒนาขึ้นมาเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งเป็นการเตรียมพร้อมเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ ใช้กระบวนการคิด และทักษะในการแก้ปัญหา และได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เป็นการทำงานที่ต่อยอดจากทฤษฎี เกิดความรู้ที่คงทน อีกทั้งผู้เรียนมีความสนุก สนใจ และตั้งใจในการเรียน ช่วยในการสร้างเจตคติ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้

2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

นักการศึกษาได้ให้นิยามของแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) ไว้หลากหลาย เหมือนและแตกต่างกันไป คือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญรูปแบบหนึ่ง (CHILD, 2015) เชื่อมโยงหลักการพัฒนาการคิดของบลูม (Bloom) ทั้ง 6 ขั้น กล่าวคือ ความรู้ ความจำ (Knowledge) ความเข้าใจ (Comprehension) การนำไปใช้ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) การประเมินค่า (Evaluation) (ทิศนา แขมมณี, 2551) ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต สอดคล้องกับหลักทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ทฤษฎีการสร้างความรู้โดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Contructionism) และการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) (วัชรินทร์ โพธิ์เงิน และคนอื่น ๆ, 2557) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนจริง สำหรับการค้นหาข้อเท็จจริง หรือกลยุทธ์ในการวางแผนที่นักเรียนสามารถนำไปใช้และสามารถประเมินผลโครงงานที่มีจากการใช้งานจริงในแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน (Blank, 1997, pp. 15-21; CHILD, 2015; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ, 2555) เป็นโครงงานที่เกิดขึ้นบนพื้นฐานความเป็นจริง ให้ความสำคัญกับการสร้างคำถาม โดยทุกคนมีส่วนร่วมในการตั้งข้อคำถาม (Barell, 2006) หรือปัญหาที่พบ มองปัญหาหลาย ๆ ด้าน มีวิธีศึกษาอย่างเป็นระบบ และมีขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง มีการวางแผนในการศึกษาอย่างละเอียด และลงมือปฏิบัติตามที่วางแผนไว้จนได้ข้อ สรุปหรือผลการศึกษาหรือคำตอบเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ (ลัดดา ภู่เกียรติ, 2552; วัชรินทร์ โพธิ์เงิน และคณะ, 2557) นักเรียนจะค้นพบ แนวคิด และหลักการ ของระเบียบวิธีการดำเนินการด้วยตนเอง การทำโครงงานจะทำให้นักเรียนเกิดความคิดที่สร้างสรรค์ (Thomas, 2000) โดยครูเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้ให้ความรู้ (Teacher) เป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) หรือผู้ให้คำแนะนำ (Guide) ทำหน้าที่ออกแบบกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนทำงานเป็นทีม กระตุ้น แนะนำ และให้คำปรึกษา เพื่อให้โครงงานสำเร็จลุล่วง (CHILD, 2015; ดุษฎี โยเหลาและคณะ, 2557, น. 19-20; บุบผา เรืองรอง, 2556) โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดและศักยภาพการในการแก้ปัญหา โดยที่ผู้เรียนช่วยกันคิดและร่วมแรงแข็งขันกันทำงาน ฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Baron, 2010; วัฒนา มัคคสมัน, 2554) ซึ่งผู้เรียนเริ่มแรกต้องเรียนรู้ร่วมกัน ด้วยการจำแนกประเด็นปัญหา การพัฒนาแผนหรือแนวทางการพัฒนา การทดสอบเพื่อพิสูจน์ความคิดของกลุ่ม และการสะท้อนความคิดหลังจากที่ได้ปฏิบัติแล้ว การเรียนรู้แบบนี้เน้นกระบวนการออกแบบและจัดทำ สิ่งต่าง ๆ ในลักษณะของโครงงาน (ดุษฎี โยเหลาและคณะ, 2557, น. 19-20; ประสาท เนืองเฉลิม, 2558) โดยที่การเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning)

จะมีความแตกต่างกับโครงงาน (Project) โดยทั่วไปตรงที่การเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานจะนำหลักการที่สำคัญของโครงงานมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างการเรียนรู้และคุณลักษณะของผู้เรียน โดยจะเน้นเพิ่มเติมในเรื่องของกระบวนการเรียนรู้และคุณลักษณะที่ชัดเจนมากขึ้นอีกทั้งยังเอาหลักการดังกล่าวไปประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนในรายวิชาปกติ โดยมีค่าเท่ากับรูปแบบการเรียนรู้วิธีหนึ่ง การเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานจะมองว่าโครงงานเป็นเพียงเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ (Learning Tools) ส่วนโครงงานเป็นการศึกษาเพื่อค้นพบข้อมูลความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ รวมทั้งวิธีการใหม่ด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยใช้กระบวนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้ให้คำปรึกษาผู้เรียนและครูไม่เคยรู้หรือมีประสบการณ์มาก่อน (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พเยาว์ ยินดีสุข, และ ราเชน มีศรี, 2553)

จากทัศนะของนักการศึกษาสรุปได้ว่า แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำหลักการที่สำคัญของโครงงานมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างการเรียนรู้และคุณลักษณะของผู้เรียนโดยจะเน้นเพิ่มเติมในเรื่องของกระบวนการเรียนรู้และคุณลักษณะที่ชัดเจนมากขึ้น โดยนำโครงงานมาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนในรายวิชาปกติ จะมองว่าโครงงานเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ผู้เรียนมีการทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม ลงมือปฏิบัติตามที่วางแผนไว้ ทุกคนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก้ปัญหา ใช้ทักษะแลกเปลี่ยนประสบการณ์และหาความรู้ใหม่ตลอดจนการดำเนินงานจากการลงมือปฏิบัติอย่างเป็นระบบขั้นตอนตามที่วางแผนไว้ จนได้ชิ้นงานที่สามารถนำผลการศึกษาไปใช้ได้ในชีวิตจริง

2.3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์

จากความสำคัญ นิยาม แนวทางในการใช้แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นทำให้มีนักการศึกษาได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยได้อธิบายถึงขั้นตอนการสอนดังนี้

ไรบ์ และ วิดัล (Ribé & Vidal, 1993, p. 45) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนแบบโครงงานเป็นฐานมี 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน เป็นขั้นเตรียมความพร้อมให้สมาชิกในกลุ่มมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันในการทำงาน โดยอาจใช้กิจกรรมกลุ่มสัมพันธ์

2. ขั้นกระตุ้นให้เกิดความสนใจ เป็นขั้นการสร้างความสนใจให้เกิดแก่ผู้เรียน อาจใช้การระดมสมอง ของงานและการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นอย่างเข้มข้น แล้วเอามานำเสนอในรูปแบบ

ที่เร้าใจ ให้อารมณ์และให้ความรู้ (ปัญญา) ทีมงานของนักเรียนอาจสร้างนวัตกรรมในการนำเสนอก็ได้ โดยอาจเขียนเป็นรายงาน และนำเสนอเป็นการรายงานหน้าชั้นเรียน มีเพาเวอร์พอยท์ (Power Point) ประกอบ หรือจัดทำวีดิทัศน์นำเสนอ หรือนำเสนอเป็นละคร เป็นต้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนแบบโครงงานเป็นฐานมี 5 ขั้นตอน ดังนี้ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2555)

ขั้นที่ 1 เปิดโลกแนวความคิด (Exploring the Ideas) ขั้นนี้ต้องการให้ผู้เรียนใช้ความคิดเชิงสร้างสรรค์ เลือกโจทย์ที่สนใจทั้งนี้ โจทย์ควรเป็นที่ต้องการของอุตสาหกรรมหรือสังคม โดยโจทย์จะมีลักษณะกว้าง ๆ สามารถนำมาสร้างเป็นนวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ อาจเป็นพัฒนาสิ่งที่มีอยู่แล้วหรือสร้างขึ้นมาใหม่ก็ได้ ผู้เรียนต้องสำรวจว่าสามารถปรับปรุงหรือพัฒนาประเด็นอะไรได้บ้างภายใต้โจทย์ดังกล่าว มุ่งหวังว่าผู้เรียนจะสามารถคิดประเด็นที่สร้างสรรค์ภายใต้โจทย์ที่กำหนดได้อย่างหลากหลาย

ขั้นที่ 2 ค้นหาความเป็นไปได้ (Reviewing the Possibilities) ขั้นนี้ต้องการให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล (Information) เชิงทฤษฎี (Theory) และหลักการ (Principle) สนับสนุนประเด็นต่าง ๆ จากโจทย์ปัญหาที่สนใจ ในขั้นที่ 1 ผ่านกระบวนการสืบค้นข้อมูล การอภิปรายกลุ่ม บนสมมติฐานของข้อมูลที่เพียงพอต่อการตัดสินใจที่เป็นเหตุเป็นผล

ขั้นที่ 3 เลือกเรื่องที่โดนใจ (Selecting the Topic) ในขั้นนี้ต้องการให้ผู้เรียนใช้เหตุผลเชิงทฤษฎี และความเหมาะสมพิจารณา ประเด็นต่าง ๆ ที่ผู้เรียนให้ความสนใจและได้สืบค้นข้อมูลมาก พิจารณาโดยใช้ระดมสมอง ร่วมกันเพื่อคัดเลือกประเด็นที่จะศึกษา 1 เรื่อง และนำมากำหนดเป็นหัวข้อโครงงาน ที่จะดำเนินการต่อไป

ขั้นที่ 4 สร้างและทดสอบ (Producing and Testing) ขั้นนี้ต้องการให้ผู้เรียนแสดงกรอบแนวคิดของการดำเนินงาน แผนการ ปฏิบัติงาน และจะต้องใช้ ทฤษฎี แนวทางที่ได้กำหนดไว้ เพื่อปฏิบัติงานให้สำเร็จลุล่วง ผู้เรียนอาจต้องเรียนรู้โดยการค้นคว้า หรือ รับคำชี้แนะจากผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติม สิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากขั้นตอนนี้ควรบันทึกข้อมูลไว้และปรึกษาหารือกับอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานเป็นระยะอย่างสม่ำเสมอ

ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอและโฆษณา (Presenting and Selling) ขั้นนี้ต้องการให้ผู้เรียนออกแบบวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจ โดยเลือกสื่อ และ วิธีการนำเสนอที่เหมาะสม สามารถดึงดูดความสนใจผู้ฟังและทำให้ผู้ฟังเห็นคุณค่า ของผลิตภัณฑ์ที่ผู้เรียนนำเสนอ

วัชรินทร์ (วัชรินทร์ โพธิ์เงิน และคณะ, 2557) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนแบบโครงงานเป็นฐานมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียมความพร้อมผู้สอนจัดเตรียมขอบเขตของโครงงานแหล่งข้อมูลและคำถามนำโดยสามารถนำเสนอได้ในหลากหลายรูปแบบ เช่น Text, Video Clip, หรือ Online News

2. ศึกษาความเป็นไปได้ผู้เรียนศึกษาขอบเขตโครงงานแหล่งข้อมูลตลอดจนค้นหาแหล่งข้อมูลจากเว็บไซต์ต่าง ๆ และแลกเปลี่ยนข้อมูลกับสมาชิกในกลุ่มเพื่อพยายามตอบคำถามนำ ที่ผู้สอนได้ตั้งไว้ผ่านเครื่องมือติดต่อสื่อสารแบบไม่ประสานเวลาต่าง ๆ เช่น Group Discussion Board, Wiki หรือเครื่องมือติดต่อสื่อสารแบบประสานเวลาต่าง ๆ เช่น Chat, Web Conference แล้วศึกษาโครงงานอย่างคร่าว ๆ ถึงความเป็นไปได้ในการจัดทำโครงงาน

3. กำหนดหัวข้อปรึกษาภายในกลุ่มกำหนดหัวข้อที่จะทำเป็นโครงงานเมื่อผู้สอนได้เห็นชอบกับหัวข้อที่กลุ่มของตนได้นำ เสนอแล้วผู้เรียนในแต่ละกลุ่มวางแผนการจัดทำโครงงานโดยระบุกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนและตารางการดำเนินการตลอดจนกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มให้ชัดเจนตามความสะดวกของสมาชิกในกลุ่มจากนั้นนำเสนอข้อสรุปแก่ผู้สอนอีกครั้ง

4. การดำเนินงานสร้างชิ้นงานและทดสอบ สมาชิกในกลุ่มแบ่งงานและภาระความรับผิดชอบของแต่ละคนเพื่อสร้างชิ้นงานโดยใช้ความรู้ในการจัดทำโครงงานจากนั้นจึงแลกเปลี่ยนประสบการณ์และความรู้ใหม่กับสมาชิกในกลุ่มซึ่งสามารถทำได้ทั้งแบบประสานเวลาและไม่ประสานเวลาตามความสะดวกของสมาชิกในกลุ่มโดยมีผู้สอนคอยให้คำปรึกษาหลังจากดำเนินการสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วต้องมีการทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพของงานที่สร้างขึ้นนั้น

5. นำเสนอผลงาน ผู้เรียนจัดทำรายงานและเตรียมการนำเสนอที่แสดงให้เห็นถึงผลของกิจกรรมของโครงงาน (ผลงานและกระบวนการ) แล้วนำเสนอผ่านเครื่องมือออนไลน์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น Video clip, Online Text, Webpage, Blog, Facebook เป็นต้น

จากรูปแบบการเรียนที่พัฒนาขึ้นตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าเมื่อพิจารณาขั้นตอนต่าง ๆ มีชื่อเรียก การแบ่งขั้นและวิธีการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกันออกไป สามารถสรุปรูปแบบการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ เหล่านี้ มีลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่เหมือน หรือคล้ายคลึงกันในทุกรูปแบบดังนี้

ขั้นที่ 1 ใช้เหตุการณ์ที่ดึงความสนใจของผู้เรียนเกี่ยวกับประเด็นที่เฉพาะเจาะจงอาจมาจากวีดิโอที่ครูจัดหามาให้ ประเด็นการสนทนาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง การศึกษานอกสถานที่หรืออาจมาจากสถานการณ์ที่จับใจ โดยใช้ Driving Question คือคำถามปลายเปิดที่เป็นที่มาของ

โครงการทั้งหมด ซึ่งควรจะสอดคล้องกับเป้าหมายในการเรียนรู้ Driving Question จะเป็นตัวที่ท้าทายให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบ และนำไปสู่การเรียนรู้

ขั้นที่ 2 มุ่งเน้นที่เนื้อหาในการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องในรายวิชาของผู้เรียน โดยประกอบด้วยความรู้ความเข้าใจและทักษะที่คาดหวังให้ผู้เรียนมี ผู้เรียนจะต้องระบุสิ่งที่ตนเองต้องการรู้ และสิ่งที่ต้องการทำขึ้นให้ชัดเจน ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะแนวทางและอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน และคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการค้นคว้าข้อมูลในเชิงลึกจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย

ขั้นที่ 3 ขั้นที่ผู้เรียนจะได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ตั้งแต่การเลือกรูปแบบของผลงานที่ต้องการ ออกแบบกระบวนการทำงานที่ตนเองถนัด กำหนดเวลาที่ต้องการใช้ โดยขึ้นอยู่กับระดับความสามารถและประสบการณ์ของผู้เรียนเอง โดยในระหว่างทำงาน ผู้เรียนจะได้รับผลสะท้อนเกี่ยวกับคุณภาพของงานนั้น และนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข ซึ่งในระหว่างนั้นผู้เรียนอาจค้นพบแนวทางใหม่ ๆ หรือข้อความรู้ที่เกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะที่สำคัญที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการทำงานเป็นทีมและทักษะการสื่อสาร ความคิดสร้างสรรค์และเทคโนโลยี

ขั้นที่ 4 ผู้เรียนนำเสนอผลงานที่เกิดจากการคิดค้นของตนเองให้ผู้อื่นได้รับรู้ นอกจากการนำเสนอในชั้นเรียน ยังสามารถจัดการนำเสนอในรูปแบบอื่น ๆ ที่กว้างขวางยิ่งขึ้น เช่น นำเสนอให้ผู้ปกครอง ผู้เชี่ยวชาญ คนในชุมชน ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากจะพัฒนาผลงานของตนให้มีคุณภาพสูงยิ่งขึ้นไป

จากความสำคัญ นิยาม แนวทางในการใช้แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นทำให้มีนักการศึกษาได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยต้องมีลักษณะ (Features) ที่สำคัญดังนี้

โรเบิร์ด (Schuetz, 2018) ได้กล่าวถึงลักษณะที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ดังนี้

1. เน้นให้นักเรียนตอบคำถามปลายเปิดที่ท้าทาย หรือปัญหาในการวิจัยและตอบสนองต่อการแก้ไขปัญหา

2. นำสิ่งที่นักเรียนควรรู้และเข้าใจด้านวิชาการ และสามารถนำมาแก้ไขปัญหาได้

3. ใช้แนวคิดการสืบเสาะเป็นฐาน

4. ใช้ทักษะในศตวรรษที่ 21 เช่นการคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร การทำงานร่วมกันและความคิดสร้างสรรค์

5. สร้างทางเลือกของนักเรียนเข้าสู่กระบวนการ

6. ให้โอกาสสำหรับข้อเสนอแนะและการแก้ไขแผนและโครงการ

7. กำหนดให้นักเรียนต้องนำเสนอปัญหากระบวนการวิจัย วิธีการและผลลัพธ์

Buck Institute for Education (BIE, 2015) เป็นสถาบันที่มุ่งเน้นการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ได้เสนอลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจและทักษะแห่งความสำเร็จ (Key Knowledge, Understanding, and Success Skills)

2. ปัญหาหรือคำถามที่ท้าทาย (A Challenging Problem or Question)

3. สนับสนุนการแสวงหาข้อมูล (Sustained Inquiry)

4 ความแท้จริง (Authenticity)

5. นักเรียนแสดงความคิดเห็นและทางเลือก (Student Voice and Choice)

6. การสะท้อนกลับ (Reflection)

7. คำวิจารณ์และการแก้ไข (Critique and Revision)

8. นำเสนอผลงานสู่สาธารณะ (Public Product)

เทพกัญญา (เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, 2557) นำเสนอลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ดังนี้

1. มีความมุ่งหมายที่จะสอนเนื้อหาสาระที่สำคัญเป้าหมายของการเรียนรู้ของผู้เรียน คือ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แนวคิดหลักที่ตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ของสาระการเรียนรู้วิชาต่าง ๆ

2. พัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 โดยเน้นการคิดวิพากษ์การแก้ปัญหา ความร่วมมือร่วมใจ และการสื่อสารในรูปแบบที่หลากหลาย ในการตอบคำถามนำ (Driving Question) และสร้างสรรค์งานที่มีคุณภาพสูง ผู้เรียนต้องลงมือทำมากกว่าการท่องจำข้อมูล ผู้เรียนต้องใช้ทักษะการคิดขั้นสูงและเรียนรู้การทำงานร่วมกันเป็นทีม ในขณะที่ทำการสื่อสาร ผู้เรียนต้องรับฟังผู้อื่นและถ่ายทอดความคิดของผู้เรียนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน อีกทั้งผู้เรียนยังต้องสามารถ

อ่านข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้ รวมทั้งสามารถเขียนหรืออธิบายผ่านวิธีการที่หลากหลายได้อย่างชัดเจนและทำการนำเสนอได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ต้องใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการในการเรียนรู้และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ผู้เรียนถามคำถาม ค้นหาคำตอบและลงข้อสรุป ซึ่งทำให้เกิดการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ในเชิงความคิดหรือการได้ชิ้นงาน

4. เป็นการเรียนรู้ที่ดำเนินการภายใต้คำถามนำซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด และเป็นตัวกำหนดขอบเขตประเด็นข้อโต้แย้ง ความท้าทายหรือปัญหาที่สำคัญ เพื่อทำให้งานและการเรียนรู้ของผู้เรียนมีจุดมุ่งหมายและลุ่มลึก

5. สร้างความตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องมีความรู้เนื้อหาและทักษะที่จำเป็นในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบโครงงานมีการจัดลำดับของกระบวนการเรียนรู้ที่ต่างจากการเรียนรู้แบบดั้งเดิม นั้นคือในหน่วยการเรียนรู้ทั่วไปที่มีการทำโครงงานเพิ่มเข้ามาท้ายหน่วยจะเริ่มจากการนำเสนอความรู้และแนวคิดให้แก่ผู้เรียนก่อน จากนั้นจึงให้โอกาสผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ แต่ในทางกลับกัน การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบโครงงานนั้นจะเริ่มต้นด้วยการเห็นผลิตผลหรือการนำเสนอผลงานปลายทาง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้ และทำความเข้าใจข้อมูลและแนวคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ในการทำ โครงงานให้ได้ผลผลิตหรือผลงานตามเป้าหมายที่ต้องการ

6. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น และเลือกผู้เรียนจะได้เรียนรู้ที่จะทำงานด้วยตนเองและแสดงความรับผิดชอบเมื่อตนเองเลือกศึกษาสิ่งที่สนใจ การที่ผู้เรียนได้มีโอกาสเลือกสิ่งที่ต้องการศึกษาและแสดงออกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการเพิ่มการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของผู้เรียน

7. มีกระบวนการทบทวนและสะท้อนกลับ ผู้เรียนได้เรียนรู้ที่จะให้และรับการเสนอแนะและความคิดเห็นเพื่อพัฒนาคุณภาพของผลงานที่ได้สร้างสรรค์ขึ้นมา และมีคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทบทวนความคิดถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ว่ามีอะไรบ้างและมีกระบวนการเรียนรู้อย่างไร

8. ผู้ชมสาธารณะเข้ามามีส่วนร่วม ผู้เรียนนำเสนองานที่ได้ศึกษาให้แก่ผู้อื่นนอกเหนือไปจากเพื่อนร่วมชั้นและผู้สอนทั้งการนำเสนอโดยตัวบุคคลหรือผ่านสื่อต่าง ๆ ซึ่งกระบวนการนี้เป็นการส่งเสริมกระตุ้นให้ผู้เรียนพยายามทำงานออกมาอย่างมีคุณภาพและทำโครงงานให้มีความถูกต้องน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้น

กุลรภัส (กุลรภัส เทียมทิพร, 2559, น. 4-5) นำเสนอลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สรุปได้ดังนี้

1. ต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและเริ่มต้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้

2. ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ควรเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นพบเห็นในชีวิตได้ในชีวิตจริงของผู้เรียนหรือมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นได้จริง

3. ผู้เรียนเรียนรู้โดยการนำตัวเอง (Self-Directed Learning) ค้นหาและแสวงหาความรู้คำตอบด้วนตนเอง บริหารเวลาเอง คัดเลือกวิธีการเรียนรู้และประสบการณ์เรียนรู้ รวมทั้งประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง

4. ผู้เรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย เพื่อประโยชน์ในการค้นหาความรู้ ข้อมูลร่วมกัน เป็นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุและผล ฝึกให้ผู้เรียนมีการรับส่งข้อมูล เรียนรู้เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคล และฝึกการจัดระบบตนเองเพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันเป็นทีม ความรู้คำตอบที่ได้มีความหลากหลายองค์ความรู้จะผ่านการวิเคราะห์โดยผู้เรียน มีการสังเคราะห์และตัดสินใจร่วมกัน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้ นอกจากจัดการเรียนเป็นกลุ่มแล้วยังสามารถจัดให้ผู้เรียนเรียนรู้เป็นรายบุคคลได้ แต่อาจทำให้ผู้เรียนขาดทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

5. การเรียนรู้มีลักษณะการบูรณาการความรู้และบูรณาการทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับคำตอบและความรู้ที่กระจ่างชัด

6. ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้จะได้มาภายหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้วเท่านั้น

7. การประเมินผลเป็นการประเมินผลจากสภาพจริง โดยพิจารณาการปฏิบัติงานและความก้าวหน้าของผู้เรียน

พุทธพร (พุทธพร ไสว, 2559, น. 38-39) กล่าวถึงคุณลักษณะที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจและทักษะแห่งความสำเร็จ (Key Knowledge, Understanding, and Success Skills) โครงงานควรเน้นไปที่วัตถุประสงค์การเรียนรู้ของผู้เรียน โครงงานควรประกอบด้วย เนื้อหา ความรู้ที่จำเป็น และทักษะต่าง ๆ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน และการจัดการตนเอง

2. ความท้าทายของปัญหาหรือคำถาม (Challenging Problem or Question) โครงงานควรวางกรอบด้วยปัญหาที่น่าสนใจเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความท้าทายและต้องการหาคำตอบหรือแก้ปัญหา ซึ่งควรในระดับที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน

3. สนับสนุนการแสวงหาข้อมูล (Sustained Inquiry) ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการตั้งคำถาม การหาแหล่งข้อมูล และการประยุกต์ใช้สารสนเทศ

4. สภาพจริง (Authenticity) โครงงานควรสะท้อนสภาพความเป็นจริง อาจเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ประเด็นที่กำลังได้รับความสนใจ หรือสิ่งที่ควรพัฒนาให้ดีขึ้น

5. ผู้เรียนมีส่วนร่วมและทางเลือก (Student Voice & Choice) ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจบางส่วนของโครงงาน เช่น กระบวนการทำงานหรือผลงานของโครงงาน

6. ผลสะท้อน (Reflection) ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันสะท้อนผลการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ เช่น ประสิทธิภาพในการหาข้อมูล กิจกรรมของโครงงาน คุณภาพของผลงาน อุปสรรคที่พบและวิธีการแก้ไขปัญหา

7. วิจารณ์และปรับปรุง (Critique & Revision) ผู้เรียนร่วมกันวิจารณ์ รับฟังคำวิจารณ์แล้วนำคำวิจารณ์ที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการทำงานและผลงาน

8. นำเสนอผลงานสู่สาธารณะ (Public Product) ผู้เรียนนำเสนอผลของโครงงานสู่สาธารณะ ด้วยวิธีการบรรยาย การแสดงผลงาน หรือการนำเสนอผลงานต่อบุคคลภายนอกห้องเรียน

จิตราภรณ์ (จิตราภรณ์ สอนเขียว, 2560, น. 2-4) กล่าวถึงคุณลักษณะที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ดังนี้

1. 21st Century Skill คือ ต้องรู้จัก "ทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ เนื่องจากการหลั่งไหลของข่าวสารข้อมูลทางอินเตอร์เน็ต ที่ทุกคนสามารถศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเองการศึกษาในศตวรรษที่ 21 เรียกว่า “นวัตกรรม3R และ 4C” ดังนั้น 3R ได้แก่ การอ่าน (Reading) การเขียน (Writing) และคณิตศาสตร์ (Arithmetic) ส่วน 4C ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) การสื่อสาร (Communication) ความร่วมมือ (Collaboration) และ ความคิดสร้างสรรค์ (Creatively) รวมทั้งทักษะชีวิตและอาชีพ สารสนเทศสื่อและเทคโนโลยี

2. Need to Know หมายความว่า สิ่งที่จะนำมาให้เรียนนั้นต้องเป็นสิ่งที่ทุกคนอยากจะรู้ร่วมกัน ทั้งผู้สอน ผู้เรียน และสังคมภายนอก สำหรับผู้สอนต้องระดมความคิดในการสร้างแรงจูงใจ (Incentive) ตัวกระตุ้น (Motivation) สิ่งเร้า (Stimulus) การให้กำลังใจ

(Encouragement) และรางวัล (Reward) นำมาใช้เพื่อโน้มน้าวนักเรียนเข้าสู่บทเรียนให้ได้แต่ต้องเห็นร่วมกัน Agreed เพื่อไม่ให้หนีจากประเด็นของหลักการ Need to Know มากนัก

3. Student's Voice and Choice เรื่องสำคัญที่ผู้สอนมักถูกมองว่าเป็น "คนกรอกความรู้เข้าไปในหัวสมองเล็ก ๆ ของเด็กจนมันล้นรับอะไรไม่ได้อีกจบออกไปแบบไม่มีคุณภาพ" มาถึงยุคศตวรรษที่ 21ควรจะ "Student's Voice and Choice" หรือการรับฟังความคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้เลือกในสิ่งที่ต้องการ ส่วนผู้สอนต้องจัดให้อย่างเต็มที่ เพราะเป็นการสอนและฝึกฝน ให้กล้าแสดงออกและยอมรับฟังคนอื่นด้วยเหตุผลเป็นการเสริมกำลังใจและให้เกียรติซึ่งกันและกัน

4. Driving Question or Challenge ใช้คำถามเป็นตัวขับเคลื่อน ท้าทายหรือเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการแสวงหาความรู้วิธีการเรียนของ PBL นี้ผู้เรียนใช้กระบวนการแบบสืบสวนสอบสวน Inquiry Method เป็นวิธีการหาความรู้โดยการสืบสาวราวเรื่อง สอบถาม ทั้งจากสถานที่ วัตถุบุคคล หนังสือ หลักฐาน และโลกไซเบอร์ ตอบคำถามที่ซับซ้อน หรือหาคำตอบต่อสิ่งท้าทายต่าง ๆ ดังนั้นการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้จากการแสวงหาคำตอบต่อปัญหา หรือคำถามที่ได้ร่วมมือกันเลือกสรรอย่างรอบครอบมาแล้ว จากทั้งผู้สอนและผู้เรียน คำถามจะต้องเป็นประเภทปลายเปิด Open-end Question คือ สามารถที่จะมีคำตอบที่หลากหลาย ซึ่งล้วนต้องสนองความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน ตัวอย่างเช่น "มีวิธีการใดบ้างที่จะทำให้มหาวิทยาลัยเราน่าอยู่ ?"

5. Inquiry and Innovation หมายความว่า ผู้เรียนต้องแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การสืบสาวราวเรื่อง การสอบถามจากแหล่งวิชาต่าง ๆ การค้นคว้าหาข้อเท็จจริงด้วยวิธีการต่าง ๆ จากอุปกรณ์การสื่อสาร จากคอมพิวเตอร์อินเตอร์เน็ต ไอที ฯลฯ นี้รวม เรียกว่า Inquiry และโดยวิธีนี้ ผู้สอนอาจต้องให้ความรู้พื้นฐานพอที่จะนำไปต่อยอดแสวงหาความรู้และความเข้าใจอย่างถ่องแท้ จนสามารถสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ขึ้นมาในตัวของผู้เรียน

6. Publicly Presented Product เมื่อผู้เรียนได้ผ่านกระบวนการเรียนรู้ตามแบบของ PBL แล้วผู้เรียนทุกคนต้องแสดงออกซึ่งผลแห่งการเรียนรู้นั้น ๆ ออกมาเป็นที่ประจักษ์ต่อผู้อื่น เพื่อเป็นสิ่งยืนยันว่าพวกเขาได้ผ่านการเรียนรู้นั้นมาจริง อาจเป็นการแสดงผลงานสิ่งประดิษฐ์หรือการอภิปราย เราเรียกการนำเสนอนี้ว่า Presented Product

7. Feedback and Revision การรับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่นเป็นสิ่งดีมากผู้แสวงหาความก้าวหน้าแก่ตนเอง ย่อมเห็นคุณค่าของข้อวิจารณ์หรือ Feedback จากผู้อื่นและสังคมภายนอก เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขให้มีคุณภาพและสมบูรณ์ยิ่ง ๆ ขึ้นไปและตรงทางที่สุด สิ่งเหล่านี้เป็นจุดมุ่งหมายอันสำคัญข้อหนึ่งของการเรียนการสอนแบบ PBL ที่ผู้เรียนทั้งหลายต้อง

ผ่านกระบวนการนี้ในสังคมที่แตกต่างกัน อาจมีจุดประสงคในการวิจารณ์ทั้งด้านบวกและด้านลบ แต่ผู้เรียนและผู้สอน ก็มีสิทธิ์ที่จะเลือกเอาแต่สิ่งดี ๆ มาสานต่อและไม่สนองตอบต่อสิ่งที่ไร้ค่า เรียกว่า

มีความรู้เรื่องการคิดวิเคราะห์หรือ Critical Thinking เป็นอย่างดี

ติยะภรณ์ (ติยะภรณ์ เหลืองพิพัฒน์, 2560, น. 26-28) กล่าวถึงคุณลักษณะที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ดังนี้

1. Key knowledge, Understanding และ Success skills องค์ความรู้หลัก ความเข้าใจ และทักษะที่ทำให้เกิดความสำเร็จนั้นเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญ โดยนักเรียน/นักศึกษาจะต้องได้รับความรู้และมีความเข้าใจตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิที่กำหนด คือกรอบแนวคิดของทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพื่อใช้ความรู้ความเข้าใจ ประกอบกับทักษะต่าง ๆ ที่มีอยู่ในการตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือความต้องการและดำเนินการในการออกแบบโครงงานในขั้นต่อไป

2. Challenging problems หรือ Question เมื่อทราบปัญหาหรือความต้องการแล้ว นักเรียน/นักศึกษาจะต้องใช้ทักษะกระบวนการในการตั้งคำถาม เพื่อนำไปสู่กระบวนการหาคำตอบ โดยคำถามนั้น ควรเป็นคำถามที่เปิดกว้าง ไม่มีคำตอบที่ชัดเจนเพียงคำตอบเดียว เพื่อให้นักเรียน/นักศึกษาได้ค้นคว้าหาคำตอบในหลาย ๆ ด้าน

3. Sustained inquiry เป็นกระบวนการข้อมูลเพื่อที่จะตอบคำถามในการทำโครงงาน ซึ่งการหาข้อมูลนั้น มิได้เพียงหมายถึงการหาข้อมูลจากหนังสือหรือตำรา หรือทางอินเทอร์เน็ตเท่านั้น แต่หมายรวมถึงการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้รู้ และผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้วย

4. Authenticity โครงงานที่ทำควรมีความเป็นจริง โดยเริ่มมาจากความต้องการของกลุ่มชุมชนที่แท้จริง จากนั้นนักศึกษาต้องมีการหาข้อมูลที่ถูกต้อง เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองต่อความต้องการอย่างแท้จริง

5. Student voice and choice โครงงานที่จะทำนั้น จะต้องเป็นความคิดที่มาจากนักเรียน/นักศึกษา หรือมาจากความต้องการของนักเรียน/นักศึกษา โดยในการจัดการเรียนการสอนโดยการใช้โครงงานเป็นฐาน นักเรียน/นักศึกษาจะเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน ตั้งแต่การตั้งคำถาม การหาข้อมูล รวมไปถึงการออกแบบวิธีและผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

6. Reflection เป็นการสะท้อนผลของการเรียนรู้จากการออกแบบโครงงานร่วมกันระหว่างอาจารย์และนักศึกษา ซึ่งนอกจากการสะท้อนจากข้อสอบ การถาม-ตอบ หรือการ

เขียนรายงานแล้วอาจจะใช้กิจกรรม gallery walk โดยให้เพื่อนและอาจารย์เดินศึกษาผลงาน แล้วร่วมกันให้คำแนะนำ หรือข้อเสนอแนะได้อีกด้วย

7. Critique และ Revision เป็นขั้นตอนของการวิพากษ์โครงงาน โดยผู้เรียนจะได้มีการให้ข้อคิดเห็นว่าโครงงานของตนนั้นมีปัญหา อุปสรรค หรือมีประเด็นใดบ้างที่น่าสนใจ รวมไปถึงผู้เรียนจะได้รับข้อเสนอแนะเพื่อทำการแก้ไขปัญหาที่มีการนำไปปรับปรุงโครงการต่อไป

8. Public product เป็นการนำผลิตภัณฑ์ออกสู่สาธารณะ โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จะต้องตอบคำถามของโครงงานที่ตั้งขึ้นไว้ในตอนแรก โดยอาจจะอยู่ในรูปของชิ้นงาน เครื่องมือ โปสเตอร์ แผ่นพับ ฯลฯ และถูกนำเสนอต่อสาธารณะไม่ว่าจะเป็นเพื่อนร่วมชั้นเรียนไปจนถึงบุคคลภายนอกที่สนใจ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสามารถสรุปลักษณะที่สำคัญ (Features) ของแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานออกเป็น 8 ประการดังนี้

1. ผู้เรียนมีการบูรณาการความรู้และบูรณาการทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับคำตอบและความรู้ที่กระจ่างชัด (BIE, 2015; Schuetz, 2018; กุลรภัส เทียมทิพร, 2559; จิตราภรณ์ สอนเขียว, 2560; ติยะภรณ์ เหลืองพิพัฒน์, 2560; เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, 2557; พุทธพร ไสว, 2559)

2. ผู้เรียนเกิดความท้าทายเพื่อแก้ไขปัญหา โดยโครงงานควรวางกรอบด้วยปัญหาที่น่าสนใจเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความท้าทายและต้องการหาคำตอบหรือแก้ปัญหา ซึ่งควรในระดับที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน โดยคำถามนั้น ควรเป็นคำถามที่เปิดกว้าง ไม่มีคำตอบที่ชัดเจนเพียงคำตอบเดียว เพื่อให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาคำตอบในหลาย ๆ ด้าน (BIE, 2015; Schuetz, 2018; กุลรภัส เทียมทิพร, 2559; จิตราภรณ์ สอนเขียว, 2560; ติยะภรณ์ เหลืองพิพัฒน์, 2560; เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, 2557; พุทธพร ไสว, 2559)

3. ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการตั้งคำถาม การหาแหล่งข้อมูล (จากหนังสือหรือตำรา อินเทอร์เน็ต การแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้รู้ และผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ) และการประยุกต์ใช้สารสนเทศ (BIE, 2015; Schuetz, 2018; กุลรภัส เทียมทิพร, 2559; จิตราภรณ์ สอนเขียว, 2560; ติยะภรณ์ เหลืองพิพัฒน์, 2560; เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, 2557; พุทธพร ไสว, 2559)

4. ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นด้วยการใช้ประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริง โดยโครงงานควรสะท้อนสภาพความเป็นจริง อาจเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ประเด็นที่กำลังได้รับความสนใจ หรือสิ่งที่ควรพัฒนาให้ดีขึ้น (BIE, 2015; Schuetz, 2018; กุลรภัส เทียมทิพร, 2559; จิตรา

ภรณ์ สอนเขียว, 2560; ติยะภรณ์ เหลืองพิพัฒน์, 2560; เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, 2557; พุทธพร ไสว, 2559)

5. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ โครงงานจะต้องเป็นความคิดที่มาจากผู้เรียน หรือมาจากความต้องการของผู้เรียน โดยในการจัดการเรียนการสอนโดยการใช้โครงงานเป็นฐาน ผู้เรียนจะเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน ตั้งแต่การตั้งคำถาม การหาข้อมูล รวมไปถึงการออกแบบวิธีและผลงานที่ต้องการ (BIE, 2015; Schuetz, 2018; กุลรภัส เทียมทิพร, 2559; จิตราภรณ์ สอนเขียว, 2560; ติยะภรณ์ เหลืองพิพัฒน์, 2560; เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, 2557; พุทธพร ไสว, 2559)

6. ผู้เรียนมีส่วนรวมในการสะท้อนผลของการเรียนรู้ โดยสะท้อนผลการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ เช่น ประสิทธิภาพในการหาข้อมูล กิจกรรมของโครงงาน คุณภาพของผลงาน อุปสรรคที่พบและวิธีการแก้ไขปัญหา (BIE, 2015; Schuetz, 2018; กุลรภัส เทียมทิพร, 2559; จิตราภรณ์ สอนเขียว, 2560; ติยะภรณ์ เหลืองพิพัฒน์, 2560; เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, 2557; พุทธพร ไสว, 2559)

7. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการวิพากษ์วิจารณ์ และปรับปรุง รับฝังคำวิจารณ์แล้วนำคำวิจารณ์ที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการทำงานและผลงาน (BIE, 2015; Schuetz, 2018; กุลรภัส เทียมทิพร, 2559; จิตราภรณ์ สอนเขียว, 2560; ติยะภรณ์ เหลืองพิพัฒน์, 2560; เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, 2557; พุทธพร ไสว, 2559)

8. ผู้เรียนนำเสนอผลงานสู่สาธารณะ โดยผู้เรียนนำเสนอผลของโครงงานสู่สาธารณะด้วยวิธีการบรรยาย การแสดงผลงาน หรือการนำเสนอผลงานต่อบุคคลภายนอกห้องเรียนที่สนใจ (BIE, 2015; Schuetz, 2018; กุลรภัส เทียมทิพร, 2559; จิตราภรณ์ สอนเขียว, 2560; ติยะภรณ์ เหลืองพิพัฒน์, 2560; เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, 2557; พุทธพร ไสว, 2559)

3. แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-Scientific Issue)

3.1 ความสำคัญของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในช่วงที่ผ่านมามักเริ่มจากคำถามว่าจะทำอย่างไรให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ดังนั้นจึงมีความพยายามศึกษาหาวิธีการสอนที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุด ประสาท (ประสาท เนืองเฉลิม, 2551, น. 100) กล่าวว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ดี จะส่งผลต่อการเป็นพลเมืองที่ดี มีประสิทธิภาพ ในสังคมทั้งปัจจุบันและอนาคต โดยเป็นบุคคลที่สามารถคิดเป็นเหตุเป็นผล อยู่บนพื้นฐานของข้อมูลข่าวสารที่น่าเชื่อถือ วิพากษ์วิจารณ์และขานรับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ไขปัญหาและ

ตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและพิสูจน์ได้ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในสภาพปัจจุบันจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับสภาวการณ์การเปลี่ยนแปลงขององค์ความรู้และสภาพของการรับรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งนี้รวมไปถึงความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และแนวคิดวิทยาศาสตร์กับสังคม (Driver et all., 2000; Kolsto, 2001) ทั้งนี้นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ทำวิจัยและพัฒนาวิธีสอนวิทยาศาสตร์ขึ้นมากมายหลายวิธีและมีจุดเน้นที่แตกต่างกัน แบ่งกลุ่มวิธีสอนตามกรอบแนวคิดทฤษฎี (Theoretical framework) เกี่ยวกับการเรียนรู้แบ่งได้หลายกลุ่ม (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2559) หนึ่งในนั้น คือ กลุ่ม Socio-cultural constructivism งานวิจัยของกลุ่มนี้พยายามพัฒนาวิธีสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากบริบททางสังคมและวัฒนธรรมหรือใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์ในสังคมมาเป็นตัวขับเคลื่อนการเรียนรู้ (Socio-Scientific Issues) (Albe, 2008; Christenson, Rundgren, & Zeidler, 2014) ตัวอย่างของวิธีสอนตามแนววิทยาศาสตร์และสังคมที่มีในปัจจุบัน เช่น การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science, Technology and Society (STS) Approach) (Abualrob & Daniel, 2013) แต่พบว่าแนวคิดว่าประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (SSI) ควรมีบทบาทสำคัญและเข้ามาแทนที่แนวคิด STS เนื่องจาก STS มุ่งประเด็นความสนใจในการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในบริบททางสังคม ซึ่งทำให้ละเลยต่อความเข้าใจอย่างลึกซึ้งของการนำวิทยาศาสตร์มาใช้เพิกเฉยต่อความตระหนักในคุณธรรม จริยธรรม ความขัดแย้งทางความคิดในการนำวิทยาศาสตร์มาสู่การเรียนการสอน ซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ล้วนมีความสัมพันธ์กับเหตุผลเชิงจริยธรรม ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้สึก การพัฒนา และวัฒนธรรมของมนุษย์ แต่ SSI มีจุดมุ่งหมายเพื่อกระตุ้นและส่งเสริมการพัฒนาทางปัญญาของแต่ละบุคคลในเรื่องศีลธรรมและจริยธรรม ตลอดจนตระหนักถึงการพึ่งพาระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม SSI จึงไม่เพียงแต่ใช้เป็นบริบทในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แต่เป็นกลยุทธ์การสอนที่มีเป้าหมายชัดเจน ส่งเสริมความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นองค์ประกอบหลักในการพัฒนาการรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Pope, 2017; Zeidler et all., 2005) เพราะสิ่งที่ผู้เรียนแสดงออกมามีความสอดคล้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยต้องมีการรวบรวมหลักฐานมาแปลความหมาย และลงข้อสรุปเพื่ออธิบายปรากฏการณ์หรือยืนยันความคิดและสมมติฐานของตนอย่างมีเหตุผลพร้อมทั้งมีหลักฐานประกอบ เป็นการใช้ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) ในการเรียนรู้

ดังนั้นแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-Scientific Issue) จึงเป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนได้รู้วิทยาศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง

ส่งเสริมทักษะต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เช่น การคิดวิเคราะห์ขั้นสูง ทักษะการสืบสอบ การรู้วิทยาศาสตร์ การตัดสินใจ และการอภิปรายอย่างเป็นเหตุเป็นผลด้วยวิทยาศาสตร์ ประเมินคุณค่าและความน่าเชื่อถือของข้อมูล ความเข้าใจในธรรมชาติ (Sadler & Zeidler, 2004; Sengul & Muhammet, 2010, p. 985) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเพิ่มขีดความสามารถของผู้เรียน ในการพิจารณาประเด็นทางวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจ การสะท้อนในส่วนหลักการและคุณธรรมที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของตนเอง และสังคมโลกรอบตัว(Zeidler et all., 2005, p. 360)

จากที่มาและความสำคัญของแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-Scientific Issue) จะเห็นว่าแนวคิดนี้พัฒนาขึ้นมาเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เข้าใจวิทยาศาสตร์ และเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ จำเป็นที่จะต้องให้ผู้เรียนมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ พร้อมที่จะแก้ปัญหาและดำเนินชีวิตในแต่ละวันอย่างปกติสุข โดยอาศัยวิทยาศาสตร์เป็นฐานประกอบการตัดสินใจ (Driver et all., 2000; Kolsto, 2001; Patronis et all., 1999) ช่วยส่งเสริมการพัฒนาทางปัญญาของแต่ละบุคคลในเรื่องศีลธรรมและจริยธรรม ตลอดจนตระหนักถึงการพึ่งพาระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม ส่งเสริมความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นองค์ประกอบหลักในการพัฒนาการรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Pope, 2017; Zeidler et all., 2005)

3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้นิยามของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-Scientific Issue: SSI) ไว้หลากหลาย เหมือนและแตกต่างกันไป ดังนี้

แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) (Zeidler et all., 2005; พงศ์กรณ์ พันธุ์โยศรี และ อลิศรา ชูชาติ, 2559) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและยังหาข้อสรุปไม่ได้ เป็นประเด็นที่ยังไม่มีข้อสรุปที่แน่ชัด ซึ่งกำลังเป็นที่ถกเถียงกันอันเนื่องมาจากความแตกต่างทางความคิดเห็น เกี่ยวกับความถูกต้องความเหมาะสมของแนวคิด (Sadler & Zeidler, 2004; Zeidler, 2004; กฤษฎา ทองประไพ, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, กฤษณา ชินสิญจน์, และ อรยา แจ่มใจ, 2559; พงศ์กรณ์ พันธุ์โยศรี และ อลิศรา ชูชาติ, 2559) ครูผู้สอนต้องค้นหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทางอินเทอร์เน็ต และประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อใช้เป็นประเด็นปัญหา กระตุ้นผู้เรียนให้แสดงมุมมอง ศึกษาและการประเมินปัญหาที่

หลากหลายมุมมอง (Sadler & Zeidler, 2004; Zeidler & Nichols, 2009, p. 51; พงศ์กรณ์ พันธุ์โยศรี และ อลิศรา ชูชาติ, 2559) โดยประเด็นปัญหานั้นมีความเกี่ยวข้องกับหลักของคุณธรรมจริยธรรม สะท้อนทัศนะเหตุผลที่เกี่ยวข้องทางด้านจริยธรรม นำไปสู่การตัดสินใจในเชิงคุณธรรม (Sadler, 2004; Zeidler, 2004) ที่ส่งผลกระทบหลายด้านประเด็นปัญหานั้นมีความเกี่ยวข้องกับการใช้ชีวิตประจำวัน (Zeidler, 2004)

จากทัศนะของนักการศึกษาสรุปได้ว่า แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-Scientific Issue) หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและยังหาข้อสรุปไม่ได้แน่ชัด และเป็นที่ถกเถียงกัน อันเนื่องมาจากความแตกต่างทางความคิดเห็น เกี่ยวกับความถูกต้องความเหมาะสมของแนวคิด ครูผู้สอนต้องเป็นผู้หาข้อมูลและกระตุ้นให้ผู้เรียนเสนอมุมมองที่หลากหลาย สะท้อนทัศนะเหตุผลที่เกี่ยวข้องทางด้านจริยธรรม นำไปสู่การตัดสินใจในเชิงคุณธรรม

3.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์

การนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ไปใช้กับการศึกษาในทุกระดับตั้งแต่มัธยมศึกษาตอนต้นไปจนถึงระดับอุดมศึกษา (Sadler, 2004) จุดมุ่งหมายหลักของการประยุกต์ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายและสอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน (Sadler & Zeidler, 2004) โดยการค้นคว้าอภิปรายให้เหตุผลและตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นที่นำมาศึกษาผลที่ได้รับตามมาคือการส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้สามารถรับมือและจัดการกับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ซึ่งมีผลต่อผู้เรียนเองทั้งในปัจจุบันและอนาคตเป็นประชากรที่มีคุณภาพความรับผิดชอบต่อสังคมและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตจริงได้ (Driver et all., 2000; Kolsto, 2001)

จากการศึกษาจากเอกสารและรายงานการศึกษาต่าง ๆ พบว่าได้มีการนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ไปใช้เพื่อจุดประสงค์ในการสร้างเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในหลาย ๆ ด้าน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ส่งเสริมทักษะในหลาย ๆ ด้าน เช่น ทักษะการคิดขั้นสูง (Pedretti, 1999; Zeidler & Lewis, 2003) ทักษะในการตัดสินใจและลงความเห็น (Zeidler & Lewis, 2003) ทักษะและความสามารถในการอภิปรายอย่างเป็นเหตุเป็นผลโดยมีหลักการทางวิทยาศาสตร์และมี

หลักฐานประกอบทักษะการตีความเพื่อประเมินคุณค่าและความน่าเชื่อถือของข้อมูลและข่าวสารที่มีอยู่ (Sadler & Zeidler, 2004) ทักษะการตั้งคำถามและตอบคำถาม (Pedretti, 1999)

2. สร้างเสริมความเข้าใจตัวแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษา (Sadler & Zeidler, 2004) โดยทั่วไปการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์มักเกี่ยวข้องกับการอภิปราย โต้แย้ง แสดงความคิดเห็นและการตัดสินลงความเห็นในท้ายที่สุด จึงเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการอภิปรายให้เหตุผล

3. สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น ช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์อันซับซ้อนระหว่างวิทยาศาสตร์ สังคมและมนุษย์ (Sadler & Zeidler, 2004) จากการศึกษาและอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะเห็นว่าวิทยาศาสตร์เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ดังนั้นอิทธิพลทางสังคมและวัฒนธรรมมักส่งผลต่อการตีความหมายและการยอมรับหรือไม่ยอมรับวิทยาศาสตร์

ประสาท (ประสาท เนืองเฉลิม, 2551, น. 101) ได้สรุปการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-Scientific Issue) แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ กระบวนการ (Processes) ความรู้ (Knowledge) และเจตคติ (Attiudes) (Jenkins, 1990, pp. 43-51) เซดเลอร์และลีวิส (Zeidler & Lewis, 2003) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ อาจทำได้หลากหลายรูปแบบ ผู้สอนอาจใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ร่วมกับการบรรยาย การอภิปราย หรือการสืบเสาะหาความรู้ก็ได้ เวลาที่ใช้ก็จัดได้หลากหลายตั้งแต่การสรุปประเด็นในคาบเรียนเดียวกันจนถึงการศึกษาตลอดรายวิชา เพื่อศึกษาประเด็นเพียงประเด็นเดียวก็ได้เช่นกัน เพื่อให้การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเสนอว่าผู้สอนจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนแนวทางในการจัดการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

1. การเตรียมตัวก่อนการสอน ผู้สอนต้องเตรียมตัวล่วงหน้าด้วยการใช้เวลาส่วนหนึ่งในการสำรวจ ค้นคว้าจากสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร นิตยสาร และอินเตอร์เน็ต เป็นต้น เพื่อสำรวจว่ามีประเด็นใดที่น่าสนใจและเหมาะสมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสอน รวบรวมข้อมูลที่ได้อาจทำในรูปของคลังข้อมูลสำเร็จรูปหรืออาจให้เป็นแหล่งเอกสารอ้างอิงสำหรับผู้เรียนในการค้นคว้าต่อไปก็ได้

2. การพัฒนาทักษะที่จำเป็น ผู้สอนควรพัฒนาทักษะที่สำคัญที่ผู้เรียนควรได้ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ด้วยการแสดงให้เห็นเป็นตัวอย่าง (Modeling) หรือ

การให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ทักษะที่ผู้เรียนควรได้เรียนรู้จากการเรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ คือ

- การอ่านวิเคราะห์และจับใจความ
- การจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อมูล ข้อเท็จจริงและความคิดเห็น
- การจำแนกสิ่งที่รู้แล้วและสิ่งที่จำเป็นต้องรู้ต่อไป
- การค้นคว้าหาแหล่งข้อมูลและประเมินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
- ความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการวิเคราะห์จุดแข็งของการออกแบบการศึกษาทางวิทยาศาสตร์
- การสรุปและนำเสนอข้อมูลจำนวนมากโดยใช้วิธีการที่เหมาะสม เช่น การสร้างตาราง การสร้างกราฟหรือแผนภูมิรูปภาพ

