Chulalongkorn University
Chula Digital Collections

Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)

2019

การพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้ แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม

ชนัดดา มะโนสร
คณะครุศาสตร์

Follow this and additional works at: https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd

Part of the Science and Mathematics Education Commons

Recommended Citation

มะโนสร, ชนัดดา, "การพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้ แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม" (2019). *Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)*. 9119.
https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/9119

This Thesis is brought to you for free and open access by Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD) by an authorized administrator of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.

การพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม

น.ส.ชนัดดา มะโนสร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF CLIMATE LITERACY FOR LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS USING INQUIRY INSTRUCTION AND GAMES

Miss Chanutda Manosorn

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Science Education
Department of Curriculum and Instruction
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2019

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้ แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม
โดย	น.ส.ชนัดดา มะโนสร
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.สลา สามิภักดิ์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร.สลา สามิภักดิ์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ชนัดดา มะโนสร : การพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้ แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม. (DEVELOPMENT OF CLIMATE LITERACY FOR LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS USING INQUIRY INSTRUCTION AND GAMES) อ.ที่ปรึกษาหลัก : อ. ดร.สลา สามิภักดิ์

การบรรเทาความรุนแรงของปัญหาสภาพภูมิอากาศเป็นหน้าที่ของพลเมืองโลกทุกคน การพัฒนาให้เยาวชนมีการรู้สภาพภูมิอากาศจึงเป็นประเด็นสำคัญเร่งด่วน จากความเชื่อว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่สนับสนุนให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเกมสนับสนุนการเรียนรู้อย่างมีความหมายจากประสบการณ์ในสถานการณ์สมมติ จึงนำมาสู่การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาต้น การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นโดยมีนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียนจากโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดน่านที่ได้จากจากการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากบริบททางการเกษตรของชุมชนเป็นพื้นที่เปราะบางในการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกจากกิจกรรมทางการเกษตรและได้รับภัยพิบัติที่เป็นผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมจำนวน 6 แผนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ 5 ขั้นตอนร่วมกับเกมที่สนับสนุนการมีส่วนร่วมใน 4 ขั้นตอน ได้แก่ การสร้างความสนใจ การสำรวจและค้นหา การขยายความรู้ และการประเมิน โดยรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ และแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีการรู้สภาพภูมิอากาศหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยระดับการรู้สภาพภูมิอากาศเพิ่มจากระดับไม่มีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศเป็นระดับมีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ นักเรียนมีแนวโน้มในการพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศไปสู่ระดับมีการแสดงออกของพฤติกรรมภายใต้เงื่อนไขที่สภาพแวดล้อมเอื้ออำนวยให้สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ชีวิตประจำวัน การเลือกประเด็นที่นำเสนอในการจัดการเรียนรู้ควรจะนำไปประยุกต์ได้จริงในชีวิตประจำวัน

สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2562	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6083307027 : MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEYWORD: Climate literacy, Climate change, Inquiry instruction, Games, Mitigation

Chanutda Manosorn : DEVELOPMENT OF CLIMATE LITERACY FOR LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS USING INQUIRY INSTRUCTION AND GAMES. Advisor: SARA SAMIPHAK, Ph.D.

Climate mitigation is the world citizen's responsibility; youth climate literacy development is a significant issue. This study believes that inquiry instruction scaffolds student to construct knowledge thorough scientific process and games as interactive system promotes meaningful learning through virtual situations. Consequently, this study develops inquiry instruction and games lesson plans which aims to enhance lower secondary students' climate literacy. The methodology is a one-group pretest-posttest experimental research on 7th-grade students of one school in Nan province from clustered random sampling. The school was selected by purposive sampling due to the vulnerable agricultural community context which releases greenhouse gases from agricultural process and also is affected by climate change. The implementation consists of 5E inquiry instructional model along with using games in 4 steps, including, engagement, exploration, elaboration, and evaluation. The data was collected by climate understanding test and climate awareness test. The statistic revealed that students developed their climate literacy significantly at the level .05; climate literacy level raise from uninterested to climate science interested; moreover, students tended to reach climate engagement level when environment supported them to apply climate action. The exemplification in the class should be allowed students to apply in daily life.

Field of Study: Science Education Student's Signature .....

Academic Year: 2019 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. ด้านมนุษยศาสตร์-สังคมศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนการวิจัยตลอดโครงการวิจัย ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.จีระวรรณ เกษสิงห์ รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง อาจารย์ ดร.เดชรัต สุขกำเนิด อาจารย์ศุภกร ชินวรรโณ อาจารย์ปัทมา สิงหรักษ์ และอาจารย์พิธุลาวัณย์ ศุภอุทุมพร ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย รวมทั้งให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับงานวิจัยจาก อาจารย์ ดร.สลา สามิภักดิ์ และขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.กนิษฐ์ ศรีเคลือบ ที่ให้คำปรึกษาในการทำวิจัยและเป็นกำลังใจในการทำงานวิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอขอบคุณครอบครัวของข้าพเจ้า นางจันทร์เพ็ญ มะโนสร นายณัฐพล มะโนสร และเพื่อนที่น่ารัก ได้แก่ นางสาวศิริปรียา ใจบุญมา นายชยวัฏ ศิริพันธศักดิ์ นางสาวรุ่งนภา บุพบรรพต นางสาววราลี ฉิมทองดี นายกรวุฒิ แผนพรหม นายธนาเครือวงค์ นางสาวกรกนก เลิศเดชาภัทร นางสาวปณาลี สติคราม และนายศักรินทร์ อะจิมา รวมทั้งทุกคนที่ไม่ได้กล่าวถึงที่ให้ทั้งกำลังใจและคำปรึกษาในทุกกระบวนการทำวิจัยจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วง

ชนัดดา มะโนสร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

..... ค

บทคัดย่อภาษาไทย..... ค

..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง

กิตติกรรมประกาศ..... จ

สารบัญ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญแผนภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

2. คำถามการวิจัย 6

3. วัตถุประสงค์การวิจัย 6

4. สมมติฐานการวิจัย..... 7

5. ขอบเขตการวิจัย..... 7

6. คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 8

7. ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 9

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11

1. การรู้สภาพภูมิอากาศ (Climate literacy)..... 12

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการรู้สภาพภูมิอากาศ 12

1.2 ความหมายของการรู้สภาพภูมิอากาศ 18

1.3 องค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศ..... 20

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศ 22
2. ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ (Climate understanding) 23
2.1 ความหมายของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ 24
2.2 องค์ประกอบของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ 25
3. ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ (Climate awareness) 28
3.1 ความหมายของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ 28
3.2 องค์ประกอบของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ 30
4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ 32
4.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ 32
4.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ 34
4.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ 35
4.4 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ 36
5. การเรียนรู้โดยใช้เกม 38
5.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้เกม 38
5.2 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้เกม 39
5.3 องค์ประกอบของการเรียนรู้โดยใช้เกม 40
5.4 บทบาทของเกมในการจัดการเรียนรู้ 42
5.5 ทฤษฎีที่สนับสนุนการเรียนรู้โดยใช้เกม 43
5.6 ประเภทของเกม 43
6. แนวทางการวัดและประเมินความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ 45
6.1 ตัวอย่างที่ 1 45
6.2 ตัวอย่างที่ 2 47
6.3 ตัวอย่างที่ 3 50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.4 ตัวอย่างที่ 4 52
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 52
7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสืบสอบ 53
7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เกม 54
7.3 กรอบแนวคิดการวิจัย 56
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 58
1. รูปแบบการวิจัย 58
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 59
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 60
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 61
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 73
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล 80
4.1 การเตรียมตัวอย่างการวิจัยก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูล 80
4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง 80
4.3 การดำเนินการทดลองโดยการจัดการเรียนรู้ 81
4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง 81
5. การวิเคราะห์ข้อมูล 81
5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ 81
5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ 81
5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ 81
5.4 การวิเคราะห์ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมที่มีต่อการรู้ สภาพภูมิอากาศของนักเรียน 82
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 83
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ 83

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศของนักเรียน 86
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียน 90
ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์การรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียน 94
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 106
สรุปผลการวิจัย 106
อภิปรายผล 107
ข้อเสนอแนะ 114
บรรณานุกรม 117
ภาษาต่างประเทศ 117
ภาษาไทย 124
ภาคผนวก 126
ภาคผนวก ก 128
ภาคผนวก ข 130
ภาคผนวก ค 157
ภาคผนวก ง 180
ภาคผนวก จ 198
ภาคผนวก ฉ 202
ประวัติผู้เขียน 211

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบข้อความที่ระบุถึงองค์ประกอบของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ 26

ตารางที่ 2 ลักษณะของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ 27

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์องค์ประกอบของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ..... 30

ตารางที่ 4 ลักษณะของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ..... 32

ตารางที่ 5 โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย 62

ตารางที่ 6 การพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม 67

ตารางที่ 7 แสดงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ 74

ตารางที่ 8 แสดงการกำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละพฤติกรรมแบ่งตามองค์ประกอบความเข้าใจ .. 75

ตารางที่ 9 แสดงลักษณะของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศในระดับต่าง ๆ 76

ตารางที่ 10 แสดงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ..... 78

ตารางที่ 11 แสดงลักษณะของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศในระดับต่าง ๆ 79

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศก่อนเรียนและหลังเรียน..... 86

ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศก่อนเรียนและหลังเรียน .. 91

ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบระดับของการรู้สภาพภูมิอากาศก่อนเรียนและหลังเรียน..... 95

ตารางที่ 15 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่เปลี่ยนแปลงระดับการรู้สภาพภูมิอากาศ 96

ตารางที่ 16 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ (ปรับจาก Marzetta, 2016) 172

ตารางที่ 17 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ (ปรับจาก Marzetta, 2016; Niepold et al., 2007) 179

ตารางที่ 18 ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ ฉบับก่อนเรียน 181

ตารางที่ 19 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนเรียน 182

ตารางที่ 20 ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ ฉบับหลังเรียน 186

ตารางที่ 21 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศฉบับหลังเรียน 187

ตารางที่ 22 ผลความสอดคล้องของแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนเรียน..... 191

ตารางที่ 23 ผลความสอดคล้องของแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศฉบับหลังเรียน 195

ตารางที่ 24 ร้อยละของคะแนนการรู้สภาพภูมิอากาศจำแนกตามองค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศ..... 204

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญแผนภาพ

หน้า

แผนภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ของการรู้สภาพภูมิอากาศในขอบเขตของการรู้วิทยาศาสตร์ (Azevedo & Marques, 2017) 14

แผนภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศและพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ 23

แผนภาพที่ 3 กรอบแนวคิดการวิจัย การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมส่งผลต่อการรู้สภาพภูมิอากาศ 57

แผนภาพที่ 4 รูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง (one group pretest-posttest design)58

แผนภาพที่ 5 แสดงจำนวนนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศก่อนและหลังเรียน 89

แผนภาพที่ 6 แสดงจำนวนนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศก่อนและหลังเรียน 93

แผนภาพที่ 7 คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจสภาพภูมิอากาศก่อนและหลังเรียน 98

แผนภาพที่ 8 ตัวอย่างคำตอบจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 100

แผนภาพที่ 9 ตัวอย่างคำตอบจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 100

แผนภาพที่ 10 ค่าเฉลี่ยความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศก่อนและหลังเรียน 101

แผนภาพที่ 11 ตัวอย่างคำตอบจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 103

แผนภาพที่ 12 ตัวอย่างคำตอบจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 104

แผนภาพที่ 13 นักเรียนอภิปรายเพื่อเลือกบัตรพฤติกรรมในการเล่นเกม Before the storm 199

แผนภาพที่ 14 นักเรียนวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนในชั้นบรรยากาศเพื่อเจรจาแบ่งความรับผิดชอบในเกม Keep cool 199

แผนภาพที่ 15 นักเรียนแลกเปลี่ยนสินค้าทางการเกษตรในขณะที่เล่นเกม Master that disaster 200

แผนภาพที่ 16 นักเรียนเล่นเกม Greenhouse gas game 200

แผนภาพที่ 17 นักเรียนตอบคำถามในใบงานเรือนกระจกหลังเล่นเกม Greenhouse gas game 201

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกเป็นประเด็นปัญหาที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของมนุษย์ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change Initiative, 2010) ทำให้เกิดความร่วมมือระหว่างประเทศและมีการก่อตั้งอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) ในปี ค.ศ.1992 โดยมีเป้าหมายสำคัญเพื่อลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจก (greenhouse gases) ต่อมาในปี ค.ศ.1997 มีการก่อตั้งพิธีสารเกียวโต (Kyoto protocol) ซึ่งเป็นกฎหมายบังคับให้ประเทศที่พัฒนาแล้วลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกและมีผลบังคับใช้ในปี ค.ศ.2005 (Climate Change Initiative, 2010) ต่อมาในปี ค.ศ.2015 ได้มีการให้การรับรองความตกลงปารีส (Paris agreement) เพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกในบริบทของการพัฒนาที่ยั่งยืนและการขจัดความยากจน (Climate Change Initiative, 2010; Nations, 2015)

สำหรับประเทศไทยในฐานะที่เป็นประเทศเกษตรกรรมต้องเผชิญหน้าและรับมือกับสถานการณ์และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งในด้านการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของฤดูกาล การเกิดภัยพิบัติรุนแรง และการแพร่กระจายของเชื้อโรคและโรคอุบัติใหม่จึงได้มีการให้ความสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเช่นเดียวกัน โดยมีการจัดทำรายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทยตั้งแต่ปี พ.ศ.2554 เพื่อเป็นฐานข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในการ *“แก้ปัญหา แสวงหาโอกาส หรือวางแผนการรับมือกับผลกระทบในระดับต่าง ๆ ตั้งแต่ระดับนโยบายจนถึงระดับปฏิบัติการ”* (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2559) ทั้งนี้ในระดับนโยบายได้มีการริเริ่มจัดทำแผนแม่บทระยะยาวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ.2558 – 2593 มีใจความสำคัญว่า *“เพื่อให้ประเทศไทยมีภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและมีการเติบโตที่ปล่อยคาร์บอนต่ำตามแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน”* (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2558) อย่างไรก็ตาม แผนแม่บทระยะยาวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศยังเป็นนโยบายของภาครัฐที่ยังไม่ได้รับการประชาสัมพันธ์อย่างทั่วถึง ส่งผลให้ประชาชนส่วนใหญ่ยังไม่ตระหนักถึงสถานการณ์สภาพภูมิอากาศโลกแม้ว่าจะมีการนำเสนอข่าวผลกระทบของการเปลี่ยนแปลง

สภาพภูมิอากาศในประเทศและต่างประเทศ เช่น ภาพข่าวช้างและยีราฟในทุ่งหญ้าสะวันนาที่ถูกปกคลุมไปด้วยหิมะ การเกิดอุทกภัยขั้นรุนแรงในหลายประเทศ ทำให้มนุษย์ต้องปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากการขาดแคลนความมั่นคงด้านน้ำ อาหาร และพลังงานที่เพิ่มมากขึ้น (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2561) รวมถึงรายงานการเสียชีวิตและการได้รับความเสียหายของประชาชนจากพายุโซนร้อนทั้งในไทยและต่างประเทศ (Thai PBS, 2018) และผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อผลผลิตทางการเกษตรอันเป็นเศรษฐกิจหลักของประเทศ (BBC News, 2018) ที่แสดงให้เห็นถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อมนุษย์

ประเทศไทยมีอัตราการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกเฉลี่ยร้อยละ 3.9 ต่อปี ซึ่งเพิ่มสูงขึ้นในทุกปี โดยการปล่อยแก๊สเรือนกระจกของประเทศไทยสามารถจำแนกได้เป็น 5 ส่วนหลัก ได้แก่ พลังงานร้อยละ 54 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและป่าไม้ร้อยละ 19 การเกษตรร้อยละ 18 กระบวนการอุตสาหกรรมร้อยละ 6 และของเสียร้อยละ 3 (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2558) ในขณะที่อัตราการลดลงของพื้นที่ป่าไม้อันเป็นแหล่งลดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศกลับเพิ่มสูงขึ้น

จังหวัดน่านเป็นแหล่งทรัพยากรป่าไม้สำคัญแห่งหนึ่งของประเทศ ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดเป็นพื้นที่ภูเขาและป่าต้นน้ำ (สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดน่าน, 2561) ในขณะเดียวกันพบว่าจังหวัดน่านเป็นพื้นที่ที่มีการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศจากกิจกรรมทางการเกษตรและการใช้ที่ดินเพิ่มขึ้นทุกปี (มูลนิธิปิดทองหลังพระสืบสานตามแนวพระราชดำริและสถาบันส่งเสริมและพัฒนากิจกรรมปิดทองหลังพระสืบสานแนวพระราชดำริ, 2557) นอกจากนี้ยังพบว่าเนื้อที่ป่าไม้ของจังหวัดน่านมีอัตราการลดลงอย่างรวดเร็วในระยะเวลาเพียง 5 ปี ในปี พ.ศ.2551 - 2556 โดยพื้นที่ป่าไม้ในจังหวัดลดลงจากร้อยละ 71.18 เหลือร้อยละ 61.21 ของพื้นที่จังหวัด ซึ่งถือเป็นพื้นที่ป่าไม้กว่า 450,528.12 ไร่ (กรมป่าไม้, 2561) สอดคล้องกับการรายงานเนื้อที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรรายจังหวัดที่พบว่าเนื้อที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรของจังหวัดน่านในการปลูกข้าว สวนไม้ผล และข้าวโพดเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งฟาร์มที่เพิ่มขึ้นอีกจำนวน 957 แห่ง (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2562a) ซึ่งเกิดมาจากการบุกรุกทำลายพื้นที่ป่าไม้เพื่อทำการเกษตร สถานการณ์ดังกล่าวส่งผลให้พื้นที่ป่าไม้ลดลงร้อยละ 13 ในขณะที่พื้นที่เกษตรและพื้นที่นอกการเกษตรเพิ่มขึ้นร้อยละ 6 และ 7 ตามลำดับ สวนฟาร์มและพื้นที่นอกการเกษตรส่วนใหญ่ถูกสร้างและปรับปรุงขึ้นเพื่อเป็นแหล่งรองรับนักท่องเที่ยว ซึ่งในแต่ละปีมีนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้าสู่จังหวัดน่านประมาณ 7 แสนคน (สำนักงานสถิติจังหวัดน่าน, 2560) พื้นที่ป่าไม้ในจังหวัดน่าจึงลดลงจากการบุกรุกป่าไม้เพื่อใช้ประโยชน์ที่ดิน

ในด้านการเกษตรและการรองรับนักท่องเที่ยวซึ่งส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศทั้งด้านการลดพื้นที่ป่าไม้ในฐานะของการเป็นแหล่งลดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศและการเพิ่มปริมาณแก๊สเรือนกระจกสู่บรรยากาศจากกระบวนการทางการเกษตรและการคมนาคมที่เพิ่มขึ้นจากการเดินทางของนักท่องเที่ยวที่นิยมใช้รถยนต์ส่วนบุคคล

จากสภาพปัญหาการเสื่อมโทรมของพื้นที่ป่าไม้ในจังหวัดน่าน สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดน่าน สังกัดสำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ กระทรวงศึกษาธิการร่วมกับหน่วยงานทางการศึกษาในจังหวัดน่านจึงได้พัฒนาหลักสูตรรักษ์ป่าน่านตามแนวพระราชดำริของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เพื่อเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกิดความตระหนักและเห็นคุณค่า รวมทั้งมีส่วนร่วมในการรักษาทรัพยากรป่าไม้ของจังหวัดน่านให้ยั่งยืน (สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดน่าน, 2561) ดังนั้นการพัฒนาให้เยาวชนในจังหวัดน่านมีการรู้สภาพภูมิอากาศโดยใช้การศึกษาเป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนในด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นสิ่งที่จำเป็น เพื่อให้เยาวชนมีความพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงสู่สังคมเมืองอันเนื่องมาจากการเติบโตทางเศรษฐกิจของชุมชนที่ปรับเปลี่ยนให้ชุมชนในอนาคตมีเกษตรกรรมที่ยั่งยืนและสามารถวางแผนการดำเนินชีวิตเพื่อยุติความยากจนได้

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ชัดเจนขึ้นจากการนำเสนอข่าวผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการรณรงค์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นสะท้อนถึงอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อการดำรงชีวิต รวมทั้งกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นแสดงให้เห็นว่าความรับผิดชอบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไม่ได้เป็นความรับผิดชอบของหน่วยงานรัฐเท่านั้น แต่รวมไปถึงพลเมืองโลก (citizen of the planet) ด้วย (Fernandez et al., 2016) การจัดการปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างมีประสิทธิภาพจึงจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ระดับบุคคลในการตัดสินใจแสดงพฤติกรรมที่ส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศ (Shwom, Isenhour, Jordan, McCright, & Robinson, 2017; Van der Linden, Leiserowitz, Rosenthal, & Maibach, 2017)

> *“การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะนำมาซึ่งความท้าทายและโอกาสในด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ประชาชนที่มีความเข้าใจในวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศจะได้รับการเตรียมพร้อมในการตอบสนองทั้งสองด้าน สังคมต้อง*

การพลเมืองที่มีความเข้าใจระบบภูมิอากาศ ตลอดจนรู้วิธีการประยุกต์ความรู้เหล่านั้นในอาชีพและการมีส่วนร่วมของตนในฐานะสมาชิกเชิงรุกของชุมชน” (GCRP, 2009)

สอดคล้องกับรายงาน global climate action of regions, states and businesses (Data Driven Yale, NewClimate Institute, & PBL, 2018) ที่แสดงให้เห็นว่าการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในระดับท้องถิ่นของหน่วยงานในสหรัฐอเมริกาสามารถช่วยลดการปลดปล่อยมลพิษได้อย่างน้อยครึ่งหนึ่งของปริมาณการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ประเทศสหรัฐอเมริกาได้เข้าร่วมเพื่อปฏิบัติตามความตกลงปารีส ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในระดับหน่วยย่อยจึงมีศักยภาพในการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับโลกได้

ทั้งนี้ การเข้าใจว่าตนเองมีอิทธิพลต่อสภาพภูมิอากาศและได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการรู้สภาพภูมิอากาศ (climate literacy) การส่งเสริมให้คนเป็นผู้รู้สภาพภูมิอากาศจึงเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นต้องส่งเสริมเพื่อก่อให้เกิดความรับผิดชอบต่อสถานการณ์สภาพภูมิอากาศโลกร่วมกัน โดยในต่างประเทศมีการสนับสนุนให้ใช้การศึกษาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาคนดังจะพบได้จากเอกสารดังนี้ UNESCO Climate Change Initiative (Climate Change Initiative, 2010) PISA 2015 (OECD, 2016) Next Generation Science Standards Council (2013) รวมทั้งส่วนหนึ่งของเอกสารความตกลงปารีสได้ระบุไว้ว่า

“การศึกษาเป็นแนวทางในการพัฒนาคน เพื่อพัฒนาความรู้และความตระหนักในผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ” (Nations, 2015)

สำหรับภาคการศึกษาในประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ ได้มองเห็นความสำคัญในการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และความตระหนักถึงคุณค่าและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อม ตลอดจนพัฒนาทักษะสำหรับอนาคต จึงได้จัดทำหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลกทั้งระบบ (Earth System Science: ESS) จากการเข้าร่วมเป็นสมาชิกในโครงการ GLOBE (Global Learning and Observations to Benefit the Environment) เพื่อเป็นหลักสูตรสำหรับจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเพิ่มเติม โดยมีเนื้อหาสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) รวมทั้งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการได้ดำเนินการปรับปรุงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในมาตรฐาน ว 3.2 สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถของนักเรียนให้ทัดเทียมกับนานาชาติ พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของนักเรียน รวมทั้งเป็นประโยชน์ต่อการประยุกต์ในชีวิตประจำวันและรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของโลก ซึ่งเนื้อหาภายในมีการกล่าวถึงเรื่องสภาพภูมิอากาศของโลกและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก ทั้งในด้านความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศอย่างชัดเจน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) อย่างไรก็ตาม การประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับหลักสูตรเพิ่มเติมนี้ยังมีไม่มาก รวมทั้งมีบางกิจกรรมภายในบทเรียนที่ไม่ค่อยดึงดูดความสนใจของนักเรียน ซึ่งอาจทำให้นักเรียนไปไม่ถึงเป้าหมายของการแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์

แนวโน้มของงานวิจัยทางการศึกษาที่ใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบกับนักเรียนที่พบจะเน้นที่กระบวนการคิดและการสรุปจากการตีความข้อมูล โดยมีเป้าหมายหลักคือเพื่อพัฒนาความข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียนผ่านการสืบสวนสอบสวนระหว่างกระบวนการเรียนรู้ (Minner, Levy, & Century, 2010) การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาความเข้าใจทางด้านเนื้อหาและการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ภายในระบบ (Bush, Sieber, Seiler, & Chandler, 2017; Castek & Dwyer, 2018; McNeal, Miller, & Herbert, 2008) สำหรับประเทศไทยพบงานวิจัยที่ใช้ขั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ 5 ขั้นตอนในเนื้อหาวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่อง ลมฟ้าอากาศ (ธีระ ช้างแดง, เสารรัตน์ ภัทรฐิตินันท์, & ภาณุ ตรัยเวช, 2557) อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ

ทั้งนี้ พบว่ามีงานวิจัยในต่างประเทศที่พัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศ ทั้งในลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบและการใช้เกม โดยงานวิจัยที่มุ่งพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศโดยใช้เกมประสบความสำเร็จในการพัฒนานักเรียนทั้งในด้านความเข้าใจเนื้อหาเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศโลก และการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียน รวมไปถึงการใช้เกมเพื่อฝึกให้นักเรียนเกิดการถ่ายโอนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการกระตุ้นและนำนักเรียนไปสู่พฤติกรรมการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Hansen, Schneider, & Lange, 2018; Reckien & Eisenack, 2013) ซึ่งนักเรียนสามารถถ่ายโอนความรู้เพื่อนำไปปรับใช้เป็นแนวทางการดำเนินชีวิตและบอกเล่าถึงประสบการณ์ในขณะที่สวมบทบาทเป็นผู้เล่นเกม มีความรู้สึกร่วมกับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากยิ่งขึ้นในขณะเล่นเกม นอกจากนี้

งานวิจัยที่มีการพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศที่พบส่วนใหญ่มักใช้เกมในการจัดการเรียนรู้ (Fung, Tedesco, & Katz, 2015; Hansen et al., 2018; McNeill & Vaughn, 2012; Reckien & Eisenack, 2013)

งานวิจัยนี้จึงเลือกพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม โดยพิจารณาเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานสาระสำคัญของการรู้สภาพภูมิอากาศร่วมกับการวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่แทรกเกมไว้ในแต่ละขั้นการจัดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของเนื้อหาและขั้นการจัดการเรียนรู้ โดยมีเป้าหมายให้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของครูวิทยาศาสตร์ในการนำกิจกรรมไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีแนวโน้มในการแสดงพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศในอนาคต โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในจังหวัดน่านที่มีบริบทของชุมชนใกล้ชิดกับกิจกรรมที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศอย่างชัดเจน และเป็นกลุ่มที่ควรได้รับการพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศ ภายใต้ความเชื่อว่าการพัฒนาให้นักเรียนเกิดการรู้สภาพภูมิอากาศจะเป็นพื้นฐานสำคัญที่นำนักเรียนไปสู่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากการวางแผนการดำเนินชีวิตได้อย่างเหมาะสมและใช้ความรู้ความเข้าใจในการพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นอย่างยั่งยืน โดยคำนึงถึงกิจกรรมของตนเองที่มีต่อสภาพภูมิอากาศและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและชุมชน และเตรียมพร้อมให้นักเรียนเป็นสมาชิกเชิงรุก (active members) ที่พร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลกและสภาพภูมิอากาศ อีกทั้งยังส่งเสริมการพัฒนาของนักเรียนให้เป็นไปตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตรรักษ์ป่าน่าน

2. คำถามการวิจัย

2.1 นักเรียนจะมีการรู้สภาพภูมิอากาศหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมมากขึ้นหรือไม่ อย่างไร

3. วัตถุประสงค์การวิจัย

3.1 เพื่อศึกษาการรู้สภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม

- เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยและระดับของการรู้สภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม
- เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มการเกิดการรู้สภาพภูมิอากาศในระดับการแสดงออกของพฤติกรรม

4. สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบสามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศได้จากการใช้แนวทางการสืบสอบในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายความรู้และเชื่อมโยงความสัมพันธ์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์ (Bush et al., 2017) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบยังสามารถใช้ร่วมกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบอื่นเพื่อพัฒนาการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการอธิบายมโนทัศน์ที่ซับซ้อนของนักเรียน (Castek & Dwyer, 2018; McNeal et al., 2008) นอกจากนี้ พบว่างานวิจัยที่ใช้เกมในการจัดการเรียนรู้สนับสนุนให้นักเรียนเกิดความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสภาพภูมิอากาศมากยิ่งขึ้น (Fung et al., 2015) รวมทั้งสามารถส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์และกระตุ้นให้นักเรียนเห็นถึงอิทธิพลระหว่างสภาพภูมิอากาศกับมนุษย์ และผลกระทบของตนเองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ (Hansen et al., 2018; McNeill & Vaughn, 2012; Reckien & Eisenack, 2013) ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมในการพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศในบริบทไทย โดยกำหนดสมมติฐานการวิจัย 1 ข้อ ดังนี้

4.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมจะมีการรู้สภาพภูมิอากาศหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญ

5. ขอบเขตการวิจัย

5.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

5.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 37 จังหวัดน่าน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ได้จากการเลือกโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling)

5.3 ตัวแปรในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

5.3.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม

5.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ การรู้สภาพภูมิอากาศ

5.4 เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัย คือ เนื้อหารายวิชาพื้นฐาน หน่วยที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ บทที่ 2 มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

5.5 ระยะเวลาในการทำวิจัย ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

6. คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

6.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่กระตุ้นความสนใจนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสำรวจ การอธิบาย การประยุกต์ และการประเมินผลผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีเกมสนับสนุน ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ 5 ขั้นตอน (5E instructional model) โดยมีการใช้เกมในการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบขั้นการสร้างความสนใจ การสำรวจและค้นหา การขยายความรู้ หรือการประเมิน โดยดูความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ของเกมกับวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ 5 ขั้นตอนเป็นหลัก ดังนี้

6.1.1 การสร้างความสนใจ (engagement) ครูเข้าถึงความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนผ่านการใช้กิจกรรมสั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนแสดงมโนทัศน์ที่ได้เรียนมาแล้ว โดยครูใช้เกมที่ท้าทายให้นักเรียนเกิดความพยายามสู่เป้าหมายของเกมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่

6.1.2 การสำรวจและค้นหา (exploration) ครูสนับสนุนการรวบรวมข้อมูลจากกิจกรรมการใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อสร้างความรู้ใหม่ในกิจกรรมการเรียนรู้ โดยครูใช้เกมเพื่อให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลในการสร้างมโนทัศน์ผ่านเกมที่ทำให้เกิดความรู้สึกมีส่วนร่วม ซึ่งนักเรียนจะมีส่วนร่วมในการอภิปรายและสะท้อนความคิดเห็นในการเรียนรู้

6.1.3 การอธิบาย (explanation) ครูเปิดโอกาสนักเรียนอธิบายประสบการณ์ที่ได้รับในขั้นการสร้างความสนใจและขั้นการสำรวจและค้นหาเกี่ยวกับความเข้าใจมโนทัศน์ของตนเอง หลังจากนั้นครูจะอธิบายมโนทัศน์แก่นักเรียนเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น

6.1.4 การขยายความรู้ (elaboration) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนขยายความเข้าใจเพื่อให้มีความเข้าใจที่ลึกซึ้งและชัดเจนขึ้นจากการประยุกต์ความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ครูใช้เกมในการส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์อย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้นผ่านการนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับมาใช้ในการจัดการและวางแผนในเกม

6.1.5 การประเมิน (evaluation) ครูประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียน พร้อมทั้งกระตุ้นและเปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินความเข้าใจของตนเอง ครูใช้เกมเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนตรวจสอบและประเมินความเข้าใจของเพื่อนและตนเองผ่านการอภิปรายแลกเปลี่ยนความเข้าใจและความรู้สึกระหว่างการเล่นเกม

6.2 การรู้สภาพภูมิอากาศ หมายถึง ความสามารถในการทำความเข้าใจความสัมพันธ์และอิทธิพลระหว่างสภาพภูมิอากาศกับบุคคลและสังคม รวมทั้งความตระหนักถึงพฤติกรรมของมนุษย์ที่มีบทบาทต่อสภาพภูมิอากาศ

6.3 ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ หมายถึง ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการสำคัญของระบบสภาพภูมิอากาศโลก รวมทั้งรู้วิธีการเข้าถึงข้อมูลและประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่เป็นวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ

6.4 ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ หมายถึง ความสนใจและกังวลในประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ และตัดสินใจภายใต้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่น่าเชื่อถือโดยรับผิดชอบต่อการตัดสินใจ

6.5 เกมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ หมายถึง เกมที่ใช้สนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนซึ่งประกอบด้วยผู้เล่น วิธีการเล่น และเป้าหมายของเกม โดยเป็นเกมที่นักเรียนเป็นผู้เล่นซึ่งจะต้องตัดสินใจจากการเล่นเกมของผู้เล่นคนอื่นประกอบด้วย เกมจะส่งเสริมการสะท้อนประสบการณ์และความรู้เดิม หรือสร้างความรู้ใหม่ และทำให้นักเรียนเกิดความตระหนักร่วมกับสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ

7. ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

7.1 ประโยชน์เชิงปฏิบัติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.1.1 งานวิจัยนี้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางในการนำเกมทางการศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ ซึ่งเป็นประโยชน์กับครูในการออกแบบเพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่มุ่งพัฒนาในอนาคต

7.1.2 ผลการวิจัยทำให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียน ซึ่งเป็นอีกแนวทางการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่สถาบันการศึกษาหรือครูสามารถเลือกไปใช้ในการจัดการเรียนรู้แทนและ/หรือเพิ่มเติมจากกิจกรรมในหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ของ สสวท. ทั้งในรายวิชาพื้นฐานและรายวิชาเพิ่มเติม

7.2 ประโยชน์เชิงวิชาการ

7.2.1 งานวิจัยนี้ทำให้ได้ข้อค้นพบใหม่เกี่ยวกับแนวทางในการเลือกเกมให้เหมาะสมต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบใน 5 ขั้นตอน ที่จะต้องพิจารณาเนื้อหาของเกมที่สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน วัตถุประสงค์ของเกมที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของขั้นการจัดการเรียนรู้ และลักษณะของเกมที่สอดคล้องกับเป้าหมายของการให้ประสบการณ์การเรียนรู้ในแต่ละขั้น รวมทั้งแนวทางในการแทรกเกมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ไม่มากเกินไปซึ่งจะเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองและเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ มุ่งพัฒนาความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม จึงได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการรู้สภาพภูมิอากาศ ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ และการใช้เกมในการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดผลการศึกษาดังหัวข้อต่อไปนี้

1. การรู้สภาพภูมิอากาศ
    1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการรู้สภาพภูมิอากาศ
    1.2 ความหมายของการรู้สภาพภูมิอากาศ
    1.3 องค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศ
    1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศ
2. ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ
    2.1 ความหมายของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ
    2.2 องค์ประกอบของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ
3. ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ
    3.1 ความหมายของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ
    3.2 องค์ประกอบของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ
4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ
    4.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ
    4.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ
    4.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ
    4.4 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ
5. การเรียนรู้โดยใช้เกม
    5.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้เกม
    5.2 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้เกม
    5.3 องค์ประกอบของการเรียนรู้โดยใช้เกม
    5.4 บทบาทของเกมในการจัดการเรียนรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.5 ทฤษฎีที่สนับสนุนการเรียนรู้โดยใช้เกม

5.6 ประเภทของเกม

6. แนวทางการวัดและประเมินความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
8. กรอบแนวคิดการวิจัย

1. การรู้สภาพภูมิอากาศ (Climate literacy)

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการรู้สภาพภูมิอากาศ

ราว 1 ล้านปีก่อนรอบของการเกิดอากาศอุ่นและเย็นของโลกเป็นช่วงระยะเวลาสูงที่สุด 1 แสนปี อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกจะขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุดที่ประมาณ 5 องศาเซลเซียส ซึ่งส่งผลให้โลกอยู่ในยุคน้ำแข็งและกลับมาอบอุ่นอีกครั้ง ซึ่งเปลี่ยนแปลงเนื่องจากวงโคจรของโลกตามความเข้มของพลังงานที่โลกได้รับจากดวงอาทิตย์ แม้ว่าการเพิ่มหรือลดของพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่มากเกินไปจะทำให้โลกอุ่นหรือเย็นขึ้นได้ แต่จากการเก็บข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์โดยดาวเทียมในช่วงเวลา 30 ปีที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าพลังงานแสงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเกินกว่าจะเป็นสาเหตุของความร้อนที่เพิ่มขึ้นบนโลก ทั้งนี้ บันทึกทางธรณีวิทยาแสดงให้เห็นว่าสิ่งมีชีวิตมีความสำคัญในการเปลี่ยนแปลงบรรยากาศของโลกในอดีต (GCRP, 2009) การศึกษาทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิเฉลี่ยทั่วโลกเพิ่มขึ้น 0.6 องศาเซลเซียสโดยประมาณอย่างเห็นได้ชัดนับตั้งแต่ช่วงปลายศตวรรษที่ 20 แม้ว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจะดูเล็กน้อยแต่อัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมินั้นสูงเมื่อเทียบกับอัตราการเปลี่ยนแปลงใน 1 หมื่นปีก่อนหน้า ซึ่งมีความเป็นไปได้มากว่า เป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์ที่โดยส่วนใหญ่เป็นการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของแก๊สเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ได้ระบุถึงสถานการณ์เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศโลกว่า

> *“มั่นใจมากว่าอุณหภูมิของโลกโดยเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นเป็นผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ตั้งแต่ปี 1750”* (GCRP, 2009)

ประเด็นปัญหาที่เริ่มได้รับความสนใจคือความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของมนุษย์ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change Initiative, 2010) การปล่อยแก๊สเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลนับตั้งแต่เริ่มการปฏิวัติอุตสาหกรรมได้เพิ่มความเข้มข้นของแก๊สเรือนกระจกในบรรยากาศ ซึ่งคาดว่าอิทธิพลของความร้อนจะยังคงอยู่จนถึง

ศตวรรษหน้าเนื่องจากแก๊สเหล่านี้สามารถอยู่ในบรรยากาศเป็นเวลาหลายร้อยปีก่อนที่จะถูกกำจัดออกโดยกระบวนการทางธรรมชาติ (GCRP, 2009) จากความกังวลของหลากหลายประเทศจึงส่งผลให้เกิดเป็นอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) ซึ่งเป็นสนธิสัญญาระดับโลกที่สนับสนุนให้มีการดำเนินการเพื่อลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกในปี 1992 และต่อมาในปี 1997 ได้มีการก่อตั้งพิธีสารเกียวโต (Kyoto protocol) แล้วบังคับใช้ในปี 2005 สำหรับประเทศที่พัฒนาแล้วลงนามเพื่อลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจก (Climate Change Initiative, 2010) เพื่อให้การปล่อยแก๊สเรือนกระจกลดลงอย่างน้อยร้อยละ 5 โดยเฉลี่ย ในช่วงปี 2008 - 2012 (Vigneswaran, Leelamani, Divya, & Divya, 2017) รวมทั้งในปี 2015 ได้มีการรับรองความตกลงปารีส (Paris agreement) ซึ่งเป็นตราสารกฎหมายที่รับรองภายใต้กรอบอนุสัญญา UNFCCC ต่อจากพิธีสารเกียวโตโดยมุ่งเสริมสร้างการตอบสนองในการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ในบริบทของการพัฒนาที่ยั่งยืนและความพยายามในการขจัดความยากจน (Climate Change Initiative, 2010; Nations, 2015)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปัญหาระดับโลกที่ซับซ้อน เนื่องจากมีการถกเถียงในหลายประเด็นเช่น การพัฒนาทางเศรษฐกิจ และการลดความยากจน (Climate Change Initiative, 2010) ความรับผิดชอบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไม่ได้เป็นความรับผิดชอบของหน่วยงานรัฐและโรงงานอุตสาหกรรมเท่านั้น แต่รวมไปถึงพลเมืองและพลโลกด้วย (Fernandez et al., 2016) การจัดการปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างมีประสิทธิภาพจึงจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญของแต่ละบุคคลในด้านพฤติกรรมและการตัดสินใจ (Shwom et al., 2017; Van der Linden et al., 2017)

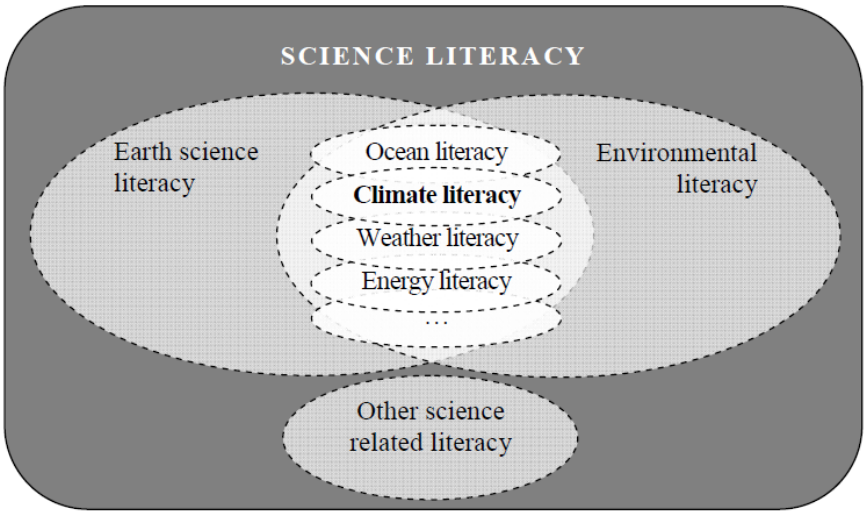
การรู้สภาพภูมิอากาศเป็นทักษะสำคัญและเป็นสิ่งจำเป็นที่พลโลกควรมีเพื่อปรับการตอบสนองต่อภาวะโลกร้อนได้ดียิ่งขึ้น (Clifford & Travis, 2018) เป็นสิ่งสำคัญต่อการดำรงชีวิตในสังคมคาร์บอนต่ำในอนาคต (Milé**ř** & Sládek, 2011) ซึ่งขอบเขตความรู้นั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ความเข้าใจข่าววิทยาศาสตร์ และการตัดสินใจในชีวิตประจำวัน (Dupigny-Giroux, 2010)

“การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะนำมาซึ่งความท้าทายและโอกาสในด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ประชาชนที่มีความเข้าใจในวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ

สภาพภูมิอากาศจะได้รับการเตรียมพร้อมในการตอบสนองทั้งสองด้าน สังคมต้องการพลเมืองที่มีความเข้าใจระบบภูมิอากาศ ตลอดจนรู้วิธีการประยุกต์ความรู้เหล่านั้นในอาชีพและการมีส่วนร่วมของตนในฐานะสมาชิกเชิงรุกของชุมชน" (GCRP, 2009)

เมื่อประมาณ 10 ปีที่ผ่านมาการรู้สภาพภูมิอากาศ (climate literacy) ได้ถูกระบุไว้ให้เป็นส่วนหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ (Dupigny-Giroux, 2010) ดังแผนภาพที่ 1

แผนภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ของการรู้สภาพภูมิอากาศในขอบเขตของการรู้วิทยาศาสตร์ (Azevedo & Marques, 2017)



Climate Change Initiative (2010) ได้ให้ความสำคัญในเรื่องสภาพภูมิอากาศต่อการศึกษาและมนุษย์ 2 ใน 4 ด้านได้แก่ 1) วิทยาศาสตร์และความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ และ 2) การศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change Education: CCE) ในบริบทของการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (Education for Sustainable Development: ESD) กระทั่งในเดือนเมษายน ปี 2007 โครงการวิจัยการเปลี่ยนแปลงของโลก สหรัฐอเมริกา (US Global Change Research Program: GCRP), National Science Education Standards (NSES), American Association for the Advancement of science (AAAS) ได้ตั้งกรอบการพัฒนาการรู้สภาพอากาศและสภาพภูมิอากาศ (GCRP, 2009) โดยมีกลุ่มนักวิทยาศาสตร์และนักการศึกษาได้พัฒนากรอบเบื้องต้นสำหรับการศึกษาสภาพอากาศและสภาพภูมิอากาศเกิดเป็นเอกสารการรู้สภาพภูมิอากาศ: หลักการสำคัญและมโนทัศน์พื้นฐาน (climate literacy: essential principles and fundamental concepts) (Miléř & Sládek, 2011)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การรู้สภาพภูมิอากาศ (climate literacy) จึงเป็นแนวคิดที่ใหม่ในด้านวิทยาศาสตร์โลกและการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Clifford & Travis, 2018) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ (GCRP, 2009) ของ AAAS (1993) โดยมีเนื้อหาครอบคลุมหัวข้อต่าง ๆ ตามเอกสาร Science for all Americans โดย project 2061 ได้แสดงแผนผังสภาพอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (weather and climate) ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ได้แก่ อุณหภูมิและลม วัฏจักรน้ำ บรรยากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (AAAS, 2007) รวมไปถึง National Research Council (1996) ที่มีการปรับปรุงเนื้อหาของ National Science Education Standards (NSES) ให้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการรู้วิทยาศาสตร์ของ AAAS ซึ่งแม้ว่าเนื้อหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะไม่ได้ปรากฏอยู่ใน National Science Education Standards (NSES) อย่างชัดแจ้ง แต่ยังคงมีปรากฏอยู่ในเนื้อหาความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ (McCaffrey & Buhr, 2008) ในเอกสาร UNFCCC ได้ระบุถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยใช้การศึกษาเป็นแนวทางในการพัฒนาคนเพื่อพัฒนาความรู้และความตระหนักในผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมทั้งการสนับสนุนให้มีการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อฝึกฝนให้เป็นผู้เชี่ยวชาญและเป็นแกนนำของสังคมต่อไป (Nations, 2015) รวมทั้ง นอกจากนี้ next generation science standards ให้ความสำคัญกับการรู้สภาพภูมิอากาศ ซึ่งปรากฏอยู่ในหัวข้อการดำรงอยู่ของโลกในจักรวาล (earth’s place in the universe) ระบบของโลก (earth’s system) โลกและกิจกรรมของมนุษย์ (earth and human activities) และระบบนิเวศ: ปฏิสัมพันธ์ พลังงาน และความเป็นพลวัติ (ecosystems: interactions, energy, and dynamics) โดยมีรายละเอียดครอบคลุมทั้งในแง่ของความหมาย ความแตกต่างของสภาพอากาศและสภาพภูมิอากาศ ปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศ รูปแบบการเกิดสภาพภูมิอากาศและความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของมนุษย์กับสภาพภูมิอากาศก็ถูกระบุไว้ในขอบเขตเนื้อหาที่นักเรียนจำเป็นต้องได้เรียนรู้ (Council, 2013) ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีการระบุเนื้อหาเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศไว้ในมาตรฐาน ว 3.2 โดยระบุถึงการเข้าใจองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

อย่างไรก็ตาม การมีความรู้เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศหรือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมโลก (McNeill &

Vaughn, 2012; Miléř & Sládek, 2011) เนื่องจากการจัดการปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมระดับบุคคลในด้านพฤติกรรมและการตัดสินใจ (Shwom et al., 2017; Van der Linden et al., 2017) ดังนั้นโรงเรียนควรสอนให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบ สาเหตุ และแนวทางการแก้ไขภาวะโลกร้อน (Leiserowitz, Smith, & Marlon, 2011) ควรมีการสนับสนุนทั้งในแง่ของความรู้ด้านเนื้อหาและทักษะเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแก่บุคลากรทางการศึกษา เพื่อเสริมสร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลกในการสนับสนุนการรู้สภาพภูมิอากาศ ซึ่งระบบการศึกษาทั่วโลกจำเป็นต้องเตรียมคนรุ่นต่อไปให้พร้อมสำหรับโลกที่แตกต่างจากเดิม เนื่องจากการรู้สภาพภูมิอากาศพื้นฐานมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตในระยะยาว (Miléř & Sládek, 2011)

หัวข้อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศถูกระบุไว้ในกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ในส่วนของภัยพิบัติที่มีผลกระทบทั่วโลกของ PISA 2015 รวมทั้งยังเป็นความรู้ที่จำเป็นในส่วนเนื้อหาระบบโลกและอวกาศ ซึ่งระดับความตระหนักและมุมมองต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมีผลต่อสภาพภูมิอากาศของโลก เศรษฐกิจ และสังคมโดยรวม (OECD, 2016) เนื่องจากความรู้ความเข้าใจมโนทัศน์เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ในการใช้หรือแสดงพฤติกรรมเพื่อให้เกิดผลกระทบต่อชีวิตและโลก (Basu, Barton, Clairmont, & Locke, 2009)

ในประเทศไทยได้มีการให้ความสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งในภาคเศรษฐกิจและสังคม กับภาคการศึกษา โดยภาคนโยบายด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมได้มีการจัดทำแผนแม่บทระยะยาวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ.2558 - 2593 ประกอบไปด้วยการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การลดแก๊สเรือนกระจกและส่งเสริมการเติบโตที่ปล่อยคาร์บอนต่ำ และการสร้างขีดความสามารถด้านการบริหารจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพราะเนื่องจากปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปัญหาทั้งในระดับโลกและท้องถิ่น รวมถึงประเทศไทยที่เป็นประเทศเกษตรกรรมที่จะได้รับผลกระทบในด้านการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของฤดูกาล การเกิดภัยพิบัติรุนแรง และการแพร่กระจายของเชื้อโรคโรคอุบัติใหม่และโรคอุบัติซ้ำ โดยมีวิสัยทัศน์เพื่อให้ประเทศไทยมีภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและมีการเติบโตที่ปล่อยคาร์บอนต่ำตามแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2558)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในขณะที่ภาคการศึกษาได้มีการให้ความสำคัญกับการพัฒนานักเรียนให้เข้าสู่ระดับสากล ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ ได้มองเห็นความสำคัญในการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และความตระหนักถึงคุณค่าและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อม ตลอดจนพัฒนาทักษะสำหรับอนาคต จึงได้จัดทำหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลกทั้งระบบ (Earth System Science: ESS) จากการเข้าร่วมเป็นสมาชิกในโครงการ GLOBE ตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2542 ร่วมกับองค์กรทางด้านวิทยาศาสตร์ ได้แก่ NASA (The National Aeronautics and Space Administration) NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) NSF (National Science Foundation) และกระทรวงศึกษาธิการของประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเพิ่มเติมในโรงเรียน โดยมีเนื้อหาสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รวมไปถึงการดำเนินการปรับปรุงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ให้สอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม สภาพแวดล้อม รวมไปถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของนักเรียนให้เข้าสู่ระดับสากลสอดคล้องกับประเทศไทย 4.0 และโลกในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีเนื้อหากล่าวถึงเรื่องสภาพภูมิอากาศโลกและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก ทั้งในด้านความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศอย่างชัดเจน ในมาตรฐาน ว 3.2 สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ โดยเฉพาะในตัวชี้วัดของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการระบุตัวชี้วัดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไว้ในตัวชี้วัด ซึ่งมีเนื้อหาครอบคลุมประเด็น 1) ความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสถานการณ์ปัจจุบันเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ 2) การตระหนักในคุณค่าของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก 3) การนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

จากข้อมูลข้างต้น การรู้สภาพภูมิอากาศนั้นมีที่มาจากความกังวลว่าคุณภาพชีวิตของพลโลกในอนาคตจะต้องเผชิญกับความเปลี่ยนแปลงและความยากลำบากอันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งการเตรียมคนให้พร้อมที่จะรับมือ ปรับตัว และตัดสินใจได้อย่างมีศักยภาพนั้นมี

ความจำเป็น จึงนำมาสู่ความสามารถเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สภาพภูมิอากาศที่เรียกว่าการรู้สภาพภูมิอากาศ จึงกล่าวได้ว่าการรู้สภาพภูมิอากาศเป็นสาขาย่อยที่แยกมาจากการรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นความสามารถที่พลเมืองเชิงรุกจำเป็นต้องมี เพื่อให้เข้าใจความสัมพันธ์และอิทธิพลระหว่างสภาพภูมิอากาศกับบุคคลและสังคม ตลอดจนถึงการแสดงพฤติกรรมที่เป็นผลมาจากความตระหนักในความรู้ความเข้าใจนั้น จึงมีความสำคัญและมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศให้เกิดในทุกคน เนื่องจากการรู้สภาพภูมิอากาศเป็นส่วนหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ (Dupigny-Giroux, 2016; GCRP, 2009) ซึ่งการรู้วิทยาศาสตร์ (science literacy) เป็นความสามารถในการเข้าร่วมในสังคมวิทยาศาสตร์ของพลเมืองเชิงรุก (OECD, 2016) ดังนั้น การรู้สภาพภูมิอากาศจึงเป็นอีกความสามารถหนึ่งที่พลเมืองเชิงรุกจึงเป็นต้องมีเพื่อเตรียมพร้อมต่อการตอบสนองการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านความท้าทายในการปรับตัวและการได้รับโอกาสในการพัฒนาคุณภาพชีวิต การรู้สภาพภูมิอากาศนั้นจำเป็นต้องมีองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งเพื่อเป็นตัวช่วยในการผลักดันให้บุคคลเกิดพฤติกรรมโดยนอกจากจะมีความรู้แล้วจำเป็นต้องมีความตระหนักในผลกระทบของการแสดงพฤติกรรมหนึ่ง ๆ ออกมา ทั้งนี้ นอกจากจะเป็นความสามารถสำคัญของพลโลกต่อการปรับตัวด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมแล้ว การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศยังคงเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาจากการถูกระบุไว้ในโครงการต่าง ๆ เช่น Project 2061 (AAAS, 2007) และเอกสาร UNESCO Climate Change Initiative (2010) และกรอบการประเมินและมาตรฐานการเรียนรู้ เช่น กรอบการประเมินวิทยาศาสตร์ในเอกสาร PISA 2015 (OECD, 2016) มาตรฐานการเรียนรู้ของเอกสาร Next Generation Science Standards (Council, 2013) และตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

1.2 ความหมายของการรู้สภาพภูมิอากาศ

นักวิชาการใช้คำศัพท์ต่าง ๆ แทนคำว่าการรู้สภาพภูมิอากาศไว้หลายคำ โดยคำที่มักปรากฏให้เห็นคือ Climate literacy (Clifford & Travis, 2018; Dupigny-Giroux, 2016; Miléř & Sládek, 2011; Niepold, Herring, & McConville, 2007; Shwom et al., 2017) รวมถึงการใช้ Climate literacy ร่วมกับคำว่า Climate science literacy ในงานวิจัย (Dupigny-Giroux, 2008; GCRP, 2009; Harrington, 2008) ทั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้คำว่า Climate literacy เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศถือเป็นแนวคิดใหม่ (Clifford & Travis, 2018) และเป็นส่วนหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ (Dupigny-Giroux, 2016; GCRP, 2009) ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว การรู้วิทยาศาสตร์หมายถึง

ความรู้ ทักษะ และเจตคติที่จำเป็นต่อการสืบสอบหรือการใช้ปัญหาเป็นฐานเมื่อเผชิญกับสถานการณ์ใหม่ในการตัดสินใจ (AAAS, 1989) จึงเข้าใจได้ว่าการรู้สภาพภูมิอากาศอยู่ในบริบทของวิทยาศาสตร์เช่นนั้นแล้ว การรู้สภาพภูมิอากาศจึงเกิดจากคำภาษาอังกฤษ 2 คำ คือคำว่า สภาพภูมิอากาศ (climate) และคำว่า การรู้หนังสือ (literacy)

สมาคมอุตุนิยมวิทยาอเมริกัน (American Meteorological Society: AMS) ได้ให้คำจำกัดความของคำว่าสภาพภูมิอากาศไว้ว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงไปอย่างช้า ๆ ของระบบพื้นผิว บรรยากาศ ผิวน้ำ และผิวดิน โดยคำนึงถึงความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิและหยาดน้ำฟ้าในแต่ละท้องถิ่น (Dupigny-Giroux, 2016; Glickman, 2000) สภาพภูมิอากาศ (climate) คือค่าเฉลี่ยระยะยาวของสภาวะในชั้นบรรยากาศ มหาสมุทร แผ่นน้ำแข็ง ซึ่งอธิบายโดยใช้ค่าสถิติ ทั้งนี้สภาพภูมิอากาศ (climate) ไม่ใช่สิ่งเดียวกับสภาพอากาศ (weather) เนื่องจากสภาพอากาศเป็นการเปลี่ยนแปลงของอากาศแบบนาทีต่อนาทีในระดับท้องถิ่น แต่สภาพภูมิอากาศเป็นคำอธิบายเกี่ยวกับสภาพอากาศโดยทั่วไปของพื้นที่และขอบเขตที่มีเงื่อนไขซึ่งมีช่วงเวลาที่ยาวนาน (GCRP, 2009) สภาพอากาศมีความเป็นพลวัติและไม่เป็นรูปแบบเดียวในขณะที่มีสภาพภูมิอากาศเป็นตัวกำหนด (Dupigny-Giroux, 2010) สภาพอากาศคือการรวมกันของแสงแดด ลม หิมะ หรือฝนและอุณหภูมิในแต่ละภูมิภาคในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ในขณะที่สภาพภูมิอากาศอธิบายช่วงของสภาพอากาศโดยทั่วไปของพื้นที่และขอบเขตที่เงื่อนไขปัจจัยต่าง ๆ จะแตกต่างกันไปในช่วงหลายปี (OECD, 2016)

การรู้หนังสือเป็นความสามารถที่สำคัญต่อการพัฒนาทักษะและความรู้ในชีวิตประจำวัน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีส่งผลกระทบอย่างมากต่อชีวิตและวัฒนธรรมของเรา สิ่งเหล่านี้มีบทบาทต่อความพยายามของมนุษย์และส่งผลกระทบต่อความสัมพันธ์ของเราต่อคนรอบข้าง การรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เราเข้าใจถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลก ให้ข้อมูลที่ช่วยในการตัดสินใจของเราและสังคม รวมทั้งเป็นรากฐานสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต (AAAS, 1989) องค์การการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization: UNESCO) ได้กำหนดให้การรู้หนังสือ (literacy) ว่าเป็นความสามารถในการระบุ ทำความเข้าใจ ตีความ สร้างสรรค์ คำนวณ และใช้เอกสารที่เป็นลายลักษณ์อักษรในบริบทต่าง ๆ ซึ่งการรู้หนังสือเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เพื่อให้บุคคลบรรลุเป้าหมายในการพัฒนาความรู้และศักยภาพของตนเอง ตลอดจนมีส่วนร่วมในชุมชนและสังคม (Climate Change Initiative, 2010)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การรู้สภาพภูมิอากาศ (Climate literacy) นั้นหมายรวมถึงองค์ความรู้และวิธีการทำความเข้าใจความรู้ รวมทั้งการปฏิบัติตามความรู้นั้น (Dupigny-Giroux, 2016) นิยามของการรู้สภาพภูมิอากาศยังไม่ได้รับการยืนยันอย่างเป็นเอกฉันท์ในเอกสารที่มีการอธิบายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สภาพภูมิอากาศ (Clifford & Travis, 2018) ซึ่งในที่นี้หมายถึงความเข้าใจเกี่ยวกับอิทธิพลของบุคคลต่อสภาพภูมิอากาศและอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศต่อตนเองและสังคม (Clifford & Travis, 2018; GCRP, 2009) ทั้งนี้ การรู้สภาพภูมิอากาศยังหมายถึงความสามารถที่มนุษย์ปฏิบัติตามจากความเข้าใจในเรื่องสภาพภูมิอากาศ รวมทั้งรับรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอันเนื่องมาจากความซาบซึ้งในมโนทัศน์ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับความซับซ้อนและความเชื่อมโยงของรูปแบบอุทกวิทยาในแต่ละพื้นที่และเวลา ซึ่งสอดคล้องกับการให้นิยามเกี่ยวกับการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ไว้ว่าเป็นความเข้าใจรูปแบบของความความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนและมีความเชื่อมโยงระหว่างกันในระดับของเวลาและสถานที่ ตลอดจนบทบาทของมนุษย์ที่ส่งผลต่อรูปแบบดังกล่าว (Dupigny-Giroux, 2008)

จากการศึกษาแนวคิดข้างต้น จึงสรุปได้ว่า การรู้สภาพภูมิอากาศหมายถึงความสามารถในการทำความเข้าใจความสัมพันธ์และอิทธิพลระหว่างสภาพภูมิอากาศกับบุคคลและสังคม รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอันเนื่องมาจากการตระหนักถึงบทบาทของมนุษย์ต่อสภาพภูมิอากาศ

1.3 องค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศ

จากความหมายของการรู้สภาพภูมิอากาศที่สรุปได้ว่า การรู้สภาพภูมิอากาศคือความสามารถในการทำความเข้าใจความสัมพันธ์และอิทธิพลระหว่างสภาพภูมิอากาศกับบุคคลและสังคม รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอันเนื่องมาจากการตระหนักถึงบทบาทของมนุษย์ต่อสภาพภูมิอากาศ จึงนำมาสู่การระบุองค์ประกอบของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งองค์ประกอบเหล่านั้นเป็นเสมือนตัวบ่งชี้ว่าบุคคลนั้นมีการรู้สภาพภูมิอากาศ

การศึกษาการรู้สภาพภูมิอากาศในศตวรรษที่ผ่านมาระบุว่ายังไม่มีการกำหนดองค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศอย่างชัดเจน จึงมีนักการศึกษาหลายท่านที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับการรู้สภาพภูมิอากาศผ่านองค์ประกอบแตกต่างกันไป โดยเอกสารการรู้สภาพภูมิอากาศไม่ได้ระบุถึงองค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศโดยตรง แต่ได้มีการให้นิยามและระบุลักษณะของผู้รู้สภาพภูมิอากาศไว้ใน 4 ประเด็น บุคคลผู้รู้สภาพภูมิอากาศ 1) เข้าใจเกี่ยวกับหลักการสำคัญของระบบภูมิอากาศโลก 2) รู้วิธีการเข้าถึงข้อมูลที่เป็นวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ

3) สื่อสารเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างมีความหมาย 4) มีความรอบรู้และความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจในการกระทำที่จะส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศ (GCRP, 2009) และเนื่องจากการรู้สภาพภูมิอากาศเป็นแขนงหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ (Azevedo & Marques, 2017) จึงวิเคราะห์องค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศจากงานวิจัยต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบกับกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) เกี่ยวกับการรู้สภาพภูมิอากาศในกรอบการประเมิน 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ (knowledge) สมรรถนะ (competences) และเจตคติ (attitudes) (OECD, 2016) และได้ใช้องค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์ 3 ด้านนี้เป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์เพื่อระบุลักษณะของการรู้สภาพภูมิอากาศในแต่ละด้านร่วมกับอีก 19 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้สภาพภูมิอากาศ

ในขณะที่นักการศึกษาบางท่านมีความเห็นว่าการรู้สภาพภูมิอากาศนี้มีระดับความเข้าใจต่อเนื่องกันเป็น 4 ระดับ โดยบุคคลผู้รู้สภาพภูมิอากาศจะเริ่มตั้งแต่ 1) ไม่มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ 2) มีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ 3) มีความรู้สึกร่วมกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ และ 4) มีการแสดงออกของพฤติกรรม (Niepold et al., 2007) โดยการที่บุคคลหนึ่งจะแสดงออกพฤติกรรมได้นั้นจำเป็นต้องมีองค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate understanding) เป็นความรู้ความเข้าใจในด้านเนื้อหาและกระบวนการองค์รวมที่มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 2) ความเชื่อเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (beliefs about climate change) เป็นความเชื่อเกี่ยวกับการเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยอยู่บนพื้นฐานของความรู้ความเข้าใจ 3) พฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (environmental actions about climate change) เป็นพฤติกรรมที่บุคคลตั้งใจกระทำเพื่อลดผลกระทบทางลบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นผลมาจากความรู้ความเข้าใจถึงผลกระทบของกิจกรรมที่บุคคลกระทำแล้วส่งผลในด้านบวกหรือลบต่อสภาพภูมิอากาศ (McNeill & Vaughn, 2012) สรุปได้ว่า การรู้สภาพภูมิอากาศมีความเข้าใจเป็นระดับต่อเนื่องกันไปและจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาร่วมกับความตระหนักและการปฏิบัติด้วย โดยความตระหนักที่มากขึ้นจะส่งผลให้เกิดการปรับเปลี่ยนเจตคติและพฤติกรรมของสังคมโดยรวมไปเองโดยธรรมชาติ (Milé ř & Sládek, 2011)

จากแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงกำหนดองค์ประกอบสำคัญของการรู้สภาพภูมิอากาศตามองค์ประกอบที่จะสนับสนุนให้บุคคลเกิดการรู้สภาพภูมิอากาศ 4 ลำดับขั้น ไว้ 3 ด้าน ดังนี้

1.3.1 ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ (Climate understanding)

การมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทั้งในด้านหลักการสำคัญ รายละเอียดเนื้อหา กระบวนการองค์รวมและวิธีการเข้าถึงแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

1.3.2 ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ (Climate awareness)

การรับรู้เกี่ยวกับการเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบนพื้นฐานของความเข้าใจ และมีความปรารถนาที่จะเป็นส่วนหนึ่งในการแก้ไขและป้องกันเพื่อให้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นไปในทางที่ดียิ่งขึ้น

1.3.3 พฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ (Climate action)

ความพยายามในการเปลี่ยนแปลงตนเองและ/หรือผู้อื่น ซึ่งเป็นผลมาจากความรู้ความเข้าใจและความตระหนักในคุณค่าของการเปลี่ยนพฤติกรรมจากอิทธิพลของพฤติกรรมหรือกิจกรรมในชีวิตประจำวันที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทั้งนี้อาจอยู่ในระดับของการเปลี่ยนแปลงตนเอง หรือการพยายามพยามเปลี่ยนแปลงผู้อื่นผ่านวิธีการต่าง ๆ เช่น การอธิบายเพื่อแก้ไขความเข้าใจผิด หรือการเชิญชวน

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้เลือกศึกษาการรู้สภาพภูมิอากาศของบุคคลในระดับที่ 3 คือขั้นมีความรู้สึกร่วมกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ ซึ่งบุคคลในขั้นนี้มีจะความกระตือรือร้นในการรับข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศรวมทั้งยินดีที่จะมีส่วนร่วมในการพูดคุยภายใต้ประเด็นดังกล่าว โดยองค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศที่สำคัญในขั้นนี้คือความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ ดังนั้นการรู้สภาพภูมิอากาศในขั้นมีความรู้สึกร่วมกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศสามารถวัดผ่าน 2 องค์ประกอบ ได้แก่ ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ และความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ (Bedford, 2016)

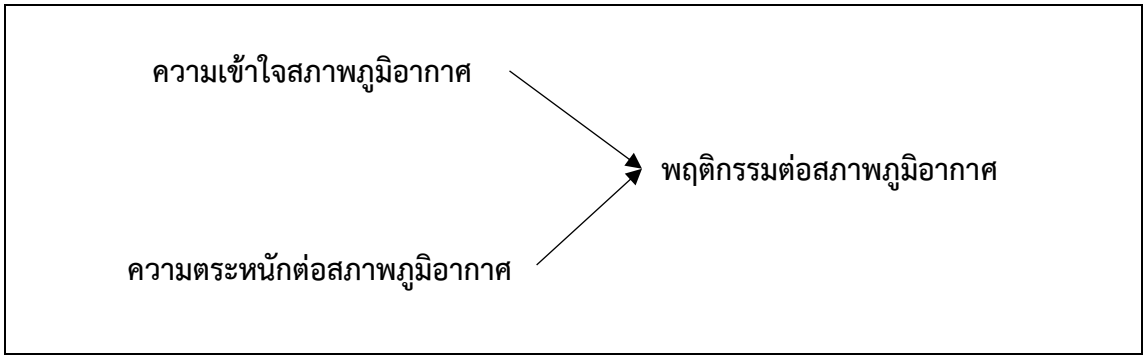
1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศ

ในขณะที่นักการศึกษาบางกลุ่มเชื่อว่าองค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศมีการส่งผลต่อเนื่องกันเป็นลำดับขั้น แต่บางกลุ่มยังมีความเห็นที่ไม่ตรงกัน เนื่องจากแม้บุคคลจะเชื่อว่าความเข้าใจและความตระหนักมีความสัมพันธ์อย่างลึกซึ้งกับพฤติกรรมต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่แสดงออกมา แต่กลับพบว่านักเรียนไม่ได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่อบรรเทาความรุนแรงของสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแม้ว่าคะแนนที่ได้จากการทดสอบ

มโนทัศน์เกี่ยวกับการรู้สภาพภูมิอากาศจะดีก็ตาม สิ่งนั้นอาจเกิดจากการที่นักเรียนมีการพัฒนาความเชื่อเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศก่อนที่จะได้รับการพัฒนาความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ (Marzetta, 2016) ถึงแม้จะไม่สามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่าความเข้าใจและความเชื่อเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจน เพราะท้ายที่สุดแล้วความสัมพันธ์ของสองสิ่งนี้ขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคล (Kahan, 2015; Niepold et al., 2007) รวมทั้งระดับขององค์ประกอบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแต่ละด้านที่แต่ละบุคคลพึงมี ดังนั้น พฤติกรรมของนักเรียนจึงไม่สามารถสะท้อนถึงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่พวกเขาได้รับการจัดการเรียนรู้ (Marzetta, 2016)

อย่างไรก็ตาม ยังมีนักการศึกษาที่ระบุถึงผลของการมีความเข้าใจและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศที่จะสามารถนำไปสู่การแสดงพฤติกรรมอันเนื่องมาจากการมีความเข้าใจและความตระหนักในเรื่องสภาพภูมิอากาศ ซึ่งจำเป็นต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไข 5 ประการในการเปลี่ยนพฤติกรรมตามลำดับ ได้แก่ 1) ความปรารถนาในการปรับพฤติกรรมในชีวิตของบุคคลซึ่งถูกขับเคลื่อนด้วยการได้รับความรู้ ความตระหนัก และแรงจูงใจ 2) บริบทที่เอื้อต่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม 3) ความสามารถในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม 4) การตอบรับเชิงบวกเพื่อสนับสนุนพฤติกรรม และ 5) ความสามารถในการเชิญชวนผู้อื่นในการร่วมปรับพฤติกรรมในการใช้ชีวิต (Fernandez et al., 2016) ทั้งนี้ การมีความตระหนักเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศของบุคคลในสังคม (Basu et al., 2009; Miléř & Sládek, 2011) ดังแผนภาพที่ 2

แผนภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศและพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ



2. ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ (Climate understanding)

เนื่องจากการรู้สภาพภูมิอากาศเป็นส่วนหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งได้ถูกกำหนดหลักการสำคัญตามมโนทัศน์พื้นฐานจากเอกสารของมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งชาติของประเทศ

สหรัฐอเมริกา (NSES) และมาตรฐานการรู้วิทยาศาสตร์ของสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์อเมริกัน (AAAS) ซึ่งกำหนดให้ผู้ที่มีการรู้สภาพภูมิอากาศมีพื้นฐานความเข้าใจสภาพภูมิอากาศในเนื้อหาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบภูมิอากาศตามธรรมชาติและปัจจัยที่เป็นผลมาจากการกระทำของมนุษย์ (GCRP, 2009)

2.1 ความหมายของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ

โดยทั่วไปแล้วการมีความเข้าใจหลักการสำคัญพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศโลกคือการเข้าใจหลักการสำคัญของระบบภูมิอากาศโลก เข้าใจว่าระบบชีวภาพ ระบบเคมี ธรณีวิทยา และระบบทางกายภาพทำงานสัมพันธ์กันอย่างไร รวมไปถึงรู้วิธีการเข้าถึงข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่น่าเชื่อถือและเป็นวิทยาศาสตร์ แนวทางที่จะทำให้ได้มาซึ่งความเข้าใจ และการประเมินความถูกต้องของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อประกอบการตัดสินใจ (GCRP, 2009; Miléř & Sládek, 2011; Niepold et al., 2007) ซึ่งสอดคล้องกับกรอบแนวทางการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 ที่มีการอธิบายถึงการรู้สภาพภูมิอากาศ (Azevedo & Marques, 2017) ใน 2 ด้าน คือ 1) ความรู้ (knowledge) ได้แก่ ความรู้เนื้อหา (content knowledge) ความรู้กระบวนการ (procedural knowledge) และความรู้ญาณวิทยา (epistemic knowledge) และ 2) สมรรถนะ (competences) ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ (explain phenomena scientifically) ประเมินและออกแบบการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (evaluate and design scientific enquiry) แปลความหมายข้อมูลและหลักฐานอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ (interpret data and evidence scientifically) สื่อสารอย่างมีความหมาย (communicate in meaningful way) และแก้ปัญหา (solve problems)

Chulalongkorn University

นักการศึกษาหลายท่านได้ระบุถึงความหมายของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศที่มีความสอดคล้องกับที่ โครงการวิจัยการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งสหรัฐอเมริกาได้ระบุว่าความเข้าใจสภาพภูมิอากาศเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการสำคัญของระบบภูมิอากาศโลกและรู้วิธีการเข้าถึงข้อมูลและประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่เป็นวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ (GCRP, 2009) โดยระบุว่าความเข้าใจสภาพภูมิอากาศเป็นความรู้ความเข้าใจในด้านเนื้อหาและกระบวนการองค์รวมที่มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Clifford & Travis, 2018; McNeill & Vaughn, 2012) เป็นความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาและกระบวนการ รวมทั้งมีทักษะที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดการข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (Basu et al., 2009) โดยความเข้าใจสภาพภูมิอากาศไม่ได้เป็นเพียงความ

เข้าใจในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศเท่านั้น แต่ยังรวมถึงความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในเนื้อหานั้นด้วย กล่าวคือ เป็นความเข้าใจหลักการพื้นฐานและมโนทัศน์สำคัญเรื่องสภาพภูมิอากาศ (Harrington, 2008) ซึ่งเป็นความรู้ในมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศและความเข้าใจในความเชื่อมโยงของกระบวนการภายในระบบภูมิอากาศ (Dupigny-Giroux, 2010) โดยเข้าใจมโนทัศน์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Azevedo & Marques, 2017) การมีความรู้ความเข้าใจในระบบภูมิอากาศ ปัจจัยที่ควบคุมแก๊สเรือนกระจกในบรรยากาศ รวมทั้งผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ในการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกที่ส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศโลก (Bedford, 2016; Salawitch & Canty, 2017) ความเข้าใจความเชื่อมโยงของระบบภูมิอากาศและความต่อเนื่องของกระบวนการ (Dupigny-Giroux, 2008; McCaffrey & Buhr, 2008) และการเข้าใจว่าระบบภูมิอากาศของโลกที่มีนั้นเป็นระบบที่ถูกจำลองขึ้นจากสมมติฐานและการพยากรณ์ (Niepold et al., 2007)

จากการศึกษาความหมายของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศข้างต้น พบว่านักการศึกษาได้ระบุความหมายของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศเป็นไปในทางเดียวกันกับที่โครงการวิจัยการเปลี่ยนแปลงของโลก สหรัฐอเมริกาได้ระบุไว้ในเอกสารการรู้สภาพภูมิอากาศ ดังนั้น ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศจึงเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการสำคัญของระบบภูมิอากาศโลก รวมทั้งรู้วิธีการเข้าถึงข้อมูลและประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่เป็นวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ

2.2 องค์ประกอบของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการรู้สภาพภูมิอากาศเป็นแขนงหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ จึงได้พิจารณาองค์ประกอบของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศภายใต้กรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์จากโครงการ PISA 2015 ร่วมกับเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศที่พบว่ามีความสอดคล้องกันตามการรับรู้ของผู้วิจัย (Azevedo & Marques, 2017; Dupigny-Giroux, 2010; GCRP, 2009; Niepold, Herring, & McConville, 2008) จึงสามารถจัดองค์ประกอบของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศได้ 3 ด้าน ดังตารางที่ 1 นี้

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบข้อความที่ระบุถึงองค์ประกอบของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ

องค์ประกอบของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ	**ข้อความที่ระบุถึงองค์ประกอบของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ**	
	โครงการ PISA 2015 (อ้างถึงใน Azevedo & Marques, 2017)	**เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรู้สภาพภูมิอากาศในส่วนของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ**
ความรู้เนื้อหา (content knowledge)	ความรู้ในความจริง มโนทัศน์และการอธิบายทฤษฎีเกี่ยวกับโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น	การรู้สภาพภูมิอากาศเป็นความเข้าใจอิทธิพลของตนเองต่อสภาพภูมิอากาศและอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศต่อตนเองและสังคม ซึ่งผู้รู้สภาพภูมิอากาศจะมีความเข้าใจหลักการสำคัญของระบบภูมิอากาศโลก (GCRP, 2009)
ความรู้กระบวนการ (procedural knowledge)	ความรู้เกี่ยวกับการได้มาซึ่งแนวคิดหรือความรู้	ผู้รู้สภาพภูมิอากาศต้องมีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ด้านสภาพภูมิอากาศประเมินลักษณะของระบบภูมิอากาศโลกภายใต้หลักฐานเชิงประจักษ์และการตรวจสอบ ซึ่งสามารถตรวจสอบซ้ำได้และมีความตรงกับการทบทวนวรรณกรรมก่อนหน้า (Niepold et al., 2008)
ความรู้ญาณวิทยา (epistemic knowledge)	ความเข้าใจในเหตุผลพื้นฐานของกระบวนการและการตัดสินเพื่อนำไปใช้	ผู้รู้สภาพภูมิอากาศรู้วิธีการประเมินข้อมูลทาวิทยาศาสตร์สภาพภูมิอากาศที่น่าเชื่อถือ (GCRP, 2009) ผู้รู้สภาพภูมิอากาศมีความสามารถในการประเมินความถูกต้องของข้อโต้แย้งเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ (Dupigny-Giroux, 2010)

จากข้อความในเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรู้สภาพภูมิอากาศในส่วนของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ ผู้วิจัยจึงสรุปองค์ประกอบของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศได้ 3 ด้าน ได้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2.1 ความรู้เนื้อหา (content knowledge) คือ ความเข้าใจในมโนทัศน์และหลักการสำคัญที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิอากาศ รวมทั้งเข้าใจอิทธิพลระหว่างบุคคลและสภาพภูมิอากาศ

2.2.2 ความรู้กระบวนการ (procedural knowledge) คือ ความรู้กระบวนการที่จะได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ

2.2.3 ความรู้ญาณวิทยา (epistemic knowledge) คือ ความสามารถในการตัดสินประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ

ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศนั้นสามารถเกิดขึ้นได้หลายระดับเนื่องมาจากความแตกต่างระหว่างบุคคล (Kahan, 2015) ซึ่งลักษณะของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศแต่ละระดับสามารถระบุได้ (ปรับจาก Marzetta, 2016) ดังตารางที่ 2 โดยบุคคลที่มีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศจะมีความรู้เนื้อหา ความรู้กระบวนการ และความรู้ญาณวิทยาในลักษณะที่แตกต่างกันโดยมีการเพิ่มความซับซ้อนของความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์และหลักการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งวิธีคิดและตัดสินใจในข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากระดับเริ่มต้น ระดับพื้นฐาน และระดับสูง

ตารางที่ 2 ลักษณะของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ

ระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ	ลักษณะของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ
เริ่มต้น	– มีความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของระบบพื้นฐานในเรื่องสภาพภูมิอากาศ – ระบุลักษณะและตัวอย่างของความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ – จดจำและระบุสถานการณ์ประเด็นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ตารางที่ 2 ลักษณะของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ (ต่อ)

ระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ	ลักษณะของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ
พื้นฐาน	– เข้าใจถึงเหตุและผลในการขับเคลื่อนในกระบวนการและความสัมพันธ์ระหว่างสังคมและสภาพภูมิอากาศ – เข้าใจผลกระทบและอิทธิพลระหว่างสังคมและสภาพภูมิอากาศ – มีทักษะในการตัดสินใจและประเมินค่า
สูง	– มีส่วนเกี่ยวข้องในการประเมินและวางแผนเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้การใช้ความรู้ความเข้าใจ – สามารถแยกแยะข้อเท็จจริงและความคิดเห็นได้ – เข้าใจว่าแต่ละบุคคลมีความเข้าใจและให้คุณค่าต่อสภาพภูมิอากาศแตกต่างกัน

3. ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ (Climate awareness)

เนื่องจากการรู้สภาพภูมิอากาศเป็นส่วนหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งได้ถูกกำหนดหลักการสำคัญตามมโนทัศน์พื้นฐานจากเอกสารของมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา (NSES) และมาตรฐานการรู้วิทยาศาสตร์ของสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์อเมริกัน (AAAS) ซึ่งกำหนดให้ผู้รู้สภาพภูมิอากาศมีความตระหนักเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสภาพภูมิอากาศกับมนุษย์ และสามารถตัดสินใจภายใต้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ (GCRP, 2009)

3.1 ความหมายของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

นักการศึกษาหลายท่านได้ระบุถึงความหมายของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศไว้ในหลายลักษณะ โดยความตระหนัก (Basu et al., 2009; Dupigny-Giroux, 2008; GCRP, 2009; Harrington, 2008) เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศอาจถูกเรียกว่าเป็นความเชื่อ (McCaffrey & Buhr, 2008; Niepold et al., 2007; Wynne, 2016; Zehr, 2016) ความรู้สึก การรับรู้ (McCaffrey & Buhr, 2008; Niepold et al., 2007) หรือความกังวล (Bedford, 2016)

จากเอกสารการรู้สภาพภูมิอากาศของโครงการวิจัยการเปลี่ยนแปลงของโลก สหรัฐอเมริกาได้ระบุความหมายของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศไว้ว่าเป็นความสนใจเกี่ยวกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศโลก รับรู้ความสัมพันธ์พื้นฐานและบทบาทระหว่างสภาพภูมิอากาศกับมนุษย์ รับผิดชอบต่อการตัดสินใจในการกระทำที่จะส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศ (GCRP, 2009) ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ระบุเกี่ยวกับความหมายของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศไว้ว่าเป็นการรับรู้ หรือ ความกังวลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Azevedo & Marques, 2017) การรับรู้ความเชื่อมโยงภายในโครงสร้างของระบบภูมิอากาศรวมทั้งเข้าใจถึงอิทธิพลของการบรรเทาและปรับตัวของมนุษย์ต่อสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ (Clifford & Travis, 2018) เป็นการยอมรับแนวคิดที่เกิดจากการพิจารณาและไม่ตัดสินจากข้อมูลที่ได้อย่างทันที ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบสำคัญหนึ่งของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Harrington, 2008) โดยข้อมูลเหล่านั้นยังคงได้รับการพัฒนาอยู่เสมอจากการพึ่งพาหลักฐานเชิงประจักษ์ (Niepold et al., 2007) เป็นการเชื่อว่ามีสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเกิดขึ้นโดยยอมรับจากหลักฐานและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ (Guy, Kashima, Walker, & O'Neill, 2014) โดยความตระหนักนั้นเป็นความเชื่อเกี่ยวกับการเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้ความเข้าใจ (McNeill & Vaughn, 2012) ซึ่งสอดคล้องกับกรอบแนวทางการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 (อ้างถึงใน Azevedo & Marques, 2017) ที่มีการอธิบายถึงการรู้สภาพภูมิอากาศ ในด้านเจตคติ (attitudes) ได้แก่ ความสนใจ (reveal interest) การเห็นคุณค่าของการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (value scientific approaches to enquiry) ความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม (reveal environmental awareness) และตัดสินใจภายใต้ข้อมูลรวมทั้งรับผิดชอบต่อการตัดสินใจ (make informed and responsible decision)

จากการศึกษาความหมายของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศข้างต้น พบว่านักการศึกษาได้ระบุความหมายของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศสอดคล้องกับที่โครงการวิจัยการเปลี่ยนแปลงของโลกสหรัฐอเมริกาได้ระบุไว้ในเอกสารการรู้สภาพภูมิอากาศ รวมทั้งกรอบแนวทางการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 (อ้างถึงใน Azevedo & Marques, 2017) ดังนั้น ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศจึงเป็นความสนใจและกังวลในประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ และตัดสินใจภายใต้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่น่าเชื่อถือโดยรับผิดชอบต่อการตัดสินใจ

3.2 องค์ประกอบของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

นักการศึกษาหลายท่านได้ระบุถึงความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศว่าเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการรู้สภาพภูมิอากาศ โดยจากการวิเคราะห์องค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศโดยใช้กรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์จากโครงการ PISA 2015 พบว่าความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการรู้สภาพภูมิอากาศ (Azevedo & Marques, 2017) แต่เมื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อความที่อธิบายความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศในแต่ละด้านร่วมกับเอกสารการรู้สภาพภูมิอากาศของโครงการวิจัยการเปลี่ยนแปลงของโลก สหรัฐอเมริกา (GCRP, 2009) และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้สภาพภูมิอากาศที่ระบุถึงความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศพบว่าเนื้อหาที่อธิบายมีความไม่สอดคล้องกันบางส่วน (Azevedo & Marques, 2017; Bedford, 2016; GCRP, 2009; Niepold et al., 2007) จึงได้เปรียบเทียบเนื้อความเกี่ยวกับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศดังตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์องค์ประกอบของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

องค์ประกอบของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ	**ข้อความที่ระบุถึงองค์ประกอบของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ**	
	โครงการ PISA 2015 (อ้างถึงใน Azevedo & Marques, 2017)	**เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรู้สภาพภูมิอากาศในส่วนของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ**
ความสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (interest in science and technology)	ความสนใจในวิทยาศาสตร์รวมทั้งประเด็นและความพยายามที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	ผู้รู้สภาพภูมิอากาศจะมีความสนใจในประเด็นที่เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ ตั้งใจจะบรรเทาความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและเคารพต่อความหลากหลายในมุมมองต่อสภาพภูมิอากาศของแต่ละบุคคล (Niepold et al., 2007)

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์องค์ประกอบของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ (ต่อ)

องค์ประกอบของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ	ข้อความที่ระบุถึงองค์ประกอบของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ	
	โครงการ PISA 2015 (อ้างถึงใน Azevedo & Marques, 2017)	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรู้สภาพภูมิอากาศในส่วนของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ
คุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบสอบ (valuing of scientific approaches to enquiry)	การเสนอหลักฐานที่เป็นพื้นฐานของความเชื่อในการอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น	ไม่พบเอกสาร
การรับรู้และตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม (a perception and awareness of environmental issues)	ความกังวลต่อสถานการณ์สิ่งแวดล้อมและการใช้ชีวิตที่ยั่งยืน	ผู้รู้สภาพภูมิอากาศมีความกังวลเกี่ยวกับผลของกิจกรรมที่เกิดจากมนุษย์ที่ส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน (Bedford, 2016) การมีความเชื่อว่าภาวะโลกร้อนเกิดขึ้นจริงภายใต้การมีวิจารณญาณ (Niepold et al., 2007)
ตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ (make informed and responsible decisions)	การใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศในการสนับสนุนการเลือกแนวทางการตัดสินใจ	ผู้รู้สภาพภูมิอากาศสามารถตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบต่อการกระทำที่อาจส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศในอนาคต (GCRP, 2009)

จากข้อความในเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรู้สภาพภูมิอากาศในส่วนของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ ผู้วิจัยจึงจัดองค์ประกอบของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศได้ 3 ด้าน ดังนี้

3.2.1 ความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ (interest in climate science) คือ ความสนใจในประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ และมีความตั้งใจที่จะบรรเทาความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2.2 การรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ (a perception of climate crisis) คือ ความเชื่อและความกังวลต่อสถานการณ์สภาพภูมิอากาศโลก

3.3.3 การตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ (make informed and responsible decisions) คือ การตัดสินใจในข้อมูลสภาพภูมิอากาศโดยมีเหตุผลสนับสนุนและรับผิดชอบต่อการตัดสินใจ

ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศนั้นสามารถเกิดขึ้นได้หลายระดับเนื่องมาจากความแตกต่างระหว่างบุคคล (Kahan, 2015) ซึ่งวิเคราะห์ลักษณะของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ (ปรับจาก Marzetta, 2016; Niepold et al., 2007) ได้ดังตารางที่ 4 โดยบุคคลที่มีความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศจะมีความสนใจในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ รับรู้และกังวลต่อสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ และมีความรับผิดชอบต่อสิ่งที่ตัดสินใจในข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ส่งผลให้มีระดับของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศแตกต่างกันตั้งแต่ระดับไม่สนใจจนกระทั่งมีความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

ตารางที่ 4 ลักษณะของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

ระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ	ลักษณะของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ
น้อย	บุคคลที่อยู่ในขั้นนี้จะไม่สนใจหรือไม่ทราบเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ คนส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะเพิกเฉยต่อการสื่อสารเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ
พอใช้	บุคคลที่อยู่ในขั้นนี้จะมีการเปิดรับข้อมูลและความรู้เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ แต่โดยทั่วไปแล้วคนกลุ่มนี้จะไม่ใส่ใจในข้อมูล
ปานกลาง	บุคคลในขั้นนี้มีความกระตือรือร้นในการเสพข้อมูลสภาพภูมิอากาศ และยินดีที่จะมีส่วนร่วมในการพูดคุยภายใต้ประเด็นดังกล่าว
มาก	บุคคลในขั้นนี้มีความตั้งใจที่จะรับผิดชอบ พยายามที่จะบรรเทาความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมทั้งเคารพต่อความหลากหลายของมุมมองการรับรู้และการให้คุณค่าในเรื่องสภาพภูมิอากาศของแต่ละบุคคล

4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ

4.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นความพยายามในการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Bell, Smetana, & Binns, 2005) National Science Foundation (NSF) National Research

Council (NRC) และ American Association for the Advancement of Science (AAAS) ได้ร่วมกันพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์โดยมุ่งหวังว่าจะสามารถปฏิรูปการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนของประเทศสหรัฐอเมริกาได้ในทุกระดับและทุกพื้นที่ (Minner et al., 2010) เช่นเดียวกับในประเทศออสเตรเลียและประเทศอังกฤษที่ได้มีการสนับสนุนให้ครูใช้การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมโนทัศน์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick et al., 2004; Minner et al., 2010) หลังจากนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบก็ได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายจนกระทั่งถูกระบุไว้ในหลักสูตรและนโยบายของหลายประเทศ (Minner et al., 2010)

> *นักเรียนทุกระดับชั้นและทุกแง่มุมทางวิทยาศาสตร์ควรมีโอกาสในการใช้การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาความสามารถในการคิดและดำเนินการในรูปแบบของการสืบสอบ รวมทั้งการตั้งคำถาม การวางแผนและการสืบสอบโดยใช้เครื่องมือและเทคนิคที่เหมาะสมในการรวบรวมข้อมูล การคิดอย่างมีวิจารณญาณและมีเหตุผลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานกับคำอธิบาย วิเคราะห์และสร้างคำอธิบายทางเลือกรวมทั้งสื่อสารข้อมูลทางวิทยาศาสตร์* (National Research Council, 1996)

> *การสืบสอบเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาบุคคลอันเกิดจากการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การได้มาซึ่งทักษะและความรู้ทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ที่จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาและใช้ความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นของตนเองและสังคม* (R. Bybee & Goodrum, 1999)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบมุ่งหวังให้นักเรียน 1) มีความรับผิดชอบในการเรียนรู้จากการเป็นผู้มีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้ และเป็นผู้ขับเคลื่อนหลักในกระบวนการเรียนรู้เพื่อการพัฒนาความรู้ 2) มีความคิดเชิงรุกโดยการเข้าไปมีส่วนร่วมในการพิจารณาเนื้อหาจากตรรกะความคิดสร้างสรรค์ ต่อยอดความรู้เดิมหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงความรู้ 3) มีแรงจูงใจในการเรียนรู้ ได้แก่ การมีความสนใจหรือตั้งใจในการเรียนรู้ ความอยากรู้อยากเห็น ความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ และการมีสมาธิจดจ่ออยู่กับสิ่งที่เรียนรู้ (Minner et al., 2010) เพื่อให้ซาบซึ้งกับวิธีการดำเนินงานที่หลากหลายของนักวิทยาศาสตร์ สามารถเข้าใจถึงพลังของการสังเกต ความรู้และความสามารถในการ

ตั้งคำถามและสมมติฐานที่พิสูจน์ได้ การใช้ข้อมูลที่หลากหลายเพื่อนำมายืนยันหรือปฏิเสธสมมติฐานจากการนำเสนอข้อโต้แย้งหรือแบบจำลอง การทำความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ใหม่และความไม่แน่ของของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งมนุษย์และสังคม (R. Bybee & Goodrum, 1999)

การสืบสอบได้รับการสนับสนุนจากความพยายามในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลากหลายประเทศทั้งในรูปแบบของการระบุในหลักสูตรและนโยบาย โดยเชื่อว่าเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาบุคคลในการเรียนรู้และความเข้าใจวิทยาศาสตร์

4.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ

การสืบสอบสามารถเรียกได้ว่าเป็นการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์เนื่องจากเป็นกระบวนการของการค้นพบและการประดิษฐ์ที่ต้องอาศัยการมีส่วนร่วม การสำรวจ การอธิบาย การประยุกต์ และการประเมินผล เพื่อเน้นการพัฒนาขีดความสามารถในการสืบสอบเพื่อพัฒนาโครงสร้างทางความรู้และความเข้าใจผ่านการเรียนรู้เชิงรุก การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการสื่อสารโดยใช้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (R. Bybee & Goodrum, 1999)

การสืบสอบคือรูปแบบของพฤติกรรมที่พัฒนาในการพยายามสร้างคำอธิบายของมนุษย์ในการอธิบายปรากฏการณ์ในสิ่งที่อยากรู้ (Haury, 1993) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบจึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนตั้งคำถามที่เกิดจากความอยากรู้ในการเริ่มต้นกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งการสืบสอบจะใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมเข้าร่วมพิจารณาข้อมูลโดยมีมุมมองใหม่ ๆ ในการสำรวจประเด็นและเนื้อหาในการตอบคำถาม โดยมีหลักสำคัญของการสืบสอบคือกระบวนการเรียนรู้เชิงรุกของนักเรียนในการตอบคำถามวิจัยจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมา อย่างไรก็ตามนักเรียนยังคงต้องการครูเป็นผู้สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ก่อนที่จะสร้างคำถามและออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบคำถามนั้น (Bell et al., 2005)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบคือการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนตั้งคำถาม วิเคราะห์ข้อมูลและคิดอย่างมีวิจารณญาณ (National Research Council, 1996) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนเรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยมีบทบาทเสมือนนักวิทยาศาสตร์ ในการทำความเข้าใจความรู้ด้วยตนเองจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Abd-El-Khalick et al., 2004)

จากความหมายของการการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบข้างต้น นักการศึกษาได้ระบุความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบสอดคล้องกันว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนตั้งคำถาม

สำรวจและวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อพัฒนาโครงสร้างทางความรู้และความเข้าใจผ่านการเรียนรู้เชิงรุกโดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบนั้นคือหลักการหรือวิธีการที่ครูใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียน อย่างไรก็ตาม มีผู้เสนอขั้นตอนเพื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบแก่นักเรียนไว้หลากหลายวิธี ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ 5 ขั้นตอนของ BSCS 5E instructional model (R. W. Bybee et al., 2006) จึงได้เลือกใช้คำนิยามของการเรียนรู้แบบสืบสอบว่าเป็นกระบวนการของการค้นพบที่ต้องอาศัยการมีส่วนร่วม การสำรวจ การอธิบาย การประยุกต์ และการประเมินผล เพื่อพัฒนาโครงสร้างทางความรู้และความเข้าใจผ่านการเรียนรู้เชิงรุก การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการสื่อสารโดยใช้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (R. W. Bybee et al., 2006)