3. การอภิปรายแสดงความคิดเห็น กระบวนการสำคัญของการเรียนรู้จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ คือ การอภิปรายแสดงความคิดเห็น ซึ่งผู้เรียนจำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าทำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษาก่อน จึงจะสามารถอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สอนควรทำหน้าที่เป็นผู้ให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางแก่นักเรียนในการค้นคว้าหาข้อมูลและทำงานให้สำเร็จดังที่ได้รับมอบหมาย ในระหว่างการอภิปรายผู้สอนควรแสดงบทบาทในการดูแลการอภิปรายให้เป็นไปในทางที่เหมาะสม และเพื่อให้แน่ใจว่าผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่

4. การประเมินผล ในขั้นสุดท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้ผู้เรียนควรมีโอกาสได้ลงความคิดเห็นตัดสินใจและให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจของตนเกี่ยวกับประเด็นที่นำมาศึกษา และเนื่องจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ไม่มีคำตอบหรือทางออกใดที่ถูกต้องทั้งหมดหรือผิดทั้งหมด ดังนั้นการประเมินผลมิได้ขึ้นอยู่กับว่าคำตอบของผู้เรียนจะเหมือนหรือแตกต่างจากความเห็นของผู้สอน แต่ผลลัพธ์ที่สำคัญของการเรียนคือ กระบวนการซึ่งการได้มาของคำตอบ คุณภาพของแหล่งข้อมูล ความเป็นเหตุเป็นผลของคำตอบหรือข้อสรุปและหลักฐานประกอบข้อสรุป การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์จะประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใดส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับการเลือกประเด็นที่นำมาใช้ ดังนั้น (Zeidler & Lewis, 2003) จึงได้ให้ข้อเสนอแนะในการเลือกประเด็นไว้ดังนี้

1) ควรเลือกประเด็นที่เป็นปัจจุบัน เป็นที่สนใจของผู้เรียนและมีผลกระทบต่อผู้เรียน จะช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนในการค้นคว้าและอภิปรายแสดงความคิดเห็น ซึ่งถ้า

เป็นประเด็นพบได้สื่อสารมวลชนแขนงต่าง ๆ ข่าว สารคดี นิตยสารหรือวารสารทางวิชาการจะช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

2) ควรเลือกประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน และจะเป็นประโยชน์มากขึ้นถ้าประเด็นดังกล่าวเกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย

3) เป็นประเด็นยังไม่มีคำตอบหรือทางออกที่ชัดเจนและข้อมูลที่มีอยู่ และยังทำให้นักเรียนเข้าใจว่าไม่จำเป็นต้องมีคำตอบที่ถูกต้องเสมอไป แต่เป็นคำตอบหรือทางออกที่ดีและเหมาะสมที่สุดซึ่งได้จากข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่

4) เป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องหรือผลกระทบในหลายด้าน ได้แก่ ด้านสังคม เศรษฐกิจและการเมือง เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความเกี่ยวข้องและผลกระทบของการพัฒนาเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อชีวิตและสังคม

3.4 การจัดการเรียนรู้แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

จากแนวทางการใช้แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ทำให้มีนักการศึกษาได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ไว้หลากหลายรูปแบบ ผู้สอนอาจใช้ประเด็นทางสังคมในสภาวะปัจจุบันที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่พบได้ในชีวิตประจำวันร่วมกับการบรรยาย การอภิปรายหรือการสืบเสาะหาความรู้ก็ได้ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Sadler, Klosterman, & Topcu, 2011) ภาวะโลกร้อน (Global Warming) โรคติดต่อ (Contagious Diseases) เช่น โรคไข้หวัดหมู (Swine Flu) และโรคไข้หวัดนก (Bird Flu) เทคโนโลยีชีวภาพ (Pope, 2014; Sadler & Zeidler, 2005) การโคลนนิ่ง (Cloning) เซลล์ต้นกำเนิด (Stem cell) สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม หรือจีเอ็มโอ (Genetically Modified Organism) พลังงานทางเลือก (Alternative fuel) พลังงานนิวเคลียร์ (Wu & Tsai, 2007) มลพิษทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Pollution) และปัญหาท้องถิ่น (Simonneaux & Simonneaux, 2009) จะเห็นว่าประเด็นเหล่านี้เป็นประเด็นที่สามารถพบได้จากสื่อต่าง ๆ เช่น โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ นิตยสาร วารสาร ภาพถ่าย และโปสเตอร์ เป็นต้น ซึ่งประเด็นต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้นล้วนเกี่ยวพันกับการรู้วิทยาศาสตร์ ทำให้มนุษย์รู้จักคิดและตัดสินใจใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Reis & Galvao, 2009; Sengul & Muhammet, 2010, 985; ประสาท เนืองเฉลิม, 2551, น. 101)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย สามารถสรุปลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ควรมีลักษณะ (Features) ที่สำคัญ 4 ประการ ดังนี้

1. ผู้เรียนมีความสามารถในการประนีประนอมและตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (Bingle & Gaskell, 1994; Kolsto, 2001; Sengul & Muhammet, 2010, p. 985)

2. ผู้เรียนมีส่วนร่วมทางสังคมและการเมืองต่อการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ มีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Kolsto, 2001; Zeidler et all., 2005)

3. ผู้เรียนมีความซาบซึ้ง (Appreciation) ในคุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าว (Bingle & Gaskell, 1994; Kolsto, 2001; Zeidler et all., 2005)

4. ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการโต้แย้ง และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ (Watson & Glaser, 1964)

ประเด็นทั้งสี่อย่างดังที่กล่าวมาข้างต้นล้วนอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และความตระหนักในมิติด้านคุณธรรม จริยธรรม และนำไปสู่การจัดหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับสังคมนั้น ๆ

4. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษาเกี่ยวกับความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ จากเอกสาร ตำรา บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของนักการศึกษาต่าง ๆ ผู้วิจัยสามารถอธิบายถึงลักษณะของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ว่า เป็นแบบแผนการดำเนินการสอนที่จัดไว้อย่างเป็นระบบที่มีความสอดคล้องกับทฤษฎีหรือหลักการเรียนรู้ โดยมีการพิสูจน์หรือทดสอบแล้วว่ามีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยครอบคลุมองค์ประกอบที่สำคัญ เช่น กระบวนการเรียนการสอน วิธีสอนเทคนิคการสอนต่าง ๆ เป็นต้น ทำให้เกิดพฤติกรรมของนักเรียนเป็นไปตามจุดประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ ได้ (ชนาธิป พรกุล, 2554, น. 122; ทิศนา แขมมณี, 2551, น. 221; อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2537, น. 167) โดยนักการศึกษาได้ให้ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นการจัดเตรียมองค์ประกอบของการเรียนรู้อย่างเป็นระเบียบแบบแผน ตามปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดต่าง ๆ และมีการพิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดย (Anderson, Drill, & Romiszowsky, 1997, p. 521; Arends, 1997,

p. 6; Joyce & Weil, 1996, pp. 13-14; ทิศนา แขมมณี, 2551, น. 222) เป็นแบบแผนในการจัดการเรียนรู้โดยกล่าวถึงสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่เป็นแนวทางในการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์

จากการศึกษาความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้พอสรุปความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้คือ ลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่มีการจัดเตรียมได้อย่างเป็นระบบ โดยได้นำหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ และแนวคิดประกอบร่วมกันเป็นกระบวนการ ขั้นตอน วิธีการ เทคนิคที่จะช่วยให้การเรียนการสอนนั้น บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

4.2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

หลักการสำคัญสำหรับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้จะต้องศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้มีนักการศึกษาหลาย ๆ ท่านอธิบายถึงองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยฆนัท (ฆนัท ธาตุทอง, 2554, น. 172-173) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้จะต้องมีปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นฐานหรือหลักการของรูปแบบการสอนนั้น ๆ โดยมีการบรรยายและอธิบายถึงลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักการที่ยึดถือ มีการจัดระบบที่มีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์องค์ประกอบของระบบให้สามารถนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายของระบบหรือของกระบวนการเรียนการสอน และมีการอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ อย่างชัดเจน เพื่อช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนนั้น ๆ เกิดประสิทธิภาพสูงสุดสามารถสร้างเครื่องมือพิสูจน์ตรวจสอบได้

แอนเดอร์สันและคณะ (Anderson et all., 1997, p. 521) เอเรนด์ (Arends, 1997, p. 7) ดิกส์และคาร์เรย์ (Dick & Carey, 1996, p. 2-7) กล่าวถึงองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. หลักการของรูปแบบแนวคิดและพื้นฐานความเชื่อในการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ต้องอธิบายถึงสิ่งที่ต้องการพัฒนาให้กับนักเรียน

3. ขั้นตอนและรายละเอียดของกระบวนการจัดการเรียนต้องเป็นระบบที่ชัดเจน

4. การวัดผลและประเมินผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้และแนวทางการวัดผลและประเมินผลของการเรียนการสอนต้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องไว้และมีความยืดหยุ่น

จอยส์ และวีล (Joyce & Weil, 1996, pp. 13-14) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ต้องมีเป้าหมายโดยเป้าหมายนั้นต้องกล่าวถึงสิ่งที่ต้องพัฒนาหรือคุณลักษณะที่ต้องการพัฒนาให้เกิดกับนักเรียนซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการสอนหรือการดำเนินการสอน และมีการประเมินผลที่แสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นกับนักเรียนหลังจากการนำรูปแบบนั้นไปใช้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ดังนี้ 1) มีปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นฐาน 2) มีเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 3) มีขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เป็นลำดับที่ชัดเจน และ 4) การวัดผลและประเมินผล

4.3 กระบวนการในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

นักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายถึงขั้นตอนในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

ทิศนา (ทิศนา แขมมณี, 2551, น. 199-201) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้มีขั้นตอนสำคัญดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้ชัดเจน
2. ศึกษาหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดองค์ประกอบ และเห็นแนวทางในการจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
3. ศึกษาสภาพการณ์และปัญหาที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ค้นพบองค์ประกอบที่สำคัญที่จะช่วยให้รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเมื่อนำไปใช้จริง
4. กำหนดองค์ประกอบสำคัญของรูปแบบ โดยพิจารณาว่ามีสิ่งใดที่ช่วยให้เป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายบรรลุผลสำเร็จ
5. จัดกลุ่มองค์ประกอบโดยนำองค์ประกอบที่กำหนดไว้มาจัดหมวดหมู่เพื่อความสะดวกในการดำเนินการในขั้นตอนต่อไป
6. จัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ โดยพิจารณาว่าองค์ประกอบใดเป็นเหตุและเป็นผลต่อกันในลักษณะใด สิ่งใดควรมาก่อนมาหลัง สิ่งใดสามารถดำเนินการคู่ขนานกันไปได้
7. จัดผังรูปแบบโดยแสดงลำดับขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้และแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของรูปแบบ

8. ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้น

9. ประเมินผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้ว่าบรรลุผลตามเป้าหมายหรือใกล้เคียงกับเป้าหมายมากน้อยเพียงใด

10. ปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยนำผลจากการทดลองใช้ไปปรับปรุงให้รูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นดียิ่งขึ้น

ชาญชัย (ชาญชัย ยมดิษฐ์, 2548, น. 52-58); ดิกส์และคาร์เรย์ (Dick et all., 1996) คิมส์ มอร์สัน และโรส (Morrison, Ross, Kalman, & Kcmp, 1998) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาสภาพปัญหาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องได้แก่

1.1 การวิเคราะห์ปัญหาหรือประเมินความต้องการ

1.2 การวิเคราะห์นักเรียน

1.3 ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2. ขั้นการพัฒนาได้แก่

2.1 การพัฒนาเนื้อหาความรู้แยกเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ พัฒนารายละเอียดของเนื้อหาความรู้แต่ละหน่วย พัฒนาสิ่งที่เป็นตัวอย่างของเนื้อหาแต่ละหน่วยพัฒนาการฝึกปฏิบัติในแต่ละหน่วยของเนื้อหาและการพัฒนาสิ่งอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.2 การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนควรทำเป็นแผนการจัดการเรียนรู้

2.3 การพัฒนาแบบทดสอบ

2.4 การพัฒนาสื่อและวัสดุการสอน

3. ขั้นการนำไปทดลองใช้ ได้แก่

3.1 การสอนและการบริหารการสอน

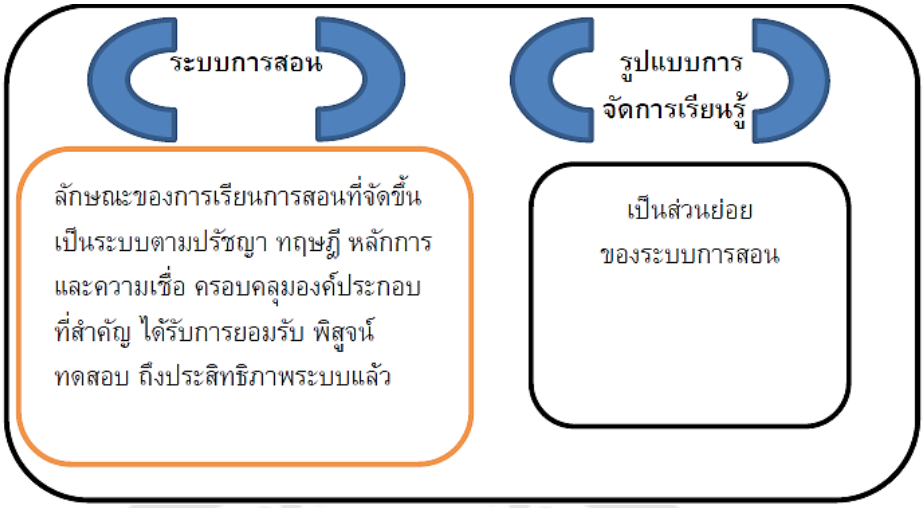
3.2 การเป็นที่ปรึกษาให้แก่นักเรียน

4. ขั้นการประเมินผล ได้แก่

4.1 การประเมินผลเพื่อการปรับปรุง

4.2 การประเมินผลลัพธ์หรือผลสัมฤทธิ์

นอกจากการศึกษาขั้นตอนของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ยังได้มีนักการศึกษาแสดงความสัมพันธ์ของระบบการสอนและรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ในลักษณะต่าง ๆ ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 แบบแผนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระบบการสอนกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ที่มา: ฆนัท ธาตุทอง. (2554). สอนคิด:การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิด. หน้า 174.

สรุปจากการศึกษาขั้นตอนในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีลำดับขั้นตอนสำคัญ คือ 1) ศึกษาสภาพปัญหาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 2) พัฒนาด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการทดสอบ 3) ขั้นการนำไปทดลองใช้ และ 4) ขั้นประเมินผล

จากการศึกษาเกี่ยวกับหลักการในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้น ผู้วิจัยศึกษาความหมาย องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้และลักษณะของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อนำมาเป็นหลักการพื้นฐานในการออกแบบหรือพัฒนาเพื่อให้ตรงกับวัตถุประสงค์ และเกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งหลักพื้นฐานดังกล่าวนั้น ได้แก่ หลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่าง ๆ โดยประกอบรวมเป็นกระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอน รวมทั้งวิธีสอน เทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่สามารถช่วยให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นเป้าหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยขอเสนอลำดับขั้นในการพัฒนาในหัวข้อถัดไป

5. รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

5.1 แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

ที่ผ่านมานั้นงานวิจัยมักจะเริ่มต้นด้วยคำถามที่ว่า ทำอย่างไรผู้เรียนถึงจะเกิดการเรียนรู้ นักวิทยาศาสตร์ศึกษาจึงเกิดความพยายามที่จะศึกษาและหาวิธีการสอนที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้ให้มากที่สุด โดยทำการวิจัยและพัฒนาวิธีสอนวิทยาศาสตร์ขึ้นมากมายหลายวิธีและมีจุดเน้นที่แตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ จะเห็นว่าทั้งสองแนวคิดนั้นช่วยส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีแนวคิดเติมเต็มระหว่างกัน เนื่องจากแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีข้อดีตรงตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ที่ต้องการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีกระบวนการที่ให้ผู้เรียนเกิดความรู้จากการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยเน้นการลงมือปฏิบัติ เป็นความรู้ในเรื่องโลกธรรมชาติที่เกี่ยวข้องในชีวิตจริง และความรู้ในวิธีการหรือกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถประยุกต์ใช้กับชีวิตจริงได้ ส่งเสริมให้เกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และยังช่วยส่งเสริมเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ แต่ยังขาดการส่งเสริมด้านความซาบซึ้งในคุณธรรมจริยธรรม ในการอยากมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาสังคม ความอยากทำโครงงานของนักเรียน และยังขาดการเน้นการใช้บริบทของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ สถานการณ์ในชีวิตที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งในระดับส่วนตัว สังคม และโลก ตามกรอบการประเมินของ PISA จึงได้นำแนวคิดประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-Scientific Issue: SSI) เข้ามาเติมเต็ม เพราะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบททั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย และเป็นประเด็นทางสังคมที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและยังหาข้อสรุปไม่ได้ ซึ่งกำลังเป็นที่ถกเถียงกันอันเนื่องมาจากความแตกต่างทางความคิดเห็นเกี่ยวกับความถูกต้องความเหมาะสมของแนวคิดสะท้อนทัศนะเหตุผลที่เกี่ยวข้องทางด้านจริยธรรม นำไปสู่ การตัดสินใจในเชิงคุณธรรม (Sadler, 2002) ส่งเสริมความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในการพัฒนาการรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Pope, 2017; Zeidler, Sadler, Simmons, & Howes, 2005) ส่งเสริมผู้เรียนในหลาย ๆ ด้าน เช่น ส่งเสริมทักษะ

การคิดขั้นสูง ทักษะในการตัดสินใจและลงความเห็น ทักษะและความสามารถในการอภิปรายอย่างเป็นเหตุเป็นผลโดยมีหลักการทางวิทยาศาสตร์และมีหลักฐานประกอบ (Pedretti, 1999) พัฒนาทักษะการโต้แย้ง และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ (Watson & Glaser, 1964) ซึ่งการโต้แย้ง (Argumentation) เป็นการแสดงความคิดเห็นตั้งแต่ 2 คนหรือมากกว่า ที่มีความเห็นในการสนทนาไม่ตรงกัน (Lin & Mintzes, 2010) วิธีนี้เป็นการสร้างและการอ้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่นำไปสู่ข้อสรุป โดยจะเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างเพื่อการยอมรับหรือไม่ยอมรับ ทักษะการโต้แย้งสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความมั่นใจในการตัดสินใจในชีวิตและการมีส่วนร่วมในฐานะการเป็นพลเมืองที่รับผิดชอบในสังคมประชาธิปไตย (Driver, Newton & Osborne, 2000) และช่วยส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ลักษณะ (Features) ที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ โดยนำลักษณะสำคัญของแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานและลักษณะสำคัญของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมที่ได้กล่าวไปแล้วมาสังเคราะห์เป็นลักษณะสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น แสดงไว้ดังตาราง 3 และภาพประกอบ 9

ตาราง 3 ตารางสังเคราะห์ลักษณะ (Features) สำคัญของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

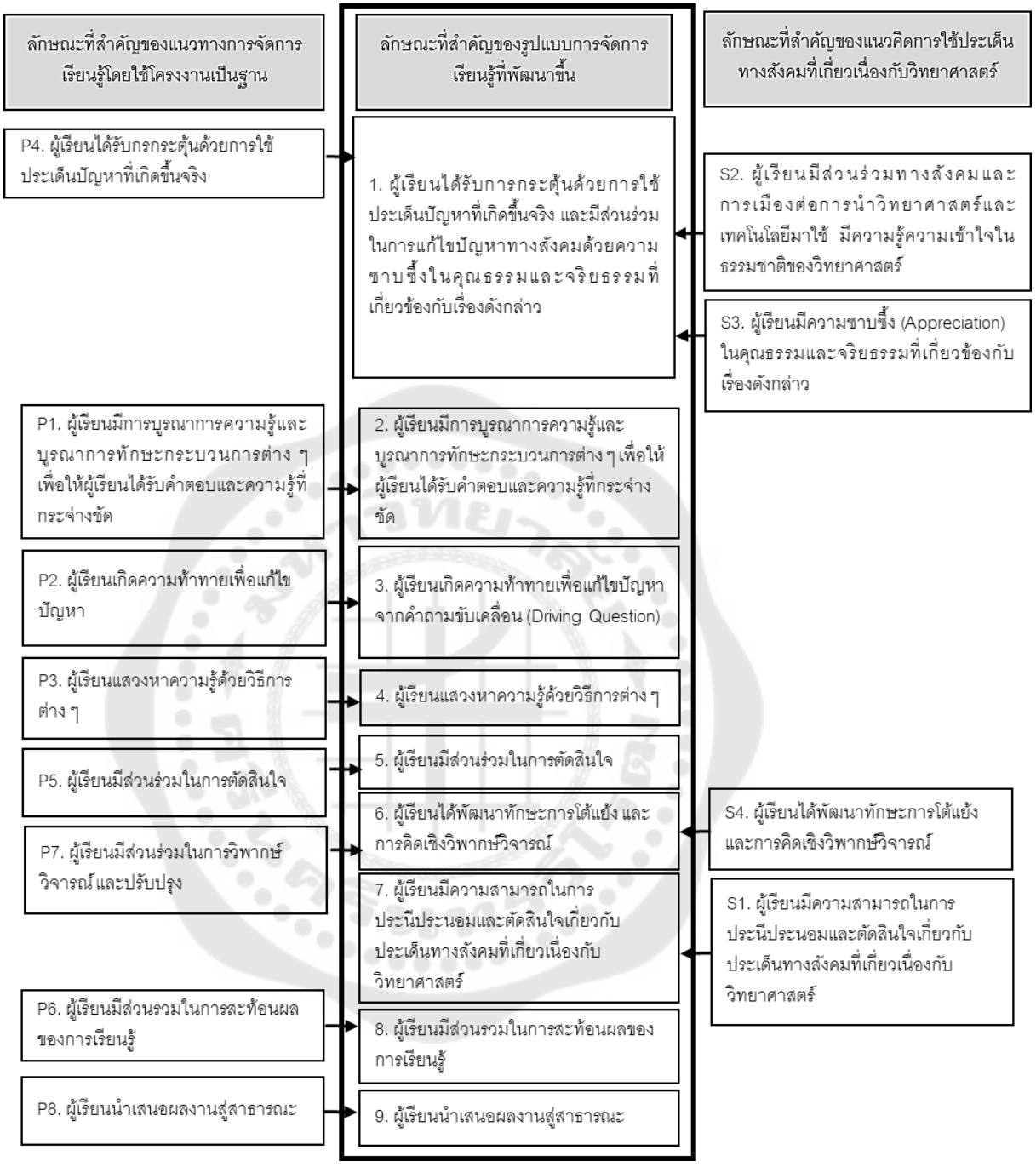
ลักษณะสำคัญของแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	ลักษณะสำคัญของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์	ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น
(P1). ผู้เรียนมีการบูรณาการความรู้และบูรณาการทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับคำตอบและความรู้ที่กระจ่างชัด (P2). ผู้เรียนเกิดความท้าทายเพื่อแก้ไขปัญหา (P3). ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ (P4). ผู้เรียนได้รับกรกระตุ้นด้วยการใช้ประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริง (P5). ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ	(S1). ผู้เรียนมีความสามารถในการประนีประนอมและตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (S2). ผู้เรียนมีส่วนร่วมทางสังคมและการเมืองต่อการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ มีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	1. ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นด้วยการใช้ประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริง และมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาทางสังคมด้วยความซาบซึ้งในคุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าว (P4) (S2) (S3) 2. ผู้เรียนมีการบูรณาการความรู้และบูรณาการทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับคำตอบและความรู้ที่กระจ่างชัด (P1)

ตาราง 3 (ต่อ)

ลักษณะสำคัญของแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	ลักษณะสำคัญของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์	ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น
(P6). ผู้เรียนมีส่วนรวมในการสะท้อนผลของการเรียนรู้ (P7). ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการวิพากษ์วิจารณ์ และปรับปรุง (P8). ผู้เรียนนำเสนอผลงานสู่สาธารณะ	(S3). ผู้เรียนมีความซาบซึ้ง (Appreciation) ใน คุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าว (S4). ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการโต้แย้ง และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์	3. ผู้เรียนเกิดความท้าทายเพื่อแก้ไขปัญหาจากคำถามขับเคลื่อน (Driving Question) (P2) 4. ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ (P3) 5. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (P5) 6. ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการโต้แย้ง และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ (P7,S4) 7. ผู้เรียนมีความสามารถในการประนีประนอมและตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (S1)

ตาราง 3 (ต่อ)

ลักษณะสำคัญของแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	ลักษณะสำคัญของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์	ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น
		8. ผู้เรียนมีส่วนรวมในการสะท้อนผลของการเรียนรู้ (P6) 9. ผู้เรียนนำเสนอผลงานสู่สาธารณะ (P8)



ภาพประกอบ 9 สังเคราะห์ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

จากตาราง 3 และภาพประกอบ 9 สำหรับการวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ การศึกษาแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ โดยมีลักษณะ (Features) ที่สำคัญ 9 ประการ สรุปได้ดังนี้

1. ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นด้วยการใช้ประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริง และมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาทางสังคมด้วยความซาบซึ้งในคุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าว

2. ผู้เรียนมีการบูรณาการความรู้และบูรณาการทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับคำตอบและความรู้ที่กระจ่างชัด

3. ผู้เรียนเกิดความท้าทายเพื่อแก้ไขปัญหาจากคำถามขับเคลื่อน (Driving Question)

4. ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ

5. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ

6. ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการโต้แย้ง และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์

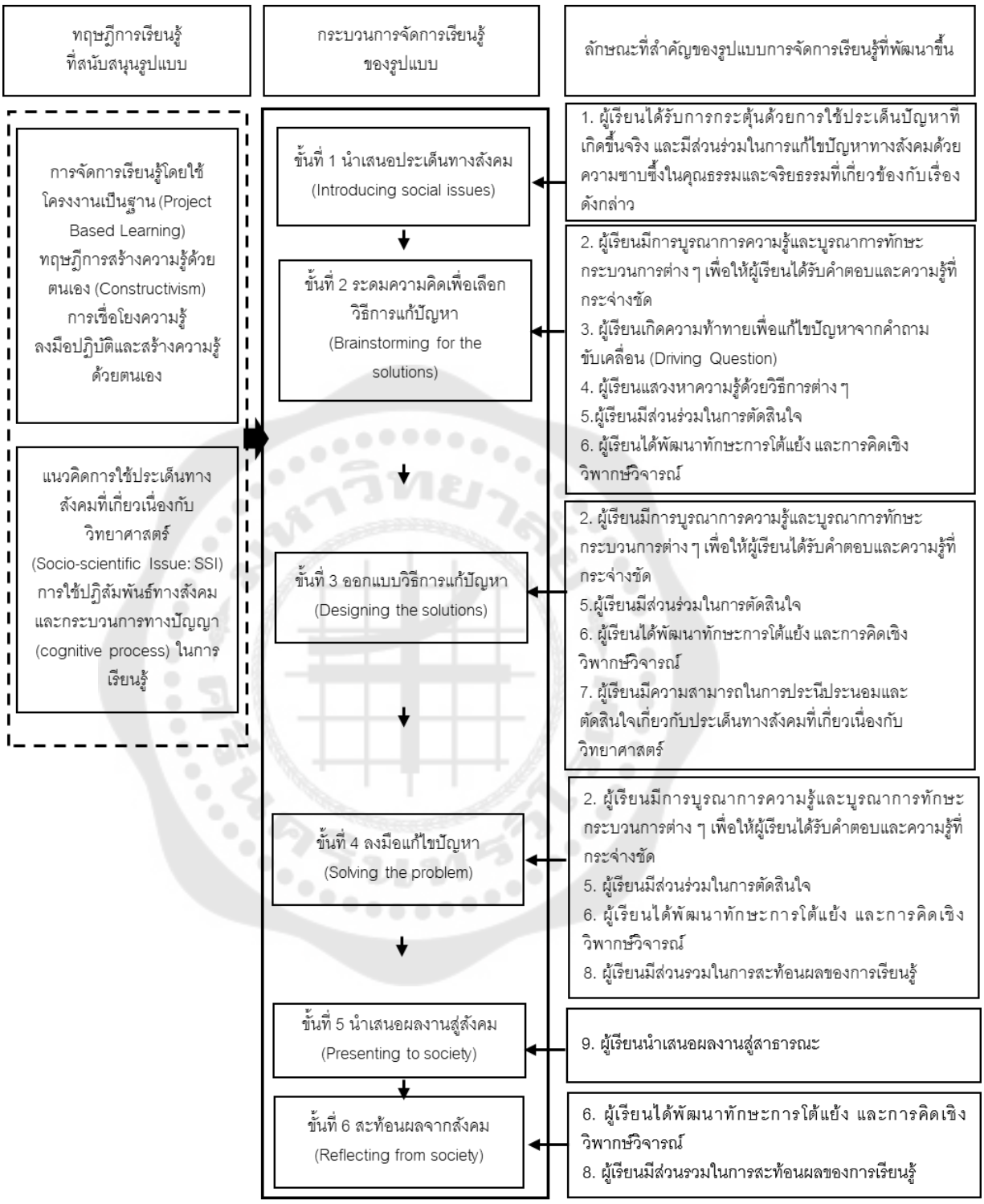
7. ผู้เรียนมีความสามารถในการประนีประนอมและตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

8. ผู้เรียนมีส่วนรวมในการสะท้อนผลของการเรียนรู้

9. ผู้เรียนนำเสนอผลงานสู่สาธารณะ

5.2 กระบวนการการจัดการเรียนรู้

จากคุณลักษณะสำคัญที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์มาดังกล่าวข้างต้นนั้น ผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยกำหนดเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีลำดับขั้นตอนแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนในการเรียนรู้ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 การกำหนดเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามคุณลักษณะสำคัญของรูปแบบ

การกำหนดขั้นการสอนกับคุณลักษณะที่สำคัญของรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยสรุปขั้นของกระบวนการจัดการเรียนรู้ รายละเอียด และสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่เกิดกับผู้เรียนได้ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอประเด็นทางสังคม (Introducing Social Issues) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเกิดการตั้งคำถาม เกิดข้อสงสัยในประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในสังคมและยังต้องการการแก้ไขอยู่ผ่านการดูคลิปวิดีโอ ข่าวในหนังสือพิมพ์ หรือสื่อต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงปัญหา มีความสนใจที่จะแก้ปัญหาโดยรับรู้ว่าเป็นปัญหาที่ตนเองจะต้องมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา และอภิปรายร่วมกันถึงคุณธรรมจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาด้วย เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงประโยชน์จากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับบุคคลและสังคม โดยมีเหตุผลสนับสนุน

(ส่งเสริมสมรรถนะ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม)

ขั้นที่ 2 ระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Brainstorming For the Solutions)) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องคิดและระบุข้อมูลที่ต้องสืบค้น พร้อมแหล่งข้อมูลในการสืบค้น เพื่อค้นหาคำตอบ และนำไปสู่การเรียนรู้เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผ่านการถูกกระตุ้นโดยคำถามขับเคลื่อน (Driving Question) จากผู้สอน ซึ่งเป็นคำถามที่เปิดกว้าง ไม่มีคำตอบที่ชัดเจนเพียงคำตอบเดียว

(ส่งเสริมสมรรถนะ 1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้ และเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย 2. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านการระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ แยกแยะและประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Designing the Solutions) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องระบุข้อมูลที่ต้องนำมาใช้ประกอบในการแก้ไขปัญหา และออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาให้ชัดเจนว่าจะทำผลงานออกมาในรูปแบบไหน สร้างเป็นโมเดล สร้างนวัตกรรมออกมาเป็นชิ้นงาน หรือ ในรูปแบบการรณรงค์ผ่านสื่อออนไลน์ โดยผู้เรียนแบ่งหน้าที่สมาชิกสืบค้นและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในเชิงลึกจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย จากเอกสาร หนังสือ หรือจากบุคคลภายนอก ปราชญ์ชาวบ้าน เป็นเนื้อหาที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดที่เรียน และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในประเด็นปัญหานั้น ๆ และสามารถออกแบบ

วิธีการที่เหมาะสมที่จะแก้ไขปัญหาได้ ภายใต้การชี้แนะแนวทางและอำนวยความสะดวกจากผู้สอน

(ส่งเสริมสมรรถนะ 1. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในด้านสามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 2. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านการระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ แยกแยะและประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)

ขั้นที่ 4 ลงมือแก้ไขปัญหา (Solving the Problem) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติแก้ไขปัญหาตามวิธีการที่สมาชิกในกลุ่มได้ออกแบบร่วมกันไว้ ออกแบบสร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงานที่จะช่วยแก้ไขปัญหา ทดสอบประสิทธิภาพ เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และแปลผลข้อมูล และสรุปผล พร้อมการพิจารณาร่วมกันของสมาชิกในกลุ่มว่านวัตกรรมหรือชิ้นงานที่สร้างสามารถแก้ปัญหาได้มากน้อยอย่างไร อีกทั้งสมาชิกในกลุ่มกับผู้สอนต้องร่วมกันสะท้อนผล วิจารณ์และรับฟังคำวิจารณ์การเรียนรู้ในด้านประสิทธิภาพในการหาข้อมูล กระบวนการลงมือปฏิบัติ คุณภาพของผลงาน อุปสรรคที่พบและวิธีการแก้ไขปัญหาทางสังคมนั้นมีความเหมาะสมหรือไม่

(ส่งเสริมสมรรถนะ 1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล 2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในด้านประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านการแปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป)

ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงานสู่สังคม (Presenting to Society) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำเสนอผลงานที่สร้างเพื่อแก้ไขปัญหาสังคมในชั้นเรียนต่อครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียนในรูปแบบตามความเหมาะสม ในรูปแบบการบรรยาย การจัดกระทำข้อมูลในรูปของรายงาน กราฟ แผนภูมิ แบบจำลอง โปสเตอร์ วิดีโอ โดยให้อธิบายแนวคิด ขั้นตอนการออกแบบ การสร้าง และการนำไปใช้แก้ปัญหา จากนั้นผู้เรียนมีการนำเสนอผลงานต่อสังคมในรูปแบบการจัดนิทรรศการ การ

แสดงละคร เพาเวอร์พอยท์ วีดีทัศน์ สื่อสังคมออนไลน์ เฟซบุ๊ก (Facebook) ยูทูบ (Yutube) หรือเว็บไซต์ของโรงเรียน ตามความเหมาะสมและความพร้อมของผู้เรียน

(ส่งเสริมสมรรถนะ 1. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้าน แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป)

ขั้นที่ 6 สะท้อนผลจากสังคม (Reflecting from Society) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้ทบทวนการทำโครงงาน เพื่อแก้ไขปัญหาสังคม ว่าพบปัญหาใดบ้าง ผิดพลาดหรือมีข้อบกพร่องตรงไหน ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร ได้ประโยชน์อย่างไร และสามารถนำความรู้นั้นไปพัฒนาปรับปรุงงานได้อย่างดียิ่งขึ้น ผู้เรียนแลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนในชั้นเรียน กับผู้สอน โดยนำความคิดเห็นจากผู้ประเมินโครงงาน และความคิดเห็นจากสังคมของผู้ที่ได้รับชมโครงงานมาพิจารณาร่วมกัน เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงความสำเร็จของโครงงาน เพื่อนำคำวิจารณ์ที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงานและผลงานในอนาคต

(ส่งเสริมสมรรถนะ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม)

ภาพประกอบ 11 สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่เกิดกับผู้เรียนในแต่ละขั้นของกระบวนการจัดการเรียนรู้

5.3 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้

จากการสังเคราะห์เอกสารที่กล่าวมาข้างต้นดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสามารถพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 นำเสนอประเด็นทางสังคม (Introducing Social Issues) ขั้นที่ 2 ระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Brainstorming For the Solutions) ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Designing the Solutions) ขั้นที่ 4 ลงมือแก้ไขปัญหา (Solving the Problem) ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงานสู่สังคม (Presenting to Society) และขั้นที่ 6 สะท้อนผลจากสังคม (Reflecting from Society) แล้วนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานและประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณา แก้ไข ตรวจสอบ ประเมินความเหมาะสมและสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้านหลักสูตร ด้านการวัดผลและประเมินผล แล้วนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้นำเสนอแนวทางสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้นโดยเสนอถึงบทบาทของผู้สอนและพฤติกรรมของนักเรียน ดังตาราง 4

ตาราง 4 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ บทบาทของผู้สอน และบทบาทนักเรียน

รูปแบบการจัดการเรียนรู้	บทบาทผู้สอน	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 1 นำเสนอประเด็นทางสังคม (Introducing Social Issues) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเกิดการตั้งคำถาม เกิดข้อสงสัยในประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในสังคมและยังต้องการการแก้ไขอยู่ผ่านการดูคลิปวิดีโอ ข่าวในหนังสือพิมพ์หรือสื่อต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงปัญหา มีความสนใจที่จะแก้ปัญหาโดยรับรู้ว่าเป็นปัญหาที่ตนเองจะต้องมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา และอภิปรายร่วมกันถึงคุณธรรมจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาด้วย เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงประโยชน์จากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับบุคคลและสังคม โดยมีเหตุผลสนับสนุน	1) ผู้สอนนำประเด็นทางสังคมเกิดขึ้นจริงในปัจจุบันที่เป็นปัญหา จากสื่อต่าง ๆ ใกล้ตัวผู้เรียน เช่น โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ วารสาร สื่อออนไลน์ ที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อชีวิตของบุคคลและสังคม มากระตุ้นผู้เรียนให้เกิดเกิดข้อสงสัย และความสนใจในการแก้ไขปัญหานั้น ๆ 2) ผู้สอนต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความซาบซึ้งในคุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าว	1) พิจารณาประเด็นทางสังคมอย่างละเอียดและรอบคอบด้วยใจที่เปิดกว้าง 2) พิจารณาประเด็นทางสังคมที่เป็นปัญหาด้วยใจที่เป็นกลาง และคำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรม พิจารณาว่าปัญหานั้นส่งผลต่อชีวิตตนเอง ครอบครัว สังคม ประเทศ หรือโลกอย่างไร 3) เชื่อมโยงปัญหาจากประสบการณ์จริงกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับ

ตาราง 4 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้	บทบาทผู้สอน	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 2 ระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Brainstorming for the Solutions) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องคิดและระบุข้อมูลที่ต้องสืบค้น พร้อมแหล่งข้อมูลในการสืบค้น เพื่อค้นหาคำตอบ และนำไปสู่การเรียนรู้เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผ่านการถูกกระตุ้นโดยคำถามขับเคลื่อน (Driving Question) จากผู้สอน ซึ่งเป็นคำถามที่เปิดกว้าง ไม่มีคำตอบที่ชัดเจนเพียงคำตอบเดียว	1) ผู้สอนแบ่งกลุ่มนักเรียน 2) ผู้สอนถามคำถามขับเคลื่อน (Driving Question) ที่ท้าทายให้ผู้เรียนต้องการค้นหาคำตอบ 3) ผู้สอนคอยอำนวยความสะดวก ควบคุมดูแล กระตุ้นความคิดและให้คำปรึกษากับนักเรียน	1) แบ่งกลุ่มและทำงานร่วมกัน 2) ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับประเด็นปัญหานั้น 3) ตัดสินใจตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ด้วยความซาบซึ้งในคุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าว 4) กำหนดช่องทางการหาข้อมูล วิธีการ และผลงานที่ต้องการนำมาแก้ไขปัญหาสังคมดังกล่าว

ตาราง 4 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้	บทบาทผู้สอน	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Designing the Solutions) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องระบุข้อมูลที่ต้องนำมาใช้ประกอบในการแก้ไขปัญหา และออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาให้ชัดเจนว่าจะทำผลงานออกมาในรูปแบบไหน สร้างเป็นโมเดล สร้างนวัตกรรมออกมาเป็นชิ้นงาน หรือ ในรูปแบบการรณรงค์ผ่านสื่อออนไลน์ โดยผู้เรียนแบ่งหน้าที่สมาชิกสืบค้นและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในเชิงลึกจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย จากเอกสาร หนังสือ หรือจากบุคคลภายนอก ปราชญ์ชาวบ้าน เป็นเนื้อหาที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดที่เรียน และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในประเด็นปัญหานั้น ๆ และสามารถออกแบบวิธีการที่เหมาะสมที่จะแก้ไขปัญหาได้ ภายใต้การชี้แนะแนวทางและอำนวยความสะดวกจากผู้สอน	1) ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะแนวทางและอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน ให้คำปรึกษากับนักเรียน 2) ผู้สอนคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการค้นคว้าข้อมูลในเชิงลึกจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น เอกสาร หนังสือ หรือจากบุคคลภายนอก ปราชญ์ชาวบ้าน เป็นต้น	1) ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันระบุสิ่งที่ตนเองต้องการรู้และสิ่งที่ต้องการทำขึ้นให้ชัดเจนโดยเขียนออกแบบร่วมกัน 2) ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันค้นคว้าข้อมูลในเชิงลึก 3) ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันออกแบบวิธีการ ขั้นตอนการแก้ไขปัญหา อย่างชัดเจน 4. ผู้เรียนแบ่งหน้าที่สมาชิกในกลุ่มทำงานอย่างชัดเจน

ตาราง 4 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้	บทบาทผู้สอน	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 4 ลงมือแก้ไขปัญหา (Solving the Problem) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติแก้ไขปัญหาตามวิธีการที่สมาชิกในกลุ่มได้ออกแบบร่วมกันไว้ ออกแบบสร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงานที่จะช่วยแก้ไขปัญหา ทดสอบประสิทธิภาพ เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และแปลผลข้อมูล และสรุปผล พร้อมการพิจารณาร่วมกันของสมาชิกในกลุ่มว่านวัตกรรมหรือชิ้นงานที่สร้างสามารถแก้ปัญหาได้มากน้อยอย่างไร อีกทั้งสมาชิกในกลุ่มกับผู้สอนต้องร่วมกันสะท้อนผล วิจารณ์และรับฟังคำวิจารณ์การเรียนรู้ในด้านประสิทธิภาพในการหาข้อมูล กระบวนการลงมือปฏิบัติ คุณภาพของผลงาน อุปสรรคที่พบและวิธีการแก้ไขปัญหาทางสังคมนั้นมีความเหมาะสมหรือไม่	1) อำนวยความสะดวกในการปฏิบัติโครงงานของผู้เรียน เช่น จัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น เป็นต้น 2). ติดตามความก้าวหน้าการปฏิบัติโครงงานของผู้เรียน 3) ติดตามสถานการณ์ สภาพปัญหาในการปฏิบัติโครงงานของผู้เรียนระหว่างการปฏิบัติงาน 4) ติดตามพฤติกรรม ทักษะกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน เช่น นวัตกรรมที่ใช้ วิธีการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาในการปฏิบัติโครงงานของผู้เรียนระหว่างการปฏิบัติงาน เป็นต้น 5) เสริมแรงทางบวก สร้างขวัญกำลังใจให้ผู้เรียนรู้จักการค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา 6) อำนวยความสะดวกให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม 7) เปิดโอกาสให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนและครูผู้สอน	1) ลงมือทำปฏิบัติแก้ไขปัญหาทางสังคม 2) รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติ 3) วิเคราะห์และแปลผลข้อมูลการดำเนินงาน 6) ตรวจสอบผลการลงมือปฏิบัติ ว่าสอดคล้องกับปัญหาที่ตั้งไว้หรือไม่ 7) ตรวจสอบความถูกต้อง เช่น วิเคราะห์อภิปราย วิจารณ์แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน พิจารณาประเมินให้รอบคอบทั้งกระบวนการ

ตาราง 4 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้	บทบาทผู้สอน	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงานสู่สังคม (Presenting to Society) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำเสนอผลงานการแก้ปัญหาต่อครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียนในรูปแบบการบรรยายและเล่มรายงานการแก้ปัญหา โดยนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาขั้นตอนการออกแบบ การสร้าง และการนำไปใช้แก้ปัญหา การจัดกระทำข้อมูล การนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟ แผนภูมิ แบบจำลอง โปสเตอร์ วิดีโอ จากนั้นผู้เรียนนำเสนอผลงานต่อสังคมในรูปแบบการจัดนิทรรศการ การแสดงละคร เพาเวอร์พอยท์ หรือวีดีทัศน์ ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ เฟซบุ๊ก (Facebook) ยูทูบ (Youtube) หรือเว็บไซต์ของโรงเรียน ตามความเหมาะสมและความพร้อมของผู้เรียน	1) แนะนำแนวทางในการจัดกระทำข้อมูล 2) คอยแนะนำให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล 3) ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลให้นักเรียนอีกครั้ง 4) จัดกิจกรรมในการนำเสนอผลงานให้กับนักเรียน หรือเสนอแนะช่องทางการสื่อสารข้อมูลสู่สาธารณะ ชุมชน หรือสังคม	1) นักเรียนสรุปรายงานผลการทำโครงการที่ใช้แก้ไขประเด็นปัญหาที่กำหนดไว้ โดยการอธิบายแนวคิด วิธีดำเนินงาน ผลที่ได้ ข้อสรุป ข้อเสนอแนะต่าง ๆ โดยพิจารณาผลที่ได้ เชื่อมโยงกับประเด็นนั้น ๆ อย่างซาบซึ้งในคุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าว 2) นักเรียนจัดกระทำข้อมูลในรูปของรายงาน กราฟ แผนภูมิ แบบจำลอง โปสเตอร์ วิดีโอ เป็นต้น 3) นำเสนอผลงานต่อครูผู้สอนและนำเสนอต่อสังคมในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ผ่านการการจัดนิทรรศการ การแสดงละคร เพาเวอร์พอยท์ วีดีทัศน์ สื่อสังคมออนไลน์ เช่น เฟซบุ๊ก (Facebook) หรือเว็บไซต์ของโรงเรียน เป็นต้น

ตาราง 4 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้	บทบาทผู้สอน	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 6 สะท้อนผลจากสังคม (Reflecting from Society) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้ทบทวนการทำโครงงานเพื่อแก้ไขปัญหาว่าพบปัญหาใดบ้าง ผิดพลาดหรือมีข้อบกพร่องตรงไหน ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร ได้ประโยชน์อย่างไร และสามารถนำความรู้นั้นไปพัฒนาปรับปรุงงานได้อย่างดียิ่งขึ้น ผู้เรียนแลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนในชั้นเรียน กับผู้สอน โดยนำความคิดเห็นจากผู้ประเมินโครงงาน และความคิดเห็นจากสังคมของผู้ที่ได้รับชมโครงงานมาพิจารณาร่วมกัน เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงความสำเร็จของโครงงาน เพื่อนำคำวิจารณ์ที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงานและผลงานในอนาคต	1) ผู้สอนและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องประเมินกระบวนการการทำโครงงานของนักเรียน ด้วยใจที่เป็นกลาง 2) ผู้สอนและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องประเมินผลการแก้ไขปัญหาตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ด้วยใจที่เป็นกลาง 3) นำความคิดเห็นของผู้ที่ได้รับชมโครงงาน ซึ่งเป็นบุคคลภายนอก เช่น คนในชุมชน จากสังคมออนไลน์ มาพูดคุยกัน	1) นักเรียนทบทวนแนวคิดของตนที่แสดงมาเพื่อแก้ไขปัญหานั้น ตั้งแต่ต้นจนเสร็จสิ้นกระบวนการ พิจารณาปัญหา ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น พร้อมเสนอวิธีปรับแก้ไข และบอกถึงประโยชน์ที่ได้รับ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร 2) นักเรียนประเมินโครงงานของเพื่อนกลุ่มอื่น ผลประเมินจากครู ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ชุมชน หรือจากสังคมออนไลน์ ด้วยใจที่เปิดกว้าง และยอมรับฟังความคิดเห็น และผลประเมินจากผู้อื่น

6. ความพึงพอใจ

6.1 ความหมายของความพึงพอใจ

จากการศึกษาทฤษฎีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ ได้มีนักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้ให้ความหมายของความพึงพอใจ โดย ทรงสมร (ทรงสมร คชเลิศ, 2543, น. 12) ได้กล่าวถึงความพอใจไว้ว่าเป็นเรื่องเกี่ยวกับอารมณ์ความรู้สึก และทัศนคติของบุคคล อันเนื่องมาจากสิ่งเร้า ซึ่งปรากฏออกมาทางพฤติกรรมว่ารู้สึกชอบรู้สึกพอใจและมีทัศนคติที่ดีต่อสิ่งนั้น ๆ สอดคล้องกับ อนิรุทธ์ (อนิรุทธ์ สติมั่น, 2550, น. 105) กล่าวถึงความพอใจไว้ว่า เป็นความรู้สึก ความชอบความพอใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือทัศนคติในทางที่ดีของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เมื่ออยู่ในสภาวะของการมีความสุข เมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย ตามความต้องการ ตามสิ่งที่ได้คาดหวังไว้หรือแรงจูงใจที่ตนเองได้ตั้งใจไว้ นอกจากนี้ กู๊ด (Good, 1973, p. 320) ได้กล่าวถึงความพึงพอใจหมายถึง สภาพคุณภาพหรือระดับความพึงพอใจซึ่งเป็นผลมาจากความสนใจต่าง ๆ และทัศนคติที่บุคคลมีต่อสิ่งที่ทำอยู่ และวัลแมน (Wolman, 1973, p. 384) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจ คือ ความรู้สึกที่มีความสุขเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมายและความต้องการ

จากการศึกษาความหมายของความพึงพอใจพอสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ คือ ความรู้สึกหรือทัศนคติของบุคคลที่แสดงออกถึงการชอบ การพอใจ การประทับใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เมื่อสิ่งนั้นบรรลุเป้าหมายตามที่ตั้งไว้

6.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ คือ ความรู้สึกหรือทัศนคติของบุคคลที่แสดงออกถึง การชอบ การพอใจการประทับใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เมื่อสิ่งนั้นบรรลุเป้าหมายตามที่ตั้งไว้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความต้องการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจ โดย สมรภูมิ (สมรภูมิ ขวัญคุ้ม, 2530, น. 9) ได้กล่าวถึงความพึงพอใจ โดยการสรุปเนื้อความมาจากแนวคิดของ เซเลสนิค (Zalesnich) สรุปได้ว่าความพึงพอใจ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ 1) ความต้องการภายนอกหรือความต้องการทางกายภาพ 2) ความต้องการภายในหรือความต้องการทางจิตใจ และเฮอร์ซเบิร์กและคณะ (Herzberg, Manusner, & Snyderman, 1959, pp. 60-65) กล่าวว่าความพึงพอใจคือพฤติกรรมด้านความรู้สึกที่แสดงออกมา 2 ลักษณะ คือความพอใจและความไม่พอใจ นอกจากนี้ มาสโลว์ (Maslow, 1970, pp. 69-80) ได้เสนอทฤษฎีไว้ดังนี้

1. ลักษณะความต้องการของมนุษย์ มีลักษณะ 5 ประการ ได้แก่ 1) ความต้องการของมนุษย์เป็นไปตามลำดับขั้นความสำคัญ โดยเริ่มจากระดับความต้องการขั้นสูงสุด 2) มนุษย์มีความต้องการอยู่เสมอ เมื่อความต้องการอย่างหนึ่งได้รับการตอบสนองแล้วก็มีความ

ต้องการสิ่งใหม่เข้ามาแทนที่ 3) เมื่อความต้องการในระดับหนึ่งได้รับการตอบสนองแล้วจะไม่จูงใจให้เกิดพฤติกรรมต่อสิ่งนั้น แต่จะมีความต้องการในระดับสูงเข้ามาแทน และเป็นแรงจูงใจให้เกิดพฤติกรรมนั้น และ 4) ความต้องการที่เกิดขึ้นอาศัยซึ่งกันและกัน มีลักษณะควบคู่คือ เมื่อความต้องการอย่างหนึ่งยังไม่หมดสิ้นไปก็จะมีความต้องการอีกอย่างหนึ่งเกิดขึ้นมา

2. ลำดับขั้นความต้องการของมนุษย์ มี 5 ระดับ ได้แก่ 1) ความต้องการทางด้านร่างกาย (Physiological Needs) 2) ความต้องการความปลอดภัย (Safety Needs) 3) ความต้องการทางสังคม (Social Needs) 4) ความต้องการที่ได้รับการยกย่องหรือมีชื่อเสียง (Esteem Needs) และ 5) ความต้องการที่จะประสบความสำเร็จในชีวิต (Self-Actualization Needs)

จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจสรุปได้ว่า ความพึงพอใจเป็นพฤติกรรมการแสดงความรู้สึกของบุคคล อันเกิดจากความพอใจ ความชอบ ความประทับใจ

6.3 วิธีการสร้างความพึงพอใจในชั้นเรียน

การสร้างความพอใจในการเรียนรู้เป็นอีกหนึ่งวิธีที่ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงวิธีการสร้างความพึงพอใจในการเรียน โดย ฉวีวรรณ (ฉวีวรรณ สีสม, 2555, น. 70) ได้กล่าวว่าผู้สอนควรส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนรู้ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ตอบสนองต่อความสนใจของนักเรียน การวัดผลและประเมินผลจะต้องมีความหลากหลายและมีความน่าเชื่อถือสามารถวัดได้ครอบคลุมทุกด้าน สอดคล้องกับสุรศักดิ์ (สุรศักดิ์ รักษา, 2556, น. 72) ได้กล่าวถึงความพึงพอใจในการเรียนเกิดจากองค์ประกอบสำคัญเหล่านี้คือ คุณสมบัติของครู กิจกรรมการเรียนที่สามารถจัดให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่ตนต้องการ การวัดและประเมินผลการสอน จึงจะประสบความสำเร็จ นอกจากนี้ สกินเนอร์ (Skinner, 1972) ได้กล่าวถึงความพึงพอใจว่า คือการจัดให้บุคคลได้มีความเป็นตัวของตัวเอง มีความรับผิดชอบต่อการกระทำของตนและมีเสรีภาพ และบลูม (Bloom, 1976, pp. 72-74) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนว่า ควรจัดให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมตามความต้องการ จะทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น พร้อมทั้งความมั่น ใจในการปฏิบัติต่องาน ที่เป็นวิชาบังคับกับวิชาเลือก เช่น เกมส์ ดนตรีและจะทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้รวดเร็วและประสบความสำเร็จสูง