4.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบคือทฤษฎีสรรคนิยม (constructivism) เป็นการเน้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เนื่องจากการสืบสอบมีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นักการศึกษาได้เสนอไว้อย่างหลากหลายที่เหมาะสมกับเนื้อหาที่มีความซับซ้อนและกระบวนการแตกต่างกัน การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบจึงจำเป็นต้องพัฒนานักเรียนให้เหมาะสมโดยมีครูเป็นผู้สนับสนุนศักยภาพการเรียนรู้ (Minner et al., 2010) ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดของนักปรัชญาที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการสืบสอบได้แก่ Lev Vygotsky เสนอแนวคิดสรรคนิยมเชิงสังคม (social constructivism) เป็นความเชื่อที่ว่าความรู้เกิดขึ้นได้โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสังคมและวัฒนธรรม โดยระบุว่าการมีปฏิสัมพันธ์ทางวัฒนธรรมและสังคมมีผลต่อพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของมนุษย์ตั้งแต่เกิด โดยมนุษย์มีพัฒนาการในระหว่างรอยต่อพัฒนาการ (zone of proximal development) จากการเรียนรู้ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับทุกคนในสังคมและขึ้นกับบริบทของสังคม โดยการสร้างความรู้ด้วยตนเองของบุคคลในระหว่างรอยต่อพัฒนาการจะเกิดจากการได้รับความช่วยเหลือหรือชี้แนะเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ (Scaffolding) เพื่อให้สามารถเพิ่มระดับพัฒนาการสู่ขั้นต่อไป (Langford, 2004)

นอกจากนี้ Piaget เชื่อว่ามนุษย์มีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญา (cognitive development) ตามการเจริญเติบโตดังนั้นกระบวนการเรียนรู้สามาถเกิดขึ้นได้ด้วยตนเองจากการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาจากกระบวนการปรับสมดุลทางความคิดที่เป็นผลมาจากความไม่สมดุลที่ความรู้ใหม่ไม่สามารถเข้ากับโครงสร้างทางความรู้เดิมได้ (Piaget, 1964) ซึ่งการเปิดโครงสร้างทางความรู้เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการทำความเข้าใจ ซึ่งในกรณีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบนั้นโครงสร้าง

ทางความรู้เกิดผ่านวงจรการสืบสอบโดยการตรวจสอบและพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Minner et al., 2010)

4.4 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบนั้นเป็นหลักการหรือวิธีการที่ครูใช้ในการจัดการเรียนรู้ผ่านขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ซึ่งมีการกำหนดไว้หลากหลายรูปแบบ ทั้งนี้ มีนักการศึกษานำเสนอรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีขั้นตอนแตกต่างกันไว้ ดังนี้

4.4.1 วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบสอบ 5 ขั้นตอน ของ investigation cycle (Minner et al., 2010) ได้แก่

1) ขั้นที่ 1 การสร้างคำถาม (generating questions)
2) ขั้นที่ 2 การออกแบบการทดลอง (designing experiments)
3) ขั้นที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล (collecting data)
4) ขั้นที่ 4 การสร้างข้อสรุป (drawing conclusion)
5) ขั้นที่ 5 การสื่อสารผลการศึกษา (communicating findings)

4.4.2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ 5 ขั้นตอน ของ BSCS 5E instructional model (R. W. Bybee et al., 2006) ได้แก่

1) ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (engagement) ครูเข้าถึงความรู้เดิมของนักเรียนและสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความอยากรู้และมีส่วนร่วมในมโนทัศน์ใหม่ผ่านกิจกรรมสั้น ๆ ที่เชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิมและประสบการณ์การเรียนรู้ใหม่ เพื่อให้นักเรียนแสดงมโนทัศน์และโครงสร้างทางความคิดก่อนหน้าผ่านกิจกรรม
2) ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (exploration) นักเรียนได้รับประสบการณ์จากกิจกรรมที่นักเรียนเข้าร่วม ซึ่งประสบการณ์เหล่านั้นเป็นพื้นฐานของมโนทัศน์ที่จะเรียนรู้ โดยกิจกรรมที่นักเรียนเข้าร่วมจะสนับสนุนการใช้ความรู้ก่อนหน้าในการสร้างแนวคิดใหม่ในกระบวนการสืบสอบ
3) ขั้นที่ 3 การอธิบาย (explanation) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนอธิบายประสบการณ์ที่ได้รับในขั้นการสร้างความสนใจและขั้นการสำรวจและค้นหาเพื่อให้นักเรียนอธิบายความเข้าใจมโนทัศน์ของตนเอง และครูจะอธิบายมโนทัศน์แก่นักเรียนเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น

4) ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (elaboration) นักเรียนจะได้รับการขยายความเข้าใจในสถานการณ์ใหม่ เพื่อให้มีความเข้าใจลึกซึ้ง ชัดเจน และได้รับข้อมูลเพิ่มขึ้น จากการประยุกต์ความรู้ที่มีในกิจกรรมใหม่
5) ขั้นที่ 5 การประเมิน (evaluation) ครูกระตุ้นและเปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินความเข้าใจและความสามารถของตนเอง นอกจากนี้ครูยังประเมินความก้าวหน้าในผลการเรียนรู้ของนักเรียน

4.4.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่มีการสืบสอบเป็นฐาน (inquiry-based Instruction) ซึ่งได้จากการตีความและสรุปจากองค์ประกอบสำคัญที่เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ในเอกสารของ National Science Education Standards (NSES) ได้ 5 ขั้นตอน (R. Bybee & Goodrum, 1999) ได้แก่

1) ขั้นที่ 1 การตั้งคำถาม นักเรียนมีส่วนร่วมด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์ (students are engaged by scientifically oriented questions)โดยคำถามนั้นจะต้องมีความเป็นไปได้ในการสืบสอบและมีความเป็นมา มีเหตุและผล รวมทั้งมีความสอดคล้องกับโลกความเป็นจริง
2) ขั้นที่ 2 การสำรวจ นักเรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานที่ใช้ในการตอบคำถาม (students give priority to evidence in responding to these questions) นักเรียนเสาะหาหลักฐานที่น่าเชื่อถือจากการสังเกตและวัดอย่างรอบคอบและมีการตรวจสอบ โดยหลักฐานที่ได้จะนำไปสู่การยืนยัน การตั้งคำถาม และการสืบสอบเพิ่มเติม
3) ขั้นที่ 3 การสร้างคำอธิบาย นักเรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน (students formulate explanations from evidence) โดยคำอธิบายจะเกิดจากตรรกะและเหตุผล ซึ่งขึ้นอยู่กับความเชื่อ การให้คุณค่า และความเข้าใจของแต่ละบุคคล
4) ขั้นที่ 4 การประเมิน นักเรียนประเมินคำอธิบายของตนเองในแนวทางอื่น ๆ (students evaluate their explanations in light of alternative explanations) นักเรียนจะได้เรียนรู้คำอธิบายของคนอื่น ๆ ที่อาจเป็นไปได้ผ่านการแบ่งปันกับเพื่อนและการได้รับข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ซึ่งหลังจากนั้นนักเรียนจะทำการพิจารณาเพื่อประเมินคำอธิบายที่ตนเองสร้างขึ้นอีกครั้งโดยขึ้นกับหลักฐานเชิงประจักษ์
5) ขั้นที่ 5 การสื่อสาร นักเรียนสื่อสารและตัดสินคำอธิบาย (students communicate and justify their explanations) นักเรียนจะแสดงความสามารถในการตีความคำถามและสมมติฐาน อธิบายกระบวนการและหลักฐานจากการทดลอง นำเสนอคำอธิบายที่มี

ความสมเหตุสมผล และพัฒนาข้อโต้แย้งที่มีตรรกะขึ้นกับการตรวจสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่นักการศึกษาได้ระบุไว้ในข้างต้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ 5 ขั้นตอนของ BSCS 5E instructional model (R. W. Bybee et al., 2006) โดยมีขั้นตอนได้แก่ การสร้างความสนใจ (engagement) การสำรวจและค้นหา (exploration) การอธิบาย (explanation) การขยายความรู้ (elaboration) และการประเมิน (evaluation) เนื่องจากความสะดวกในการนำไปปรับใช้ในการจัดกิจกรรมให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการพัฒนานักเรียน

5. การเรียนรู้โดยใช้เกม

5.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้เกม

นักการศึกษาพยายามเสาะหากลยุทธ์หรือนวัตกรรมการเรียนรู้ที่จะสนับสนุนให้เกิดการผสมผสานความสนุกสนานในการศึกษา โดยผลที่เกิดขึ้นคือเทคโนโลยีเกมซึ่งสนับสนุนให้เกิดการผสานเนื้อหาเข้าไปไว้ในการเล่นเกมซึ่งสามารถพัฒนาทักษะและเสริมสร้างการเรียนรู้จากกิจกรรมบันเทิง (Ratan & Ritterfeld, 2009) โดยผลของการพยายามตอบสนองต่อการปฏิรูปหลักสูตรการศึกษาในวงการการศึกษาวิทยาศาสตร์สากลในเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของหลายประเทศส่งผลให้มีการสรรค์สร้างเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางกายภาพและสังคมที่ส่งผลต่อความร้อนของบรรยากาศในระยะยาว โดยเกมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกลายมาเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญในการสนับสนุนการให้ความรู้ที่มีประสิทธิภาพ (Wu & Lee, 2015) เนื่องจากเกมเป็นสิ่งที่ดึงดูดใจและเป็นกิจกรรมที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์สำหรับการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากสามารถฝึกความสามารถในการรับรู้และเสริมสร้างความคิดในหลากหลายแง่มุม อาทิ การเรียนรู้แนวคิดใหม่ การเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ การฝึกความจำและเสริมสร้างประสบการณ์ในตัวผู้เล่น การมีความรู้สึกอิสระและความสนุกสนานเพลิดเพลินจะนำไปสู่ความพร้อมในการดำเนินกิจกรรมนั้นซ้ำโดยไม่ต้องมีสิ่งกระตุ้น (ปิยนันท์ ปานนิ่ม & ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ, 2549) การใช้เกมในการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้รับความรู้มากกว่าการเล่น ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสนุกสนานและตื่นเต้น นักเรียนจึงสามารถควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้การเรียนรู้เนื้อหาที่มีกฎและเป้าหมายของเกมให้เกิดความท้าทายในการเรียนรู้

เกมให้ทั้งความสนุกและส่งเสริมการคิดเพื่อเกิดการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังสนับสนุนให้เกิดการคิดเชิงลึกที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจระบบที่มีความซับซ้อน (Squire, 2008) โดยในเกมหนึ่งเกมสามารถสร้างแบบจำลองที่ซับซ้อนหรือสร้างระดับของการควบคุมที่ไม่สามารถกระทำได้ในโลกแห่งความเป็นจริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการจัดการรับมือกับระบบบรรยากาศทั่วโลก ส่งผลให้ประสบการณ์ที่ได้จากเกมไม่เพียงแต่เป็นการมีส่วนร่วม แต่ยังรวมไปถึงการทำความเข้าใจเนื่องจากการมีมุมมองที่หลากหลาย อาทิ การมองเห็นอนาคตและผลของการกระทำ (Wu & Lee, 2015) จึงถือว่าเกมเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเนื่องจากสามารถช่วยให้เกิดความเข้าใจและการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรม (Chiarello & Castellano, 2016) ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องต่าง ๆ อย่างสนุกสนานและท้าทายความสามารถ โดยนักเรียนเป็นผู้เล่นเองทำให้ได้รับประสบการณ์ตรง เป็นวิธีการที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมสูง (ทิศนา แขมมณี, 2560)

เกมทางการศึกษาเกิดจากความพยายามสร้างนวัตกรรมหรือเครื่องมือทางการศึกษาที่ช่วยสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ให้ดียิ่งขึ้นทั้งทางด้านการเรียนรู้แนวคิด การฝึกฝน และการรู้สึกมีส่วนร่วมจากประสบการณ์ เป้าหมายของเกมเป็นสิ่งท้าทายในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และได้รับประสบการณ์ที่อาจไม่สามารถกระทำได้ในโลกแห่งความเป็นจริง มีความซับซ้อน หรือมีความเป็นนามธรรม (Prensky, 2003)

5.2 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้เกม

นักการศึกษาได้กล่าวถึงเกมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ไว้หลายลักษณะไม่ว่าจะเป็นเกมคอมพิวเตอร์ การ์ดเกม หรือเกมกระดาน โดยได้ระบุว่าเกมเป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาที่จะเพิ่มพื้นที่ของการสำรวจ การเข้าถึง และการได้มาซึ่งทักษะ แนวคิด และตัวตนที่เกิดจากการเข้าร่วมประสบการณ์ (Squire, 2008) อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือทางการศึกษาที่เพิ่มโอกาสการเรียนรู้จากการพิจารณาเนื้อหาความรู้ภายในเกม (Ratan & Ritterfeld, 2009) นอกจากนี้ได้ระบุว่าเกมเป็นเครื่องมือทางการศึกษาที่จะช่วยอำนวยความสะดวกในการสื่อสารและสนับสนุนการนำความรู้พื้นฐานมาใช้ (Garcia-Barrios, Perfecto, & Vandermeer, 2016) นอกจากนี้เกมยังเป็นกระบวนการที่ครูใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการให้นักเรียนเล่นเกมตามกติกา โดยนำเนื้อหาและข้อมูลของเกม พฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่น และผลการเล่นเกมของนักเรียนมาใช้ในการอภิปรายเพื่อสรุปการเรียนรู้ (ทิศนา แขมมณี, 2560)

ในทางด้านเนื้อหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์นั้น เกมเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้มโนทัศน์นามธรรมทางวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อน (Chiarello & Castellano, 2016) รวมทั้งยังมีนักการศึกษาจำนวนมากได้ใช้เกมเพื่อพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศผ่านเกม โดยอาจอยู่ในรูปของเกมสภาพภูมิอากาศ หรือ เกมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือ เกมภาวะโลกร้อนซึ่งเป็นเกมประเภทจริงจัง (serious games) ไม่ใช่เกมที่สร้างขึ้นเพื่อจุดประสงค์ทางความบันเทิง (Hansen et al., 2018; Reckien & Eisenack, 2013; Wu & Lee, 2015) ที่มีจุดประสงค์เพื่อกระตุ้นและสำรวจประเด็นปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งให้ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมแก่ผู้เล่น (Reckien & Eisenack, 2013) ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการถ่ายโอนความรู้ ช่วยให้เกิดการมีส่วนร่วมภายในกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งช่วยให้การสื่อสารความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อนง่ายขึ้นด้วย (Hansen et al., 2018; Wu & Lee, 2015) นอกจากนี้ยังระบุว่าเกมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นเกมและเป็นการจำลองสถานการณ์ที่มีการเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นหัวเรื่องหลัก โดยมุ่งเน้นที่กระบวนการและบทบาทของมนุษย์ รวมทั้งศักยภาพของมนุษย์ที่จะส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Wu & Lee, 2015)

ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้เกมที่นักการศึกษาหลายท่านระบุไว้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน จึงสามารถสรุปความหมายของการเรียนรู้โดยใช้เกมได้ว่าเป็น การใช้เกมในการเป็นเครื่องมือทางการศึกษาเพื่อช่วยสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการถ่ายโอนความรู้และสามารถเรียนรู้มโนทัศน์ที่มีความซับซ้อนได้ดียิ่งขึ้นผ่านประสบการณ์ที่ได้จากกิจกรรมการเรียนรู้

5.3 องค์ประกอบของการเรียนรู้โดยใช้เกม

เกมเป็นกิจกรรมที่ช่วยเปลี่ยนให้กิจกรรมแบบอิสระกลายเป็นการเล่นที่มีรูปแบบโครงสร้างกิจกรรมที่ชัดเจนโดยยังคงความสนุกไว้อยู่ ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ เป้าหมาย กฎ กิจกรรมที่ท้าทาย ทางเลือก และจินตนาการ (Charsky, 2010) อย่างไรก็ตาม ยังมีนักการศึกษาอีกหลายท่านได้ระบุถึงองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้เกมไว้แตกต่างกันได้แก่

5.3.1 องค์ประกอบของเกมในการออกแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับเกมคอมพิวเตอร์ (Alessi and Trollip, 2001 อ้างถึงใน ปิยนันท์ ปานนิ่ม & ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ, 2549) ได้แก่

1) เป้าหมาย (goals) เกมแต่ละตอนจะต้องมีการตั้งเป้าหมายเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยที่เป้าหมายนั้นไม่ยากจนเกินไป ซึ่งระหว่างการเล่มเกม นักเรียนจะได้รับการเสริมสร้างความรู้และทักษะ
2) กติกา (rules) การเล่นเกมจะมีการกำหนดขอบเขตหรือข้อบังคับในกิจกรรมที่นักเรียนสามารถทำได้ หรือไม่สามารถทำได้
3) การแข่งขัน (competition) การแข่งขันจะเพิ่มแรงจูงใจในการเล่นเกมเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ซึ่งอาจเป็นการแข่งขันกับฝ่ายตรงข้าม แข่งขันกับตนเอง หรือแข่งขันกับเวลา
4) ความท้าทาย (challenge) ความท้าทายภายในเกมจะนำไปสู่ความพยายามของนักเรียนไปสู่การบรรลุเป้าหมาย อย่างไรก็ตามภายในเกมควรมีความยืดหยุ่นเพื่อให้สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความสามารถของนักเรียน
5) จินตนาการ (fantasy) จินตนาการเป็นสิ่งที่สร้างแรงจูงใจให้นักเรียนในการเกิดความรู้สึกมีประสบการณ์ร่วม ทั้งนี้อาจมีจินตนาการที่แตกต่างกันออกไปตั้งแต่ระดับรับรู้จนถึงเพ้อฝัน
6) ความปลอดภัย (safety) การจำลองสถานการณ์ภายในเกมจำเป็นต้องยึดหลักความปลอดภัยของนักเรียนเป็นหลัก ในกรณีที่กิจกรรมของเกมนั้นอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อนักเรียนหรือผู้ที่เกี่ยวข้องได้
7) ความสนุกสนาน (entertainment) ความสนุกสนานเป็นลักษณะสำคัญของเกมที่ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้

5.3.2 องค์ประกอบของเกมที่สังเคราะห์จากองค์ประกอบร่วมของหลายงานวิจัย (Garris, Ahlers, & Driskell, 2002) ได้แก่

1) จินตนาการ (fantasy) การจินตนาการ บริบทที่สนับสนุนจินตนาการ หัวเรื่อง หรือตัวละคร
2) กติกา/เป้าหมาย (rules/goals) กติกาและเป้าหมายที่ชัดเจน และการตอบกลับในกระบวนการที่นำไปสู่เป้าหมาย
3) การกระตุ้นความรู้สึก (sensory stimuli) เรื่อราวที่เป็นสิ่งกระตุ้นความรู้สึก
4) ความท้าทาย (challenge) ระดับความยากที่เหมาะสมและความไม่แน่นอนในการบรรลุเป้าหมาย
5) ความลึกลับ (mystery) ระดับความซับซ้อนที่เหมาะสม
6) การควบคุม (control) นักเรียนเป็นผู้ควบคุมหรือเป็นผู้ได้รับสิทธิ์ในการเลือก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.4 บทบาทของเกมในการจัดการเรียนรู้

เกมทางการศึกษามีบทบาทต่อการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับบทบาทเป็นผู้เล่นในเกม โดยมีนักการศึกษาได้ระบุลักษณะของเกมที่แสดงถึงบทบาทของเกมในกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ได้แก่

5.4.1 ลักษณะของเกมที่ส่งผลต่อผู้เล่นในเกมทางการศึกษา 5 ประการ (Squire, 2008) ได้แก่

1) การผสานและเชื่อมโยงความท้าทาย
2) การแบ่งบทบาท
3) การผสานข้อมูล
4) การเชื่อมโยงเกมกับตัวบุคคล
5) การสนับสนุนให้เกิดการร่วมมือและการแข่งขัน

5.4.2 บทบาทของเกมในการช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้จากการกระตุ้นความสนใจ การจดจ่อกับกิจกรรม และ แรงจูงใจในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ด้าน (Chiarello & Castellano, 2016) ดังนี้

1) ความสนุกสนานของเกมจะสนับสนุนให้เกิดความสนใจ ความตั้งใจ และแรงจูงใจของผู้เล่น
2) ประสบการณ์ของของเล่นเกมจะ "ยับยั้งความไม่เชื่อ" ในการเตรียมความพร้อมให้ผู้เล่นเปิดรับแนวคิดใหม่ ๆ ที่ห่างไกลจากชีวิตประจำวันของตนเอง
3) เกมสนับสนุนให้เกิดแนวทางการเรียนรู้โดยการลงมือทำ (learning by doing) ซึ่งทำให้เกิดการพัฒนาความรู้และทักษะ
4) ผู้เล่นถูกกระตุ้นให้ทำความเข้าใจหลักการหรือความรู้เบื้องหลังของเกมจากความต้องการชนะการแข่งขัน
5) บรรยากาศของเกม (เฉพาะเกมกระดาน) จะส่งเสริมให้เกิดการอภิปรายและสะท้อนความคิดเห็นระหว่างผู้เล่น
6) ช่วงพักการแข่งขันของเกมจะส่งเสริมให้เกิดการอธิบายและชี้แจงอย่างเป็นธรรมชาติ ซึ่งไม่เป็นการเสนอเนื้อหาความรู้แบบรบกวนระหว่างการเล่นเกม
7) เกมทางการศึกษามีบทบาทต่อการเรียนรู้ของนักเรียนซึ่งเป็นผู้เล่นในเกม โดยเกมมีบทบาทในการสนับสนุนให้เกิดความสนใจและตั้งใจอันเป็นผลมาจากแรงจูงใจภายในเกม มีบทบาท

ในการเชื่อมโยงความท้าทายจากสถานการณ์กับตัวบุคคล รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวบุคคลในเกม สนับสนุนให้เกิดการร่วมมือหรือแข่งขันเพื่อบรรลุเป้าหมายทางการศึกษา

5.5 ทฤษฎีที่สนับสนุนการเรียนรู้โดยใช้เกม

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนรู้โดยใช้เกมคือทฤษฎีแรงจูงใจ (motivation theory) โดยแรงจูงใจเป็นปัจจัยสำคัญที่จะนำไปสู่พฤติกรรมบางประการในการพัฒนาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจะเกิดเจตคติที่ดีในการเรียนรู้รวมทั้งมีความเข้าใจมโนทัศน์ที่ดีขึ้น (Pardee, 1990) ซึ่งแรงจูงใจเกิดได้จากการได้รับความท้าทาย (challenge) จากกิจกรรมที่มีเป้าหมายชัดเจน ความท้าทายจะส่งผลให้นักเรียนเกิดความเคารพในตนเอง นอกจากนี้ความท้าทายยังก่อให้เกิดแรงจูงใจที่จะนำไปสู่การเกิดความรู้หรือทักษะใหม่ (Malone, 1981) นอกจากนี้ แรงจูงใจยังนำไปสู่การแสดงพฤติกรรมในการเรียนรู้ กล่าวคือ เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (meaningful learning) ซึ่งประสิทธิภาพของการเรียนรู้อย่างมีความหมายของนักเรียนขึ้นกับ 2 ส่วน ได้แก่ 1) งานหรือกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนแนวคิดของตนเอง และ 2) ความรู้หรือโครงสร้างทางความรู้ที่นักเรียนมีก่อนหน้า ที่นักเรียนนำมาใช้ในการสะท้อนความรู้ของตนเองและสร้างความรู้ใหม่ การใช้งานหรือกิจกรรมเป็นสิ่งกระตุ้นให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมไปสู่การบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ จึงสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและมีความรู้ที่ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น (Ausubel, 2012)

5.6 ประเภทของเกม

เกมสามารถจำแนกได้หลายประเภทตามเกณฑ์ที่ใช้ โดยตัวแปรสำคัญที่จะทำให้การเลือกเกมเพื่อการเรียนรู้แตกต่างกันได้แก่ อายุ เพศ ความสามารถในการแข่งขัน และประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับเกม (Prensky, 2003) ซึ่งนักการศึกษาได้จำแนกประเภทของเกมโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ ได้แก่

5.6.1 ประเภทของเกมที่แบ่งโดยใช้เรื่องราวของเกมเป็นเกณฑ์ (Grace, 2005) ได้แก่

1) เกมต่อสู้ (action) เกมที่ให้ความสนใจกับการกระทำเป็นหลัก การแสดงพฤติกรรมสะท้อนกลับเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับการเล่นเกมประเภทนี้
2) เกมผจญภัย (adventure) เกมที่ให้ความสนใจกับการสำรวจและการแก้ปริศนาเป็นหลัก การใช้เหตุผล ความคิดสร้างสรรค์และความอยากรู้อยากเห็นเป็นทักษะจำเป็นสำหรับการเล่นเกมประเภทนี้
3) เกมปริศนา (puzzle) เกมที่เน้นปริศนาเป็นหลัก

4) เกมบทบาทสมมติ (role playing) เกมที่ให้โอกาสผู้เล่นได้ดื่มด่ำกับความรู้สึกของตัวละครในสถานการณ์ การเล่นเกมนี้จำเป็นต้องใช้เวลาและเทคนิคการจัดการตัวละคร
5) เกมสถานการณ์จำลอง (simulation) เกมที่เน้นองค์ประกอบของสถานการณ์จำลองที่มีความคล้ายคลึงกับโลกแห่งความเป็นจริงมากที่สุด จึงเป็นโลกเสมือนจริงที่สร้างความสนุกจากการสร้างสิ่งใหม่
6) เกมกลยุทธ์ (strategy) เกมที่ให้ความบันเทิงผ่านการใช้เหตุผลและการแก้ปัญหา มักเป็นเกมที่ไม่มีเรื่องราวมากนัก

5.6.2 ประเภทของเกมที่ใช้วัตถุประสงค์การจัดการเรียนรู้เป็นเกณฑ์ (ปิยนันท์ ปานนิ่ม & ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ, 2549) ได้แก่

1) เกมผจญภัย (adventure game) เกมที่เน้นแก้ปัญหาและใช้เหตุผลค้นหาคำตอบ ภายในเกมจะมีข้อมูลประกอบน้อยเนื่องจากผู้เล่นจะต้องใช้ไหวพริบ
2) เกมแข่งขัน (arcade-type game) เกมที่แข่งขันกับเวลาและตนเอง โดยมีเวลาเป็นสิ่งเร้าเสริมแรงในการหาคำตอบ
3) เกมกระดาน (board game) เกมสองมิติคล้ายหมากกระดาน
4) เกมพนัน (gambling game) เกมการจัดการการเงินโดยมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เล่นเข้าใจเรื่องราวโดยมีการใช้เงินเป็นแรงจูงใจ
5) เกมต่อสู้ (combat game) เกมที่เน้นการปะทะโดยใช้ความรุนแรงและมีการแข่งขันสูง ซึ่งอาจเป็นการแข่งขันระหว่างผู้เล่นด้วยกันเองหรือกับโปรแกรม
6) เกมตรรกะ (logic game) เกมที่เน้นให้ผู้เล่นใช้ตรรกะในการแก้ปัญหา
7) เกมจิตวิทยา (psychomotor game) เกมที่ฝึกทักษะและความสามารถด้านการคิดโดยที่ผู้เล่นต้องคิดหาวิธีเอาชนะผู้เล่นฝ่านตรงข้ามด้วยตนเอง
8) เกมบทบาทสมมติ (role-playing game) ผู้เล่นจะเป็นส่วนหนึ่งของเกมโดยจะต้องแก้สถานการณ์ในเกม
9) เกมตอบปัญหา (TV quiz game) เกมตอบปัญหาจากการถาม-ตอบธรรมดา
10) เกมคำศัพท์ (word game) เกมที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เล่นรู้จักคำศัพท์
11) เกมประยุกต์ (template game) เกมที่ประยุกต์เกมรูปแบบอื่น ๆ ไว้ด้วยกันเพื่อให้เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้

5.6.3 ประเภทของเกมทางการศึกษาที่นำมาใช้เพื่อจัดการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วยผู้เล่น กติกา และเป้าหมายของเกม โดยแบ่งเป็น 3 ประเภท (ทิศนา แขมมณี, 2560) ได้แก่

1) เกมแบบที่ไม่มีการแข่งขัน เช่น เกมการตอบคำถาม
2) เกมแบบแข่งขัน มีผู้แพ้และผู้ชนะ
3) เกมจำลองสถานการณ์ (simulation game) ซึ่งผู้เล่นจะต้องคิดตัดสินใจจากข้อมูลที่มี และได้รับผลของการตัดสินใจ ซึ่งมี 2 ลักษณะ ได้แก่
   3.1) เกมกระดาน (board game) เป็นเกมสถานการณ์ที่จำลองสถานการณ์ให้ผู้เล่นจัดการเกมเพื่อบรรลุเป้าหมายของเกมผ่านเหตุการณ์ภายในเกม ทั้งนี้ผู้เล่นอาจมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เล่นอื่นในเกมตามที่บริบทของเกมนั้นเอื้ออำนวย เช่น เกมเศรษฐี
   3.2) เกมคอมพิวเตอร์ (computer game) เป็นเกมที่ผู้เล่นสามารถควบคุมสถานการณ์ในเกมผ่านคอมพิวเตอร์เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของเกม

จากประเภทของเกมที่นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอ เกมทางการศึกษาที่จะใช้ในงานวิจัยนี้เป็นเกมที่ประกอบด้วยผู้เล่น กติกา และเป้าหมายของเกม โดยผู้เล่นมีบทบาทในการจัดการเกมผ่านเหตุการณ์ภายในเกมเพื่อบรรลุเป้าหมาย นอกจากนี้ยังสนับสนุนให้มีการเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เล่นในเกม เนื่องจากมีความเหมาะสมต่อการนำไปปรับใช้เพื่อพัฒนาเนื้อหาวิชาที่มีความซับซ้อนและเป็นระบบและสนับสนุนให้เกิดความตระหนักต่อสถานการณ์ในบทเรียนผ่านประสบการณ์ภายในเกม

6. แนวทางการวัดและประเมินความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

นักการศึกษาได้ใช้แนวทางการวัดประเมินการรู้สภาพภูมิอากาศผ่านการวัดและประเมินองค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศทั้ง 3 ด้านในหลากหลายรูปแบบ ซึ่งผู้วิจัยสนใจศึกษาองค์ประกอบ 2 ด้าน ได้แก่ ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ โดยตัวอย่างการวัดและประเมินจากงานวิจัยส่วนใหญ่มีรูปแบบของการวัดประเมินได้แก่ การใช้แบบสอบหลายตัวเลือก การใช้แบบสอบปลายเปิด การใช้แบบสอบวาดภาพ และการสัมภาษณ์ อันเนื่องมาจากคำถามของการวิจัยหรือองค์ประกอบที่ต้องการวัด ดังตัวอย่างต่อไปนี้

6.1 ตัวอย่างที่ 1

ตัวอย่างเครื่องมือวัดการรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (McNeill & Vaughn, 2012) ที่ใช้วัดการรู้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศใน 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ความเข้าใจ

ความเชื่อ และพฤติกรรม ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ข้อสอบปลายเปิด และแบบสัมภาษณ์

ข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

3. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

a. เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์เท่านั้น

b. อธิบายคลื่นความร้อนที่เคยเกิดขึ้นในหน้าร้อนที่แล้ว

c. เป็นการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบสภาพอากาศในช่วงเวลานาน

d. อธิบายการลดลงของเชื้อเพลิงฟอสซิลที่สามารถใช้ได้

9. แก๊สเรือนกระจกในบรรยากาศโลกดักจับ:

a. ความร้อน แต่ไม่ดักจับแสงที่ตามองเห็นและรังสีอัลตราไวโอเลต

b. แสงที่ตามองเห็น แต่ดักจับความร้อนและรังสีอัลตราไวโอเลต

c. รังสีอัลตราไวโอเลต แต่ไม่ดักจับความร้อนและแสงที่ตามองเห็น

d. ความร้อน แต่ไม่ดักจับแสงที่ตามองเห็นและรังสีอัลตราไวโอเลต

ข้อสอบปลายเปิดมีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดความเชื่อเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

2. พฤติกรรม 3 ประการของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคืออะไร ทำไม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบสัมภาษณ์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดพฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อมที่เป็นผลมาจากความตระหนักเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 4 ด้าน ได้แก่ 1) ความเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 2) ความเข้าใจในลำดับกระบวนการของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 3) ความเชื่อเกี่ยวกับการเกิดสภาพอากาศและสภาพภูมิอากาศ 4) พฤติกรรมส่วนบุคคลที่ช่วยในการลดผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

1. นึกถึงอะไรเมื่อได้ยินคำว่าภาวะโลกร้อน นักเรียนคิดว่าสิ่งนั้นหมายความว่าอะไร

*2. **ก่อนเรียน**-นักเรียนได้ยินหรือได้รับข้อมูลเกี่ยวกับภาวะโลกร้อนจากแหล่งใด นักเรียนได้เรียนรู้อะไรจากข้อมูลนั้น*

*2. **หลังเรียน**-นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับภาวะโลกร้อนในเรื่องใดเป็นพิเศษ นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของภาวะโลกร้อนได้หรือไม่*

3. นักเรียนคิดว่าภาวะโลกร้อนกำลังเกิดขึ้นหรือไม่ ทำไม

4. นักเรียนกังวลในเรื่องนี้หรือไม่ ทำไม

*a. **ถ้าคำถามไม่เป็นไปตามลำดับขั้น**-นักเรียนคิดว่าสิ่งใดเป็นผลกระทบจากภาวะโลกร้อน*

5. ขณะนี้นักเรียนได้ทำอะไรเพื่อเป็นการลดผลกระทบของตนเองต่อภาวะโลกร้อนหรือไม่

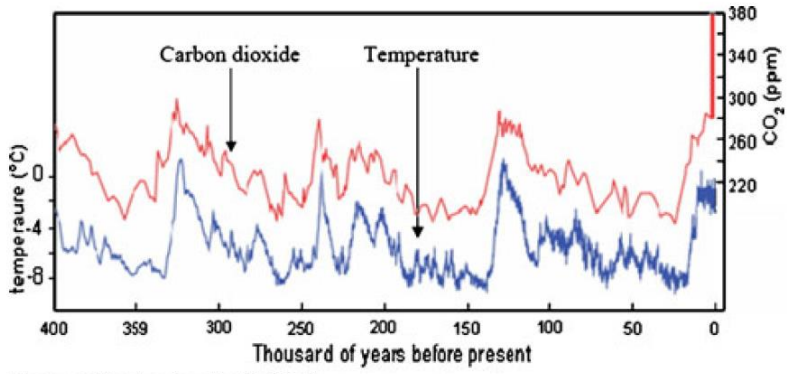
6.2 ตัวอย่างที่ 2

ตัวอย่างเครื่องมือวัดมโนทัศน์ของนักเรียนเกี่ยวกับภาวะเรือนกระจก ภาวะโลกร้อน และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Shepardson, Niyogi, Roychoudhury, & Hirsch, 2012) จำนวน 5 ข้อ โดยแบ่งเป็นข้อสอบปลายเปิด 4 ข้อ และข้อสอบวาดและอธิบายตอบ 1 ข้อ ดังต่อไปนี้

ข้อสอบข้อที่ 1 มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนต้องตีความกราฟทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้กันโดยทั่วไป ซึ่งเป็นหลักฐานเกี่ยวกับภาวะโลกร้อนเช่น ข้อมูลเกี่ยวกับแกนน้ำแข็งที่สัมพันธ์กับอุณหภูมิและคาร์บอนไดออกไซด์

1. กราฟด้านล่างแสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในบรรยากาศในช่วงศตวรรษที่ผ่านมา แกนด้านซ้ายแสดงอุณหภูมิและแกนด้านขวาแสดงคาร์บอนไดออกไซด์ แกนด้านล่างแสดงปีจากปัจจุบัน (0) ถึงอดีตนักวิทยาศาสตร์มักใช้ข้อมูลนี้ในการพูดถึงภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นักเรียนคิดอย่างไรเกี่ยวกับข้อมูลที่สนับสนุนมุมมองของนักวิทยาศาสตร์ในเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



The top red line is carbon dioxide (CO_2)
The bottom blue line is temperature

ข้อสอบข้อที่ 2 มีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์กับภาวะโลกร้อน โดยให้นักเรียนอธิบายถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นกับสภาพภูมิอากาศของโลกถ้าหากระดับของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไม่เพิ่มขึ้นในอนาคต

2. ถ้าหากระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไม่เพิ่มขึ้น จะเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือไม่

(a) ถ้าหากใช่ ปัจจัยอื่นนอกเหนือจากคาร์บอนไดออกไซด์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคืออะไร

(b) ถ้าหากไม่ใช่ ทำไมจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ข้อสอบข้อที่ 3 มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับผลของสภาพภูมิอากาศที่ร้อนต่อมหาสมุทร สภาพอากาศ พืช สัตว์ คน และสังคม

3. นักวิทยาศาสตร์บางคนคิดว่าสภาพภูมิอากาศโลกอุ่นขึ้น

(a) ถ้าหากนักวิทยาศาสตร์เหล่านั้นคิดถูก จะเกิดอะไรขึ้นกับมหาสมุทร อธิบายว่าทำไมนักเรียนจึงคิดว่าสิ่งนั้นจึงจะเกิดขึ้น

(b) ถ้าหากนักวิทยาศาสตร์เหล่านั้นคิดถูก สภาพภูมิอากาศโลกจะมีอะไรเปลี่ยนแปลง อธิบายว่าทำไมนักเรียนจึงคิดว่าสิ่งนั้นจึงจะเกิดขึ้น

(c) ถ้าหากนักวิทยาศาสตร์เหล่านั้นคิดถูก จะเกิดอะไรขึ้นกับพืชและสัตว์ อธิบายว่าทำไมนักเรียนจึงคิดว่าสิ่งนั้นจึงจะเกิดขึ้น

(d) ถ้าหากนักวิทยาศาสตร์เหล่านั้นคิดถูก อะไรจะเกิดขึ้นกับผู้คนและสังคม อธิบายว่าทำไมนักเรียนจึงคิดว่าสิ่งนั้นจึงจะเกิดขึ้น

ข้อสอบข้อที่ 4 มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนวาดและอธิบายผลกระทบของภาวะเรือนกระจก

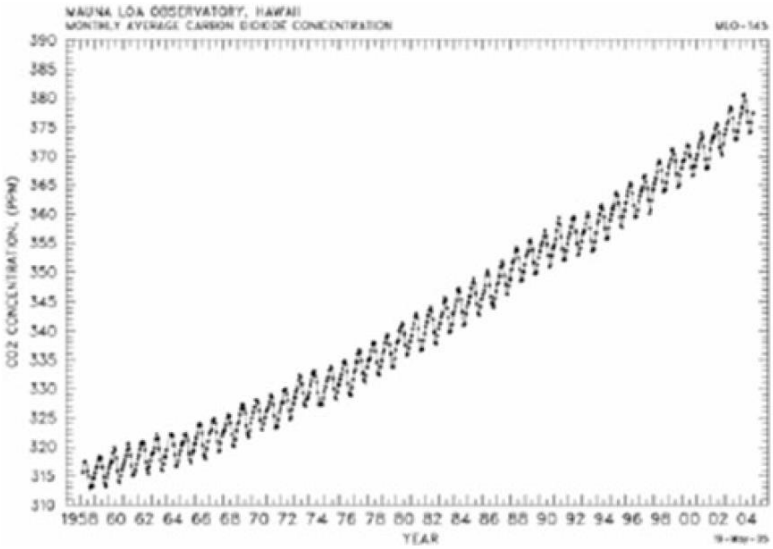
4. วาดภาพเพื่ออธิบายความเข้าใจในเรื่องภาวะเรือนกระจก นักเรียนสามารถเขียนภาพประกอบเพื่อระบุแต่ละส่วนของภายได้ แล้วอธิบายภาพที่นักเรียนวาดและนักเรียนรู้ได้อย่างไรในพื้นที่ใต้ภาพ

วาดภาพที่นี่
เขียนอธิบายที่นี่ _____ _____ _____ _____
เขียนอธิบายว่ารู้ได้อย่างไร _____ _____ _____

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อสอบข้อที่ 5 มีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการทางธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ที่อาจทำให้ระดับคาร์บอนไดออกไซด์เปลี่ยนแปลงไป และสิ่งที่นักเรียนสามารถทำได้เพื่อลดระดับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ

5. กราฟด้านล่างแสดงผลสำรวจการเปลี่ยนแปลงระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ใน Mauna Loa ของฮาวาย ให้นักเรียนใช้ข้อมูลนี้ในการตอบคำถาม



(a) กระบวนการทางธรรมชาติใดที่ทำให้ระดับคาร์บอนไดออกไซด์เปลี่ยนแปลง

(b) อธิบายกระบวนการทางธรรมชาติเหล่านั้นว่าทำให้ระดับคาร์บอนไดออกไซด์เปลี่ยนแปลงได้อย่างไร

(c) อธิบายกิจกรรมของมนุษย์ที่อาจส่งผลให้ระดับคาร์บอนไดออกไซด์เปลี่ยนแปลง

(d) นักเรียนสามารถทำอะไรได้บ้างเพื่อลดระดับคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ

6.3 ตัวอย่างที่ 3

ตัวอย่างคำถาม (Bedford, 2016) ที่ใช้ในการสำรวจการรู้สภาพภูมิอากาศซึ่งปรับมาจาก Hamilton (2012 อ้างถึงใน Bedford, 2016) และ Leiserowitz and Smith (2010 อ้างถึงใน Bedford, 2016) เป็นแบบเลือกตอบถูกผิดจำนวน 15 คำถาม ซึ่งงานวิจัยนี้มุ่งศึกษาความกังวลและความรู้เกี่ยวกับผลกระทบของมนุษย์ต่อภาวะโลกร้อน ดังนั้นคำถามส่วนใหญ่จึงถามเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ

ข้อความใดต่อไปนี้ถูกต้อง นักวิทยาศาสตร์ใช้คำว่าภาวะเรือนกระจกในการอธิบาย...

1) *สมบัติในการดักจับความร้อนของแก๊สแต่ละชนิด เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) (ถูก)*
2) *รูโหว่โอโซนของโลกทำให้แสงอาทิตย์ผ่านเข้ามายังโลกได้มากขึ้น*
3) *ความร้อนส่งผลต่อถนนหาทางและเมือง*
4) *ไม่ทราบ*

สิ่งใดต่อไปนี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ถ้าหากสิ่งนั้นเกิดขึ้น ระดับน้ำทะเลจะเพิ่มสูงขึ้นหรือไม่

1) การหลอมเหลวของน้ำแข็งบนพื้นดินในประเทศกรีนแลนด์และแอนตาร์กติก (ถูก)
2) การหลอมเหลวของธารน้ำแข็งในเทือกเขาหิมาลัยและอลาสกา
3) การหลอมเหลวของน้ำแข็งในมหาสมุทรอาร์กติก
4) ไม่ทราบ

ข้อความต่อไปนี้เป็นอย่างไร ถูกต้อง อาจถูกต้อง อาจผิด ผิด หรือไม่ทราบ

1) สภาพอากาศมักเปลี่ยนแปลงแบบปีต่อปี (ถูก)
2) บรรยากาศกักเก็บความร้อนจากขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ไปยังเส้นศูนย์สูตร (ผิด)
3) สภาพภูมิอากาศมักเปลี่ยนแปลงแบบปีต่อปี (ผิด)
4) กระแสน้ำมหาสมุทรนำความร้อนจากเส้นศูนย์สูตรไปยังขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ (ถูก)
5) สภาพอากาศหมายถึงเงื่อนไขของสภาพภูมิอากาศในแต่ละพื้นที่โดยเฉลี่ย (ผิด)
6) สภาพภูมิอากาศหมายถึงเงื่อนไขของสภาพอากาศในแต่ละพื้นที่โดยเฉลี่ย (ถูก)
7) สภาพภูมิอากาศและสภาพอากาศมีความหมายคล้ายกัน (ผิด)
8) ในอดีต การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกเป็นผลมาจากระดับของคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศที่เพิ่มขึ้น (ถูก)
9) สภาพภูมิอากาศโลกในปัจจุบันมีความคล้ายคลึงกับหนึ่งล้านปีก่อน (ผิด)
10) สภาพภูมิอากาศโลกในปัจจุบันเย็นลงกว่าอดีต (ผิด)
11) ในอดีต ระดับคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้น (ถูก)
12) สภาพภูมิอากาศโลกในปัจจุบันอุ่นขึ้นกว่าในอดีต (ผิด)
13) *เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพภูมิอากาศในอดีตประมาณหนึ่งล้านปีก่อนกับหนึ่งหมื่นปีที่ผ่านมามีสภาพภูมิอากาศอบอุ่นและคงที่ (ถูก)*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.4 ตัวอย่างที่ 4

ตัวอย่างแบบวัดความตระหนักต่อผลกระทบของภาวะโลกร้อน (กรนภา วัชระธำรงกุล, 2552) ซึ่งเป็นแบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ลำดับ ได้แก่ ทุกครั้ง บ่อยครั้ง บางครั้ง นาน ๆ ครั้ง และไม่เคย ประกอบด้วยข้อความจำนวน 36 ข้อ

1. การเดินทางในระยะทางที่ไม่ไกลมากนักและไม่รีบร้อน นักเรียนใช้วิธีการเดินแทนการนั่งรถยนต์/รถมอเตอร์ไซค์

3. นักเรียนมักจะนำถุงพลาสติกที่เคยใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่

7. นักเรียนจดบันทึกการจำที่กระดานแทนการบอกโดยการติดกระดาษจดบันทึก

15. ในการขึ้นลงตึก เพียง 1 – 2 ชั้น นักเรียนมักจะใช้การเดินขึ้นลงบันไดแทนการใช้ลิฟต์

21. นักเรียนแสดงความยินดีกับเพื่อนโดยการกล่าวคำอวยพรแทนการให้ของขวัญ

28 . นักเรียนใช้กระดาษหนังสือพิมพ์/กระดาษหน้าเดียว/กระดาษห่อของขวัญที่เคยใช้แล้วห่อของแทนการใช้กระดาษใหม่

34. นักเรียนจะบริจาคหนังสือ/แบบเรียนที่ไม่ได้ใช้แล้วแทนการวางไว้เฉย ๆ หรือนำไปเผาทำลาย

จากตัวอย่างการวัดและประเมินการรู้สภาพภูมิอากาศของ 4 งานวิจัยพบว่า 2 งานวิจัยแรกเป็นข้อสอบร่วมกับวิธีการอื่น ซึ่งรูปแบบข้อสอบภายในชุดข้อสอบนั้นมีความหลากหลาย โดยต้องการวัดการรู้สภาพภูมิอากาศครบทั้ง 3 องค์ประกอบ โดยประเมินความรู้จากคำถาม 4 ตัวเลือก ประเมินความเชื่อจากคำถามปลายเปิด และประเมินพฤติกรรมผ่านการสัมภาษณ์ (McNeill & Vaughn, 2012) และ การใช้คำถามปลายเปิดร่วมกับการวาดภาพเพื่อวัดองค์ประกอบด้านความรู้เป็นหลัก (Shepardson et al., 2012) นอกจากนี้มีการใช้วิธีการสัมภาษณ์โดยให้เลือกตอบถูก-ผิด ซึ่งเนื้อหาคำถามมุ่งวัดองค์ประกอบด้านความรู้เพียงอย่างเดียว (Bedford, 2016) รวมถึงการใช้แบบวัดมาตรประมาณค่าเพื่อวัดความตระหนักของนักเรียนเพียงด้านเดียว (กรนภา วัชระธำรงกุล, 2552)

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบและการใช้เกม มีดังนี้

7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสืบสอบ

การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบการสืบสอบเป็นฐาน (inquiry-based learning) ร่วมกับการใช้ตัวแทนที่หลากหลาย (multiple representations) ในการพัฒนาแบบจำลองมโนทัศน์ของกระบวนการที่มีความซับซ้อนและเป็นพลวัติผ่านปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่นของชายฝั่งทะเลเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อนจำเป็นต้องได้รับการจัดการอย่างเป็นระบบ พบว่านักเรียนมีการพัฒนามโนทัศน์เกี่ยวกับระบบและกระบวนการของโลกที่มีความซับซ้อนได้ดียิ่งขึ้น (McNeal et al., 2008)

การศึกษาการใช้แนวทางการสืบสอบในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์จำนวน 26 กรณี โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มที่ใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (Global Climate Models: GCMs) เพื่อพัฒนามโนทัศน์สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อพยากรณ์สภาพภูมิอากาศ พบว่านักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการลองทำงานคล้ายนักวิทยาศาสตร์จริง 2) กลุ่มที่อยู่ภายใต้โครงการ GLOBE เพื่อพัฒนามุมมองการรับรู้ของนักเรียนจากการสืบค้นข้อมูลในฐานข้อมูลออนไลน์ของโครงการ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของมนุษย์และสภาพภูมิอากาศได้ดียิ่งขึ้น 3) กลุ่มที่ใช้แบบจำลอง (physical model) เพื่อพัฒนาความรู้พื้นฐานที่สำคัญเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศร่วมกับการใช้วิดีโอเกม ซึ่งนักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์วิทยาศาสตร์พื้นฐานจากการได้รับการพัฒนาการคิดขั้นสูง (higher order thinking) เกี่ยวกับความสัมพันธ์และผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์ และ 4) กลุ่มที่ใช้การสืบสอบโดยใช้บริบทเป็นฐาน (context-based) ซึ่งเป็นการลงพื้นที่ภายในชุมชนเพื่อให้นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วนำมาวิเคราะห์และเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ พบว่านักเรียนสามารถอธิบายความรู้และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ได้ดียิ่งขึ้น (Bush et al., 2017)

การใช้การสืบสอบแบบดิจิทัลเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับโลกโดยนักเรียนได้รับหัวข้อในการสืบสอบ 7 หัวข้อเพื่อเข้าสู่กระบวนการสืบสอบแล้วนำเสนอผลการศึกษาและอภิปรายแบบออนไลน์ ซึ่งการสอนโดยการสืบสอบแบบดิจิทัลสนับสนุนการเรียนรู้แบบร่วมมือ (collaboration) การอภิปราย (discussion) ความคิดสร้างสรรค์ (creativity) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking) การตีความจากข้อมูลและหลักฐาน (informed interpretation of data and evidence) พบว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยง

ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ดีขึ้นจากการสนับสนุนให้นักเรียนการเรียนรู้ความเชื่อมโยงระดับโลกและระดับท้องถิ่นตามสภาพจริง (Castek & Dwyer, 2018)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบสามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศจากการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของระบบที่ซับซ้อน และส่งเสริมให้เกิดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศจากการเกิดความสนใจ มีการตั้งคำถามเพื่อสืบค้นและหาข้อสรุปในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ จึงเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบมีความเหมาะสมในการนำมาใช้เพื่อพัฒนาความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียน

7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เกม

การพัฒนาหลักสูตรสิ่งแวดล้อมในรูปแบบของบทเรียนจำนวน 11 บทที่มุ่งพัฒนาการรู้หน้าที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์ (critical science agency) ด้านความเข้าใจมโนทัศน์และพฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเริ่มตั้งแต่การกระตุ้นความสนใจเกี่ยวกับการทำความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีการระดมสมองของนักเรียนให้พิจารณาปัจจัยที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจในชุมชนรวมทั้งพิจารณาการลดการใช้พลังงานจากการเล่นเกมเกี่ยวกับวัฏจักรคาร์บอน พบว่าท้ายที่สุดนักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก รวมทั้งเหตุผลที่นักเรียนใช้อธิบายความเชื่อเกี่ยวกับการเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีความเป็นเหตุเป็นผลมากยิ่งขึ้น โดยนักเรียนส่วนใหญ่ระบุว่าพวกเขาได้ทำกิจกรรมที่ลดผลกระทบของมนุษย์ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แต่อย่างไรก็ตาม นักเรียนยังไม่เข้าใจในประเด็นเดียวว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นกระบวนการระยะยาวที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ และใช้เวลากว่าหมื่นปี (McNeill & Vaughn, 2012)

การวิพากษ์พัฒนาการของหลากหลายเกมเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศที่อยู่ในลักษณะของเกมกระดานและเกมคอมพิวเตอร์ พบว่าเกมส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นแบบจำลองที่ใช้ในการสื่อสารประเด็นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยเกมจะให้ผู้เล่นตัดสินใจเพื่อได้แสดงออกทางพฤติกรรม โดยผู้เล่นแสดงบทบาทสมมติที่ส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเกมส่วนใหญ่ที่ถูกสร้างขึ้นเหมาะสำหรับผู้เล่นทุกระดับรวมทั้งในแง่ของความรู้เดิมที่มีเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วย โดยกลุ่มเป้าหมายหลักอยู่ในช่วงอายุ 12 - 18 ปี ในขณะที่เนื้อหาส่วนใหญ่ของเกมเน้นการพิจารณาการ

ตัดสินใจเพื่อลดแก๊สเรือนกระจกของรายบุคคลและสังคมในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เล่นเห็นถึงความสำคัญของความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับกิจกรรมของมนุษย์ รวมทั้งสนับสนุนให้มีการลองนำแนวทางการบรรเทาปัญหาสภาพภูมิอากาศกลับไปใช้จริงในชีวิตประจำวัน (Reckien & Eisenack, 2013)

การพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนรู้เนื้อหาสภาพภูมิอากาศที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถออกแบบแนวทางการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผ่านการใช้เกมเป็นฐาน ซึ่งนักเรียนจะได้สวมบทบาทเป็นผู้เล่นที่ได้รับผลกระทบจากเกมเพื่อให้ได้รับความรู้และเข้าใจอิทธิพลของมนุษย์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หลังจากนั้นนักเรียนจะได้รับโอกาสในการพัฒนาและปรับปรุงเกมใหม่ เพื่อให้เกิดการบรรเทาปัญหาทางการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากได้จริง พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสามารถสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งในด้านการกระตุ้นความสนใจและการเรียนรู้เนื้อหา (Fung et al., 2015)

การพัฒนาเกมกระดานที่สนับสนุนให้นักเรียนเกิดการถ่ายโอนความรู้โดยมีเป้าหมายเพื่อการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และให้นักเรียนทดลองปรับตัวในฐานะเกษตรกร ซึ่งนักเรียนจะต้องรับมือกับสถานการณ์ต่าง ๆ ในเกมของโครงการ LandPaKT ซึ่งพบว่าสุดท้ายผู้เล่นจะสามารถอธิบายสถานการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อแก๊สเรือนกระจก ผู้เล่นยังมีความสามารถในการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และเข้าใจกิจกรรมทางการเกษตรที่ส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศได้คล้ายกับบริบทจริงของตนเอง (Hansen et al., 2018)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เกมในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศข้างต้นพบว่า การใช้เกมสามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์และความรู้สึกที่ได้รับขณะเล่น ทำให้เกิดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ เกมสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหามโนทัศน์เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศซึ่งเป็นระบบที่มีความซับซ้อนอีกด้วย เนื่องจากนักเรียนสามารถอธิบายพร้อมให้เหตุผลเชื่อมโยงอิทธิพลของมนุษย์ต่อสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้เกมยังสนับสนุนให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบภูมิอากาศมาประยุกต์เพื่อบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในเกมด้วย ดังนั้นเกมมีความเหมาะสมในการนำมาพัฒนาความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

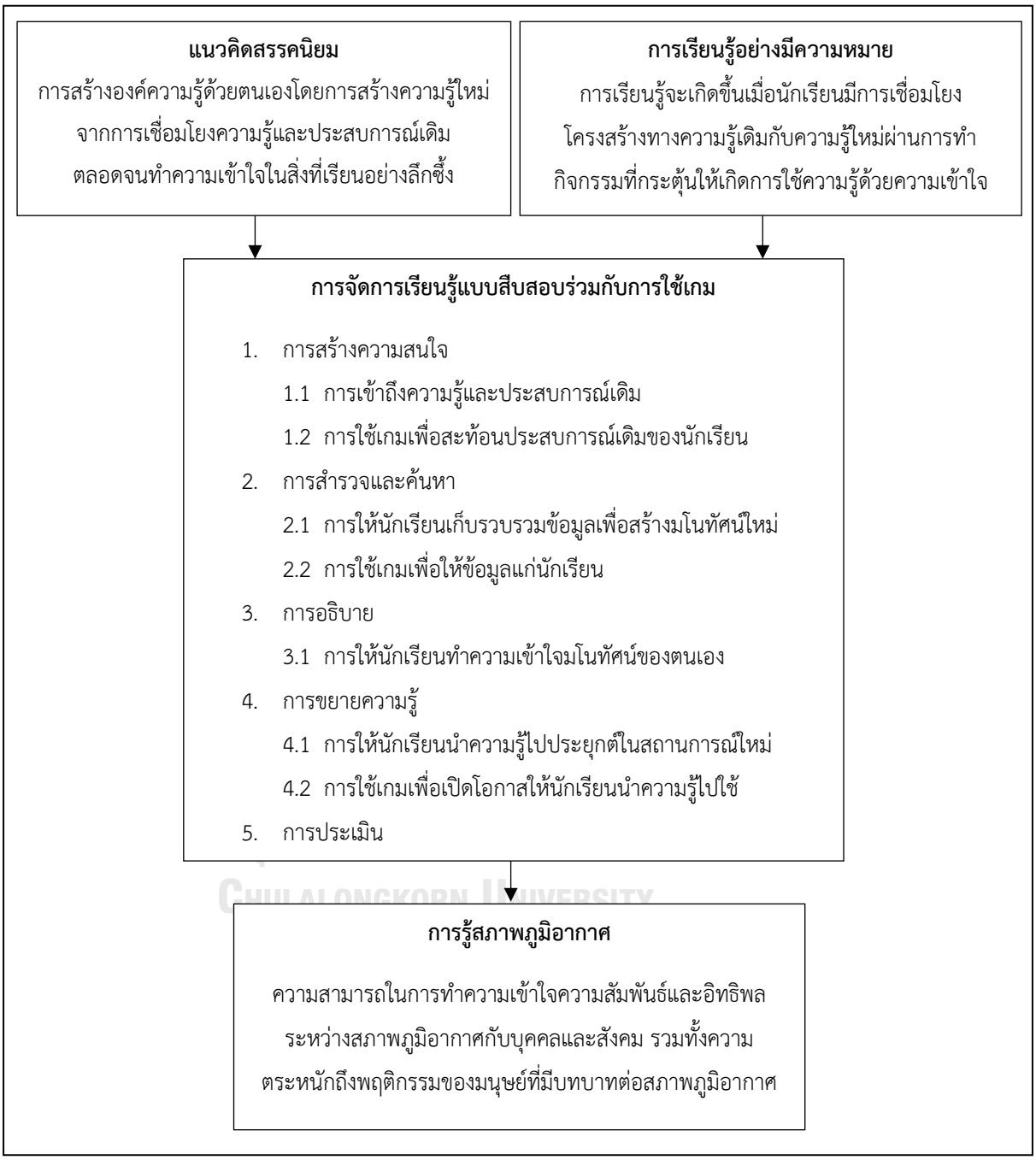
7.3 กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม การรู้สภาพภูมิอากาศ ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ และความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ เพื่อพัฒนานักเรียนให้เป็นพลเมืองเชิงรุกที่พร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลกและสภาพภูมิอากาศ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมที่มีต่อความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียน โดยมีงานวิจัยส่วนหนึ่งระบุว่าความเข้าใจและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศสามารถส่งผลต่อการแสดงพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ

ทั้งนี้ การรู้สภาพภูมิอากาศมีองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ และพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ ซึ่งสามารถวัดแยกกันได้ เนื่องจากความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศมีความสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อกันไม่คงที่ซึ่งขึ้นกับแต่ละบุคคล เนื่องจากผู้ที่มีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศในระดับสูงนั้นไม่จำเป็นต้องมีความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศในระดับที่สูงแปรผันตามกันเสมอไป และความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศสามารถพัฒนาในตัวบุคคลก่อนที่จะได้รับการจัดการเรียนรู้ในด้านเนื้อหาเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ โดยทั้ง 2 องค์ประกอบนี้ล้วนส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศของแต่ละบุคคลตามระดับขององค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศที่แต่ละคนพึงมี ซึ่งทำให้ได้กรอบแนวคิดการวิจัยดังแผนภาพที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนภาพที่ 3 กรอบแนวคิดการวิจัย การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมส่งผลต่อการรู้สภาพภูมิอากาศ



Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการรู้สภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม จากการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยและระดับของการรู้สภาพภูมิอากาศในองค์ประกอบด้านความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน รวมทั้งเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มการเกิดการรู้สภาพภูมิอากาศในระดับการแสดงออกของพฤติกรรม ซึ่งมีประเด็นดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. แผนการดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (pre-experimental design) มีรูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง (one group pretest-posttest design) โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 1 กลุ่ม คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งรูปแบบการวิจัยเป็นดังแผนภาพที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนภาพที่ 4 รูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง (one group pretest-posttest design)

O_1 -----X-----O_2

O_1 หมายถึง การเก็บข้อมูลก่อนการจัดการเรียนรู้

O_2 หมายถึง การเก็บข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 37 จังหวัดน่าน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่ได้จากการเลือกโรงเรียนโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เนื่องจากในพื้นที่จังหวัดน่านถือเป็นพื้นที่สำคัญที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสภาพภูมิอากาศได้จากการมีบทบาทเป็นแหล่งทรัพยากรป่าไม้สำคัญที่คอยกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อบรรเทาความรุนแรงของสภาพภูมิอากาศ และยังเป็นพื้นที่ที่มีการผลิตแก๊สเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศจากกิจกรรมทางการเกษตรด้วยเช่นกัน

ประชากรส่วนใหญ่ของจังหวัดน่านประกอบอาชีพเกษตรกรโดยการปลูกข้าวโพดและทำไร่เลื่อนลอยเป็นหลัก เนื่องจากราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มราคาค่อนข้างคงที่และสูงขึ้นตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากความต้องการตอบสนองต่ออุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2562b) ซึ่งเนื้อที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรของจังหวัดน่านมีการปลูกพืชไร่คิดเป็นร้อยละ 53.45 ของเนื้อที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2562a) ซึ่งเกิดจากการขยายพื้นที่ทางการเพาะปลูกข้าวโพดที่เพิ่มขึ้นถึง 3 เท่าตัวภายในระยะเวลา 4 ปี ทำให้ป่าน่านเกิดความเสื่อมโทรมอย่างรวดเร็วจากกระบวนการทางการเกษตร เช่น การตัดไม้ทำลายป่าการเผาเพื่อเตรียมพื้นที่ทางการเกษตร รวมไปถึงการใช้สารเคมีทางการเกษตรในปริมาณสูงเพิ่มผลผลิต (มูลนิธิปิดทองหลังพระสืบสานตามแนวพระราชดำริและสถาบันส่งเสริมและพัฒนากิจกรรมปิดทองหลังพระสืบสานแนวพระราชดำริ, 2557) การทำให้นักเรียนเข้าใจสภาพภูมิอากาศเพื่อให้เข้าใจถึงอิทธิพลที่อาชีพเกษตรกรของครอบครัวและชุมชนส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศ และทำให้นักเรียนตระหนักถึงอิทธิพลที่ตนเองและชุมชนมีต่อสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศรวมทั้งการได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกเป็นสิ่งที่นักเรียนควรได้เรียนรู้เพราะมีความสำคัญกับการใช้ชีวิตของนักเรียนทั้งในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรรักษ์ป่าน่านที่สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดน่านได้จัดทำขึ้นเพื่อเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจมีความตระหนัก และมีส่วนร่วมในการรักษาทรัพยากรป่าไม้ให้ยั่งยืน (สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดน่าน, 2561) ดังนั้น นักเรียนในจังหวัดน่านจึงควรได้รับการพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศ

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งของจังหวัดน่านซึ่งเป็นโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 37 เนื่องจากเป้าหมายของการพัฒนามีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งมีการระบุตัวชี้วัดในการพัฒนาความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศในนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นักเรียนในจังหวัดนี้จึงเป็นกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมที่จะใช้ในการวิจัยทั้งในด้านบริบทของชุมชนและเป้าหมายการพัฒนาบุคลากรภายในจังหวัดที่สอดคล้องกับเป้าหมายของการวิจัยคือการพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศ

2.1 วิธีพิทักษ์สิทธิ์และรักษาความลับของตัวอย่างวิจัย

ผู้วิจัยส่งจดหมายขอความร่วมมือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัยและทดลองใช้เครื่องมือและเมื่อได้รับการตอบรับ ผู้วิจัยมีวิธีการได้มาซึ่งตัวอย่าง โดยใช้วิธีการเลือกโรงเรียนแบบเจาะจง ผู้วิจัยสุ่มนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องจาก 9 ห้องเรียนเพื่อเป็นตัวอย่างในการวิจัย หลังจากนั้น ผู้วิจัยเข้าไปพูดคุยกับนักเรียนเพื่อชี้แจงทำความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับงานวิจัยแก่นักเรียนด้วยตนเอง ในด้านวัตถุประสงค์ของการทำวิจัย รูปแบบของการเก็บข้อมูลวิจัย จุดประสงค์และเนื้อหาของการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล การนำข้อมูลการวิจัยไปใช้ บทบาทของผู้วิจัยและผู้ให้ข้อมูลวิจัย ซึ่งสาระสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้อยู่ภายใต้ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ทำให้ไม่มีความแตกต่างทางด้านขอบเขตความรู้ที่นักเรียนในห้องเรียนอื่นจะได้รับการจัดการเรียนรู้จากครูในโรงเรียน ทั้งนี้ มีการสอบถามความสมัครใจในการเข้าร่วมการวิจัย โดยระบุว่านักเรียนจะไม่ได้รับผลกระทบต่อผลการเรียนถ้าหากไม่เข้าร่วมและ/หรือออกจากโครงการวิจัยในระหว่างกระบวนการ และผู้วิจัยจะทำลายข้อมูลที่ระบุถึงตัวตนของนักเรียนภายหลังจากเสร็จสิ้นการวิจัยภายในเวลา 2 เดือน โดยลบข้อมูลออกจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ทุกชนิด

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม เรื่องสภาพภูมิอากาศ โดยมีขั้นตอนในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

3.1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม

3.1.2 วิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เกี่ยวข้องซึ่งมีสาระสำคัญที่นักเรียนจะได้เรียนรู้ใน 3 ประเด็น ได้แก่

1) สภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศคือรูปแบบของสภาพอากาศในระยะเวลานาน ที่มีอุณหภูมิ ความชื้น ลม หยาดน้ำฟ้าในแต่ละบริเวณแตกต่างกัน โดยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในแต่ละบริเวณที่มีความสำคัญและต่อเนื่องโดยเฉลี่ยและสูงสุด ความแปรปรวนตามฤดูกาล และวัฏจักรหลายปี

2) ปรากฏการณ์เรือนกระจกและภาวะโลกร้อน

แก๊สเรือนกระจกที่มีอยู่มากมายในชั้นบรรยากาศถูกควบคุมโดยวัฏจักรชีวเคมีที่เคลื่อนย้ายองค์ประกอบระหว่างมหาสมุทร แผ่นดิน สิ่งมีชีวิต และบรรยากาศ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศจะลดลงจากการสะสมตะกอนใต้สมุทรและการสะสมชีวมวลของพืช แล้วจะเพิ่มขึ้นจากการตัดไม้ทำลายป่าและการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล

3) อิทธิพลระหว่างมนุษย์และสภาพภูมิอากาศ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อทั้งมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนั้นส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ความมั่นคงทางอาหาร และการอยู่อาศัยของมนุษย์ ในขณะที่กิจกรรมของมนุษย์ก็มีอิทธิพลและส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบภูมิอากาศโดยเฉพาะการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ ดังนั้นการลดกิจกรรมที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของมนุษย์จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยบรรเทาสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้

3.1.3 กำหนดหัวข้อบทเรียน สาระสำคัญ และจำนวนคาบเรียนเพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องสภาพภูมิอากาศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.1.4 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผน ใช้เวลาสอนทั้งหมด 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบเรียน รวม 12 คาบเรียน โดยจัดทำแผนการเรียนรู้จำนวน 6 แผนการเรียนรู้ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย

ลำดับ	เรื่อง	สาระสำคัญ	คาบ
1	พายุ	พายุฝนฟ้าคะนองเกิดจากอากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้นทำให้น้ำระเหยเป็นไอน้ำลอยขึ้นแล้วควบแน่นกลายเป็นเมฆคิวมูโลนิมบัส เมฆกลั่นตัวเป็นฝนขนาดใหญ่และเกิดฟ้าแลบฟ้าผ่า หรือลูกเห็บ พายุหมุนเขตร้อนเกิดจากหย่อมความกดอากาศต่ำเกิดขึ้นบริเวณผิวน้ำทะเลหรือมหาสมุทรที่มีอุณหภูมิสูง ในขณะเดียวกันอากาศเย็นบริเวณโดยรอบเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่บริเวณความกดอากาศต่ำแล้วเกิดเป็นเกลียวขนาดใหญ่โดยหากพายุเกิดเหนือเส้นศูนย์สูตรจะหมุนวนทวนเข็มนาฬิกา หากเกิดใต้เส้นศูนย์สูตรหรือซีกโลกใต้ จะหมุนวนตามเข็มนาฬิกา	2
2	สภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	สภาพภูมิอากาศคือรูปแบบของสภาพอากาศในระยะเวลานาน ที่มีอุณหภูมิ ความชื้น ลม หยาดน้ำฟ้าในแต่ละบริเวณแตกต่างกัน โดยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในแต่ละบริเวณที่มีความสำคัญและต่อเนื่องโดยเฉลี่ยและสูงสุด ความแปรปรวนตามฤดูกาล และวัฏจักรหลายปี	2
3	การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์	กิจกรรมของมนุษย์มีอิทธิพลและส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบภูมิอากาศโลก กิจกรรมของมนุษย์มีการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่มีการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ มนุษย์ได้เพิ่มความเข้มข้นของแก๊สเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศส่งผลให้เพิ่มการดูดซับพลังงานรังสีอินฟราเรดที่ปลดปล่อยจากโลกแล้วเกิดเป็นภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกที่เป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์	2

ตารางที่ 5 โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย (ต่อ)

ลำดับ	เรื่อง	สาระสำคัญ	คาบ
4	ปรากฏการณ์เรือนกระจกและภาวะโลกร้อน	แก๊สเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศถูกควบคุมโดยวัฏจักรชีวเคมีที่เคลื่อนย้ายองค์ประกอบระหว่างมหาสมุทร แผ่นดิน สิ่งมีชีวิต และบรรยากาศ แก๊สเรือนกระจกสำคัญที่มนุษย์มีบทบาทได้แก่ แก๊สมีเทนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศจะลดลงจากการสะสมตะกอนใต้สมุทรและการสะสมชีวมวลของพืช แล้วจะเพิ่มขึ้นจากการตัดไม้ทำลายป่าและการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ปรากฏการณ์เรือนกระจกที่รุนแรงจะนำไปสู่การเกิดภาวะโลกร้อน	2
5	ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศรวมทั้งการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลต่อสุขภาพ การอยู่อาศัย และความมั่นคงทางอาหารของมนุษย์จากการเกิดฝนตกรุนแรงและความแห้งแล้งที่กระทบต่อพืชผลทางการเกษตร อุบัติการณ์ของโรคติดต่อและโรคที่นำโดยเห็บเพิ่มสูงขึ้น และการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิส่งผลต่อการเพิ่มสูงขึ้นของระดับน้ำทะเลที่รุกล้ำสู่พื้นที่ชายฝั่งและเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดคลื่นพายุ นอกจากนี้ยังเกิดการปนเปื้อนของแหล่งน้ำจืดทำให้คุณภาพของน้ำจืดลดลง สิ่งมีชีวิตต้องมีการปรับตัวสูงขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์	2
6	การลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	กิจกรรมของมนุษย์ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างมีนัยสำคัญ การลดกิจกรรมที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยบรรเทาความรุนแรงของสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้	2
		รวม	12

3.1.5 ระบุขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม โดยมีการใช้เกมในการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบขั้นการสร้างความสนใจ การสำรวจและค้นหา การขยายความรู้ หรือการประเมิน โดยดูความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ของเกมกับวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ 5 ขั้นตอนเป็นหลัก ดังนี้

1) การสร้างความสนใจ (engagement)

ครูเข้าถึงความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนผ่านการใช้กิจกรรมสั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนแสดงมโนทัศน์ที่ได้เรียนมาแล้ว โดยครูใช้เกมที่ท้าทายให้นักเรียนเกิดความพยายามสู่เป้าหมายของเกมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่

2) การสำรวจและค้นหา (exploration)

ครูสนับสนุนการรวบรวมข้อมูลจากกิจกรรม การใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อสร้างความรู้ใหม่ในกิจกรรมการเรียนรู้ โดยครูใช้เกมเพื่อให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลในการสร้างมโนทัศน์ผ่านเกมที่ทำให้เกิดความรู้สึกมีส่วนร่วม ซึ่งนักเรียนจะมีส่วนร่วมในการอภิปรายและสะท้อนความคิดเห็นในการเรียนรู้

3) การอธิบาย (explanation)

ครูเปิดโอกาสนักเรียนอธิบายประสบการณ์ที่ได้รับในขั้นการสร้างความสนใจและขั้นการสำรวจและค้นหาเกี่ยวกับความเข้าใจมโนทัศน์ของตนเอง หลังจากนั้นครูจะอธิบายมโนทัศน์แก่นักเรียนเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น

4) การขยายความรู้ (elaboration)

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนขยายความเข้าใจเพื่อให้มีความเข้าใจที่ลึกซึ้งและชัดเจนขึ้นจากการประยุกต์ความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ครูใช้เกมในการส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์อย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้นผ่านการนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับมาใช้ในการจัดการและวางแผนในเกม

5) การประเมิน (evaluation)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ครูประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียน พร้อมทั้งกระตุ้นและเปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินความเข้าใจของตนเอง ครูใช้เกมเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนตรวจสอบและประเมินความเข้าใจของเพื่อนและตนเองผ่านการอภิปรายแลกเปลี่ยนความเข้าใจและความรู้สึกระหว่างการเล่นเกม

3.1.6 กำหนดหลักการใช้เกมเพื่อเลือกใช้เกมในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยพิจารณาจากวัตถุประสงค์ของการใช้เกมในแต่ละขั้น ดังนี้

1) ขั้นการสร้างความสนใจ: เกมกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงประสบการณ์เดิม รวมทั้งเตรียมพร้อมนักเรียนสำหรับการใช้ประสบการณ์หรือความรู้สึกที่ได้จากเกมในการเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่และการอภิปรายเพื่อให้เกิดความตระหนัก
2) ขั้นการสำรวจและค้นหา: เกมจะต้องให้ข้อมูลแก่นักเรียนเพื่อทำความเข้าใจและสร้างมโนทัศน์ใหม่โดยใช้ประสบการณ์ที่ได้จากเกม เกมสนับสนุนการเชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์เดิมในการสร้างความรู้ใหม่ รวมทั้งทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกร่วมกับเกม
3) ขั้นการขยายความรู้: เกมให้นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีเพื่อวางแผนและจัดการกับสถานการณ์ รวมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนรู้สึกว่าได้รับผลกระทบจากการมีความรู้สึกร่วมกับเกม
4) ขั้นการประเมิน: เกมกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้มาใช้เพื่อแข่งขันและเปิดโอกาสให้นักเรียนตรวจสอบความรู้จากการได้รับผลป้อนกลับของเกม

3.1.7 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบตามโครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1) ทบทวนวรรณกรรมและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการใช้เกมในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ ที่ถูกระบุไว้ใน 4 งานวิจัยในระยะเวลา 5 ปีที่ผ่านมา (Fung et al., 2015; Hansen et al., 2018; Reckien & Eisenack, 2013; Wu & Lee, 2015) จำนวน 66 เกม โดยเกมที่พบมีทั้งรูปแบบของเกมโทรศัพท์ เกมคอมพิวเตอร์ เกมกิจกรรม การ์ดเกม และเกมกระดาน เพื่อให้นักเรียนสวมบทบาทและเผชิญกับผลกระทบในเกม
2) รวบรวมเกมที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ โดยเป็นเกมที่นักเรียนสวมบทบาทเป็นผู้เล่นและได้รับผลกระทบจากเกม รวมทั้งมโนทัศน์ภายในเกมมีความสัมพันธ์กับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช

2551 ทั้งนี้พบว่าบางเกมจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่นักเรียนอาจไม่มีพร้อม อาทิ คอมพิวเตอร์ และโทรศัพท์ จึงได้ตัดออกจากการค้นหา เหลือจำนวน 20 เกม

3) วิเคราะห์มโนทัศน์และประสบการณ์ที่นักเรียนจะได้รับโดยพิจารณาจากเนื้อเรื่องของเกมและวิธีการเล่นเกม เพื่อกำหนดสาระสำคัญและวัตถุประสงค์ของเกมในแต่ละเกม

4) เลือกใช้เกมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหาและวิธีการเล่นเกมที่สัมพันธ์กับสาระสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยระบุเกมในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ 5 ขั้นตอนตามวัตถุประสงค์ในการสร้างความรู้ของแต่ละเกม จำนวน 10 เกม ได้แก่ เกมที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงประสบการณ์เดิมหรือเตรียมพร้อมนักเรียนสำหรับมโนทัศน์ใหม่ไว้ในขั้นการสร้างความสนใจ เกมที่ให้ข้อมูลแก่นักเรียนเพื่อสร้างความรู้ใหม่ไว้ในขั้นการสำรวจและค้นหา เกมที่ให้นักเรียนประยุกต์ความรู้เพื่อจัดการสถานการณ์ไว้ในขั้นการขยายความรู้ และเกมที่ให้ผลป้อนกลับเพื่อให้นักเรียนตรวจสอบความรู้ไว้ในขั้นการประเมิน

3.1.8 วิเคราะห์การพัฒนาความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียนจากการพิจารณาวัตถุประสงค์ของเกมร่วมกับสาระสำคัญและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ดังตารางที่ 6 เมื่อกำหนดให้

1) องค์ประกอบของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ

1.1) ความรู้เนื้อหา (K1) ความเข้าใจในมโนทัศน์และหลักการสำคัญที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิอากาศ เข้าใจอิทธิพลระหว่างบุคคลและสภาพภูมิอากาศ

1.2) ความรู้กระบวนการ (K2) ความรู้กระบวนการที่จะได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ

1.3) ความรู้ญาณวิทยา (K3) ความสามารถในการตัดสินประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ

2) องค์ประกอบของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

2.1) ความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ (A1) ความสนใจในประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ และมีความตั้งใจที่จะบรรเทาความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2) การรับรู้และตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม (A2) ความเชื่อและความกังวลต่อสถานการณ์สภาพภูมิอากาศโลก

2.3) การตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ (A3) การตัดสินใจในข้อมูลสภาพภูมิอากาศโดยมีเหตุผลสนับสนุนและรับผิดชอบต่อการตัดสินใจ

ตารางที่ 6 การพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม	วัตถุประสงค์การเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 พายุ		
ขั้นที่ 1	-	-
ขั้นที่ 2	*กิจกรรมพายุ*: นักเรียนทดลองเพื่อศึกษารูปร่างและกระบวนการเกิดพายุโดยสังเกตการหมุนของน้ำ	อธิบายการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อน (K1)
ขั้นที่ 3		สรุปกระบวนการเกิดพายุและรูปร่างของพายุ
ขั้นที่ 4	*เกม Before the storm*: นักเรียนใช้ความรู้ที่มีเกี่ยวกับพายุในการตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลเพื่อวางแผนรับมือสภาพอากาศ	ระบุผลกระทบของการเกิดพายุต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม (A3)
ขั้นที่ 5	-	-
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 สภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ		
ขั้นที่ 1	*เกม Farming Juggle*: นักเรียนต้องโยนลูกบอลภายในวงกลมอย่างต่อเนื่องโดยไม่ให้ลูกบอลตก และมีการเพิ่มจำนวนลูกบอลจนกระทั่งครบ 5 ลูก เพื่อให้เข้าใจความซับซ้อนของระบบภูมิอากาศและตระหนักถึงความยากในการรักษาระบบให้คงอยู่	ระบุความสำคัญของระบบภูมิอากาศ (A2)

ตารางที่ 6 การพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม	วัตถุประสงค์การเรียนรู้
ขั้นที่ 2	*กิจกรรมระบบสภาพภูมิอากาศ*: นักเรียนศึกษาข้อมูลจาก climate poker ที่แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกเมื่อปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศแต่ละแบบเปลี่ยนแปลงไป	วิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
ขั้นที่ 3	*แบบจำลองคอมพิวเตอร์ ของการเปลี่ยนอุณหภูมิ*: นักเรียนอธิบายการเพิ่มขึ้นของปริมาณรังสีอินฟราเรด	-
ขั้นที่ 4		อธิบายหลักการทำงานของระบบภูมิอากาศ (K1)
ขั้นที่ 5	*เกม Climate Uno*: นักเรียนประเมินความรู้ของตนเองและตรวจสอบความรู้ของเพื่อนจากการพิจารณากิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ ของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการปล่อยแก๊สเรือนกระจก	ระบุองค์ประกอบของระบบภูมิอากาศและปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (K1)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์		
ขั้นที่ 1	*วีดิทัศน์สุนทรพจน์ของเด็กหญิงเกรตา*: นักเรียนแสดงความคิดเห็นหลังรับชมสุนทรพจน์	-

ตารางที่ 6 การพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม	วัตถุประสงค์การเรียนรู้
ขั้นที่ 2	*แบบจำลองคอมพิวเตอร์ ของการเปลี่ยนอุณหภูมิ*: นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกเนื่องจากปริมาณรังสีอินฟราเรดและแก๊สเรือนกระจก	สรุปบทบาทของมนุษย์ในการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจก (K1, K3)
ขั้นที่ 3	-	-
ขั้นที่ 4	*เกม Keep Cool*: นักเรียนสวมบทบาทเป็นผู้นำประเทศเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่าการพัฒนาเศรษฐกิจมีส่วนทำให้ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศโลกเพิ่มขึ้น	อภิปรายกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (K1) ระบุกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศ (A3)
ขั้นที่ 5	-	-
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ปรากฏการณ์เรือนกระจกและภาวะโลกร้อน		
ขั้นที่ 1	-	-
ขั้นที่ 2	*กิจกรรมเรือนกระจกจิ๋ว*: นักเรียนทดลองเพื่อศึกษาการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในระบบเรือนกระจกจำลอง *เกม Greenhouse gas game*: นักเรียนสวมบทบาทเป็นแก๊สเรือนกระจกและพลังงานภายในระบบเรือนกระจก เพื่อให้เข้าใจบทบาทของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อการเพิ่มอุณหภูมิโลก	อธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกตามธรรมชาติ (K1) ระบุความสำคัญของการรักษาปรากฏการณ์เรือนกระจก (A2) แสดงออกถึงความกังวลกับสถานการณ์ภาวะโลกร้อน (A2)

ตารางที่ 6 การพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม	วัตถุประสงค์การเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ปรากฏการณ์เรือนกระจกและภาวะโลกร้อน		
ขั้นที่ 3	-	-
ขั้นที่ 4	*บทความโลกเสี่ยงภาวะเรือนกระจกแบบถาวร*: นักเรียนอภิปรายเพื่อแสดงคามคิดเห็นในการแก้ไขปัญหาภาวะโลกร้อน	อธิบายการเกิดภาวะโลกร้อนที่เป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์ (K2, A2)
ขั้นที่ 5	*เกม Greenhouse gas Uno*: นักเรียนเชื่อมโยงกิจกรรมของมนุษย์ที่จะทำให้เกิดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกชนิดต่าง ๆ ขึ้นสู่บรรยากาศโลก	ระบุกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อปรากฏการณ์เรือนกระจก (K1)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม		
ขั้นที่ 1	*เกม Climate Change Consequences*: นักเรียนคิดและบอกสถานการณ์ที่เชื่อมต่อกันและส่งผลกระทบต่อระบบสภาพภูมิอากาศ	อธิบายผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม (K3)
ขั้นที่ 2	*กิจกรรมผลกระทบของสภาพภูมิอากาศต่อสุขภาพของมนุษย์*: นักเรียนศึกษาข้อมูลและประเมินผลกระทบของสภาพภูมิอากาศต่อสุขภาพของคนภายในชุมชนตนเอง	สรุปผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อสุขภาพมนุษย์
ขั้นที่ 3	*แบบจำลองคอมพิวเตอร์ C-ROADS World Climate*: นักเรียนวิเคราะห์การเพิ่มขึ้นของแก๊สเรือนกระจกจากการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ในโลกสมมติ	วิเคราะห์บทบาทของแต่ละคนในชีวิตประจำวันเพื่อการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6 การพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม	วัตถุประสงค์การเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม		
ขั้นที่ 4	*เกม Master that disaster*: นักเรียนสวมบทบาทเป็นเกษตรกรเพื่อรับมือกับสภาพภูมิอากาศที่ไม่สามารถคาดเดาได้จากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ	อธิบายการปรับตัวของมนุษย์ต่อการได้รับผลกระทบของเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (K1, A2)
		แสดงออกถึงความกังวลของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม (A2)
ขั้นที่ 5	-	-
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ		
ขั้นที่ 1	*เกม My Carbon Footprint*: นักเรียนเล่นเกมเพื่อสะสมปริมาณคาร์บอน จากการตอบคำถามเกี่ยวกับการใช้ชีวิตประจำวันของตนเอง	รู้สึกรับผิดชอบต่อกิจกรรมของตนเองที่ส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศ (A3)
		ระบุแนวทางการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่อบรรเทาสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (A1)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6 การพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม	วัตถุประสงค์การเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ		
ขั้นที่ 2	*กิจกรรมตรวจสอบรอยเท้าคาร์บอน*: นักเรียนคำนวณรอยเท้าคาร์บอนในชีวิตประจำวันจากเว็บไซต์ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่ากิจกรรมในชีวิตประจำวันส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศ *เกม Act to Adapt*: นักเรียนเลือกปกป้องทรัพยากรจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก	อภิปรายแนวทางในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อบรรเทาความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (K1, K3)
ขั้นที่ 3	*วีดิทัศน์การใช้ชีวิตในสังคมคาร์บอนต่ำ*: นักเรียนอธิบายแนวทางการดำรงชีวิตที่จะส่งผลกระทบต่อระบบภูมิอากาศน้อยที่สุด	-
ขั้นที่ 4	*กิจกรรมฟาร์มของฉัน*: นักเรียนวิเคราะห์ผลกระทบจากสถานการณ์สมมติที่ส่งผลกระทบต่อระบบสภาพภูมิอากาศ และเสนอแนวทางการบรรเทาความรุนแรงนั้น	-
ขั้นที่ 5	-	-

3.1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดทำเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ

3.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ทำการปรับแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่านตรวจพิจารณาความเหมาะสมและถูกต้องของเนื้อหากิจกรรมที่ใช้ในการพัฒนาเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

โดยใช้หลักการประเมินความสอดคล้อง (Item Objective Congruence index: IOC) เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยกำหนดให้มีค่าดัชนีความสอดคล้องที่ระดับ 0.5 ขึ้นไป

3.1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2562 กลุ่มที่ไม่ใช่ตัวอย่างวิจัยและไม่เคยได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่องสภาพภูมิอากาศ

3.1.12 นำผลการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงอย่างสมบูรณ์แล้วนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง นอกจากนี้ ยังพิทักษ์สิทธิ์ของนักเรียนห้องเรียนอื่นที่ไม่ได้เป็นตัวอย่างในการวิจัย โดยการมอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วและสื่อการจัดการเรียนรู้ให้กับรองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการและครูวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน เพื่อให้ครูเป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการเรียนรู้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบไปด้วย 2 ชุด ได้แก่ แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ (ปรับมาจาก Hartley, Wilke, Schramm, D'Avanzo, & Anderson, 2011; Leiserowitz et al., 2011) และแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ (ปรับมาจาก Liarakou, Athanasiadis, & Gavrilakis, 2011; Markowitz, 2012; กรนภา วัชระธำรงกุล, 2552) โดยมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

3.2.1 แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ

1) ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศเพื่อระบุนิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรมบ่งชี้ของแต่ละองค์ประกอบ
2) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ
3) กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดความเข้าใจภาพภูมิอากาศให้ชัดเจนว่าเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก รวมทั้งการนำผลการวัดไปใช้ประเมินแบบอิงเกณฑ์ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามความสามารถของนักเรียน ตลอดจนการนำผลการวัดไปใช้เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) วิเคราะห์ข้อสอบโดยการสร้างแผนผังข้อสอบเพื่อกำหนดโครงสร้างแบบวัดให้ครอบคลุมทุกองค์ประกอบจากการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรมบ่งชี้ที่ระบุถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละองค์ประกอบของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ

องค์ประกอบ	นิยามเชิงทฤษฎี	นิยามเชิงปฏิบัติการ	พฤติกรรมบ่งชี้
ความรู้เนื้อหา	ความเข้าใจในมโนทัศน์และหลักการสำคัญที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิอากาศ รวมทั้งเข้าใจอิทธิพลระหว่างบุคคลกับสภาพภูมิอากาศ	ความสามารถในการอธิบายมโนทัศน์และหลักการสำคัญที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิอากาศ และอธิบายอิทธิพลระหว่างบุคคลกับสภาพภูมิอากาศ	— อธิบายมโนทัศน์และหลักการสำคัญของระบบภูมิอากาศ — อธิบายอิทธิพลของบุคคลที่มีต่อสภาพภูมิอากาศ — อธิบายอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อบุคคล
ความรู้กระบวนการ	ความรู้กระบวนการที่จะได้มาซึ่งข้อมูลสภาพภูมิอากาศ	ความสามารถในการระบุวิธีการ ลำดับและผลลัพธ์ของกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการได้มาซึ่งข้อมูลสภาพภูมิอากาศ	— ระบุวิธีการและลำดับการดำเนินกระบวนการในการได้มาซึ่งข้อมูลสภาพภูมิอากาศ — อธิบายและประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการในการได้มาซึ่งข้อมูลสภาพภูมิอากาศ
ความรู้ญาณวิทยา	ความสามารถในการตัดสินเพื่อประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ	ความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินความถูกต้องน่าเชื่อถือของข้อมูลสภาพภูมิอากาศเพื่อตัดสินใจ	— ประเมินความน่าเชื่อถือในข้อมูลที่ได้รับจากการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ — ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลเพื่อการตัดสินใจเรื่องสภาพภูมิอากาศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5) ดำเนินการสร้างแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศโดยการกำหนดสัดส่วนข้อสอบความเข้าใจสภาพภูมิอากาศในแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศพิจารณาจากสาระสำคัญของเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้และน้ำหนักขององค์ประกอบความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ (อ้างอิงจาก Azevedo & Marques, 2017) ซึ่งเป็นงานวิจัยที่มีบริบทของการศึกษาคล้ายคลึงกัน โดยงานวิจัยนี้มุ่งสื่อสารปัญหาเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศและสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาความรู้ ซึ่งสามารถนำผลการวิจัยไปปรับใช้เพื่อพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศกับสาธารณชนได้ โดยกำหนดให้น้ำหนักขององค์ประกอบด้านความรู้เนื้อหา ความรู้กระบวนการ และความรู้ญาณวิทยามีน้ำหนัก 4:1:1 ตามลำดับ ซึ่งสามารถจัดทำข้อสอบได้ดังตารางที่ 8 เพื่อนำส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาและแนะนำ

ตารางที่ 8 แสดงการกำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละพฤติกรรมแบ่งตามองค์ประกอบความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและสาระสำคัญของเนื้อหาสภาพภูมิอากาศ

สาระสำคัญ	**จำนวนข้อสอบในแต่ละพฤติกรรม**			
	ความรู้เนื้อหา	ความรู้กระบวนการ	ความรู้ญาณวิทยา	รวม (ข้อ)
สภาพภูมิอากาศ	3			3
การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	3	2	1	4
ภาวะเรือนกระจก	4		1	3
ผลกระทบของสภาพภูมิอากาศ	3	2	1	6
กิจกรรมและแนวทางในการลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	3		1	4
รวม	16	4	4	24

6) ดำเนินการกำหนดเกณฑ์การประเมินความเข้าใจสภาพภูมิอากาศโดยกำหนดให้นักเรียนที่ได้คะแนนในส่วนความเข้าใจสภาพภูมิอากาศจากแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศจะมีระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศแบ่งออกเป็น 3 ระดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ได้แก่ เริ่มต้น (คะแนนความเข้าใจสภาพภูมิอากาศต่ำกว่าร้อยละ 50) พื้นฐาน (คะแนนความเข้าใจสภาพภูมิอากาศระหว่างร้อยละ 50 – 70) และสูง (คะแนนความเข้าใจสภาพภูมิอากาศสูงกว่าร้อยละ 70) โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 9 (ปรับจาก Marzetta, 2016)

ตารางที่ 9 แสดงลักษณะของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศในระดับต่าง ๆ

ระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ	ลักษณะของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ
เริ่มต้น	– มีความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของระบบพื้นฐานในเรื่องสภาพภูมิอากาศ – ระบุลักษณะและตัวอย่างของความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ – จดจำและระบุสถานการณ์ประเด็นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
พื้นฐาน	– เข้าใจถึงเหตุและผลในการขับเคลื่อนในกระบวนการและความสัมพันธ์ระหว่างสังคมและสภาพภูมิอากาศ – เข้าใจผลกระทบและอิทธิพลระหว่างสังคมและสภาพภูมิอากาศ – มีทักษะในการตัดสินใจและประเมินค่า
สูง	– มีส่วนเกี่ยวข้องในการประเมินและวางแผนเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้การใช้ความรู้ความเข้าใจ – สามารถแยกแยะข้อเท็จจริงและความคิดเห็นได้ – เข้าใจว่าแต่ละบุคคลมีความเข้าใจและให้คุณค่าต่อสภาพภูมิอากาศแตกต่างกัน

7) นำแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน เพื่อพิจารณาและแนะนำความตรงตามเนื้อหา (content validity) ซึ่งเป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามแต่ละข้อเทียบกับนิยามของตัวแปรที่มุ่งวัด โดยผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและนิยามเพื่อพิจารณาการวัดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หลังจากนั้นนำผลการพิจารณาของคณะผู้ทรงคุณวุฒิไปนำไปวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และคัดเลือกข้อสอบที่มีดรรชนีความสอดคล้องที่มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 เพื่อนำไปใช้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

8) นำแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและนักเรียนมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง
9) คัดเลือกข้อคำถามในแบบวัดโดยพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหาในแบบวัดกับนิยามเชิงปฏิบัติการ
10) คัดเลือกและปรับปรุงแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศโดยการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดจากการวิเคราะห์ค่าความยาก (difficulty) อำนาจจำแนก (discrimination) และความเที่ยง (reliability) จากโปรแกรม TAP โดยใช้คะแนนที่ได้จากการทดลองใช้แบบวัด
11) จัดทำแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศเพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.2.2 แบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

1) ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศเพื่อระบุนิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรมบ่งชี้ของแต่ละองค์ประกอบ
2) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ
3) กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศให้ชัดเจนว่าเป็นแบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ รวมทั้งการนำผลการวัดไปใช้ประเมินแบบอิงเกณฑ์ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้และเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามความสามารถของนักเรียน ตลอดจนการนำผลการวัดไปใช้เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ โดยการสร้างแผนผังนิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรมบ่งชี้เพื่อให้วัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศได้ครบทุกองค์ประกอบ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