โดยสรุปการสร้างความพึงพอใจในการเรียน คือการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ทำตามความถนัดและความสนใจ เพื่อให้นักเรียนเกิดความพอใจ ความกระตือรือร้นที่จะทำการใด ๆ ได้อย่างประสิทธิภาพสูงสุด และเพื่อการวัดและประเมินผลประสบความสำเร็จตามที่ตั้งไว้

6.4 การวัดและประเมินผลของความพึงพอใจ

หลักการในการวัดความพึงพอใจในการเรียนสามารถทำได้หลากหลายวิธี ดังที่นักการศึกษาได้นำเสนอดังนี้ สาโรจน์ (สาโรจณ์ ไสยสมบัติ, 2534, น. 39) ได้กล่าวถึงการวัดความพึงพอใจที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายนั้นคือการใช้แบบสอบถาม โดยได้เสนอแนวทางในการวัดความพึงพอใจ ดังนี้ 1) การสัมภาษณ์ 2) การสังเกต อาจได้มาจากแบบสังเกตพฤติกรรม และ ภณิดา ชัยปัญญา (2541) ได้กล่าวไว้ว่า การวัดความพึงพอใจนั้นสามารถทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้ 1) การใช้แบบสอบถามมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถกระทำได้ในลักษณะกำหนดคำตอบให้เลือกหรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าว อาจถามความพอใจในด้านต่าง ๆ 2) การสัมภาษณ์เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจทางตรง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีจึงจะได้ข้อมูลที่เป็นจริง 3) การสังเกต เป็นวิธีวัดความพึงพอใจโดยการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมายไม่ว่าจะแสดงออกโดยการพูด กิริยา ท่าทาง วิธีนี้ต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและสังเกตอย่างมีระเบียบ

จากการศึกษาหลักการวัดและประเมินความพึงพอใจในการเรียน พบว่า สามารถทำได้หลากหลายวิธี แต่ส่วนใหญ่นิยมใช้แบบสอบถาม เพื่อจะได้ข้อมูลตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เนื่องจากแบบสอบถามเป็นการวัดการประเมินที่ไม่มีการเปิดเผยข้อมูลของผู้ให้ข้อมูล

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) และประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (SSI) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ข้อความในแบบสอบถามเกี่ยวกับความรู้สึกชอบหรือความพอใจและความไม่พอใจประกอบด้วย ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ ด้านเครื่องมือวัดผลและประเมินผล และด้านผู้สอน โดยปรับปรุงมาจากแบบวัดความพึงพอใจในการเรียนของ ทรงสมร (ทรงสมร คชเลิศ, 2543) ชนิดา (ชนิดา จันทร์ธีรยุทธ์, 2545) ฉวีวรรณ (ฉวีวรรณ สีสม, 2555) จำนวน 30 ข้อ โดยในแต่ละข้อมีตัวเลือก 5 ระดับ ได้แก่ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย พึงพอใจน้อยที่สุด โดยใช้เกณฑ์คะแนนดังนี้

ระดับความพึงพอใจ	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
ระดับ 5	4.21-5.00	พึงพอใจมากที่สุด
ระดับ 4	3.41-4.20	พึงพอใจมาก
ระดับ 3	2.61-3.40	พึงพอใจปานกลาง
ระดับ 2	1.81-2.60	พึงพอใจน้อย
ระดับ 1	1.00-1.80	พึงพอใจน้อยที่สุด

และในการประเมินความพึงพอใจผู้วิจัยเพิ่มเติมส่วนแบบสอบถามปลายเปิดให้นักเรียนวิจารณ์และเสนอแนะเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้อีก 3 ข้อ

สรุปจากการศึกษาเอกสารทั้งหมดที่ได้ทำการค้นคว้า ผู้วิจัยได้นำ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

โดยที่ผู้วิจัยได้วางกรอบแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ให้มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ที่เน้นนักเรียนมีการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งเป็นการเตรียมพร้อมเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ฝึกให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ ใช้กระบวนการคิด และทักษะในการแก้ปัญหา และได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เป็นการทำงานที่ต่อยอดจากทฤษฎี เกิดความรู้ที่คงทน อีกทั้งผู้เรียนต้องมีความสุข สนใจ และตั้งใจในการเรียน ช่วยในการสร้างเจตคติ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ กระตุ้น ส่งเสริมการพัฒนาทางปัญญาในเรื่องศีลธรรมและจริยธรรม ตลอดจนตระหนักถึงการพึ่งพาระหว่างวิทยาศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยเรียนรู้จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อช่วยส่งเสริมทักษะต่าง ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ขั้นสูง ทักษะการสืบสอบ การรู้วิทยาศาสตร์ การตัดสินใจ และการอภิปรายอย่างเป็นเหตุเป็นผลด้วยวิทยาศาสตร์ ประเมินคุณค่าและความน่าเชื่อถือของข้อมูล ความเข้าใจในธรรมชาติ พิจารณาประเด็นทางวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจการสะท้อนในส่วนหลักการและคุณธรรมที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของตนเอง และสังคมโลกรอบตัว

ผู้วิจัยนำมาเป็นทฤษฎีพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ศึกษาตัวแปรเพิ่มเติมที่เป็นตัวแปรปัญหาของบริบท ในการทำการวิจัยนั้นคือ การศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการ

จัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความพึงพอใจสรุปได้ว่า ผลการเรียนรู้ที่สูงขึ้นอยู่กับความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ดังนั้นจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอเกี่ยวกับที่มาและความสำคัญไว้ในบทที่ 1 โดยได้กล่าวถึงสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ของพลเมืองในประเทศ ที่จะทำการวิจัยเพื่อหาทางแก้ปัญหารวมทั้งความสำคัญของการวิจัย คำถามวิจัย สมมติฐานในการวิจัย กรอบแนวคิดในการวิจัย พร้อมทั้งประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในการวิจัยในครั้งนี้ ส่วนในบทที่ 2 ผู้วิจัยได้นำเสนอเกี่ยวกับที่มาของการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ โดยได้ทำการศึกษา วิเคราะห์สังเคราะห์ เอกสาร ตำรา บทความและงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับเกี่ยวกับทฤษฎีทางการศึกษาของการรู้วิทยาศาสตร์ แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ หลักการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ และความพึงพอใจในการเรียน ซึ่งทั้งหมดเป็นตัวแปรที่สำคัญของการวิจัยในครั้งนี้ ส่วนในเรื่องวิธีการดำเนินการวิจัยและเครื่องมือในการวิจัยนั้น ผู้วิจัยจะนำเสนอไว้ในบทถัดไป

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาผลรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนารูปแบบตามขั้นตอน 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

1. กำหนดประชากร กลุ่มตัวอย่าง และสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

2. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

3. ศึกษารูปแบบการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานและแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ลักษณะต่าง ๆ

4. ศึกษาทฤษฎี ความหมาย องค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์

5. ศึกษาแนวคิดที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์

6. ศึกษาการออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลตามรูปแบบการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 3 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอนตามรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. พัฒนาแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์

3. พัฒนาแบบวัดประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้โครงงานเป็นฐาน ร่วมกับการใช้แนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 ทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1. ทำการศึกษาทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

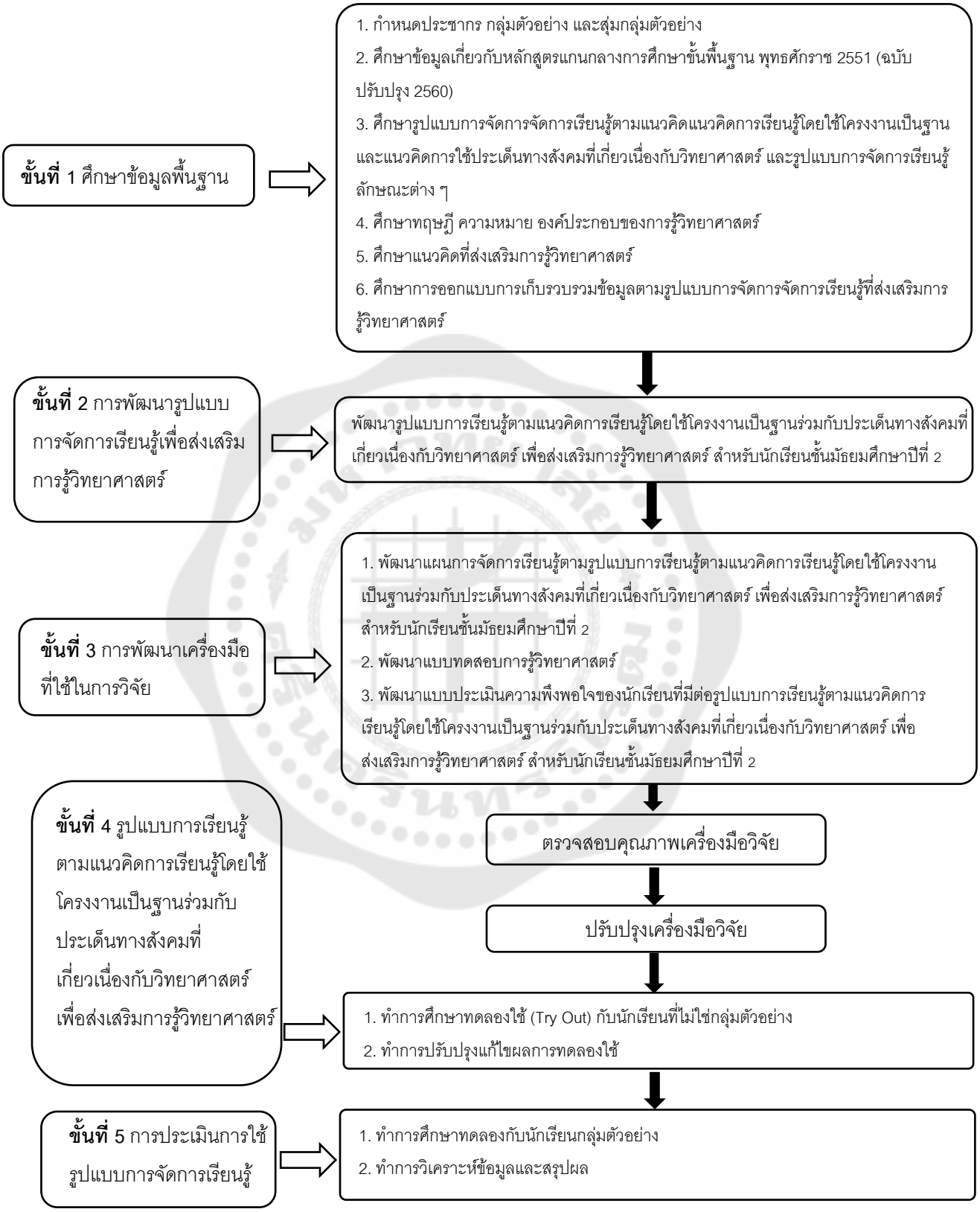
2. ทำการปรับปรุงแก้ไขผลการทดลองใช้

ขั้นที่ 5 การใช้และการประเมินการใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1. ทำการศึกษาทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

สำหรับขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แสดงไว้ดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 ลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

1. การกำหนดประชากร การเลือกกลุ่มตัวอย่าง และออกแบบแผนการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง รวมทั้งการกำหนดแบบแผนการวิจัยดังนี้

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ. 1) ประเภทสามัญศึกษา เขตบางกอกใหญ่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 11 ห้องเรียน รวม 482 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็น นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ. 1) ประเภทสามัญศึกษา เขตบางกอกใหญ่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้อง รวม 40 คน จากนักเรียนทั้งหมด 11 ห้องเรียน โดยแต่ละห้องนักเรียนมีลักษณะในภาพรวมของแต่ละห้องที่คล้ายคลึงกันและเป็นนักเรียนชายล้วน

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีแบบแผนการวิจัยแบบแผนการทดลองเบื้องต้น (pre-experimental design) โดยมีกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม ทดสอบก่อนและหลังเรียน (One - Group Pretest-posttest Design) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง และใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระจากกัน (T - Test for Dependent Samples) ดังตาราง 5

ตาราง 5 แบบแผนการทดลองแบบ One - Group Pretest-posttest Design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	O_1	X	O_2

เมื่อ E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์

O_1 แทน การสอบก่อนการจัดกระทำทดลอง (Pre - Test)

O_2 แทน การสอบหลังการจัดกระทำทดลอง (Post - Test)

2. การศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร แนวคิด หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้

2.1 ศึกษาและวิเคราะห์ หลักสูตรโรงเรียน ตามแนวหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551(ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนที่เหมาะสมกับคำอธิบายรายวิชาจากผลการศึกษาผู้วิจัยเลือกจัดการเรียนรู้ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้ง ผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (หน่วยที่ 7 โลกและการเปลี่ยนแปลง หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.2 เล่ม 2 (ฉบับปรับปรุง 2560) สสวท.) ตัวชี้วัด ม.2/4 ม.2/5 ม.2/6 ม.2/7 ม.2/8 ม.2/9 และ ม.2/10

2.2 ศึกษาเอกสาร หนังสือ ตำรา งานวิจัยและบทความที่เกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ นิยาม ความหมาย องค์ประกอบ ความสำคัญและแนวทางในการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ระดับการรู้วิทยาศาสตร์ วิธีการวัดและประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ เป้าหมายและแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ การศึกษาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดแนวทางการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริม

การรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งได้องค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์ที่ต้องการส่งเสริมให้เด็ก 3 ด้าน ตามกรอบการประเมินสมรรถนะของ PISA คือ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explaining Phenomena Scientifically) 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluating and Designing Scientific Enquiry) 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpreting Data and Evidence Scientifically)

2.3 ศึกษาเอกสาร หนังสือ ตำรา งานวิจัยและบทความที่เกี่ยวกับแนวคิดการใช้โครงงานเป็นฐาน และแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ โดยนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดแนวทางการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ลักษณะ (Features) ที่สำคัญการของจัดการเรียนรู้ 9 ลักษณะ

2.4 ศึกษาเอกสาร หนังสือ ตำรา งานวิจัยและบทความที่เกี่ยวกับแนวคิดการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ บทบาทของผู้เรียน บทบาทผู้สอน การวัดผลและการประเมินผล โดยทำการสังเคราะห์แล้วนำมาเป็นกรอบและเป็นแนวทาง เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ และได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ที่มีลำดับขั้นการสอนแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 นำเสนอประเด็นทางสังคม (Introducing Social Issues) ขั้นที่ 2 ระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Brainstorming For the Solutions) ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Designing the Solutions) ขั้นที่ 4 ลงมือแก้ไขปัญหา (Solving the Problem) ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงานสู่สังคม (Presenting to Society) และขั้นที่ 6 สะท้อนผลจากสังคม (Reflecting from Society)

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้นำเสนอขั้นตอนการพัฒนาดังนี้

การสร้างกรอบแนวคิดของรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสาร หนังสือ ตำรา งานวิจัยและบทความที่เกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ แนวคิดการใช้โครงงานเป็นฐาน และประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ในบทที่ 2 มาสังเคราะห์เพื่อนำมาพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ทำการวิเคราะห์ความสอดคล้องแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. ศึกษารายละเอียดและสังเคราะห์ขั้นตอนรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3. พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

จากการสังเคราะห์เอกสารที่กล่าวมาข้างต้นดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสามารถพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 นำเสนอประเด็นทางสังคม (Introducing Social Issues) ขั้นที่ 2 ระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Brainstorming For the Solutions) ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Designing the Solutions) ขั้นที่ 4 ลงมือแก้ไขปัญหา (Solving the Problem) ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงานสู่สังคม (Presenting to Society) และขั้นที่ 6 สะท้อนผลจากสังคม (Reflecting from Society) แล้วนำรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาแก้ไข ตรวจสอบ ประเมินความเหมาะสมและสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้านหลักสูตร ด้านการวัดผลและประเมินผล แล้วนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้นำเสนอแนวทางสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้นโดยเสนอถึงบทบาทของผู้สอนและบทบาทนักเรียน ดังตาราง 6

ตาราง 6 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ บทบาทของผู้สอน และบทบาทนักเรียน

รูปแบบการจัดการเรียนรู้	บทบาทผู้สอน	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 1 นำเสนอประเด็นทางสังคม (Introducing Social Issues) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเกิดการตั้งคำถาม เกิดข้อสงสัยในประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในสังคมและยังต้องการการแก้ไขอยู่ผ่านการดูคลิปวิดีโอ ข่าวในหนังสือพิมพ์หรือสื่อต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงปัญหา มีความสนใจที่จะแก้ปัญหาโดยรับรู้ว่าเป็นปัญหาที่ตนเองจะต้องมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา และอภิปรายร่วมกันถึงคุณธรรมจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาด้วย เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงประโยชน์จากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับบุคคลและสังคม โดยมีเหตุผลสนับสนุน	1) ผู้สอนนำประเด็นทางสังคมเกิดขึ้นจริงในปัจจุบันที่เป็นปัญหา จากสื่อต่าง ๆ ใกล้ตัวผู้เรียน เช่น โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ วารสาร สื่อออนไลน์ ที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อชีวิตของบุคคลและสังคม มากระตุ้นผู้เรียนให้เกิดเกิดข้อสงสัย และความสนใจในการแก้ไขปัญหานั้น ๆ 2) ผู้สอนต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความซาบซึ้งในคุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าว	1) พิจารณาประเด็นทางสังคมอย่างละเอียดและรอบคอบด้วยใจที่เปิดกว้าง 2) พิจารณาประเด็นทางสังคมที่เป็นปัญหาด้วยใจที่เป็นกลาง และคำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรม พิจารณาว่าปัญหานั้นส่งผลต่อชีวิตตนเอง ครอบครัว สังคม ประเทศ หรือโลกอย่างไร 3) เชื่อมโยงปัญหาจากประสบการณ์จริงกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับ

ตาราง 6 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้	บทบาทผู้สอน	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 2 ระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Brainstorming for the Solutions) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องคิดและระบุข้อมูลที่ต้องสืบค้น พร้อมแหล่งข้อมูลในการสืบค้น เพื่อค้นหาคำตอบ และนำไปสู่การเรียนรู้เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผ่านการถูกกระตุ้นโดยคำถามขับเคลื่อน (Driving Question) จากผู้สอน ซึ่งเป็นคำถามที่เปิดกว้าง ไม่มีคำตอบที่ชัดเจนเพียงคำตอบเดียว	1) ผู้สอนแบ่งกลุ่มนักเรียน 2) ผู้สอนถามคำถามขับเคลื่อน (Driving Question) ที่ท้าทายให้ผู้เรียนต้องการค้นหาคำตอบ 3) ผู้สอนคอยอำนวยความสะดวก ควบคุมดูแล กระตุ้นความคิดและให้คำปรึกษากับนักเรียน	1) แบ่งกลุ่มและทำงานร่วมกัน 2) ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับประเด็นปัญหานั้น 3) ตัดสินใจตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ด้วยความซาบซึ้งในคุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าว 4) กำหนดช่องทางการหาข้อมูล วิธีการ และผลงานที่ต้องการนำมาแก้ไขปัญหาสังคมดังกล่าว

ตาราง 6 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้	บทบาทผู้สอน	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Designing the Solutions) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องระบุข้อมูลที่ต้องนำมาใช้ประกอบในการแก้ไขปัญหา และออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาให้ชัดเจนว่าจะทำผลงานออกมาในรูปแบบไหน สร้างเป็นโมเดล สร้างนวัตกรรมออกมาเป็นชิ้นงาน หรือ ในรูปแบบการรณรงค์ผ่านสื่อออนไลน์ โดยผู้เรียนแบ่งหน้าที่สมาชิกสืบค้นและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในเชิงลึกจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย จากเอกสาร หนังสือ หรือจากบุคคลภายนอก ปราชญ์ชาวบ้าน เป็นเนื้อหาที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดที่เรียน และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในประเด็นปัญหานั้น ๆ และสามารถออกแบบวิธีการที่เหมาะสมที่จะแก้ไขปัญหาได้ ภายใต้การชี้แนะแนวทางและอำนวยความสะดวกจากผู้สอน	1) ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะแนวทางและอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน ให้คำปรึกษากับนักเรียน 2) ผู้สอนคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการค้นคว้าข้อมูลในเชิงลึกจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น เอกสาร หนังสือ หรือจากบุคคลภายนอก ปราชญ์ชาวบ้าน เป็นต้น	1) ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันระบุสิ่งที่ตนเองต้องการรู้และสิ่งที่ต้องการทำขึ้นให้ชัดเจนโดยเขียนออกแบบร่วมกัน 2) ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันค้นคว้าข้อมูลในเชิงลึก 3) ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันออกแบบวิธีการ ขั้นตอนการแก้ไขปัญหา อย่างชัดเจน 4. ผู้เรียนแบ่งหน้าที่สมาชิกในกลุ่มทำงานอย่างชัดเจน

ตาราง 6 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้	บทบาทผู้สอน	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 4 ลงมือแก้ไขปัญหา (Solving the Problem) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติแก้ไขปัญหาตามวิธีการที่สมาชิกในกลุ่มได้ออกแบบร่วมกันไว้ ออกแบบสร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงานที่จะช่วยแก้ไขปัญหา ทดสอบประสิทธิภาพ เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และแปลผลข้อมูล และสรุปผล พร้อมการพิจารณาร่วมกันของสมาชิกในกลุ่มว่านวัตกรรมหรือชิ้นงานที่สร้างสามารถแก้ปัญหาได้มากน้อยอย่างไร อีกทั้งสมาชิกในกลุ่มกับผู้สอนต้องร่วมกันสะท้อนผล วิจารณ์และรับฟังคำวิจารณ์การเรียนรู้ในด้านประสิทธิภาพในการหาข้อมูล กระบวนการลงมือปฏิบัติ คุณภาพของผลงาน อุปสรรคที่พบและวิธีการแก้ไขปัญหาทางสังคมนั้นมีความเหมาะสมหรือไม่	1) อำนวยความสะดวกในการปฏิบัติโครงงานของผู้เรียน เช่น จัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น เป็นต้น 2). ติดตามความก้าวหน้าการปฏิบัติโครงงานของผู้เรียน 3) ติดตามสถานการณ์ สภาพปัญหาในการปฏิบัติโครงงานของผู้เรียนระหว่างการปฏิบัติงาน 4) ติดตามพฤติกรรม ทักษะกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน เช่น นวัตกรรมที่ใช้ วิธีการเรียนรู้ กระบวนการแก้ปัญหาในการปฏิบัติโครงงานของผู้เรียนระหว่างการปฏิบัติงาน เป็นต้น 5) เสริมแรงทางบวก สร้างขวัญกำลังใจให้ผู้เรียนรู้จักการค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา 6) อำนวยความสะดวกให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม 7) เปิดโอกาสให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนและครูผู้สอน	1) ลงมือทำปฏิบัติแก้ไขปัญหาทางสังคม 2) รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติ 3) วิเคราะห์และแปลผลข้อมูลการดำเนินงาน 6) ตรวจสอบผลการลงมือปฏิบัติ ว่าสอดคล้องกับปัญหาที่ตั้งไว้หรือไม่ 7) ตรวจสอบความถูกต้อง เช่น วิเคราะห์อภิปราย วิจารณ์แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน พิจารณาประเมินให้รอบคอบทั้งกระบวนการ

ตาราง 6 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้	บทบาทผู้สอน	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงานสู่สังคม (Presenting to Society) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำเสนอผลงานการแก้ปัญหาต่อครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียนในรูปแบบการบรรยายและเล่มรายงานการแก้ปัญหา โดยนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาขั้นตอนการออกแบบ การสร้าง และการนำไปใช้แก้ปัญหา การจัดกระทำข้อมูล การนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟ แผนภูมิ แบบจำลอง โปสเตอร์ วิดีโอ จากนั้นผู้เรียนนำเสนอผลงานต่อสังคมในรูปแบบการจัดนิทรรศการ การแสดงละคร เพาเวอร์พอยท์ หรือวีดีทัศน์ ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ เฟซบุ๊ก (Facebook) ยูทูบ (Youtube) หรือเว็บไซต์ของโรงเรียน ตามความเหมาะสมและความพร้อมของผู้เรียน	1) แนะนำแนวทางในการจัดกระทำข้อมูล 2) คอยแนะนำให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล 3) ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลให้นักเรียนอีกครั้ง 4) จัดกิจกรรมในการนำเสนอผลงานให้กับนักเรียน หรือเสนอแนะช่องทางการสื่อสารข้อมูลสู่สาธารณะ ชุมชน หรือสังคม	1) นักเรียนสรุปรายงานผลการทำโครงการที่ใช้แก้ไขประเด็นปัญหาที่กำหนดไว้ โดยการอธิบายแนวคิด วิธีดำเนินงาน ผลที่ได้ ข้อสรุป ข้อเสนอแนะต่าง ๆ โดยพิจารณาผลที่ได้ เชื่อมโยงกับประเด็นนั้น ๆ อย่างซาบซึ้งในคุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าว 2) นักเรียนจัดกระทำข้อมูลในรูปของรายงาน กราฟ แผนภูมิ แบบจำลอง โปสเตอร์ วิดีโอ เป็นต้น 3) นำเสนอผลงานต่อครูผู้สอนและนำเสนอต่อสังคมในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ผ่านการการจัดนิทรรศการ การแสดงละคร เพาเวอร์พอยท์ วีดีทัศน์ สื่อสังคมออนไลน์ เช่น เฟซบุ๊ก (Facebook) หรือเว็บไซต์ของโรงเรียน เป็นต้น

ตาราง 6 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้	บทบาทผู้สอน	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 6 สะท้อนผลจากสังคม (Reflecting from Society) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้ทบทวนการทำโครงงานเพื่อแก้ไขปัญหาว่าพบปัญหาใดบ้าง ผิดพลาดหรือมีข้อบกพร่องตรงไหน ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร ได้ประโยชน์อย่างไร และสามารถนำความรู้นั้นไปพัฒนาปรับปรุงงานได้อย่างดียิ่งขึ้น ผู้เรียนแลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนในชั้นเรียน กับผู้สอน โดยนำความคิดเห็นจากผู้ประเมินโครงงาน และความคิดเห็นจากสังคมของผู้ที่ได้รับชมโครงงานมาพิจารณาร่วมกัน เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงความสำเร็จของโครงงาน เพื่อนำคำวิจารณ์ที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงานและผลงานในอนาคต	1) ผู้สอนและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องประเมินกระบวนการการทำโครงงานของนักเรียน ด้วยใจที่เป็นกลาง 2) ผู้สอนและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องประเมินผลการแก้ไขปัญหาตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ด้วยใจที่เป็นกลาง 3) นำความคิดเห็นของผู้ที่ได้รับชมโครงงาน ซึ่งเป็นบุคคลภายนอก เช่น คนในชุมชน จากสังคมออนไลน์ มาพูดคุยกัน	1) นักเรียนทบทวนแนวคิดของตนที่แสดงมาเพื่อแก้ไขปัญหานั้น ตั้งแต่ต้นจนเสร็จสิ้นกระบวนการ พิจารณาปัญหา ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น พร้อมเสนอวิธีปรับแก้ไข และบอกถึงประโยชน์ที่ได้รับ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร 2) นักเรียนประเมินโครงงานของเพื่อนกลุ่มอื่น ผลประเมินจากครู ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ชุมชน หรือจากสังคมออนไลน์ ด้วยใจที่เปิดกว้าง และยอมรับฟังความคิดเห็น และผลประเมินจากผู้อื่น

การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติการ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เนื้อหาสาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ มาตรฐาน ว ๓.๒ ตัวชี้วัด ม.2/4- ม.2/10 (หน่วยที่ 7 โลกและการเปลี่ยนแปลง หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.2 เล่ม 2 (ฉบับปรับปรุง 2560) สสวท.) ที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดการใช้โครงงานเป็นฐาน และประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 แผน 24 คาบ (คาบละ 50 นาที) ได้แก่ 1) ปัญหาดินโคลนถล่มหลุมยุบ และ 2) ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งของน้ำ

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล ได้แก่

1) แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดที่ใช้สถานการณ์ที่เป็นจริงในชีวิตประจำวันหรือเรียกว่าคำถามที่ใช้สถานการณ์เป็นฐาน (Context-Based Questions) ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางข้อสอบ PISA 2015 คือ 1) แบบเลือกตอบ (Multiple-Choice Test Items) 4 ตัวเลือก 2) การทดสอบคำถามแบบถูกผิดเชิงซ้อน (Complex Multiple-Choice Questions) และ 3) แบบเขียนตอบ มีลักษณะการตอบคำถามลักษณะการเขียนคำตอบแบบสั้นเป็นกลุ่มคำหรือการเขียนคำตอบแบบยาวเป็นย่อหน้าสั้น ๆ (อาจเป็นคำอธิบายที่ประกอบด้วยประโยค 2-4 ประโยค) แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน มีจำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน มีจำนวน 30 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์คนละชุดกัน แต่มีคุณสมบัติเหมือนกันตามเกณฑ์การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้ประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 3 ด้าน โดยจำนวนข้อสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และจำนวนข้อสอบที่ระดับสมรรถนะต่าง ๆ ของแต่ละรูปแบบข้อสอบ ได้มาจากการคำนวณเทียบอัตราส่วนจำนวนข้อสอบวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 จะได้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนที่มีคุณสมบัติดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น. 30-31) แสดงดังตาราง 7 และตาราง 8

1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explaining Phenomena Scientifically) จำนวน 15 ข้อ แบ่งเป็น

- ข้อสอบเลือกตอบ 5 ข้อ แบ่งเป็น ระดับต่ำ 2 ข้อ และระดับกลาง 3 ข้อ
- ข้อสอบเลือกตอบเชิงซ้อน 4 ข้อ แบ่งเป็น ระดับต่ำ 1 ข้อ และระดับกลาง 3 ข้อ

- ข้อสอบเขียนตอบ 6 ข้อ แบ่งเป็น ระดับต่ำ 2 ข้อ ระดับกลาง 3 ข้อ และระดับสูง 1 ข้อ

2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluating and Designing Scientific Enquiry) จำนวน 6 ข้อ แบ่งเป็น

- ข้อสอบเลือกตอบ 1 ข้อ แบ่งเป็น ระดับกลาง 1 ข้อ
- ข้อสอบเลือกตอบเชิงซ้อน 3 ข้อ แบ่งเป็น ระดับต่ำ 1 ข้อ และระดับกลาง 2 ข้อ
- ข้อสอบเขียนตอบ 2 ข้อ แบ่งเป็น ระดับกลาง 1 ข้อ และระดับสูง 1 ข้อ

3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpreting Data and Evidence Scientifically) จำนวน 9 ข้อ แบ่งเป็น

- ข้อสอบเลือกตอบ 3 ข้อ แบ่งเป็น ระดับต่ำ 1 ข้อ และระดับกลาง 2 ข้อ
- ข้อสอบเลือกตอบเชิงซ้อน 4 ข้อ แบ่งเป็น ระดับต่ำ 1 ข้อ ระดับกลาง 2 ข้อ และระดับสูง 1 ข้อ
- ข้อสอบเขียนตอบ 2 ข้อ แบ่งเป็น ระดับต่ำ 1 ข้อ และระดับกลาง 1 ข้อ

ตาราง 7 จำนวนข้อสอบวิทยาศาสตร์ PISA 2015 จำแนกตามเกณฑ์ต่าง ๆ

	จำนวนข้อสอบ			
	ข้อสอบทั้งหมด	เลือกตอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน	เขียนตอบ
สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์				
1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	89	30	26	33
2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	39	8	16	15
3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	56	16	24	16
รวม	184	54	66	64
ระดับความรู้และทักษะ				
ระดับต่ำ	56	24	22	10
ระดับกลาง	113	26	43	44
ระดับสูง	15	4	1	10
รวม	184	54	66	34

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา. หน้า 30-31.

ตาราง 8 สรุปจำนวนข้อสอบของแต่ละรูปแบบและระดับของสามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คำนวณเทียบอัตราส่วนจากข้อสอบ PISA 2015

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	ข้อสอบทั้งหมด	จำนวนข้อสอบ				
		รูปแบบข้อสอบ		ระดับต่ำ	ระดับกลาง	ระดับสูง
1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	15	เลือกตอบ	5	2	3	-
		เลือกตอบเชิงซ้อน	4	1	3	-
		เขียนตอบ	6	2	3	1
		รวม		5	9	1
2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	6	เลือกตอบ	1	-	1	-
		เลือกตอบเชิงซ้อน	3	1	2	-
		เขียนตอบ	2	-	1	1
		รวม		1	4	1
3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	9	เลือกตอบ	3	1	2	-
		เลือกตอบเชิงซ้อน	4	1	2	1
		เขียนตอบ	2	1	1	-
		รวม		3	5	1
รวม	**30**	**30**		**9**	**18**	**3**

2) แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งแบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มีรายการประเมิน 34 รายการ ประกอบด้วย 5 ด้าน คือ 1) ด้านเนื้อหา จำนวน 8 รายการ 2) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 9 รายการ 3) ด้านผู้สอน จำนวน 7 รายการ 4) ด้านบรรยากาศการเรียนรู้จำนวน 5 รายการ และ 5) ด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 5 รายการ ส่วนแบบสอบถามตอนที่ 2 เป็นคำถามปลายเปิด จำนวน 2 คำถาม

2. ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยขอเสนอรายละเอียดในการพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้

การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีขั้นตอนดังนี้

2.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์ หลักสูตรโรงเรียน ตามแนวหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560a)เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนที่เหมาะสม ผู้วิจัยเลือก เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้ง ผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (หน่วยที่ 7 โลกและการเปลี่ยนแปลง หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.2 เล่ม 2 (ฉบับปรับปรุง 2560) สสวท.) ตัวชี้วัด ม.2/4- ม.2/10 รายละเอียดสาระการเรียนรู้ ดังตาราง 9

ตาราง 9 การเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศของโลก

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้ง ผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	
ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2/4 สร้างแบบจำลองที่อธิบายโครงสร้างภายในโลก ตามองค์ประกอบ ทางเคมี จากข้อมูลที่รวบรวมได้	- โครงสร้างภายในโลกแบ่งออกเป็นชั้นตามองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ เปลือกโลก ซึ่งอยู่นอกสุด ประกอบด้วยสารประกอบของซิลิกอนและอะลูมิเนียมเป็นหลัก เนื้อโลกคือส่วนที่อยู่ใต้เปลือกโลกลงไปจนถึงแก่นโลก มีองค์ประกอบหลักเป็นสารประกอบของซิลิกอน แมกนีเซียม และเหล็ก และแก่นโลกคือส่วนที่อยู่ใจกลางของโลก มีองค์ประกอบหลักเป็นเหล็กและนิกเกิล ซึ่งแต่ละชั้นมีลักษณะแตกต่างกัน

ตาราง 9 (ต่อ)

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้ง ผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	
ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2/5 อธิบายกระบวนการผุพังอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอนจากแบบจำลอง รวมทั้งยกตัวอย่างผลของกระบวนการดังกล่าวที่ทำให้ ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง	- การผุพังอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอน เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นภูมิลักษณ์แบบต่าง ๆ โดยมีปัจจัยสำคัญ คือ น้ำ ลม ธารน้ำแข็ง แรงโน้มถ่วงของโลก สิ่งมีชีวิต สภาพอากาศ และปฏิกิริยาเคมี - การผุพังอยู่กับที่ คือ การที่หินผุพังทลายลงด้วยกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ ลมฟ้าอากาศ น้ำฝน และรวมทั้งการกระทำของต้นไม้กับแบคทีเรีย ตลอดจนการแตกตัวทางกลศาสตร์ ซึ่งมีการเพิ่มและลดอุณหภูมิสลับกัน เป็นต้น - การกร่อน คือ กระบวนการหนึ่ง หรือหลายกระบวนการที่ทำให้สารเปลือกโลกหลุดไปละลายไปหรือกร่อนไปโดยมีตัวนำพาธรรมชาติ คือ ลม น้ำ และธารน้ำแข็ง ร่วมกับปัจจัยอื่น ๆ ได้แก่ ลม ฟ้า อากาศ สารละลาย การครูดถู การนำพา ไม่รวมถึงการพังทลายเป็นกลุ่มก้อน เช่น แผ่นดินถล่ม ภูเขาไฟระเบิด - การสะสมตัวของตะกอน คือ การสะสมตัวของวัตถุจากการนำพาของน้ำ ลม หรือธารน้ำแข็ง

ตาราง 9 (ต่อ)

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้ง ผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	
ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2/6 อธิบายลักษณะของชั้นหน้าตัดดินและกระบวนการเกิดดินจากแบบจำลอง รวมทั้งระบุปัจจัยที่ทำให้ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน	- ดินเกิดจากหินที่ผุพังตามธรรมชาติผสมคลุกเคล้ากับอินทรียวัตถุที่ได้จากการเน่าเปื่อยของซากพืชซากสัตว์ ทับถมเป็นชั้น ๆ บนผิวโลก ชั้นดินแบ่งออกเป็นหลายชั้น ขนานหรือเกือบขนานไปกับ ผิวหน้าดิน แต่ละชั้นมีลักษณะแตกต่างกันเนื่องจากสมบัติทางกายภาพ เคมี ชีวภาพ และลักษณะอื่น ๆ เช่น สี โครงสร้าง เนื้อดิน การยึดตัว ความเป็นกรดเบส สามารถสังเกตได้จากการสำรวจภาคสนาม การเรียกชื่อชั้นดินหลักจะใช้อักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่ ได้แก่ O, A, E, B, C, R - ชั้นหน้าตัดดิน เป็นชั้นดินที่มีลักษณะปรากฏให้เห็นเรียงลำดับเป็นชั้นจากชั้นบนสุดถึงชั้นล่างสุด - ปัจจัยที่ทำให้ดินแต่ละท้องถิ่นมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน ได้แก่ วัตถุต้นกำเนิดดิน ภูมิอากาศ สิ่งมีชีวิตในดิน สภาพภูมิประเทศ และระยะเวลาในการเกิดดิน

ตาราง 9 (ต่อ)

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้ง ผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	
ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2/7 ตรวจวัดสมบัติบางประการของดินโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและนำเสนอแนวทาง การใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลสมบัติของดิน	- สมบัติบางประการของดิน เช่น เนื้อดิน ความชื้นดิน ค่าความเป็นกรดเบส ธาตุอาหารในดิน สามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจถึงแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยอาจนำไปใช้ประโยชน์ ทางการเกษตร หรือ อื่น ๆ ซึ่งดินที่ไม่เหมาะสมต่อการทำการเกษตร เช่น ดินจืด ดินเปรี้ยว ดินเค็ม และดินดาน อาจเกิดจากสภาพดินตามธรรมชาติหรือการใช้ประโยชน์จะต้องปรับปรุงให้มีสภาพเหมาะสมเพื่อนำไปใช้ประโยชน์
ม.2/8 อธิบายปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน จากแบบจำลอง	- แหล่งน้ำผิวดินเกิดจากน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นโลกไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำด้วยแรงโน้มถ่วง การไหลของน้ำ ทำให้พื้นโลกเกิดการกัดเซาะเป็นร่องน้ำ เช่น ลำธาร คลอง และแม่น้ำ ซึ่งร่องน้ำมีขนาดและรูปร่าง แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน ระยะเวลาในการกัดเซาะ ชนิดดินและหิน และลักษณะภูมิประเทศ เช่น ความลาดชัน ความสูงต่ำของพื้นที่ เมื่อน้ำไหลไปยังบริเวณที่เป็นแอ่งจะเกิดการสะสมตัวเป็นแหล่งน้ำ เช่น บึง ทะเลสาบ ทะเล และมหาสมุทร - แหล่งน้ำใต้ดินเกิดจากการซึมของน้ำผิวดินลงไปสะสมตัวใต้พื้นโลก

ตาราง 9 (ต่อ)

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้ง ผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	
ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
	ซึ่งแบ่งเป็นน้ำในดินและน้ำ บาดาล น้ำในดินเป็นน้ำที่อยู่ร่วมกับอากาศตามช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ส่วนน้ำบาดาลเป็นน้ำที่ไหลซึมลึกลงไปและถูกกักเก็บไว้ในชั้นหินหรือชั้นดิน จนอิ่มตัวไปด้วยน้ำ
ม.2/9 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการใช้น้ำและนำเสนอแนวทางการใช้น้ำอย่างยั่งยืนในท้องถิ่นของตนเอง	- แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน ถูกนำมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ส่งผลต่อการจัดการการใช้ประโยชน์น้ำและคุณภาพของแหล่งน้ำ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การใช้ประโยชน์พื้นที่ในด้านต่าง ๆ เช่น ภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำและแหล่งน้ำผิวดินไม่เพียงพอสำหรับกิจกรรมของมนุษย์ น้ำจากแหล่งน้ำใต้ดินจึงถูกนำมาใช้มากขึ้นส่งผลให้ปริมาณน้ำใต้ดินลดลงมาก จึงต้องมีการจัดการใช้น้ำอย่างเหมาะสมและยั่งยืน ซึ่งอาจทำได้โดยการจัดหาแหล่งน้ำเพื่อให้มีแหล่งน้ำเพียงพอสำหรับการดำรงชีวิต การจัดสรรและการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ การอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำการป้องกันและแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำ

ตาราง 9 (ต่อ)

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้ง ผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	
ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2/10 สร้างแบบจำลอง ที่อธิบายกระบวนการเกิดและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด	- น้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด มีกระบวนการเกิดและผลกระทบที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจสร้างความเสียหายร้ายแรง แก่ชีวิต และทรัพย์สิน - น้ำท่วม เกิดจากพื้นที่หนึ่งได้รับปริมาณน้ำเกินกว่า ที่จะกักเก็บได้ ทำให้แผ่นดินจมอยู่ใต้น้ำ โดยขึ้นอยู่กับ ปริมาณน้ำและสภาพทางธรณีวิทยาของพื้นที่ - การกัดเซาะชายฝั่งเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลง ของชายฝั่งทะเลที่เกิดขึ้นตลอดเวลาจากการกัดเซาะ ของคลื่นหรือลม ทำให้ตะกอนจากที่หนึ่งไปตกทับถม ในอีกบริเวณหนึ่ง แนวของชายฝั่งเดิมจึงเปลี่ยนแปลงไป บริเวณที่มีตะกอนเคลื่อนเข้ามาน้อยกว่าปริมาณที่ตะกอนเคลื่อนออกไป ถือว่าเป็นบริเวณที่มีการกัดเซาะชายฝั่ง - ดินถล่ม เป็นการเคลื่อนที่ของมวลดิน หรือหินจำนวนมากลงตามลาดเขา เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเป็นหลัก ซึ่งเกิดจากปัจจัยสำคัญ ได้แก่ ความลาดชันของพื้นที่ สภาพธรณีวิทยา ปริมาณน้ำฝน พืชปกคลุมดิน และการใช้ประโยชน์พื้นที่

ตาราง 9 (ต่อ)

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้ง ผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	
ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
	- หลุมยุบ คือแอ่งหรือหลุมบนแผ่นดินขนาดต่าง ๆ ที่อาจเกิดจากการถล่มของโพรงถ้ำหินปูน เกลือหินใต้ดิน หรือเกิดจากน้ำพัดพาตะกอนลงไปในโพรงถ้ำหรือธารน้ำใต้ดิน - แผ่นดินทรุดเกิดจากการยุบตัวของชั้นดินหรือหินร่วน เมื่อมวลของแข็งหรือของเหลวปริมาณมากที่รองรับอยู่ใต้ชั้นดินบริเวณนั้นถูกเคลื่อนย้ายออกไปโดยธรรมชาติหรือโดยการกระทำของมนุษย์

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. หน้า 93-98.

2.1.2 กำหนดเนื้อหา หัวข้อ และเวลาที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ อ้างอิงตาม หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เล่ม 2 ม. 2 (สสวท.) หน่วยที่ 7 โลกและการเปลี่ยนแปลง (สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562b) แสดงดังตาราง 10

ตาราง 10 หัวข้อและเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (สสวท.) หน่วยที่ 7 โลกและการเปลี่ยนแปลง			หัวข้อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัย		
บทที่	เรื่อง	จำนวนชั่วโมง	แผนที่	เรื่อง	จำนวนคาบ
1. โครงสร้างภายในโลก	เรื่องที่ 1 โครงสร้างภายในโลก	2	1. ปัญหาดินโคลนถล่มหลุมยุบ	1. โครงสร้างภายในโลก	12
	เรื่องที่ 2 กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลก	4		2. กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลก	
	กิจกรรมท้ายบท ภูมิลักษณ์บนผิวโลกเกิดขึ้นได้อย่างไร	2		3. ดิน ชั้นดินและชั้นหน้าตัดดิน	
				4. คุณสมบัติของดินกับการใช้ประโยชน์	
2. ดินและน้ำ	บทที่ 1 ดิน ชั้นดินและชั้นหน้าตัดดิน	4		5. ภัยธรรมชาติจากหลุมยุบและแผ่นดินทรุด แผ่นดินถล่ม	
	บทที่ 2 แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน	2		6. ภัยธรรมชาติจากดินโคลนถล่ม หลุมยุบและแผ่นดินทรุด	
	กิจกรรมท้ายบท ใช้น้ำอย่างไรให้มีน้ำใช้อย่างยั่งยืน	2	2. ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งของน้ำ	1. แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน	12
				2. ภัยธรรมชาติจากน้ำท่วม และการกัดเซาะชายฝั่ง	

ตาราง 10 (ต่อ)

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (สสวท.) หน่วยที่ 7 โลกและการเปลี่ยนแปลง			หัวข้อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัย		
บทที่	เรื่อง	จำนวนชั่วโมง	แผนที่	เรื่อง	จำนวนคาบ
3. ภัยธรรมชาติบนผิวโลก	เรื่องที่ 1 ภัยธรรมชาติจากน้ำท่วม แผ่นดินถล่ม และการกัดเซาะชายฝั่ง	3			
	เรื่องที่ 2 ภัยธรรมชาติจากหลุมยุบและแผ่นดินทรุด	2			
	กิจกรรมท้ายบท มีวิธีแก้ปัญหาน้ำท่วมอย่างไร	2			
รวมชั่วโมงเรียนทั้งสิ้น		23	รวมชั่วโมงเรียนทั้งสิ้น		24

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ฉบับปรับปรุงเดือนธันวาคม 2562).