องค์ประกอบ	นิยามเชิงทฤษฎี	นิยามเชิงปฏิบัติการ	พฤติกรรมบ่งชี้
ความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ	ความสนใจในประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศและมีความตั้งใจที่จะบรรเทาความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	ความสามารถในการระบุประเด็นที่เกี่ยวกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ ความตั้งใจบรรเทาความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	– ระบุประเด็นที่ได้รับความสนใจในสภาพภูมิอากาศ – ระบุแนวทางการบรรเทาสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ
การรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ	ความเชื่อและความกังวลต่อสถานการณ์สภาพภูมิอากาศโลก	การรับรู้และกังวลเกี่ยวกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศโลก การยินดีที่จะมีส่วนร่วมในการบรรเทาความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	– แสดงความกังวลต่อสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ – ให้ความสำคัญกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ
การตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ	การตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลสภาพภูมิอากาศโดยมีเหตุผลสนับสนุนและรับผิดชอบต่อการตัดสินใจ	สามารถตัดสินใจเพื่อแสดงพฤติกรรมในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจในการแสดงพฤติกรรมที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศ	– ระบุแนวทางการปฏิบัติตนที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศ – รู้สึกรับผิดชอบในกิจกรรมที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

4) ดำเนินการสร้างแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศโดยข้อคำถามในแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศจะถูกสร้างเพื่อให้ครอบคลุมกับนิยามขององค์ประกอบความ

ตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศรวมทั้งข้อคำถามที่ได้ปรับใช้จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งไม่มีการกำหนดสัดส่วนของข้อคำถามต่อองค์ประกอบ เพื่อนำส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาและแนะนำ

5) ดำเนินการกำหนดเกณฑ์การประเมินความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศโดยกำหนดให้นักเรียนที่ได้คะแนนความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศจากแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศจะมีระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ น้อย (คะแนนความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศต่ำกว่าร้อยละ 25) พอใช้ (คะแนนความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศระหว่างร้อยละ 25 – 50) ปานกลาง (คะแนนความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศระหว่างร้อยละ 50 – 75) และมาก (คะแนนความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศสูงกว่าร้อยละ 75) โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 11 (ปรับจาก Marzetta, 2016; Niepold et al., 2007)

ตารางที่ 11 แสดงลักษณะของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศในระดับต่าง ๆ

ระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ	ลักษณะของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ
น้อย	บุคคลที่อยู่ในขั้นนี้จะไม่สนใจหรือไม่ทราบเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สภาพภูมิอากาศ คนส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะเพิกเฉยต่อการสื่อสารเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สภาพภูมิอากาศ
พอใช้	บุคคลที่อยู่ในขั้นนี้จะมีการเปิดรับข้อมูลและความรู้เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ แต่โดยทั่วไปแล้วคนกลุ่มนี้จะไม่ใส่ใจในข้อมูล
ปานกลาง	บุคคลในขั้นนี้มีความกระตือรือร้นในการเสพข้อมูลทางวิทยาศาสตร์โลกและยินดีที่จะมีส่วนร่วมในการพูดคุยภายใต้ประเด็นดังกล่าว
มาก	บุคคลในขั้นนี้มีความตั้งใจที่จะรับผิดชอบ พยายามที่จะบรรเทาความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมทั้งเคารพต่อความหลากหลายของมุมมองการรับรู้และการให้คุณค่าในเรื่องสภาพภูมิอากาศของแต่ละบุคคล

6) นำแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน เพื่อพิจารณาและแนะนำความตรงตามเนื้อหา (content validity) ซึ่งเป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามแต่ละข้อเทียบกับนิยามของตัวแปรที่มุ่งวัด โดยผู้ทรงคุณวุฒพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อ

คำถามและนิยามเพื่อพิจารณาการวัดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หลังจากนั้นนำผลการพิจารณาของคณะผู้ทรงคุณวุฒิไปนำไปวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และคัดเลือกข้อสอบที่มีดรรชนีความสอดคล้องที่มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 เพื่อนำไปใช้

7) นำแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและนักเรียนมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง
8) คัดเลือกข้อคำถามในแบบวัดโดยพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหาในแบบวัดกับนิยามเชิงปฏิบัติการ
9) คัดเลือกและปรับปรุงแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศโดยการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดจากการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาขององค์ปะกอบในแบบวัด
10) จัดทำแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศเพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลของการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม เรื่องสภาพภูมิอากาศ รวมทั้งแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ โดยผู้วิจัยทำหนังสือขอความร่วมมือไปยังโรงเรียนที่เป็นตัวอย่างการวิจัย รวมทั้งทำหนังสือขออนุญาตในการทำการวิจัยเพื่อรับรองจริยธรรมการทำวิจัยในคน เมื่อได้รับอนุญาตแล้วจึงดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 การเตรียมตัวอย่างการวิจัยก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยชี้แจงกับนักเรียน ครูประจำชั้น และครูประจำวิชาในเรื่องวัตถุประสงค์ของการทำวิจัย รูปแบบของการเก็บข้อมูลวิจัย จุดประสงค์และเนื้อหาของการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล การนำข้อมูลการวิจัยไปใช้ บทบาทของผู้วิจัยและผู้ให้ข้อมูลวิจัย และจริยธรรมในการทำวิจัย

4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยจากการใช้แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4.3 การดำเนินการทดลองโดยการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม เรื่องสภาพภูมิอากาศ เป็นระยะเวลา 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

เมื่อดำเนินการทดลองเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยจากการใช้แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ หลังจากนั้นปรับเปลี่ยนข้อมูลรายชื่อของนักเรียนเพื่อพิทักษ์สิทธิ์ของตัวอย่างการวิจัย

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ย่อยของการวิจัยคือ 1) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยและระดับของการรู้สภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม 2) เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มการเกิดการรู้สภาพภูมิอากาศในระดับการแสดงออกของพฤติกรรม ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนผ่านการเข้าสังเกตชั้นเรียนและการสัมภาษณ์ครู โดยเข้าสังเกตการเรียนรู้ใน 2 รายวิชา ได้แก่ รายวิชาวิทยาศาสตร์ และรายวิชาที่นอกเหนือจากวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งสภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยสังเกตจากการสอนของครูรวมทั้งพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศของนักเรียนโดยการใช้สถิติค่าเฉลี่ย (M) และสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนที่ได้จากแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศตอนที่ 1 เพื่อนำมาอธิบายความเข้าใจสภาพภูมิอากาศของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ รวมทั้งรายงานขนาดของผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมที่มีต่อความเข้าใจสภาพภูมิอากาศของนักเรียน

5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียนโดยการใช้สถิติค่าเฉลี่ย และสถิติทดสอบทีของคะแนนที่ได้จากแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศเพื่อนำมาอธิบายความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ รวมทั้งรายงานขนาดของผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมที่มีต่อความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียน

5.4 การวิเคราะห์ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมที่มีต่อการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียน

ผู้วิจัยใช้สถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ (dependent t-test) ในการทดสอบผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมก่อนและหลังจัดการเรียนรู้โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศก่อนและหลังการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อวิเคราะห์การรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนร่วมกับการวิเคราะห์พัฒนาการของการรู้สภาพภูมิอากาศจากแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ขนาดของผล (effect size) เพื่อพิจารณาความนัยสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมที่มีต่อการพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศ ซึ่งใช้โปรแกรมสำเร็จรูป G*power รุ่น 3.0 ในการวิเคราะห์ตามสูตรของ Cohen's d และแปลความหมายตามเกณฑ์ของ Cohen (Howell, 2009)

5.5 การวิเคราะห์แนวโน้มการเกิดการรู้สภาพภูมิอากาศในระดับการแสดงออกของพฤติกรรม

ผู้วิจัยใช้คะแนนเฉลี่ยร้อยละของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยนำมาสร้างเป็นกราฟเส้น ทั้งนี้ได้นำผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนมาใช้วิเคราะห์ร่วมกับกราฟเส้นเพื่อพิจารณาแนวโน้มของการเกิดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศที่เป็นองค์ประกอบหลักของการรู้สภาพภูมิอากาศในการสนับสนุนให้เกิดพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศของนักเรียน

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียน

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์การรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียน

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้

การวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ (1) การสังเกตพฤติกรรมการเรียนก่อนจัดการเรียนรู้ของนักเรียน (2) การสังเกตรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้รับก่อนจัดการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์จากการสังเกตการเรียนรู้ของนักเรียนจำนวน 4 คาบเรียน ใน 2 รายวิชา ได้แก่ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานจำนวน 2 คาบเรียน และรายวิชาที่ไม่ใช่วิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 2 คาบเรียน ผลการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. พฤติกรรมการเรียนก่อนจัดการเรียนรู้ของนักเรียน

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนก่อนจัดการเรียนรู้ ภาพรวมของนักเรียนทั้งชั้นเรียนในคาบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและวิชาที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ พบว่า ในช่วงก่อนเข้าเรียน เมื่อนักเรียนเข้าห้องเรียนแล้วจะนั่งตามกลุ่มที่ครูจัดไว้ให้ตามตำแหน่งทันที แต่จะยังไม่จัดเตรียมเอกสาร ได้แก่ สมุดและหนังสือไว้บนโต๊ะจนกว่าครูประจำวิชาจะเข้ามาในชั้นเรียน ในขณะที่มีกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนมากกว่าครึ่งหนึ่งของชั้นเรียนมีการพูดคุยเรื่องอื่นนอกเหนือจากเนื้อหาบทเรียนภายในกลุ่มและจะหยุดคุยเมื่อครูกล่าวตักเตือน และมีนักเรียนบางคนที่มักเดินไป – มาในชั้นเรียนเพื่อยืมของใช้จากเพื่อนบ้างเป็นครั้งคราว

พฤติกรรมการเรียนรู้ในคาบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนเกือบทั้งหมดที่ไม่ได้เป็นตัวแทนกลุ่มในการสาธิตการทดลองหน้าชั้นเรียนมีการพูดคุยและหยิบงานวิชาอื่นขึ้นมาทำในขณะที่ครูและเพื่อนนักเรียนกำลังสาธิตการทดลองอยู่หน้าชั้นเรียน นักเรียนส่วนใหญ่ในชั้นเรียนไม่ค่อยตอบคำถามแต่ยังคงมีนักเรียนประมาณ 3 – 4 คน ที่พยายามตอบคำถามของครูตลอดเวลา โดยนักเรียนจำนวนมากกว่าครึ่งหนึ่งของชั้นเรียนจะตอบเฉพาะบางคำถามที่มั่นใจด้วยเสียงที่ไม่ดังมาก อย่างไรก็ตามพบว่า นักเรียนทุกคนไม่กลัวที่จะยกมือเพื่อสอบถามครูทั้งเรื่องที่เกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนและเรื่องที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเรียน นอกจากนี้ นักเรียนสามารถอ่านข้อมูลจากตารางได้อย่างถูกต้องและเข้าใจ

ความหมาย แต่ยังไม่สามารถแปลงข้อมูลจากตารางเพื่อเขียนให้อยู่ในรูปกราฟได้ โดยครูเป็นผู้แนะนำวิธีการเขียนกราฟและนำนักเรียนให้แปลข้อมูลจากตารางแล้วกำหนดจุดบนแผนภาพเพื่อลากเส้นกราฟเพื่อให้นักเรียนดูแนวโน้มของกราฟ จากการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงาน พบว่า เมื่อนักเรียนได้รับการมอบหมายหน้าที่ เช่น การเป็นตัวแทนกลุ่มเพื่อทำการสาธิตการทดลองหน้าชั้นเรียนร่วมกับครู นักเรียนจะมีความรับผิดชอบและตั้งใจทำตามหน้าที่ของตนเองอย่างเคร่งครัด ในทางกลับกันนักเรียนสมาชิกกลุ่มคนที่เหลือไม่ให้ความสนใจต่อการสาธิตหน้าชั้นเรียน มีการพูดคุยกันภายในกลุ่มรวมทั้งเดินไป – มาระหว่างกลุ่ม แม้ว่าครูจะบอกให้นักเรียนกลับมานั่งที่เพื่อตอบคำถามในแบบฝึกหัด จึงกล่าวได้ว่า นักเรียนจะมีความตั้งใจเรียนเมื่อได้รับมอบหมายงานหรือหน้าที่ที่มีรายละเอียดของงานชัดเจน และเป็นงานที่ทำให้นักเรียนรู้สึกว่าตนเองมีความสำคัญต่อการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ โดยกิจกรรมการเรียนรู้จำเป็นต้องไม่ยากจนกระทั่งนักเรียนไม่อยากให้ความสนใจ

พฤติกรรมการเรียนรู้ในวิชาที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ นักเรียนทั้งชั้นเรียนจะต้องปฏิบัติตามคำสั่งของครูประจำวิชา พบว่า ครูจะมอบหมายงานให้นักเรียนอ่านเนื้อหาในหนังสือแบบเรียนโดยมีการกำหนดจำนวนหน้าเพื่อให้นักเรียนสรุปเนื้อหาและเขียนลงในสมุดประจำวิชาเพื่อส่งท้ายคาบเรียน และในขณะที่นักเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายโดยเลือกที่นั่งทำงานได้อย่างอิสระ ครูจะตรวจงานของนักเรียนห้องอื่นหรือทำงานเอกสารอื่น ๆ ในคาบเรียน เมื่อนักเรียนทำงานเสร็จและส่งงานที่โต๊ะของครูเรียบร้อยแล้ว นักเรียนจะสามารถทำกิจกรรมได้ตามอัธยาศัย โดยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จะใช้โทรศัพท์มือถือของตนเองเพื่อความบันเทิง อย่างไรก็ตาม มีนักเรียนบางส่วนที่นำการบ้านวิชาอื่นขึ้นมาทำเพื่อรอเวลาให้หมดเวลาเรียน

จากการเข้าสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งในรายวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความคุ้นเคยกับการได้รับการจัดการเรียนรู้ในลักษณะที่มีครูเป็นศูนย์กลาง (teacher-centered) โดยนักเรียนจะปฏิบัติตามคำสั่งที่ได้รับมอบหมายอย่างเคร่งครัด แม้ว่านักเรียนไม่ได้เป็นผู้เรียนเชิงรุกที่มีบทบาทหลักในกระบวนการเรียนรู้ในชั้นเรียน แต่นักเรียนมีศักยภาพที่จะปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างเข้าใจ ผู้วิจัยจึงมองว่านักเรียนน่าจะสามารถเรียนรู้ที่จะปรับตัวหากต้องเรียนรู้ในรูปแบบอื่นได้

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้รับก่อนจัดการเรียนรู้

ในการเข้าสังเกตการจัดการเรียนการสอนของรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและศิลปศึกษา พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรูที่ใช้เป็นรูปแบบครูเป็นศูนย์กลาง ซึ่งโดยส่วนใหญ่นักเรียนจะเขียนตามคำบอกเล่าของครูหรือเขียนสรุปเนื้อหาความรู้จากข้อมูลในหนังสือเรียนซึ่งเป็นงานที่ครูมอบหมายให้นักเรียนทำ

สำหรับในคาบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า ครูจะสอนโดยใช้การถาม-ตอบเป็นหลัก ซึ่งคำถามที่ครูใช้เรียงตามลำดับหนังสือคู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2

ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ทั้งนี้ มีข้อสังเกตคือครูจะถามคำถามละไม่เกิน 2 ครั้ง โดยเมื่อมีนักเรียนที่สามารถตอบได้หรือใกล้เคียงกับคำตอบที่ครูกำหนดไว้ ครูจะใช้คำถามต่อไปโดยทันที และถ้าหากคำถามนั้นไม่มีนักเรียนที่ตอบได้ครูจะบอกคำตอบแล้วใช้คำถามต่อไป กิจกรรมที่ครูใช้ในชั้นเรียนทั้งหมดเป็นไปตามหนังสือคู่มือครูรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน แต่มีการทำกิจกรรมตามที่หนังสือได้แนะนำไว้ในบางกิจกรรม โดยนักเรียนไม่ได้ทำกิจกรรมเป็นรายกลุ่มตามการแบ่งกลุ่มที่ถูกจัดไว้ แต่ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนเพื่อทำหน้าที่สาธิตร่วมกับครูหน้าชั้นเรียน โดยนักเรียน 1 คนที่มาจากแต่ละกลุ่มจะได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่แตกต่างกันออกไป อาทิ จับเทอร์มอมิเตอร์ให้อยู่ในระดับตรง อ่านอุณหภูมิจากเทอร์มอมิเตอร์เมื่อถึงเวลาที่กำหนด บันทึกอุณหภูมิที่เพื่อนบอก

ในระหว่างที่นักเรียนปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายในการสาธิตหน้าชั้นเรียน ครูวาดตารางบันทึกผลขนาดใหญ่บนกระดานเพื่อรอบันทึกผล และให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนบันทึกตารางบนกระดานลงในสมุดของตนเองหลังจากที่ครูนำผลอุณหภูมิที่บันทึกได้เขียนบนกระดานเรียบร้อยแล้ว ในระหว่างที่นักเรียนบันทึกผลลงในสมุดครูจึงวาดแกนกราฟรอแปลผลข้อมูลจากตาราง หลังจากนั้นครูนำนักเรียนกำหนดจุดบนแผนภาพเพื่อที่จะลากเส้นกราฟ นักเรียนส่วนใหญ่ยังตอบคำถามไม่ได้ว่าจะต้องกำหนดจุดที่บริเวณใด ครูจึงกำหนดจุดและเขียนกราฟให้นักเรียนบันทึกลงในสมุดของตนเอง หลังจากนั้นครูอธิบายเปรียบเทียบแนวโน้มของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นระหว่างกราฟ 2 ชนิด ได้แก่ อุณหภูมิของกราฟน้ำกลั่น และอุณหภูมิของกราฟน้ำเกลือ

จากการพูดคุยเพื่อสอบถามครูประจำวิชาวิทยาศาสตร์พบว่า ครูจะพิจารณาเลือกใช้กิจกรรมในหนังสือคู่มือบางกิจกรรมจากการประเมินความพร้อมของอุปกรณ์ที่จะใช้และเวลาที่คิดว่านักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้ โดยส่วนมากแล้วเป็นการให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาสาธิตเพราะอุปกรณ์ที่จะใช้มีจำกัดและกังวลว่าจะไม่สามารถควบคุมเวลาที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจะใช้ได้อย่างทั่วถึง ดังนั้นนักเรียนที่เหลือในกลุ่มจะบันทึกข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมการสาธิตและเขียนอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน

จึงกล่าวได้ว่า ครูที่ได้เข้าสังเกตส่วนใหญ่ไม่ได้สนับสนุนให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยเฉพาะในรายวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนไม่ได้รับการปฏิบัติเพื่อให้สร้างความรู้ด้วยตนเองจากการสังเกต ตั้งคำถาม เก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งสรุปและอภิปรายผลด้วยตนเอง แต่กระบวนการทั้งหมดถูกขับเคลื่อนโดยมีครูเป็นศูนย์กลางและใช้วิธีบอกข้อมูลเนื่องจากกังวลเรื่องเวลาที่ใช้จะไม่เพียงพอสำหรับการจัดการเรียนรู้

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศของนักเรียน

การวิเคราะห์ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศของนักเรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ (1) การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และ (2) การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้จำแนกตามองค์ประกอบ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม ผลการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจสภาพภูมิอากาศของนักเรียนนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล 2 ชุด ได้แก่ (1) แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนเรียน และ (2) แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศฉบับหลังเรียน ซึ่งมีคะแนนเต็มตามจำนวนข้อคำถามในแบบวัดจำนวน 24 ข้อ โดยใช้ระดับการประเมินความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ 3 ระดับ ที่ปรับจาก Marzetta (2016) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน		**คะแนนเต็ม**	**ค่าสถิติ**						**ระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ**
			M	$M_{ร้อยละ}$	*SD*	t	sig	ES	
ความรู้เนื้อหา	ก่อน	16	5.27	32.95	1.75	4.102	.000		เริ่มต้น
	หลัง		7.15	44.70	2.94				เริ่มต้น
ความรู้กระบวนการ	ก่อน	4	1.42	35.61	1.00	.392	.697		เริ่มต้น
	หลัง		1.52	37.88	0.91				เริ่มต้น
ความรู้ญาณวิทยา	ก่อน	4	1.30	32.58	1.02	3.567	.001		เริ่มต้น
	หลัง		2.09	52.27	0.95				พื้นฐาน
ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ	ก่อน	24	8.00	33.33	2.63	4.281	.000	0.751	เริ่มต้น
	หลัง		10.76	44.82	3.76				เริ่มต้น

*p-value<.05

1.1 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศจากการตอบแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ

จากตารางที่ 12 พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศอยู่ในระดับ เริ่มต้น ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน อย่างไรก็ตาม เมื่อตรวจสอบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบที

แบบไม่อิสระ (Dependent t-test) พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความเข้าใจสภาพภูมิอากาศโดยรวมหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 44.82 ซึ่งมากกว่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละความเข้าใจสภาพภูมิอากาศก่อนเรียนเท่ากับร้อยละ 33.33 ทั้งนี้ พบว่าขนาดของอิทธิพลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมส่งผลต่อความเข้าใจสภาพภูมิอากาศมีผลขนาดปานกลาง (0.751) จึงกล่าวได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้นหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ**ด้านความรู้เนื้อหา**จากการตอบแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ

จากตารางที่ 12 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจสภาพภูมิอากาศในด้านความรู้เนื้อหาก่อนเรียนเท่ากับ 5.27 จากคะแนนเต็ม 16 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 32.95 และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจสภาพภูมิอากาศในด้านความรู้เนื้อหาหลังเรียนเท่ากับ 7.15 คิดเป็นร้อยละ 44.70 ซึ่งระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนจัดอยู่ในระดับเริ่มต้น เมื่อตรวจสอบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความเข้าใจสภาพภูมิอากาศด้านความรู้เนื้อหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จึงกล่าวได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศด้านความรู้เนื้อหาเพิ่มขึ้นหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ**ด้านความรู้กระบวนการ**จากการตอบแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ

จากตารางที่ 12 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจสภาพภูมิอากาศในด้านความรู้กระบวนการก่อนเรียนเท่ากับ 1.42 จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 35.61 และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจสภาพภูมิอากาศในด้านความรู้กระบวนการหลังเรียนเท่ากับ 1.52 คิดเป็นร้อยละ 37.88 ซึ่งระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนจัดอยู่ในระดับเริ่มต้น เมื่อตรวจสอบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความเข้าใจสภาพภูมิอากาศด้านความรู้กระบวนการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จึงกล่าวได้ว่า นักเรียนมีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศด้านความรู้กระบวนการเพิ่มขึ้นหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.4 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ**ด้านความรู้ญาณวิทยา**จากการตอบแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ

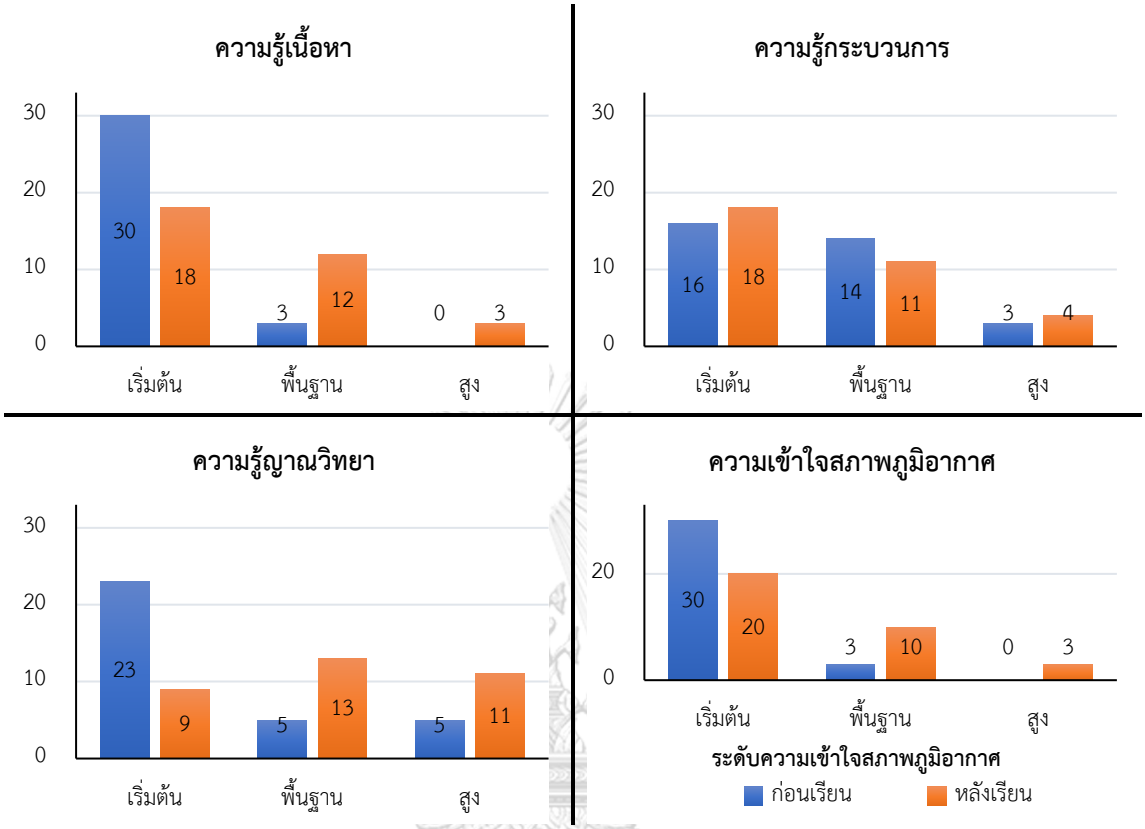
จากตารางที่ 12 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจสภาพภูมิอากาศในด้านความรู้ญาณวิทยาก่อนเรียนเท่ากับ 1.30 จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 32.58 ซึ่งจัดอยู่ในการมีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศระดับเริ่มต้น และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจสภาพภูมิอากาศในด้านความรู้ญาณวิทยาหลังเรียนเท่ากับ 2.09 คิดเป็นร้อยละ 52.27 ซึ่งจัดอยู่ในการมีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศระดับพื้นฐาน เมื่อตรวจสอบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความเข้าใจสภาพภูมิอากาศด้านความรู้ญาณวิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จึงกล่าวได้ว่า นักเรียนมีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศด้านความรู้ญาณวิทยาเพิ่มขึ้นหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่เปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

การเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่เปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวม 2 ชุด ได้แก่ (1) แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนเรียน และ (2) แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศฉบับหลังเรียน ซึ่งมีคะแนนเต็มตามจำนวนข้อคำถามในแบบวัดจำนวน 24 ข้อ โดยใช้ระดับการประเมินความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ 3 ระดับ ที่ปรับจาก Marzetta (2016) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังแผนภาพที่ 5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนภาพที่ 5 แสดงจำนวนนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศก่อนและหลังเรียน



จากแผนภาพที่ 5 พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศก่อนเรียนในระดับเริ่มต้น ระดับพื้นฐาน และระดับสูงจำนวน 30 3 และ 0 คน และนักเรียนมีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศหลังเรียนในระดับเริ่มต้น ระดับพื้นฐาน และระดับสูงจำนวน 20 10 และ 3 คน ตามลำดับ เมื่อพิจารณาแยกตามองค์ประกอบพบว่าองค์ประกอบด้านความรู้เนื้อหาและความรู้ญาณวิทยามีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับคล้ายกัน โดยจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศหลังเรียนในระดับเริ่มต้นลดลงจากก่อนเรียน ในขณะที่จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศหลังเรียนในระดับพื้นฐานและระดับสูงเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ส่วนรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศหลังเรียนขององค์ประกอบด้านความรู้กระบวนการแตกต่างจากองค์ประกอบอื่น โดยจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศหลังเรียนในระดับเริ่มต้นสูงกว่าก่อนเรียน ระดับพื้นฐานต่ำกว่าก่อนเรียน และระดับสูงสูงกว่าก่อนเรียน จึงกล่าวได้ว่า นักเรียนมีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศโดยรวมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยความเข้าใจสภาพภูมิอากาศในองค์ประกอบด้านความรู้เนื้อหาและความรู้ญาณวิทยาสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างชัดเจน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โดยพบว่า มีนักเรียนจำนวน 1 คนที่มีการเปลี่ยนระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศลดลง 1 อันดับ คือจากระดับพื้นฐานเป็นระดับเริ่มต้น อย่างไรก็ตาม นักเรียนจำนวน 20 คน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ ในขณะที่มีนักเรียนจำนวน 10 คนมีระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศในระดับที่สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน 1 อันดับ ได้แก่ (1) จากระดับเริ่มต้นเป็นระดับพื้นฐานจำนวน 9 คน และ (2) จากระดับพื้นฐานเป็นระดับสูงจำนวน 1 คน ในขณะที่มีนักเรียนจำนวน 2 คนที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ 2 อันดับ โดยเปลี่ยนแปลงจากระดับเริ่มต้นเป็นระดับสูงหลังการเรียนรู้ โดยจำนวนนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศไปสู่อันดับที่สูงขึ้น

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียน

การวิเคราะห์ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ (1) การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และ (2) การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้จำแนกตามองค์ประกอบ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม ซึ่งมีคะแนนเต็มตามจำนวนข้อคำถามในแบบวัดจำนวน 5 คะแนน (Garcesa & Limjuco, 2018; Williams, 2017) จากแบบวัดจำนวน 21 ข้อ โดยใช้ระดับการประเมินความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ 4 ระดับ ที่ปรับจาก Marzetta (2016) และ Niepold และคณะ (2007) ผลการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียนนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล 2 ชุด ได้แก่ (1) แบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนเรียน และ (2) แบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศฉบับหลังเรียน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน		**คะแนนเต็ม**	**ค่าสถิติ**						**ระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ**
			M	$M_{ร้อยละ}$	*SD*	t	sig	ES	
ความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ	ก่อน	5	3.04	60.78	0.29	4.848	.000		พอใช้
	หลัง		3.41	68.14	0.38				พอใช้
การรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ	ก่อน	5	3.38	67.53	0.49	-.105	.917		พอใช้
	หลัง		3.37	67.36	0.38				พอใช้
การตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ	ก่อน	5	2.83	56.62	0.45	5.206	.000		พอใช้
	หลัง		3.45	69.00	0.61				พอใช้
ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ	ก่อน	5	3.08	61.65	0.22	4.695	.000	0.825	พอใช้
	หลัง		3.41	68.17	0.36				พอใช้

*p-value<.05

2.1 ผลการวิเคราะห์ระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศจากการตอบแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

จากตารางที่ 13 พบว่า นักเรียนมีความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศอยู่ในระดับ ปานกลางทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน อย่างไรก็ตาม เมื่อตรวจสอบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศโดยรวมหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 68.17 ซึ่งมากกว่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศก่อนเรียนเท่ากับร้อยละ 61.65 และจากการวิเคราะห์ขนาดอิทธิพล พบว่า ขนาดของอิทธิพลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมส่งผลต่อความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศมีผลขนาดใหญ่ (0.825) จึงกล่าวได้ว่า นักเรียนมีความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้นหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการวิเคราะห์ระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ**ด้านความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ**จากการตอบแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

จากตารางที่ 13 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศในด้านความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศก่อนเรียนเท่ากับ 3.04 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 60.78 และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศในด้านความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศหลังเรียนเท่ากับ 3.41 คิดเป็นร้อยละ 68.14 ซึ่งระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนจัดอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อตรวจสอบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศด้านความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จึงกล่าวได้ว่านักเรียนมีความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้นหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 ผลการวิเคราะห์ระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ**ด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ**จากการตอบแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

จากตารางที่ 13 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศในด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศก่อนเรียนเท่ากับ 3.38 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 67.53 และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศในด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศหลังเรียนเท่ากับ 3.37 คิดเป็นร้อยละ 67.36 ซึ่งระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนจัดอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อตรวจสอบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศหลังเรียนต่ำกว่าก่อนเรียน จึงกล่าวได้ว่า นักเรียนมีความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศลดลงหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการวิเคราะห์ระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ**ด้านการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ**จากการตอบแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

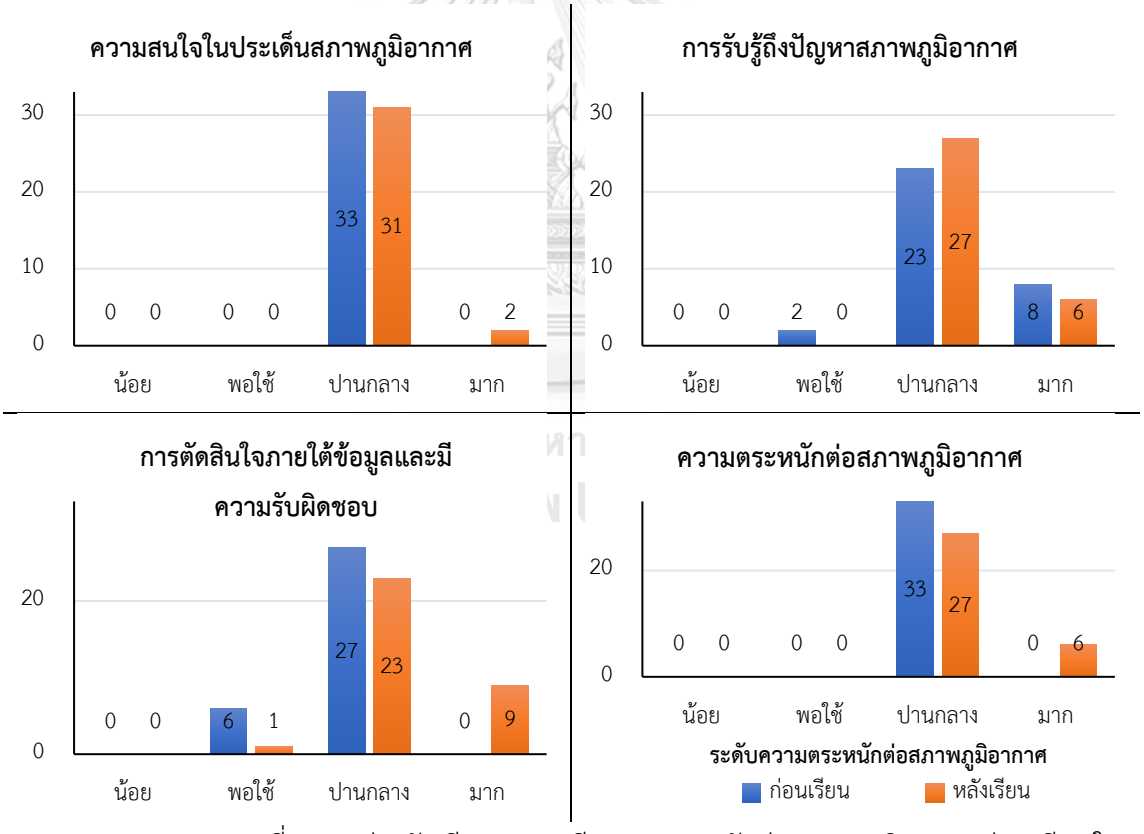
จากตารางที่ 13 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศในด้านการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบก่อนเรียนเท่ากับ 2.83 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 56.62 และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศในด้านการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบหลังเรียนเท่ากับ 3.45 คิดเป็นร้อยละ 69.00 ซึ่งระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนจัดอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อตรวจสอบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศด้านการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบหลังเรียนสูง

กว่าก่อนเรียน จึงกล่าวได้ว่า นักเรียนมีความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศด้านการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบเพิ่มขึ้นหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่เปลี่ยนแปลงระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

การเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่เปลี่ยนแปลงระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวม 2 ชุด ได้แก่ (1) แบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนเรียน และ (2) แบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศฉบับหลังเรียน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังแผนภาพที่ 6

แผนภาพที่ 6 แสดงจำนวนนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศก่อนและหลังเรียน



จากแผนภาพที่ 6 พบว่า นักเรียนทุกคนมีความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศก่อนเรียนในระดับปานกลางทั้งหมด และนักเรียนมีความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศหลังเรียนในระดับน้อย พอใช้ ปานกลาง และมากจำนวน 0 0 27 และ 6 คน ตามลำดับ เมื่อพิจารณาแยกตามองค์ประกอบ พบว่าองค์ประกอบด้านความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศและการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับคล้ายกัน โดยจำนวน

นักเรียนที่มีความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศหลังเรียนในระดับพอใช้รวมทั้งในระดับปานกลางลดลงจากก่อนเรียน ในขณะที่จำนวนนักเรียนที่มีความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศหลังเรียนในระดับมากเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ส่วนรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงจำนวนนักเรียนที่มีความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศหลังเรียนขององค์ประกอบด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศแตกต่างจากอีก 2 องค์ประกอบ โดยจำนวนนักเรียนที่มีความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศหลังเรียนในระดับปานกลางเพิ่มขึ้นจำนวน 4 คน ในขณะที่ระดับมากมีจำนวนลดลงจากก่อนเรียน 2 คน จึงกล่าวได้ว่า นักเรียนมีความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศโดยรวมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศในองค์ประกอบด้านความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศและการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างชัดเจน

โดยพบว่า มีนักเรียนจำนวน 6 คนที่มีการเปลี่ยนระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศโดยรวมเพิ่มขึ้น 1 อันดับ คือจากระดับปานกลางเป็นระดับมาก ในขณะที่นักเรียนที่เหลือไม่มีการเปลี่ยนแปลงความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศในระดับอื่น

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์การรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียน

การวิเคราะห์การรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียน แบ่งออกเป็น 3 ประเด็น ได้แก่ (1) การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการรู้สภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และ (2) การเปรียบเทียบร้อยละของคะแนนการรู้สภาพภูมิอากาศรายบุคคลระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้จำแนกตามองค์ประกอบ (3) การประเมินแนวโน้มการเกิดการรู้สภาพภูมิอากาศในระดับการแสดงออกของพฤติกรรม ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม ซึ่งกำหนดคะแนนเต็มเป็น 100 คะแนน โดยการนำคะแนนจากแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศมาคิดคะแนนเฉลี่ยร้อยละในอัตราส่วน 1:1 โดย และใช้ระดับการประเมินการรู้สภาพภูมิอากาศ 3 ระดับ ที่ปรับจาก Marzetta (2016) และ Niepold และคณะ (2007) ผลการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการรู้สภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล 2 ชุด ได้แก่ (1) แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนและหลังเรียน และ (2) แบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนและหลังเรียน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบระดับของการรู้สภาพภูมิอากาศก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ						ระดับการรู้สภาพภูมิอากาศ
		M	$M_{ร้อยละ}$	*SD*	t	sig	ES	
ก่อนเรียน	100	47.49	47.49	6.59	5.383	.000	0.938	ไม่มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ
หลังเรียน		56.50	56.50	9.65				มีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ

*p-value<.05

จากตารางที่ 14 พบว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงคะแนนเฉลี่ยการรู้สภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้นหลังเรียน รวมทั้งมีระดับการรู้สภาพภูมิอากาศที่สูงขึ้น โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการรู้สภาพภูมิอากาศก่อนเรียนเป็นร้อยละ 47.49 ซึ่งจัดอยู่ในระดับไม่มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศและนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการรู้สภาพภูมิอากาศหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 56.50 ซึ่งจัดอยู่ในระดับมีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ เมื่อตรวจสอบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละการรู้สภาพภูมิอากาศหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้ พบว่าขนาดของอิทธิพลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมส่งผลต่อการรู้สภาพภูมิอากาศมีผลขนาดใหญ่ (0.938) จึงกล่าวได้ว่า นักเรียนมีการรู้สภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้นหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปรียบเทียบร้อยละของคะแนนการรู้สภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

การเปรียบเทียบร้อยละของคะแนนการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกตามระดับของการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนจำนวน 33 คน โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล 2 ชุด ได้แก่ (1) แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนและหลังเรียน และ (2) แบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนและหลังเรียน ซึ่งแสดงข้อมูลในหน่วยร้อยละของคะแนนการรู้สภาพภูมิอากาศ จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีระดับการรู้สภาพภูมิอากาศ 3 ระดับระหว่างก่อนเรียนเปรียบเทียบกับหลังเรียน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่เปลี่ยนแปลงระดับการรู้สภาพภูมิอากาศ

ระดับการรู้สภาพภูมิอากาศ	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
	คะแนนเฉลี่ย	จำนวนนักเรียน		คะแนนเฉลี่ย	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ		คน	ร้อยละ
ไม่มีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ	43.81	21	63.64	44.14	7	21.21
มีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ	54.00	12	36.36	56.95	22	66.67
มีความรู้สึกร่วมกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ	0	0	0	75.25	4	12.12
รวม	47.49	33	100	56.50	33	100

จากตารางที่ 15 พบว่า นักเรียนมีร้อยละของคะแนนการรู้สภาพภูมิอากาศก่อนเรียนในระดับไม่มีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ มีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ และมีความรู้สึกร่วมกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ จำนวน 21 12 และ 0 คน ตามลำดับ และนักเรียนมีร้อยละของคะแนนการรู้สภาพภูมิอากาศหลังเรียนในระดับไม่มีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ มีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ และมีความรู้สึกร่วมกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ จำนวน 7 22 และ 4 คน ขณะที่คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนเปรียบเทียบตามระดับการรู้สภาพภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นในช่วงหลังเรียน ได้แก่ (1) คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่อยู่ในระดับไม่มีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้นจาก 43.81 เป็น 44.14 คะแนน (2) คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่อยู่ในระดับมีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้นจาก 54.00 เป็น 56.95 คะแนน และ (3) นักเรียนที่มีการรู้สภาพภูมิอากาศอยู่ในระดับมีความรู้สึกร่วมกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเป็น 75.25 คะแนน

อย่างไรก็ตาม นักเรียนแต่ละคนมีการเปลี่ยนแปลงระดับการรู้สภาพภูมิอากาศแตกต่างกัน ได้แก่ (1) นักเรียนทีไม่มีการเปลี่ยนแปลงระดับการรู้สภาพภูมิอากาศ จำนวน 18 คน (2) นักเรียนที่มีระดับการรู้สภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้น 1 อันดับ จำนวน 12 คน ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือนักเรียนที่เปลี่ยนจากระดับไม่มีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศเป็นมีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ จำนวน 11 คน และนักเรียนที่เปลี่ยนจากระดับมีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศเป็นมีความรู้สึกร่วมกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศจำนวน 1 คน และ (3) นักเรียนที่มีระดับการรู้สภาพ

ภูมิอากาศเพิ่มขึ้น 2 อันดับ จำนวน 3 คน ซึ่งเปลี่ยนแปลงจากระดับที่ไม่มีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศเป็นมีความรู้สึกร่วมกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ (ภาคผนวก ฉ)

3. การวิเคราะห์แนวโน้มการเกิดการรู้สภาพภูมิอากาศในระดับการแสดงออกของพฤติกรรม

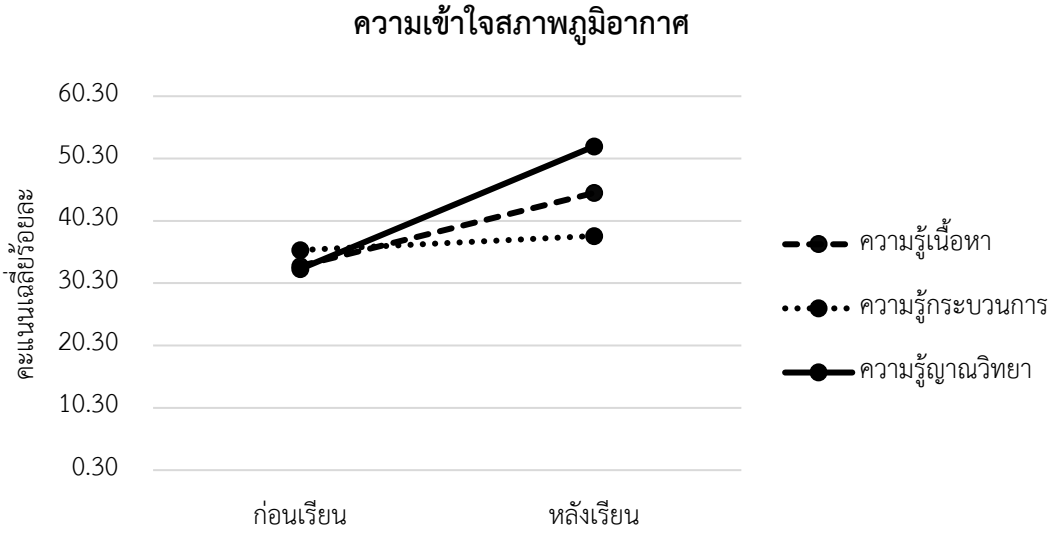
การวิเคราะห์แนวโน้มการเกิดการรู้สภาพภูมิอากาศในระดับการแสดงออกของพฤติกรรมในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมเพื่อจะนำไปสู่การเกิดการรู้สภาพภูมิอากาศในระดับการแสดงออกในเชิงพฤติกรรมของนักเรียน ซึ่งพิจารณาจากความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ ความความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ และการแสดงเจตจำนงในการแสดงพฤติกรรมจากการพูดคุยและตอบคำถามในชั้นเรียนในบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ และการตอบคำถามในใบกิจกรรม รายละเอียดของผลการวิเคราะห์แนวโน้มการเกิดการรู้สภาพภูมิอากาศในระดับการแสดงออกของพฤติกรรม ดังนี้

3.1 ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ

การวิเคราะห์ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศจากการวัดองค์ประกอบด้านความรู้เนื้อหา ความรู้กระบวนการ และความรู้ญาณวิทยาในระยะก่อนเรียน พบว่า นักเรียนที่เป็นตัวอย่างในการทดลองมีระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศในด้านความรู้เนื้อหา ความรู้กระบวนการ และความรู้ญาณวิทยา โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 33.06 35.61 และ 32.58 คะแนน สังเกตได้ว่าความรู้เนื้อหาและความรู้ญาณวิทยามีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน สำหรับในระยะหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศในด้านความรู้เนื้อหา ความรู้กระบวนการ และความรู้ญาณวิทยา โดยเฉลี่ยเท่ากับ 44.79 37.88 และ 52.27 คะแนน ซึ่งคะแนนทั้ง 3 ส่วนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างเห็นได้ชัด

ทั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคะแนนเฉลี่ยร้อยละองค์ประกอบของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศทั้ง 3 ด้านด้วยกราฟเส้น ซึ่งจะเห็นว่า ในระยะก่อนเรียน นักเรียนตัวอย่างในการวิจัยมีคะแนนเฉลี่ยความรู้กระบวนการที่แตกต่างจากความรู้เนื้อหา และความรู้ญาณวิทยา และภายหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความรู้ญาณวิทยาหลังเรียนมากกว่าความรู้เนื้อหาและความรู้กระบวนการ ตามลำดับ อย่างชัดเจน ดังแผนภาพที่ 7 ที่แสดงให้เห็นถึงมีแนวโน้มในการพัฒนาสู่ระดับพื้นฐาน

แผนภาพที่ 7 คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจสภาพภูมิอากาศก่อนและหลังเรียน



แนวโน้มของกราฟคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจสภาพภูมิอากาศสอดคล้องกับข้อมูลจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนมีแนวโน้มที่จะพัฒนาจากระดับเริ่มต้นสู่ระดับพื้นฐาน เนื่องจากในการพูดคุยและตอบคำถามในชั้นเรียน นักเรียนแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในความซับซ้อนของระบบสภาพภูมิอากาศและความยากในการการรักษาระบบสภาพภูมิอากาศให้คงอยู่ หลังจากครูนำนักเรียนเล่นเกม Farming juggle (The Climate Centre, 2017) ซึ่งในเกม นักเรียนจะต้องโยนลูกบอลสีต่าง ๆ ให้แก่เพื่อนที่อยู่ในวงกลม โดยห้ามถือลูกบอลค้างไว้และห้ามทำให้ลูกบอลตกในขณะที่จำนวนลูกบอลถูกเพิ่มเข้าไปในวงกลมมากขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งครบ 5 ลูกเพื่อเป็นผู้ชนะในเกม ครูใช้คำถามเพื่อสอบถามประสบการณ์และความรู้สึกของนักเรียนในขณะเล่นเกมว่านักเรียนจะสามารถจัดการกับการโยนลูกบอลซึ่งเปรียบเสมือนปัจจัยที่หลากหลายในระบบสภาพภูมิอากาศที่มีจำนวนมากได้หรือไม่ นักเรียนให้คำตอบว่า ไม่ได้ เนื่องจากลูกบอลที่มีจำนวนมากนั้นยากต่อการจัดการให้ยังคงถูกเคลื่อนที่โดยการโยนและห้ามตกอยู่ตลอดเวลา ดังตัวอย่างบทสนทนาต่อไปนี้

ผู้วิจัย: ส่งบอลยากไหมคะ
นักเรียน: วุ่นวายมาก
ผู้วิจัย: แล้วถ้าหากครูมีบอลมากกว่า 5 ลูกจะส่งไหวไหม
นักเรียน: ยังไม่รู้/ไหว/ไม่ไหว/โห...ครู
ผู้วิจัย: ถ้าสมมติวงกลมเป็นระบบภูมิอากาศ เราคิดว่าระบบภูมิอากาศของเราจะอยู่ได้ไหม
นักเรียน: ล่มแน่ ๆ ค่ะครู/กลุ่มผมล้มตั้งแต่บอลลูกที่ 2 แล้วครับ

นอกจากนี้ จากการพูดคุยเพื่อตอบคำถามหลังจากเล่นเกม Greenhouse gas game (The Climate Centre, 2017) ที่นักเรียน 2 กลุ่มจะต้องแข่งขันกัน ได้แก่ กลุ่มแก๊สเรือนกระจก และกลุ่มพลังงานจากดวงอาทิตย์ โดยนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มจะต้องทำหน้าที่เสมือนว่าตนเองเป็นแก๊สเรือนกระจกและพลังงานจากดวงอาทิตย์ โดยนักเรียนแสดงให้เห็นว่ามีความเข้าใจในกระบวนการภายในปรากฏการณ์เรือนกระจกความสำคัญของการพยายามไม่เพิ่มแก๊สเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศโลกซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดภาวะโลกร้อน จากตัวอย่างบทสนทนานี้

ผู้วิจัย: กลุ่มแก๊สเรือนกระจกมีหน้าที่อะไรคะ
นักเรียน: ดักจับพลังงานไม่ให้ออกไปค่ะ
ผู้วิจัย: คิดว่าจำนวนคนที่ต้องวิ่งจับพลังงานมีพอหรือยังคะ
นักเรียน: ก็พอแล้วนะครับครู/ถ้ามากกว่านี้หนูว่าเขาออกนอกวงกลมไม่ได้แล้วค่ะ
ผู้วิจัย: อยากมีคนเพิ่มขึ้นอีกไหมคะ
นักเรียน: พอแล้วเดี๋ยวโลกร้อนครับ

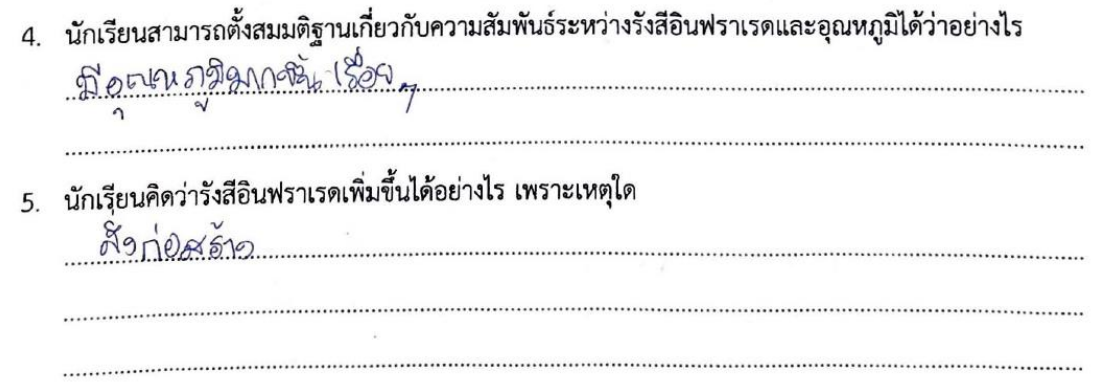
นอกจากนี้ ในระหว่างการสังเกตพฤติกรรมการเล่นเกม Climate Uno ที่นักเรียนจะต้องเชื่อมโยงระหว่างพฤติกรรมที่มีความสัมพันธ์กับชนิดของแก๊สเรือนกระจก นักเรียนยกมือเพื่อเรียกผู้วิจัยสอบถามเกี่ยวกับการวางบัตรคำตอบของตนเอง โดยนักเรียนพิจารณาว่าน่าจะสามารถวางภาพรถเมล์ลงบนภาพโรงงานอุตสาหกรรมได้เนื่องจากปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จากกิจกรรมเหมือนกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนรับรู้ถึงพฤติกรรมที่มีการปล่อยแก๊สเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศดังตัวอย่างบทสนทนาต่อไปนี้

นักเรียน: ผมวางอันนี้ (รถเมล์) ลงไปในภาพนี้ (โรงงานอุตสาหกรรม) ได้ไหมครับ
ผู้วิจัย: ทำไมล่ะคะ
นักเรียน: มันปล่อยแก๊สเหมือนกัน

แนวโน้มของกราฟคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและข้อมูลจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับพัฒนาการการตอบคำถามในใบกิจกรรมของนักเรียน โดยเห็นจากตัวอย่างนักเรียนคนหนึ่ง ซึ่งจะตอบคำถามตามข้อมูลที่มีโดยไม่มีการอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมในระยะแรก ดังแผนภาพที่ 8 ซึ่งเป็นตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ตอบคำถามในใบกิจกรรมระบบสภาพภูมิอากาศจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และนักเรียนคนนี้มีการพัฒนาลักษณะการตอบคำถามอย่างชัดเจนในระยะหลัง ในการตอบคำถามในใบกิจกรรมชีวิต without trash และใบงานฟาร์มของฉันจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องการลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ดังแผนภาพที่ 9 โดยนักเรียนมีการให้เหตุผลอธิบายประกอบคำตอบ

ตัวอย่างเช่น การอธิบายถึงการใช้ถุงพลาสติกที่ทำให้ขยะพลาสติกเพิ่มขึ้น ซึ่งขยะเหล่านั้นจะถูกกำจัดโดยวิธีการเผาที่จะเพิ่มแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ

แผนภาพที่ 8 ตัวอย่างคำตอบจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

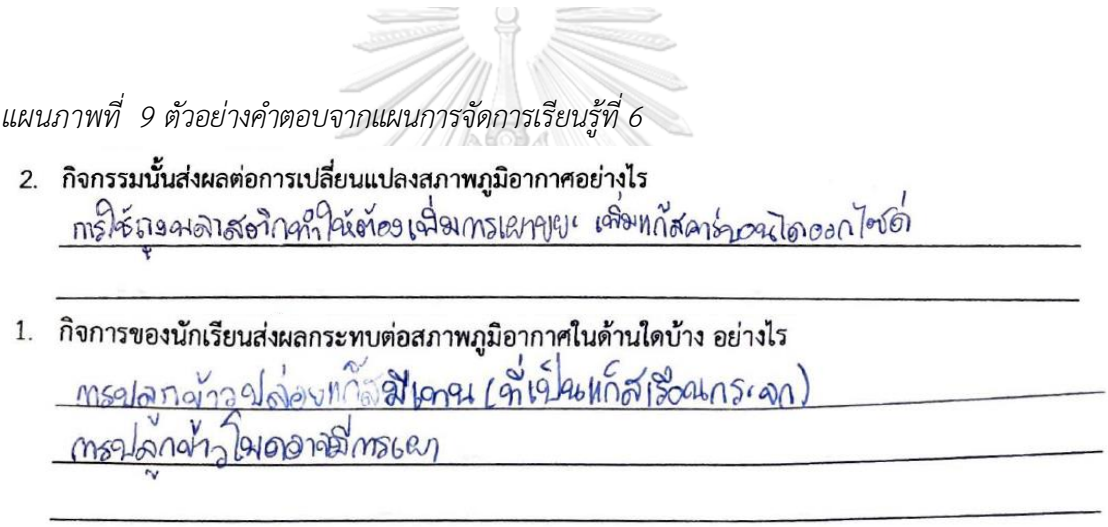

4. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างรังสีอินฟราเรดและอุณหภูมิได้ว่าอย่างไร

มีอุณหภูมิมากขึ้นเรื่อย

5. นักเรียนคิดว่ารังสีอินฟราเรดเพิ่มขึ้นได้อย่างไร เพราะเหตุใด

สิ่งก่อสร้าง

แผนภาพที่ 9 ตัวอย่างคำตอบจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6


2. กิจกรรมนั้นส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างไร

การใช้ถุงพลาสติกทำให้ต้องเพิ่มการเผาขยะ เพิ่มแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

1. กิจการของนักเรียนส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศในด้านใดบ้าง อย่างไร

การปลูกข้าวปล่อยแก๊สมีเทน (ที่เป็นแก๊สเรือนกระจก)

การปลูกข้าวโพดอาจมีการเผา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

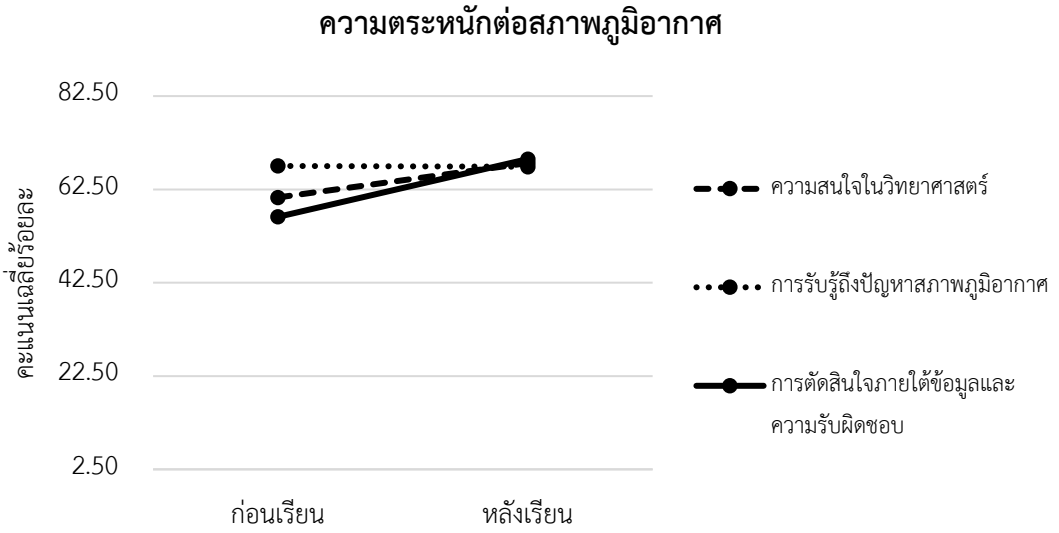
3.2 ความความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

การวิเคราะห์ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศจากการวัดองค์ประกอบด้านความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ การรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ และการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ ในระยะก่อนเรียน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ การรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ และการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบเท่ากับ 60.78 67.53 และ 56.62 คะแนนตามลำดับ ขณะที่ในระยะหลังเรียน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ การรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ และการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบเท่ากับ 68.14 67.36 และ 69.00 คะแนน ตามลำดับ

ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอด้วยกราฟ พบว่า ในระยะก่อนเรียน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศมากกว่าความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศรวมทั้งการตัดสินใจภายใต้

ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบมากกว่าความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศและการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ สังเกตได้ว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบและคะแนนเฉลี่ยความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างชัดเจน ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศไม่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ดังแผนภาพที่ 10 ที่แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มในการพัฒนาสู่ระดับมาก

แผนภาพที่ 10 ค่าเฉลี่ยความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศก่อนและหลังเรียน



แนวโน้มของกราฟคะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศสอดคล้องกับข้อมูลจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนมีแนวโน้มที่จะพัฒนาจากระดับปานกลางสู่ระดับมาก เนื่องจากในการพูดคุยและตอบคำถามในชั้นเรียน หลังจากรับชมวีดิทัศน์เรื่อง “Greta Thunberg speech at UN Climate Change” (Connect4Climate, 2018) นักเรียนทุกคนรู้สึกตกใจในความรุนแรงของสภาพปัญหาในขณะที่เด็กหญิงเกรตากำลังกล่าวว่า ‘พวกคุณไม่โตพอที่จะพูดความจริง’ หลังจากที่เกริ่นถึงปัญหาภาวะโลกร้อนที่ไม่ได้รับการแก้ไขอย่างจริงจังจากผู้นำระดับโลก จากตัวอย่างบทสนทนานี้

นักเรียน A: โห...พูดแบบนี้เหมือนเอาความจริงมาตบหน้าผู้ใหญ่เลยครู

นักเรียน B: พ่อแม่ฟังคงช็อคครับ

นักเรียน C: เขาพูดแรงมากเลยครู

การพูดคุยหลังจากนักเรียนศึกษาเอกสารปัจจัยแก๊สเรือนกระจกและแบบจำลองคอมพิวเตอร์ในประเด็นการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลก แสดงให้เห็นว่านักเรียนยอมรับว่าปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้เกิดขึ้นจริงและได้รับการเรียกร้องให้มีการแก้ไขในระดับโลกและ รวมทั้งความ

รับผิดชอบของทุกคนบนโลกที่จะต้องได้รับผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศร่วมกัน ดังตัวอย่างบทสนทนาต่อไปนี้

นักเรียน A: นี่คนทำให้โลกร้อนขนาดนี้เลยเหรอครับ

นักเรียน B: ครู...มันเปลี่ยนเป็นสีส้มแดงหมดเลยอ่ะ ตอนแรกยังเป็นสีฟ้าอยู่เลย

ผู้วิจัย: นักเรียนคิดว่าอะไรทำให้อุณหภูมิในสามยุคนี้เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

นักเรียน: สิ่งก่อสร้าง/มนุษย์/น้ำมัน

ผู้วิจัย: มนุษย์ทำอะไรคะ

นักเรียน C: เราสร้างโรงงานใช้น้ำมันปล่อยแก๊สเรือนกระจกทำให้โลกร้อนขึ้น

นอกจากนี้ นักเรียนได้แสดงความรู้สึกจากประสบการณ์ในการเล่นเกม Keep cool (Keep Cool, n.d.) โดยสามารถเข้าถึงได้จาก http://www.climate-game.net/?lang=en ซึ่งนักเรียนแต่ละคนรับบทบาทเป็นผู้นำของแต่ละกลุ่มประเทศที่จะต้องพัฒนาประเทศของตนเองให้บรรลุเป้าหมาย ในที่นี้คือการสร้างโรงงานให้ครบตามจำนวนที่แต่ละประเทศถูกกำหนดไว้ ในขณะที่แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่แต่ละกลุ่มประเทศปลดปล่อยจะถูกรวมไว้ในเครื่องวัดปริมาณคาร์บอนอันเดียวที่ทุกคนในกลุ่มใช้ร่วมกัน โดยโรงงานที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของจำนวนคาร์บอนไดออกไซด์ในเครื่องวัด และสุดท้ายพบว่า ไม่มีนักเรียนคนใดในทุกกลุ่มที่จะสามารถบรรลุเป้าหมายในการสร้างโรงงานเลย ซึ่งทำให้นักเรียนตระหนักถึงปัญหาของการทำลายระบบสภาพภูมิอากาศในระหว่างที่พัฒนาความเจริญของแต่ละประเทศในโลก ที่แต่ละประเทศต้องการจะพัฒนาตนเองให้ดียิ่งขึ้นในขณะเดียวกันก็อาศัยอยู่ในระบบสภาพภูมิอากาศเดียวกันที่ไม่ว่าประเทศของตนเองจะสร้างโรงงานมากหรือน้อย ก็ยังคงมีความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไม่ต่างจากประเทศอื่น ดังนั้น การพัฒนาประเทศจำเป็นต้องคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อสภาพภูมิอากาศไปพร้อมกัน ทั้งนี้ แรงขับเคลื่อนที่ทำให้นักเรียนเป็นห่วงการเพิ่มขึ้นของจำนวนตัวเลขในเครื่องวัดปริมาณคาร์บอนไม่ใช่การสร้างโรงงานหรือการทำลายสภาพภูมิอากาศ แต่เป็นความกังวลถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ตนเองอยู่ภายใต้ความเสี่ยงนั้น ดังตัวอย่างบทสนทนาต่อไปนี้

นักเรียน A: มันยากมากเลยครับที่จะสร้างโรงงานเพิ่มโดยไม่เพิ่มคาร์บอนในอากาศ

นักเรียน B: ตอนจะช่วยกันจ่ายคะแนนชดเชยคาร์บอนผมลืมคิดถึงคะแนนเก็บไว้สร้างโรงงานเลย ... กลัวกระดานล้ม

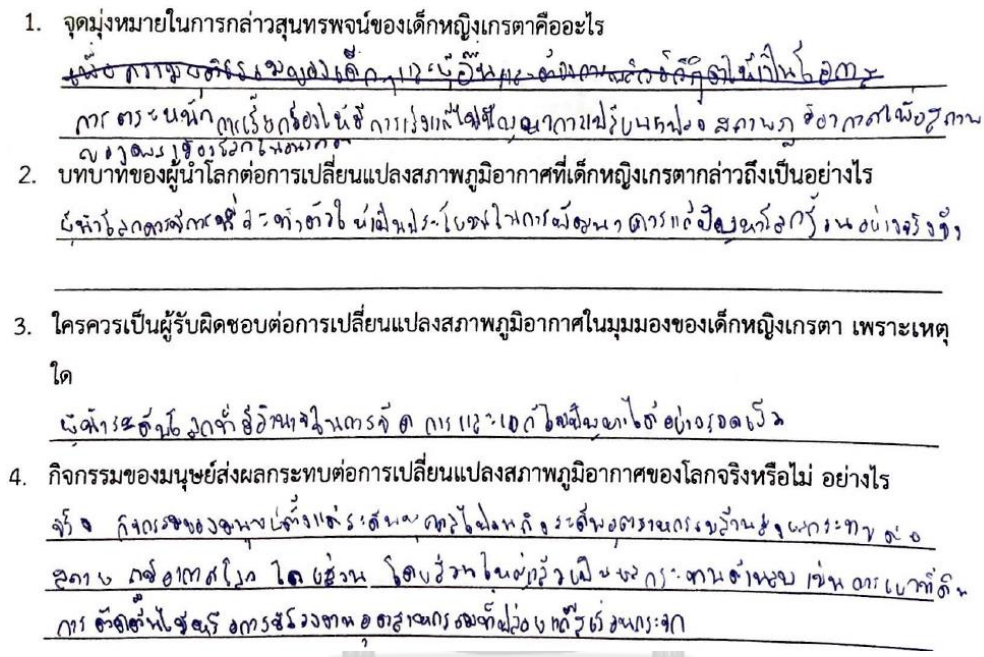
นักเรียน C: ตอนที่เพิ่มบัตรความล้มเหลว (ของสภาพภูมิอากาศ) แล้วทอยลูกเต๋าหนูกลัวมาก

ผู้วิจัย: ใครต้องรับผิดชอบต่อคาร์บอนที่เพิ่มขึ้น

นักเรียน: ทุกคนแหละ

แนวโน้มของกราฟคะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศและข้อมูลจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับพัฒนาการการตอบคำถามในใบกิจกรรมของนักเรียน ที่นักเรียนแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการตระหนักถึงผลกระทบของกิจกรรมของมนุษย์ที่มีต่อสภาพภูมิอากาศและความคาดหวังในการแก้ปัญหาโลกร้อนจากการเปลี่ยนแปลงในระดับนโยบายลงมาถึงระดับบุคคล ดังแผนภาพที่ 11

แผนภาพที่ 11 ตัวอย่างคำตอบจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6


1. จุดมุ่งหมายในการกล่าวสุนทรพจน์ของเด็กหญิงเกรตาคืออะไร
2. บทบาทของผู้นำโลกต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เด็กหญิงเกรตากล่าวถึงเป็นอย่างไร
3. ใครควรเป็นผู้รับผิดชอบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในมุมมองของเด็กหญิงเกรตา เพราะเหตุใด
4. กิจกรรมของมนุษย์ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกจริงหรือไม่ อย่างไร

อย่างไรก็ตาม นักเรียนยังคงมีการแสดงความกังวลเกี่ยวกับการเลือกปรับเปลี่ยนพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศเนื่องจากความไม่เคยชินดังแผนภาพที่ 12 การตอบคำถามในลักษณะการเขียน ซึ่งสอดคล้องกับการตอบคำถามปากเปล่าในชั้นเรียนระหว่างตอบคำถามบทความข่าวภาวะโลกร้อนในประเด็นการแก้ปัญหาโลกร้อนในปัจจุบัน ที่มีนักเรียนส่วนหนึ่งแสดงความหวังว่ามนุษย์จะยังสามารถคิดวิธีแก้ปัญหาได้ ในขณะที่นักเรียนบางส่วนมีความกังวลว่าจะไม่สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้แล้ว ดังบทสนทนาต่อไปนี้

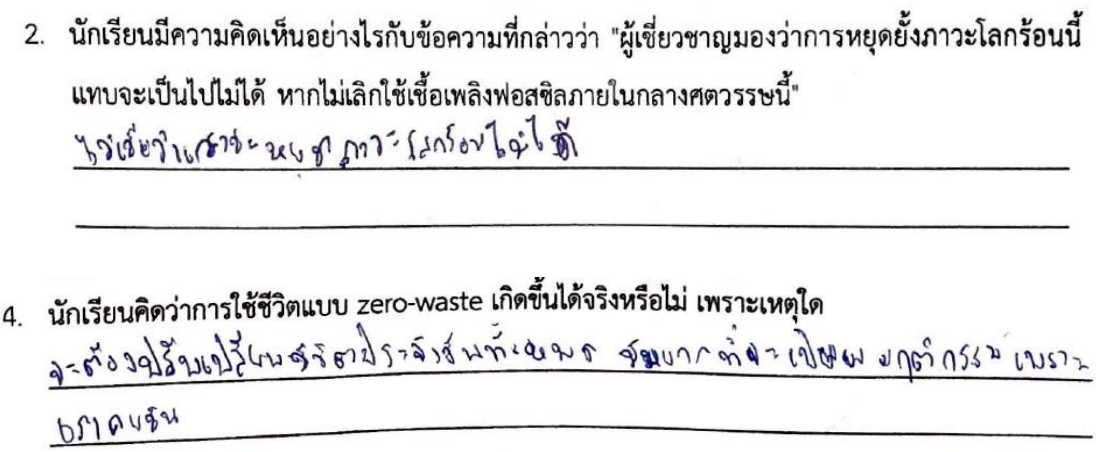
นักเรียน A: เรายังแก้ปัญหาได้

นักเรียน B: เราลดใช้พลังงานฟอสซิลได้

นักเรียน C: ถ้าคนอื่นในโลกไม่ได้คิดเหมือนเรา...เราก็ทำอะไรไม่ได้

นักเรียน D: ใช่ เราแก้ปัญหาไม่ทันแล้ว

แผนภาพที่ 12 ตัวอย่างคำตอบจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6


2. **นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับข้อความที่กล่าวว่า "ผู้เชี่ยวชาญมองว่าการหยุดยั้งภาวะโลกร้อนนี้แทบจะเป็นไปไม่ได้ หากไม่เลิกใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลภายในกลางศตวรรษนี้"**

4. **นักเรียนคิดว่าการใช้ชีวิตแบบ zero-waste เกิดขึ้นได้จริงหรือไม่ เพราะเหตุใด**

นักเรียนมีแนวโน้มในการแสดงออกในเชิงพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อสถานการณ์สภาพภูมิอากาศที่สอดคล้องกับความเชื่อในการพัฒนาพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศที่เป็นผลมาจากความรู้ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักในคุณค่าของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศ ดังแผนภาพที่ 2 ซึ่งข้อมูลจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับผลการวัดการรู้สภาพภูมิอากาศโดยเฉลี่ยของนักเรียนทั้งชั้นเรียน พบว่า อยู่ในระดับมีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ และมีนักเรียนจำนวน 4 จาก 33 คนที่อยู่ในระดับมีความรู้สึกร่วมกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ ซึ่งในงานวิจัยได้กำหนดให้เป็นระดับการรู้สภาพภูมิอากาศสูงสุดในงานนี้ อย่างไรก็ตาม ระดับการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนจากการวิเคราะห์แนวโน้มการพัฒนาความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศแสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีแนวโน้มในการพัฒนาระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศขึ้นสู่ระดับที่สูงขึ้นต่อไป รวมทั้งมีแนวโน้มในการพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศไปสู่ระดับการแสดงออกของพฤติกรรมที่เป็นเป้าหมายสูงสุดในการพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียน ดังบทสนทนาต่อไปนี้

หลังจากเล่นเกม My carbon footprint และตรวจสอบรอยเท้าคาร์บอนที่สามารถเข้าถึงได้จากhttps://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx

ผู้วิจัย: นักเรียนคิดว่าขยะที่เราสร้างเป็นอะไรมากที่สุดคะ

นักเรียน: ขวดน้ำพลาสติกและถุงขนม

ผู้วิจัย: นักเรียนคิดว่าจะเปลี่ยนมาใช้ขวดน้ำส่วนตัวได้ไหมคะ

นักเรียน: มันยาก/ไม่อยากเปลี่ยนเลย มันลำบาก

นักเรียน: จะพยายามดู/หนูทำอยู่ค่ะ

นักเรียน: นั่นไง ครูก็พกน้ำมาทุกครั้ง (ชี้มาที่ขวดน้ำส่วนตัวของผู้วิจัย)

ผู้วิจัย: นักเรียนคิดว่าจะลดปริมาณถุงขนมได้ไหมคะ

นักเรียน: ครูก็ให้เขาใช้ใบตองห่อสิครับ เดี๋ยวผมเปลี่ยนไปซื้อเลย
นักเรียน: มันยากนะครู หนูอยากกินนี่ ก็มันเป็นถุงมาแบบนี้ ไม่ซื้อก็ไม่ได้กินสิ

หลังจากชมวีดิทัศน์เรื่อง Takeout creates a lot of trash
นักเรียน: อยากให้ประเทศไทยมีแบบนี้บ้าง (ตู้กดน้ำสาธารณะและกล่องพลาสติกให้เช่า)
นักเรียนแสดงความคิดเห็นหลังจากชมวิดีทัศน์ Why I live a zero waste life
นักเรียน: โห!!!!!!!
นักเรียน A: มันค่อนข้างยากเกินไปครับ ผมว่าผมอาจจะทำไม่ได้
นักเรียน B: คือเราไม่น่าจะทำได้หรอกครู ก็ดูชีวิตเรามันก็ต้องกินต้องใช้ของรอบ ๆ ตัว

ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความต้องการในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของตนเอง แต่ยังคงกังวลว่าจะได้รับความลำบากจากการปรับเปลี่ยนบางพฤติกรรม ในขณะที่นักเรียนประมาณครึ่งหนึ่งของชั้นเรียนได้มีการเปลี่ยนพฤติกรรมบางอย่างของตนเองแล้ว เช่น การพกขวดน้ำส่วนตัว อย่างไรก็ตาม สภาพแวดล้อมและชุมชนรอบตัวของนักเรียนมีผลต่อการตัดสินใจปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของนักเรียนเป็นอย่างมาก อาทิ การที่โรงเรียนมีตู้กดน้ำช่วยสนับสนุนให้นักเรียนตัดสินใจเปลี่ยนมาพกขวดน้ำได้ง่ายยิ่งขึ้น ในขณะที่รูปแบบการใช้ชีวิตหรือความชื่นชอบส่วนบุคคลมีผลต่อการตัดสินใจปรับเปลี่ยนพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศเช่นกัน อาทิ แม้ว่านักเรียนจะเข้าใจและตระหนักว่าการบริโภคขนมขบเคี้ยวที่มีบรรจุภัณฑ์เป็นถุงพลาสติกจะเพิ่มปริมาณขยะพลาสติก และเพิ่มแก๊สเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศจากกระบวนการผลิต การขนส่งสินค้า และการกำจัดขยะ แต่นักเรียนจะยังคงบริโภคขนมขบเคี้ยวเหล่านั้นด้วยความชื่นชอบส่วนบุคคล นอกจากนี้ สิ่งแวดล้อมรอบตัวยังคงส่งผลต่อการตัดสินใจในการแสดงพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียน โดยนักเรียนมีมุมมองความคิดว่า ถ้าหากสภาพแวดล้อมรอบตัวของนักเรียนไม่เอื้ออำนวยต่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม นักเรียนจะยังคงดำเนินชีวิตแบบเดิมต่อไป ถึงแม้ว่าจะเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของตนเองที่จะส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศโลก

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น มีรูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มุ่งศึกษาการพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม มีวัตถุประสงค์การวิจัย 1 ข้อ คือ เพื่อศึกษาการรู้สภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม โดยมีวัตถุประสงค์ย่อยในงาน 2 ข้อ ได้แก่ (1) เพื่อเปรียบเทียบการรู้สภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม (2) เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มการเกิดการรู้สภาพภูมิอากาศในระดับการแสดงออกของพฤติกรรม กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 37 จังหวัดน่าน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่ได้จากการเลือกโรงเรียนโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 33 คน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 คาบเรียน เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ มีการเก็บรวบรวมข้อมูลการรู้สภาพภูมิอากาศด้วยเครื่องมือ 4 ชุด แบ่งเป็น เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนเรียน ได้แก่ (1) แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนเรียน และ (2) แบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนเรียน และเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลหลังเรียน ได้แก่ (3) แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศฉบับหลังเรียน และ (4) แบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศฉบับหลังเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลการรู้สภาพภูมิอากาศวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียน สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนมีการรู้สภาพภูมิอากาศหลังเรียนอยู่ในระดับมีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ โดยนักเรียนมีระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศอยู่ในระดับเริ่มต้น ซึ่งองค์ประกอบของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศด้านความรู้เนื้อหาและด้านความรู้กระบวนการอยู่ในระดับเริ่มต้น และด้านญาณวิทยาอยู่ในระดับพื้นฐาน และนักเรียนมีระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งองค์ประกอบของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศในทุกด้านอยู่ในระดับปานกลางทุกองค์ประกอบ ได้แก่ ด้านความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ ด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ และด้านการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมมีการรู้สภาพภูมิอากาศก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนมีแนวโน้มในการพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศไปสู่ระดับการแสดงออกของพฤติกรรมเมื่อสภาพแวดล้อมเอื้ออำนวยและมีพยายามการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ชีวิตประจำวัน

อภิปรายผล

การอภิปรายผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งประเด็นการอภิปรายผลตามลำดับวัตถุประสงค์การวิจัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยและระดับของการรู้สภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม

ตอนที่ 2 ผลการประเมินแนวโน้มการเกิดการรู้สภาพภูมิอากาศในระดับการแสดงออกของพฤติกรรม

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบการรู้สภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม

ผลการวิจัยสรุปว่านักเรียนมีการรู้สภาพภูมิอากาศหลังเรียนอยู่ในระดับมีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่อยู่ในระดับไม่สนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาระดับการรู้สภาพภูมิอากาศรายองค์ประกอบ พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศในระดับเริ่มต้นและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศในระดับปานกลางเทียบเท่ากับก่อนเรียน จากผลการวิจัยดังกล่าว จึงพิจารณาผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยร้อยละของนักเรียนจำแนกตามรายองค์ประกอบ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความเข้าใจสภาพภูมิอากาศหลังเรียนเป็น 44.82 และก่อนเรียนเท่ากับ 33.33 ซึ่งความเข้าใจสภาพภูมิอากาศหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 11.49 ในขณะที่มีความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศหลังเรียนเป็น 68.17 และก่อนเรียนเท่ากับ 61.65 โดยความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.52 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างชัดเจน ในขณะที่มีความตระหนักใกล้เคียงกับก่อนเรียน ซึ่งมีข้อสังเกตดังรายละเอียดต่อไปนี้

ประการที่ 1 ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศด้านเนื้อหาและด้านญาณวิทยาหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากก่อนหน้านี้นักเรียนยังไม่ได้เคยผ่านการเรียนรู้ในเนื้อหาที่มีความสำคัญสำหรับการนำไปใช้สร้างความรู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบสภาพภูมิอากาศ อาทิ วัฏจักรคาร์บอน และการหลอมเหลวของน้ำแข็ง เป็นต้น (Drewes, Henderson, & Mouza, 2018) การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมจึงช่วยสนับสนุนให้

นักเรียนมีความรู้ในเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศให้แก่นักเรียนไปพร้อมกับการพัฒนาความเข้าใจสภาพภูมิอากาศด้านเนื้อหาของนักเรียน อาทิ กิจกรรมการทดลองเรือนกระจกจิ๋ว ทำให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการในเรือนกระจกและสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปรากฏการณ์เรือนกระจกตามธรรมชาติและการเกิดภาวะโลกร้อนและนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อไป กิจกรรมนี้จึงสนับสนุนให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาปรากฏการณ์เรือนกระจกที่เกิดตามธรรมชาติเป็นปกติเพื่อทำให้อุณหภูมิโลกอบอุ่น ในขณะเดียวกันก็สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจความแตกต่างของปรากฏการณ์เรือนกระจกและภาวะโลกร้อนได้ว่าภาวะโลกร้อนเป็นผลมาจากการเพิ่มอุณหภูมิของปรากฏการณ์เรือนกระจกอันเนื่องจากปริมาณแก๊สเรือนกระจกที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นักเรียนที่เป็นตัวอย่างวิจัยเป็นนักเรียนที่อยู่ในพื้นที่เปราะบางซึ่งบริบทชุมชนที่ประกอบอาชีพเกษตรกรเป็นหลัก นักเรียนจึงมีประสบการณ์ในกิจกรรมทางการเกษตรจากการปฏิบัติของสมาชิกในชุมชนโดยรอบหรือประสบการณ์ที่ได้รับโดยตรงจากครอบครัว เนื่องจากเศรษฐกิจและสังคมมีส่วนอย่างมากในการสนับสนุนให้เข้าใจถึงความเสี่ยงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของคนที่อยู่ในชุมชนเกษตรกรรม (Quiroga, Suárez, & Solís, 2015) เป็นผลให้นักเรียนรับรู้ได้ถึงสภาพภูมิอากาศที่เกิดการเปลี่ยนแปลงจากกิจกรรมทางการเกษตรจากการดำเนินการของชุมชนโดยรอบ รวมถึงการรับรู้ถึงผลกระทบและการได้รับผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงที่เกิดต่อชุมชนหรือภายในครอบครัวของตนเอง ดังนั้น การเป็นสมาชิกคนหนึ่งของชุมชนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้ ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความเข้าใจในสภาพภูมิอากาศด้านญาณวิทยาไปในขณะเดียวกัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมสนับสนุนให้นักเรียนมีการประเมินและตัดสินผลของสถานการณ์สภาพภูมิอากาศจากความรู้ร่วมกับประสบการณ์ที่มีได้ดียิ่งขึ้น อาทิ เกม Master that disaster ให้ประสบการณ์แก่นักเรียนในการสวมบทบาทเป็นเกษตรกรที่ต้องเผชิญกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศซึ่งเป็นเรื่องปกติเพื่อให้นักเรียนคิดวางแผนในการทำการเกษตรและต้องพบกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตรของตนเองจนขาดทุน ประสบการณ์ที่นักเรียนได้จากการเล่นเกมนี้จึงสนับสนุนให้นักเรียนเข้าใจถึงความแปรปรวนพื้นฐานของระบบสภาพภูมิอากาศและใช้ประสบการณ์ที่ได้รับในการตัดสินใจเพื่อป้องกันตนเองจากการได้รับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่สอดคล้องกับบริบทชุมชนของตนเอง

ประการที่ 2 นักเรียนมีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศด้านความรู้กระบวนการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพราะการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ส่งผลให้นักเรียนต้องปรับพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างความรู้จากกระบวนการเรียนรู้ จากการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม พบว่า ครูโดยส่วนมากมีแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบครูเป็นศูนย์กลางซึ่งมีผลต่อรูปแบบพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีก่อนหน้าการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ โดยการที่รูปแบบการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ผ่านมาของนักเรียนไม่ได้สนับสนุนให้นักเรียนปฏิบัติตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การตั้งคำถาม การสร้างสมมติฐาน การออกแบบและเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปผล แต่การเรียนรู้ของนักเรียนเกิดจากการฟังและตอบคำถามของครูแล้วเขียนคำตอบตามการสรุปลงในสมุด รวมทั้งการที่นักเรียนทุกคนไม่ได้มีโอกาสในการทำการทดลอง ส่งผลให้นักเรียนไม่ได้เป็นผู้เรียนเชิงรุกมาตั้งแต่ต้น ซึ่งผลจากการพูดคุยกับครูประจำวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อสอบถามเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ พบว่า ครูมีความกังวลว่าระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้จะไม่เพียงพอต่อเนื้อหาที่ต้องการสอนถ้าหากให้นักเรียนทุกคนลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง ครูจึงเลือกกิจกรรมที่พิจารณาว่านักเรียนสามารถทำได้และครูควบคุมชั้นเรียนให้ดำเนินเนื้อหาบทเรียนไปได้ภายในเวลาที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์ครูในงานวิจัยเกี่ยวกับประสบการณ์ในการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่เขารู้สึกว่าจะต้องจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนอย่างเร่งรีบเมื่อใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบเนื่องจากรายละเอียดของขั้นตอนในแผนการจัดการเรียนรู้จะต้องใช้เวลา เช่น การให้นักเรียนอ่านเนื้อหาเพื่อสร้างข้อคำถามสำคัญในการสร้างความรู้ เป็นต้น แม้ว่าครูจะเชื่อมั่นเป็นอย่างยิ่งว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบมีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ (Thacker, Lee, Fitchett, & Journell, 2018) ดังนั้น นักเรียนจึงไม่คุ้นเคยในการเป็นผู้ขับเคลื่อนหลักของการเรียนรู้ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนเกิดขึ้นโดยครูเป็นหลัก ครูเป็นผู้ใช้คำถาม สาธิตการทดลอง และสรุปคำตอบเพื่อให้นักเรียนบันทึกลงในสมุด นักเรียนทั้งชั้นเรียนจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ใหม่ในการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมที่นักเรียนจะมีบทบาทหลักในการเรียนรู้ การปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนจึงทำให้นักเรียนไม่คุ้นเคยกับกิจกรรม อีกทั้งยังต้องสร้างความรู้ใหม่ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ โดยในสัปดาห์แรกของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ เมื่อครูใช้คำถามสำคัญเพื่อเข้าสู่กระบวนการสร้างความรู้กับนักเรียนจะพบว่านักเรียนตอบคำถามในมุมมองของตนเอง ซึ่งอยู่นอกเหนือขอบเขตคำตอบของเนื้อหาที่ครูคาดหวังว่านักเรียนจะตอบ (Zhang et al., 2018) ซึ่งนักเรียนที่เป็นตัวอย่างในงานวิจัยนี้มีการปรับตัวต่อรูปแบบการเรียนรู้ใหม่เมื่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมเข้าสู่สัปดาห์ที่ 3 เมื่อผู้วิจัยเดินไปถึงหน้าประตูห้องเรียน นักเรียนทั้งชั้นเรียนจะถามว่า “วันนี้ครูจะให้ทำอะไรบ้าง”

“วันนี้จะมีใบงานอะไรอีกหรือเปล่า” แสดงให้เห็นว่านักเรียนจะต้องใช้เวลากับการปรับพฤติกรรมในการเรียนเมื่อรูปแบบการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมและต้องปรับตัวเองให้คุ้นเคยกับการสร้างความรู้ใหม่จากกระบวนการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบ ส่งผลให้ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศด้านกระบวนการหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สังเกตได้ว่า แม้ว่านักเรียนจะใช้เวลาส่วนหนึ่งในช่วงเริ่มต้นเพื่อปรับตัวให้คุ้นเคยกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แต่นักเรียนก็เปิดรับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมที่มีลักษณะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและเป็นผู้เรียนเชิงรุกในการขับเคลื่อนกระบวนการเรียนรู้ในชั้นเรียน

ประการที่ 3 คะแนนเฉลี่ยของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียนอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งเป็นระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศที่ค่อนข้างสูงอยู่แล้วในตอนก่อนเรียน โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเท่ากับ 0.33 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 6.52 ซึ่งเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่สูงขึ้นไม่มาก เมื่อพิจารณาตามรายองค์ประกอบของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ การรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ และการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ พบว่านักเรียนไม่มีการเปลี่ยนแปลงระดับของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศในทุกองค์ประกอบหลังเรียน โดยองค์ประกอบด้านความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเท่ากับ 0.37 คิดเป็นร้อยละ 7.36 องค์ประกอบด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนต่ำกว่าก่อนเรียน 0.01 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 0.17 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และองค์ประกอบด้านการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 0.62 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 12.38 โดยมีการกำหนดอัตราส่วนน้ำหนักองค์ประกอบความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศเป็น 1:1:1 ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงคะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศหลังเรียนจึงเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนไม่มากเป็นผลมาจากคะแนนความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศก่อนเรียนของนักเรียนทุกคนอยู่ในระดับสูงอยู่แล้วในตอนก่อนเรียน อันเนื่องมาจากการที่นักเรียนอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความเสี่ยงและบอบบางต่อการได้รับผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศ เช่น นักเรียนหลายคนได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์อุทกภัยอันเนื่องมาจากฝนตกหนัก และการวางแผนการทำการเกษตรที่ผิดพลาดของครอบครัวและชุมชน รวมทั้งมีกิจกรรมในชุมชนที่แสดงให้เห็นถึงผลกระทบที่มนุษย์มีต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างชัดเจน เช่น ลักษณะการทำเกษตรกรรมของชุมชนที่มีการเผาและการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อตัดไม้ทำไร่ข้าวโพดและกะหล่ำเป็นเรื่องปกติ และทัศนียภาพที่มีพื้นที่เกษตรกรรมมากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่ใช้สอยในชุมชน เนื่องจากบุคคลที่อยู่ในพื้นที่มีสังคมเศรษฐกิจที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง

สภาพภูมิอากาศจะมีการรับรู้ต่อสถานการณ์สภาพภูมิอากาศที่สูง (Quiroga et al., 2015) อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์ขนาดของอิทธิพลที่แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมมีต่อความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียนที่พบว่ามีค่าอิทธิพลขนาดใหญ่ แสดงให้เห็นว่า คะแนนความเข้าใจสภาพภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้นนี้เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม ดังนั้น คะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียนที่เพิ่มขึ้นจึงเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ แม้ว่าจะไม่มากพอที่จะเพิ่มระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียนจากก่อนเรียน

ประการที่ 4 คะแนนเฉลี่ยการรู้สภาพภูมิอากาศวิเคราะห์จากการรวมกันของคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและคะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศรวมกันในอัตราส่วน 1:1 แล้วจึงนำมาวิเคราะห์ระดับการรู้สภาพภูมิอากาศ โดยที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการรู้สภาพภูมิอากาศก่อนเรียนอยู่ในระดับไม่มีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศเท่ากับร้อยละ 47.49 ซึ่งมีค่าใกล้กับเกณฑ์ในการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ระดับมีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ (ร้อยละ 50 – 69) เมื่อนักเรียนมีการเพิ่มขึ้นของคะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ (ร้อยละ 6.52) ร่วมกับการเพิ่มขึ้นของคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ (ร้อยละ 11.49) จึงส่งผลให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงระดับการรู้สภาพภูมิอากาศหลังเรียนสู่ระดับที่สูงขึ้น

ตอนที่ 2 ผลการประเมินแนวโน้มการเกิดการรู้สภาพภูมิอากาศในระดับการแสดงออกของพฤติกรรม

ผลการวิจัยสรุปว่านักเรียนมีแนวโน้มในการเข้าใจสภาพภูมิอากาศไปสู่ระดับที่สูงขึ้น ซึ่งสามารถสนับสนุนให้เกิดพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศอันเป็นการรู้สภาพภูมิอากาศในระดับมีการแสดงออกของพฤติกรรมที่จะบรรเทาสถานการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต ซึ่งมีข้อสังเกตดังรายละเอียดต่อไปนี้

ประการที่ 1 นักเรียนก็มีแนวโน้มในการแสดงพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้น ซึ่งโดยรวมแล้วเป็นผลมาจากการได้รับประสบการณ์ เนื่องจากนักเรียนรับรู้ถึงการได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในท้องถิ่น เช่น ภัยแล้งที่มีต่อการขาดน้ำทางการเกษตร หรือน้ำท่วมที่ทำให้การดำเนินชีวิตได้รับความเดือดร้อน ส่งผลให้นักเรียนรับรู้ถึงปัญหาที่เกิดมากจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากประสบการณ์เดิมร่วมกับการรับรู้ถึงสถานการณ์ปัญหาสภาพภูมิอากาศที่ได้เรียนรู้จากห้องเรียน ซึ่งการปรับปรุงการศึกษาขั้นพื้นฐาน การรู้สภาพภูมิอากาศ และความเข้าใจของทุกคนในเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของท้องถิ่นตนเองเป็นสิ่งสำคัญที่จะสนับสนุนให้เกิดพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ (Lee, Markowitz, Howe, Ko, & Leiserowitz, 2015) สอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแสดงพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศว่า

การจัดกิจกรรมในชั้นเรียนให้นักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบของมนุษย์ที่มีต่อสภาพภูมิอากาศมีอิทธิพลต่อการเพิ่มความตั้งใจในการแสดงพฤติกรรมเพื่อบรรเทาปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของนักเรียน (Shealy, Godwin, & Gardner, 2017) และการเข้าใจถึงความซับซ้อนของระบบภูมิอากาศและความเสี่ยงของการเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะทำให้บุคคลสามารถตัดสินใจในการวางแผนเพื่อเปลี่ยนแปลงและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อบรรเทาสถานการณ์สภาพภูมิอากาศได้ดียิ่งขึ้น (Showalter, López-Carr, & Ervin, 2019) นอกจากนี้ การได้รับประสบการณ์จะทำให้บุคคลเกิดการรับรู้ถึงความสำคัญในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมต่อสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้มากกว่าการเรียนรู้เนื้อหาที่เป็นนามธรรม (Deng, Wang, & Yousefpour, 2017; Hansen et al., 2018) จึงเห็นได้ว่า นักเรียนที่เป็นตัวอย่างวิจัยซึ่งอยู่ในพื้นที่ชุมชนที่ประกอบอาชีพทางการเกษตรเป็นหลักและมีประสบการณ์ที่เป็นผลมาจากปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่อบรรเทาสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต ซึ่งการได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมจะทำให้นักเรียนนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาประยุกต์เพื่อสร้างความรู้ร่วมกับประสบการณ์ที่ได้รับจากกิจกรรมในชั้นเรียน อีกทั้งยังมีแนวทางในการแสดงพฤติกรรมเพื่อบรรเทาความรุนแรงของปัญหาสภาพภูมิอากาศในอนาคต

ผลการวิจัยสรุปว่านักเรียนมีแนวโน้มในการพัฒนาให้เกิดการรู้สภาพภูมิอากาศในระดับการแสดงออกของพฤติกรรมภายใต้เงื่อนไขที่จะแสดงพฤติกรรมต่อเมื่อสภาพแวดล้อมเอื้ออำนวยให้สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมที่จะมีส่วนร่วมในการบรรเทาความรุนแรงของปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ ซึ่งมีข้อสังเกตดังรายละเอียดต่อไปนี้