2.1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 แผน) ได้แก่ 1) ปัญหาดินโคลนถล่มหลุมยุบ และ 2) ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งของน้ำใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้รวม 24 คาบ (คาบละ 50 นาที)

2.1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์พิจารณาในความเหมาะสมของภาษา ความเหมาะสมของเวลา ลำดับความยากง่ายและความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของบทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของการ

จัดการเรียนรู้จากนั้นนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา โดยมีการปรับการใช้ภาษาให้เข้าใจง่าย และปรับการเขียนบทบาทเน้นเป็นพฤติกรรมของนักเรียน

2.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 5 ท่าน ประเมินความเที่ยงตรงตามเนื้อหาความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ตามแบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) โดยเกณฑ์การประเมินความสอดคล้องมีการกำหนดดัชนีความสอดคล้อง กำหนดคะแนนเป็น +1 ไม่แน่ใจกำหนดคะแนนเป็น 0 ไม่สอดคล้อง กำหนดคะแนนเป็น -1 (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, น. 208-209) ซึ่งผลการประเมินพบว่าแผนการสอนที่พัฒนาทั้ง 2 แผน มีค่าดัชนีความสอดคล้องแต่ละข้ออยู่ระหว่าง 0.6 – 1.0 ซึ่งมีค่าสูงกว่า 0.5 จึงถือว่ายอมรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น และมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้กับการนำไปใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้อยู่ที่ระดับความเหมาะสมมาก 4.15 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.75 ดังภาคผนวก ข ซึ่งแสดงว่ารูปแบบเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

2.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบแก้ไขและปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โดยมีการปรับปรุงในส่วนของเวลาในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ และมีการปรับปรุงสถานการณ์ที่นำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาในขอบเขตของเรื่องที่กำลังศึกษาได้มากขึ้น

2.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.1) ประเภทสามัญศึกษา เขตบางกอกใหญ่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน โดยมีการจัดกิจกรรมดังนี้สัปดาห์ที่ 1 จำนวน 3 คาบ ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ชั่วโมง และชี้แจงรายละเอียดต่าง ๆ ก่อนการสอน เช่น ชี้แจงจุดประสงค์เรียน ขอบเขตเนื้อหาสาระที่เรียน การวัดผลและประเมินผล การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ และ ภาระงานที่มอบหมาย สัปดาห์ที่ 2-4 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนที่ 1 ปัญหาดินโคลนถล่มหลุมยุบ กำหนดไว้เป็นเวลา 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวม 9 คาบ (คาบละ 50 นาที) สัปดาห์ที่ 5-7 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนที่ 2) ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งของน้ำ กำหนดไว้เป็นเวลา 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวม 9 คาบ (คาบละ 50 นาที) และสัปดาห์ที่ 8 จำนวน 3

คาบ ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์อีกครั้งและให้นิสิตทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวมใช้เวลาทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ รวม 24 คาบ (คาบละ 50 นาที)

ลำดับขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แสดงดังภาพประกอบ 13

ภาพประกอบ 13 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้

2.2 แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์

การพัฒนา แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์มีขั้นตอนดังนี้

2.2.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ หลักการและวิธีการสร้างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์จากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยต่าง ๆ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางข้อสอบ PISA 2015 คือ 1) แบบเลือกตอบ (Multiple-Choice Test Items) 4 ตัวเลือก 2) การทดสอบคำถามแบบถูกผิดเชิงซ้อน (Complex Multiple-Choice Questions) และ 3) แบบเขียนตอบ มีลักษณะการตอบคำถามลักษณะการเขียนคำตอบแบบสั้นเป็นกลุ่มคำหรือการเขียนคำตอบแบบยาวเป็นย่อหน้าสั้น ๆ

2.2.2 สร้างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน จำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน จำนวน 30 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบสองชุดมีคุณสมบัติเหมือนกันดังนี้คือ แบบวัดแบ่งเป็น 1) แบบเลือกตอบ (Multiple-Choice Test Items) 4 ตัวเลือก จำนวน 9 ข้อ 2) การทดสอบคำถามแบบถูกผิดเชิงซ้อน (Complex Multiple-Choice Questions) จำนวน 11 ข้อและ 3) แบบเขียนตอบ มีลักษณะการตอบคำถามลักษณะการเขียนคำตอบแบบสั้นเป็นกลุ่มคำหรือการเขียนคำตอบแบบยาวเป็นย่อหน้าสั้น ๆ จำนวน 10 ข้อ ใช้ประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ

1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explaining Phenomena Scientifically) จำนวน 15 ข้อ แบ่งเป็น

- ข้อสอบเลือกตอบ 5 ข้อ แบ่งเป็น ระดับต่ำ 2 ข้อ และระดับกลาง 3 ข้อ
- ข้อสอบเลือกตอบเชิงซ้อน 4 ข้อ แบ่งเป็น ระดับต่ำ 1 ข้อ และระดับกลาง 3 ข้อ
- ข้อสอบเขียนตอบ 6 ข้อ แบ่งเป็น ระดับต่ำ 2 ข้อ ระดับกลาง 3 ข้อ และระดับสูง 1 ข้อ

2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluating and Designing Scientific Enquiry) จำนวน 6 ข้อ แบ่งเป็น

- ข้อสอบเลือกตอบ 1 ข้อ แบ่งเป็น ระดับกลาง 1 ข้อ
- ข้อสอบเลือกตอบเชิงซ้อน 3 ข้อ แบ่งเป็น ระดับต่ำ 1 ข้อ และระดับกลาง 2 ข้อ
- ข้อสอบเขียนตอบ 2 ข้อ แบ่งเป็น ระดับกลาง 1 ข้อ และระดับสูง 1 ข้อ

3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpreting Data and Evidence Scientifically) จำนวน 9 ข้อ แบ่งเป็น

- ข้อสอบเลือกตอบ 3 ข้อ แบ่งเป็น ระดับต่ำ 1 ข้อ และระดับกลาง 2 ข้อ
- ข้อสอบเลือกตอบเชิงซ้อน 4 ข้อ แบ่งเป็น ระดับต่ำ 1 ข้อ ระดับกลาง 2 ข้อ และระดับสูง 1 ข้อ
- ข้อสอบเขียนตอบ 2 ข้อ แบ่งเป็น ระดับต่ำ 1 ข้อ และระดับกลาง 1 ข้อ

2.2.3 กำหนดเกณฑ์ให้คะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ โดยผลของคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

1) แบบเลือกตอบ (Multiple-Choice Test Items) 4 ตัวเลือก จำนวน 9 ข้อ กำหนดเกณฑ์การพิจารณาการให้คะแนน คือ

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามถูกต้อง

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามผิด

2) การทดสอบคำถามแบบถูกผิดเชิงซ้อน (Complex Multiple-Choice Questions) จำนวน 11 ข้อ กำหนดเกณฑ์การพิจารณาการให้คะแนน คือ

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนเขียนตอบคำถามได้ถูกต้อง

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนเขียนตอบคำถามผิดเพียงหนึ่งข้อ

3) แบบเขียนตอบ มีลักษณะการตอบคำถามลักษณะการเขียนคำตอบแบบสั้นเป็นกลุ่มคำหรือการเขียนคำตอบแบบยาวเป็นย่อหน้าสั้น ๆ จำนวน 10 ข้อ กำหนดเกณฑ์การพิจารณาการให้คะแนน คือ

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนเขียนคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนเขียนคำตอบไม่ถูกต้อง ถูกต้องบางส่วน ตอบไม่ตรงคำถาม หรือไม่ได้ตอบคำถาม

2.2.4 นำแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์พิจารณาในความเหมาะสมของภาษา ความเหมาะสมของเวลา ลำดับความยากง่ายและความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของบทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้จากนั้นนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.2.5 นำแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้และมีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์และด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 5 ท่าน ทั้งในส่วนของ

เนื้อหาสาระและวิธีการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ท่าน ประเมินความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ตามแบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, น. 208-209) ผลการประเมินแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ทั้งสองฉบับมีค่าดัชนีความสอดคล้องแต่ละข้ออยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00 มีค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ 1) แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน มีค่าความเหมาะอยู่ที่ระดับเหมาะสมมากที่สุดทุกข้อ ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.60-5.00 และมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแบบวัดทั้งฉบับอยู่ที่ 4.94 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.14 อยู่ที่ระดับความเหมาะสมมากที่สุด และ 2) แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน มีค่าความเหมาะอยู่ที่ระดับเหมาะสมมากที่สุดทุกข้อ ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.60-5.00 และมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแบบวัดทั้งฉบับอยู่ที่ 4.84 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.35 อยู่ที่ระดับความเหมาะสมมากที่สุดเช่นกัน

2.2.6 คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 เพราะถือว่าแบบทดสอบนั้นเป็นตัวแทนของเนื้อหาที่จะทดสอบ ถ้าแบบทดสอบนั้นมีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า 0.5 ข้อสอบข้อนั้นจะถูกปรับปรุงแก้ไขใหม่ให้ดีขึ้นหรือตัดออกไป

2.2.7 ปรับปรุงข้อความในแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

- .ให้พิจารณาความเหมาะสมของคุณสมบัติ ได้แก่ สมรรถนะทาง รูปแบบข้อสอบ ระดับ แนวคำตอบ และเกณฑ์การให้คะแนน ตามที่ระบุแต่ละข้อคำถาม

- ปรับประโยคบางประโยคที่อ่านแล้วเข้าใจยาก ให้ใช้คำที่เป็นภาษาที่เข้าใจง่าย และเหมาะสม

2.2.8 นำแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบแก้ไขและปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

ลำดับขั้นตอนของการสร้างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ แสดงดังภาพประกอบ 14

ภาพประกอบ 14 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์

2.2.9 นำคะแนนที่ได้จากนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายข้อสอบรายข้อ (P) ค่าอำนาจจำแนกข้อสอบรายข้อ (r) ดังนี้

1) แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนที่คัดไว้จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.22-0.64 ดังภาคผนวก ข แสดงว่าแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีค่ายากง่ายเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ (พรรรณี ลีกิจวัฒนะ, 2558, น. 213) และค่าอำนาจจำแนกข้อสอบรายข้ออยู่ระหว่าง 0.22-0.61 ดังภาคผนวก ข แสดงว่าแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีค่าอำนาจจำแนกเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ (พรรรณี

ลีกิจวัฒนะ, 2558, น. 214) โดยมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.81 ตามการหาค่าความเชื่อมั่นของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน : เค-อาร์ 20 (Kuder- Richardson: KR-20) ซึ่งใช้ผลการวัดเพียงครั้งเดียวมาวิเคราะห์ โดยคำตอบมีค่า (0 คือ ไม่ถูก) กับ (1 คือ ถูก) ซึ่งจะวิเคราะห์เป็นรายข้อ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, น. 197-198)

2) แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนที่คัดไว้จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.23-0.70 ดังภาคผนวก ข แสดงว่าแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีค่ายากง่ายเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ (พรรรณี ลีกิจวัฒนะ, 2558, น. 213) และค่าอำนาจจำแนกข้อสอบรายข้ออยู่ระหว่าง 0.27-0.60 ดังภาคผนวก ข แสดงว่าแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีค่าอำนาจจำแนกเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ (พรรรณี ลีกิจวัฒน, 2558, น. 214) โดยมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.87 ตามการหาค่าความเชื่อมั่นของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน : เค-อาร์ 20 (Kuder- Richardson: KR-20) ซึ่งใช้ผลการวัดเพียงครั้งเดียวมาวิเคราะห์ โดยคำตอบมีค่า (0 คือ ไม่ถูก) กับ (1 คือ ถูก) ซึ่งจะวิเคราะห์เป็นรายข้อ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, น. 197-198)

ตาราง 11 สรุปค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ทั้ง 2 ฉบับ ฉบับละ 30 ข้อ

แบบทดสอบ	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเชื่อมั่น
ก่อนเรียน	0.22-0.64	0.22 – 0.61	0.81
หลังเรียน	0.23-0.70	0.27 – 0.60	0.87

2.2.10 นำคะแนนที่ได้จากนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ของความเท่าเทียมกัน (Coefficient of Equivalence) ของแบบทดสอบคู่ขนาน โดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นในวิธีนี้ คือ สูตรการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) ด้วยโปรแกรม spss พบว่าข้อสอบทั้งสองฉบับมีค่าความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดยมีค่าระดับความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งการแปลผลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นระดับ พิจารณาเกณฑ์ดังนี้ ค่าคะแนนเฉลี่ย 0.00-0.20 มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำมาก 0.21-0.50 มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ

0.51-0.80 มีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง และ 0.81-1.00 มีความสัมพันธ์ในระดับสูง (Best, 1977) แสดงผลดังตาราง 12

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

		แบบทดสอบหลังเรียน
แบบทดสอบก่อนเรียน	ค่าสหสัมพันธ์	.666**
	P	.000
	ระดับความสัมพันธ์	มีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.3 แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจมีขั้นตอนดังนี้

2.3.1 กำหนดกรอบแนวทางในการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.3.2 กำหนดเนื้อหาและรูปแบบในการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.3.3 สร้างแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งแบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มีรายการประเมิน 34 รายการ ประกอบด้วย 5 ด้าน คือ 1) ด้านเนื้อหา จำนวน 8 รายการ 2) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 9 รายการ 3) ด้านผู้สอน จำนวน 7 รายการ 4) ด้านบรรยากาศการเรียนรู้จำนวน 5 รายการ และ 5) ด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 5 รายการ ส่วนแบบสอบถามตอนที่ 2 เป็นคำถามปลายเปิด จำนวน 2 คำถาม ซึ่งการแปลผลคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ พิจารณาดังนี้ ค่าคะแนนเฉลี่ย

4.21-5.00 ระดับมากที่สุด 3.41-4.20 ระดับมาก 2.61-3.40 ระดับปานกลาง 1.81-2.60 ระดับน้อย และ 1.00-1.80 ระดับน้อยที่สุด (บุญชม ศรีสะอาด, 2539, น. 64-70)

2.3.4 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์พิจารณาในความเหมาะสม ความครอบคลุมด้านเนื้อหา รวมทั้งความชัดเจนของภาษาที่ใช้ โดยอาจารย์ที่ปรึกษาให้มีการปรับแก้ไขคำถามที่ยาวเกินไปให้สั้นกระชับและเข้าใจง่าย ปรับข้อคำถามที่มีการถามหลายประเด็นในข้อเดียวให้แยกเป็นประเด็นละข้อ

2.3.5 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์และด้านวิทยาศาสตรศึกษา จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความครอบคลุมด้านเนื้อหา รวมทั้งความเหมาะสมและความชัดเจนของภาษาที่ใช้ ตามแบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) โดยเกณฑ์การประเมินความสอดคล้องมีการกำหนดดังนีสอดคล้องกำหนดคะแนนเป็น +1 ไม่แน่ใจกำหนดคะแนนเป็น 0 ไม่สอดคล้อง กำหนดคะแนนเป็น -1 (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, น. 208-209) ผลการประเมินแบบประเมินความพึงพอใจมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแบบประเมินแต่ละข้ออยู่ระหว่าง 4.00 – 5.00 อยู่ในระดับความเหมาะสมมาก และมากที่สุด และมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแบบวัดทั้งฉบับอยู่ที่ 4.42 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.86 อยู่ที่ระดับความเหมาะสมมากที่สุด

2.3.6 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

2.3.7 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาหาค่าความเชื่อมั่น โดยวิธีการหาความสอดคล้องภายในโดยสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's Alpha

Coefficient) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, น. 200-201) ด้วยโปรแกรม spss มีค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินทั้งฉบับ 0.98 จากนั้นทำมาปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินความพึงพอใจก่อนดำเนินการเก็บข้อมูล

2.3.8 นำผลการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ผลการวิจัย

ลำดับขั้นตอนของการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้โครงงานเป็นฐาน และประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ แสดงดังภาพประกอบ 15

ภาพประกอบ 15 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ มีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. เตรียมการเพื่อนำแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปใช้ในในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน โดยผู้วิจัยขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถึงผู้อำนวยการโรงเรียน เพื่อขอทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะผู้ทรงไปจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง โดยมีครูประจำวิชาเป็นผู้ร่วมสังเกตการสอน ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 เป็นเวลา 8 สัปดาห์ 24 ชั่วโมง ครูผู้สอนและนักเรียน ได้ทำความเข้าใจร่วมกันเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ การวัดการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนดำเนินการทดลอง และขณะดำเนินการทดลองมีครูประจำวิชาคอยสังเกตการณ์สอนและคอยช่วยเหลือนักเรียนในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้ดำเนินไปได้ด้วยดี โดยมีการดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 ทดสอบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง ทำแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ในเวลา 120 นาที

2.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้โครงงานเป็นฐาน ร่วมประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 นำเสนอประเด็นทางสังคม (Introducing Social Issues) ขั้นที่ 2 ระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Brainstorming For the Solutions) ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Designing the Solutions) ขั้นที่ 4 ลงมือแก้ไขปัญหา (Solving the Problem) ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงานสู่สังคม (Presenting to Society) และขั้นที่ 6 สะท้อนผลจากสังคม (Reflecting from Society)

2.3 ทดสอบวัดการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยนักเรียนทำแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ในเวลา 120 นาที ซึ่งเป็นแบบทดสอบคนละชุดกับ

แบบทดสอบก่อนเรียน หลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว

2.4 ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้โครงงานเป็นฐาน ร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่พัฒนาขึ้น

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลจากการดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการโดยนำคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของตัวอย่างมาดำเนินการวิเคราะห์ และแปลค่าความหมายระดับความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS for windows Version 20 ซึ่งมีการดำเนินการดังนี้

1. วิเคราะห์คะแนนการรู้วิทยาศาสตร์

1.1 นำคะแนนรวมเฉลี่ยจากแบบทดสอบมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ จากนั้นนำมาเปรียบเทียบระดับเกณฑ์ที่มีการปรับปรุงและอ้างอิงจากมาตรฐานการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 6 ระดับ ซึ่งคะแนนการจัดระดับการรู้วิทยาศาสตร์นั้นมีกำหนดสัดส่วนของคะแนนเท่ากันของแต่ละระดับการรู้วิทยาศาสตร์ โดยกำหนดร้อยละคะแนนต่ำสุดของแต่ละระดับของสมรรถนะที่ตั้งไว้ดังนี้ (กุลธิดา ชนาภิมุข, 2561, น. 99; พุทธริธร บูรณสถิตวงศ์ และคณะ, 2560, น. 1023)

นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 1b มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 12.5
นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 1a มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 25
นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 2 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 37.5
นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 3 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 50
นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 4 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 62.5
นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 5 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 75
นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 6 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 87.5

โดยกำหนดแบ่งช่วงระดับออกเป็น 3 ระดับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น. 30-31) ดังนี้

ระดับต่ำ หมายถึง ระดับ 1b ระดับ 1 และ ระดับ 2 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 12.5

ระดับปานกลาง หมายถึง ระดับ 3 และ ระดับ 4 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 50

ระดับสูง หมายถึง ระดับ 5 และ ระดับ 6 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 75

1.2 นำผลคะแนนแต่ละระดับสมรรถนะ มาวิเคราะห์ การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์การผ่านการประเมินดังนี้

1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explaining Phenomena Scientifically) นักเรียนมีสมรรถนะที่ระดับปานกลางขึ้นไป

2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluating and Designing Scientific Enquiry) นักเรียนมีสมรรถนะที่ระดับปานกลางขึ้นไป

3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpreting Data and Evidence Scientifically) นักเรียนมีสมรรถนะที่ระดับปานกลางขึ้นไป

จากนั้นผู้วิจัยนำจำนวนนักเรียนที่ผ่านสมรรถนะที่ระดับปานกลางขึ้นไปมาวิเคราะห์หาค่าร้อยละของนักเรียนที่มีสมรรถนะที่ระดับปานกลางขึ้นไป โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยกำหนดไว้ว่าจะต้องมีจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีสมรรถนะที่ระดับปานกลางขึ้นไปร้อยละ 50 ของนักเรียนทั้งหมด

1.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้โครงงานเป็นฐาน ร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 มาวิเคราะห์ด้วยสถิติการทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระจากกัน (T-Test for Dependent Samples) โดยได้กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ระดับ .05 และคำนวณหาคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์หรือคะแนนร้อยละของพัฒนาการของนักเรียน (DevelopmentScore or GainScore) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2557) โดยมีการแบ่งสัดส่วนคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ดังนี้

76 – 100	คะแนน	หมายถึง	พัฒนาการระดับสูงมาก
51 – 75	คะแนน	หมายถึง	พัฒนาการระดับสูง
26 – 50	คะแนน	หมายถึง	พัฒนาการระดับปานกลาง
1 – 25	คะแนน	หมายถึง	พัฒนาการระดับต้น
0	คะแนน	หมายถึง	ไม่มีพัฒนาการ
	คะแนนติดลบ	หมายถึง	พัฒนาการลดลง

2. วิเคราะห์ความพึงพอใจ

วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ผู้วิจัยนำแบบประเมินความพึงพอใจ ที่ได้จากประเมินของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เทียบกับเกณฑ์การประเมินเกณฑ์เฉลี่ยของระดับความพึงพอใจในงานศึกษานี้ใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ใช่สถิติเพื่อช่วยวิเคราะห์ข้อมูลและหาคุณภาพเครื่องมือ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลการวิจัย ผู้วิจัยนำเสนอดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย 4 ส่วนย่อย ดังนี้

1.1 สถิติสำหรับการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item-Objective Congruence) เพื่อหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือวิจัย (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, น. 208-209) ได้ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือ

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

1.2 สถิติสำหรับการหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ใช้สูตรดังนี้

1.2.1 ค่าความยากง่าย ของแบบทดสอบปรนัย

$$P = \frac{H + L}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

H แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงตอบถูก

L แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำตอบถูก

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

1.2.2 หาค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบปรนัย

$$r = \frac{H - L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

H แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงตอบถูก

L แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำตอบถูก

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

1.2.3 ค่าความยากง่าย ของแบบอัตนัย

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2\,\mathrm{NX}_{\min})}{2N(\mathrm{X}_{\max} - \mathrm{X}_{\min})}$$

เมื่อ P_E แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

S_U แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนนักเรียนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่ง

$X_{\max}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

$X_{\min}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

1.2.4 หาค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบอัตนัย

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(\mathrm{X}_{\max} - \mathrm{X}_{\min})}$$

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนก

S_U แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนนักเรียนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่ง

$X_{\max}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

$X_{\min}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

1.3 สถิติตามวิธีของครอนบาค (Conbach) สำหรับการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความพึงพอใจและแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ส่วนอัตนัย โดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, น. 200-201) ใช้สูตรดังนี้

$$\alpha = \frac{n}{n-1}\left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right)$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

S_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

1.4 สถิติสำหรับการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ส่วนปรนัย โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, น. 197-198) ใช้สูตรดังนี้

$$R_{tt} = \frac{n}{n-1}\left(1-\frac{\sum pq}{S_1^2}\right)$$

เมื่อ R_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

p แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อนั้น

q แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อนั้น

S_1^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

1.5 สถิติสำหรับการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson product moment correlation coefficient) โดยใช้สูตร (Ferguson,1981, p.113)

$$r_{xy} = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\left[n\sum X^2 - (\sum X)^2\right]\left[n\sum Y^2 - (\sum Y)^2\right]}}$$

เมื่อ r_{xy} แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X กับ y

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนชุด X

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนชุด X แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum Y$ แทน ผลรวมของคะแนนชุด Y

$\sum Y^2$ แทน ผลรวมของคะแนนชุด Y แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum XY$ แทน ผลรวมระหว่างผลคูณชุด X กับ Y

n แทน จำนวนคู่ของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลการวิจัย ประกอบด้วย 5 ส่วนย่อย ดังนี้

2.1 สถิติสำหรับการหาค่าร้อยละ

$$p = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ p แทน ค่าร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงเป็นค่าร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2.2 สถิติสำหรับการหาค่าเฉลี่ย (Mean) ของแบบประเมินความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, น. 73) ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.3 สถิติสำหรับการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของแบบประเมินความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, น. 79) ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ $S.D.$ แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.4 สถิติสำหรับคำนวณหาคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์หรือคะแนนร้อยละของพัฒนาการของนักเรียน (DevelopmentScore or GainScore) ซึ่งมีการเสนอหลักการคำนวณโดย ศิริชัย กาญจนวาสี (2557) ดังนี้

$$GS(\%) = \frac{(Y - X)100}{(F - X)}$$

เมื่อ GS(%) แทน คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์หรือคะแนนร้อยละของพัฒนาการของนักเรียน

X แทน คะแนนก่อนเรียน

Y แทน คะแนนหลังเรียน

F แทน คะแนนเต็ม

โดยมีการแบ่งสัดส่วนคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ดังนี้

76 – 100	คะแนน	หมายถึง	พัฒนาการระดับสูงมาก
51 – 75	คะแนน	หมายถึง	พัฒนาการระดับสูง
26 – 50	คะแนน	หมายถึง	พัฒนาการระดับปานกลาง
1 – 25	คะแนน	หมายถึง	พัฒนาการระดับต้น
0	คะแนน	หมายถึง	ไม่มีพัฒนาการ
	คะแนนติดลบ	หมายถึง	พัฒนาการลดลง

2.5 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ใช้การทดสอบค่าที (t-test for dependent samples) สำหรับกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระกันและข้อมูลแจกแจงปกติ โดยใช้ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้จากกลุ่มทดลอง ทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม SPSS

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D^2)}{N-1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาใน t – distribution

D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่ของคะแนนหรือจำนวนนักเรียน

$\sum D$ แทน ผลรวมทั้งหมดของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง

จริยธรรมการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ปฏิบัติตามจริยธรรมในการวิจัย โดยมีการลงนามยินยอมให้ข้อมูลเป็นลายลักษณ์อักษร และก่อนเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้ชี้แจงสาระสำคัญสำหรับการเก็บข้อมูลวิจัยแก่ผู้ให้ข้อมูล และพิทักษ์สิทธิ์ของผู้ให้ข้อมูลและโรงเรียนที่ปฏิบัติการสอน โดยการใช้นามสมมติในการนำเสนอข้อค้นพบจากการศึกษา นอกจากนี้โครงการวิจัยที่ผู้วิจัยศึกษาครั้งนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับการพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ซึ่งมีใบรับรองจริยธรรมการวิจัยจากโครงการวิจัยหมายเลขรับรอง SWUEC/E/G-385/2563

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ดังนี้

1. ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. ผลการศึกษาการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1. ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัยทำการศึกษาเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นอย่างไร

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อการพัฒนารูปแบบการจัดรูปแบบการเรียนรู้ ผู้วิจัยสรุปกระบวนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎี ที่เกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ นิยามความหมาย องค์ประกอบ ความสำคัญและแนวทางในการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ระดับการรู้วิทยาศาสตร์ วิธีการวัดและประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ เป้าหมายและแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ การศึกษาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดแนวทางการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์

ซึ่งได้องค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์ที่ต้องการส่งเสริมให้เด็ก 3 ด้าน ตามกรอบการประเมินสมรรถนะของ PISA คือ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explaining Phenomena Scientifically) 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluating and Designing Scientific Enquiry) 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpreting Data and Evidence Scientifically)

2. ศึกษาเอกสาร หนังสือ ตำรา งานวิจัยและบทความที่เกี่ยวกับแนวคิดการใช้โครงงานเป็นฐาน และประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ โดยนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดแนวทางการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ โดยแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ทั้งสองแนวคิดนั้นช่วยส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีแนวคิดเติมเต็มระหว่างกัน ลักษณะการเรียนรู้ตลอดชีวิต ฝึกให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ ใช้กระบวนการคิด และทักษะในการแก้ปัญหา ด้วยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เป็นการทำงานที่ต่อยอดจากทฤษฎี เกิดความรู้ที่คงทน อีกทั้งผู้เรียนมีความสนุก สนใจ และตั้งใจในการเรียน ช่วยในการสร้างเจตคติ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้ ส่วนแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์นั้น เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเพื่อกระตุ้นและส่งเสริมการพัฒนาทางปัญญาของแต่ละบุคคลในเรื่องศีลธรรมและจริยธรรม ตลอดจนตระหนักถึงการพึ่งพาระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม

3. ศึกษาหลักการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยศึกษาเอกสาร หนังสือ ตำรา งานวิจัยและบทความที่เกี่ยวกับแนวคิดการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ บทบาทของผู้เรียน บทบาทผู้สอน การวัดผลและการประเมินผล โดยทำการสังเคราะห์แล้วนำมาเป็นกรอบและเป็นแนวทาง เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ทำให้ได้ลักษณะ (Features) ที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 9 ประการ และขั้นการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังที่จะกล่าวต่อไป

จากการศึกษาหลักการแนวคิดทฤษฎีของทั้ง 3 แนวคิดดังกล่าวข้างต้น ได้แก่ แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ แนวคิดการใช้โครงงานเป็นฐาน แนวคิดการใช้ประเด็นทาง

สังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ และการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทำให้ผู้วิจัยสามารถวางกรอบในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยทำการวิเคราะห์ความสอดคล้องแต่ละขั้นตอนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ พบว่าทั้งสองแนวคิดนั้นช่วยส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีแนวคิดเติมเต็มระหว่างกัน เนื่องจากแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต ฝึกให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ ใช้กระบวนการคิด และทักษะในการแก้ปัญหา ด้วยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เป็นการทำงานที่ต่อยอดจากทฤษฎี เกิดความรู้ที่คงทน อีกทั้งผู้เรียนมีความสนุก สนใจ และตั้งใจในการเรียน ช่วยในการสร้างเจตคติ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้ ส่วนแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์นั้น เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเพื่อกระตุ้นและส่งเสริมการพัฒนาทางปัญญาของแต่ละบุคคลในเรื่องศีลธรรมและจริยธรรม ตลอดจนตระหนักถึงการพึ่งพาระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ลักษณะ (Features) ที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 9 ประการ ดังนี้

1. ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นด้วยการใช้ประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริง และมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาทางสังคมด้วยความซาบซึ้งในคุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าว

2. ผู้เรียนมีการบูรณาการความรู้และบูรณาการทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับคำตอบและความรู้ที่กระจ่างชัด

3. ผู้เรียนเกิดความท้าทายเพื่อแก้ไขปัญหาจากคำถามขับเคลื่อน (Driving Question)

4. ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ

5. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ

6. ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการโต้แย้ง และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์

7. ผู้เรียนมีความสามารถในการประนีประนอมและตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

8. ผู้เรียนมีส่วนรวมในการสะท้อนผลของการเรียนรู้

9. ผู้เรียนนำเสนอผลงานสู่สาธารณะ

จากคุณลักษณะสำคัญที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์มาดังกล่าวข้างต้นนั้น ผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีลำดับขั้นตอนแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอประเด็นทางสังคม (Introducing Social Issues) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเกิดการตั้งคำถาม เกิดข้อสงสัยในประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในสังคมและยังต้องการการแก้ไขอยู่ ผ่านการดูคลิปวิดีโอ ข่าวในหนังสือพิมพ์ หรือสื่อต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงปัญหา มีความสนใจที่จะแก้ปัญหาโดยรับรู้ว่าเป็นปัญหาที่ตนเองจะต้องมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา และอภิปรายร่วมกันถึงคุณธรรมจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาด้วย เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงประโยชน์จากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับบุคคลและสังคม โดยมีเหตุผลสนับสนุน

(ส่งเสริมสมรรถนะ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม)

ขั้นที่ 2 ระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Brainstorming For the Solutions)) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องคิดและระบุข้อมูลที่ต้องสืบค้น พร้อมแหล่งข้อมูลในการสืบค้น เพื่อค้นหาคำตอบ และนำไปสู่การเรียนรู้เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผ่านการถูกกระตุ้นโดยคำถามขับเคลื่อน (Driving Question) จากผู้สอน ซึ่งเป็นคำถามที่เปิดกว้าง ไม่มีคำตอบที่ชัดเจนเพียงคำตอบเดียว

(ส่งเสริมสมรรถนะ 1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้ และเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย 2. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านการระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ แยกแยะและประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Designing the Solutions) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องระบุข้อมูลที่ต้องนำมาใช้ประกอบในการแก้ไขปัญหา และออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาให้ชัดเจนว่าจะทำผลงานออกมาในรูปแบบไหน สร้างเป็นโมเดล สร้างนวัตกรรมออกมาเป็นชิ้นงาน หรือ ในรูปแบบการรณรงค์ผ่านสื่อออนไลน์ โดยผู้เรียนแบ่งหน้าที่สมาชิกสืบค้นและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในเชิงลึกจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย จากเอกสาร หนังสือ หรือจากบุคคลภายนอก ปราชญ์ชาวบ้าน เป็นเนื้อหาที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดที่เรียน และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในประเด็นปัญหานั้น ๆ และสามารถออกแบบวิธีการที่เหมาะสมที่จะแก้ไขปัญหาได้ ภายใต้การชี้แนะแนวทางและอำนวยความสะดวกจากผู้สอน

(ส่งเสริมสมรรถนะ 1. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในด้านสามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 2. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านการระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ แยกแยะและประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)

ขั้นที่ 4 ลงมือแก้ไขปัญหา (Solving the Problem) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติแก้ไขปัญหาตามวิธีการที่สมาชิกในกลุ่มได้ออกแบบร่วมกันไว้ ออกแบบสร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงานที่จะช่วยแก้ไขปัญหา ทดสอบประสิทธิภาพ เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และแปลผลข้อมูล และสรุปผล พร้อมการพิจารณาร่วมกันของสมาชิกในกลุ่มว่านวัตกรรมหรือชิ้นงานที่สร้างสามารถแก้ปัญหาได้มากน้อยอย่างไร อีกทั้งสมาชิกในกลุ่มกับผู้สอนต้องร่วมกันสะท้อนผล วิจารณ์และรับฟังคำวิจารณ์การเรียนรู้ในด้านประสิทธิภาพในการหาข้อมูล กระบวนการลงมือปฏิบัติ คุณภาพของผลงาน อุปสรรคที่พบและวิธีการแก้ไขปัญหาทางสังคมนั้นมีความเหมาะสมหรือไม่

(ส่งเสริมสมรรถนะ 1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล 2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในด้านประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านการแปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป)

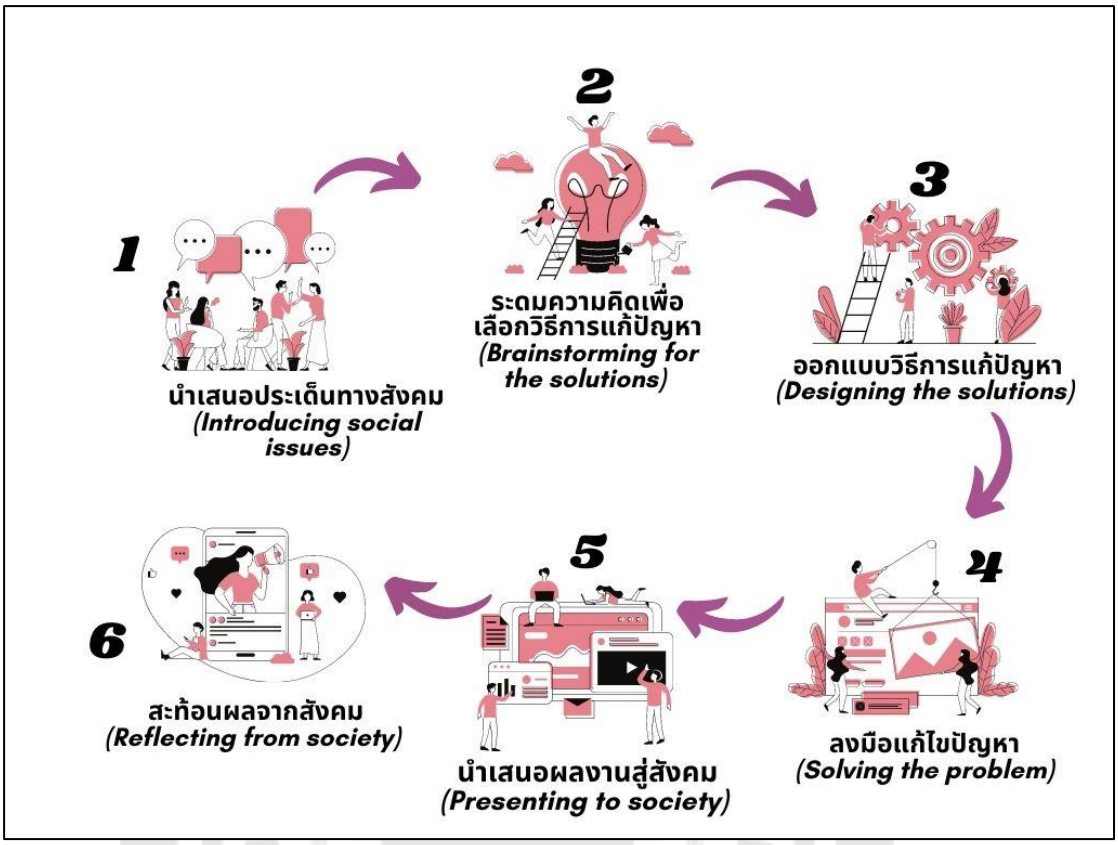
ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงานสู่สังคม (Presenting to Society) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำเสนอผลงานที่สร้างเพื่อแก้ไขปัญหาสังคมในชั้นเรียนต่อครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียนในรูปแบบตามความเหมาะสม ในรูปแบบการบรรยาย การจัดกระทำข้อมูลในรูปของรายงาน กราฟ แผนภูมิ แบบจำลอง โปสเตอร์ วิดีโอ โดยให้อธิบายแนวคิด ขั้นตอนการออกแบบ การสร้าง และการนำไปใช้แก้ปัญหา จากนั้นผู้เรียนมีการนำเสนอผลงานต่อสังคมในรูปแบบการจัดนิทรรศการ การ

แสดงละคร เพาเวอร์พอยท์ วีดีทัศน์ สื่อสังคมออนไลน์ เฟซบุ๊ก (Facebook) ยูทูบ (Yutube) หรือเว็บไซต์ของโรงเรียน ตามความเหมาะสมและความพร้อมของผู้เรียน

(ส่งเสริมสมรรถนะ 1. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้าน แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป)

ขั้นที่ 6 สะท้อนผลจากสังคม (Reflecting from Society) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้ทบทวนการทำโครงงาน เพื่อแก้ไขปัญหาสังคม ว่าพบปัญหาใดบ้าง ผิดพลาดหรือมีข้อบกพร่องตรงไหน ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร ได้ประโยชน์อย่างไร และสามารถนำความรู้นั้นไปพัฒนาปรับปรุงงานได้อย่างดียิ่งขึ้น ผู้เรียนแลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนในชั้นเรียน กับผู้สอน โดยนำความคิดเห็นจากผู้ประเมินโครงงาน และความคิดเห็นจากสังคมของผู้ที่ได้รับชมโครงงานมาพิจารณาร่วมกัน เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงความสำเร็จของโครงงาน เพื่อนำคำวิจารณ์ที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงานและผลงานในอนาคต

(ส่งเสริมสมรรถนะ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม)



ภาพประกอบ 16 ลำดับขั้นการจัดการเรียนรู้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เมื่อนำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีค่าดัชนีความสอดคล้องในช่วง 0.60 - 1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ เมื่อพิจารณารายขั้น ขั้นที่ 1 นำเสนอประเด็นทางสังคม ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 ผ่านเกณฑ์การประเมิน ขั้นที่ 2 ระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 ขั้นที่ 4 ลงมือแก้ไขปัญหา ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงานสู่สังคม ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 ขั้นที่ 6 สะท้อนผลจากสังคม ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์การประเมินทุกขั้นสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ แสดงผลดังตาราง 13

ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้องของรูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์

ข้อที่	ประเด็นการประเมิน	IOC	ผลการประเมิน
1. นำเสนอประเด็นทางสังคม (Introducing Social Issues)			
1.1	มีความสอดคล้องกับหลักการของการจัดการเรียนรู้แบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	1.00	ผ่าน
1.2	มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	0.80	ผ่าน
1.3	การให้คำนิยามความหมายและบทบาทที่ชัดเจน	1.00	ผ่าน
1.4	สามารถปฏิบัติได้จริงในชั้นเรียน	1.00	ผ่าน
2. ระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Brainstorming for the solutions)			
2.1	มีความสอดคล้องกับหลักการของการจัดการเรียนรู้แบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	1.00	ผ่าน

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นการประเมิน	IOC	ผลการประเมิน
2. ระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Brainstorming for the Solutions)			
2.2	มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	0.80	ผ่าน
2.3	การให้คำนิยามความหมายและบทบาทที่ชัดเจน	1.00	ผ่าน
2.4	สามารถปฏิบัติได้จริงในชั้นเรียน	1.00	ผ่าน
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Designing the Solutions)			
3.1	มีความสอดคล้องกับหลักการของการจัดการเรียนรู้แบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	1.00	ผ่าน
3.2	มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	0.80	ผ่าน
3.3	การให้คำนิยามความหมายและบทบาทที่ชัดเจน	1.00	ผ่าน
3.4	สามารถปฏิบัติได้จริงในชั้นเรียน	1.00	ผ่าน
4. ลงมือแก้ไขปัญหา (Solving the Problem)			
4.1	มีความสอดคล้องกับหลักการของการจัดการเรียนรู้แบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	1.00	ผ่าน
4.2	มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	0.60	ผ่าน
4.3	การให้คำนิยามความหมายและบทบาทที่ชัดเจน	0.80	ผ่าน
4.4	สามารถปฏิบัติได้จริงในชั้นเรียน	0.60	ผ่าน

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นการประเมิน	IOC	ผลการประเมิน
5. นำเสนอผลงานสู่สังคม (Presenting to Society)			
5.1	มีความสอดคล้องกับหลักการของการจัดการเรียนรู้แบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	1.00	ผ่าน
5.2	มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	0.80	ผ่าน
5.3	การให้คำนิยามความหมายและบทบาทที่ชัดเจน	1.00	ผ่าน
5.4	สามารถปฏิบัติได้จริงในชั้นเรียน	1.00	ผ่าน
6. สะท้อนผลจากสังคม (Reflecting from Society)			
6.1	มีความสอดคล้องกับหลักการของการจัดการเรียนรู้แบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	1.00	ผ่าน
6.2	มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	0.80	ผ่าน
6.3	การให้คำนิยามความหมายและบทบาทที่ชัดเจน	1.00	ผ่าน
6.4	สามารถปฏิบัติได้จริงในชั้นเรียน	1.00	ผ่าน

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้น มีเป้าประสงค์ให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และยังต้องการให้ผู้เรียนเกิดการสะท้อนทัศนะเหตุผลที่เกี่ยวข้องทางด้านจริยธรรมที่นำไปสู่การตัดสินใจในเชิงคุณธรรม

ในการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้อยู่ในช่วงสถานการณ์โรคระบาด COVID-19 ซึ่งทางโรงเรียนได้มีนโยบายให้นักเรียนแบ่งครึ่งห้องแล้วสลับอาทิตย์มาเรียน ผู้วิจัยจึงดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งออนไลน์และออนไซต์ไปพร้อมกันในแต่ละคาบการสอน เมื่อพิจารณาพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงมาในแต่ละขั้นการจัดการเรียนรู้ พบข้อมูลดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอประเด็นทางสังคม ผู้วิจัยได้นำวิดีโอข่าวที่ประเด็นทางสังคมที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและยังหาข้อสรุปไม่ได้ ซึ่งกำลังเป็นที่ถกเถียงกันอันเนื่องมาจากความแตกต่างทางความคิดเห็น เกี่ยวกับความถูกต้องความเหมาะสมของแนวคิด โดยเป็นประเด็นที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน เกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาดินโคลนถล่มหลุมยุบ และการกัดเซาะของน้ำ แล้วถามคำถามนักเรียน ตัวอย่างจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 คำถาม และคำตอบนักเรียนมีดังต่อไปนี้

ข้อ 1) ทุกคนคิดว่าปัญหาเรื่องดินโคลนถล่มหลุมยุบที่เกิดขึ้นเหล่านี้มีสาเหตุมาจากอะไร

นักเรียนทั้งห้องช่วยกันตอบว่า *“อุตสาหกรรม เหมือง ขุดน้ำมัน น้ำบาดาล อากาศ อุณหภูมิ ลักษณะของดิน ตัดไม้ทำลายป่า สูบน้ำ น้ำทะเลกัดเซาะ ฯลฯ”*

ข้อ 2) ทุกคนคิดว่าปัญหาเรื่องดิน ที่เกิดขึ้นเหล่านี้จะมีทางที่จะสามารถแก้ไขปัญหาได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

นักเรียนทั้งห้องช่วยกันตอบมีทั้งคำตอบที่ว่าได้และไม่ได้พร้อมเหตุผลดังนี้

“ได้ ปลูกต้นไม้ยึดหน้าดิน ทำเขื่อน สร้างตึก ปลูกหญ้าแฝก ปลูกโกงกาง การปลูกต้นไม้เพื่อให้ช่วยซับน้ำและปลูกป่าในพื้นที่ต้นน้ำ อาจจะช่วยป้องกันการเกิดดินถล่ม”

“ไม่ได้ เพราะก็ยังเกิดเหตุการณ์ดินถล่มอยู่บ่อย ๆ”

ข้อ 3) นักเรียนคิดว่าการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เราต้องคำนึงปัจจัยใดบ้าง

นักเรียนทั้งห้องช่วยกันตอบว่า *“เงิน งบประมาณ ผู้เชี่ยวชาญ แรงงาน อาสาสมัคร เวลา ผู้นำ ความรู้”*

ข้อ 4) นักเรียนคิดว่าถ้าเกิดปัญหานี้ขึ้นในบริเวณชุมชนของนักเรียน นักเรียนอยากเข้าไปมีส่วนร่วมแก้ปัญหาหรือไม่ เพราะอะไร

นักเรียนทั้งห้องช่วยกันตอบว่า (คำตอบมีทั้งเข้าไปร่วมแก้ไขและไม่เข้าร่วมแก้ไข) พร้อมเหตุผลดังนี้

“ไป เพราะมีผลกระทบกับเราเอง”

“ไม่ไป ย้ายหนีแทน เพราะเราไม่ได้เป็นคนทำ”

“ไป เพื่ออนาคตลูกหลาน”

ข้อ 5) สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ตอบว่า ไม่เข้าร่วมแก้ไขเพราะเราไม่ได้เป็นคนทำ แต่เราได้รับผลกระทบ ครอบครัว คนที่เรารู้จักก็ได้รับผลกระทบ นักเรียนจะแก้ปัญหาอย่างไร

ตัวอย่างคำตอบนักเรียน เช่น

“เอาเงินให้ สนับสนุนเงินให้ชุมชน”

“ขอความช่วยเหลือจากนายกรัฐมนตรี”

“ขอความช่วยเหลือจากหน่วยงานในเขตอำเภอให้เค้าประสานงานต่อ”

ซึ่งจากการถามคำถามที่กล่าวมาทั้งหมด ผู้สอนต้องการที่จะทราบว่า

ซึ่งจากการถามคำถามที่กล่าวมาทั้งหมด ผู้สอนต้องการจะกระตุ้นผู้เรียนด้วยการใช้ประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริง และมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาทางสังคมด้วยความซาบซึ้งในคุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าว ผู้สอนจึงมีการบรรยายให้ความรู้กับนักเรียนเรื่องคุณธรรมจริยธรรมพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับสังคม การให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องทางด้านจริยธรรมนำไปสู่การตัดสินใจในเชิงคุณธรรม

ขั้นที่ 2 ระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ตั้งคำถามขับเคลื่อน (Driving Question) ที่ท้าทายให้ผู้เรียนต้องการค้นหาคำตอบ คือ

“ปัญหาดินโคลนถล่มหลุมยุบ เป็นภัยธรรมชาติหรือที่จริงแล้วเป็นเพราะการกระทำของมนุษย์ และจะมีวิธีแก้ไขปัญหานี้อย่างไร”

แบ่งกลุ่มให้นักเรียนเป็น 7 กลุ่ม นักเรียนแต่ละกลุ่ม มีสมาชิกกลุ่มละ 6-7 คน (ตั้งชื่อกลุ่มให้นักเรียน ชื่อกลุ่ม A B C D E F และ G) ให้นักเรียนร่วมกันคิดว่าจะต้องหาข้อมูลอะไร เพื่อจะนำมาใช้ในการตัดสินใจถึงสาเหตุการเกิดดินโคลนถล่มหลุมยุบว่าเกิดจากภัยธรรมชาติหรือเพราะการกระทำของมนุษย์ พร้อมหาข้อมูลมาสนับสนุนแนวคิดของกลุ่มตนเอง โดยทำการสืบค้นข้อมูลเบื้องต้นว่าข้อมูลใดที่ต้องนำมาใช้ประกอบ แล้วเขียนระบุรายการข้อมูลที่ต้องไปสืบค้น และระบุแหล่งสืบค้น พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มจะเสนอหัวข้อที่ต้องสืบค้นคล้ายกัน โดยสอดคล้องตามเนื้อหาในหนังสือเรียน ดังนี้

"ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ โครงสร้างโลกและการเปลี่ยนแปลง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลกวัฏจักรดิน ดิน ตำแหน่ง ส่วนประกอบดิน วิธีการตรวจสอบคุณสมบัติดิน สาเหตุ ปัจจัยการเกิดดินโคลนถล่ม กิจกรรมที่ทำก่อนเกิดดินถล่มบริเวณที่เกิดดินถล่ม การกัดเซาะของน้ำและอากาศ ผลกระทบคนในชุมชน การแก้ไขปัญหา เป็นต้น"

ช่องทางในการสืบค้นข้อมูลที่นักเรียนเสนอ พบว่ามีความคล้ายคลึงกัน ได้แก่

"หนังสือเรียน อินเทอร์เน็ต ห้องสมุด สอบถามผู้เชี่ยวชาญ" (นักเรียนกลุ่ม A)

"หนังสือเรียน อินเทอร์เน็ต ห้องสมุด หนังสือพิมพ์ เว็บไซต์กรมทรัพยากรธรณี สอบถามผู้เชี่ยวชาญ สอบถามผู้ที่เคยประสบเหตุการณ์" (นักเรียนกลุ่ม B)

"หนังสือเรียน อินเทอร์เน็ต เว็บไซต์กรมทรัพยากรธรณี สอบถามผู้ที่เคยประสบเหตุการณ์" (นักเรียนกลุ่ม C)

ซึ่งผู้วิจัยได้สอบถามต่อว่าสาเหตุที่นักเรียนสรุปหัวข้อในการสืบค้นและช่องทางในการสืบค้นดังกล่าวเพราะเหตุใด นักเรียนแต่ละกลุ่มจะตอบคล้ายกันว่า *"เพราะจากการหาข้อมูลเบื้องต้น เกี่ยวกับปัญหาดินโคลนถล่มจะเกี่ยวข้องกับสถานณ์ที่เกิด ซึ่งมีลักษณะทางธรณีวิทยาที่แตกต่างกัน เลยต้องศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างทางธรณีวิทยา ตำแหน่ง และเรื่องคุณสมบัติของดินและปัจจัยอื่นๆ ที่เป็นสาเหตุ ผลที่เกิดขึ้นจะส่งผลกับมนุษย์อย่างไรบ้าง และต้องหาข้อมูลวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าว"* ส่วนแหล่งข้อมูลสืบค้นที่ระบุมา นักเรียนตอบว่า *"เป็นแหล่งสืบค้นข้อมูลที่ใช้งานง่ายบนมือถือและสะดวกมีในโรงเรียน เช่น หนังสือเรียน อินเทอร์เน็ต ห้องสมุด หนังสือพิมพ์ เว็บไซต์กรมทรัพยากรธรณี ส่วนการสอบถามผู้เชี่ยวชาญหรือสอบถามผู้ที่รู้เหตุการณ์ นักเรียนอธิบายว่าเชี่ยวชาญ หมายถึงคุณครูผู้ที่มีองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่จะสามารถอธิบายข้อมูลความรู้ให้นักเรียนได้ ส่วนกลุ่มที่ระบุถึงแหล่งสืบค้นที่เป็นการสอบถามผู้ที่เคยประสบเหตุการณ์นักเรียนคิดว่าจะได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ซึ่งมาจากประสบการณ์ตรง"*

จากข้อมูลเบื้องต้นได้สะท้อนให้เห็นถึงคุณลักษณะที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เรียนเกิดความท้าทายเพื่อแก้ไขปัญหาจากคำถามขับเคลื่อน (Driving Question) ที่ผู้สอนตั้งคำถาม ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ จากการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย มีการบูรณาการความรู้และบูรณาการทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับคำตอบและความรู้ที่กระจ่างชัดเพื่อนำมาตอบปัญหานั้น ๆ ต้องมีการตัดสินใจร่วมกันของสมาชิกในกลุ่มในการเลือกหัวข้อที่ต้องสืบค้นข้อมูล และได้เสนอแนวคิดร่วมกันได้พัฒนาทักษะการโต้แย้ง และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนในละกลุ่ม ร่วมกันระบุสิ่งที่ตนเองต้องการรู้และสิ่งที่ต้องการทำขึ้นให้ชัดเจน นักเรียนในกลุ่มแบ่งหน้าที่สมาชิกในการสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อต่าง ๆ ที่ระบุไว้จากขั้นที่ 2 ในเชิงลึก พบว่านักเรียนมีการแบ่งหัวข้อกันในการสืบค้นหัวข้อละ 1-2 คน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาสรุปร่วมกัน แล้วเขียนลงในกระดาษโฟชาร์ท ตัวอย่างจากนักเรียนกลุ่ม B และกลุ่ม C ดังภาพประกอบ 17

ก. กลุ่ม B ข. กลุ่ม C

ภาพประกอบ 17 ตัวอย่างการสรุปข้อมูลลงในกระดาษโฟชาร์ท

จากข้อมูลที่นักเรียนสืบค้นและสรุปร่วมกันในกลุ่ม นักเรียนได้นำเสนอแนวความคิดว่ากลุ่มตนเองถึงการตัดสินใจว่าดินโคลนถล่มหลุมยุบนั้นเป็นภัยธรรมชาติหรือที่จริงเพราะการกระทำของมนุษย์ โดยต้องมีการอธิบายด้วยหลักการวิทยาศาสตร์ และจากข้อมูลที่สืบค้นมา พร้อมวิธีการแก้ไขปัญหาอย่างไร ตัวอย่างเช่น

กลุ่มที่ 1 (นักเรียนกลุ่ม B) ตัดสินใจในประเด็นว่าสาเหตุเกิดจากภัยธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ ระบุว่าสาเหตุเกิดจากทั้งสองอย่าง เพราะมีสาเหตุจากทั้งมนุษย์และธรรมชาติ เพราะมนุษย์ การก่อสร้างในบริเวณเชิงเขาที่ลาดชัน โดยไม่มีการคำนวณด้านวิศวกรรมที่ดีพอ ทำการเกษตรในพื้นที่ลาดชันเชิงเขา และการกำจัดพืชที่ปกคลุมดินและการตัดไม้ทำลายป่า ในส่วนของธรรมชาติ คือ ฝนตกหนัก การเกิดดินถล่มในประเทศไทยส่วนใหญ่มักจะมีฝนเป็นปัจจัยเร่งที่สำคัญเสมอ การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลง การลดระดับน้ำในแม่น้ำและอ่าง

เก็บน้ำ การกัดเซาะของดินจากกระแสน้ำในแม่น้ำ ลำธาร หรือจากคลื่นซัดทำให้ความหนาแน่นของมวลดินลดลง การผุพังของมวลดินและหิน การสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว และภูเขาไฟระเบิด

เสนอวิธีแก้ปัญหาในลักษณะการป้องกัน คือ *"ปลูกพืชคลุมดินบนพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดเหตุการณ์ดินถล่ม เช่น บนพื้นที่ลาดชัน จากพืชที่หาได้ง่ายๆ อย่างเช่น ถั่วลิสง กระดุมทองเลื้อย ใบต่างเหรียญ และหญ้าเกล็ดหอย เพื่อให้ดินไม่มีความชื้นเกินไปหรือหนักเกินไปจนมีโอกาสเกิดดินถล่ม หรืออาจวางป้ายบอกเสี่ยงเกิดดินถล่มด้วยเพื่อเป็นการให้คนรอบข้างระวังการเกิดเหตุการณ์ดินถล่ม หรือวิธีแก้ไขอื่น ๆ เช่น การรณรงค์ลดการทำกิจกรรมที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม และให้ความรู้ผ่านทางสื่ออินเตอร์เน็ต"*

กลุ่มที่ 2 **(นักเรียนกลุ่ม** C**) ตัดสินใจในประเด็นว่าสาเหตุเกิดจากการกระทำของมนุษย์** ให้เหตุผลว่า เพราะมนุษย์ตัดต้นไม้ทำให้ไม่มีต้นไม้กั้นหรือชะลอดินโคลนที่ถล่ม และเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาในลักษณะการป้องกัน คือ นำต้นไม้และหญ้าแฝกไปปลูกตามที่ ๆ มีความเสี่ยงดินโคลนถล่มหลุมยุบ เพราะหญ้าแฝกหรือ Vetiveria Zizanioides เป็นพืชขึ้นแน่นเป็นกอ และมีระบบรากหยั่งลึกและแผ่กระจายลงไปในดินตรง ๆ เหมือนกำแพง จึงเหมาะในการใช้ในการยึดดิน ป้องกันการพังทลายของดิน ช่วยกักเก็บตะกอนดิน ลดความแรงของน้ำที่ไหลบ่า และช่วยกักเก็บน้ำไว้ในดินและพื้นที่ตอนบน และนักเรียนยังอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการแก้ปัญหาหลุมยุบ คือ ลดการใช้น้ำบาดาล

กลุ่มที่ 3 **(นักเรียนกลุ่ม** D**) ตัดสินใจในประเด็นว่าสาเหตุเกิดจากภัยธรรมชาติ** ให้เหตุผลว่า เพราะฝนเมื่อตกหนักดินอุ้มน้ำไม่ไหว และเกิดการพังถล่มลงมา เสนอวิธีการแก้ไขที่จะไม่ให้ประชาชนเกิดอันตราย คือ ก่อแนวกำแพงปูนซีเมนต์ และติดตั้งระบบเซ็นเซอร์เตือนภัยตามไหล่เขาหรือจุดต่าง ๆ ที่มีความเสี่ยง หรือเคยมีประวัติการเกิดเหตุการณ์ดินโคลนถล่มมาแล้ว

จากข้อมูลเบื้องต้นได้สะท้อนให้เห็นถึงคุณลักษณะที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ในด้านการพัฒนาทักษะการโต้แย้ง และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ และการส่วนร่วมในการตัดสินใจ โดยผู้เรียนมีความสามารถในการประนีประนอม และตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

หลังจากที่นำเสนอผลการตัดสินใจในประเด็นปัญหา นักเรียนในกลุ่มร่วมกันออกแบบวิธีการ ขั้นตอนการแก้ไขปัญหา อย่างชัดเจนว่าจะทำผลงานออกมาในรูปแบบไหน สร้างเป็นโมเดล สร้างนวัตกรรมออกมาเป็นชิ้นงาน หรือ ในรูปแบบการรณรงค์ผ่านสื่อออนไลน์ (เพราะต้องคำนึงถึงสถานการณ์โรคระบาด COVID-19 เนื่องจากมีข้อจำกัดเรื่องเวลาการทำโปรเจค และการเดินทางไปนอกสถานที่) พบว่านักเรียนทั้งหมดออกแบบผลงานออกมาในรูปแบบโมเดลแบบจำลอง เพื่อนำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหา

ผู้สอนจึงได้มีการตั้งคำถามนักเรียน ดังนี้

ข้อ 1) นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ ไว้อย่างไร ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน คือ

กลุ่มที่ 1 ตอบว่า *"ปลูกพืชคลุมดินและการณรงค์ช่วยป้องกันดินถล่มได้หรือไม่"* (นักเรียนกลุ่ม B)

กลุ่มที่ 2 ตอบว่า *"หญ้าแฝกช่วยป้องกันดินถล่มได้อย่างไร"* (นักเรียนกลุ่ม C)

กลุ่มที่ 3 ตอบว่า *"กำแพงปูซีเมนต์และเซนเซอร์เตือนภัยช่วยป้องกันดินโคลนถล่มและอันตรายจากดินโคลนถล่มได้หรือไม่"* (นักเรียนกลุ่ม D)

ข้อ 2) นักเรียนคิดว่าประเด็นปัญหาที่ระบุไว้ในข้อ 1 สามารถตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการอย่างไร

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน คือ

กลุ่มที่ 1 ตอบว่า *"ปลูกพืชคลุมดินและการรณรงค์ช่วยป้องกันดินถล่มได้หรือไม่"*

"นักเรียนตอบว่าสามารถสืบค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ของการปลูกพืชคลุมดินจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือหลาย ๆ แหล่งแล้วนำมาวิเคราะห์และสรุปว่าการปลูกพืชคลุมดินนั้นช่วยป้องกันดินถล่มได้ แต่ต้องเป็นการที่ทุกคนในชุมชนช่วยกัน จึงควรมีการรณรงค์ให้คนตระหนักถึงความสำคัญและมีความรู้ เข้าใจวิธีการปลูกพืชคลุมดิน" (นักเรียนกลุ่ม B)

กลุ่มที่ 2 ตอบว่า *"หญ้าแฝกช่วยป้องกันดินถล่มได้อย่างไร"*

"นักเรียนตอบว่าหาข้อมูลเกี่ยวกับหญ้าแฝกว่ามีชนิดหรือสายพันธ์อะไรบ้างที่นำมาใช้ประโยชน์ในการปลูกเพื่อป้องกันดินโคลนถล่ม นำข้อมูลมาอ้างอิง และต้องทดลองนำหญ้าแฝกมาปลูกแล้วดูผลความแตกต่างระหว่างบริเวณที่ปลูกกับไม่ปลูก" (นักเรียนกลุ่ม C)

กลุ่มที่ 3 ตอบว่า *"กำแพงปูซีเมนต์และเซนเซอร์เตือนภัยช่วยป้องกันดินโคลนถล่มได้หรือไม่"*

"นักเรียนตอบว่าต้องเริ่มจากต้องหาข้อมูลว่าเคยมีการใช้กำแพงก่อเป็นแนวกั้นดินถล่มหรือไม่ และการใช้เซนเซอร์ในการเตือนภัย หลังจากนั้นก็ลองทำแบบจำลองทดสอบโดยการกั้นดิน เปรียบเทียบกับตรงที่ไม่กั้น" (นักเรียนกลุ่ม D)

จากข้อมูลเบื้องต้นได้สะท้อนให้เห็นถึงคุณลักษณะที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เรียนมีการบูรณาการความรู้และบูรณาการทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับคำตอบและความรู้ที่กระจ่างชัด โดยการนำความรู้ที่ทำการสืบค้นมาออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 4 ลงมือแก้ไขปัญหา (Solving the Problem) นักเรียนลงมือปฏิบัติสร้างแบบจำลองเป็นชิ้นงานตามที่กลุ่มตนเองได้ออกแบบไว้ แสดงตัวอย่างดังภาพประกอบ 18

ก. กลุ่ม C

ข. กลุ่ม D

ค. กลุ่ม E

ง. กลุ่ม F

ภาพประกอบ 18 ตังอย่างแบบจำลองวิธีการแก้ไขปัญหาที่นักเรียนออกแบบ

นักเรียนมีการสืบค้นเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และแปลผลข้อมูล และสรุปผล พร้อมการพิจารณาร่วมกันของสมาชิกในกลุ่มว่านวัตกรรมหรือชิ้นงานที่สร้างสามารถแก้ปัญหาได้มากน้อยอย่างไร เมื่อนำชิ้นงานของนักเรียนมาวิเคราะห์ พบว่า

จากภาพ ก ผลงานนักเรียนกลุ่ม C ปลูกหญ้าแฝกป้องกันดินโคลนถล่มและน้ำกัดเซาะได้ทำการสืบค้นข้อมูลและอธิบายหลักการและวิธีการปลูก *“การปลูกหญ้าแฝกบริเวณเชิงเขาเป็นขั้นบันไดและปลูกแบบติดริมแม่น้ำป้องกันการกัดเซาะของน้ำที่จะส่งผลให้ดินถล่ม เพราะรากหญ้าแฝกจะช่วยยึดเกาะดินไว้และการปลูกขั้นบันไดจะช่วยชะลอความเร็วของน้ำบนที่ลาดชัน”*

จากภาพ ข ผลงานนักเรียนกลุ่ม D ออกแบบเรด้าเตือนภัยป้องกันดินโคลนถล่ม เขียนอธิบายไว้ว่า *"เรด้ามีหน้าที่เตือนภัยบอกอันตรายล่วงหน้าก่อนที่จะเกิดเหตุดินโคลนถล่ม เพราะจะช่วยให้คนสามารถอพยพหรือเตรียมการรับมือได้ทัน ลดความรุนแรงและมีการสร้างแนวป้องกันเพิ่มเติม"*

จากภาพ ค ผลงานนักเรียนกลุ่ม E ออกแบบสร้างแนวกั้นป้องกันการกัดเซาะของน้ำ เขียนอธิบายไว้ว่า *"ออกแบบสร้างแนวกั้นน้ำกัดเซาะที่ทำมาจากหินและไส้ที่กรอกทรายสำหรับป้องกันแนวคลื่นขนาดเล็กลดความแรงของน้ำ และบริเวณชายฝั่งก็สร้างกำแพงป้องกันคลื่นตามแนวชายฝั่ง"*

จากภาพ ง ผลงานนักเรียนกลุ่ม F ออกแบบสร้างเขื่อนเพื่อป้องกันการกัดเซาะของน้ำ เขียนอธิบายไว้ว่า *"ออกแบบสร้างเขื่อนที่ที่มีประตูสำหรับระบายน้ำเพื่อช่วยชะลอความเร็วของการไหลของน้ำและยังช่วยกักเก็บน้ำไว้ใช้ในหน้าแล้ง โดยการร่วมมือกันของคนในชุมชนที่ต้องมีจิตสำนึกร่วมกัน"*

หลังจากนั้นสมาชิกในกลุ่มกับผู้สอนร่วมกันสะท้อนผล วิจารณ์และรับฟังคำวิจารณ์การเรียนรู้ในด้านประสิทธิภาพในการหาข้อมูล กระบวนการลงมือปฏิบัติ คุณภาพของผลงาน อุปสรรคที่พบและวิธีการแก้ไขปัญหาทางสังคมนั้นมีความเหมาะสมหรือไม่ ซึ่งเป็นการส่งเสริมในด้านประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนก็ได้บอกถึงปัญหาในการทำงาน ดังนี้

"สมาชิกในกลุ่มบางคนไม่ให้ความร่วมมือเท่าที่ควรในการทำงาน" (นักเรียนกลุ่ม B)

"ไม่เคยทำชิ้นงาน เลยทำไม่ค่อยเป็น เลยใช้เวลาทำนาน" (นักเรียนกลุ่ม E)

"ไม่ค่อยกล้าพูดเสนอความคิด เนื่องจากเขินอาย เพราะไม่เคยออกไปนำเสนองาน" (นักเรียนกลุ่ม F)

จากข้อมูลเบื้องต้นได้สะท้อนให้เห็นถึงคุณลักษณะที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 4 ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เรียนได้ลงมือมือปฏิบัติมีการบูรณาการความรู้และบูรณาการทักษะกระบวนการต่าง ๆ มีส่วนร่วมในการตัดสินใจในทุก ๆ ขั้นตอนของการทำชิ้นงาน ได้ใช้ทักษะการโต้แย้ง และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ และผู้เรียนมีส่วนรวมในการสะท้อนผลงานของต้นเอง

ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงานสู่สังคม (Presenting to Society) นักเรียนนำเสนอผลงานที่สร้างเพื่อแก้ไขปัญหาสังคมในชั้นเรียนต่อครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียน โดยการพูดนำเสนอบรรยาย ตัวอย่างการนำเสนอผลงานดังภาพประกอบ 19 และอัดคลิปวิดีโอ และนำคลิปวิดีโอไปโพสต์สื่อสังคมออนไลน์ เฟซบุ๊ก (Facebook) และยูทูบ (Yutube) ตัวอย่างดังภาพประกอบ 20 ซึ่งเป็นการส่งเสริมสมรรถนะในด้านการแปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น และวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป

จากการนำเสนองานคลิปวิดีโอพบว่า นักเรียนได้มีการกล่าวถึงความร่วมมือกันของคนในสังคมในการแก้ไขปัญหาร่วมกัน ไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้เพียงคนคนเดียว ต้องมีการร่วมมือระหว่างคนในชุมชน และหน่วยงานรัฐ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความรู้สึกและอารมณ์ร่วมกับการทำโครงงานในการแก้ไขปัญหาสังคม เป็นการแสดงออกถึงคุณธรรมจริยธรรมพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับสังคม การให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องทางด้านจริยธรรม ซึ่งนำไปสู่การตัดสินใจในเชิงคุณธรรม (นักเรียนกลุ่ม A B และ D)

ก. กลุ่ม A

ข. กลุ่ม D

ภาพประกอบ 19 การนำเสนอผลงานในชั้นเรียนต่อครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียน

ภาพประกอบ 20 นักเรียนกลุ่ม B นำเสนอวิดีโอในสื่อสังคมออนไลน์ เฟซบุ๊กและยูทูบ

ขั้นที่ 6 สะท้อนผลจากสังคม (Reflecting from Society) นักเรียนได้ทบทวนการทำโครงงาน เพื่อแก้ไขปัญหาสังคม ว่าพบปัญหาใดบ้าง ผิดพลาดหรือมีข้อบกพร่องตรงไหน ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร ได้ประโยชน์อย่างไร และสามารถนำความรู้นั้นไปพัฒนาปรับปรุงงานได้อย่างดียิ่งขึ้น ผู้เรียนแลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนในชั้นเรียน กับผู้สอน โดยนำความคิดเห็นจากผู้ประเมินโครงงาน และความคิดเห็นจากสังคมของผู้ที่ได้รับชมโครงงานมาพิจารณาร่วมกัน เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงความสำเร็จของโครงงาน เพื่อนำคำวิจารณ์ที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงานและผลงานในอนาคต

ตัวอย่างการสะท้อนผลจากนักเรียน เช่น นักเรียนกล่าวถึงปัญหาที่พบในการทำงาน และวิธีการแก้ไขปัญหานั้น

“สมาชิกในกลุ่มบางคนไม่ให้ความร่วมมือเท่าที่ควรในการทำงาน นักเรียนจึงเสนอให้มีการจับกลุ่มใหม่เฉพาะคนที่อยากทำโปรเจคร่วมกันจริง ๆ” (นักเรียนกลุ่ม B)

“ไม่เคยทำชิ้นงาน ทำไม่ค่อยเป็น เลยใช้เวลาทำนาน ทำให้ทำงานไม่ทันเวลา เนื่องจากสถานการณ์โรคระบาดทำให้ไม่สามารถอยู่รวมกันทำงานกลุ่มนอกเวลาได้ นักเรียนเสนอวิธีแก้ปัญหาคือแบ่งงานกันทำ และพูดคุยกันในกลุ่มผ่านช่องทางออนไลน์” (นักเรียนกลุ่ม E)

“ไม่ค่อยกล้าพูดเสนอความคิด เพราะเขินอาย ไม่อยากอัดคลิปวิดีโอให้เห็นหน้า นักเรียนจึงเรียนขอผู้สอนใช้วิธีอัดคลิป โดยใส่รูปภาพเหตุการณ์อื่นขณะที่บรรยายโดยไม่ต้องเห็นหน้าผู้นำเสนอ” (นักเรียนกลุ่ม F)

ตัวอย่างการสะท้อนจากสังคม ผลจากผู้คนที่ดีรับชมคลิปนำเสนอผลงาน ตัวอย่าง ความคิดเห็นจากครูประจำชั้น และผู้ที่ได้รับชมคลิปในสื่อออนไลน์ เช่น

“นักเรียนตั้งใจทำงานดี และมีความพยายามทั้งที่ไม่เคยทำ” (ครูประจำชั้น)

“เยี่ยมมากเลยครับ เก่งมากเลย” (ผู้ที่ได้รับชมคลิปในเฟซบุ๊ก)

ซึ่งจากผลสะท้อนที่กล่าวไปข้างต้น จะพบว่าผู้ที่ได้รับชมให้ความชื่นชมในผลงานของนักเรียนที่สามารถทำผลงานออกมาได้น่าสนใจ และมีความพยายามในการสร้างสรรค์ผลงาน นักเรียนสามารถบอกข้อผิดพลาดหรือปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำงานได้ พร้อมทั้งยังสามารถเสนอวิธีการแก้ไขปัญหา เพื่อที่จะสามารถนำไปปรับปรุงแก้ไขในการทำงานต่อไปได้

จากข้อมูลเบื้องต้นได้สะท้อนให้เห็นถึงคุณลักษณะที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 6 ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เรียนผู้เรียนได้แสดงการวิพากษ์วิจารณ์ และมีส่วนรวมในการสะท้อนผลของการเรียนรู้

2. ผลการศึกษาการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้

ผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบตามสมมุติฐานการวิจัยดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ทั้งในภาพรวมและแต่ละสมรรถนะ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น หลังเรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับปานกลางขึ้นไปทั้งสามสมรรถนะ และในภาพรวม

3. นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น หลังเรียนมีจำนวนนักเรียนที่มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละสมรรถะและในภาพรวม ที่ระดับปานกลางขึ้นไปร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 คือ นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ที่ใช้ มีจำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็น 1) แบบเลือกตอบ (Multiple-Choice Test Items) 4 ตัวเลือก จำนวน 9 ข้อ 2) การทดสอบคำถามแบบถูกผิดเชิงซ้อน (Complex Multiple-Choice Questions) จำนวน 11 ข้อและ 3) แบบเขียนตอบ มีลักษณะการตอบคำถามลักษณะการเขียนคำตอบแบบสั้นเป็นกลุ่มคำหรือการเขียนคำตอบแบบยาวเป็นย่อหน้าสั้น ๆ จำนวน 10 ข้อ ใช้ประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explaining Phenomena Scientifically) จำนวน 15 ข้อ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluating and Designing Scientific Enquiry) จำนวน 6 ข้อ และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpreting Data and Evidence Scientifically) จำนวน 9 ข้อ ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงในตาราง 14 ตาราง 15 และตาราง 16

ตาราง 14 คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์รายบุคคลของนักเรียนเมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

รหัสนักเรียน	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คะแนนความแตกต่าง	คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (ร้อยละ)	ระดับการพัฒนาการ
A01	7	20	13	56.52	สูง
A02	6	19	13	54.17	สูง
A03	4	16	12	46.15	ปานกลาง
A04	4	16	12	46.15	ปานกลาง
A05	4	16	12	46.15	ปานกลาง
A06	5	16	11	44.00	ปานกลาง
A07	6	17	11	45.83	ปานกลาง
A08	10	20	10	50.00	ปานกลาง
A09	8	18	10	45.45	ปานกลาง
A10	11	20	9	47.37	ปานกลาง
A11	11	20	9	47.37	ปานกลาง
A12	6	14	8	33.33	ปานกลาง
A13	8	16	8	36.36	ปานกลาง
A14	7	15	8	34.78	ปานกลาง
A15	8	16	8	36.36	ปานกลาง
A16	8	15	7	31.82	ปานกลาง
A17	7	13	6	26.09	ปานกลาง
A18	11	17	6	31.58	ปานกลาง
A19	5	10	5	20.00	ต้น
A20	6	11	5	20.83	ต้น
A21	13	18	5	29.41	ปานกลาง
A22	12	17	5	27.78	ปานกลาง
A23	9	14	5	23.81	ต้น

ตาราง 14 (ต่อ)

รหัสนักเรียน	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คะแนนความแตกต่าง	คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (ร้อยละ)	ระดับการพัฒนาการ
A24	12	16	4	22.22	ต้น
A25	8	12	4	18.18	ต้น
A26	14	18	4	25.00	ต้น
A27	7	11	4	17.39	ต้น
A28	5	9	4	16.00	ต้น
A29	13	17	4	23.53	ต้น
A30	14	17	3	18.75	ต้น
A31	13	16	3	17.65	ต้น
A32	9	12	3	14.29	ต้น
A33	13	16	3	17.65	ต้น
A34	9	12	3	14.29	ต้น
A35	9	11	2	9.52	ต้น
A36	11	13	2	10.53	ต้น
A37	10	12	2	10.00	ต้น
A38	9	11	2	9.52	ต้น
A39	13	14	1	5.88	ต้น
A40	12	10	-2	-11.11	ลดลง
ค่าเฉลี่ย	15.05	8.93	6.10	28.02	ปานกลาง

ตาราง 15 คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ของสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ในรายด้านและภาพรวมของนักเรียนเมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน $\overline{X}$	หลังเรียน $\overline{X}$	คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (ร้อยละ)	ระดับการพัฒนาการ
1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	15	4.83	7.73	27.32	ปานกลาง
2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	6	1.75	3.05	9.63	ต้น
3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	9	2.35	4.25	14.31	ต้น
ภาพรวมทุกด้าน	30	8.93	15.05	28.02	ปานกลาง

จากตาราง 14 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ คะแนนเฉลี่ยพัฒนาการสัมพัทธ์ของนักเรียนทั้งหมด 40 คน อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 28.02) โดยมีระดับพัฒนาการที่ต้น จำนวน 19 คน (ร้อยละ 47.50) รองลงมาคือระดับพัฒนาการที่ระดับปานกลาง จำนวน 18 คน (ร้อยละ 45.00) พัฒนาการของการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง จำนวน 2 คน (ร้อยละ 5.00) และพัฒนาการลดลง จำนวน 1 คน (ร้อยละ 2.50) ตามลำดับ

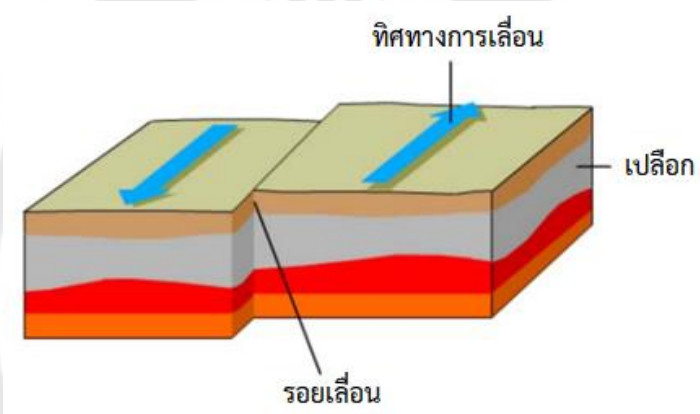
จากตาราง 15 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ มีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ของการรู้วิทยาศาสตร์มากที่สุดคือสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 27.32) รองลงมาคือด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต้น (ร้อยละ 14.31) และการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต้น (ร้อยละ 9.63) ตามลำดับ

ผลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าหากพิจารณาคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์รายบุคคลของนักเรียนเมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น จำนวนนักเรียนกลุ่มที่มีระดับพัฒนาการระดับต้นกับกลุ่มที่มีระดับปานกลางนั้นมีจำนวนใกล้เคียงกัน ส่วนกลุ่มที่มีการพัฒนาการที่ระดับสูง ร้อยละ 5 และมีคนมีการพัฒนาการลดลงที่ได้คะแนนหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน ร้อยละ 2.50 เมื่อพิจารณาคำตอบของตัวอย่างนักเรียนจากกลุ่มที่มีระดับพัฒนาการระดับสูง ระดับปานกลาง ระดับต้น และพัฒนาการลงลง พบว่า

นักเรียนที่มีระดับพัฒนาการในภาพรวมที่ระดับสูง จำนวน 2 คน (รหัสนักเรียน A01 และ A02) เมื่อพิจารณาในรายด้าน นักเรียนทั้งสองคนมีระดับการพัฒนาการในด้านสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับสูง รองลงมาคือด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง และด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต้น ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการตอบคำถามก่อนเรียน เรื่องที่ 1 การเจาะน้ำบาดาลและแผ่นดินไหวก่อนเรียน

เรื่องที่ 1 การเจาะน้ำบาดาลและแผ่นดินไหว

เปลือกโลกชั้นหิน เมื่อเปลือกโลกแตกออกเป็นแผ่นจะเกาะอยู่บนชั้นหินที่หลอมละลายบางส่วน แผ่นที่มีรอยแตกเรียกว่า รอยเลื่อน (เป็นรอยแยกหรือรอยแตกของหินที่มีการเคลื่อนตัวเนื่องจากแรงเค้นที่เข้ามากระทำ ซึ่งรอยเลื่อนโดยส่วนใหญ่จะมี ระนาบการเลื่อนตัว หรือ ระนาบรอยเลื่อน (fault plane) อยู่ในแนวเอียงเอียงเทไปด้านใดด้านหนึ่ง ทำให้พื้นที่ทั้ง 2 ฝั่งที่ถูกแบ่งโดยระนาบรอยเลื่อนนั้นมีรูปทรงไม่เหมือนกัน และถูกเรียกแตกต่างกัน) และแผ่นดินไหวจะเกิดขึ้นเมื่อความเครียดสะสมตามรอยเลื่อนปล่อยออกมาทำให้บางส่วนของเปลือกโลกเปลี่ยนไป ตัวอย่างของรอยเลื่อนแสดงดังภาพ



ภาพประกอบ 21 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 1

ถามคำถามนักเรียนว่า *“ความเครียดก่อตัวขึ้นตามธรรมชาติเมื่อเกิดรอยเลื่อน ทำไมถึงเป็นเช่นนี้”* นักเรียนเขียนตอบว่า

“ระนาบรอยเลื่อน (Fault Plane) อยู่ในแนวเอียงเอียงเทไปด้านใดด้านหนึ่ง”

(นักเรียนรหัส A01 ข้อมูลจากแบบแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 1 วัดสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

“ความเครียดสะสมตามรอยเลื่อนปล่อยออกมาทำให้บางส่วนของเปลือกโลกเปลี่ยนไป

(นักเรียนรหัส A02 ข้อมูลจากแบบแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 1 ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

จากคำตอบดังกล่างแสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ เพราะไม่สามารถอธิบายให้เห็นถึงกระบวนการที่เป็นการกระตุ้นให้เกิดรอยเลื่อน

เช่น เนื่องจากการเสียดสีและความไม่ยืดหยุ่นของหินทำให้หินไม่สามารถเลื่อนไถลไปซึ่งกันและกันได้โดยง่าย โดยที่จะมีความเค้น (Stress) เกิดขึ้นในหินและเมื่อความเค้นเพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่งที่เกินจุดสูงสุดของความเครียด (Strain Threshold) พลังงานศักย์ที่สะสมไว้จะถูกปล่อยออกมาเป็นความเครียดซึ่งจะถูกจำกัดลงบนระนาบตามที่การเคลื่อนที่สัมพัทธ์เกิดขึ้น ที่ทำให้เกิด “รอยเลื่อน” เป็นต้น

เรื่องที่ 1 หลุมยุบ (แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อ 1)

หลุมยุบ (Sinkhole) คือ ธรณีพิบัติภัยประเภทหนึ่ง ที่มีลักษณะพื้นผิวพังทลายเป็นหลุม ซึ่งเกิดจากหินตะกอนที่มีองค์ประกอบทางเคมีจำพวกคาร์บอเนต เช่น หินปูน ชั้นเกลือ หรือ หินตามธรรมชาติละลายหลุมยุบปรากฏและพบมากในหลาย ๆ รัฐของประเทศอเมริกา เช่น ฟลอริดา เท็กซัส อลับามา เคนตักกี้ และเพนซิวาเนีย เป็นต้น

สาเหตุการเกิดหลุมยุบ ไม่จำเป็นต้องเกิดจากธรรมชาติเท่านั้น อาจจะจากการกระทำของมนุษย์ได้ เช่น การใช้งานที่ดินทางด้านชลประทานหรือการสูบน้ำ เพื่อการก่อสร้างและพัฒนา หรือมีการก่อสร้างและส่งผลกระทบทำให้เกิดการเปลี่ยนทางน้ำ หรือระบบทางน้ำธรรมชาติใหม่ หรือ มีการปล่อยน้ำจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งจากที่กล่าวมาทำให้เกิดหลุมยุบได้ หรือการบรรทุกของที่หนักเกินไป ถนนที่รถบรรทุกวิ่งผ่านมาก ๆ ย่อมทำให้เกิดหลุมยุบได้เร็วยิ่งขึ้น

ภาพประกอบ 22 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 1

หลังการจัดการนักเรียนรู้ เมื่อพิจารณาการตอบคำถาม เรื่องที่ 1 หลุมยุบ

ถามคำถามนักเรียนว่า *"ปัจจัยที่ทำให้องค์ประกอบทางเคมีจำพวกคาร์บอเนต เช่น หินปูน ชั้นเกลือ หรือ หินตามธรรมชาติเกิดการละลาย และส่งผลอย่างไร"* นักเรียนตอบว่า

"น้ำทำให้หิน ปูนชั้นเกลือ หรือ หินตามธรรมชาติเกิดการละลาย เกิดช่องว่างแล้วดินถล่มลงมา"

(นักเรียนรหัส A01 ข้อมูลจากแบบแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 1 วัดสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

"เกิดจากน้ำทำให้องค์ประกอบทางเคมีจำพวกคาร์บอเนตละลายจนเกิดเป็นหลุมยุบ"

(นักเรียนรหัส A02 ข้อมูลจากแบบแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 1 ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

จากคำตอบของนักเรียนหลังเรียนข้างต้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถอธิบายถึงปัจจัยที่ส่งผล โดยอธิบายถึงวิธีการที่ปัจจัยนั้นทำให้เกิดการละลายขององค์ประกอบทางเคมีจำพวกคาร์บอเนต ถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการอธิบายเหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนที่มีระดับพัฒนาการภาพรวมที่ระดับปานกลาง จำนวน 18 คน (ร้อยละ 45.00) จากจำนวนทั้งสิ้น 40 คน หากพิจารณาระดับการพัฒนาการในแต่ละสมรรถนะของนักเรียนที่มีระดับการพัฒนาการภาพรวมที่ระดับกลาง พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการในด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มากสุด รองลงมาคือ ด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ ดังข้อมูลต่อไปนี้

1) มีจำนวนนักเรียนที่มีระดับการพัฒนาการในสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับสูง จำนวน 3 คน (ร้อยละ 16.67) ระดับปานกลาง จำนวน 13 คน (ร้อยละ 72.22) และระดับต้น จำนวน 2 คน (ร้อยละ 11.11)

2) มีจำนวนนักเรียนที่มีระดับการพัฒนาการในสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับต้น จำนวน 17 คน (ร้อยละ 94.44) และไม่มีการพัฒนาการ จำนวน 1 คน (ร้อยละ 5.56)

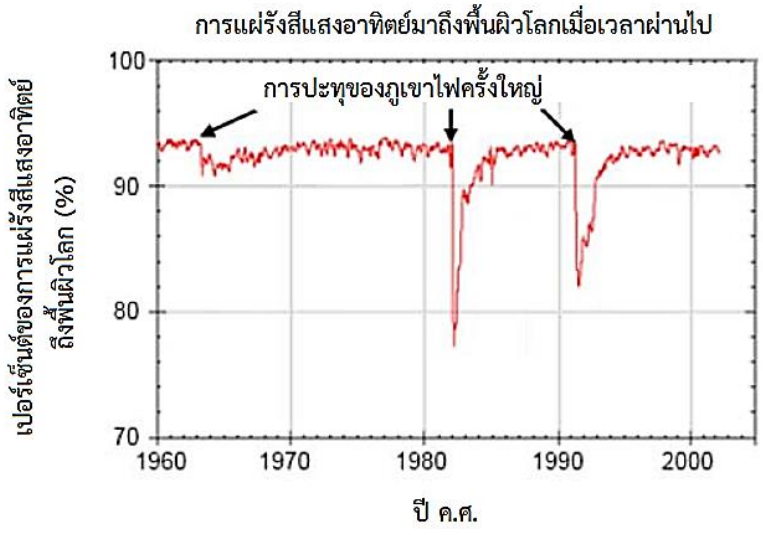
3) มีจำนวนนักเรียนที่มีระดับการพัฒนาการในสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง จำนวน 9 คน (ร้อยละ 50.00) ระดับต้น จำนวน 8 คน (ร้อยละ 44.44) และไม่มีการพัฒนาการ จำนวน 1 คน (ร้อยละ 5.56)

จากข้อมูลข้างต้นทำให้ผู้วิจัยค้นพบว่า นักเรียนที่มีการพัฒนาการในภาพรวมที่ระดับปานกลางนั้น มีพัฒนาการในสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มากสุด รองลงมาคือ ด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และด้านที่มีการพัฒนาการต่ำสุดคือด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาการตอบคำถามในแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนที่ไม่มีการพัฒนาการมีคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากัน เมื่อพิจารณาการตอบคำถาม พบว่า นักเรียนสามารถแปลความหมายข้อมูลจากกราฟที่โจทย์ระบุได้ เช่น จากตัวอย่างการตอบคำถาม เรื่องที่ 2 การปะทุภูเขาไฟ ดังนี้

เรื่องที่ 2 การปะทุของภูเขาไฟ (แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อ 6)

ผลกระทบต่อการแผ่รังสีแสงอาทิตย์

เมื่อภูเขาไฟระเบิดจะปล่อยเถ้าภูเขาไฟและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ กราฟด้านล่างแสดงผลกระทบของการปล่อยก๊าซที่มีผลต่อปริมาณการแผ่รังสีแสงอาทิตย์ที่มาถึงพื้นผิวโลก



ภาพประกอบ 23 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 6

ถามคำถามนักเรียนว่า *"เปอร์เซ็นต์ของรังสีจากดวงอาทิตย์ที่แผ่มาถึงพื้นผิวของโลกมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไรหลังจากการระเบิดของภูเขาไฟ"* นักเรียนเขียนตอบว่า

"เปลี่ยนแปลง หลังการระเบิดครั้งใหญ่มีเปอร์เซ็นต์ลดลง เพราะมีเถ้าออกมามาก ทำให้รังสีจากดวงอาทิตย์เดินทางมาไม่ถึงพื้นผิวโลกได้หมด"

(รหัสนักเรียน A22 ข้อมูลจากแบบแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 6 วัดสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

ซึ่งจากากรตอบคำถามของนักเรียน พบว่านักเรียนสามารถตีความข้อมูลที่เป็นกราฟได้ถูกต้อง โดยแสดงว่าเปอร์เซ็นต์ของรังสีดวงอาทิตย์ที่เข้ามาถึงพื้นผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลงโดยจะมีค่าจะลดลง ในระหว่างการระเบิดครั้งใหญ่ของภูเขาไฟ และบอกเป็นนัยว่าการปล่อยภูเขาไฟสะท้อนหรือดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นการแสดงสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

ในสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่นักเรียน ร้อยละ 94.44 มีพัฒนาการในระดับต้น เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียน พบว่าหลังเรียนนักเรียนมีความสามารถด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากกว่าก่อนเรียน ตัวอย่างเช่น การตอบคำถามจากเรื่องที่ 4 การตรวจสอบพื้นผิวที่ลาดชัน

เรื่องที่ 4 การตรวจสอบพื้นผิวที่ลาดชัน (แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อ 12)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

นักเรียนวางเครื่องมือสามชนิดต่อไปนี้ ลงบนแต่ละพื้นที่ลาดชัน จำนวนชนิดละสองชิ้น ดังแสดงข้างล่าง

เครื่องตรวจวัดรังสีจากดวงอาทิตย์: ตรวจวัดปริมาณแสงอาทิตย์ ในหน่วย เมกะจูลต่อตารางเมตร (MJ/m^2)

เครื่องตรวจวัดความชื้นในดิน: ตรวจวัดปริมาณน้ำ คิดเป็นร้อยละของปริมาตรดิน

เครื่องวัดปริมาณฝน: ตรวจวัดปริมาณฝน ในหน่วยมิลลิเมตร (mm)

ภาพประกอบ 24 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อที่ 12

ก่อนเรียนถามคำถามนักเรียนว่า *"ในการตรวจสอบความแตกต่างของพืชระหว่างพื้นที่ลาดชันหนึ่งกับอีกพื้นที่ลาดชันหนึ่ง เพราะเหตุใดนักเรียนจึงวางเครื่องมือชนิดละสองชิ้นลงบนแต่ละพื้นที่ลาดชัน"* นักเรียนเขียนตอบว่า

"เพื่อเก็บข้อมูลของพื้นที่"

(รหัสนักเรียน A07 ข้อมูลจากแบบแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 12 วัดสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

"อีกฝั่งน่าจะโดนแดดมากกว่า"

(รหัสนักเรียน A14 ข้อมูลจากแบบแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 12 วัดสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียน ไม่เขียนให้คำอธิบายที่ระบุถึงข้อได้เปรียบทางวิทยาศาสตร์ของการใช้เครื่องมือวัดมากกว่าหนึ่งชิ้นในแต่ละพื้นที่ลาดชัน

หลังเรียนถามคำถามนักเรียนว่า *"ในการตรวจสอบความแตกต่างของพืชระหว่างพื้นที่ลาดชันหนึ่งกับอีกพื้นที่ลาดชันหนึ่ง หากทำการเพิ่มเครื่องมือให้เป็นชนิดละสามชิ้น นักเรียนคิดว่าจะส่งผลอย่างไรต่อข้อมูลที่ได้รับ"* นักเรียนเขียนตอบว่า

"ลดความคลาดเคลื่อน"

(รหัสนักเรียน A07 ข้อมูลจากแบบแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 12 วัดสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

"เพิ่มความแม่นยำหาค่าเฉลี่ยของข้อมูล"

(รหัสนักเรียน A14 ข้อมูลจากแบบแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 12 วัดสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่าหลังเรียนนักเรียนมีพัฒนาการด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะนักเรียนสามารถเขียนคำอธิบายที่ระบุถึงข้อได้เปรียบทางวิทยาศาสตร์ของการใช้เครื่องมือวัดมากกว่าหนึ่งชิ้นในแต่ละพื้นที่ลาดชัน การแก้ไขในเรื่องความแตกต่างของสภาพภายในพื้นที่ลาดชัน การเพิ่มความเที่ยงตรงของการวัดในแต่ละพื้นที่ลาดชัน เช่น เพื่อเพิ่มความเที่ยงตรงของการวัดสำหรับแต่ละพื้นที่ลาดชัน ทำให้พวกเขาสามารถตรวจสอบได้ว่าความแตกต่างระหว่างพื้นที่ลาดชันมีนัยสำคัญหรือไม่ เป็นต้น

นักเรียนที่มีระดับพัฒนาการภาพรวมที่ระดับต้น จำนวน 19 คน (ร้อยละ 47.50) จากจำนวนทั้งสิ้น 40 คน หากพิจารณาระดับการพัฒนาการในแต่ละสมรรถนะของนักเรียนที่มีระดับการพัฒนาการภาพรวมที่ระดับต้น พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการในด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มากสุด รองลงมาคือ ด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับดังข้อมูลต่อไปนี้

1) มีจำนวนนักเรียนที่มีระดับการพัฒนาการในสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง จำนวน 2 คน (ร้อยละ 10.53) ระดับต้น จำนวน 12 คน (ร้อยละ 63.16) และไม่มีการพัฒนาการ จำนวน 5 คน (ร้อยละ 26.32)

2) มีจำนวนนักเรียนที่มีระดับการพัฒนาการในสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับต้น จำนวน 11 คน (ร้อยละ 57.89) และไม่มีการพัฒนาการ จำนวน 8 คน (ร้อยละ 42.11)

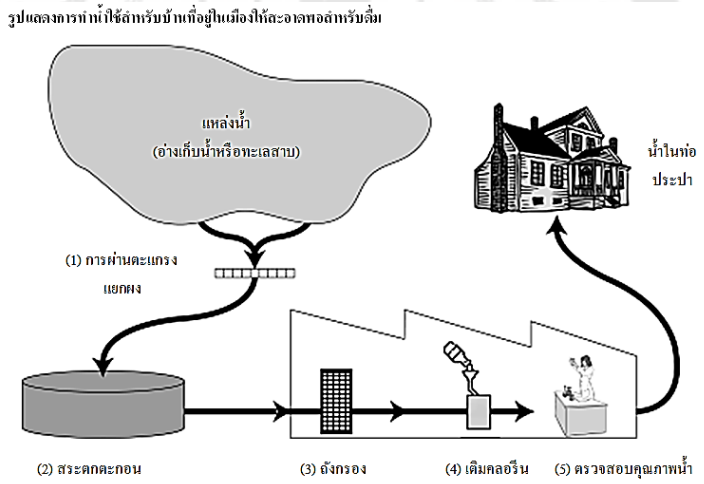
3) มีจำนวนนักเรียนที่มีระดับการพัฒนาการในสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง จำนวน 1 คน (ร้อยละ 5.26) ระดับต้น จำนวน 12 คน (ร้อยละ 63.16) ไม่มีการพัฒนาการ จำนวน 5 คน (ร้อยละ 26.32) พัฒนาการลดลง จำนวน 1 คน (ร้อยละ 5.26)

จากข้อมูลข้างต้นทำให้ผู้วิจัยค้นพบว่า นักเรียนที่มีการพัฒนาการในภาพรวมที่ระดับต้นนั้นมีพัฒนาการในสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มากกว่า สมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และด้านการแปล

ความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง แต่สมรรถนะทั้ง 3 ด้าน มีนักเรียนที่ไม่มีพัฒนาการ จำนวนร้อยละ 26.32 ร้อยละ 42.11 และร้อยละ 5.26 ตามลำดับ ซึ่งจากข้อมูลแสดงให้เห็นว่ามีนักเรียนบางส่วนนั้นมีสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านก่อนเรียนเท่ากับหลังเรียน เมื่อพิจารณาการตอบคำถามจากตัวอย่างนักเรียนที่มีพัฒนาการที่ระดับต้นในแต่ละสมรรถนะมีจำนวนนักเรียนที่มีการพัฒนาระดับต้นเท่า ๆ กัน คือ 11-12 คน พบว่านักเรียนกลุ่มนี้มีความสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายอย่างสมเหตุสมผล สามารถอธิบายการประเมินวิธีการตรวจสอบปัญหาด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ และแปลความหมายข้อมูลจากกราฟที่โจทย์ระบุได้ เช่น

ตัวอย่างการตอบคำถามก่อนเรียน เรื่องที่ 3 ทำน้ำดื่ม

เรื่องที่ 3 ทำน้ำดื่ม (แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อ 9)



ภาพประกอบ 25 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 9

ถามคำถามนักเรียนว่า *"ในขั้นใดที่ใช้วิธีการเติมสาร และเติมลงไปในน้ำเพื่ออะไร"* นักเรียนเขียนตอบว่า

"ทำให้น้ำสะอาด"

(รหัสนักเรียน A25 ข้อมูลจากแบบแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 9 วัดสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับต่ำ)

"ฆ่าเชื่อโรค"

(รหัสนักเรียน A32 ข้อมูลจากแบบแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 9 วัดสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับต่ำ)

จากคำตอบก่อนเรียนของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่สามารถระบุได้ว่าขั้นใดที่มีการเติมสาร แต่บอกได้เพียงได้ว่าเติมสารเพื่ออะไร เพราะคำตอบนักเรียนต้องตอบขั้นที่ 4 ที่มีการเติมคลอรีนและอ้างถึงการกำจัด การฆ่าหรือทำลายแบคทีเรีย (หรือจุลินทรีย์ หรือไวรัส หรือเชื้อโรค)

ตัวอย่างการตอบคำถามหลังเรียน เรื่องที่ 3 น้ำพุร้อน

> เรื่องที่ 3 น้ำพุร้อน (แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อ 9)
>
> "ธรณีพิบัติภัย (geohazard) หมายถึง ภัยธรรมชาติที่เกิดจากกระบวนการทางธรณีวิทยาที่เกิดขึ้นโดยฉับพลันและรุนแรง ก่อให้เกิดความเสียหายแก่บ้านเรือน ชีวิต และทรัพย์สินของประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่เกิดเหตุ"

หลังเรียนถามคำถามนักเรียนว่า *"นักเรียนคิดว่าน้ำพุร้อนเป็นธรณีพิบัติภัยหรือไม่ เพราะเหตุใด"* นักเรียนเขียนตอบว่า

"ไม่เป็น เพราะไม่ได้สร้างความเสียหายต่อชีวิต"

(รหัสนักเรียน A25 ข้อมูลจากแบบแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 9 วัดสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับต่ำ)

"ไม่เป็น เพราะไม่เป็นอันตรายต่อชีวิตคน"

(รหัสนักเรียน A32 ข้อมูลจากแบบแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 9 วัดสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับต่ำ)

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่าหลังเรียนนักเรียนมีพัฒนาการด้านอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เพราะนักเรียนสามารถเขียนคำอธิบายเหตุผลของคำตอบได้

ถูกต้อง เพราะน้ำพุร้อนไม่เป็นธรณีพิบัติภัย เพราะน้ำพุร้อนไม่ได้เกิดขึ้นโดยฉับพลัน และไม่ได้สร้างความเสียหายต่อชีวิตหรือทรัพย์สิน เป็นเพียงปรากฏการณ์ที่แสดงให้เห็นว่าภายในโลกยังร้อนอยู่

ตัวอย่างการตอบคำถามก่อนเรียน เรื่องที่ 7 โคลนภูเขาไฟ

เรื่องที่ 7 โคลนภูเขาไฟ (แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อ 21)

จากบทความเรื่องโคลนภูเขาไฟ หากนักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ต้องเข้าไปตรวจสอบบริเวณที่เกิดโคลนภูเขาไฟ ข้อความต่อไปนี้สามารถใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ตรวจสอบได้หรือไม่ โดยใส่เครื่องหมาย ✓ เลือกระหว่างคำว่า “ได้” หรือ “ไม่ได้” ในแต่ละข้อความ

ข้อความต่อไปนี้สามารถใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ตรวจสอบได้หรือไม่	ได้	ไม่ได้
1. ระยะทางของบริเวณที่เกิดโคลนภูเขาไฟจากชายฝั่ง	O	O
2. กลิ่นบริเวณที่เกิดโคลนภูเขาไฟ	O	O
3. ความสวยงามของสถานที่เพื่อทำเป็นที่ท่องเที่ยว	O	O
4. ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของโคลนภูเขาไฟ	O	O

จากคำถามที่เป็นแบบทดสอบแบบถูกผิด*เชิงซ้อน “ให้นักเรียนเลือกว่าหากนักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ต้องเข้าไปตรวจสอบบริเวณที่เกิดโคลนภูเขาไฟ ข้อความใดที่สามารถใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ตรวจสอบได้หรือไม่ได้”* นักเรียนตอบว่า

“ได้ ได้ ไม่ได้ ไม่ได้”

(รหัสนักเรียน A28 ข้อมูลจากแบบแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 21 วัดสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

จากคำตอบของนักเรียนไม่สามารถระบุได้ถูกต้องทั้งหมด คำตอบที่ถูกต้องคือ “ได้ ได้ ไม่ได้ ได้” เพราะ 1. การวัดระยะทางด้วยเครื่องมือวัด เป็นหนึ่งในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2. กลิ่นสามารถตรวจวัดกลิ่นโดยวิธีทางเคมี สามารถใช้

วิธีการเก็บตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์หาชนิดของสารเคมีที่ทำให้เกิดกลิ่นโดยใช้ถุงเก็บตัวอย่างอากาศ 3. ความสวยงามไม่สามารถตรวจสอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากขึ้นอยู่กับความพึงพอใจ 4. นักวิทยาศาสตร์สามารถทำการเก็บตัวอย่างของโคลนภูเขาไฟเพื่อไปทำการตรวจสอบในห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างการตอบคำถามหลังเรียน เรื่องที่ 7 เหมืองถล่ม

เรื่องที่ 7 เหมืองถล่ม (แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อ 21)

จากบทความเรื่องเหมืองถล่ม หากนักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ต้องเข้าไปตรวจสอบบริเวณที่เกิดเหมืองหยกถล่ม ข้อความต่อไปนี้สามารถใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ตรวจสอบได้หรือไม่ โดยใส่เครื่องหมาย ✓ เลือกระหว่างคำว่า “ได้” หรือ “ไม่ได้” ในแต่ละข้อ

ข้อความต่อไปนี้สามารถใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ตรวจสอบได้หรือไม่	ได้	ไม่ได้
1. ปริมาณน้ำฝนในช่วงวันที่เกิดเหตุ	O	O
2. วันเวลาที่แน่นอนที่จะเกิดเหตุอีกครั้งในอนาคต	O	O
3. โครงสร้างทางธรณีวิทยาของเหมือง	O	O

จากคำถามที่เป็นแบบทดสอบแบบถูกผิดเชิงซ้อน *“ให้นักเรียนเลือกว่าหากนักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ที่ต้องเข้าไปตรวจสอบบริเวณที่เกิดเหมืองหยกถล่ม ข้อความใดที่สามารถใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ตรวจสอบได้หรือไม่ได้”* นักเรียนตอบว่า

“ได้ ไม่ได้ ได้”

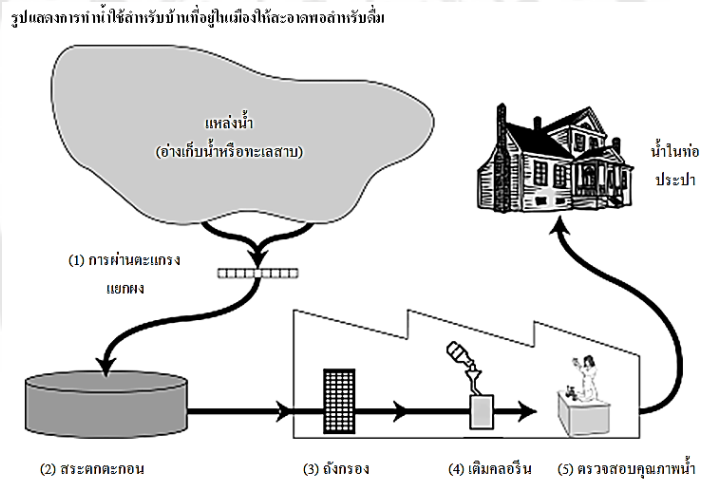
(รหัสนักเรียน A28 ข้อมูลจากแบบแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 21 วัดสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

จากคำตอบหลังเรียนของนักเรียนรหัส A28 สามารถระบุได้ถูกต้องทั้งหมด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่สามารถระบุได้ว่าสิ่งใดที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนที่มีระดับพัฒนาการภาพรวมที่ลดลง จำนวน 1 คน (ร้อยละ 2.50) จากจำนวนทั้งสิ้น 40 คน (รหัสนักเรียน A40) เมื่อพิจารณาในรายด้าน นักเรียนคนนี้มีระดับการพัฒนาการในด้านสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับต้น ด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์นั้นมีพัฒนาการลดลง

จากการพิจารณาการตอบคำถามของนักเรียนคนนี้ พบว่าในด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนนั้นนักเรียนไม่สามารถใช้เหตุผลในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ แต่หลังเรียนนักเรียนมีพัฒนาการ โดยสามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผลได้ ดังตัวอย่างการตอบคำถามต่อไปนี้

เรื่องที่ 3 ทำน้ำดื่ม (แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อ 7)



ภาพประกอบ 26 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 7

ถามคำถามนักเรียนว่า *"การทำน้ำดื่มจำเป็นต้องมีแหล่งน้ำที่ดี นักเรียนคิดว่าควรเลือกน้ำที่พบอยู่ใต้ดินที่เรียกว่า น้ำใต้ดิน หรือ น้ำบนดิน เช่น น้ำในทะเลสาบ และแม่น้ำ จงบอกเหตุผลอย่างหนึ่งว่าทำไม"* นักเรียนเขียนตอบว่า

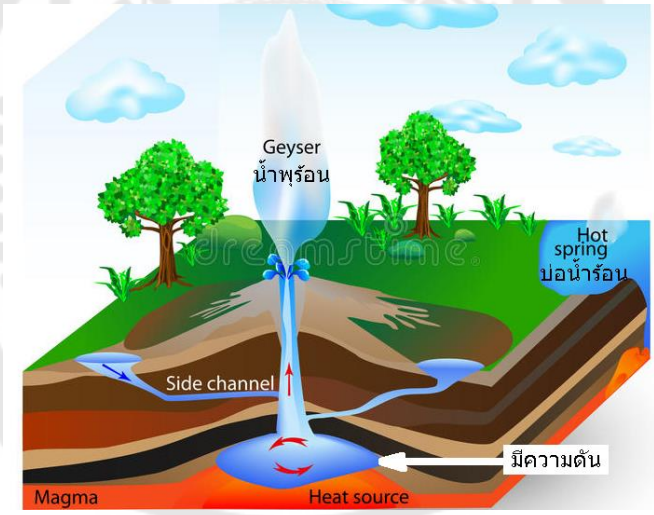
"ควรเลือกน้ำบนดินที่หาได้ง่ายไม่ต้องขุดเจาะถึงน้ำบนดินจะไม่สะอาดแต่เรามีเครื่องกรองน้ำที่กรองน้ำได้ดี"

(รหัสนักเรียน A40 ข้อมูลจากแบบแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 7 วัดสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

ซึ่งจากคำตอบของนักเรียนพบว่า นักเรียนไม่มีการให้เหตุผลตามที่โจทย์ให้ระบุอ้างถึง “แหล่งน้ำที่ดี” แต่เป็นการให้เหตุผลถึงการทำน้ำให้สะอาด เพราะคำตอบที่ถูกต้องคือต้องตอบน้ำใต้ดิน เพราะน้ำใต้ดินนั้นถูกกรองขณะที่ซึมผ่านดิน หรือคำตอบที่อ้างถึงน้ำใต้ดินถูกกักเก็บและป้องกันจากมลพิษที่เป็นไปได้ หรือ น้ำผิวดินถูกปนเปื้อนได้ง่าย หรือการกล่าวว่าน้ำในดินเป็นน้ำที่มีอาหารไม่มากพอสำหรับแบคทีเรีย ดังนั้นแบคทีเรียจึงมีชีวิตอยู่ในน้ำนี้ไม่ได้

เรื่องที่ 3 น้ำพุร้อน (แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อ 7)

ภาพแสดงการเกิดน้ำพุร้อน



ภาพประกอบ 27 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 7

ถามคำถามนักเรียนว่า ว่า “*จากภาพนักเรียนสามารถอธิบายการเกิดน้ำพุร้อนได้อย่างไร*” นักเรียนเขียนตอบว่า

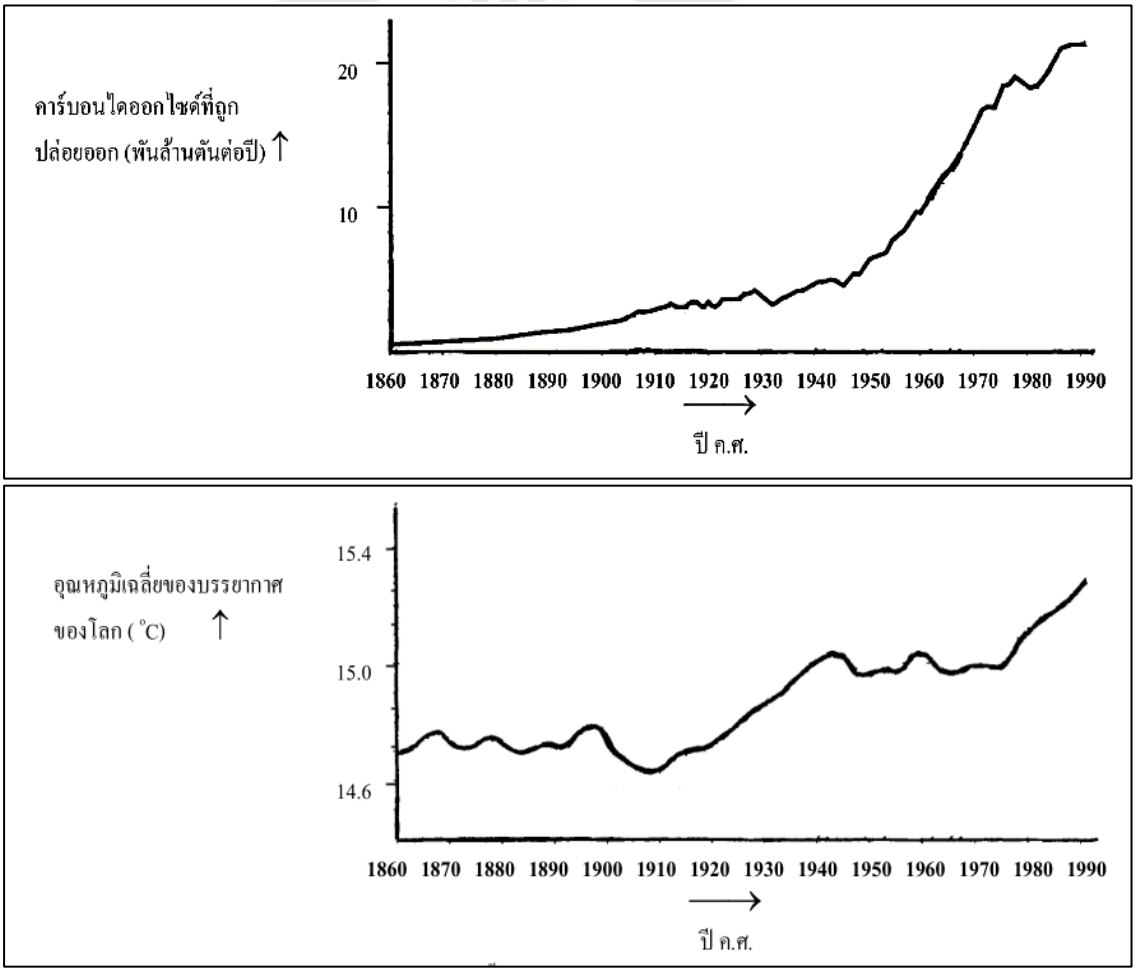
“น้ำใต้ดินได้รับความร้อนสูงจนทำให้เดือดแล้วเกิดแรงดันแล้วพุ่งขึ้นข้างบน”