ประการที่ 1 แนวโน้มการพัฒนาความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียนที่ได้จากแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งความตระหนักจะเป็นส่วนหนึ่งในการสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการพัฒนาให้เพื่อแสดงพฤติกรรมที่บรรเทาความรุนแรงของสถานการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตได้ ซึ่งลำดับขั้นของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของรูปแบบการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม (Transtheoretical Model: TTM) ที่ประกอบด้วย 6 ลำดับขั้น ได้แก่ (1) ขั้นไม่สนใจปัญหา (2) ขั้นลังเลใจ (3) ขั้นตัดสินใจและเตรียมตัว (4) ขั้นลงมือปฏิบัติ (5) ขั้นกระทำต่อเนื่อง และ (6) ขั้นเปลี่ยนนิสัย (Prochaska, Redding, & Evers, 2015) สอดคล้องกับข้อมูลของนักเรียนที่ได้จากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้และการตอบคำถามในใบกิจกรรมที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีลำดับของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอยู่ในขั้นที่ 2 - 4 ได้แก่ ขั้นลังเลใจ ขั้นตัดสินใจและเตรียมตัว และขั้นลงมือปฏิบัติ ทั้งนี้ การรู้สภาพภูมิอากาศในระดับการแสดงออกของพฤติกรรมตามรูปแบบพฤติกรรมเชิงบูรณาการ (Integrated Behavioral Model: IBM) ที่เกิดขึ้นโดยการได้รับอิทธิพลมาจากทฤษฎี

เหตุผลของพฤติกรรมและทฤษฎีการวางแผนพฤติกรรม (Theory of Reasoned Action and Theory of Planned Behavior: TRA/TPB) เป็นผลมาจากความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้น ซึ่งประกอบด้วย 5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการแสดงพฤติกรรม ได้แก่ (1) ความรู้และทักษะในการแสดงพฤติกรรม (2) พฤติกรรมหลัก (3) เจตจำนงในการแสดงพฤติกรรม (4) ข้อจำกัดด้านสภาพแวดล้อม และ (5) นิสัย โดยเจตจำนงในการแสดงพฤติกรรมถือเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญในการทำให้เกิดพฤติกรรม (Montano & Kasprzyk, 2015) ซึ่งเจตจำนงในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับรู้ว่าตนเองได้รับผลกระทบจากการแสดงพฤติกรรมหรือเมื่ออยู่ภายใต้ภาวะความกดดันให้เปลี่ยนแปลงตนเองจากผู้อื่น (Le Dang, Li, Nuberg, & Bruwer, 2014) ทั้งนี้ โดยนักเรียนได้แสดงเจตจำนงในการแสดงพฤติกรรมผ่านการพูดคุยและตอบคำถามในชั้นเรียน และการตอบคำถามในใบกิจกรรม ซึ่งนักเรียนมีความมุ่งหวังในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม รวมทั้งทุกคนบนโลกต้องเป็นผู้ร่วมกันรับผิดชอบต่อกิจกรรมที่มนุษย์ อย่างไรก็ตาม นักเรียนยังคาดหวังว่าผู้รับผิดชอบหลักต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะต้องเป็นผู้นำระดับโลกและโรงงานอุตสาหกรรมเนื่องจากหน่วยงานเหล่านั้นสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดใหญ่เพราะมีอำนาจในการจัดการ

ประการที่ 2 ความกังวลเกี่ยวกับความลำบากในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของนักเรียน เป็นปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้นักเรียนไม่สามารถพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศให้เข้าสู่ระดับการแสดงออกของพฤติกรรมได้ เนื่องจากซึ่งความเชื่อและการประเมินผลพฤติกรรมเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความตระหนักซึ่งเป็นตัวแปรหลักในการส่งเสริมให้เกิดเจตจำนงในการแสดงพฤติกรรม (Montano & Kasprzyk, 2015; Niles, Brown, & Dynes, 2016) แสดงให้เห็นว่าความกังวลจากการประเมินผลของความลำบากในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมส่งผลให้นักเรียนยังไม่สามารถตัดสินใจแสดงพฤติกรรมได้ โดยที่นักเรียนมีความต้องการที่จะทำแต่ไม่สามารถทำได้ในอนาคตอันใกล้ เช่น นักเรียนอยากปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ชีวิตในการบริโภคขนมขบเคี้ยว แต่นักเรียนยังไม่สามารถเปลี่ยนแปลงความชื่นชอบส่วนบุคคลได้ เช่น กรณีของนักเรียนที่ชอบรับประทานมันฝรั่งทอดกรอบในถุงพลาสติกแล้วไม่สามารถเปลี่ยนแปลงความชื่นชอบส่วนบุคคลได้ในทันที ซึ่งนักเรียนอาจสามารถเลิกรับประทานมันฝรั่งทอดกรอบชนิดนั้นเปลี่ยนเป็นขนมไทยที่ห่อด้วยใบตองหรือความต้องการในการรับประทานขนมของนักเรียนลดลงในอนาคต และนักเรียนหลายคนมีความต้องการที่จะทำซึ่งสามารถทำได้ในอนาคต เช่น อยากเปลี่ยนมาใช้ขวดน้ำส่วนตัวแต่เกิดความลำบากเนื่องจากไม่อยากพกสัมภาระติดตัวมากเกินไปเพราะทำให้ลำบากในการใช้ชีวิต รวมทั้งในชุมชนของนักเรียนยังไม่มีแหล่งบริการตู้กดน้ำที่สะอาดและทั่วถึงเพียงพอต่อความต้องการในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม

ประเด็นที่ 3 การรับรู้ความเสี่ยงของพื้นที่ที่นักเรียนอาศัยอยู่เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศสูงตั้งแต่ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของบุคคลเกิดจากการรับรู้ความเสี่ยงของพื้นที่ทาง

การเกษตรที่จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Mase, Gramig, & Prokopy, 2017; Masud, Akhtar, Afroz, Al-Amin, & Kari, 2015) แสดงให้เห็นว่า การที่นักเรียนมีการรับรู้ความเสี่ยงของปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นกับชุมชนตนเองอยู่ก่อนที่จะได้รับการจัดการเรียนรู้จะสนับสนุนให้นักเรียนจะมีแนวโน้มในการพัฒนาการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้นในอนาคต เนื่องจากประสบการณ์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาสภาพภูมิอากาศจะทำให้นักเรียนมีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศรอบตัว รวมทั้งการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศที่มากขึ้นในอนาคตเพราะเข้าใจกระบวนการในระบบภูมิอากาศและสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จะสนับสนุนให้นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมเพื่อบรรเทาความรุนแรงของปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้สภาพภูมิอากาศ ควรเลือกใช้เนื้อหาสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่เป็นระบบ ซึ่งเอื้อให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากจากการสืบสอบไปประยุกต์ออกแบบวิธีการหรือแนวทางที่มีประโยชน์และสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่มีแนวทางแก้ไขได้ เช่น ระบบนิเวศ วัฏจักรคาร์บอน ทรัพยากรธรรมชาติ ปรากฏการณ์เรือนกระจก และภาวะโลกร้อน เป็นต้น ทั้งนี้บทเรียนบางเนื้อหาไม่สามารถสร้างความเชื่อมโยงถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่นักเรียนสามารถทำได้และเห็นผลจริงได้ อาทิ การเพิ่มขึ้นของปริมาณรังสีอินฟราเรดที่ทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้นในการเกิดกระบวนการเรือนกระจก ดังนั้น ผู้วิจัยจึงปรับเป็นการศึกษาทดลองผ่านแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงให้นักเรียนเห็นแนวโน้มของการเพิ่มจำนวนรังสีอินฟราเรดควบคู่กับการเพิ่มอุณหภูมิ ร่วมกับการใช้เกมกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงบทบาทขององค์ประกอบในระบบเรือนกระจกที่ส่งผลต่ออุณหภูมิ

1.2 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมไปใช้ในการพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดควรเลือกสถานการณ์ที่สอดคล้องกับบริบทปัญหาสภาพภูมิอากาศที่เป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียนแทรกในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ ซึ่งงานวิจัยนี้เลือกตัวอย่างในการศึกษาการรู้สภาพภูมิอากาศจากการพิจารณาบริบทของสังคมที่เป็นพื้นที่บอบบางต่อสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ ทั้งทางด้านการประกอบอาชีพในอนาคตของนักเรียนที่จะเป็นเกษตรกรเหมือนกับสมาชิกส่วนใหญ่ในชุมชน บริบทของจังหวัดที่มีการทำเกษตรกรรมโดยเฉพาะการทำนา ปลูกข้าวโพด และทำไร่เลื่อนลอยเป็นหลัก รวมทั้งปัญหาการบุกรุกพื้นที่ป่าต้น

น้ำจนกระทั่งกลายเป็นปัญหาระดับชาติ จึงทำให้พิจารณาถึงบริบทของชุมชนและเป้าหมายการพัฒนานักเรียนในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักเรียนพร้อมที่จะเปิดรับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม ซึ่งนักเรียนที่ไม่เคยได้รับการจัดการเรียนรู้ในลักษณะที่ต้องมีบทบาทเป็นผู้เรียนเชิงรุกสามารถปรับตัวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ นอกจากนี้นักเรียนยังมีความสนใจและความกระตือรือร้นที่จะเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนมากขึ้นอันเนื่องมาจากการใช้เกมที่แทรกไว้ในแต่ละขั้นของแผนการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้นี้จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ครูสามารถนำไปใช้เพื่อจัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนได้ หรือสามารถเลือกกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ปรับใช้ร่วมกับหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ สสวท. เพื่อสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นและมีการแสดงพฤติกรรมในอนาคตได้

1.4 การแทรกเกมไว้ในแต่ละขั้นของแผนการจัดการเรียนรู้จำเป็นต้องมีหลักในการพิจารณา โดย 1) คำนึงถึงความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ด้านเนื้อหาของเกมและสาระการเรียนรู้ 2) ความเหมาะสมของเวลาของเกมที่จะใช้ในและขั้นการจัดการเรียนรู้ และที่สำคัญคือ 3) การไม่แทรกเกมในแผนการจัดการเรียนรู้มากเกินไป อาทิ ควรแทรกเกมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประมาณ 1 – 2 เกมตามความเหมาะสม ไม่ใช้เกมในทุกขั้นการเรียนรู้ในแผนเดียวกันเพราะจะทำให้นักเรียนเกิดความเหนื่อยล้า เป็นต้น จากหลักการดังกล่าว การพิจารณาแทรกเกมในแต่ละขั้นการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ (a) การสร้างความสนใจ เกมที่จะใช้ในขั้นนี้มีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นความสนใจ สนับสนุนให้ครูทราบความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมของตนเอง โดยเป็นเกมที่ใช้เวลาไม่นานแต่สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนเพื่อเข้าสู่บทเรียนได้ (b) การสำรวจและค้นหา เกมที่ใช้ในขั้นนี้มีเป้าหมายเพื่อให้ความรู้แก่นักเรียนโดยส่วนมากแล้วเนื้อหาความรู้จะถูกจำลองไว้ในรูปแบบของวิธีการเล่นเกม ซึ่งจะเป็นการบังคับให้นักเรียนทำความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนไปด้วย นอกจากนี้ เกมในขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนสวมบทบาทเพื่อให้เข้าใจถึงสาเหตุและผลกระทบที่เกิดขึ้น (games as interactive system) เกมที่อยู่ในขั้นนี้จะใช้เวลานานเพื่อให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจและรับประสบการณ์ได้อย่างเต็มที่ (c) การขยายความรู้ เกมในขั้นนี้จะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนประยุกต์ความรู้และประสบการณ์ทั้งหมดที่มีเพื่อจัดการกับสถานการณ์ และนักเรียนจะได้รับประสบการณ์เป็นผลตอบกลับจากการตัดสินใจของตนเอง เกมที่อยู่ในขั้นนี้จะแตกต่างกับขั้นอื่น คือ เป็นเกมประเภทจริงจัง (serious games) เนื่องจากนักเรียนจะเข้าไปอยู่ในโลกสมมติที่มีความยุ่งยากซับซ้อนเสมือนว่าเป็นความสัมพันธ์ในโลกแห่งความจริง เกมที่อยู่ในขั้นขยายความรู้เป็นอีกเกมหนึ่งที่ใช้เวลานาน และ (d) การประเมิน เกมที่ใช้ในขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเองและเพื่อน เกมในขั้นนี้จะใช้เวลาไม่

นานเพื่อให้นักเรียนสามารถประมวลผลความรู้ความเข้าใจของตนเองออกมาภายในเวลาจำกัด เกมในขั้นนี้จึงควรเป็นเกมที่สนุกสนานและมีความท้าทายเป็นพิเศษ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 งานวิจัยนี้เลือกศึกษาการรู้สภาพภูมิอากาศในระดับที่ 3 คือ มีความรู้สึกร่วมกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ จากการรู้สภาพภูมิอากาศทั้งหมด 4 ระดับ ได้แก่ (1) ไม่มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ (2) มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ (3) มีความรู้สึกร่วมกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ และ (4) การแสดงออกของพฤติกรรม จึงใช้วิธีการวิเคราะห์แนวโน้มการเกิดการรู้สภาพภูมิอากาศในระดับที่ 4 โดยในการวิจัยครั้งต่อไปอาจมีการศึกษาองค์ประกอบด้านพฤติกรรมเพิ่มเพื่อให้สามารถศึกษาการรู้สภาพภูมิอากาศได้ครอบคลุมทุกองค์ประกอบ เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศสำหรับนักเรียนในระยะเริ่มต้น ซึ่งการจะพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศในระดับพฤติกรรมได้นั้น นักเรียนจะต้องได้รับการพัฒนาความเข้าใจและตระหนักเพื่อเป็นพื้นฐานของการรู้สภาพภูมิอากาศในระดับหนึ่งก่อน งานนี้วิเคราะห์ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศเพื่อศึกษาแนวโน้มการเกิดการรู้สภาพภูมิอากาศระดับการแสดงออกของพฤติกรรม

2.2 งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น ซึ่งเป็นการศึกษาข้อมูลในเชิงปริมาณเป็นหลัก เนื่องจากมีข้อจำกัดของระยะเวลาในการทำวิจัย ดังนั้น เพื่อให้เห็นแนวโน้มการเกิดการรู้สภาพภูมิอากาศที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบอื่นเพิ่มเติม เพื่อให้เห็นผลของแนวโน้มของการรู้สภาพภูมิอากาศในเชิงพฤติกรรมของนักเรียนได้เด่นชัดโดยการศึกษาในเชิงลึก กล่าวคือมีการเลือกจากนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงคะแนนการรู้สภาพภูมิอากาศหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างชัดเจนเพื่อมาเป็นตัวอย่างในการศึกษาเชิงลึกเป็นกรณีศึกษา (case study) โดยการสัมภาษณ์และติดตามสังเกตพฤติกรรม เป็นต้น

2.3 การศึกษาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ เพื่อให้ได้มาซึ่งคุณภาพของเครื่องมือในด้านความตรงเชิงโครงสร้าง อาจทำได้โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) หากเปลี่ยนแนวทางในการดำเนินการวิจัยในครั้งต่อไปเป็นการวิจัยเชิงสำรวจ และปรับเปลี่ยนวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและขนาดตัวอย่างวิจัย เพื่อให้สามารถนำเสนอผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง ที่สามารถแสดงได้ถึงน้ำหนักองค์ประกอบของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศได้อย่างชัดเจน ก็จะเพิ่มคุณภาพให้กับเครื่องมือวิจัยมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น และได้กำหนดน้ำหนักขององค์ประกอบของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศจากการทบทวนวรรณกรรมเป็น 1:1:1 เนื่องจากปริมาณตัวอย่างมีจำนวนไม่เหมาะสมต่อการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาน้ำหนักขององค์ประกอบความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

บรรณานุกรม

ภาษาต่างประเทศ

AAAS. (1989). Project 2061: Science for all Americans. *THE PSYCHOLOGIST, 32*(5).

AAAS. (2007). Communicating and Learning About Global Climate Change: An Abbreviated Guide for Teaching Climate Change. Retrieved from http://www.project2061.org/publications/guides/climate.pdf. Retrieved 20 October 2018 http://www.project2061.org/publications/guides/climate.pdf

Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., . . . Tuan, H. l. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education, 88*(3), 397-419.

Ausubel, D. P. (2012). *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*(1st ed., pp. 227). doi:10.1007/978-94-015-9454-7

Azevedo, J., & Marques, M. (2017). Climate literacy: a systematic review and model integration. *International Journal of Global Warming, 12*(3-4), 414-430. doi:10.1504/IJGW.2017.084789

Basu, S. J., Barton, A. C., Clairmont, N., & Locke, D. (2009). Developing a framework for critical science agency through case study in a conceptual physics context. *Cultural studies of science education, 4*(2), 345-371.

BBC News (Producer). (2018, 8 October 2018). มะม่วง: ทำไมไทยส่งออกมะม่วงได้น้อยลงเมื่อโลกร้อนขึ้น. [Online] Retrieved from https://www.bbc.com/thai/thailand-45755595

Bedford, D. (2016). Does climate literacy matter? A case study of US students' level of concern about anthropogenic global warming. *Journal of Geography, 115*(5), 187-197.

Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher, 72*(7), 30-33.

Bush, D., Sieber, R., Seiler, G., & Chandler, M. (2017). University-level teaching of Anthropogenic Global Climate Change (AGCC) via student inquiry. *Studies in*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Science Education, 53(2), 113-136.

Bybee, R., & Goodrum, D. (1999). Teaching Science as Inquiry. In *Teaching Science as Inquiry* (pp. 1-17).

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, 5*, 88-98.

Castek, J., & Dwyer, B. (2018). Think Globally, Act Locally: Teaching Climate Change Through Digital Inquiry. *The Reading Teacher, 71*(6), 755-761.

Charsky, D. (2010). From edutainment to serious games: A change in the use of game characteristics. *Games and culture, 5*(2), 177-198.

Chiarello, F., & Castellano, M. G. (2016). Board games and board game design as learning tools for complex scientific concepts: some experiences. *International Journal of Game-Based Learning (IJGBL), 6*(2), 1-14.

Clifford, K. R., & Travis, W. R. (2018). Knowing climate as a social-ecological-atmospheric construct. *Global Environmental Change, 49*, 1-9.

Climate Change Initiative, U. (2010). Climate change education for sustainable development. In: Paris.

Council, N. R. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. WASHINGTON: THE NATIONAL ACADEMIES PRESS.

Data Driven Yale, NewClimate Institute, & PBL. (2018). Global climate action of regions, states and businesses: Research report published by Data Driven Yale. Retrieved from http://bit.ly/yale-nci-pbl-global-climate-action. Retrieved 2 January 2019 http://bit.ly/yale-nci-pbl-global-climate-action

Deng, Y., Wang, M., & Yousefpour, R. (2017). How do people's perceptions and climatic disaster experiences influence their daily behaviors regarding adaptation to climate change?—A case study among young generations. *Science of the total environment, 581*, 840-847.

Dupigny-Giroux, L.-A. L. (2008). Introduction—climate science literacy: a state of the knowledge overview. *Physical Geography, 29*(6), 483-486.

Dupigny-Giroux, L. A. L. (2010). Exploring the challenges of climate science literacy:

Lessons from students, teachers and lifelong learners. *Geography Compass, 4*(9), 1203-1217.

Dupigny-Giroux, L. A. L. (2016). Climate Literacy. *International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology: People, the Earth, Environment and Technology*, 1-5.

Fernandez, M., Piccolo, L. S., Maynard, D., Wippoo, M., Meili, C., & Alani, H. (2016). *Talking climate change via social media: Communication, engagement and behaviour.* Paper presented at the Proceedings of the 8th ACM Conference on Web Science.

Fung, M. K., Tedesco, L. R., & Katz, M. E. (2015). Games and climate literacy. *Nature Geoscience, 8*(8), 576.

Garcesa, R. D., & Limjuco, R. P. (2018). Environmental Literacy and Integration of Environment Issues among Science Teachers in Region XI: Basis for Training Design. *UIC Research Journal, 20*(1).

Garcia-Barrios, L., Perfecto, I., & Vandermeer, J. (2016). Azteca chess: gamifying a complex ecological process of autonomous pest control in shade coffee. *Agriculture, Ecosystems Environment, 232*, 190-198.

Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation Gaming, 33*(4), 441-467.

GCRP, U. (2009). Climate literacy: the essential principles of climate science. In (2 ed.): US Global Change Research Program.

Glickman, T. (2000). American Meteorological Society Glossary of Meteorology. In: Allen Press.

Grace, L. (2005). Game type and game genre. *Retrieved February, 22*(2009), 8.

Guy, S., Kashima, Y., Walker, I., & O'Neill, S. (2014). Investigating the effects of knowledge and ideology on climate change beliefs. *European Journal of Social Psychology, 44*(5), 421-429.

Hansen, A., Schneider, K., & Lange, J. (2018). Games for Knowledge Transfer and as a Stimulus for Climate Change Mitigation in Agriculture—Lessons Learned from a Game Prototype. In *Handbook of Climate Change Communication: Vol. 3* (pp.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

197-208): Springer.

Harrington, J. (2008). Misconceptions: Barriers to improved climate literacy. *Physical Geography, 29*(6), 575-584.

Hartley, L. M., Wilke, B. J., Schramm, J. W., D'Avanzo, C., & Anderson, C. W. (2011). College students' understanding of the carbon cycle: Contrasting principle-based and informal reasoning. *BioScience, 61*(1), 65-75.

Haury, D. L. (1993). Teaching Science through Inquiry. *ERIC Clearinghouse for Science Mathematics and Environmental Education*, 71-72.

Howell, D. C. (2009). *Statistical methods for psychology*: Cengage Learning.

Kahan, D. M. (2015). Climate-science communication and the measurement problem. *Political Psychology, 36*, 1-43.

Langford, P. E. (2004). *Vygotsky's developmental and educational psychology*: Psychology Press.

Le Dang, H., Li, E., Nuberg, I., & Bruwer, J. (2014). Understanding farmers' adaptation intention to climate change: A structural equation modelling study in the Mekong Delta, Vietnam. *Environmental Science & Policy, 41*, 11-22.

Lee, T. M., Markowitz, E. M., Howe, P. D., Ko, C.-Y., & Leiserowitz, A. A. (2015). Predictors of public climate change awareness and risk perception around the world. *Nature Climate Change, 5*(11), 1014.

Leiserowitz, A., Smith, N., & Marlon, J. R. (2011). American teens' knowledge of climate change. *Yale University. New Haven, CT: Yale Project on Climate Change Communication, 5*.

Liarakou, G., Athanasiadis, I., & Gavrilakis, C. (2011). What Greek Secondary School Students Believe about Climate Change? *International Journal of Environmental and Science Education, 6*(1), 79-98.

Malone, T. W. (1981). Toward a theory of intrinsically motivating instruction. *Cognitive science, 5*(4), 333-369.

Markowitz, E. M. (2012). Is climate change an ethical issue? Examining young adults' beliefs about climate and morality. *Climatic Change, 114*(3-4), 479-495.

Marzetta, K. L. (2016). Changing the climate of beliefs: A conceptual model of learning

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

design elements to promote climate change literacy. *Journal of Sustainability Education, 16*, 1-18.

Mase, A. S., Gramig, B. M., & Prokopy, L. S. (2017). Climate change beliefs, risk perceptions, and adaptation behavior among Midwestern US crop farmers. *Climate Risk Management, 15*, 8-17.

Masud, M. M., Akhtar, R., Afroz, R., Al-Amin, A. Q., & Kari, F. B. (2015). Pro-environmental behavior and public understanding of climate change. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 20*(4), 591-600.

McCaffrey, M. S., & Buhr, S. M. (2008). Clarifying climate confusion: Addressing systemic holes, cognitive gaps, and misconceptions through climate literacy. *Physical Geography, 29*(6), 512-528.

McNeal, K. S., Miller, H. R., & Herbert, B. E. (2008). The effect of using inquiry and multiple representations on introductory geology students' conceptual model development of coastal eutrophication. *Journal of Geoscience Education, 56*(3), 201-211.

McNeill, K. L., & Vaughn, M. H. (2012). Urban high school students' critical science agency: Conceptual understandings and environmental actions around climate change. *Research in science education, 42*(2), 373-399.

Miléř, T., & Sládek, P. (2011). The climate literacy challenge. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 12*, 150-156.

Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching, 47*(4), 474-496.

Montano, D. E., & Kasprzyk, D. (2015). Theory of reasoned action, theory of planned behavior, and the integrated behavioral model. *Health behavior: Theory, research and practice, 70*(4), 231.

National Research Council. (1996). *A Framework for K–12 Science Education: Practices, Cross-Cutting Concepts, and Core Ideas*(pp. 320).

Nations, U. (2015). United Nations Framework Convention on Climate Change. Retrieved from https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf. Retrieved 20

October 2018, from United Nations https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf

Niepold, F., Herring, D., & McConville, D. (2007). *The case for climate literacy in the 21st Century.* Paper presented at the 5th International Symposium on Digital Earth.

Niepold, F., Herring, D., & McConville, D. (2008). The role of narrative and geospatial visualization in fostering climate literate citizens. *Physical Geography, 29*(6), 529-544.

Niles, M. T., Brown, M., & Dynes, R. (2016). Farmer's intended and actual adoption of climate change mitigation and adaptation strategies. *Climatic Change, 135*(2), 277-295.

OECD. (2016). *PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematic and financial literacy*: OECD publishing.

Pardee, R. L. (1990). *Motivation Theories of Maslow, Herzberg, McGregor & McClelland. A Literature Review of Selected Theories Dealing with Job Satisfaction and Motivation*. Retrieved from

Piaget, J. (1964). Part I: Cognitive development in children: Piaget development and learning. *Journal of Research in Science Teaching, 2*(3), 176-186.

Prensky, M. (2003). COMPUTER GAMES AND LEARNING: DIGITAL GAME-BASED LEARNING. *Computers in Entertainment (CIE), 1*(1), 21.

Prochaska, J. O., Redding, C. A., & Evers, K. E. (2015). The transtheoretical model and stages of change. *Health behavior: Theory, research, and practice*, 125-148.

Quiroga, S., Suárez, C., & Solís, J. D. (2015). Exploring coffee farmers' awareness about climate change and water needs: Smallholders' perceptions of adaptive capacity. *Environmental Science & Policy, 45*, 53-66.

Ratan, R. A., & Ritterfeld, U. (2009). Classifying serious games. In *Serious games* (pp. 32-46): Routledge.

Reckien, D., & Eisenack, K. (2013). Climate change gaming on board and screen: A review. *Simulation Gaming, 44*(2-3), 253-271.

Salawitch, R. J., & Canty, T. P. (2017). *Paris climate agreement: Beacon of hope*(pp. 198). doi:10.1007/978-3-319-46939-3

Shealy, T., Godwin, A., & Gardner, H. (2017). *Survey Development to Measure the Gap*

Between Student Awareness, Literacy and Action to Address Human Caused Climate Change. Paper presented at the ASEE Annual Conference proceedings.

Shepardson, D. P., Niyogi, D., Roychoudhury, A., & Hirsch, A. (2012). Conceptualizing climate change in the context of a climate system: Implications for climate and environmental education. *Environmental Education Research, 18*(3), 323-352.

Showalter, K., López-Carr, D., & Ervin, D. (2019). Climate change and perceived vulnerability: Gender, heritage, and religion predict risk perception and knowledge of climate change in Hawaii. *Geographical Bulletin, 60*(1).

Shwom, R., Isenhour, C., Jordan, R. C., McCright, A. M., & Robinson, J. M. (2017). Integrating the social sciences to enhance climate literacy. *Frontiers in Ecology and the Environment, 15*(7), 377-384.

Squire, K. D. (2008). Video games and education: Designing learning systems for an interactive age. *Educational Technology*, 17-26.

Thacker, E. S., Lee, J. K., Fitchett, P. G., & Journell, W. (2018). Secondary social studies teachers' experiences planning and implementing inquiry using the inquiry design model. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, 91*(4-5), 193-200.

Thai PBS (Producer). (2018). Thai PBS NEWS. Retrieved from http://news.thaipbs.or.th/

Van der Linden, S., Leiserowitz, A., Rosenthal, S., & Maibach, E. (2017). Inoculating the public against misinformation about climate change. *Global Challenges, 1*(2), 1600008.

Vigneswaran, S., Leelamani, A., Divya, S., & Divya, K. (2017). Communicating Climate Change Importance through Interactive Multimedia Frame Work for Promoting Education and Effective Public Awareness on Climate Change. *International Journal of Applied Environmental Sciences, 12*(3), 409-420.

Williams, R. D. (2017). *An Assessment of Environmental Literacy Among Oklahoma Public High School Students and the Factors Affecting Students' Environmental Literacy.*

Wu, J. S., & Lee, J. J. (2015). Climate change games as tools for education and engagement. *Nature Climate Change, 5*(5), 413.

Wynne, B. (2016). Misunderstood misunderstanding: Social identities and public uptake

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

of science. *Public understanding of science, 1*, 281-304.

Zehr, S. C. (2016). Public representations of scientific uncertainty about global climate change. *Public understanding of science, 9*(2000), 85-103.

Zhang, J., Tao, D., Chen, M.-H., Sun, Y., Judson, D., & Naqvi, S. (2018). Co-organizing the collective journey of inquiry with idea thread mapper. *Journal of the Learning Sciences, 27*(3), 390-430.

ภาษาไทย

กรนภา วัชระธำรงกุล. (2552). การสร้างแบบวัดความตระหนักรู้ต่อผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อนสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ *4* สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต *1.* (31). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, (4)

กรมป่าไม้ (Producer). (2561). เนื้อที่ป่าไม้ของประเทศไทยปี พ.ศ.2516-2560. Retrieved from http://forestinfo.forest.go.th/55/Content.aspx?id=72

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2562a). เนื้อที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร รายจังหวัด ปี พ.ศ. 2556. Retrieved from http://oldweb.oae.go.th/download/use_soilNew/soiNew/landused2556.html.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (Producer). (2562b, 3 January 2562). ราคาสินค้ารายวัน. Retrieved from shorturl.at/jmFJ6

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. Retrieved 3 ธันวาคม พ.ศ.2561

ทิศนา แขมมณี. (2560). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ม ประสิทธิภาพ: กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2560. พิมพ์ครั้งที่ 21.

ธีระ ช้างแดง, เสารรัตน์ ภัทรฐิตินันท์, & ภาณุ ตรัยเวช. (2557). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *1* โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง เรื่อง ลมฟ้าอากาศ. (5). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, (2)

ปิยนันท์ ปานนิ่ม, & ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ. (2549). ผลของการใช้รูปแบบการเสริมแรงทางบวกในการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานบนเว็บที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ *2* ที่มีสมาธิสั้นและมีพฤติกรรมอยู่ไม่นิ่ง. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

Retrieved from http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/12877 Available from EBSCOhost cat05085a database.

มูลนิธิปิดทองหลังพระสืบสานตามแนวพระราชดำริและสถาบันส่งเสริมและพัฒนากิจกรรมปิดทองหลังพระสืบสานแนวพระราชดำริ. (2557). รักษ์ป่าน่านปลูกป่าปลูกคน. Retrieved from http://www.maefahluang.org/wp-content/uploads/2017/11/Rak-Pa-Nan.pdf

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). หลักสูตรวิทยาศาสตร์โลกทั้งระบบ (*ESS).*

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. (2559). รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ *2* พ.ศ.*2559* (ป. ว. อำนาจ ชิดไธสง, มัทนพรรณ จิ๋วเจียม, อัศมน ลิ่มสกุล, ศุภกร ชินวรรโณ และชโลทร แก่นสันติสุขมงคล Ed.). กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2558). แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ. ศ.๒๕๕๘-๒๕๙๓. Retrieved from

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (Producer). (2561, 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562). ฐานข้อมูลเพื่อการรายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย. Retrieved from http://www.onep.go.th/env_data/

สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดน่าน. (2561). หลักสูตรรักษ์ป่าน่าน. Retrieved from https://drive.google.com/file/d/1XQ2oBFtXS2ECrFXAla158n3cviPz-sYm/view

สำนักงานสถิติจังหวัดน่าน (Producer). (2560, 3 March 2562). สถิติน่าสนใจในจังหวัดน่าน. Retrieved from http://nan.nso.go.th/index.php?option=com_content&view=category&id=111&Itemid=510

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ
ภาคผนวก ข ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
ภาคผนวก ค ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
ภาคผนวก จ ภาพกิจกรรมการเรียนรู้
ภาคผนวก ฉ ร้อยละของคะแนนและระดับการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนรายบุคคล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ความกรุณาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังรายนามต่อไปนี้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้

1. รองศาสตราจารย์ ดร.จีระวรรณ เกษสิงห์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. อาจารย์ ดร.เดชรัต สุขกำเนิด อาจารย์ประจำภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. อาจารย์ศุภกร ชินวรรโณ อาจารย์ประจำศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. อาจารย์พิธุลาวัณย์ ศุภอุทุมพร อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ

1. รองศาสตราจารย์ ดร.จีระวรรณ เกษสิงห์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. อาจารย์ศุภกร ชินวรรโณ อาจารย์ประจำศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. อาจารย์ปัทมา สิงหรักษ์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง	รองศาสตราจารย์ประจำสาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. อาจารย์ ดร.เดชรัต สุขกำเนิด	อาจารย์ประจำภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. อาจารย์ศุภกร ชินวรรโณ	อาจารย์ประจำศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม

เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์
จำนวน 2 คาบเรียน เวลา 100 นาที

รายวิชา วิทยาศาสตร์ พื้นฐาน รหัสวิชา ว21101 ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ผู้สอน นางสาวชนัดดา มะโนสร

มาตรฐานตัวชี้วัด

ว 3.2 ม.1/6 อธิบายสถานการณ์และผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกจากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว 3.2 ม.1/7 ตระหนักถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถ

1. อภิปรายกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
2. ระบุกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศ
3. สรุปบทบาทของมนุษย์ในการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจก
4. ตระหนักถึงผลกระทบจากการพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของโลกต่อระบบภูมิอากาศ

สาระสำคัญ

กิจกรรมของมนุษย์มีอิทธิพลและส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบสภาพภูมิอากาศโลก กิจกรรมของมนุษย์มีการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่มีการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ มนุษย์ได้เพิ่มความเข้มข้นของแก๊สเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศส่งผลให้เพิ่มการดูดซับพลังงานรังสีอินฟราเรดที่ปลดปล่อยจากโลกแล้วเกิดเป็นภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกที่เป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์

สาระการเรียนรู้

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์ หมายถึง การเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่รุนแรงขึ้นมากกว่าสถานการณ์ปกติอันเกิดจากกิจกรรมในชีวิตประจำวันรวมทั้งการพัฒนาทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะในด้านอุตสาหกรรมส่งผลเสียต่อสภาพภูมิอากาศจากการเพิ่มปริมาณแก๊สเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศอย่างรวดเร็ว ในขณะที่กระบวนการดูดกลับแก๊สเรือนกระจกเพื่อกักเก็บตามธรรมชาตินั้นใช้เวลานาน

กิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศ หมายถึง การดำเนินกิจกรรมของมนุษย์ทั้งในระดับบุคคล ชุมชน และสังคมโลกที่ส่งผลให้เกิดการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกเพิ่มขึ้นในชั้นบรรยากาศทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้น โดยการเพิ่มการกักเก็บพลังงานความร้อนจากการสะท้อนรังสีอินฟราเรดไม่ให้ถูกปลดปล่อยออกจากชั้นบรรยากาศของโลก ซึ่งแก๊สเรือนกระจกสำคัญที่มนุษย์ปลดปล่อย 3 ชนิด ได้แก่

1) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide: CO_2) ถูกปลดปล่อยในหลายกิจกรรมของมนุษย์ตั้งแต่ระดับบุคคล อาทิ การหายใจออกของมนุษย์ การใช้แก๊สหุงต้มเพื่อประกอบอาหาร การใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน และการเดินทางโดยใช้เครื่องยนต์ที่มีการเผาไหม้ เป็นต้น ระดับชุมชนและสังคม อาทิ การเผาที่ดินในกระบวนการทางการเกษตร การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในกระบวนการผลิตของโรงงานที่ประกอบด้วย น้ำมัน แก๊สธรรมชาติ และถ่านหิน การเผาในกระบวนการกำจัดขยะ เป็นต้น
2) แก๊สมีเทน (Methane: CH_4) ส่วนมากถูกปลดปล่อยออกมาในระหว่างกระบวนการหมักอินทรีย์วัตถุแบบไม่ใช้ออกซิเจน อาทิ พื้นที่ที่มีน้ำขังเช่นการทำนาข้าว ระบบบำบัดน้ำเสียและกระบวนการกำจัดขยะมูลฝอยโดยการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน เป็นต้น ถูกปลดปล่อยจากการทำปศุสัตว์ อาทิ ฟาร์มโคที่มีการปลดปล่อยแก๊สมีเทนในตดวัว รวมทั้งถูกปลดปล่อยออกมาระหว่างกระบวนการขนส่งน้ำมันและแก๊สธรรมชาติ
3) แก๊สไนตรัสออกไซด์ (Nitrous oxide: N_2O) ถูกปลดปล่อยระหว่างกิจกรรมทางการเกษตรและอุตสาหกรรม อาทิ การพรวนดิน การใช้ปุ๋ยเคมีที่เพิ่มธาตุไนโตรเจนในดิน อุตสาหกรรมการผลิตปุ๋ยเคมีทางการเกษตร เป็นต้น นอกจากนี้ การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลและขยะมูลฝอย

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (engagement) (10 นาที)

1. ครูใช้วีดิทัศน์เรื่อง “Greta Thunberg speech at UN Climate Change COP 24 Conference” เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเป็นเวลา 10 นาที พร้อมกับให้ตอบคำถามในใบกิจกรรม ตอนที่ 1 ดังนี้
   1.1 จุดมุ่งหมายในการกล่าวสุนทรพจน์ของเด็กหญิงเกรตาคืออะไร
   1.2 บทบาทของผู้นำโลกต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เด็กหญิงเกรตากล่าวถึงเป็นอย่างไร
   1.3 ใครควรเป็นผู้รับผิดชอบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในมุมมองของเด็กหญิงเกรตา เพราะเหตุใด
2. ครูชวนนักเรียนพูดคุยเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเด็นดังต่อไปนี้
   2.1 เด็กหญิงเกรตาเป็นใคร
   2.2 เพราะเหตุใดเด็กหญิงเกรตาจึงได้มากล่าวสุนทรพจน์ในงานนี้
   2.3 สิ่งที่เด็กหญิงเกรตากล่าวได้สะท้อนมุมมองของเยาวชนต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างไร
   2.4 การกล่าวสุนทรพจน์ของเด็กหญิงเกรตาส่งแรงผลักดันต่อการเรียนร้องของนักเรียนทั่วโลกอย่างไร
3. ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสะท้อนความเข้าใจเดิมและประสบการณ์ ของนักเรียน ดังนี้
   3.1 การใช้ชีวิตของคนในสังคมที่ส่งผลต่อชั้นบรรยากาศตามคำกล่าวของเด็กหญิงเกรตาเป็นอย่างไร
   3.2 มนุษย์มีบทบาทต่อระบบสภาพภูมิอากาศอย่างไร
4. ครูให้นักเรียนระบุคำถามสำคัญเพื่อนำเข้าสู่การสำรวจและค้นหา ดังนี้
   4.1 กิจกรรมของมนุษย์ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกอย่างไร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (exploration) (25 นาที)

1. ครูใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์แสดงบรรยากาศของโลกใน 3 ช่วงเวลา ได้แก่ ยุคน้ำแข็ง ปี ค.ศ.1750 และปัจจุบันเพื่ออธิบายโดยให้นักเรียนบันทึกลักษณะที่สังเกตได้ต่อไปนี้ลงในใบกิจกรรม ตอนที่ 2

   1.1 ภูมิประเทศ

   1.2 ปริมาณรังสีอินฟราเรด

   1.3 อุณหภูมิ

   1.4 ปริมาณแก๊สเรือนกระจก 4 ชนิด ได้แก่ H_2O CO_2 CH_4 และ N_2O

2. ครูใช้คำถามต่อไปนี้ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมแบบจำลองคอมพิวเตอร์

   2.1 แก๊สเรือนกระจกในแบบจำลองคอมพิวเตอร์มีอะไรบ้าง

3. ครูให้นักเรียนเติมคำในช่องว่างต่อไปนี้เพื่อสรุปความสัมพันธ์จากตาราง

   3.1 ปริมาณแก๊สเรือนกระจกจะ (เพิ่มขึ้น) เมื่อภูมิประเทศมีสิ่งก่อสร้าง (เพิ่มขึ้น)

   3.2 ปริมาณรังสีอินฟราเรดจะ (เพิ่มขึ้น) เมื่อปริมาณแก๊สเรือนกระจก (เพิ่มขึ้น)

   3.3 อุณหภูมิจะ (เพิ่มขึ้น) เมื่อปริมาณรังสีอินฟราเรด (เพิ่มขึ้น)

4. ครูใช้คำถามต่อไปนี้

   4.1 สิ่งก่อสร้างในแบบจำลองที่นักเรียนได้เห็นเกิดจากใคร

   4.2 กิจกรรมของมนุษย์ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกหรือไม่ อย่างไร

5. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่มเพื่อให้ศึกษาเอกสารแก๊สเรือนกระจก 4 ชนิด ได้แก่ H_2O CO_2 CH_4 และ N_2O

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาเอกสารแก๊สเรือนกระจกแล้ววิเคราะห์เพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรม ตอนที่ 3 แล้วนำเสนอในประเด็นที่สืบค้น ดังนี้

   6.1 แก๊สเรือนกระจกแต่ละชนิดส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างไร

   6.2 แก๊สเรือนกระจกแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์กับมนุษย์อย่างไร

   6.3 ระยะเวลาในการปล่อยแก๊สเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศและการดูดกลับแก๊สเรือนกระจกจากบรรยากาศเป็นอย่างไร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นที่ 3 การอธิบาย (explanation) (15 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอเกี่ยวกับแก๊สเรือนกระจกกลุ่มละ 1 ชนิดเป็นเวลากลุ่มละ 3 นาที ในประเด็นต่อไปนี้

   1.1 ผลกระทบของแก๊สเรือนกระจกต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

   1.2 ความสัมพันธ์ของแสเรือนกระจกกับมนุษย์

   1.3 ระยะเวลาการปลดปล่อยและดูดกลับแก๊สเรือนกระจกในระบบบรรยากาศ

2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเพื่อนหลังจบการนำเสนอโดยมีครูนำการอภิปราย

3. ครูอธิบายเพื่อสรุปความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยใช้

   3.1 แบบจำลองคอมพิวเตอร์ เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของมนุษย์ (ภาคอุตสาหกรรม) ส่งผลให้เกิดการเพิ่มปริมาณแก๊สเรือนกระจกที่จะคอยดักจับพลังงานรังสีอินฟราเรดไม่ให้ออกจากชั้นบรรยากาศของโลก

   3.2 จอแสดงภาพขนาดใหญ่ เพื่ออธิบายแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณแก๊สเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศที่มาจากกิจกรรมของมนุษย์โดยใช้กราฟในเอกสารแก๊สเรือนกระจก และระยะเวลาที่แก๊สเรือนกระจกแต่ละชนิดจะหมุนเวียนอยู่ในระบบภูมิอากาศโลก นอกจากนี้ อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับกระบวนการกักเก็บแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ตามธรรมชาติซึ่งใช้เวลานานเมื่อเทียบกับการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่มาจากกิจกรรมของมนุษย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (elaboration) (45 นาที)

1. ครูใช้เกม Keep Cool เพื่อให้นักเรียนประยุกต์ความรู้ความเข้าใจในการวางแผนและเล่นเกมเป็นเวลา 45 นาที ดังนี้

   1.1 ครูและนักเรียนช่วยกันจัดเตรียมสถานที่ภายในห้องเรียนเพื่อเล่นเกมเป็นเวลา 3 นาที

   1.2 ครูอธิบายวิธีการเล่นเกม ดังนี้

      1) นักเรียนทุกคนในกลุ่มเป็นผู้นำของ 6 กลุ่มประเทศ โดยกลุ่มประเทศในทวีปอเมริกาจะได้โยนลูกเต๋าก่อนแล้ววนตามเข็มนาฬิกา

      2) หลังจากที่นักเรียนโยนลูกเต๋าแล้วจะต้องหยิบการ์ดเรือนกระจกจากกองกลาง 1 ใบ

3) นักเรียนที่หยิบการ์ดเรือนกระจกจะต้องเป็นผู้ชดใช้ความเสียหายตามจำนวนเหรียญบนการ์ด ถ้าหากเหรียญไม่พอชดใช้จะต้องขอยืมเพื่อคนอื่นหรือขายโรงงานของตนเอง
4) นักเรียนจะสะสมเหรียญได้จากการสร้างโรงงาน โดยใช้เหรียญเพื่อสร้างโรงงานเพิ่ม
5) ทุกครั้งหลังจากโยนลูกเต๋าครบรอบจะต้องมีการจ่ายเหรียญจากเงินกองกลางซึ่งได้จากทุกคนในกลุ่มให้แก่เครื่องวัดคาร์บอนของโลก
6) ในกรณีที่เครื่องวัดคาร์บอนอยู่ในระดับที่ 3 ขึ้นไปจะเพิ่มการ์ดความล้มเหลวของสภาพภูมิอากาศลงไปในกองการ์ดเรือนกระจก
7) นักเรียนที่บรรลุเป้าหมายที่ได้รับเป็นคนแรกจะเป็นผู้ชนะ

1.3 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 6 คน

1.4 เมื่อนักเรียนจับกลุ่มเรียบร้อยแล้วส่งตัวแทนมารับอุปกรณ์การเล่นเกม

1.5 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเล่นเกมเป็นเวลา 40 นาที

1.6 นักเรียนเก็บอุปกรณ์การเล่นเกมส่งคืนให้ครูหลังจบการแข่งขัน

1.7 ครูและนักเรียนช่วยกันจัดห้องเรียนให้เป็นปกติเมื่อจบการแข่งขัน

2. ครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจและความตระหนักต่อการพยายามพัฒนาประเทศภายใต้เงื่อนไขของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ดังนี้

2.1 ระดับคาร์บอนสะท้อนถึงสิ่งใด (การปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศเนื่องจากการพัฒนาทางเศรษฐกิจที่มีอุตสาหกรรมเป็นหลัก ทั้งนี้ ใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวแทนของแก๊สเรือนกระจกชนิดอื่น ๆ เท่านั้น)

2.2 แต่ละประเทศต้องรับผิดชอบต่อระดับคาร์บอนที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างไร (ทุกประเทศจำเป็นต้องพัฒนาเศรษฐกิจของตนเองไปพร้อมกับที่พยายามลดระดับคาร์บอนไดออกไซด์โดยการบริจาคเงินเข้ากองกลาง)

2.3 สำหรับประเทศที่ปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์น้อยมีความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่างจากประเทศอุตสาหกรรมหรือไม่ (ไม่แตกต่าง)

2.4 เพราะเหตุใดทุกประเทศจึงมีความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเท่าเทียมกัน (เพราะใช้มวลอากาศเดียวกัน)

3. ครูใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงโลกสมมติภายในเกมกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศปัจจุบัน ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.1 เป้าหมายของผู้นำแต่ละประเทศในเกมเหมือนในโลกความเป็นจริงหรือไม่ อย่างไร (เหมือนกับความจริง ทุกประเทศต้องการพัฒนาตัวเองโดยเฉพาะความเจริญทางด้านเศรษฐกิจ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วเป็นการสร้างโรงงานอุตสาหกรรม)

3.2 การกำหนดกติกาของเกมที่เพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในเครื่องวัดปริมาณคาร์บอนเมื่อมีการเพิ่มโรงงานเหมือนโลกแห่งความจริงหรือไม่ อย่างไร (เหมือน ถ้าหากมีการสร้างโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นก็จะเพิ่มปริมาณการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนการภายในโรงงานเพิ่มขึ้น)

3.3 ในความเป็นจริงแล้วเราสามารถจ่ายค่าชดเชยการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ได้หรือไม่ (ปัจจุบันมีข้อตกลงและนโยบายระหว่างประเทศเพื่อจำกัดปริมาณการปล่อยรวมทั้งการเสียภาษีคาร์บอน อย่างไรก็ตาม เราไม่สามารถจ่ายเงินชดเชยเพื่อทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศลดลงได้จริง)

3.4 ในความเป็นจริง เรามีประเทศที่จะหยิบบัตรสภาพภูมิอากาศเพื่อรับผิดชอบต่อภัยพิบัติหรือไม่ อย่างไร (ไม่ ในความเป็นจริงเราไม่สามารถทราบได้ว่าจะเกิดเหตุการณ์ใด ณ สถานที่ใด และใครเป็นคนรับผิดชอบเพราะไม่มีการหยิบบัตร)