(รหัสนักเรียน A40 ข้อมูลจากแบบแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 7 วัดสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

ผู้วิจัยได้พิจารณาการตอบคำถามด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนมีพัฒนาการลดลง เนื่องจากก่อนเรียนผู้เรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการสร้างคำอธิบายได้ แต่หลังเรียนพบว่าผู้เรียนให้เหตุผลไม่ถูกต้อง

เรื่องที่ 10 ปรากฏการณ์เรือนกระจก (แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อ 30)

ปรากฏการณ์เรือนกระจก: เรื่องจริง หรือ นิยาย



ภาพประกอบ 28 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 30

ตัวอย่างคำถามจาก เรื่องที่ 10 ปรากฏการณ์เรือนกระจก

ถามคำถามนักเรียนว่า *"การทำน้ำดื่มจำเป็นต้องมีแหล่งน้ำที่ดี นักเรียนคิดว่าควรเลือกน้ำที่พบอยู่ใต้ดินที่เรียกว่า น้ำใต้ดิน หรือ น้ำบนดิน เช่น น้ำในทะเลสาบ และแม่น้ำ จงบอกเหตุผลอย่างหนึ่งว่าทำไม"* นักเรียนเขียนตอบว่า

"ต้องสืบค้นข้อมูลของชนิดของก๊าซที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก"

(รหัสนักเรียน A40 ข้อมูลจากแบบแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 30 วัดสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระดับสูง)

จากการตอบคำถามก่อนเรียน พบว่านักเรียนมีการเขียนอ้างถึงวิธีการหาข้อมูล หัวข้อหรือประเด็นในการสืบค้น เพื่อรวบรวมข้อ และวิเคราะห์ข้อมูลของอัจฉริยะ

ตัวอย่างคำถามจาก เรื่องที่ 10 ปรากฏการณ์เรือนกระจก

ถามคำถามนักเรียนว่า *"ถ้าหากนักเรียนต้องการจะอธิบายและสรุปข้อมูลที่น่าเชื่อถือและถูกต้องในส่วนของข้อมูล ช่วงปี ค.ศ. 1860-1910 ที่อุณหภูมิไม่เพิ่มขึ้น เมื่อจำนวนของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นให้ณเดชและญาญ่าอีกครั้ง นักเรียนต้องสืบค้นเก็บรวบรวมข้อมูลอะไรเพิ่มเติมเพื่อเป็นการสนับสนุนข้อสรุปนักเรียน"* นักเรียนเขียนตอบว่า

"ช่วงปี 1860-1910 ปริมาณคาร์บอนอาจไม่มากจนส่งผล"

(รหัสนักเรียน A40 ข้อมูลจากแบบแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 30 วัดสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระดับสูง)

จากการตอบคำถามหลังเรียน พบว่านักเรียนมีตอบคำถามผิดประเด็น โดยนักเรียนสนใจข้อมูลในช่วงปี ค.ศ.1860-1910 โดยไม่ได้พิจารณาช่วงที่คาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นในกราฟตามที่คำถามระบุ

ตาราง 16 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์ในสมรรถนะรายด้านและในภาพรวมของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
		$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	15	4.83	1.91	7.73	1.93	-8.41*	.00
2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	6	1.75	0.95	3.05	0.90	-7.23*	.00
3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	9	2.35	1.46	4.25	1.43	-7.24*	.00
ภาพรวมทุกด้าน	30	8.93	3.02	15.05	3.08	-10.28*	.00

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 16 พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละสมรรถนะรายด้านทั้ง 3 สมรรถนะ ดังนี้ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 4.83 คะแนน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.91 และค่าคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์จากการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 7.73 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.93 ด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 1.75 คะแนน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.95 และค่าคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์จากการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 3.05 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.90 และด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 2.35 คะแนน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.46 และค่าคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์จากการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 4.25 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.43 จากการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยคะแนนทีของแต่ละสมรรถะรายด้าน ปรากฏว่าทุกสมรรถนะ มีค่าเฉลี่ยคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์จากการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยในภาพรวม พบว่า นักเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 8.93 คะแนน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.02 และค่าคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์จากการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 15.05 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.08 จากการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยคะแนนทีปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์จากการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = -10.28$, $p = .00$)

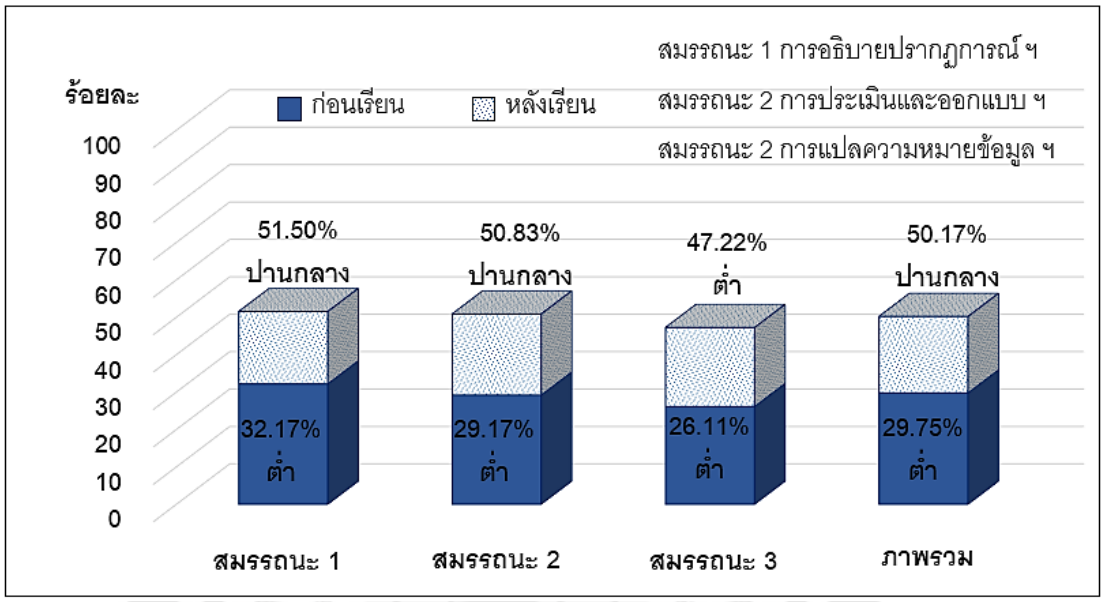
จากสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 คือ นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับปานกลางขึ้นไปทั้งสามสมรรถนะ และในภาพรวม โดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงในตาราง 17

ตาราง 17 เปรียบเทียบระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน				หลังเรียน			
		$\overline{X}$	S.D.	ร้อยละ	ระดับการรู้วิทยาศาสตร์	$\overline{X}$	S.D.	ร้อยละ	ระดับการรู้วิทยาศาสตร์
1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	15	4.83	1.91	32.17	ต่ำ	7.73	1.93	51.50	ปานกลาง
2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	6	1.75	0.95	29.17	ต่ำ	3.05	0.90	50.83	ปานกลาง
3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	9	2.35	1.46	26.11	ต่ำ	4.45	1.43	47.22	ต่ำ
ระดับการรู้วิทยาศาสตร์ภาพรวม	30	8.93	3.02	29.75	ต่ำ	15.05	3.08	50.17	ปานกลาง

จากตาราง 17 พบว่านักเรียนมีระดับสมรรถนะในด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มมากขึ้นจากระดับต่ำ (ร้อยละ 32.17) เป็นระดับปานกลาง (ร้อยละ 51.50) มีระดับสมรรถนะในด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพิ่มมากขึ้นจากระดับต่ำ (ร้อยละ 29.17) เป็นระดับปานกลาง (ร้อยละ 50.83) ส่วนสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีระดับสมรรถนะไม่เปลี่ยนแปลงอยู่ที่ระดับต่ำ แต่ค่าร้อยละเพิ่มมากขึ้นจาก ร้อยละ 29.75 เป็นร้อย

ละ 47.22 และนักเรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ในภาพรวมทุกสมรรถนะเพิ่มมากขึ้นจากระดับต่ำ (ร้อยละ 29.75) เป็นระดับปานกลาง (ร้อยละ 50.17) แสดงดังภาพประกอบ 29



ภาพประกอบ 29 กราฟเปรียบเทียบระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ ก่อนเรียนและหลังเรียน

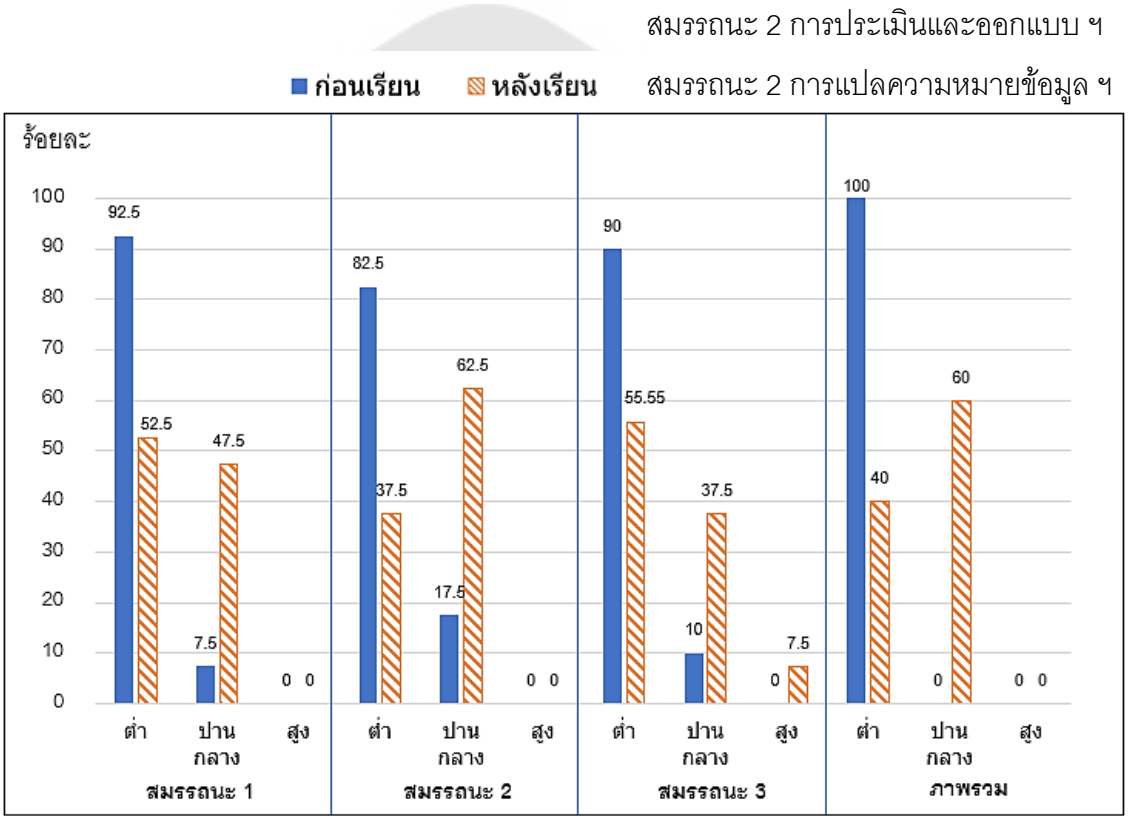
จากสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 คือ นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนมีจำนวนนักเรียนที่มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละสมรรถะและในภาพรวม ที่ระดับปานกลางขึ้นไป ร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด 40 คน โดยใช้ค่าร้อยละ ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงในตาราง 18

ตาราง 18 เปรียบเทียบร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับต่ำ ระดับปานกลาง และระดับสูง หลังการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	ระดับการรู้วิทยาศาสตร์	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
		จำนวนนักเรียน	ร้อยละ	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ
1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	ต่ำ	37	92.50	21	52.50
	ปานกลาง	3	07.50	19	47.50
	สูง	0	00.00	0	00.00
2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ต่ำ	33	82.50	15	37.50
	ปานกลาง	7	17.50	25	62.50
	สูง	0	00.00	0	00.00
3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	ต่ำ	36	90.00	22	55.55
	ปานกลาง	4	10.00	15	37.50
	สูง	0	00.00	3	07.50
ระดับการรู้วิทยาศาสตร์ในภาพรวม	ต่ำ	40	100.00	16	40.00
	ปานกลาง	0	00.00	24	60.00
	สูง	0	00.00	0	00.00

จากตาราง 18 พบว่าหลังเรียนมีจำนวนร้อยละของนักเรียนที่มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับปานกลางขึ้นไปเพิ่มมากขึ้นในทุกสมรรถนะและในภาพรวมดังนี้ ในสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับต่ำ (ร้อยละ 92.50) หลังเรียนมีนักเรียนบางส่วนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นไปที่ระดับปานกลาง (ร้อยละ 47.50) ในสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับต่ำ (ร้อยละ 82.50) หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นไปที่ระดับปานกลาง (ร้อยละ 62.50) และในสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับต่ำ (ร้อยละ 90.00)

หลังเรียนมีนักเรียนบางส่วนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นไปที่ระดับปานกลาง (ร้อยละ 37.50) และระดับสูง (ร้อยละ 7.50) เมื่อพิจารณาระดับการรู้วิทยาศาสตร์ในภาพรวม คิดจากคะแนนรวมของเด็กแต่ละคนรวมทุกด้านของสมรรถนะ พบว่าก่อนเรียนนักเรียนทุกคนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับต่ำ (ร้อยละ 100) หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นไปที่ระดับปานกลาง (ร้อยละ 60.00) แสดงดังภาพประกอบ 30



ภาพประกอบ 30 เปรียบเทียบร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับต่ำ ระดับปานกลาง และระดับสูง หลังการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

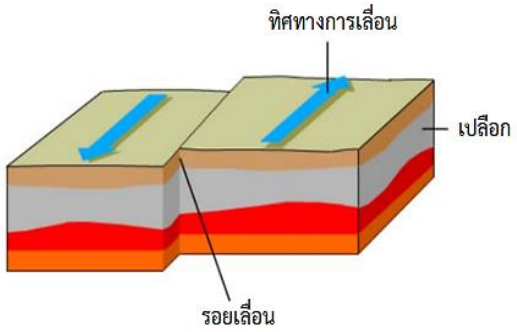
เมื่อพิจารณาแนวทางคำตอบของนักเรียนที่เขียนตอบในแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน มีแนวทางคำตอบของนักเรียนในแต่สมรรถนะเป็นดังนี้

1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

สมรรถนะในด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 4.83 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 32.17 และค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 7.73 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 51.50 สมรรถนะเพิ่มมากขึ้นจากระดับต่ำ เป็นระดับปานกลาง และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหลังเรียนร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับปานกลางเพิ่มมากขึ้นจากก่อนเรียน จากร้อยละ 7.50 เป็นร้อยละ 47.50

โดยก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีสมรรถนะในด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ จำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 92.50 เมื่อพิจารณาคำตอบจากแบบทดสอบที่เป็นประเภทข้อสอบเขียนตอบ พบว่านักเรียนไม่สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลได้ จะตอบโดยการคัดลอกคำตอบมาจากเนื้อความในเรื่องที่ให้นักเรียนอ่าน เช่น ในสถานการณ์เรื่องที่ 1 การเจาะน้ำบาดาลและแผ่นดินไหว โจทย์มีเนื้อเรื่องสั้นๆ หนึ่งย่อหน้าให้นักเรียนอ่านดังนี้

"เปลือกโลกชั้นหิน เมื่อเปลือกโลกแตกออกเป็นแผ่นจะเกาะอยู่บนชั้นหินที่หลอมละลายบางส่วน แผ่นที่มีรอยแตกเรียกว่า รอยเลื่อน (เป็นรอยแยกหรือรอยแตกของหินที่มีการเคลื่อนตัวเนื่องจากแรงเค้นที่เข้ามากระทำ ซึ่งรอยเลื่อนโดยส่วนใหญ่จะมี ระนาบการเลื่อนตัว หรือ ระนาบรอยเลื่อน (Fault Plane) อยู่ในแนวเอียงเอียงเทไปด้านใดด้านหนึ่ง ทำให้พื้นที่ทั้ง 2 ฝั่งที่ถูกแบ่งโดยระนาบรอยเลื่อนนั้นมีรูปทรงไม่เหมือนกัน และถูกเรียกแตกต่างกัน) และแผ่นดินไหวจะเกิดขึ้นเมื่อความเครียดสะสมตามรอยเลื่อนปล่อยออกมาทำให้บางส่วนของเปลือกโลกเปลี่ยนไป ตัวอย่างของรอยเลื่อนแสดงดังภาพ"



ภาพประกอบ 31 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 1

ถามคำถามนักเรียนว่า *“จากข้อความดังกล่าวกล่าวถึง ความเครียดก่อตัวขึ้นตามธรรมชาติเมื่อเกิดรอยเลื่อน ทำไมถึงเป็นเช่นนี้”* นักเรียนเขียนตอบว่า

“ระนาบรอยเลื่อน (Fault Plane) อยู่ในแนวเอียงเอียงเทไปด้านใดด้านหนึ่ง”

(นักเรียนรหัส A01 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 1 วัดสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

“ความเครียดสะสมตามรอยเลื่อนปล่อยออกมาทำให้บางส่วนของเปลือกโลกเปลี่ยนไป”

(นักเรียนรหัส A02 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 1 วัดสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

ซึ่งพบว่านักเรียนไม่สามารถอธิบายให้เห็นถึงกระบวนการรกะตุ้นให้เกิดรอยเลื่อน เช่น เนื่องจากการเสียดสีและความไม่ยืดหยุ่นของหินทำให้หินไม่สามารถเลื่อนไถลไปซึ่งกันและกันได้โดยง่าย โดยที่จะมีความเค้น (Stress) เกิดขึ้นในหินและเมื่อความเค้นเพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่งที่เกินจุดสูงสุดของความเครียด (Strain Threshold) พลังงานศักย์ที่สะสมไว้จะถูกปล่อยออกมาเป็นความเครียดซึ่งจะถูกจำกัดลงบนระนาบตามที่การเคลื่อนที่สัมพัทธ์เกิดขึ้น ที่ทำให้เกิด “รอยเลื่อน” นั่นเอง

ในสถานการณ์เรื่องที่ 2 ทำน้ำดื่ม

ถามคำถามนักเรียนว่า *“การทำน้ำดื่มจำเป็นต้องมีแหล่งน้ำที่ดี นักเรียนคิดว่าควรเลือกน้ำที่พบอยู่ใต้ดินที่เรียกว่า น้ำใต้ดิน หรือ น้ำบนดิน เช่น น้ำในทะเลสาบ และแม่น้ำ ให้นักเรียนบอกเหตุผลอย่างหนึ่งว่าทำไม”* นักเรียนเขียนตอบว่า

“น้ำบนดินเพราะคนส่วนใหญ่ใช้กัน”

(รหัสนักเรียน A34 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 7 วัดสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

“น้ำใต้ดินเพราะมีความสะอาด”

(รหัสนักเรียน A16 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 7 วัดสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

ซึ่งพบว่าคำตอบนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถนำไม่สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลได้ เป็นการให้เหตุผลที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ เพราะคำตอบนักเรียนควรจะเลือกตอบน้ำใต้ดิน และมีการอ้างถึงน้ำใต้ดินถูกกรองขณะที่ซึมผ่านดิน หรือคำตอบที่อ้างถึงน้ำใต้ดินถูกกักเก็บและป้องกันจากมลพิษที่เป็นไปได้ หรือ น้ำผิวดินถูกปนเปื้อนได้

ง่าย หรือการกล่าวว่าน้ำในดินเป็นน้ำที่มีอาหารไม่มากพอสำหรับแบคทีเรีย ดังนั้นแบคทีเรียจึงมีชีวิตอยู่ในน้ำนี้ไม่ได้

ส่วนหลังเรียนนักเรียนมีสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ มีร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ระดับปานกลาง หลังเรียนเพิ่มมากขึ้นจากก่อนเรียน จากร้อยละ 7.50 เป็นร้อยละ 47.50 โดยนักเรียนสามารถเขียนคำตอบที่นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายอย่างเป็นเหตุเป็นผลได้

ในสถานการณ์เรื่องที่ 1 หลุมยุบ โจทย์มีเนื้อเรื่องสั้น ๆ หนึ่งย่อหน้าให้นักเรียนอ่านดังนี้

> "หลุมยุบ (Sinkhole) คือ ธรณีพิบัติภัยประเภทหนึ่ง ที่มีลักษณะพื้นผิวพังทลายเป็นหลุม ซึ่งเกิดจากหินตะกอนที่มีองค์ประกอบทางเคมีจำพวกคาร์บอเนต เช่น หินปูน ชั้นเกลือ หรือ หินตามธรรมชาติละลายหลุมยุบปรากฏและพบมากในหลาย ๆ รัฐของประเทศอเมริกา เช่น ฟลอริดา เท็กซัส อลับามา เคนตักกี้ และเพนซิวาเนีย เป็นต้น สาเหตุการเกิดหลุมยุบ ไม่จำเป็นต้องเกิดจากธรรมชาติเท่านั้น อาจจะจากการกระทำของมนุษย์ได้ เช่น การใช้งานที่ดินทางด้านชลประทานหรือการสูบน้ำ เพื่อการก่อสร้างและพัฒนา หรือมีการก่อสร้างและส่งผลกระทบทำให้เกิดการเปลี่ยนทางน้ำ หรือระบบทางน้ำธรรมชาติใหม่ หรือ มีการปล่อยน้ำจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งจากที่กล่าวมาทำให้เกิดหลุมยุบได้ หรือการบรรทุกของที่หนักเกินไป ถนนที่รถบรรทุกวิ่งผ่านมาก ๆ ย่อมทำให้เกิดหลุมยุบได้เร็วยิ่งขึ้น"

ถามคำถามนักเรียนว่า *"จากข้อความดังกล่าว ปัจจัยที่ทำให้องค์ประกอบทางเคมีจำพวกคาร์บอเนต เช่น หินปูน ชั้นเกลือ หรือ หินตามธรรมชาติเกิดการละลาย และส่งผลอย่างไร"* นักเรียนเขียนตอบว่า

"น้ำทำให้หินปูนละลายกลายเป็นช่องว่างจึงเกิดการถล่มดินด้านบน"

(นักเรียนรหัส A01 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 1 วัดสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

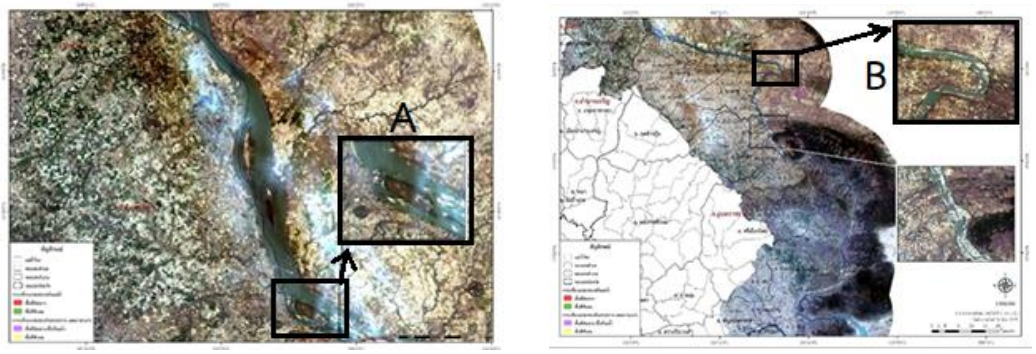
"น้ำใต้ดินละลายหินปูน หินเกลือ กลายเป็นช่องว่าง ดินจึงพังลง"

(นักเรียนรหัส A02 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 1 วัดสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถอธิบายถึงปัจจัยที่ส่งผล โดยอธิบายถึงวิธีการที่ปัจจัยนั้นทำให้เกิดการละลายขององค์ประกอบทางเคมีจำพวกคาร์บอเนต

ในสถานการณ์เรื่องที่ 8 การกัดเซาะของตลิ่ง

ให้นักเรียนพิจารณาความแตกต่างระหว่างภาพ 2 ภาพ จาก 2 จังหวัด



ก. อำนาจเจริญ ข. อุบลราชธานี

ภาพประกอบ 32 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 26

ถามคำถามนักเรียนว่า *"จากภาพเป็นภาพถ่ายดาวเทียมแม่น้ำโขงของจังหวัดอำนาจเจริญและอุบลราชธานี จากลักษณะของแม่น้ำของทั้งสองจังหวัดนักเรียนจะอธิบายเปรียบเทียบการกัดเซาะของแม่น้ำทั้งสองอย่างไร"* นักเรียนเขียนตอบว่า

"อุบลธานีกัดเซาะมากกว่าอำนาจเจริญเพราะแม่น้ำคดเคี้ยวกระแสน้ำไหลแรง"
(นักเรียนรหัส A34 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 26 วัดสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับต่ำ)

"แม่น้ำจังหวัดอุบลคดเคี้ยวมากกว่าน้ำไหลแรงจะเกิดการกัดเซาะมากจังหวัดอำนาจเจริญ"
(นักเรียนรหัส A16 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 26 วัดสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับต่ำ)

ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างและอธิบายถึงสาเหตุและปัจจัยที่ส่งผลต่อความแตกต่างของแม่น้ำทั้งสองจังหวัดได้ โดยคำตอบแสดงให้เห็นถึงการอธิบายว่าบริเวณตำแหน่ง B ของจังหวัดอุบลราชธานี มีการกัดเซาะมากกว่าตำแหน่งแม่น้ำบริเวณ A ของจังหวัดอำนาจเจริญ เพราะบริเวณ B มีความคดเคี้ยวมากกว่าบริเวณ A จะเกิดการกัดเซาะโดยกระแสน้ำ มากกว่า เพราะขณะที่กระแสน้ำไหลผ่านแหล่งน้ำที่มีความคดเคี้ยว ความแรงของ

กระแสน้ำที่อยู่โค้งด้านนอกของบริเวณที่โค้งมากจะเร็วและแรง กระทบตลิ่งรุนแรง มากกว่ากระแสน้ำที่มีความคดเคี้ยวน้อยกว่า

2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะในด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 1.75 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 29.17 และค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 3.05 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 50.83 สมรรถนะเพิ่มมากขึ้นจากระดับต่ำ เป็นระดับปานกลาง และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหลังเรียนร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับปานกลางเพิ่มมากขึ้นจากก่อนเรียน จากร้อยละ 17.50 เป็นร้อยละ 62.50

โดยก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีสมรรถนะในด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับต่ำ จำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 82.50 เมื่อพิจารณาคำตอบจากแบบทดสอบที่เป็นประเภทข้อสอบเขียนตอบ พบว่าก่อนเรียนนักเรียนไม่สามารถประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ได้ เช่น

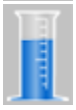
ในสถานการณ์เรื่องที่ 4 การตรวจสอบพื้นผิวที่ลาดชัน โจทย์มีเนื้อเรื่องสั้นๆ หนึ่งย่อหน้าให้นักเรียนอ่านดังนี้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

นักเรียนวางเครื่องมือสามชนิดต่อไปนี้ ลงบนแต่ละพื้นที่ลาดชัน จำนวนชนิดละสองชิ้น ดังแสดงข้างล่าง

เครื่องตรวจวัดรังสีจากดวงอาทิตย์: ตรวจวัดปริมาณแสงอาทิตย์ ในหน่วย เมกะจูลต่อตารางเมตร (MJ/m^2)

เครื่องตรวจวัดความชื้นในดิน: ตรวจวัดปริมาณน้ำ คิดเป็นร้อยละของปริมาตรดิน


เครื่องวัดปริมาณฝน: ตรวจวัดปริมาณฝน ในหน่วยมิลลิเมตร (mm)

ภาพประกอบ 33 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 12

ถามคำถามนักเรียนว่า “ในการตรวจสอบความแตกต่างของพืชระหว่างพื้นที่ลาดชันหนึ่งกับอีกพื้นที่ลาดชันหนึ่ง เพราะเหตุใดนักเรียนจึงวางเครื่องมือชนิดละสองชิ้นลงบนแต่ละพื้นที่ลาดชัน” นักเรียนเขียนตอบว่า

“เพื่อเก็บข้อมูลของพื้นที่”

(รหัสนักเรียน A07 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 12 วัดสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

“อีกฝั่งน่าจะโดนแดดมากกว่า”

(รหัสนักเรียน A14 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 12 วัดสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

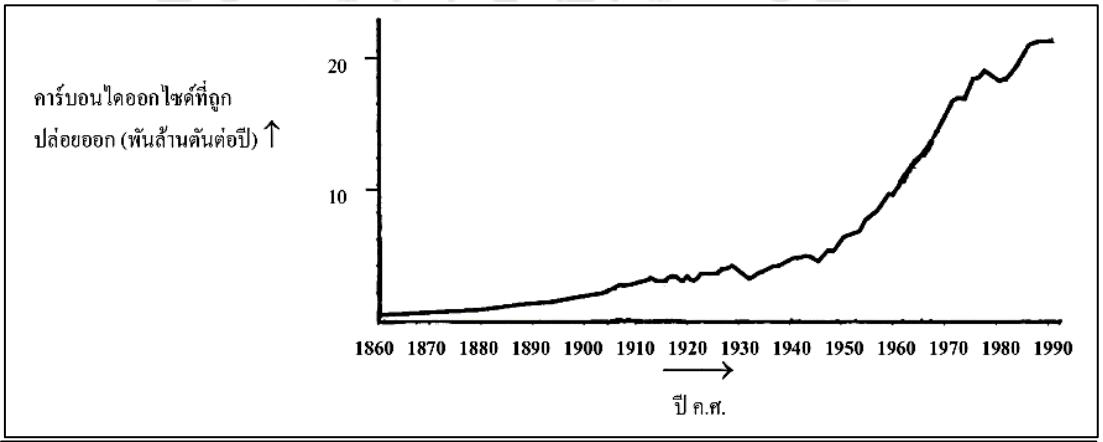
ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนไม่เขียนคำอธิบายที่ระบุถึงข้อได้เปรียบทางวิทยาศาสตร์ของการใช้เครื่องมือวัดมากกว่าหนึ่งชิ้นในแต่ละพื้นที่ลาดชัน การแก้ไขในเรื่องความแตกต่างของสภาพภายในพื้นที่ลาดชัน การเพิ่มความเที่ยงตรงของการวัดในแต่ละพื้นที่ลาดชัน เช่น เพื่อเพิ่มความเที่ยงตรงของการวัดสำหรับแต่ละพื้นที่ลาดชัน ทำให้พวกเขาสามารถตรวจสอบได้ว่าความแตกต่างระหว่างพื้นที่ลาดชันมีนัยสำคัญหรือไม่ เป็นต้น

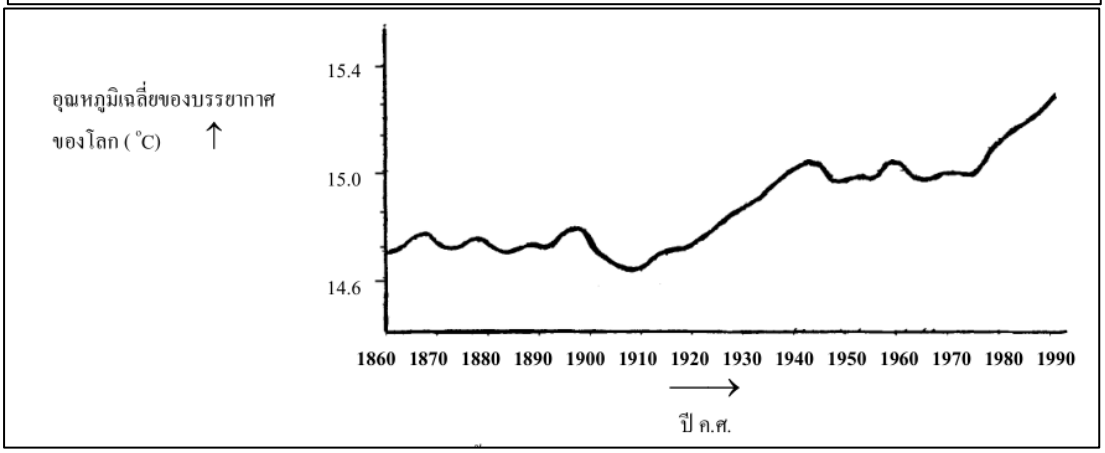
ในสถานการณ์เรื่องที่ 10 ปรากฏการณ์เรือนกระจก โจทย์มีเนื้อเรื่องหนึ่งย่อหน้าให้นักเรียนอ่านดังนี้

"สิ่งที่มีชีวิตต้องการพลังงานในการดำรงชีวิต และพลังงานสำหรับสิ่งมีชีวิตบนโลกมาจากดวงอาทิตย์ ซึ่งแผ่มาในอวกาศได้เพราะร้อนมาก แต่พลังงานที่มาถึงโลกมีสัดส่วนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น บรรยากาศของโลกทำตัวเหมือนผ้าห่มคลุมป้องกันผิวโลกของเรา คอยป้องกันการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ซึ่งจะเกิดขึ้นหากโลกนี้ไม่มีอากาศ พลังงานที่แผ่มาจากดวงอาทิตย์ส่วนใหญ่จะผ่านบรรยากาศของโลก โลกจะดูดซับพลังงานไว้บางส่วน และสะท้อนพลังงานบางส่วนกลับไป พลังงานที่สะท้อนกลับนี้บางส่วนจะถูกดูดซับโดยชั้นบรรยากาศ"

ผลที่เกิดขึ้นคือ หากไม่มีบรรยากาศดังกล่าว อุณหภูมิโดยเฉลี่ยเหนือผิวโลกจะสูงกว่าที่เป็นอยู่นี้ ทำให้บรรยากาศของโลกเกิดผลทำนองเดียวกับเรือนกระจก จึงเรียกว่า "ปรากฏการณ์เรือนกระจก" ปรากฏการณ์เรือนกระจกนี้ มีการกล่าวถึงกันมากในศตวรรษที่ 20 อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของบรรยากาศของโลกได้เพิ่มสูงขึ้นจริง หนังสือพิมพ์และวารสารต่าง ๆ มัก บอกว่า ตัวการสำคัญที่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นในศตวรรษที่ 20 คือ การเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์ นักเรียนคนหนึ่งชื่ออัจฉริยะ สนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ที่อาจเป็นไปได้ระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศของโลก และ ปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกมาบนโลก" เขาค้นพบกราฟ 2 รูป ในห้องสมุดดังต่อไปนี้

ปรากฏการณ์เรือนกระจก: เรื่องจริง หรือ นิยาย





ภาพประกอบ 34 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 30

อัจฉริยะสรุปจากกราฟสองรูปนี้ว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศของโลกที่สูงขึ้น เป็นเพราะคาร์บอนไดออกไซด์ถูกปล่อยออกมาสู่โลกเพิ่มมากขึ้น

โจทย์ถามคำถามนักเรียนว่า *"ถ้าหากอัจฉริยะต้องการหาข้อสรุปที่น่าเชื่อถือและถูกต้องเกี่ยวกับสาเหตุอุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศของโลกที่สูงขึ้น อัจฉริยะควรมีการสืบค้นเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนใดเพิ่มเติมเพื่อเป็นการสนับสนุน"* นักเรียนเขียนตอบว่า

"ศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติม"

(รหัสนักเรียน A21 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 30 วัดสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระดับสูง)

"Google หนังสือ หรือถามอาจารย์ผู้ที่มีความรู้โดยตรงเกี่ยวกับด้านนี้"

(รหัสนักเรียน A22 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 30 วัดสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระดับสูง)

ซึ่งพบว่าตัวอย่างคำตอบนักเรียนตอบเพียงว่าให้ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม หรือบอกแหล่งที่ให้ไปหาข้อมูลเพิ่มเติม แต่ไม่เขียนอธิบายถึงหัวข้อ หรือประเด็นในการสืบค้น เพื่อรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลของอัจฉริยะ เช่น อัจฉริยะต้องสืบค้นแหล่งกำเนิดของก๊าซเรือนกระจกว่าจากกิจกรรมใดบ้าง อัจฉริยะต้องสืบค้นชนิดของก๊าซที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก อัจฉริยะต้องนำข้อมูลด้านชนิด แหล่งกำเนิด กิจกรรมที่ก่อให้เกิดการเรือนกระจก มาอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างกัน เป็นต้น

ส่วนหลังเรียนนักเรียนมีสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มีร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ระดับปานกลาง หลังเรียนเพิ่มมากขึ้นจากก่อนเรียน จากร้อยละ 17.50 เป็นร้อยละ 62.50 โดยนักเรียนสามารถเขียนคำตอบที่สามารถประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ได้ เช่น

ในสถานการณ์เรื่องที่ 4 การตรวจสอบพื้นผิวที่ลาดชัน โจทย์มีเนื้อเรื่องเหมือนกับแบบทดสอบก่อนเรียน ที่กล่าวไปก่อนหน้านี้ แต่มีการเปลี่ยนข้อคำถามดังนี้

โจทย์ถามคำถามนักเรียนว่า *"ในการตรวจสอบความแตกต่างของพืชระหว่างพื้นที่ลาดชันหนึ่งกับอีกพื้นที่ลาดชันหนึ่ง หากทำการเพิ่มเครื่องมือให้เป็นชนิดละสามชิ้น นักเรียนคิดว่าจะส่งผลอย่างไรต่อข้อมูลที่ได้รับ"* นักเรียนเขียนตอบว่า

"เพิ่มความแม่นยำ นำมาหาค่าเฉลี่ย"

(รหัสนักเรียน A07 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 12 วัดสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

“หาหลายตำแหน่งมาหาค่าเฉลี่ย แม่นยำขึ้น”

(รหัสนักเรียน A14 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 12 วัดสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียน สามารถเขียนอธิบายที่ระบุถึงข้อได้เปรียบทางวิทยาศาสตร์ของการใช้เครื่องมือวัดมากกว่าหนึ่งชิ้นในแต่ละพื้นที่ลาดชัน การแก้ไขในเรื่องความแตกต่างของสภาพภายในพื้นที่ลาดชัน การเพิ่มความเที่ยงตรงของการวัดในแต่ละพื้นที่ลาดชันได้

ในสถานการณ์เรื่องที่ 10 ปรากฏการณ์เรือนกระจก เนื้อเรื่องเหมือนกับแบบทดสอบก่อนเรียนที่กล่าวไปก่อนหน้านี้ แต่มีการเปลี่ยนข้อคำถามดังนี้

โจทย์ถามคำถามนักเรียนว่า *“ถ้าหากนักเรียนต้องการจะอธิบายและสรุปข้อมูลที่น่าเชื่อถือและถูกต้องในส่วนของข้อมูล ช่วงปี 1860-1910 ที่อุณหภูมิไม่เพิ่มขึ้น เมื่อจำนวนของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นให้ณเดชและญาญ่าอีกครั้ง นักเรียนต้องสืบค้นเก็บรวบรวมข้อมูลอะไรเพิ่มเติมเพื่อเป็นการสนับสนุนข้อสรุปนักเรียน”* นักเรียนเขียนตอบว่า

“ค้นหาชนิดของก๊าซที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก”

(รหัสนักเรียน A21 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 30 วัดสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระดับสูง)

“การปล่อยก๊าซอื่นๆ หรือสาเหตุอื่น”

(รหัสนักเรียน A22 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 30 วัดสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระดับสูง)

ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถเขียนอธิบายว่าตนเองจะต้องสืบเสาะหาข้อมูล หัวข้อหรือประเด็นในการสืบค้น เพื่อรวบรวมข้อมูลและจะนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำมาสนับสนุนข้อสรุปได้

3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

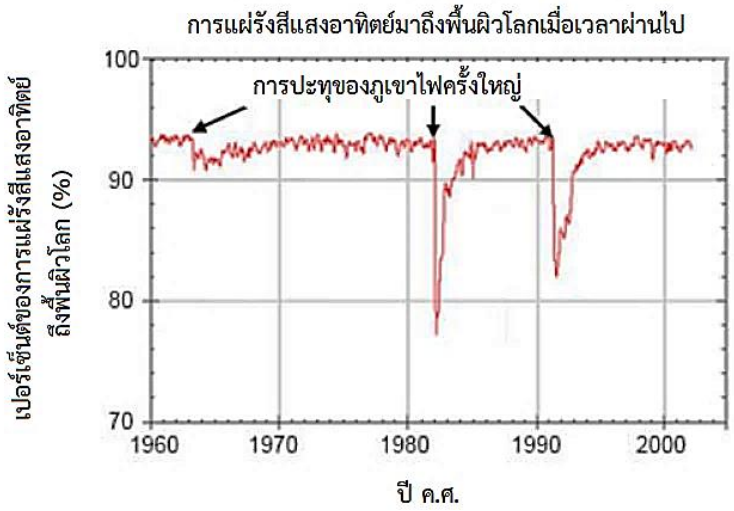
สมรรถนะในด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 2.35 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 26.11 และค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 4.45 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 47.22 สมรรถนะไม่เพิ่มมากขึ้นจากระดับต่ำเป็นระดับปานกลาง และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหลังเรียนร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับปานกลางเพิ่มมากขึ้นจากก่อนเรียน จากร้อยละ 10.00 เป็นร้อยละ 37.50 และมีนักเรียน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.50 มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นเป็นระดับสูง

โดยก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีสมรรถนะในด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำ จำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 90.00 เมื่อพิจารณาคำตอบจากแบบทดสอบที่เป็นประเภทข้อสอบเขียนตอบ พบว่านักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุปได้ เช่น

ในสถานการณ์เรื่องที่ 2 การปะทุภูเขาไฟ โจทย์มีกราฟให้นักเรียนพิจารณาและอ่านค่าดังนี้

ผลกระทบต่อการแผ่รังสีแสงอาทิตย์

เมื่อภูเขาไฟระเบิดจะปล่อยเถ้าภูเขาไฟและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ กราฟด้านล่างแสดงผลกระทบของการปล่อยก๊าซที่มีผลต่อปริมาณการแผ่รังสีแสงอาทิตย์ที่มาถึงพื้นผิวโลก



ภาพประกอบ 35 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 6

โจทย์ถามคำถามนักเรียนว่า *“เปอร์เซ็นต์ของรังสีจากดวงอาทิตย์ที่แผ่มาถึงพื้นผิวของโลกมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไรหลังจากการระเบิดของภูเขาไฟ”* นักเรียนเขียนตอบว่า

“เปลี่ยนแปลง ปี 1980-1990”

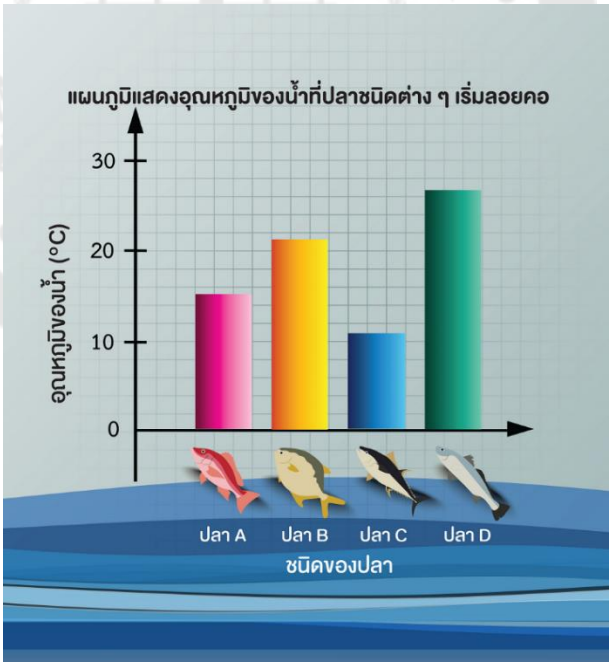
(รหัสนักเรียน A38 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 6 วัดสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

“มีการเปลี่ยน มีเปอร์เซ็นต์ลดลง”

(รหัสนักเรียน A20 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 6 วัดสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

ซึ่งพบว่าตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีการตอบว่าเปลี่ยนแปลงแต่ไม่สามารถอธิบายจากการตีความข้อมูลที่เป็นกราฟได้ถูกต้อง เพราะต้องอธิบายแสดงว่าเปอร์เซ็นต์ของรังสีดวงอาทิตย์ที่เข้ามาถึงพื้นผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลงโดยจะมีค่าจะลดลง ในระหว่างการระเบิดครั้งใหญ่ของภูเขาไฟ และให้คำอธิบายบ่งชี้หรือบอกเป็นนัยว่าการปล่อยภูเขาไฟสะท้อนหรือดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ เช่น จากกราฟแสดงให้เห็นว่า ปีที่มีการระเบิดครั้งใหญ่มีเปอร์เซ็นต์ของรังสีดวงอาทิตย์ที่เข้ามาถึงพื้นผิวโลกจะลดลง เนื่องจากเถ้าของภูเขาไฟและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาสะท้อนหรือดูดซับรังสีดวงอาทิตย์เอาไว้ ทำให้รังสีจากดวงอาทิตย์ไม่สามารถเดินทางมาพื้นผิวโลกได้ทั้งหมด เป็นต้น

ในสถานการณ์เรื่องที่ 6 วิกฤตการณ์น้ำเสีย โจทย์มีกราฟให้นักเรียนพิจารณาและอ่านค่าดังนี้



ภาพประกอบ 36 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 20

โจทย์ถามคำถามนักเรียนว่า *"จากภาพแผนภูมิระหว่างอุณหภูมิของน้ำและชนิดของปลาที่เริ่มลอยคอขึ้นมารับอากาศเหนือผิวน้ำในแหล่งน้ำแห่งหนึ่ง ถ้าปลา A B C และ D เป็นปลาที่อาศัยอยู่ในแม่น้ำท่าจีน จงเรียงลำดับชนิดของปลาที่เริ่มลอยคอชนิดแรกไปถึงชนิดสุดท้าย เพราะเหตุใด"* นักเรียนเขียนตอบว่า

"ปลา D เพราะปลา D มีปริมาณที่มากกว่าปลาอื่นๆ"

(รหัสนักเรียน A13 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 20 วัดสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับต่ำ)

"ปลา D B A C"

(รหัสนักเรียน A21 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ข้อที่ 20 วัดสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับต่ำ)

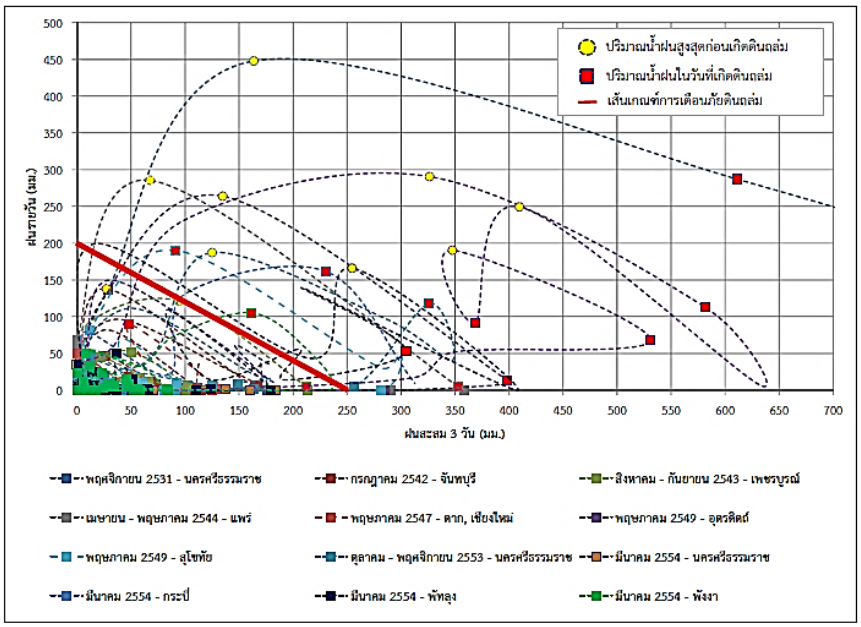
ซึ่งพบว่าตัวอย่างคำตอบนักเรียนไม่สามารถตีความหมายจากกราฟได้ถูกต้อง หรือบางคนที่ตอบถูกก็ไม่สามารถเขียนอธิบายเหตุผลได้ เพราะคำตอบที่ถูกต้องคือปลา C A B D เพราะจากกราฟจะสังเกตได้ว่าปลา C เริ่มลอยคอที่อุณหภูมิต่ำสุด เป็นปลาชนิดแรก แล้วตามด้วยปลา A B D ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้เพราะ ปลา C ทนอยู่ในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำได้ไม่ดีเท่าปลาชนิดอื่น ส่วนปลา D ลอยคอเป็นลำดับสุดท้าย เพราะสามารถทนอยู่ในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำได้ดีกว่าปลาชนิดอื่น เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง ทำให้ปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอ ต่อการหายใจของปลา ปลาจึงต้องขึ้นมารับออกซิเจนจากอากาศเหนือผิวน้ำ

ส่วนหลังเรียนนักเรียนมีสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ มีร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ระดับปานกลาง หลังเรียนเพิ่มมากขึ้นจากก่อนเรียน จากร้อยละ 10.00 เป็นร้อยละ 37.50 และมีนักเรียน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.50 มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นเป็นระดับสูง

โดยนักเรียนสามารถเขียนคำตอบที่สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุปได้ เช่น

ในสถานการณ์เรื่องที่ 2 ดินถล่ม โจทย์มีกราฟให้นักเรียนพิจารณาและอ่านค่าดังนี้

พิจารณาค่าปริมาณน้ำฝนสูงสุดในช่วงพายุฝนที่ทำให้เกิดดินถล่ม เพื่อลากเส้นเกณฑ์การเตือนภัยดินถล่มโดยประมาณ



ภาพประกอบ 37 ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 6

โจทย์ถามคำถามนักเรียนว่า *"จากกราฟ เส้นเกณฑ์การเตือนภัยดินถล่มที่ลากสีแดงสัมพันธ์กับข้อมูลปริมาณน้ำฝนในวันที่เกิดดินถล่มกับปริมาณน้ำฝนสูงสุดก่อนเกิดดินถล่มอย่างไร"* นักเรียนเขียนตอบว่า

"เส้นเกณฑ์เตือนภัยดินถล่มที่ลากสีแดงจะอยู่ใต้ข้อมูลใต้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดก่อนเกิดดินถล่ม"

(รหัสนักเรียน A38 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 6 วัดสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

"เส้นเตือนภัยอยู่ตำแหน่งก่อนปริมาณสุงสุดก่อนดินถล่ม"

(รหัสนักเรียน A20 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 6 วัดสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง)

ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถตีความข้อมูลที่เป็นกราฟให้ถูกต้อง โดยสังเกตุตำแหน่งเส้นเกณฑ์การเตือนภัยดินถล่มที่ลากสีแดงจะอยู่เหนือข้อมูลน้ำฝนในช่วงที่ไม่มีเหตุการณ์ดินถล่ม และใต้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในวันที่เกิดดินถล่มกับปริมาณน้ำฝนสูงสุดก่อนเกิดดินถล่มได้

ในสถานการณ์เรื่องที่ 2 วิกฤตการณ์น้ำเสีย เนื้อเรื่องเหมือนกับแบบทดสอบก่อนเรียน ที่กล่าวไปก่อนหน้านี้ แต่มีการเปลี่ยนข้อคำถามดังนี้

โจทย์ถามคำถามนักเรียน*ว่า "จากภาพแผนภูมิระหว่างอุณหภูมิของน้ำและชนิดของปลาที่เริ่มลอยคอขึ้นมารับอากาศเหนือผิวน้ำในแหล่งน้ำแห่งหนึ่ง ถ้าปลา A B C และ D เป็นปลาที่อาศัยอยู่ในแม่น้ำท่าจีน ปลาชนิดใดที่จะลอยคอเป็นลำดับสุดท้าย เพราะเหตุใด"* นักเรียนเขียนตอบว่า

"ปลา D ทนอยู่ในน้ำที่มีออกซิเจนต่ำได้ดีกว่าปลาชนิดอื่น"

(รหัสนักเรียน A13 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 20 วัดสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับต่ำ)

"ปลา D ลอยได้นานในน้ำอุณหภูมิสุงสุดที่ออกซิเจนต่ำ"

(รหัสนักเรียน A21 ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 20 วัดสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับต่ำ)

ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถตีความหมายจากกราฟได้ถูกต้อง โดยตอบปลา D เพราะปลา D สามารถทนอยู่ในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำได้ดีกว่าปลาชนิดอื่น เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง ทำให้ปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอ ต่อการหายใจของปลา ปลาจึงต้องขึ้นมารับออกซิเจนจากอากาศเหนือผิวน้ำ

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบตามสมมุติฐานการวิจัย คือ นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานและประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ มีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมากขึ้นไป โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เทียบกับเกณฑ์การประเมินเกณฑ์เฉลี่ยของระดับความพึงพอใจในงานศึกษานี้ใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงในตาราง 19

ตาราง 19 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 เนื้อหาที่เรียนตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4.26	0.88	มากที่สุด
1.2 เนื้อหาที่เรียนมีความน่าสนใจ	4.23	0.87	มากที่สุด
1.3 เนื้อหาที่เรียนมีความสอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบัน	4.13	0.98	มาก
1.4 เนื้อหาที่เรียนส่งเสริมการใช้ความรู้แก้ปัญหา	4.28	0.94	มากที่สุด
1.5 เนื้อหาที่เรียนเหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนด	4.00	0.92	
1.6 เนื้อหาที่เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาได้จริงในชีวิตประจำวัน	4.21	0.95	มากที่สุด
1.7 ได้รับความรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรมพื้นฐานในการดำเนินชีวิตในสังคม	4.10	0.97	มาก
1.8 เนื้อหาที่เรียนไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป	3.95	0.73	มาก
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.14	0.91	มาก
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้			
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	4.18	0.97	มาก
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้สงเสริมให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม	4.23	0.87	มากที่สุด
2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมผู้เรียนออกแบบกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เช่น ระบุประเด็นปัญหา ค้นหาข้อมูล ตรวจสอบ ทำการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และสรุปผล	4.33	0.87	มากที่สุด
2.4 กิจกรรมมีการให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย	4.03	0.99	มาก
2.5 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนนักเรียนคำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาสังคม	4.21	0.86	มากที่สุด

ตาราง 19 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
2.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มมีความรับผิดชอบในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	4.23	0.96	มากที่สุด
2.7 มีกิจกรรมที่ได้ร่วมกันสะท้อนผลการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ กับผู้สอน เช่น ประสิทธิภาพในการหาข้อมูล กิจกรรมของโครงงาน คุณภาพของผลงาน อุปสรรคที่พบและวิธีการแก้ไขปัญหาทางสังคม	4.05	0.97	มาก
2.8 การจัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนนำเสนอผลงานสู่สาธารณะ	4.13	0.92	มาก
2.9 กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.05	0.89	มาก
คะแนนเฉลี่ยรวม	**4.16**	**0.92**	**มาก**
3. ด้านผู้สอน			
3.1 ผู้สอนมีการนำข่าว หรือประเด็นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคมมาใช้ในการกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้	4.26	0.99	มากที่สุด
3.2 ผู้สอนใช้คำถามขับเคลื่อน เร้าความสนใจของผู้เรียน	4.08	0.98	มาก
3.3 ผู้สอนนำประเด็นปัญหาจากสิ่งเกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมาใช้เพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันแก้ปัญหา	4.18	0.94	มาก
3.4 ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง	4.33	0.77	มากที่สุด
3.5 ผู้สอนให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ ในการหาข้อมูล	4.41	0.85	มากที่สุด
3.6 ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น	4.36	0.87	มากที่สุด
3.7 ผู้สอนคอยให้คำแนะนำเมื่อผู้เรียนประสบปัญหาระหว่างทำกิจกรรม	4.31	0.89	มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยรวม	**4.27**	**0.90**	**มากที่สุด**

ตาราง 19 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
4. ด้านบรรยากาศการเรียนรู้			
4.1 บรรยากาศการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนอยากเข้าร่วมกิจกรรม	4.08	0.93	มาก
4.2 บรรยากาศในการเรียนรู้สนุกสนานมีความเป็นกันเองระหว่างเพื่อนในชั้นเรียน	4.26	0.88	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้ เช่น การให้อิสระในการหาข้อมูลหรือการออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง	4.41	0.85	มากที่สุด
4.4 ผู้เรียนกล้าแลกเปลี่ยนเรียนรู้/ความคิดเห็นกับเพื่อน	4.15	0.87	มาก
4.5 ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข	4.26	0.82	มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยรวม	**4.23**	**0.87**	**มากที่สุด**
5. ด้านการวัดและประเมินผล			
5.1 มีการวัดผลและประเมินผลเป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4.10	0.99	มาก
5.2 มีการประเมินผลโดยการทดสอบความรู้ ประเมินผลงาน การเข้าเรียน และความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	4.36	0.87	มากที่สุด
5.3 วิธีการวัดและประเมินผลมีความหลากหลาย	4.15	0.99	มาก
5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล เช่น แบบทดสอบ และชิ้นงานที่มอบหมายมีความยากง่ายเหมาะสม	4.33	0.81	มากที่สุด
5.5 การประเมินผลครอบคลุมเนื้อหาที่เรียน	4.23	0.90	มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยรวม	**4.24**	**0.90**	**มากที่สุด**
คะแนนเฉลี่ยโดยภาพรวมทั้งหมด	**4.20**	**0.91**	**มาก**

จากตาราง 19 พบว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ มีความพึงพอใจโดยภาพรวมต่อรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 และมีค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.91 เมื่อพิจารณารายด้านของการวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นดังนี้

ด้านเนื้อหา พบว่าค่าเฉลี่ยโดยรวมมีค่าเท่ากับ 4.14 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.91 มีระดับความพึงพอใจมาก และรายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ เนื้อหาที่เรียนส่งเสริมการใช้ความรู้แก้ปัญหามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.94 มีค่าระดับ

ความพึงพอใจมากที่สุด ส่วนรายการประเมินที่มีที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ เนื้อหาที่เรียนไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.73 และมีค่าระดับพึงพอใจมาก

ด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ พบว่าค่าเฉลี่ยโดยรวมมีค่าเท่ากับ 4.16 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.92 มีระดับความพึงพอใจมาก รายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมผู้เรียนออกแบบกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เช่น ระบุประเด็นปัญหา ค้นหาข้อมูล ตรวจสอบ ทำการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และสรุปผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.87 มีค่าระดับความพึงพอใจมากที่สุด ส่วนรายการประเมินที่มีที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ กิจกรรมมีการให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.03 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.99 และมีค่าระดับพึงพอใจมาก ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้เรียนจากคำถามปลายเปิด ที่สอบถามผู้เรียน โดยให้แสดงความคิดเห็นต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมที่ครูใช้สอนในชั้นเรียนและปัญหาที่พบ พบว่าผู้เรียนมีความคิดเห็นที่ดีต่อการเรียนการสอน เช่น “ครูมีกิจกรรมให้ทำเยอะดี” “ได้ทำกิจกรรมสนุกดี” และมีนักเรียนบางคนให้ความคิดเห็นว่า *“แบบทดสอบยาก” “งานเยอะ”* ผู้เรียนให้ความคิดเห็นส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นว่า *“ไม่พบปัญหาใด”* และมีความคิดเห็นบางส่วนให้ความคิดเห็นว่า *“บางกิจกรรมเวลาน้อย ทำไม่ทัน” “งานเยอะทำไม่ทัน”* และเนื่องจากช่วงโรคระบาด COVID-19 มีการจัดกิจกรรมทั้งออนไลน์และออนไซต์ นักเรียนบางคนจึงพบปัญหาเรื่องอินเตอร์เนต *“การทำงานผ่านคอมบางงานทำงานลำบาก” “บางคนไม่มีอินเตอร์เน็ตทำให้การเรียนติดขัดนิดหน่อย” “เรียนออนไลน์อยู่ที่บ้านมีความเข้าใจน้อยกว่าเรียนที่โรงเรียน”* และนักเรียนบางส่วนให้ความคิดเห็นว่าการเรียนทั้งออนไลน์และออนไซต์ไม่ส่งผลต่อการเรียน *“ไม่พบปัญหาเพราะการเรียนออนไลน์ไม่ต่างจากเรียนในห้อง” “ไม่พบปัญหาเพราะครูสามารถให้ความรู้กับนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ”*

ด้านผู้สอน พบว่าค่าเฉลี่ยโดยรวมมีค่าเท่ากับ 4.27 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.90 มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด รายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ผู้สอนให้คำแนะนำช่วยเหลือ ในการหาข้อมูล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.85 มีค่าระดับความพึงพอใจมากที่สุด ส่วนรายการประเมินที่มีที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ผู้สอนใช้คำถามขับเคลื่อน เร้าความสนใจของผู้เรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.08 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.98 และมีค่าระดับพึงพอใจมาก ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้เรียนจากคำถามปลายเปิด ที่ให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นหรือข้อข้อเสนอแนะอื่น ๆ ต่อผู้สอนอย่างไร พบว่านักเรียนส่วนใหญ่แสดง

ความคิดเห็นในเชิงบวกต่อการสอนของครูผู้สอน เช่น ผู้เรียนให้คำชื่นชมว่าครูสอนดี ใจดีและสอนวิทยาศาสตร์สนุก สอนเนื้อหาเข้าใจง่าย ให้ความสนใจเด็กในห้องเท่าเทียมกันและทั่วถึง ครูให้คำปรึกษาดีมาก ทำให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ และมีนักเรียนบางส่วนไม่ได้ตอบคำถาม

ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ พบว่าค่าเฉลี่ยโดยรวมมีค่าเท่ากับ 4.23 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.87 มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด รายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้ เช่น การให้อิสระในการหาข้อมูล หรือการออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.85 มีค่าระดับความพึงพอใจมากที่สุด ส่วนรายการประเมินที่มีที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ บรรยากาศการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนอยากเข้าร่วมกิจกรรม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.08 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.93 และมีค่าระดับพึงพอใจมาก

ด้านการวัดและประเมินผล พบว่าค่าเฉลี่ยโดยรวมมีค่าเท่ากับ 4.24 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.90 มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด รายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ การประเมินผลโดยการทดสอบความรู้ ประเมินผลงาน การเข้าเรียน และความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.87 มีค่าระดับความพึงพอใจมากที่สุด ส่วนรายการประเมินที่มีที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ มีการวัดผลและประเมินผลเป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.99 และมีค่าระดับพึงพอใจมาก

สรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ในด้านผู้สอนมากที่สุด รองลงมาคือด้านการวัดและประเมินผล ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านเนื้อหา ตามลำดับ

จากผลการวิจัยทั้งหมดสรุปได้ว่ารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ส่วนการอภิปรายผลและข้อเสนอในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะนำเสนอในบทที่ 5

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยเรื่องการเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้นำเสนอกระบวนการวิจัย สรุปผล อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ ดังนี้

คำถามวิจัย

1. รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นอย่างไร

2. รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นหรือไม่ อย่างไร

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อย่างไร

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. เพื่อศึกษาการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สมมุติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ทั้งในภาพรวมและแต่ละสมรรถนะ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับปานกลางขึ้นไปทั้งสามสมรรถนะ และในภาพรวม

3. นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนมีจำนวนนักเรียนที่มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละสมรรถะและในภาพรวม ที่ระดับปานกลางขึ้นไปร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

4. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมากขึ้นไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.1) ประเภทสามัญศึกษา เขตบางกอกใหญ่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 11 ห้องเรียน รวม 482 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็น นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.1) ประเภทสามัญศึกษา เขตบางกอกใหญ่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้อง รวม 40 คน จากนักเรียน

ทั้งหมด 11 ห้องเรียน โดยแต่ละห้องนักเรียนมีลักษณะในภาพรวมของแต่ละห้องที่คล้ายคลึงกัน และเป็นนักเรียนชายล้วน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น คือ รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. ตัวแปรตาม คือ

1. การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ

1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explaining Phenomena Scientifically)

2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluating and Designing Scientific Enquiry)

3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpreting Data and Evidence Scientifically)

2. ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เครื่องมือวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติการ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เนื้อหาสาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ มาตรฐาน ว ๓.๒ ตัวชี้วัด ม.2/4- ม.2/10 (หน่วยที่ 7 โลกและการเปลี่ยนแปลง หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.2 เล่ม 2 (ฉบับปรับปรุง 2560) สสวท.) ที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดการใช้โครงงานเป็นฐาน และประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 แผน 24 คาบ (คาบละ 50 นาที) ได้แก่ 1) ปัญหาดินโคลนถล่มหลุมยุบ และ 2) ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งของน้ำ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล ได้แก่

1) แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ใช้สถานการณ์ที่เป็นจริงในชีวิตประจำวันหรือเรียกว่าคำถามที่ใช้สถานการณ์เป็นฐาน (Context-Based Questions) ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางข้อสอบ PISA 2015 คือ 1) แบบเลือกตอบ (Multiple-Choice Test Items) 4 ตัวเลือก 2) การทดสอบคำถามแบบถูกผิดเชิงซ้อน (Complex Multiple-Choice Questions) และ 3) แบบเขียนตอบ มีลักษณะการตอบคำถามลักษณะการเขียนคำตอบแบบสั้นเป็นกลุ่มคำหรือการเขียนคำตอบแบบยาวเป็นย่อหน้าสั้น ๆ (อาจเป็นคำอธิบายที่ประกอบด้วยประโยค 2-4 ประโยค) แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน มีจำนวน 30 ข้อ 10 สถานการณ์ และแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน มีจำนวน 30 ข้อ 10 สถานการณ์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์คนละชุดกัน แต่มีคุณสมบัติเหมือนกันตามเกณฑ์การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้ประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 3 ด้าน ได้แก่ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 9 ข้อ โดยจำนวนแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และจำนวนแบบทดสอบที่ระดับสมรรถนะต่าง ๆ ของแต่ละรูปแบบของแบบทดสอบได้มาจากการคำนวณเทียบอัตราส่วนจำนวนข้อสอบวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 จะได้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

2) แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งแบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มีรายการประเมิน 34 รายการ ประกอบด้วย 5 ด้าน คือ 1) ด้านเนื้อหา จำนวน 8 รายการ 2) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 9 รายการ 3) ด้านผู้สอน จำนวน 7 รายการ 4) ด้านบรรยากาศการเรียนรู้จำนวน 5 รายการ และ 5) ด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 5 รายการ ส่วนแบบสอบถามตอนที่ 2 เป็นคำถามปลายเปิด จำนวน 2 คำถาม

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนารูปแบบตามขั้นตอน 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

1. กำหนดประชากร กลุ่มตัวอย่าง และสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

2. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

3. ศึกษารูปแบบการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ลักษณะต่าง ๆ

4. ศึกษาทฤษฎี ความหมาย องค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์

5. ศึกษาแนวคิดที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์

6. ศึกษาการออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลตามรูปแบบการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 2 การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ขั้นที่ 3 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอนตามรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. พัฒนาแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์

3. พัฒนาแบบวัดประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนรู้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ขั้นที่ 4 ทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1. ทำการศึกษาทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2. ทำการปรับปรุงแก้ไขผลการทดลองใช้

ขั้นที่ 5 การใช้และการประเมินการใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1. ทำการศึกษาทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. เตรียมการเพื่อนำแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ โดยผู้วิจัยขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถึงผู้อำนวยการโรงเรียน เพื่อขอทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะผู้ทรงไปจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง และมีครูประจำวิชาเป็นผู้ร่วมสังเกตการสอน ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 เป็นเวลา 8 สัปดาห์ 24 ชั่วโมง ครูผู้สอนและนักเรียน ได้ทำความเข้าใจร่วมกันเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ การวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ก่อนดำเนินการทดลอง และขณะดำเนินการทดลองมีครูประจำวิชาคอยสังเกตการณ์สอนและคอยช่วยเหลือนักเรียนในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้ดำเนินไปได้ด้วยดี โดยมีการดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 ทดสอบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง ทำแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ในเวลา 120 นาที

2.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้โครงงานเป็นฐาน และประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 นำเสนอประเด็นทางสังคม ขั้นที่ 2 ระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ลงมือแก้ไขปัญหา ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงานสู่สังคม และขั้นที่ 6 สะท้อนผลจากสังคม

2.3 ทดสอบวัดการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยนักเรียนทำแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ในเวลา 120 นาที ซึ่งเป็นแบบทดสอบคนละชุด

แบบทดสอบก่อนเรียน หลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว

2.4 ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่พัฒนาขึ้น

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการดำเนินการจัดการเรียนรู้เพื่อประเมินผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยนำคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ และการแปลค่าความหมายระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS for Windows Version 20.0 ซึ่งมีการดำเนินการ ดังนี้

1. วิเคราะห์คะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งในภาพรวมและแต่ละสมรรถนะ โดยใช้สถิติ คำนวณหาคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์หรือคะแนนร้อยละของพัฒนาการของนักเรียน และการทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระจากกัน (T-Test for Dependent Samples)

2. วิเคราะห์คะแนนค่าระดับสมรรถนะก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งสามด้าน ได้แก่ ได้แก่ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดโดยวิเคราะห์รายข้อ รายด้าน และในภาพรวม

3. วิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เทียบกับเกณฑ์ ที่กำหนด โดยวิเคราะห์รายข้อ รายด้าน และในภาพรวม ประกอบคำบรรยาย

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยสามามารถสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นประกอบด้วย 6 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 นำเสนอประเด็นทางสังคม (Introducing Social Issues) เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการตั้งคำถาม เกิดข้อสงสัยและความสนใจในการแก้ไขปัญหา ในประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบันที่เป็นประเด็นที่น่าสนใจ ที่ยังต้องการการแก้ไขอยู่ โดยต้องคำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาเรื่องดังกล่าวด้วย และสามารถบอกประโยชน์จากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับบุคคลและสังคม โดยมีเหตุผลสนับสนุน ขั้นที่ 2 ระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Brainstorming For the Solutions) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องคิดและระบุข้อมูลที่ต้องสืบค้น พร้อมแหล่งข้อมูลในการสืบค้น เพื่อค้นหาคำตอบ และนำไปสู่การเรียนรู้เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผ่านการถูกกระตุ้นโดยคำถามขับเคลื่อน (Driving Question) จากผู้สอน ซึ่งเป็นคำถามที่เปิดกว้าง ไม่มีคำตอบที่ชัดเจนเพียงคำตอบเดียว ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Designing the Solutions) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องระบุและสืบค้นข้อมูลเชิงลึกที่ต้องนำมาใช้ประกอบในการแก้ไขปัญหา และออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาให้ชัดเจนว่าจะทำผลงานออกมาในรูปแบบไหน มีการแบ่งหน้าที่ในการทำงาน รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เป็นเนื้อหาที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดที่เรียน และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ขั้นที่ 4 ลงมือแก้ไขปัญหา (Solving the Problem) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องลงมือสร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงานที่จะช่วยแก้ไขปัญหา ทดสอบประสิทธิภาพ เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และแปลผลข้อมูล และสรุปผล พร้อมร่วมกันสะท้อนผลการทำงานภายในกลุ่ม ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงานสู่สังคม (Presenting to Society) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำเสนอผลงานที่สร้างเพื่อแก้ไขปัญหาสังคมในชั้นเรียนต่อครูผู้สอน เพื่อนร่วมชั้นเรียน และสังคม ในรูปแบบตามความเหมาะสมและความพร้อมของผู้เรียน ขั้นที่ 6 สะท้อนผลจากสังคม (Reflecting from Society) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้ทบทวนการทำโครงงาน แลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนในชั้นเรียนและผู้สอน ความคิดเห็นจากสังคมของผู้ที่ได้รับชมโครงงานมาพิจารณาร่วมกันว่าพบปัญหา

ใดในการทำงาน ได้เรียนรู้และรับประโยชน์อะไรจากการทำกิจกรรม เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงานและผลงานในอนาคต

2. การรู้วิทยาศาสตร์

1. ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้งในรายด้านแต่ละสมรรถนะและในภาพรวม โดยสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มสูงขึ้นจากก่อนเรียนมากที่สุด รองลงมาคือสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ

2. ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนนักเรียนมีระดับสมรรถนะตั้งแต่ระดับปานกลางขึ้นไป 2 ด้าน คือ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพิ่มมากขึ้นจากระดับต่ำ เป็นระดับปานกลาง ส่วนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับต่ำ แต่ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะระดับปานกลางหลังเรียนเพิ่มมากขึ้นจากก่อนเรียน เมื่อพิจารณาในภาพรวมนักเรียนมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

3. ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียน สมรรถนะที่มีจำนวนนักเรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับปานกลางขึ้นไปมากเกินร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด คือ ด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวนนักเรียนที่ระดับปานกลางขึ้นไปน้อยกว่าร้อยละ 50 เมื่อพิจารณาระดับการรู้วิทยาศาสตร์ในภาพรวม มีจำนวนนักเรียนที่มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ระดับปานกลางขึ้นไปมากเกินร้อยละ 50

3. ความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ในด้านผู้สอนมากที่สุด รองลงมาคือด้านการวัดและประเมินผล ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านเนื้อหา ตามลำดับ และผู้เรียนให้ความคิดเห็นเพิ่มเติมในส่วนข้อคำถามปลายเปิดต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้และผู้สอน ส่วนใหญ่ผู้เรียนไม่พบปัญหาในการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แต่เนื่องจากภาวะโรคระบาด COVID-19 ที่มีการจัดการเรียนการสอนสองรูปแบบทั้งออนไลน์และออนไซต์ ผู้เรียนบางคนจึงพบปัญหาเรื่องอินเตอร์เน็ต การทำงานผ่านคอมบางงานทำงานลำบาก และบางคนให้ความคิดเห็นว่าการเรียนออนไลน์อยู่ที่บ้านมีความเข้าใจน้อยกว่าเรียนที่โรงเรียน ผู้เรียนมีความคิดเห็นที่ดีต่อการเรียนการสอนในเชิงบวก เช่น ได้กิจกรรมและกิจกรรมสนุกดี แต่มีนักเรียนบางคนให้ความคิดเห็นว่าแบบทดสอบยาก ส่วนความคิดเห็นต่อผู้สอนนั้น ผู้เรียนส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นในเชิงบวกต่อการสอนของครูผู้สอน เช่น ผู้เรียนให้คำชื่นชมว่าครูสอนดี ใจดีและสอนวิทยาศาสตร์สนุก สอนเนื้อหาเข้าใจง่าย ให้ความสนใจเด็กในห้องเท่าเทียมกันและทั่วถึง ครูให้คำปรึกษาดีมาก ทำให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วย 6 ขั้นได้แก่ ขั้นที่ 1 นำเสนอประเด็นทางสังคม (Introducing Social Issues) ขั้นที่ 2 ระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Brainstorming For the Solutions) ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Designing the Solutions) ขั้นที่ 4 ลงมือแก้ไข

ปัญหา (Solving the Problem) ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงานสู่สังคม (Presenting to Society) และขั้นที่ 6 สะท้อนผลจากสังคม (Reflecting from Society) โดยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานและประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ มีลักษณะเฉพาะที่ส่งเสริมสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้านของผู้เรียน คือ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explaining Phenomena Scientifically) 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluating and Designing Scientific Enquiry) 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpreting Data and Evidence Scientifically)

โดยเริ่มจากขั้นที่ 1 นำเสนอประเด็นทางสังคม เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้ผู้เรียนตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมปัจจุบันที่กำลังเป็นประเด็นที่น่าสนใจ เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาสังคมนั้น ๆ แล้วแสวงหาความรู้อย่างมีเป้าหมาย พร้อมทั้งกระตุ้นและส่งเสริมการพัฒนาทางปัญญาของแต่ละบุคคลในเรื่องศีลธรรมและจริยธรรม ตลอดจนตระหนักถึงการพึ่งพาระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม ก็จะทำการสืบค้นหาข้อมูล วิเคราะห์สังเคราะห์ การตัดสินใจหรือลงความคิดเห็น และคิดอยู่บนพื้นฐานการมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีเหตุผลที่สมเหตุสมผล ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักการวางแผนการทำงานตั้งวัตถุประสงค์และเป้าหมายในการทำงานอย่างชัดเจน และการเลือกใช้วิธีการในการศึกษาอย่างหมาะสมและบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้สามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมในการนำมาแก้ไขปัญหาทางสังคม ข้อมูลพื้นฐานที่ควรรู้ การได้มาซึ่งข้อมูลรวมถึงการหาหลักฐานเพื่อมาสนับสนุนหลักการและวิธีการเหล่านั้น กระตุ้นและส่งเสริมการพัฒนาทางปัญญาของแต่ละบุคคลในเรื่องศีลธรรมและจริยธรรม ตลอดจนตระหนักถึงการพึ่งพาระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม เป็นการส่งเสริมสมรรรถนะผู้เรียนในการรู้จักการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายอย่างสมเหตุสมผล และเข้าใจถึงการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้เพื่อสังคม สามารถแยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เสนอวิธีการ ประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งนับเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานหลักฐานที่ตรวจสอบได้ และเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนใช้ทักษะการสืบเสาะและสืบค้นข้อมูล เพื่อให้นักเรียนได้ข้อมูลที่เพียงพอต่อการนำมาจำแนก วิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่

แล้วนำไปสู่การลงข้อสรุปที่ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการให้เหตุผลหรือกล่าวอ้าง เป็นการส่งเสริมสมรรถนะผู้เรียนในด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย อีกทั้งรูปแบบการจัดการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหาสังคมที่ตั้งเป้าไว้ ทำการสร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงาน ทดสอบประสิทธิภาพ เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และแปลผลข้อมูลและสรุปผล นำเสนอผลงานสู่สาธารณะ และพร้อมสะท้อนผลการทำงาน ซึ่งเป็นการส่งเสริมสมรรถนะการประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ และสมรรถนะการแปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป โดยในแต่ละขั้นการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยสามารถอภิปรายดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอประเด็นทางสังคม (Introducing Social Issues) เป็นขั้นที่ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนจะเกิดการตั้งคำถาม เกิดข้อสงสัย และความสนใจในการแก้ไขปัญหา ในประเด็นปัญหาทางสังคม ที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบันที่เป็นประเด็นที่น่าสนใจ ที่ยังต้องการการแก้ไขอยู่ จากการดูคลิปวิดีโอ ข่าวในหนังสือพิมพ์ หรือสื่อต่างๆ ที่ผู้สอนนำมาให้ผู้เรียนดู เพราะการนำประเด็นทางสังคมเข้ามาจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้โดยในการจัดการเรียนรู้นักเรียนจะได้ตั้งคำถามหรือข้อสงสัย (Sadler & Zeidler, 2004) ด้วยตนเองและเรียนรู้ค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองและสามารถนำองค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงกับประเด็นทางสังคมได้ สอดคล้องกับมาร์ก เบอร์แทรม และ อิอิค (Marks, Bertram, & Eilks, 2008, น. 267-276) ที่ทำการวิจัยโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิธีการใช้ปัญหานำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคม เรื่องมันฝรั่งทอด สำหรับหรับนักเรียนเกรด 10 ในประเทศเยอรมัน ซึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้เน้นการจัดกิจกรรมการอภิปรายเกี่ยวกับโภชนาการลดไขมันและแป้งที่นำเสนออยู่ในสื่อ เช่น โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ ในการอภิปรายเป็นไปตามกรอบแนวคิดวิธีการใช้ปัญหานำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและส่งเสริมการเรียนรู้เกี่ยวกับคาร์โบไฮเดรตและไขมัน เป้าหมายเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสะท้อนความคิดของการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เชื่อมโยงกับข้อมูลข่าวสารในชีวิตประจำวันของนักเรียน และผู้สอนบรรยายให้ความรู้ในเรื่องคุณธรรมจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาเรื่องดังกล่าว การมีส่วนร่วมทางสังคมและการเมืองต่อการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ (Kolsto, 2001; Zeidler et all., 2005) ผู้เรียนต้องสามารถบอกประโยชน์จากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับบุคคลและสังคมได้โดยมีเหตุผลสนับสนุน ซึ่งจะช่วยส่งเสริมสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

ในสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

ขั้นที่ 2 ระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Brainstorming For the Solutions) เป็นขั้นที่ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนต้องคิดและระบุข้อมูลที่ต้องสืบค้น พร้อมแหล่งข้อมูลในการสืบค้น เพื่อค้นหาคำตอบ และนำไปสู่การเรียนรู้เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผ่านการถูกกระตุ้นโดยคำถามขับเคลื่อน (Driving Question) จากผู้สอน สอดคล้องกับ Buck Institute for Education (BIE, 2015) ซึ่งเป็นคำถามที่เปิดกว้าง ไม่มีคำตอบที่ชัดเจนเพียงคำตอบเดียว เช่น เราจะช่วยแก้ปัญหาการกัดเซาะของน้ำในแม่น้ำในชุมชนของเราได้อย่างไร เป็นต้น จากคำถามจะทำให้ผู้เรียนพยายามหาคำตอบ โดยจะต้องมีการสืบค้นข้อมูลที่มีความหลากหลาย จากแหล่งที่มาต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบในการแก้ไขปัญหา เป็นการช่วยส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ในสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร) สอดคล้องกับงานวิจัยของ พุทธริธร บูรณสถิตวงศ์ (2560) ที่กล่าวว่าการรวบรวมข้อมูลเป็นการกระตุ้นให้ใช้หลักฐานหรือประจักษ์พยานที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น และนำมาสู่การส่งเสริมสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้ เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย ซึ่งสอดคล้องกับ ชวนพิศ คณะพัฒน์ (2559) ที่พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือสืบค้นข้อมูล ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Designing the Solutions) เป็นขั้นที่ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนจะต้องสามารถระบุข้อมูลที่ต้องนำมาใช้ประกอบในการแก้ไขปัญหา ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนต้องสามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบได้อย่างชัดเจน โดยอาศัยข้อมูลที่สืบค้นมา โดยผู้เรียนแบ่งหน้าที่สมาชิกสืบค้นและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในเชิงลึกจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เช่น เอกสาร หนังสือ หรือจากบุคคลภายนอก ปราชญ์ชาวบ้าน เป็นต้น เป็นเนื้อหาที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดที่เรียน และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในประเด็นปัญหานั้น ๆ และสามารถออกแบบวิธีการที่เหมาะสมที่จะแก้ไขปัญหาได้ (BIE, 2015; มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2555; วิจารณ์ พานิช, 2555; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ, 2550) พิจารณาว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วย

ส่งเสริมสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ ในสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในด้านสามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบแยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และเสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ แล้วออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาให้ชัดเจนว่าจะทำผลงานออกมาในรูปแบบไหน เช่น โมเดล สร้างนวัตกรรม ออกมาเป็นชิ้นงาน หรือในรูปแบบการรณรงค์ผ่านสื่อออนไลน์ เป็นต้น หลังจากนั้นผู้เรียนต้องประเมินวิธีการแก้ไขปัญหาว่ามีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้แก้ไขปัญหาได้จริงหรือไม่ก่อนนำไปลงมือปฏิบัติจริง จะช่วยส่งเสริมสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องการประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 4 ลงมือแก้ไขปัญหา (Solving the Problem) เป็นขั้นที่ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติแก้ไขปัญหาทางสังคมตามวิธีการที่สมาชิกในกลุ่มได้ออกแบบร่วมกันไว้ เช่น หากผู้เรียนออกแบบในการสร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงานที่จะช่วยแก้ไขปัญหา ผู้เรียนต้องทำการสร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงาน ทดสอบประสิทธิภาพ เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และแปลผลข้อมูล และสรุปผล ซึ่งจะช่วยส่งเสริมสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ในสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านการแปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุปพร้อมการพิจารณาร่วมกันของสมาชิกในกลุ่มว่านวัตกรรมหรือชิ้นงานที่สร้างสามารถแก้ปัญหาได้มากน้อยอย่างไร อีกทั้งสมาชิกในกลุ่มกับผู้สอนต้องร่วมกันสะท้อนผล วิจารณ์และรับฟังคำวิจารณ์ การเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ เช่น ประสิทธิภาพในการหาข้อมูล กระบวนการลงมือปฏิบัติ คุณภาพของผลงาน อุปสรรคที่พบและวิธีการแก้ไขปัญหาทางสังคมนั้นมีความเหมาะสมหรือไม่ (BIE, 2015; Ribé & Vidal, 1993; มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2555; วัชรินทร์ โพธิ์เงิน และคณะ, 2557; วิจารณ์ พานิช, 2555; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ, 2550) ซึ่งจะช่วยส่งเสริมสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ในสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล และการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในด้านประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ ซึ่งสอดคล้องกับ ชวนพิศ คณะพัฒน์ (2559) ที่พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือได้ลงมือปฏิบัติจริง

ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงานสู่สังคม (Presenting to Society) เป็นขั้นที่ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนนำเสนอผลงานที่สร้างเพื่อแก้ไขปัญหาสังคมในชั้นเรียนต่อครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การบรรยาย การจัดกระทำข้อมูลในรูปของรายงาน กราฟ แผนภูมิ แบบจำลอง โปสเตอร์ วิดีโอ เป็นต้น โดยให้อธิบายแนวคิด ขั้นตอนการออกแบบ การสร้าง และการนำไปใช้แก้ปัญหา จากนั้นผู้เรียนมีการนำเสนอผลงานต่อสังคมในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ผ่านการการจัดนิทรรศการ การแสดงละคร เพาเวอร์พอยท์ วีดีทัศน์ สื่อสังคมออนไลน์ เช่น เฟซบุ๊ก (Facebook) ยูทูบ (Yutube) หรือเว็บไซต์ของโรงเรียน เป็นต้น (BIE, 2015; Diana, 2011; Ribé & Vidal, 1993; มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2555; วัชรินทร์ โพธิ์เงิน และคณะ, 2557; วิจารณ์ พานิช, 2555) ซึ่งจะช่วยส่งเสริมสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ในสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านการแปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวที่ว่าการนำความรู้ที่ได้เรียนรู้จากกิจกรรมในชั้นเรียนและจากการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมด้วยตนเองขยายออกสู่สังคมด้วยรูปแบบกิจกรรมที่หลากหลายนั้นช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้น (Yager, 1991; Yuenyong, 2006) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชวนพิศ คณะพัฒน์ (2559) ที่พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ มีกระบวนการที่ให้ผู้เรียนนำเสนอผลงานออกสู่สังคมด้วยรูปแบบกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การเขียนข่าว การทำแผ่นพับ ป้ายรณรงค์ เป็นต้น

ขั้นที่ 6 สะท้อนผลจากสังคม (Reflecting from Society) เป็นขั้นที่ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทบทวนการทำโครงงาน เพื่อแก้ไขปัญหาสังคม ว่าพบปัญหาใดบ้าง ผิดพลาดหรือมีข้อบกพร่องตรงไหน ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร ได้ประโยชน์อย่างไร และสามารถนำความรู้นั้นไปพัฒนาปรับปรุงงานได้อย่างดียิ่งขึ้น ผู้เรียนแลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนในชั้นเรียน กับผู้สอน โดยนำความคิดเห็นจากผู้ประเมินโครงงาน และความคิดเห็นจากสังคมของผู้ที่ได้รับชมโครงงานมาพิจารณาร่วมกัน เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงความสำเร็จของโครงงาน ว่าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในสังคมได้มากน้อยแค่ไหน เพื่อนำคำวิจารณ์ที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงานและผลงานในอนาคต (Ribé & Vidal, 1993) ซึ่งจะช่วยส่งเสริมสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ในสมรรถนะการการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชวนพิศ คณะพัฒน์ (2559) ที่พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ มีกระบวนการที่ให้ผู้เรียนนำเสนอผลงานออกสู่สังคมด้วยรูปแบบกิจกรรมที่หลากหลาย ที่พบว่าผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่

ได้ไปประยุกต์ใช้หรือเชื่อมโยงกับประเด็นทางสังคมในขั้นเชื่อมโยงความรู้จนสามารถสะท้อนแนวความคิดและขยายองค์ความรู้ที่ได้ออกสู่สังคมได้ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งการที่นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การอภิปราย การวิพากษ์วิจารณ์ การตัดสินใจและประเมินค่า แสดงความคิดเห็นโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในประเด็นทางสังคมที่เกิดขึ้นจริงทางสังคมนั้นจะสามารถส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ (Yuenyong & Narjaikaew, 2009, p. 346; Eilks, 2000, p.16)

2. การรู้วิทยาศาสตร์

จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีสมรรถนะ 2 ด้าน ที่ผู้เรียนมีระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากระดับต่ำเป็นระดับปานกลางได้แก่ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์เฉลี่ยในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาสมรรถนะที่มีจำนวนผู้เรียนเกินครึ่งมีระดับสมรรถนะที่ระดับปานกลางขึ้นไป คือ ด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และในภาพรวมมีจำนวนนักเรียนเกินครึ่งที่มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ระดับปานกลางขึ้นไป

จากผลการวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สามารถส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ได้อาจเป็นเพราะ

2.1 เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการนำประเด็นทางสังคมที่น่าสนใจที่เป็นปัญหาจริงในสังคม ประเด็นปัญหาที่อยู่ในชีวิตประจำวัน เป็นปัจจุบันที่พบเห็นผ่านสื่อต่างๆ ในชีวิตประจำวันของนักเรียนเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ และใช้คำถามขับเคลื่อน (Driving Question) ที่ท้าทายให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบ โดยประเด็นปัญหานั้นจะต้องเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงและเป็นประเด็นปัญหาที่ส่งเสริมหรือมีการอภิปรายโต้แย้งกันอย่างมีเหตุผลในสังคมไม่มีคำตอบที่ชัดเจนหรือถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ไขปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งจะช่วยส่งเสริมสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม และมีการกระตุ้นและส่งเสริมการพัฒนาทางปัญญาในเรื่องคุณธรรมและจริยธรรม ตลอดจนตระหนักถึงการพึ่งพาระหว่างวิทยาศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อม ความเข้าใจในธรรมชาติ

พิจารณาประเด็นทางวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจ การสะท้อนในส่วนหลักการและคุณธรรมที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของตนเอง และสังคมโลกรอบตัวโดยเรียนรู้จากสถานการณ์ในชีวิตจริง (Sadler & Zeidler, 2004)

2.2 เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการสืบค้นจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายในการรวบรวมข้อมูล ซึ่งช่วยส่งเสริมในสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร) เพื่อให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาคำตอบในในการแก้ไขปัญหาหลาย ๆ ทาง ซึ่งผลการวิจัยพบว่าหลังเรียนค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถนะด้านนี้ของผู้เรียนคิดเป็นร้อยละ 47.22 อยู่ในระดับต่ำเท่ากับก่อนเรียน แต่หากพิจารณาแบ่งเป็นระดับย่อยตามระดับการรู้วิทยาศาสตร์ 6 ระดับของ PISA คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน คิดเป็นร้อยละ 26.11 อยู่ในระดับ 1a ผู้เรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐานและบอกประจักษ์พยานสนับสนุนจากข้อมูลที่กำหนดให้เท่านั้น และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 47.22 อยู่ในระดับ 2 ที่ผู้เรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐานเพื่ออธิบายสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ โดยใช้ประจักษ์พยานและเหตุผลสนับสนุน แสดงให้เห็นว่าหลังเรียนผู้เรียนมีการพัฒนาสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น 1 ระดับ อีกทั้งในกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชวนพิศ (ชวนพิศ คณะพัฒน์, 2559) ใช้รูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหานำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมเพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่พบว่านักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะในด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคม และการตระหนักถึงความสำคัญและผลกระทบทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อตนเองและสังคมตามเกณฑ์ที่กำหนด ยกเว้นด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนไม่พัฒนาตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เพราะผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบ จำแนก แยกแยะ ประเมินข้อโต้แย้ง ประจักษ์พยานโดยใช้ความรู้และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์ ในสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นสมรรถนะระดับ 2 ยังไม่สามารถเปรียบเทียบ จำแนก แยกแยะ แปลความหมาย ลงข้อสรุปข้อมูล ประเมินข้อโต้แย้งและประจักษ์พยานโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน ซึ่งเป็นสมรรถนะที่ระดับสูงขึ้นไปได้ อาจเนื่องจากผู้เรียนยังไม่คุ้นเคยในการเรียนการสอนปกติจึงจะต้องอาศัยเวลาในการพัฒนา เพราะผู้เรียนยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็นเท่าที่ควร และไม่ได้จดบันทึกความคิดเห็น

เมื่อเพื่อนแสดงความคิดเห็น ส่งผลให้ไม่สามารถทำการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น หรือประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลายได้ (จารุนันท์ พาภักดี และสุมาลี ชูกำแพง, 2563)

2.3 เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมผ่านกิจกรรมการแก้ไขปัญหา ผู้เรียนได้ออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหา โดยผู้เรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกัน ออกแบบผลงานออกมาในรูปแบบต่าง เช่น โมเดล สร้างชิ้นงาน หรือ ในรูปแบบการรณรงค์ผ่านสื่อออนไลน์ เป็นต้น ซึ่งจะช่วยส่งเสริมสมรรถนะในด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในด้านสามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบแยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ และประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และแปลผลข้อมูล และสรุปผล และสามารถบอกได้ว่าผลที่ได้นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร ซึ่งจะช่วยส่งเสริมสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล ซึ่งผลการวิจัยก็พบว่านักเรียนมีระดับสมรรถนะในด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มมากขึ้นจากระดับต่ำเป็นระดับปานกลาง และมีระดับสมรรถนะในด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น จากระดับต่ำเป็นระดับปานกลาง อีกทั้งก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับต่ำ หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นไปที่ระดับปานกลาง แสดงให้เห็นชัดเจนว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน อีกทั้งกระบวนการจัดการเรียนรู้มีกิจกรรมให้ผู้เรียนพิจารณาร่วมกันของสมาชิกในกลุ่มว่านวัตกรรมหรือชิ้นงานที่สร้างสามารถแก้ปัญหาได้มากน้อยอย่างไร อีกทั้งสมาชิกในกลุ่มกับผู้สอนต้องร่วมกันสะท้อนผล วิจารณ์และรับฟังคำวิจารณ์ การเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ เช่น ประสิทธิภาพในการหาข้อมูล กระบวนการลงมือปฏิบัติ คุณภาพของผลงาน อุปสรรคที่พบและวิธีการแก้ไขปัญหาทางสังคมนั้นมีความเหมาะสมหรือไม่ จะช่วยส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในด้านประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านการแปลงข้อมูลที่นำเสนอ

ในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป สอดคล้องกับผลการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ของโทมัส (Thomas, 2000) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้โครงการเป็นฐานสามารถพัฒนาทั้งความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process) และพัฒนาทักษะการเรียนรู้ต่าง ๆ รวมทั้งทักษะชีวิตและทักษะทางสังคม เช่น การทำงานร่วมกับผู้อื่น การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ตนเอง และต่อส่วนรวม ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการสื่อสาร ซึ่งการเรียนรู้แบบใช้โครงการเป็นฐานส่งผลให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชามากขึ้น มีทักษะการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ดีขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้ได้จริง นอกจากนี้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด การแก้ปัญหา การคิดอย่างสร้างสรรค์ พัฒนาทักษะการสืบค้นข้อมูล การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของโนตาริ (Notari, Baumgartner, & Herzog, 2014) การเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานช่วยพัฒนาทักษะทางสังคมและพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น และได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน เกิดความร่วมมือในการทำงานกลุ่มการเรียนรู้ด้วยตนเอง และแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-Scientific Issue) จึงเป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนได้รู้วิทยาศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ส่งเสริมทักษะต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เช่น การคิดวิเคราะห์ขั้นสูง ทักษะการสืบสอบ การรู้วิทยาศาสตร์ การตัดสินใจ และการอภิปรายอย่างเป็นเหตุเป็นผลด้วยวิทยาศาสตร์ ประเมินคุณค่าและความน่าเชื่อถือของข้อมูล ความเข้าใจในธรรมชาติ (Dante & De los Ríos, 2012; Sadler, 2004; Sengul & Muhammet, 2010) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเพิ่มขีดความสามารถของผู้เรียน ในการพิจารณาประเด็นทางวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจ การสะท้อนในส่วนหลักการและคุณธรรมที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของตนเอง และสังคมโลกรอบตัว (Zeidler et all., 2005)

ดังนั้นผลจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นข้างต้น จะเห็นได้ว่าเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ใช้กระบวนการคิด ทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการสืบเสาะ สืบค้นข้อมูล ได้ลงมือปฏิบัติ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น ช่วยส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 สมรรถนะ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยัง

ช่วยกระตุ้นและส่งเสริมการพัฒนาทางปัญญาในเรื่องคุณธรรมและจริยธรรม สร้างความรู้สึกการอยากมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาทางสังคม นำไปสู่การตัดสินใจในเชิงคุณธรรมที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคม ตลอดจนตระหนักถึงการพึ่งพาระหว่างวิทยาศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อม การสะท้อนในส่วนหลักการและคุณธรรมที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของตนเอง และสังคมโลกรอบตัวโดยเรียนรู้จากสถานการณ์ในชีวิตจริง

3. ความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

จากผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในภาพรวมอยู่ระดับมาก ความพึงพอใจในรายด้านประกอบด้วย ด้านเนื้อหาและด้านกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก ส่วนด้านผู้สอน ด้านบรรยากาศการเรียนรู้จำนวน และด้านการวัดและประเมินผล อยู่ในระดับมากที่สุด

จากผลการวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น อาจเป็นเพราะ

3.1 ผู้สอนได้ทำการปฐมนิเทศเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และวิธีการวัดผลและประเมินผลให้กับผู้เรียน ผู้สอนได้อธิบายในแต่ละขั้นให้กับผู้เรียนอย่างละเอียด พร้อมทั้งกระตุ้นการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้อย่างเข้าใจ เนื้อหาที่เรียนตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบัน ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาได้จริงในชีวิตประจำวัน จึงทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจกระบวนการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ได้ดี และผู้สอนยังมีความเป็นเองกันในระหว่างกิจกรรมการเรียนการสอน และคอยช่วยเหลือให้คำแนะนำหรือคำปรึกษากับนักเรียน จึงทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ ชวนพิศ คณะพัฒน์ (2559) ที่พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ (LERRA) ตามแนวคิดการใช้ปัญหานำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่พบว่านักเรียนชอบที่มีการนำข่าว หรือประเด็นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคมมาใช้ในการกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก

3.2 รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มุ่งเน้นการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล ได้ร่วมมือกันแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม ออกแบบกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ มีการค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนนักเรียนคำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาสังคม การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีความรับผิดชอบในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ได้ร่วมกันสะท้อนผลการเรียนรู้ นำเสนอผลงานสู่สาธารณะ นักเรียนจึงทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ วนิดา ฉัตรวิราคม (2546) ที่ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนต่อรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ พบว่า ความคิดเห็นของนักเรียนหลังผ่านการเรียนวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้นี้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาเรื่องระบบนิเวศ ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ มีกิจกรรมที่แปลกใหม่ การเรียนการสอนตามรูปแบบนี้สนุก ไม่ยาก มีสื่อการเรียนการสอนที่ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาการเรียนการสอนได้มาก การเรียนการสอนแบบนี้มีประโยชน์ ทำให้นักเรียนพึงพอใจ และสามารถใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ท้าทายความสามารถของนักเรียน จึงเห็นว่ารูปแบบการเรียนการสอนนี้ดี อีกทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้เชื่อมโยงเข้ากับประเด็นทางสังคม มีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นอภิปราย โต้แย้ง ประเมินค่าจากมุมมองที่แตกต่างกันในชั้นเรียนให้นักเรียนรู้จักที่จะยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น

3.3 รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ ที่ทำให้ผู้เรียนอยากเข้าร่วมกิจกรรม กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยในแต่ละกิจกรรมมีสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนรู้หลากหลายและเป็นสิ่งที่หาง่ายพบได้ จากสิ่งใกล้ตัวในชีวิตประจำวัน จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน สนใจตื่นเต้นในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ ชนัตว์ ชามทอง (2550) และชลฤทัย ทวีแสง (2559) ที่ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้ที่มีความหลากหลายสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้นและลดความซับซ้อนของเนื้อหาที่ยากที่จะเข้าใจสำหรับนักเรียนทำให้นักเรียนสามารถ

เรียนรู้ได้ดีเพิ่มมากขึ้น จึงน่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่าการเลือกประเด็นปัญหาทางสังคมที่จะนำมาใช้นั้นมีความสำคัญ ดังนั้นผู้สอนจำเป็นต้องเตรียมสถานการณ์ประเด็นปัญหาที่ยังเป็นที่ถกเถียง ไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจนมาใช้ ที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันให้มากที่สุด

2. จากการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่าสมาชิกในกลุ่มบางคนไม่ให้ความร่วมมือเท่าที่ควรในการทำงาน ดังนั้นครูผู้สอนต้องคอยควบคุมหรือกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ โดยการใช้คำถามขับเคลื่อน เพื่อกระตุ้น และดึงความสนใจของนักเรียนให้มีส่วนร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น

4. จากการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่ากิจกรรมต้องใช้เวลาค่อนข้างนานในการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากกิจกรรมทำโครงงานจะต้องมีการเตรียมอุปกรณ์ล่วงหน้า ช่วงระยะการทำโครงงานอาจยืดเยื้อเพราะนักเรียนอาจไม่คุ้นเคยกับการทำชิ้นงาน และต้องใช้เวลาในการเตรียมทำสื่อเพื่อการนำเสนอผลงานสู่สาธารณะ ดังนั้นผู้สอนต้องให้ความสำคัญกับเรื่องการจัดสรรเวลา และมีการวางแผนเรื่องเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

จากผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนมีสมรรถนะในด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ที่ระดับต่ำ ไม่เพิ่มขึ้นไปที่ระดับปานกลาง ผู้วิจัยเห็นควรว่าควรมีการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาสมรรถนะในด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น โดยใช้สถานการณ์ หรือเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคย อ่านบทความหรืองานวิจัยที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น เพื่อให้นักเรียนฝึกอ่านและแยกแยะข้อมูลว่าส่วนใดมาจากประจักษ์พยาน ส่วนใดคือทฤษฎี และฝึกการโต้แย้งในชั้นเรียนเพิ่มเติม โดยเน้นการหาหลักฐานประจักษ์พยานมาอธิบายอย่างเป็นเหตุเป็นผล

บรรณานุกรม

Abualrob, M. M., และ Daniel, E. G. S. (2013). The Delphi technique in identifying learning objectives for the development of science, technology and society modules for Palestinian ninth grade science curriculum. *International Journal of Science Education, 35*(15), 2538-2558.

Afriana, J., Ismail, และ Rahman, A. (2015, 31 october 2015). *Improving scientific literacy through project – based learning.* Paper presented at the International Seminar of Science Education 2015, Yogyakarta State University.

Agin, M. L. (1974). Education for Scientific Literacy: A Conceptual Frame of Reference and Some Applications. *Science education, 58*(3), 403-415.

Aikenhead, G. S. (2005). Research Into STS Science Education. *Educación química, 16*(3), 384-397.

Albe, V. (2008). When scientific knowledge, daily life experience, epistemological and social considerations intersect: Students' argumentation in group discussions on a Socio-Scientific Issue. *Research in Science Education, 38*(1), 67-90.

Allie, S., Buffler, A., Campbell, B., และ Lubben, F. (1998). First-year physics students' perceptions of the quality of experimental measurements. *International Journal of Science Education, 20*(4), 447-459.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1989). *Science for All Americans*. New York: Author.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1990). *Science for All American*. New York: Oxford University Press.

Anderson, T. P., Drill, C. R., และ Romiszowsky, A. J. (1997). *Using Models of Instruction. Instructional Development Paradigms*. New Jersey: Educational Publications.

Anelli, C. (2011). Scientific literacy: What is it, are we teaching it, and does it matter. *American Entomologist, 57*(4), 235-244.

Arends, R. I. (1997). *Classroom Instruction and Management*. New York: McGraw-Hill.

Baker, D. R., Lewis, E. B., Purzer, S., Bueno Watts, N., Perkins, G., Uysal, S., . . . Lang, M.

(2009). The Communication in Science Inquiry Project (CISIP): A project to enhance scientific literacy through the creation of science classroom discourse communities.

Barell, J. F. (2006). *Problem-based learning: An inquiry approach*: Corwin Press.

Baron, K. (2010). Six Steps to Planning a Project. Retrieved from http://www.edutopia.org/stw-maine-project-based-learning-six-steps-planning

Bennett, J. (2005). *Bringing science to life: The research evidence on teaching science in context*: University of York, Department of Educational Studies.

BIE. (2015). What is PBL? Retrieved from http://www.bie.org/about/what_is_pbl

Bingle, W. H., และ Gaskell, P. J. (1994). Scientific literacy for decisionmaking and the social construction of scientific knowledge. *Science education, 78*(2), 185-201.

Blank, W. (1997). Authentic instruction. *Promising practices for connecting high school to the real world*, 15-21.

Bloom, B. S. (1976). *Human Characteristcs and School Learning*. New York: McGraw-Hill.

Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth: NH: Heinemann.

Bybee, R. W., McCrae, B., และ Laurie, R. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, 46*(8), 865-883.

Cannon, J. R., และ Jinks, J. (1992). A cultural literacy approach to assessing general scientific literacy. *School Science and Mathematics, 92*(4), 196.

CHILD, K. M. (2015). Project-based Learning. Retrieved from http://www.vcharkarn.com/.

Christenson, N., Rundgren, S.-N. C., และ Zeidler, D. L. (2014). The relationship of discipline background to upper secondary students' argumentation on Socio-Scientific Issues. *Research in Science Education, 44*(4), 581-601.

Collette, A. T., และ Chiappetta, E. L. (1984). *Science Instruction in the Middle and Secondary Schools*: ERIC.

Dante, A. G., และ De los Ríos, I. (2012). Learning model and competences certification in the project management scope: An empirical application in a sustainable

development context. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 46*, 1297-1305.

DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, 37*(6), 582-601.

Diana, L. R. (2011). Integrated STEM education through project-based learning. *Portland, United States of America: Sematinticscholar. org*.

Dick, W., Carey, L., และ Carey, J. O. (1996). The systematic design of instruction 4th ed. In: New York: HarperCollins.

Driver, R., Newton, P., และ Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science education, 84*(3), 287-312.

Eilks, I. (2000). Promoting Scientific and Technological Literacy: Teaching Biodiesel. *Science Education International, 11*(1), 16-21.

Glynn, S. M., และ Muth, K. D. (1994). Reading and writing to learn science: Achieving scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching, 31*(9), 1057-1073.

Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education* New york, Mark Hill (3rd ed). New York: Mc Graw-Hill.

Guven, I., Yurdatapan, M., และ Sahin, F. (2014). The Effect of Project-Based Educational Applications on the Scientific Literacy of 2 nd Grade Elementary School Pupils. *International Journal of Education and Research, 2*(1), 1-12.

Herzberg, F., Manusner, B., และ Snyderman, B. (1959). *The Motivationto Work* (2nd ed). New York: John Wiley & Sons.

Hobson, A. (2001). Teaching relevant science for scientific literacy. *Journal of College Science Teaching, 30*(4), 238-243.

Hodson, D. (2008). *Towards scientific literacy: A teachers' guide to the history, philosophy and sociology of science*: Brill Sense.

Holbrook, J., และ Rannikmae, M. (2007). The nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education, 29*(11), 1347-1362.

Holbrook, J., และ Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International*

Journal of Environmental and Science Education, 4(3), 275-288.

Hurd, P. D. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science education, 82*(3), 407-416.

Jenkins, E. (1990). Scientific literacy and school science education. *School Science Review, 71*(256), 43-51.

Joyce, B., และ Weil, M. (1996). *Model of Teaching* (5th ed). Boston: Allyn and Bacon.

Kolsto, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial Socio-Scientific Issues. *Science education, 85*(3), 291-310.

Laetsch, W. M. (1987). *A Basis for Better Public Understanding of Science, in Communicating Science to the Public.* Paper presented at the CIBA Foundation Conference.

Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science education, 84*(1), 71-94.

Laugksch, R. C., และ Spargo, P. E. (1996). Development of a pool of scientific literacy test-items based on selected AAAS literacy goals. *Science education, 80*(2), 121-143.

Liu, X. (2009). Beyond science literacy: Science and the public. *International Journal of Environmental and Science Education, 4*(3), 301-311.

Lord, T. R., และ Rauscher, C. (1991). A sampling of basic life science literacy in a college population. *The American Biology Teacher, 53*(7), 419-424.

Manning, G. (2007). Self-directed learning: A key component of adult learning theory. *Business and Public Administration Studies, 2*(2), 104-104.

Marks, R., Bertram, S., และ Eilks, I. (2008). Learning chemistry and beyond with a lesson plan on potato crisps, which follows a socio-critical and problem-oriented approach to chemistry lessons–a case study. *Chemistry Education Research and Practice, 9*(3), 267-276.

Marks, R., และ Eilks, I. (2009). Promoting Scientific Literacy Using a Sociocritical and Problem-Oriented Approach to Chemistry Teaching: Concept, Examples, Experiences. *International Journal of Environmental and Science Education, 4*(3),

231-245.

Maslow, A. H. (1970). *Motivation and Personality* (2rd ed). New York: Haper and Row.

Millar, R. (2006). Twenty first century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education, 28*(13), 1499-1521.

Miller, D. (1983). The correlates of entrepreneurship in three types of firms. *Management science, 29*(7), 770-791.

Miller, J. D. (1998). The measurement of civic scientific literacy. *Public understanding of science, 7*(3), 203-224.

Morrison, G., Ross, S., Kalman, H., และ Kcmp, J. (1998). *Designing Effective Instruction*. New Jersey: Prentice Hall.

Murcia, K. (2006). *Scientific literacy for sustainability*. Murdoch University.

Murcia, K. (2007). Science for the 21st century: Teaching for scientific literacy in the primary classroom. *Teaching Science: The Journal of The Australian Science Teachers Association, 55*(2), 16-19.

Murcia, K. (2009). Science in the news: An evaluation of students' scientific literacy. *Teaching Science: The Journal of The Australian Science Teachers Association, 55*(3).

National Research Council (NRC). (1996). *National Science Education Standards*. Washington: DC:National Academy Press.

National Science Teachers Association (ASTA). (1991). *Position statement. Washington DC: National Science Teachers Association*. Washington DC: National Academy Press.

Notari, M., Baumgartner, A., และ Herzog, W. (2014). Social skills as predictors of communication, performance and quality of collaboration in project-based learning. *Journal of Computer Assisted Learning, 30*(2), 132-147.

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (1998). *Harmful Tax Competition: An Emerging Global Issue*. Paris: OECD Publishing.

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (2007). Assessing

Scientific, Reading and Mathermatical Literacy: A Framework for PISA (2006). Retrieved from http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa2006/63/35/37464175.pdf

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (2015). Assessing Scientific, Reading and Mathermatical Literacy: A Framework for PISA (2015). Retrieved from http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf

Patronis, T., Potari, D., และ Spiliotopoulou, V. (1999). Students' argumentation in decision-making on a Socio-Scientific Issue: implications for teaching. *International Journal of Science Education, 21*(7), 745-754.

Pedretti, E. (1999). Decision making and STS education: Exploring scientific knowledge and social responsibility in schools and science centers through an issues-based approach. *School Science and Mathematics, 99*(4), 174-181.

Pella, M. O., O'hearn, G. T., และ Gale, C. W. (1966). Referents to scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching, 4*(3), 199-208.

Pope, T. C. (2017). Socio-Scientific Issues: A Framework for Teaching Ethics Through Controversial Issues in Science. *TEACH Journal of Christian Education, 11*(2), 8.

Reis, P., และ Galvao, C. (2009). Teaching controversial Socio-Scientific Issues in biology and geology classes: A case study. *Electronic Journal of Science Education*, 162p.-185p.

Reveles, J. M., Cordova, R., และ Kelly, G. J. (2004). Science literacy and academic identity formulation. *Journal of Research in Science Teaching, 41*(10), 1111-1144.

Ribé, R., และ Vidal, N. (1993). *Project work:[step by step]*: Heinemann.

Riojas-Cortez, M., Huerta, M. E., Flores, B. B., Perez, B., และ Clark, E. R. (2008). Using cultural tools to develop scientific literacy of young Mexican American preschoolers. *Early Child Development and Care, 178*(5), 527-536.

Ritchie, S. M., Tomas, L., และ Tones, M. (2011). Writing stories to enhance scientific literacy. *International Journal of Science Education, 33*(5), 685-707.

Roberts, R., และ Gott, R. (2010). Questioning the evidence for a claim in a socio-scientific issue: an aspect of scientific literacy. *Research in Science & Technological Education, 28*(3), 203-226.

Robinson, M. (2001). Environmental science literacy in science education, biology & chemistry majors. *The American Biology Teacher, 63*(1), 9-14.

Sadler, T. D. (2004). Moral sensitivity and its contribution to the resolution of socio-scientific issues. *Journal of Moral Education, 33*(3), 339-358.

Sadler, T. D., Klosterman, M. L., และ Topcu, M. S. (2011). Learning science content and socio-scientific reasoning through classroom explorations of global climate change *Socio-Scientific Issues in the Classroom* (45-77): Springer.

Sadler, T. D., และ Zeidler, D. L. (2004). The morality of Socio-Scientific Issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science education, 88*(1), 4-27.

Schuetz, R. (2018). Project-Based Learning: Benefits, Examples, and Resources. Retrieved from Retrieved from https://www.schoology.com/blog/project-based-learning-pbl-benefits-examples-and-resources

Sengul, S. A., และ Muhammet, O. (2010). Teacher candidates' perceptions regarding Socio-Scientific Issues and their competencies in using Socio-Scientific Issues in science and technology instruction. *Procedia Social and Behavioral Sciences, 9*(2010), 981-985.

Shamos, M. H. (1995). *The myth of scientific literacy*: Rutgers University Press.

Shen, B. S. (1975). Science literacy and the public understanding of science *Communication of scientific information* (44-52): Karger Publishers.

Showalter, V. (1974). What is unified science education? Program objectives and scientific literacy. *Prism II, 2*(3-4), 1-6.

Simonneaux, L., และ Simonneaux, J. (2009). Students' socio-scientific reasoning on controversies from the viewpoint of education for sustainable development. *Cultural studies of science Education, 4*(3), 657-687.

Skinner, B. F. (1972). *Beyond Freedom and Dignity*. New York: Alfred A. Knopf.

Thomas, G. P., และ Durant, J. R. (1987). *Why Should We Promote the Public*

Understanding of Science in M.Shortland (ed.) Scientific Literacy Papers. Oxford: Rewley House.

Thomas, J. (2000). A review of research on project-based learning. San Rafael, CA: Autodesk. In.

Umoren, G. (2007). A science-technology-society paradigm and Cross River State secondary school students' scientific literacy: problem solving and decision making. *Educational Research and Reviews, 2*(4), 82.

United Nations Educational Scientific Cultural Organization. (1993). International forum on scientific and technological literacy for all. In: Author Paris.

Waldron, I., Peterman, K., และ Allison, P. (2001). Science Survey for Evaluating Scientific Literacy at the University Level. Retrieved from http://www.sas.upenn.edu/faculty/Teaching_Resources/home/sci_literacy_survey.html

Webb, P. (2009). Towards an Integrated Learning Strategies Approach to Promoting Scientific Literacy in the South African Context. *International Journal of Environmental and Science Education, 4*(3), 313-334.

Wilson, J., และ Livingston, S. (1996). Process skills enhancement in the STS classroom. *Science/Technology/Society as reform in science education*, 59-69.

Wolman, B. D. (1973). *Dictionary of Behavioral Science*. Van Norstrand: Reinheld company.

Wu, Y. T., และ Tsai, C. C. (2007). High school students' informal reasoning on a socio-scientific issue: Qualitative and quantitative analyses. *International Journal of Science Education, 29*(9), 1163-1187.

Yager, R. E. (1996). *Science/technology/society as reform in science education*: Suny Press.

Yuenyong, C., และ Narjaikaew, P. (2009). Scientific Literacy and Thailand Science Education. *International Journal of Environmental and Science Education, 4*(3), 335-349.

Zeidler, D. L. (2004). *The role of moral reasoning on Socio-Scientific Issues and*

discourse in science education. The Netherlands: Kluwer Academic Press.

Zeidler, D. L., และ Lewis, J. (2003). Unifying themes in moral reasoning on Socio-Scientific Issues and discourse *The role of moral reasoning on Socio-Scientific Issues and discourse in science education* (289-306): Springer.

Zeidler, D. L., และ Nichols, B. H. (2009). Socio-Scientific Issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education, 21*(2), 49.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., และ Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for Socio-Scientific Issues education. *Science education, 89*(3), 357-377.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช *2542* และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ *2)*. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช *2551*. กรุงเทพมหานคร: กระทรงศึกษาธิการ.

กฤษฎา ทองประไพ, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, กฤษณา ชินสิญจน์, และ อรยา แจ่มใจ. (2559). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2: หน่วยการเรียนรู้เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็น ทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, *7*(1), 48-61.

กุลธิดา ชนาภิมุข. (2561). การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *5.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา). มหาวิทยาลัยนเรศวร, จังหวัดพิษณุโลก.

กุลรภัส เทียมทิพร. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อสร้างโครงงานในการเรียนการสอน ณ Francis Marion University (FMU) ประเทศสหรัฐอเมริกา. วารสารการจัดการจัดการความรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

ฆนัท ธาตุทอง. (2554). สอนคิด:การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิด (พ. 2). กรุงเทพฯ: เพชรเกษมการพิมพ์.

จารุนันท์ พาภักดี, และ สุมาลี ชูกำแพง. (2563). การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. วารสารมหาจุฬานาครทรรศน์, *7*(10), 248-260.

จิตราภรณ์ สอนเขียว. (2560). ครั้งหนึ่งในอเมริกากับโครงการ Project-Based Learning (PBL)“Once in A Lifetime”1. วารสารการจัดการความรู้มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

ฉวีวรรณ สีสม. (2555). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในหน่วยการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไป

สำหรับนักศึกษาสถาบันการพลศึกษา. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ด.(วิทยาศาสตรศึกษา)). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ชนาธิป พรกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิด:ทฤษฎีและการนำไปใช้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชนิดา จันทร์ธีรยุทธ์. (2545). ความพึงพอใจในการเรียนหลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต วิชาเอกการบัญชีของนิสิตระดับปริญญาตรี ภาคปกติ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (สารนิพนธ์ กศ.ม. (ธุรกิจศึกษา)). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ชวนพิศ คณะพัฒน์. (2559, 22-23 สิงหาคม 2559). ผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหานำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมเพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. Paper presented at the ราชภัฏนครสวรรควิจัย ครั้งที่ 1, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

ชาญชัย ยมดิษฐ์. (2548). เทคนิคและวิธีการสอนร่วมสมัย. กรุงเทพฯ: หลักพิมพ์.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2559). ประเด็นและแนวโน้มการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, *7*(1), 163-183.

ดุษฎี โยเหลาและคนอื่นๆ. (2557). การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ *PBL* ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ *21* ของเด็กและเยาวชน: จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย. กรุงเทพฯ: หจก. ทิพยวิสุทธิ.

ติยะภรณ์ เหลืองพิพัฒน์. (2560). การจัดการเรียนรู้โดยการใช้โครงงานเป็นฐานกับการพัฒนาชุมชนท้องถิ่น. วารสารการจัดการความรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

ทรงสมร คชเลิศ. (2543). ความพึงพอใจในการเรียนรู้กลุ่มวิชาการเลขานุการของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยพาณิชยการธนบุรีและวิทยาลัยพณิชยการเซตุพน. (สารนิพนธ์ กศ.ม. (ธุรกิจศึกษา)). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ทิศนา แขมมณี. (2547). *ศาสตร์การสอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. (2551). *ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว. (2557). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project-Based Learning: PBL). นิตยสาร สสวท, *42*.

ธันยวิช วิเชียรพันธ์, และ ปวีณา จันทร์สุข. (2556). รายงานโครงการพัฒนาเครื่องมือเพื่อเสริมสร้างทักษะ แห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชนไทยเพื่อเตรียมความพร้อมสู่ประชาคมอาเซียน. สืบค้นจาก https://go.aws/2TVReFc

บุญชม ศรีสะอาด. (2539). การแปรผลเมื่อใช้เครื่องมือรวบรวมข้อมูลแบบมาตราส่วนประมาณค่า. วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, *2*(1), 64-70.

บุบผา เรืองรอง. (2556). โครงงาน/ การสอนแบบโครงการ (Project Approach). สืบค้นจาก http://taamkru.com/th/%E0%B9%82%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%87%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99/.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2551, กรกฎาคม-กันยายน). การสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Socio-scientific . วารสารศึกษาศาสตร์หาวิทยาลัยมหาสารคาม. วารสารศึกษาศาสตร์หาวิทยาลัยมหาสารคาม, *2*(3), 99-106.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2558). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ *21*. กรุงเทพมหานคร: บริษัท แอคทีฟ พริ้นท์ จำกัด.

ปาจรีย์ ติ้วสิขเรศ. (2549). การวิจัยและพัฒนาคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแหล่งเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *3*. (ปริญญานิพนธ์ ค.ม. (วิจัยการศึกษา)). คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย., กรุงเทพฯ.

ปุณิกา พระพุทธคุณ, จรรยา ดาสา, จินดา แต้มบรรจง, และ ประสงค์ เมธีพินิตกุล. (2556). การสำรวจการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านการอ่านของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ใน กรุงเทพมหานคร. *Journal of Education Thaksin University, 13*(1), 127-140.

พงศ์กรณ์ พันธุ์โยศรี, และ อลิศรา ชูชาติ. (2559). ผลของการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่มีผลต่อความสามารถในการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. *An Online Journal of Education (OJED), 12*(2), 336–350.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พเยาว์ ยินดีสุข, และ ราเชน มีศรี. (2553). การสอนคิดด้วยโครงงาน การเรียนการสอนแบบบูรณาการ. กรุงเทพฯสำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พุทธพร ไสว. (2559). การเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน. วารสารการจัดการจัดการความรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

พุทธวิธร บูรณสถิตวงศ์, สุรีย์พร สว่างเมฆ, และ ปราณี นางงาม. (2560, 20-21 กรกฎาคม 2560). การสารวจสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ *PISA 2015* ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *4* แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก. Paper presented at the นเรศวรวิจัย ครั้งที่ 13: วิจัยและนวัตกรรม ขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคม, จังหวัดพิษณุโลก.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ ไทยวัฒนาพาณิชย์.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (2555). คู่มืออบรมพัฒนาครูผู้สอน เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบใช้

โครงงานเป็นฐานสำหรับโครงการโรงเรียนเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ล้วน สายยศ, และ อังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ลัดดา ภู่เกียรติ. (2552). การสอนโครงงานและการสอนแบบใช้วิจัยเป็นฐาน: งานที่ครูประถมทำได้. กรุงเทพฯ: สาฮะแอนด์ซัน พริ้นติ้ง.

วรรณงาม มาระครอง. (2553). การส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ *6* โรงเรียนบ้านโนนม่วง จังหวัดขอนแก่น ในการเรียนรู้ เรื่อง ปรากฏการณ์ของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (*STS Approach)*. (วิทยานิพนธ์ *ศศ.ม.*(วิทยาศาสตร์ศึกษา)). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

วัชรินทร์ โพธิ์เงิน, พรจิต ประทุมสุวรรณ, และ สันติ หุตะมาน. (2557). การจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน กรุงเทพฯ: *ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.*

วัฒนา มัคคสมัน. (2554). การสอนแบบโครงการ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิจารณ์ พานิช. (2555). วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ *21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ทรัพยากรธรรมชาติโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. วารสารวิจัย มข. สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ฉบับบัณฑิตศึกษา, *3*(2), 14-24.

สกลรัตน์ สวัสดิ์มูล. (2545). การศึกษาลักษณะความรอบรู้เชิงวิทยาศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, จังหวัดขอนแก่น.

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551a). ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับโลกวันพรุ่งนี้. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551b). ตัวอย่างการประเมินผลวิทยาศาสตร์นานาชาติ: *PISA* และ *TIMSS*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560a). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. *2560)* ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช *2551*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560b). ประเด็นหลักและนัยทางการศึกษาจาก *PISA 2015* บทสรุปสำหรับผู้บริหาร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซัคเซสพับลิเคชั่น จำกัด.

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562a). ผลการประเมิน *PISA 2018* นักเรียนไทยวัย *15* ปี รู้แล้วทำอะไรได้บ้าง กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562b). รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เล่ม *2* ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *2* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). ผลการประเมิน *PISA 2015* วิทยาศาสตร์ การอ่านและคณิตศาสตร์ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซัคเซสพับลิเคชั่น จำกัด.

สมรภูมิ ขวัญคุ้ม. (2530). ความพึงพอใจของบุคคลากรมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒที่มีต่อการจัดสวัสดิการภายในโรงเรียน. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การบริหารการศึกษา)). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สาโรจณ์ ไสยสมบัติ. (2534). ความพึงพอใจในการทำงานของครูอาจารย์โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด. (วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (สังคมศาสตร์)). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ. (2550). การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงาน. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ. (2555). การพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนยุคใหม่เพื่อรองรับการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง ด้วยการบูรณาการไอซีทีในการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการ. กรุงเทพฯ: บริษัทพริกหวานกราฟฟิค.

สุขรัชต์ดา วงษาสุข. (2552). การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง “ภาวะโลกร้อน” โดยกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (ศึกษาศาสตร์-การสอน)). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี, และ อัมพลิกา ประโมจนีย์. (2551). ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับโลกวันพรุ่งนี้รายงานการประเมินผลการเรียนรู้จากโครงการ
ประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (*PISA 2006)*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สุรศักดิ์ รักษา. (2556). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนศิลปะท้องถิ่นของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *6* โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนตามแนวคิดทษฎีคอนสตัสติวิซึม. (วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (ศิลปศึกษา)). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

หน่วยศึกษานิเทศก์สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2559). แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน. จังหวัดนครปฐม: ห้างหุ้นส่วนจำกัด สินทวีกิจ พริ้นติ้ง

อนิรุทธ์ สติมั่น. (2550). ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรูปแบบโครงงานบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ทีมีต่อการเรียนรู้แบบนำตัวเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ด (เทคโนโลยีการศึกษา)). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2537). หลักการสอน. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล อาจารย์สาขาวิทยาศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิติยา บงกชเพชร อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล สุวรรณน้อย อาจารย์ประจำสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โชคชัย ยืนยง อาจารย์ประจำสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ภาคผนวก ข

ผลการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

- ค่าดัชนีความสอดคล้องของรูปแบบการเรียนรู้
- ผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ปัญหาดินถล่มหลุมยุบ
- ผลการประเมินหาค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ปัญหาดินถล่มหลุมยุบ
- ผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งของน้ำ
- ผลการประเมินหาค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งของน้ำ
- ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียน
- ผลการประเมินค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียน
- ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียน
- ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับหลังเรียน
- ผลการประเมินค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับหลังเรียน
- ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับหลังเรียน
- ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน หาค่าสัมประสิทธิ์ของความเท่าเทียมกัน (Coefficient of Equivalence)
- ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมินความความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูแปบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น
- ผลการประเมินค่าความเหมาะสมของแบบประเมินความความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูแปบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

ตาราง 20 ค่าดัชนีความสอดคล้องของรูปแบบการเรียนรู้

ข้อที่	ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
1. นำเสนอประเด็นทางสังคม								
1.1	มีความสอดคล้องกับหลักการของการจัดการเรียนรู้แบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
1.2	มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
1.3	การให้คำนิยามความหมายและบทบาทที่ชัดเจน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
1.4	สามารถปฏิบัติได้จริงในชั้นเรียน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
2. ระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา								
2.1	มีความสอดคล้องกับหลักการของการจัดการเรียนรู้แบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานและประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
2. ระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา								
2.2	มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
2.3	การให้คำนิยามความหมายและบทบาทที่ชัดเจน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
2.4	สามารถปฏิบัติได้จริงในชั้นเรียน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา								
3.1	มีความสอดคล้องกับหลักการของการจัดการเรียนรู้แบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
3.2	มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
3.3	การให้คำนิยามความหมายและบทบาทที่ชัดเจน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
3.4	สามารถปฏิบัติได้จริงในชั้นเรียน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
4. ลงมือแก้ไขปัญหา								
4.1	มีความสอดคล้องกับหลักการของการจัดการเรียนรู้แบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
4. ลงมือแก้ไขปัญหาสังคม								
	โครงงานเป็นฐานและประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์							
4.2	มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	0	1	0	1	1	0.60	ผ่าน
4.3	การให้คำนิยามความหมายและบทบาทที่ชัดเจน	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
4.4	สามารถปฏิบัติได้จริงในชั้นเรียน	0	0	1	1	1	0.60	ผ่าน
5. นำเสนอผลงานสู่สังคม								
5.1	มีความสอดคล้องกับหลักการของการจัดการเรียนรู้แบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
5.2	มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
5.3	การให้คำนิยามความหมายและบทบาทที่ชัดเจน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
5.4	สามารถปฏิบัติได้จริงในชั้นเรียน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
6. สะท้อนผลจากสังคม								
6.1	มีความสอดคล้องกับหลักการของการจัดการเรียนรู้แบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
6.2	มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
6.3	การให้คำนิยามความหมายและบทบาทที่ชัดเจน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
6.4	สามารถปฏิบัติได้จริงในชั้นเรียน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 21 ผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ปัญหาดินถล่มหลุมยุบ

ข้อที่	ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
1.	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	1	1	1	1	0	0.80	ผ่าน
2.	สาระการเรียนรู้และตัวชี้วัดสอดคล้องกับกระบวนการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
3.	จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมตัวชี้วัด	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
4.	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
5.	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
6.	กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 21 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
	เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์							
7.	สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
8.	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริงและสรุปสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง	1	1	1	1	0	0.80	ผ่าน
9.	วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
10.	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถนำไปสู่องค์ความรู้ตามตัวชี้วัด	-1	1	1	1	1	0.60	ผ่าน

ตาราง 22 ผลการประเมินหาค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ปัญหาดินถล่มหลุมยุบ

ข้อที่	ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
1.	สาระสำคัญ	4	5	4	5	5	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2.	จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	5	4	4.40	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
3.	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	4	3	4	5	4	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
	3.1 ขั้นที่ 1 นำเสนอประเด็นทางสังคม	4	5	4	5	4	4.40	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
	3.2 ขั้นที่ 2 ระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา	3	5	4	5	4	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
	3.3 ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	4	3	4	5	4	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
	3.4 ขั้นที่ 4 ลงมือแก้ไขปัญหา	4	3	4	5	3	3.80	0.84	เหมาะสมมาก
	3.5 ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงานสู่สังคม	3	5	4	5	4	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
	3.6 ขั้นที่ 6 สะท้อนผลจากสังคม	4	5	4	5	4	4.40	0.55	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
4.	วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4	4	2	5	3	3.60	1.14	เหมาะสมมาก
5.	สื่อการเรียนรู้/อุปกรณ์/ใบความรู้	4	5	3	5	5	4.40	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
6.	ความเหมาะสมของแผนฯ ต่อการนำไปใช้โดยภาพรวม	4	3	3	5	4	3.80	0.84	เหมาะสมมาก
เฉลี่ยรวม							4.15	0.75	เหมาะสมมาก

ตาราง 23 ผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งของน้ำ

ข้อที่	ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
1.	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
2.	สาระการเรียนรู้และตัวชี้วัดสอดคล้องกับกระบวนการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์	0	1	1	1	1	0.8	ผ่าน
3.	จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมตัวชี้วัด	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
4.	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	0	1	1	1	1	0.8	ผ่าน
5.	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	1	1	0	1	1	0.8	ผ่าน
6.	กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
7.	สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
8.	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริงและสรุปสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 23 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
9.	วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
10.	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถนำไปสู่องค์ความรู้ตามตัวชี้วัด	-1	1	1	1	1	0.6	ผ่าน

ตาราง 24 ผลการประเมินหาค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งของน้ำ

ข้อที่	ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
1.	สาระสำคัญ	4	5	4	5	5	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2.	จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	5	4	4.40	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
3.	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์	4	3	4	5	4	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
	3.1 ขั้นที่ 1 นำเสนอประเด็นทางสังคม	4	5	4	5	4	4.40	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
	3.2 ขั้นที่ 2 ระดมความคิดเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา	3	5	4	5	4	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
	3.3 ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	4	3	4	5	4	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
	3.4 ขั้นที่ 4 ลงมือแก้ไขปัญหา	4	3	4	5	3	3.80	0.84	เหมาะสมมาก
	3.5 ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงานสู่สังคม	3	5	4	5	4	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
	3.6 ขั้นที่ 6 สะท้อนผลจากสังคม	4	5	4	5	4	4.40	0.55	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 24 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
4.	วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4	4	2	5	3	3.60	1.14	เหมาะสมมาก
5.	สื่อการเรียนรู้/อุปกรณ์/ใบความรู้	4	5	3	5	5	4.40	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
6.	ความเหมาะสมของแผนฯ ต่อการนำไปใช้โดยภาพรวม	4	3	3	5	4	3.80	0.84	เหมาะสมมาก
เฉลี่ยรวม							4.15	0.75	เหมาะสมมาก

ตาราง 25 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียน

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
1.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : กลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	0	1	1	1	1	0.8	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
2.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : แบบเลือกตอบเชิงซ้อน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : กลาง	0	1	1	1	1	0.8	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
3.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : กลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
4.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : แบบเลือกตอบเชิงซ้อน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : กลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	0	1	1	1	1	0.8	ผ่าน
5.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ต่ำ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
6.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : กลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
7.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
8.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ต่ำ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
9.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ต่ำ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
10.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ต่ำ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
11.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ต่ำ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
12.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
13.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
14.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	0	1	1	1	1	0.8	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
15.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	0	1	1	1	1	0.8	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
16.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
17.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	0	1	1	1	1	0.8	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
18.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
19.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
20.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ต่ำ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
21.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
22.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ต่ำ	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
23.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
24.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ต่ำ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
25.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : สูง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
26.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ต่ำ	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
27.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
28.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
29.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : สูง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
30.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : สูง	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
	แนวคำตอบ	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน

ตาราง 26 ผลการประเมินค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียน

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
1.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : กลาง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
2.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : แบบเลือกตอบเชิงซ้อน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : กลาง	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : กลาง	4	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 26 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
4.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	3	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : แบบเลือกตอบเชิงซ้อน	3	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : กลาง	4	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
5.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ต่ำ	5	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
6.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : กลาง	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 26 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
7.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
8.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ต่ำ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
9.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ต่ำ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 26 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
10.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ต่ำ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
11.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ต่ำ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
12.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 26 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
13.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
14.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
15.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 26 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
16.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
17.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
18.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 26 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
19.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
20.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ต่ำ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
21.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 26 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
22.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ต่ำ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
23.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
24.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ต่ำ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 26 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
25.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : สูง	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
26.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ต่ำ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
27.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 26 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
28.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
29.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : สูง	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
30.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : สูง	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมทั้งฉบับ							4.94	0.14	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 27 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับหลังเรียน

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
1.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : กลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
2.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : กลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
3.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : กลาง	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 27 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
4.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : แบบเลือกตอบเชิงซ้อน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : กลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
5.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ต่ำ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
6.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : กลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 27 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
7.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
8.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ต่ำ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
9.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ต่ำ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 27 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
10.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ต่ำ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
11.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ต่ำ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
12.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 27 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
13.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
14.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
15.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 27 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
16.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
17.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
18.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 27 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
19.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
20.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ต่ำ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
21.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 27 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
22.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ต่ำ	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
23.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
24.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ต่ำ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 27 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
25.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : สูง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
26.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ต่ำ	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
27.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 27 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
28.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : ปานกลาง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
29.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : สูง	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
	แนวคำตอบ	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
30.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	ระดับ : สูง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	แนวคำตอบ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
	เกณฑ์การให้คะแนน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 28 ผลการประเมินค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับหลังเรียน

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
1.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	4	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	4	4	5	5	5	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : กลาง	3	4	5	5	5	4.40	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	3	4	5	5	5	4.40	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	3	4	5	5	5	4.40	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
2.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : แบบเลือกตอบเชิงซ้อน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : กลาง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
3.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : กลาง	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 28 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
4.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : แบบเลือกตอบเชิงซ้อน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : กลาง	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
5.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ต่ำ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
6.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : กลาง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 28 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
7.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
8.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ต่ำ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
9.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ต่ำ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 28 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
10.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ต่ำ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
11.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ต่ำ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
12.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 28 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
13.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
14.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
15.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 28 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
16.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
17.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
18.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 28 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
19.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
20.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ต่ำ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
21.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 28 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
22.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ต่ำ	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
23.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
24.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ต่ำ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 28 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
25.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : สูง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
26.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ต่ำ	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
27.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 28 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบทดสอบ	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
28.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เลือกตอบเชิงซ้อน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : ปานกลาง	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
29.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : สูง	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
30.	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	รูปแบบข้อสอบ : เขียนตอบ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ : สูง	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	แนวคำตอบ	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
	เกณฑ์การให้คะแนน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมทั้งฉบับ							4.84	0.35	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 29 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียน

ข้อที่	P	r	ผลการประเมิน	ข้อที่	P	r	ผลการประเมิน
1	0.36	0.39	ผ่านเกณฑ์	16	0.58	0.61	ผ่านเกณฑ์
2	0.58	0.50	ผ่านเกณฑ์	17	0.39	0.33	ผ่านเกณฑ์
3	0.56	0.33	ผ่านเกณฑ์	18	0.36	0.28	ผ่านเกณฑ์
4	0.39	0.22	ผ่านเกณฑ์	19	0.39	0.44	ผ่านเกณฑ์
5	0.44	0.22	ผ่านเกณฑ์	20	0.47	0.50	ผ่านเกณฑ์
6	0.33	0.44	ผ่านเกณฑ์	21	0.31	0.28	ผ่านเกณฑ์
7	0.28	0.33	ผ่านเกณฑ์	22	0.44	0.22	ผ่านเกณฑ์
8	0.53	0.28	ผ่านเกณฑ์	23	0.28	0.33	ผ่านเกณฑ์
9	0.42	0.28	ผ่านเกณฑ์	24	0.42	0.39	ผ่านเกณฑ์
10	0.64	0.39	ผ่านเกณฑ์	25	0.28	0.33	ผ่านเกณฑ์
11	0.47	0.28	ผ่านเกณฑ์	26	0.44	0.22	ผ่านเกณฑ์
12	0.50	0.44	ผ่านเกณฑ์	27	0.31	0.28	ผ่านเกณฑ์
13	0.28	0.22	ผ่านเกณฑ์	28	0.25	0.28	ผ่านเกณฑ์
14	0.44	0.44	ผ่านเกณฑ์	29	0.22	0.22	ผ่านเกณฑ์
15	0.53	0.28	ผ่านเกณฑ์	30	0.28	0.22	ผ่านเกณฑ์

หมายเหตุ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.81

ตาราง 30 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับหลังเรียน

ข้อที่	P	r	ผลการประเมิน	ข้อที่	P	r	ผลการประเมิน
1	0.23	0.47	ผ่านเกณฑ์	16	0.50	0.47	ผ่านเกณฑ์
2	0.30	0.33	ผ่านเกณฑ์	17	0.33	0.27	ผ่านเกณฑ์
3	0.57	0.47	ผ่านเกณฑ์	18	0.30	0.47	ผ่านเกณฑ์
4	0.27	0.27	ผ่านเกณฑ์	19	0.27	0.40	ผ่านเกณฑ์
5	0.70	0.60	ผ่านเกณฑ์	20	0.47	0.40	ผ่านเกณฑ์
6	0.27	0.40	ผ่านเกณฑ์	21	0.57	0.60	ผ่านเกณฑ์
7	0.47	0.27	ผ่านเกณฑ์	22	0.43	0.47	ผ่านเกณฑ์
8	0.33	0.40	ผ่านเกณฑ์	23	0.40	0.40	ผ่านเกณฑ์
9	0.40	0.53	ผ่านเกณฑ์	24	0.43	0.33	ผ่านเกณฑ์
10	0.43	0.60	ผ่านเกณฑ์	25	0.37	0.33	ผ่านเกณฑ์
11	0.40	0.53	ผ่านเกณฑ์	26	0.43	0.60	ผ่านเกณฑ์
12	0.37	0.47	ผ่านเกณฑ์	27	0.43	0.33	ผ่านเกณฑ์
13	0.30	0.33	ผ่านเกณฑ์	28	0.33	0.27	ผ่านเกณฑ์
14	0.53	0.27	ผ่านเกณฑ์	29	0.23	0.33	ผ่านเกณฑ์
15	0.23	0.47	ผ่านเกณฑ์	30	0.33	0.27	ผ่านเกณฑ์

หมายเหตุ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.87

ตาราง 31 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน หาค่าสัมประสิทธิ์ของความเท่าเทียมกัน (Coefficient of Equivalence)

Correlations

		pretest	posttest
pretest	Pearson Correlation	1	.666**
	Sig. (1-tailed)		.000
	N	29	29
posttest	Pearson Correlation	.666**	1
	Sig. (1-tailed)	.000	
	N	29	29

**. Correlation is significant at the 0.01 level (1-tailed).

ตาราง 32 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมินความความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	คุณลักษณะแบบประเมิน	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
1. ด้านเนื้อหา								
1.1	เนื้อหาที่เรียนตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้	1	0	1	1	1	0.80	ผ่าน
1.2	เนื้อหาที่เรียนมีความน่าสนใจ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
1.3	เนื้อหาที่เรียนมีความสอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบัน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
1.4	เนื้อหาที่เรียนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
1.5	เนื้อหาที่เรียนเหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนด	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
1.6	เนื้อหาที่เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาได้จริงในชีวิตประจำวัน	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
1.7	ได้รับความรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรมพื้นฐานในการดำเนินชีวิตในสังคม	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
1.8	เนื้อหาที่เรียนไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้								
2.1	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 32 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบประเมิน	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
2.2	กิจกรรมการเรียนรู้สงเสริมให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
2.3	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมผู้เรียนออกแบบกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เช่น ระบุประเด็นปัญหา ค้นหาข้อมูล ตรวจสอบ ทำการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และสรุปผล	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
2.4	กิจกรรมมีการให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
2.5	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนนักเรียนคำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาสังคม	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
2.6	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มมีความรับผิดชอบในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
2.7	มีกิจกรรมที่ได้ร่วมกันสะท้อนผลการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ กับผู้สอน เช่น ประสิทธิภาพในการหาข้อมูล กิจกรรมของโครงงาน คุณภาพของผลงาน อุปสรรคที่พบและวิธีการแก้ไขปัญหาทางสังคม	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 32 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบประเมิน	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
2.8	การจัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนนำเสนอผลงานสู่สาธารณะ	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
2.9	กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
3. ด้านผู้สอน								
3.1	ผู้สอนมีการนำข่าว หรือประเด็นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคมมาใช้ในการกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
3.2	ผู้สอนใช้คำถามขับเคลื่อน เร้าความสนใจของผู้เรียน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
3.3	ผู้สอนนำประเด็นปัญหาจากสิ่งเกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมาใช้ เพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันแก้ปัญหา	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
3.4	ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
3.5	ผู้สอนคอยให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ ในการหาข้อมูล	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
3.6	ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
3.7	ผู้สอนคอยให้คำแนะนำเมื่อผู้เรียนประสบปัญหาระหว่างทำกิจกรรม	1	1	1	1	1	1.00	
4. ด้านบรรยากาศการเรียนรู้								
4.1	บรรยากาศการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนอยากเข้าร่วมกิจกรรม	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน

ตาราง 32 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบประเมิน	ดัชนีความสอดคล้อง						
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
4.2	บรรยากาศในการเรียนรู้สนุกสนานมีความเป็นกันเองระหว่างเพื่อนในชั้นเรียน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
4.3	ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้ เช่น การให้อิสระในการหาข้อมูล หรือการออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
4.4	ผู้เรียนกล้าแลกเปลี่ยนเรียนรู้/ความคิดเห็นกับเพื่อน	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
4.5	ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข	1	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
5. ด้านการวัดและประเมินผล								
5.1	มีการวัดผลและประเมินผลเป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
5.2	มีการประเมินผลโดยการทดสอบความรู้ ประเมินผลงาน การเข้าเรียน และความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
5.3	วิธีการวัดและประเมินผลมีความหลากหลาย	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน
5.4	เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล เช่น แบบทดสอบ และชิ้นงานที่มอบหมายมีความยากง่ายเหมาะสม	0	1	1	1	1	0.80	ผ่าน
5.5	การประเมินผลครอบคลุมเนื้อหาที่เรียน	1	1	0	1	1	0.80	ผ่าน

ตาราง 33 ผลการประเมินค่าความเหมาะสมของแบบประเมินความความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้

ข้อที่	คุณลักษณะแบบประเมิน	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
1. ด้านเนื้อหา									
1.1	เนื้อหาที่เรียนตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	3	5	5	4.20	0.84	มาก
1.2	เนื้อหาที่เรียนมีความน่าสนใจ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.3	เนื้อหาที่เรียนมีความสอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบัน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
1.4	เนื้อหาที่เรียนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา	3	5	4	5	5	4.40	0.89	มากที่สุด
1.5	เนื้อหาที่เรียนเหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนด	3	5	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด
1.6	เนื้อหาที่เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาได้จริงในชีวิตประจำวัน	4	5	2	5	5	4.20	1.30	มาก
1.7	ได้รับความรู้ด้านคุณธรรมจริยธรรมพื้นฐานในการดำเนินชีวิตในสังคม	3	5	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด
1.8	เนื้อหาที่เรียนไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด

ตาราง 33 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบประเมิน	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้									
2.1	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2.2	กิจกรรมการเรียนรู้สงเสริมให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.3	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมผู้เรียนออกแบบกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เช่น ระบุประเด็นปัญหา ค้นหาข้อมูล ตรวจสอบ ทำการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และสรุปผล	3	5	4	5	5	4.40	0.89	มากที่สุด
2.4	กิจกรรมมีการให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2.5	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนนักเรียนคำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาสังคม	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด

ตาราง 33 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบประเมิน	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
2.6	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มมีความรับผิดชอบในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.7	มีกิจกรรมที่ได้ร่วมกันสะท้อนผลการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ กับผู้สอน เช่น ประสิทธิภาพในการหาข้อมูล กิจกรรมของโครงงาน คุณภาพของผลงาน อุปสรรคที่พบและวิธีการแก้ไขปัญหาทางสังคม	3	5	4	5	5	4.40	0.89	มากที่สุด
2.8	การจัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนนำเสนอผลงานสู่สาธารณะ	4	5	3	5	5	4.40	0.89	มากที่สุด
2.9	กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3. ด้านผู้สอน									
3.1	ผู้สอนมีการนำข่าว หรือประเด็นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคมมาใช้ในการกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2	ผู้สอนใช้คำถามขับเคลื่อน เร้าความสนใจของผู้เรียน	4	5	4	3	5	4.20	0.84	มาก

ตาราง 33 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบประเมิน	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
3.3	ผู้สอนนำประเด็นปัญหาจากสิ่งเกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมาใช้เพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันแก้ปัญหา	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.4	ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3.5	ผู้สอนคอยให้คำแนะนำช่วยเหลือ ในการหาข้อมูล	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.6	ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดเป็นทำเป็น แก้ปัญหาเป็น	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.7	ผู้สอนคอยให้คำแนะนำเมื่อผู้เรียนประสบปัญหาระหว่างทำกิจกรรม	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4. ด้านบรรยากาศการเรียนรู้									
4.1	บรรยากาศการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนอยากเข้าร่วมกิจกรรม	3	5	4	5	5	4.40	0.89	มากที่สุด
4.2	บรรยากาศในการเรียนรู้สนุกสนานมีความเป็นกันเองระหว่างเพื่อนในชั้นเรียน	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4.3	ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้ เช่น การให้อิสระในการหาข้อมูลหรือการออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด

ตาราง 33 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบประเมิน	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
4.4	ผู้เรียนกล้าแลกเปลี่ยนเรียนรู้/ความคิดเห็นกับเพื่อน	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4.5	ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5. ด้านการวัดและประเมินผล									
5.1	มีการวัดผลและประเมินผลเป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	2	5	5	4.20	1.30	มาก
5.2	มีการประเมินผลโดยการทดสอบความรู้ ประเมินผลงาน การเข้าเรียน และความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	3	5	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด
5.3	วิธีการวัดและประเมินผลมีความหลากหลาย	4	5	2	5	5	4.20	1.30	มาก
5.4	เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล เช่น แบบทดสอบ และชิ้นงานที่มอบหมายมีความยากง่ายเหมาะสม	2	5	4	5	5	4.20	1.30	มาก
5.5	การประเมินผลครอบคลุมเนื้อหาที่เรียน	3	5	2	5	5	4.00	1.41	มาก

ตาราง 33 (ต่อ)

ข้อที่	คุณลักษณะแบบประเมิน	ดัชนีความเหมาะสม							
		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5			
ตอนที่ 2 คำถามปลายเปิด									
1	นักเรียนพบปัญหาใดบ้างในการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมที่ครูใช้สอนในชั้นเรียน	4	5	3	5	5	4.40	0.89	มากที่สุด
2	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมที่ครูใช้สอนในชั้นเรียน	3	5	3	5	5	4.20	1.10	มาก
ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมทั้งฉบับ							4.42	0.86	มากที่สุด

หมายเหตุ ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินทั้งฉบับ 0.98

ภาคผนวก ค

- ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์

ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุล.....**เลขที่**.....**ชั้น**.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์นี้ มีทั้งสิ้น 30 ข้อ ให้เวลา 120 นาที

2. แบบทดสอบแบ่งเป็น 1) แบบเลือกตอบ (Multiple-Choice Test Items) 4 ตัวเลือก จำนวน 9 ข้อ 2) การทดสอบคำถามแบบถูกผิดเชิงซ้อน (Complex Multiple-Choice Questions) จำนวน 11 ข้อและ 3) แบบเขียนตอบ มีลักษณะการตอบคำถามลักษณะการเขียนคำตอบแบบสั้นเป็นกลุ่มคำหรือการเขียนคำตอบแบบยาวเป็นย่อหน้าสั้น ๆ จำนวน 10 ข้อ

3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง และเขียนอธิบายลงในแบบทดสอบที่กำหนดให้

คำตอบของนักเรียน สงวนไว้เป็นความลับ ไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียนแต่ประการใด แต่จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป

เรื่องที่ 1 หลุมยุบ

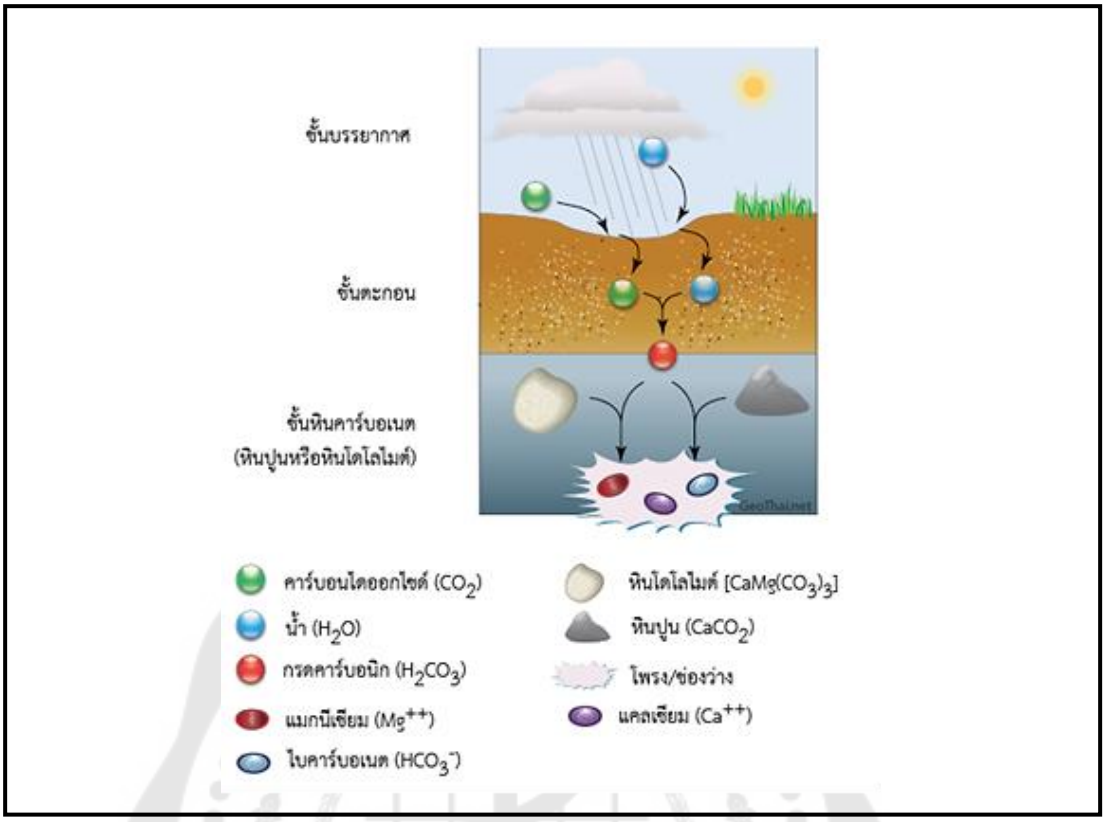
หลุมยุบ (Sinkhole) คือ ธรณีพิบัติภัยประเภทหนึ่ง ที่มีลักษณะพื้นผิวพังทลายเป็นหลุม ซึ่งเกิดจากหินตะกอนที่มีองค์ประกอบทางเคมีจำพวกคาร์บอเนต เช่น หินปูน ชั้นเกลือ หรือ หินตามธรรมชาติละลายหลุมยุบปรากฏและพบมากในหลายๆ รัฐของประเทศอเมริกา เช่น ฟลอริดา เท็กซัส อลับามา เคนตักกี้ และเพนซิวาเนีย เป็นต้นสาเหตุการเกิดหลุมยุบ ไม่จำเป็นต้องเกิดจากธรรมชาติเท่านั้น อาจจะเกิดจากการกระทำของมนุษย์ได้ เช่น การใช้งานที่ดินทางด้านชลประทานหรือการสูบน้ำ เพื่อการก่อสร้างและพัฒนา หรือมีการก่อสร้างและส่งผลกระทบทำให้เกิดการเปลี่ยนทางน้ำ หรือระบบทางน้ำธรรมชาติใหม่ หรือ มีการปล่อยน้ำจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งจากที่กล่าวมาทำให้เกิดหลุมยุบได้ หรือการบรรทุกของที่หนักเกินไป ถนนที่รถบรรทุกวิ่งผ่านมาก ๆ ย่อมทำให้เกิดหลุมยุบได้เร็วยิ่งขึ้น

คำถามที่ 1 / 4

จากข้อความดังกล่าว ปัจจัยที่ทำให้องค์ประกอบทางเคมีจำพวกคาร์บอเนต เช่น หินปูน ชั้นเกลือ หรือ หินตามธรรมชาติเกิดการละลาย และส่งผลอย่างไร

……

……



คำถามที่ 2/4

แผนภาพดังกล่าวแสดงกระบวนการเกิดหลุมยุบในธรรมชาติ กระบวนการใดที่ทำให้เกิดหลุมยุบตามกระบวนการ โดยใส่เครื่องหมาย ✓ เลือกคำตอบ "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" ในแต่ละข้อ

กระบวนการใดที่ทำให้ฟาร์มเลี้ยงปลามีความยั่งยืนมากขึ้น	ใช่	ไม่ใช่
1. น้ำฝนรวมตัวกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กลายเป็นสารละลายกรดคาร์บอนิก	O	O
2. กรดคาร์บอนิกเกิดปฏิกิริยาเคมีกลายเป็นหินปูนและหินโดโลไมต์	O	O
3. กรดคาร์บอกนิกรวมตัวกับหินปูนกลายเป็นแคลเซียม แมกนีเซียม ไบคาร์บอเนต เกิดเป็นโพรง	O	O
4. กรดคาร์บอกนิกละลายหินคาร์บอเนตได้สารประกอบของไอออนแคลเซียม แมกนีเซียม ไบคาร์บอเนต เกิดเป็นโพรงในชั้นหิน	O	O

หลายคนคงเคยได้ยินข่าวเกี่ยวกับเหตุการณ์หลุมยุบที่เกิดขึ้นในหลาย ๆ จังหวัดของประเทศไทยอยู่บ่อยครั้งภาพที่ปรากฏในข่าวมักแสดงให้เห็นว่าหลุมยุบ คือ การเกิดหลุมลึกที่มีลักษณะคล้ายวงกลม โดยมีขนาดแตกต่างกันตามระดับความรุนแรง

คำถามที่ 3/4 ข้อใดที่อธิบายได้ถูกต้องถึงสาเหตุที่หลุมยุบมีลักษณะเป็นวงกลม

ก. มีแรงดึงที่มีจุดศูนย์กลางตรงกลางและมีแรงเข้าสู่ศูนย์กลาง

ข. เป็นความบังเอิญเพราะบางครั้งก็ไม่ได้เกิดหลุมยุบเป็นวงกลมเสมอไป

ค. เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลกที่ส่งผลต่อการยุบเป็นวงกลม เพราะแรงสู่ศูนย์กลาง

ง. เป็นการรักษาสมดุลของแรงที่ดึงลงด้านล่าง ซึ่งโมเลกุลของดินมีลักษณะกลมก็จะส่งแรงยึดเหนี่ยวกระจายออกไปเป็นวงกลมต่อ ๆ กันไปเรื่อย ๆ

ทีมนักวิจัยที่มหาวิทยาลัยยูเทรคท์ ประเทศเนเธอร์แลนด์ ได้พัฒนาแบบจำลองการวิจัยที่ใช้ติดตามผลกระทบจากการสูบน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้ทั่วทั้งลุ่มน้ำโขงในช่วง 25 ปีที่ผ่านมา และใช้ข้อมูลที่ได้เป็นหลักในการพยากรณ์ว่าจะเกิดอะไรขึ้นในอนาคต โดยฟิลิป มินเดอร์ฮาวด์ นักวิจัยมหาวิทยาลัยยูเทรคท์ ซึ่งเป็นหัวหน้าการศึกษากล่าวว่า การสูบน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้เป็นปัจจัยสำคัญมากอย่างหนึ่งที่ทำให้ลุ่มน้ำโขงยุบตัว โดยเฉลี่ยที่ประมาณปีละหนึ่งเซนติเมตร

คำถามที่ 4/4

นักเรียนพิจารณาคำถามใดต่อไปนี้ คำถามใดใช้ในการประเมินความเสี่ยงว่า การสูบน้ำบาดาลมาใช้ทำให้เกิดการยุบตัวของดิน โดยใส่เครื่องหมาย ✓ เลือกคำตอบ "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" ในแต่ละข้อ

คำถามใดใช้ในการประเมินความเสี่ยงว่า การสูบน้ำใต้ดิน จะทำให้เกิดการยุบตัวของดิน	ใช่	ไม่ใช่
การสูญเสียน้ำใต้ดินทำให้ความดันชั้นธรณีใต้ดินลดลงหรือไม่	O	O
น้ำที่สูบขึ้นมา เป็นน้ำที่สูบจากพื้นดินในภูมิภาคมลพิษ	O	O
การสูบน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้มากทำให้ปริมาณน้ำใต้ดินลดลง	O	O
อุณหภูมิเฉลี่ยรายวันในภูมิภาคคืออะไร	O	O

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นันทนัช วัฒนสุภิญโญ
วัน เดือน ปี เกิด	17 ธันวาคม 2527
สถานที่เกิด	อุบลราชธานี
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2550 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พ.ศ. 2553 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	96 หมู่ 12 ตำบลหนองบก อำเภอเหล่าเสือโก้ก จังหวัดอุบลราชธานี 34000