3.5 เมื่อเทียบระหว่างเกมและโลกแห่งความเป็นจริง เมื่อตัวเลขในเครื่องวัดปริมาณคาร์บอนของเกมถึงจุดหนึ่งที่จะเพิ่มบัตรความล้มเหลวของสภาพภูมิอากาศ นักเรียนคิดว่าจะสามารถเกิดเหตุการณ์นั้นในโลกแห่งความเป็นจริงได้หรือไม่ ถ้าหากเกิดขึ้น นักเรียนจะแก้ไขได้อย่างไร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นที่ 5 การประเมิน (evaluation) (5 นาที)

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจมาใช้ในการเล่นเกมในขั้นการขยายความรู้ พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง โดยครูตรวจสอบความเข้าใจและความตระหนักของนักเรียนจากการตอบคำถาม
2. ครูประเมินนักเรียนในขั้นที่ 1 – 4 ของกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

2.1 ประเมินความรู้เกี่ยวกับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากการตอบคำถามในชั้นเรียน ใบกิจกรรม การเล่นเกม และการนำเสนอ

2.2 ประเมินความเข้าใจผลกระทบจากกิจกรรมของตนเองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากการตอบคำถามในชั้นเรียน การเล่นเกม และการนำเสนอ

2.3 ประเมินความตระหนักถึงผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

2.4 ประเมินความตระหนักถึงอิทธิพลที่ตนเองมีต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

สื่อการเรียนรู้

1. วีดิทัศน์เรื่อง “Greta Thunberg speech at UN Climate Change COP 24 Conference” เข้าถึงได้จาก https://www.youtube.com/watch?v=VFkQSGyeCWg
2. แบบจำลองคอมพิวเตอร์แสดงบรรยากาศของโลกใน 3 ช่วงเวลา เข้าถึงได้จาก https://phet.colorado.edu/en/simulation/greenhouse
3. เกม Keep Cool เข้าถึงได้จาก m.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/english/pdf/.../klimaspiel_en.pdf
4. เอกสารแก๊สเรือนกระจก เข้าถึงได้จาก https://www.epa.gov/climate-indicators#explore
5. ใบกิจกรรมมนุษย์ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัดประเมิน	วิธีการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
1. ความรู้เกี่ยวกับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	การสังเกตการตอบคำถามในชั้นเรียน การตอบคำถามในใบกิจกรรม และการนำเสนอ	ใบกิจกรรมมนุษย์ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	ตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป และนำเสนอความรู้ที่สรุปได้จากเอกสารแก๊สเรือนกระจกและตอบคำถามได้ถูกต้อง
2. ความตระหนักถึงผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	การสังเกตการตอบคำถามในชั้นเรียนและการเขียนอธิบายจากใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมมนุษย์ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	นำเสนอข้อคิดเห็นและตอบข้อสงสัยได้ชัดเจน
3. ความตระหนักถึงอิทธิพลที่ตนเองมีต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	การสังเกตการตอบคำถามในชั้นเรียนและการเขียนอธิบายจากใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมมนุษย์ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	นำเสนอข้อคิดเห็นและตอบข้อสงสัยได้ชัดเจน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เกม Keep Cool

วัตถุประสงค์ของเกม

เพื่อจำลองสถานการณ์ให้นักเรียนเลือกนำความรู้มาใช้ในการออกแบบและการวางแผนกิจกรรมเพื่อพัฒนากลุ่มประเทศให้บรรลุเป้าหมายภายใต้ข้อจำกัดของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอันเป็นผลมาจากกิจกรรมของตนเอง

สาระสำคัญ

กิจกรรมของมนุษย์มีอิทธิพลและส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบสภาพภูมิอากาศโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่มีการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก การพัฒนาประเทศไปสู่เป้าหมายจำเป็นต้องมีการคำนึงถึงผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากกิจกรรมในการพัฒนาประเทศด้วย การหารือเพื่อลดผลกระทบจากกิจกรรมที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของทุกประเทศทั่วโลกจึงมีความจำเป็นเนื่องจากถ้าหากสภาพภูมิอากาศโลกไม่สามารถรักษาระบบไว้ได้จะส่งผลกระทบต่อทุกประเทศทั่วโลก

วิธีการเล่น

1. ให้นักเรียนจับกลุ่ม กลุ่มละ 6 คน โดยแต่ละคนเป็นผู้นำของ 6 กลุ่มประเทศ ได้แก่ 1) สหภาพโซเวียต 2) กลุ่มประเทศกำลังพัฒนา 3) กลุ่มประเทศโอเปก 4) กลุ่มประเทศ 5 เสือแห่งเอเชีย 5) กลุ่มประเทศในทวีปอเมริกา และ 6) สหภาพยุโรปซึ่งนักเรียนจะต้องบริหารกลุ่มประเทศของตนเองให้บรรลุเป้าหมายที่ได้รับ
2. นักเรียนโยนลูกเต๋าโดยเริ่มจากกลุ่มประเทศในทวีปอเมริกาก่อนแล้วตามด้วยประเทศอื่นวนตามเข็มนาฬิกา ซึ่งหลังจากโยนลูกเต๋าแล้วให้นักเรียนหยิบการ์ดเรือนกระจก
3. การ์ดเรือนกระจกจะประกอบไปด้วยสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งอาจส่งผลในระดับกลุ่มประเทศหรือทุกประเทศ โดยระดับความรุนแรงของการเกิดเหตุการณ์จะขึ้นกับแต้มบนลูกเต๋าที่ผู้นำกลุ่มประเทศในแต่ละตาเป็นผู้โยน
4. ผู้นำกลุ่มประเทศที่ได้รับผลกระทบจากการ์ดเรือนกระจกจะต้องเป็นผู้ชดใช้ความเสียหายตามจำนวนเหรียญที่กำหนดบนการ์ด ถ้าหากมีเหรียญไม่พอชดใช้ผู้เล่นสามารถเจรจาเพื่อขอยืมจากกลุ่มประเทศที่เหลือได้ ในกรณีที่ไม่มีกลุ่มประเทศใดให้ความช่วยเหลือผู้เล่น

จำเป็นต้องขายโรงงาน (สีดำหรือสีเขียวก็ได้) เพื่อนำเหรียญจากเงินกองกลางมาจ่ายชดใช้ ซึ่ง 1 โรงงานมีค่า 2 เหรียญ

5. การสร้างโรงงาน (สีดำและสีเขียว) จะทำให้สามารถเก็บสะสมเหรียญที่มาจากเงินกองกลางได้ตามจำนวนที่กำหนดไว้สำหรับในแต่ละกลุ่มประเทศ โดยการเก็บเหรียญจากเงินกองกลางจะเริ่มขึ้นเมื่อรอบต่อไปวนมาถึง
6. การสะสมโรงงาน (สีดำและสีเขียว) รวมทั้งบัตรป้องกันภัยพิบัติจะต้องใช้เหรียญที่เก็บสะสมได้
7. เมื่อครบ 1 รอบ (ผู้เล่นโยนลูกเต๋าครบ 6 คน) จะต้องมีการจ่ายเหรียญในเงินทุนกองกลางให้กับเครื่องวัดคาร์บอนของโลกเพื่อฟื้นฟูสภาพภูมิอากาศ ในกรณีที่เงินกองกลางไม่เพียงพอต่อการฟื้นฟูสภาพภูมิอากาศ ผู้เล่นจำเป็นต้องหารือกันเพื่อเพิ่มเหรียญในเงินกองกลาง
8. ในกรณีที่ระดับของเครื่องวัดคาร์บอนอยู่ระดับที่ 3 ขึ้นไป จะมีการเพิ่มการ์ดความล้มเหลวของสภาพภูมิอากาศเข้าไปในกองการ์ดเรือนกระจก ซึ่งอาจส่งผลต่อการล้มเหลวของทุกประเทศและจบเกม
9. กลุ่มประเทศที่สามารถบรรลุเป้าหมายของตนเองได้ก่อนถือเป็นผู้ชนะและจบเกม
10. นักเรียนที่สามารถพัฒนาประเทศให้บรรลุเป้าหมายได้จะเป็นผู้ชนะ

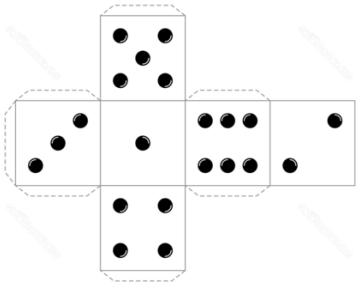
อุปกรณ์สำหรับ 1 กลุ่ม (6 คน)

1. ลูกเต๋า 2 ลูก
2. กระดานแผนที่โลก 1 แผ่น
3. การ์ดเรือนกระจก 11 ใบ
4. การ์ดกลุ่มประเทศ 6 ใบ
5. การ์ดเป้าหมาย 11 ใบ
6. ตารางเครื่องวัดคาร์บอน 1 ใบ
7. เหรียญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กระดานแผนที่โลก

ลูกเต๋า



การ์ดเรือนกระจก

ภัยแล้งในประเทศอินเดีย

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	1	3	4	11

กลุ่มประเทศ 5 เสือแห่งเอเชีย

พื้นที่ป่าในอเมโซเนียลดลง

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	1	3	4	9

กลุ่มประเทศ 5 เสือแห่งเอเชีย

ลมมรสุมออกจากมหาสมุทรอินเดีย

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	1	3	4	9

กลุ่มประเทศ 5 เสือแห่งเอเชีย

มาลาเรียระบาดในจีน

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	0	2	3	8

กลุ่มประเทศ 5 เสือแห่งเอเชีย

แอฟริกาใต้มีฝนตกเพิ่มขึ้น

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	1	0	2	9

กลุ่มประเทศ 5 เสือแห่งเอเชีย

อุทกภัยในประเทศบังกลาเทศ

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	1	2	2	8

กลุ่มประเทศกำลังพัฒนา

ภัยแล้งในประเทศเอธิโอเปีย

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	0	2	2	7

กลุ่มประเทศกำลังพัฒนา

มหาสมุทรแปซิฟิกมีปะการังฟอกขาว

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	0	1	2	7

กลุ่มประเทศกำลังพัฒนา

แอฟริกากลางมีไข้เลือดออก

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	0	1	2	6

กลุ่มประเทศกำลังพัฒนา

ประเทศโซมาเลียมีฝนตกหนัก

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	1	0	2	7

กลุ่มประเทศกำลังพัฒนา

น้ำท่วมยุโรปตอนกลาง

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	1	4	6	11

สหภาพยุโรป

เทือกเขาแอลป์เกิดหิมะถล่ม

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	1	4	5	9

สหภาพยุโรป

ยุโรปหนาวจัด

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	1	3	5	9

สหภาพยุโรป

คลื่นความร้อนในยุโรปตอนใต้

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	1	3	5	8

สหภาพยุโรป

ยุโรปเหนือมีอากาศร้อนจัดในฤดูร้อน

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	1	0	3	10

สหภาพยุโรป

ฟลอริดาเกิดเฮอริเคน

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	2	5	8	12

กลุ่มประเทศในทวีปอเมริกา

ประเทศออสเตรเลียเกิดไฟไหม้ป่า

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	2	5	7	9

กลุ่มประเทศในทวีปอเมริกา

อเมริกาเหนือมีภาวะหนาวฉับพลัน

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	2	5	7	12

กลุ่มประเทศในทวีปอเมริกา

ประเทศสหรัฐอเมริกามีผลผลิตทางการเกษตรลดลง

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	1	4	6	13

กลุ่มประเทศในทวีปอเมริกา

อ่าวฮัดสันมีนักท่องเที่ยว

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	2	0	3	11

กลุ่มประเทศในทวีปอเมริกา

ประเทศรัสเซียมีผลผลิตทางการเกษตรลดลง

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	1	2	3	8

สหภาพโซเวียต

ดินถล่มในเอเชียกลาง

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	1	3	4	7

สหภาพโซเวียต

ประเทศคาซัคสถานเกิดภาวะแล้ง

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	1	3	4	9

สหภาพโซเวียต

แผ่นน้ำแข็งใต้ดินหลอมเหลว

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	0	2	3	10

สหภาพโซเวียต

ประเทศไซบีเรียมีวัชพืชระบาด

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	1	0	2	9

สหภาพโซเวียต

ประเทศลิเบียมีวัวล้มตาย

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	1	3	4	9

กลุ่มประเทศโอเปก

ประเทศเวเนซุเอลามีดินถล่ม

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	1	3	4	10

กลุ่มประเทศโอเปก

ประเทศอินโอนีเซียมีพายุหมุนเขตร้อน

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	1	2	3	8

กลุ่มประเทศโอเปก

ประเทศซาอุดิอาราเบียเกิดน้ำท่วมฉับพลัน

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	0	2	3	7

กลุ่มประเทศโอเปก

ประเทศอิหร่านมีฝนตกหนัก

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	1	0	2	9

กลุ่มประเทศโอเปก

ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง

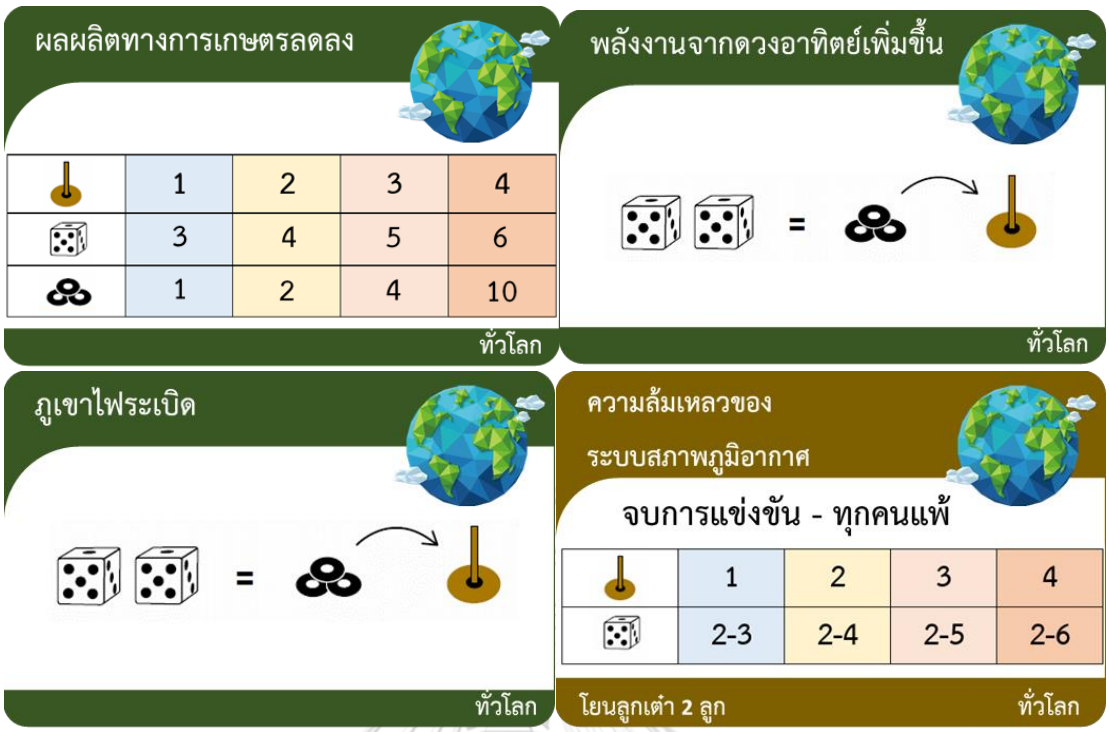
	1	2	3	4
	3	4	5	6
	1	2	4	8

ทั่วโลก

ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น

	1	2	3	4
	3	4	5	6
	0	2	4	9

ทั่วโลก



การ์ดกลุ่มประเทศ

กลุ่มประเทศกำลังพัฒนา

เป้าหมาย × 3

1								
7	7	6	6	5	5	5	4	

9	8	7	7	6	6	5	5	5	4

รับเงินจากผู้เล่นอื่น **3** คะแนน

สหภาพยุโรป

เป้าหมาย × 8

3										
7	7	7	6	6	6	5	5	5	5	4

1													
10	9	8	8	7	7	6	6	6	5	5	5	5	4

รับเงินจากผู้เล่นอื่น **0** คะแนน

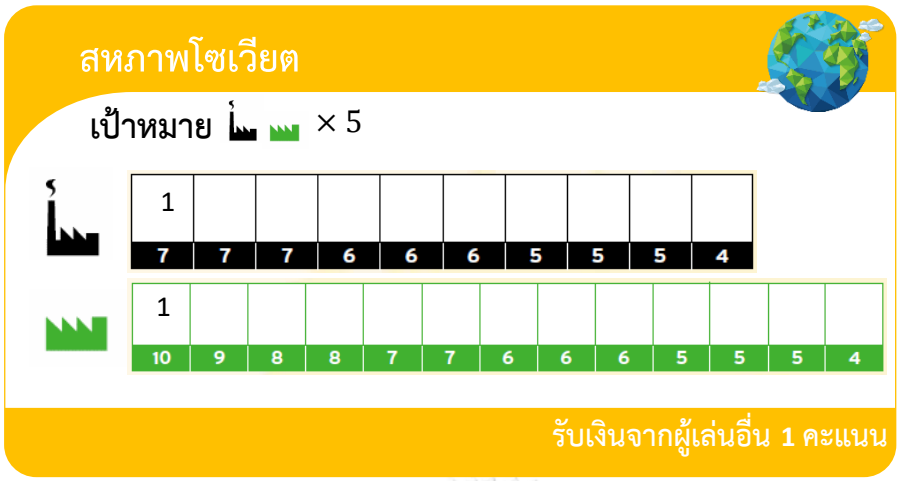
กลุ่มประเทศในทวีปอเมริกา

เป้าหมาย × 12

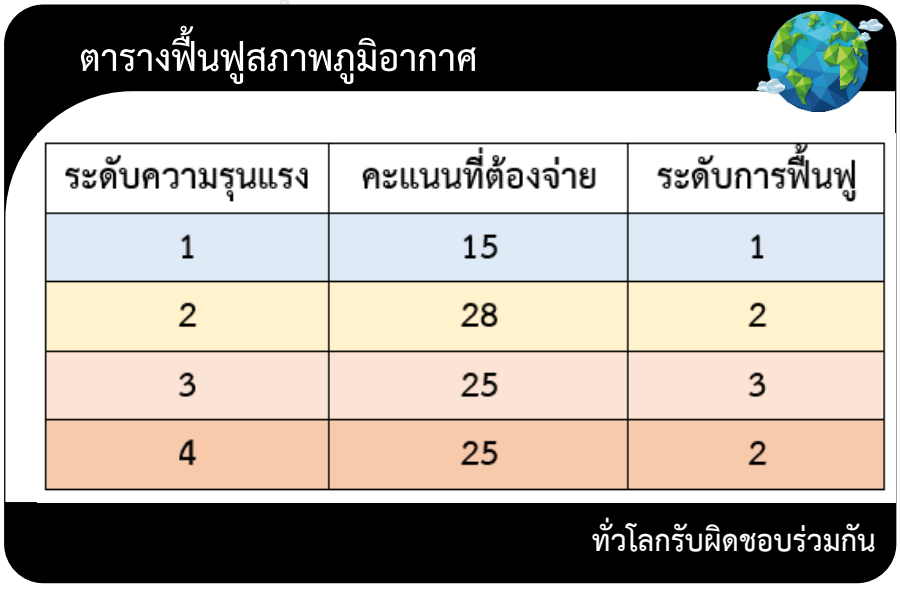
5											
7	7	7	6	6	6	6	5	5	5	5	4

1															
10	9	8	8	7	7	7	6	6	6	6	5	5	5	5	4

รับเงินจากผู้เล่นอื่น **0** คะแนน



ตารางเครื่องวัดคาร์บอน



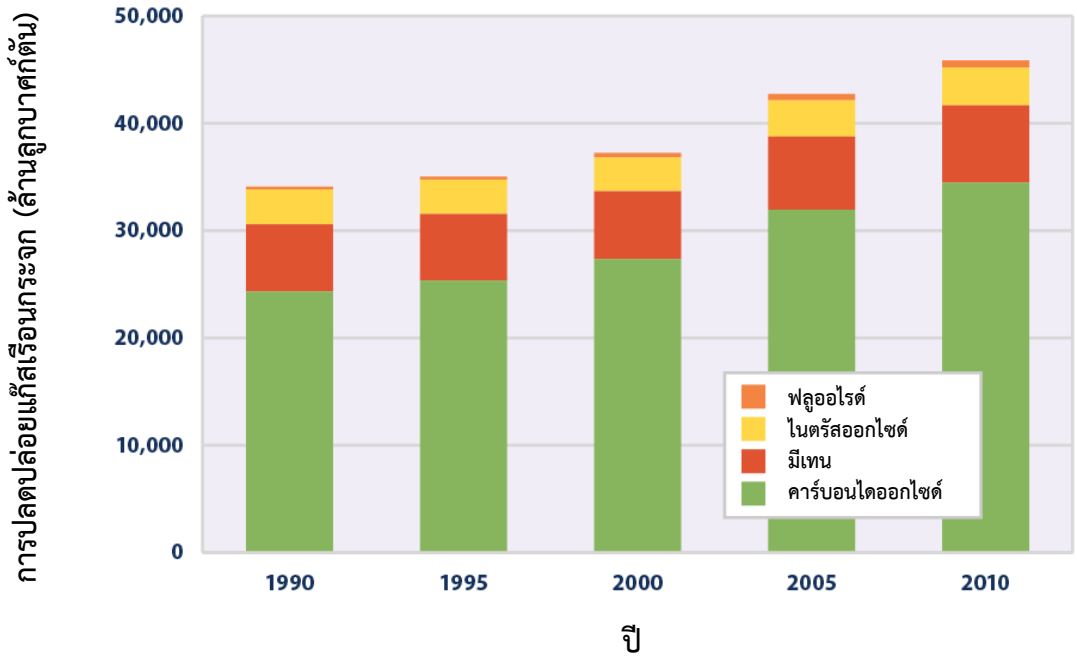
ตารางฟื้นฟูสภาพภูมิอากาศ

ระดับความรุนแรง	คะแนนที่ต้องจ่าย	ระดับการฟื้นฟู
1	15	1
2	28	2
3	25	3
4	25	2

ทั่วโลกรับผิดชอบร่วมกัน

เอกสารแก๊สเรือนกระจก

การปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์ทั่วโลกเพิ่มขึ้นร้อยละ 35 จากปี ค.ศ.1990 – 2010 ดังภาพที่ **1** โดยการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่คิดเป็นปริมาณ 3 ใน 4 ของการปล่อยแก๊สเรือนกระจกนั้นเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 42 อันเป็นผลมาจากการผลิตไฟฟ้า การคมนาคม รวมถึงการผลิตและใช้พลังงานในรูปแบบอื่น



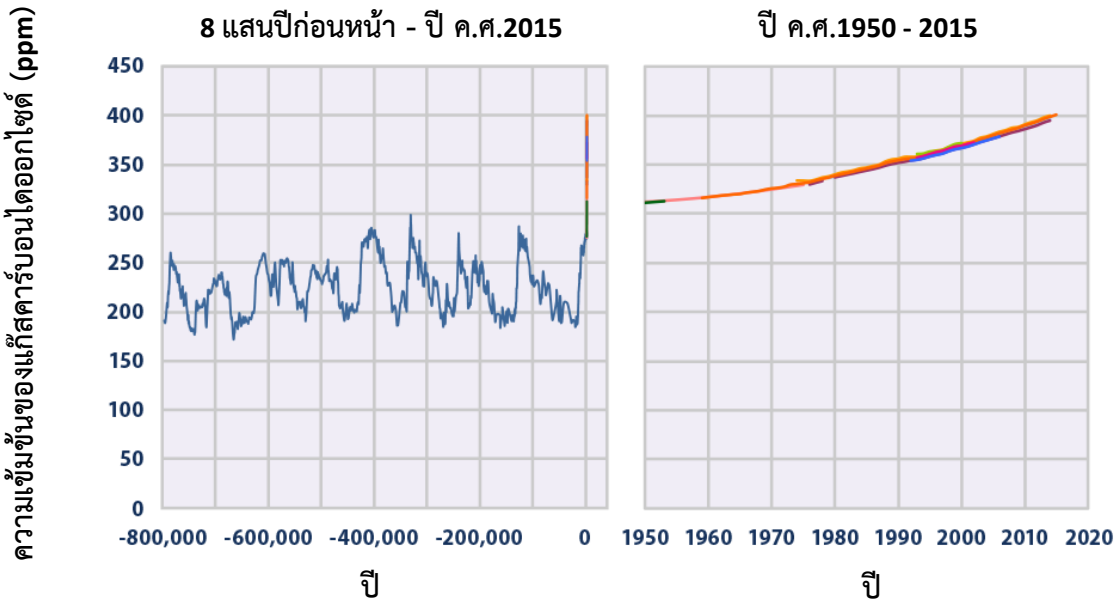
ภาพที่ 1 แสดงการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สมีเทน แก๊สไนตรัสออกไซด์ และแก๊สฟลูออไรด์หลายชนิดจากทั่วโลกตั้งแต่ปี ค.ศ.1990 – 2010

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แก๊สเรือนกระจกสำคัญ 3 ชนิดที่มนุษย์มีส่วนเกี่ยวข้องได้แก่ 1) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide: CO_2) 2) แก๊สมีเทน (Methane: CH_4) และ 3) แก๊สไนตรัสออกไซด์ (Nitrous oxide: N_2O)

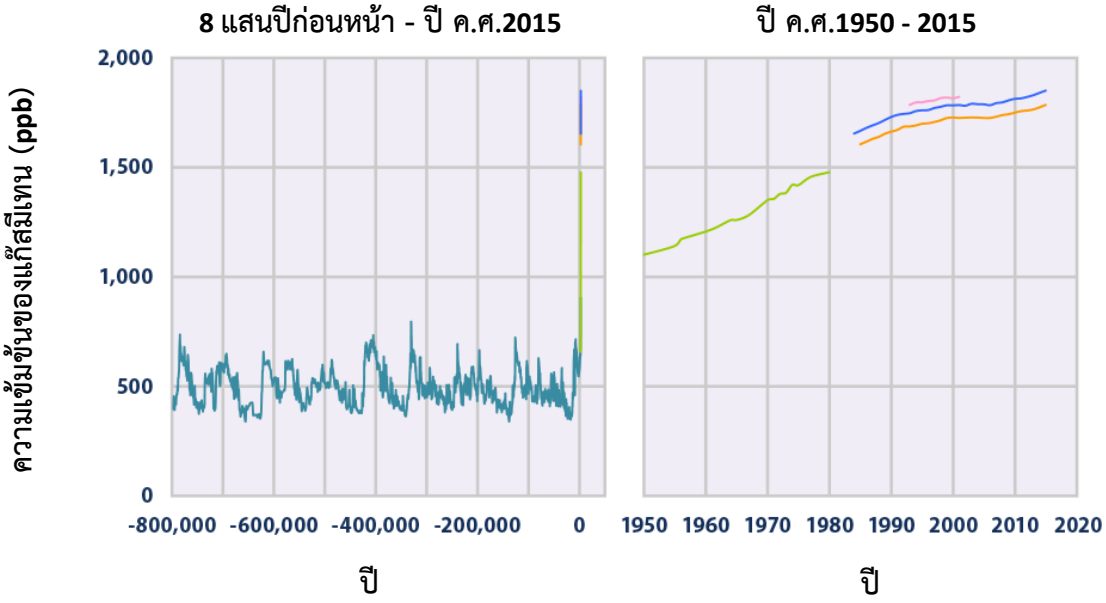
ความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สเรือนกระจกอื่น ๆ เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนตั้งแต่ช่วงต้นยุคอุตสาหกรรม การเพิ่มขึ้นของแก๊สเรือนกระจกนี้เป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งจากการศึกษาหลักฐานในอดีตแสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ทั่วโลกแตกต่างจาก 8 แสนปีที่ผ่านมาอย่างไม่เคยเป็นมาก่อน ดังภาพที่ 2 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนใหญ่ถูกปลดปล่อยจากกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล (น้ำมัน แก๊สธรรมชาติ และถ่านหิน) ขยะมูลฝอย ต้นไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้ นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินยังคงมีบทบาทในการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เช่นกันจากการตัดไม้ทำลายป่าและความเสื่อมโทรมของที่ดินที่ถูกใช้งานสามารถปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ ในขณะที่กระบวนหลักที่ดูดกลับ

หรือกักเก็บแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากชั้นบรรยากาศนั้นมีเพียงแค่การเติบโตของต้นไม้ เมื่อแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นในบรรยากาศแล้วจะถูกดึงเข้าสู่กระบวนการแล้วหมุนเวียนอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของสภาพภูมิอากาศได้แก่มหาสมุทร บรรยากาศ และพื้นดิน ในขณะที่แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์บางส่วนถูกต้นไม่ดูดกลับไปกักเก็บในเนื้อไม้ แต่ก็ยังมีอีกจำนวนมากที่หลงเหลือในบรรยากาศเป็นพันปีเนื่องจากกระบวนการดูดกลับสู่ใต้ท้องทะเลใช้ระยะเวลานาน



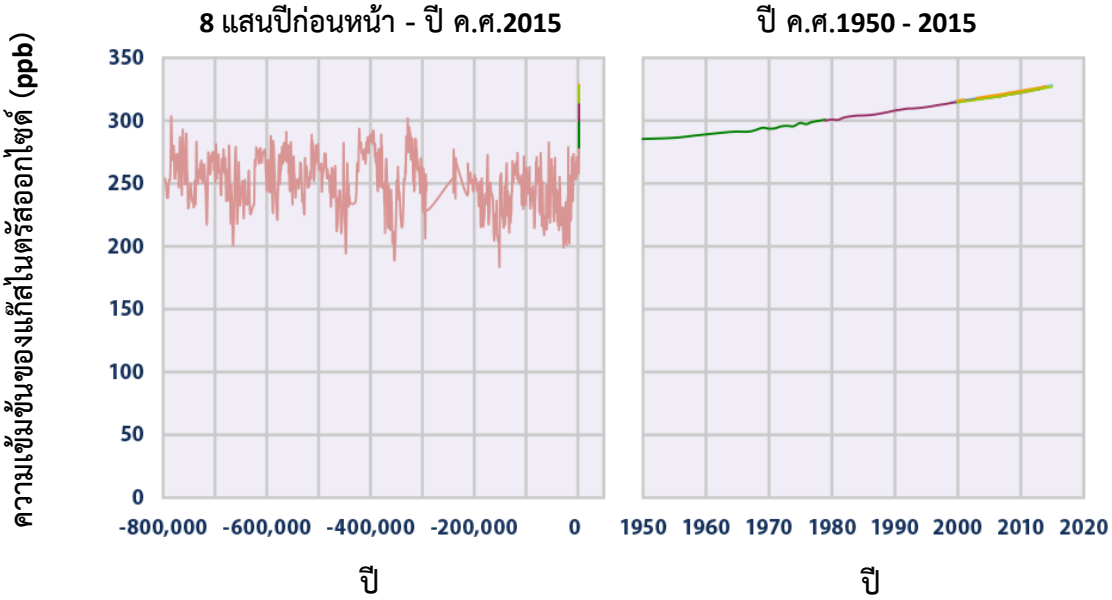
ภาพที่ 2 แสดงความเข้มข้นของปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศจาก 8 แสนปีที่ผ่านมาจนถึงปี ค.ศ.2015 ที่ได้จากการศึกษาแกนน้ำแข็งในอดีตทั่วโลก

เช่นเดียวกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนตั้งแต่ช่วงต้นยุคอุตสาหกรรม ดังภาพที่ 3 แก๊สมีเทนถูกปลดปล่อยออกมาในระหว่างกระบวนการผลิต รวมทั้งการขนส่งน้ำมันและแก๊สธรรมชาติเช่นเดียวกับถ่านหิน การทำปศุสัตว์โดยเฉพาะฟาร์มโคและเกษตรกรรมมีส่วนเป็นอย่างมากในการปล่อยแก๊สมีเทนสู่ชั้นบรรยากาศจากกระบวนการสลายตัวของซากอินทรีย์และขยะมูลฝอยโดยการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน หลังจากแก๊สมีเทนหนึ่งโมเลกุลถูกปลดปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศแล้วจะส่งผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนและมีแนวโน้มที่แก๊สชนิดนี้จะยังคงอยู่ในชั้นบรรยากาศไปอีกอย่างน้อย 12.4 ปี



ภาพที่ 3 แสดงความเข้มข้นของแก๊สมีเทนในชั้นบรรยากาศจาก 8 แสนปีผ่านมาถึงปี ค.ศ.2015 ที่ได้จากการศึกษาแกนน้ำแข็งในอดีต

ความเข้มข้นของแก๊สไนตรัสออกไซด์ที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นชัดเจนตั้งแต่ปี ค.ศ. 1950 ดังภาพที่ 4 แก๊สไนตรัสออกไซด์จะถูกปล่อยออกมาในระหว่างกิจกรรมการเกษตรและอุตสาหกรรม เช่นการผลิตและใช้ปุ๋ยเคมี รวมทั้งการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลและขยะมูลฝอย ซึ่งแก๊สไนตรัสออกไซด์หนึ่งโมเลกุลที่ถูกปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศจะเข้าสู่กระบวนการของปรากฏการณ์เรือนกระจกที่จะส่งผลต่อการเพิ่มอุณหภูมิของโลกต่อไปเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 121 ปี



ภาพที่ 4 แสดงความเข้มข้นของแก๊สไนตรัสออกไซด์ในชั้นบรรยากาศจาก 8 แสนปีผ่านมาถึงปี ค.ศ. 2015 ที่ได้จากการศึกษาแกนน้ำแข็งในอดีต

ไอน้ำเป็นแก๊สเรือนกระจกที่มีมากที่สุดในชั้นบรรยากาศ กิจกรรมของมนุษย์มีอิทธิพลโดยตรงเพียงเล็กน้อยต่อความเข้มข้นของไอน้ำในชั้นบรรยากาศ โดยส่วนใหญ่แล้วกิจกรรมของมนุษย์มีอิทธิพลต่อไอน้ำในชั้นบรรยากาศผ่านการชลประทานและการตัดไม้ทำลายป่า ดังนั้น แม้ว่าไอน้ำจะเป็นแก๊สเรือนกระจกที่มีปริมาณมากที่สุดในชั้นบรรยากาศ แต่ก็ไม่ถูกรวมไว้เป็นตัวบ่งชี้ที่ทำให้อุณหภูมิโลกเพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม ความร้อนที่พื้นผิวโลกเกิดจากการผลิตแก๊สเรือนกระจกของมนุษย์ที่ไปเพิ่มความเข้มข้นของไอน้ำในชั้นบรรยากาศเนื่องจากอุณหภูมิที่อุ่นทำให้น้ำระเหยได้ง่ายขึ้น และอุณหภูมิที่อุ่นนี้เองที่นำไปสู่ภาวะโลกร้อนที่สูงมากขึ้น

นอกจากนี้ยังมีกลุ่มของแก๊สประเภทฟลูออไรด์ต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากกระบวนการอุตสาหกรรม การใช้งานเชิงพาณิชย์ การใช้งานภายในครัวเรือน หรือการใช้ในรูปแบบของสารทดแทน เช่น แก๊สคลอโร-ฟลูออโรคาร์บอน (Chlorofluorocarbons: CFCs) ที่ทำลายชั้นโอโซนของโลกทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นได้เช่นกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชื่อ - นามสกุล _____ ชั้น ม.1/5 เลขที่ ____

ใบกิจกรรมมนุษย์ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

คำชี้แจง: ใบกิจกรรมประกอบด้วย 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 สุนทรพจน์ของเด็กหญิงเกรตา

ตอนที่ 2 สภาพภูมิอากาศของโลกในแต่ละช่วงเวลา

ตอนที่ 3 แก๊สเรือนกระจก

ตอนที่ 1 สุนทรพจน์ของเด็กหญิงเกรตา

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้หลังชมวีดิทัศน์เรื่อง “Greta Thunberg speech at UN Climate Change COP 24 Conference”

1. จุดมุ่งหมายในการกล่าวสุนทรพจน์ของเด็กหญิงเกรตาคืออะไร

   _____

   _____

2. บทบาทของผู้นำโลกต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เด็กหญิงเกรตากล่าวถึงเป็นอย่างไร

   _____

   _____

3. ใครควรเป็นผู้รับผิดชอบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในมุมมองของเด็กหญิงเกรตา เพราะเหตุใด

   _____

4. กิจกรรมของมนุษย์ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกจริงหรือไม่ อย่างไร

   _____

   _____

   _____

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 2 สภาพภูมิอากาศของโลกในแต่ละช่วงเวลา

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้โดยใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์แสดงบรรยากาศของโลกใน 3 ช่วงเวลา

ช่วงเวลา	**ปริมาณแก๊สเรือนกระจก**				**ปริมาณรังสีอินฟราเรด (สีแดง)**	**อุณหภูมิ (°C)**
	H_2O (%)	CO_2 (ppm)	CH_4 (ppm)	N_2O (ppm)		
ยุคน้ำแข็ง						
ปี ค.ศ. 1750						
ปัจจุบัน						

1. ปริมาณแก๊สเรือนกระจกจะ (ลดลง/เพิ่มขึ้น) เมื่อภูมิประเทศมีสิ่งก่อสร้าง (ลดลง/เพิ่มขึ้น)
2. ปริมาณรังสีอินฟราเรดจะ (ลดลง/เพิ่มขึ้น) เมื่อปริมาณแก๊สเรือนกระจก (ลดลง/เพิ่มขึ้น)
3. อุณหภูมิจะ (ลดลง/เพิ่มขึ้น) เมื่อปริมาณรังสีอินฟราเรด (ลดลง/เพิ่มขึ้น)
4. จึงสรุปได้ว่า_____

   _____

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 3 แก๊สเรือนกระจก

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาเอกสารแก๊สเรือนกระจกร่วมกับเพื่อนในกลุ่มแล้วตอบคำถามต่อไปนี้

แก๊สเรือนกระจก	การกำเนิด	อายุเฉลี่ย (ปี)
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)		
มีเทน (CH_4)		
ไนตรัสออกไซด์ (N_2O)		

1. แก๊สเรือนกระจกแต่ละชนิดส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างไร

   _____

   _____

2. แก๊สเรือนกระจกแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์กับมนุษย์อย่างไร

   _____

   _____

   _____

3. ระยะเวลาในการปล่อยแก๊สเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศและการดูดกลับแก๊สเรือนกระจกจากบรรยากาศเป็นอย่างไร

   _____

   _____

   _____

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สรุปความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของมนุษย์ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

_____

_____

_____

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ ฉบับก่อนเรียน พร้อมเฉลยคำตอบ
2. แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ ฉบับหลังเรียน พร้อมเฉลยคำตอบ
3. เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ
4. แบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ ฉบับก่อนเรียน
5. แบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ ฉบับหลังเรียน
6. เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(ตัวอย่าง) **ฉบับก่อนเรียน**

แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 24 ข้อ
2. เวลาที่ใช้ในการทำแบบวัด 30 นาที
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

---

1. ข้อใดกล่าว<u>ผิด</u>เกี่ยวกับลักษณะของสภาพภูมิอากาศ

1) ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานหลักของระบบภูมิอากาศ

2) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเกิดขึ้นอยู่แล้วตามธรรมชาติ

3) สภาพภูมิอากาศคือการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิช่วงเวลาหนึ่งในพื้นที่หนึ่ง ๆ

4) รูปแบบของสภาพอากาศในช่วง 30 ปีขึ้นไปสามารถอธิบายสภาพภูมิอากาศได้

2. ข้อใดกล่าว<u>ผิด</u>เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสภาพภูมิอากาศกับสิ่งมีชีวิต

1) ลักษณะอาหารของแต่ละพื้นที่ไม่ได้ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ

2) สิ่งมีชีวิตในแต่ละพื้นที่มีความคุ้นเคยกับสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน

3) สภาพภูมิอากาศมีอิทธิพลต่อความเจริญของสิ่งมีชีวิตในแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน

4) ซากฟอสซิลของสิ่งมีชีวิตที่กระจายแต่ละพื้นที่สามารถบ่งบอกสภาพภูมิอากาศในอดีตได้

3. การหมุนเวียนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์คืออะไร

1) การผลิตแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์โดยรถยนต์

2) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาต้นไม้

3) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในชั้นบรรยากาศของโลก

4) การกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากชั้นบรรยากาศโลก

4. ข้อใดกล่าว<u>ผิด</u>เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

1) โลกจะสลับช่วงอบอุ่นและเย็นเป็นวัฏจักร

2) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลต่ออารยธรรมของมนุษย์

3) สภาพภูมิอากาศโลกมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ยุคปฏิวัติอุตสาหกรรม

4) ในอนาคตสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยอาจไม่ได้อยู่ในเขตร้อนชื้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. สถานการณ์ในข้อใดบ่งชี้ว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้เกิดขึ้นจริง

1) ทุ่งหญ้าสะวันนามีหิมะตก

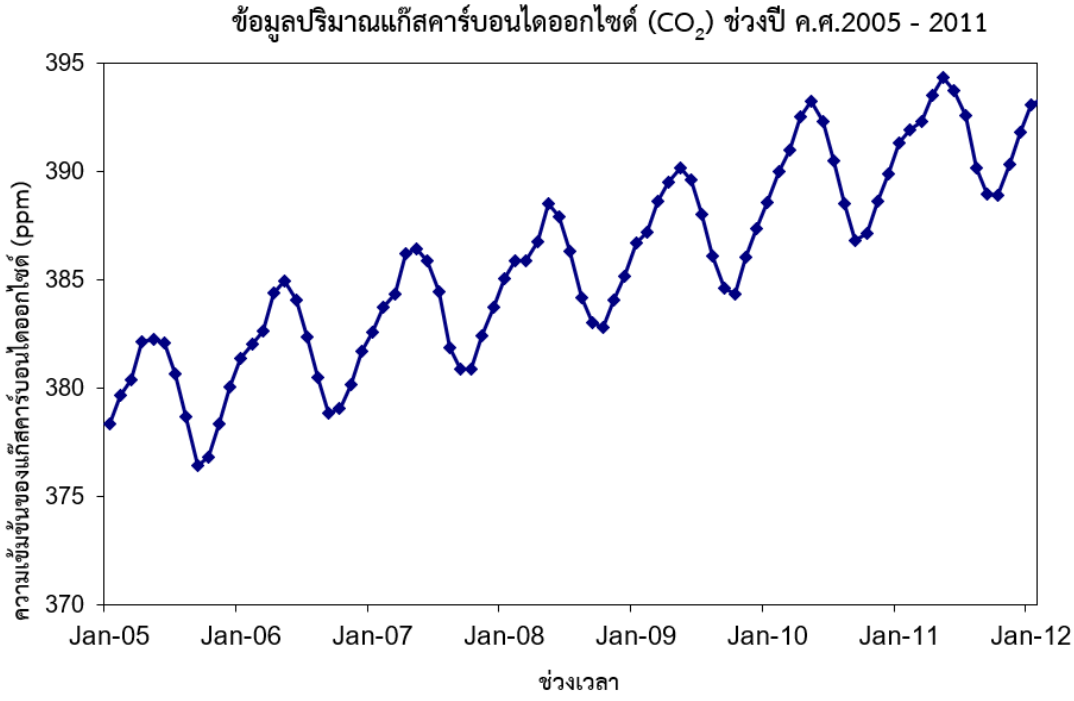
2) สถานการณ์ไฟป่าเกิดขึ้นในฤดูหนาวในประเทศไทย

3) มะม่วงจำนวนมากในประเทศไทยสุกก่อนฤดูเก็บเกี่ยวติดต่อกัน 10 ปี

4) กลางเดือนเมษายนในกรุงเทพมหานครมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 6 – 8

กราฟแสดงผลสำรวจการเปลี่ยนแปลงระดับปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในฮาวายช่วงปี ค.ศ.2005 – 2011



6. กระบวนการทางธรรมชาติใดที่ทำให้ระดับคาร์บอนไดออกไซด์เปลี่ยนแปลง

1) การเกิดไฟไหม้ป่า

2) การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

3) การใช้เครื่องบินโดยสารเดินทางเข้าสู่ฮาวาย

4) การละลายของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในมหาสมุทร

7. กิจกรรมใดของมนุษย์ที่อาจส่งผลให้ระดับคาร์บอนไดออกไซด์ในกราฟเปลี่ยนแปลง

1) การทำฟาร์มโคนม

2) การทิ้งขยะเศษอาหาร

3) การใช้ปุ๋ยเคมีทางการเกษตร

4) การเผาที่ดินเตรียมการเพาะปลูก

8. เกษตรกรจะเปลี่ยนแปลงแนวโน้มแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในกราฟได้อย่างไร

1) รับประทานอาหารให้หมดจาน

2) เลือกทำฟาร์มโคเนื้อแทนฟาร์มโคนม

3) เลือกใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพแทนปุ๋ยเคมี

4) เปลี่ยนพื้นที่เพาะปลูกเพาะปลูกแทนการเผาที่ดิน

9. อะไรเป็นสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลก

1) การใช้สารเคมีที่เป็นพิษ เช่น ยาฆ่าแมลง เพิ่มขึ้น

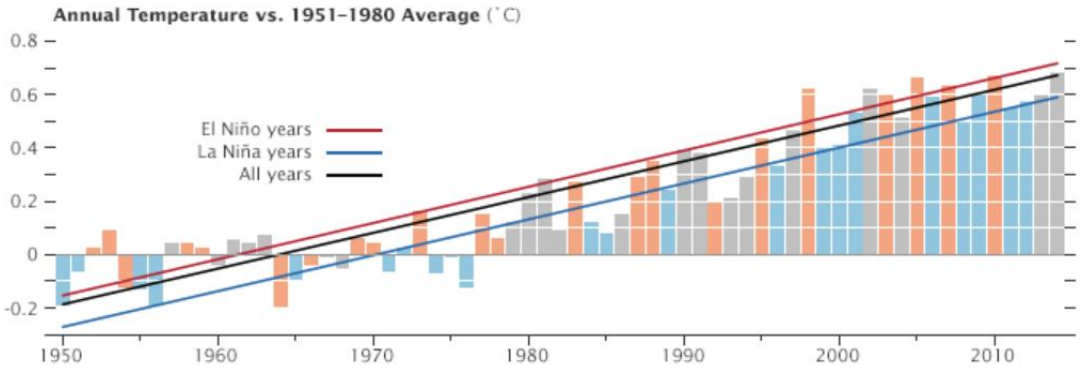
2) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลเพิ่มขึ้น

3) รูโหว่โอโซนยอมปล่อยให้ความร้อนจากดวงอาทิตย์เข้ามายังโลกได้มากขึ้น

4) การผลิตพลังงานจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ปลดปล่อยความร้อนส่วนเกินออกมา

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 10 – 11

กราฟแสดงบันทึกอุณหภูมิโลกเฉลี่ย (สีเทา) จำนวนครั้งการเกิดเอลนีโญ (สีส้ม) และลานีญา (สีฟ้า) ในช่วงปี ค.ศ.1951 – 2010



(ที่มา: https://earthobservatory.nasa.gov/world-of-change/DecadalTemp)

10. ข้อใดสรุปการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากกราฟไม่ถูกต้อง

1) เอลนีโญและลานีญามีแนวโน้มการเกิดบ่อยขึ้น

2) อุณหภูมิโลกเฉลี่ยต่ำลงแม้ว่าจะมีการเกิดลานีญา

3) อุณหภูมิโลกเฉลี่ยสูงขึ้นแม้ว่าจะมีการเกิดเอลนีโญ

4) โลกมีการเกิดเอลนีโญและลานีญาสลับกันตั้งแต่อดีต

11. เหตุการณ์ในข้อใดจะไม่เกิดขึ้นถ้าหากแนวโน้มสภาพภูมิอากาศของโลกยังคงเป็นดังกราฟ

1) การเกิดน้ำท่วมเนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้น

2) การแพร่กระจายของโรคจากแมลงเพิ่มขึ้น

3) เมฆมีจำนวนลดลงเนื่องจากวัฏจักรน้ำช้าลง

4) การขาดแคลนอาหารเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล

12. นักวิทยาศาสตร์คาดการณ์ว่า “การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลก 2 – 3 องศาเซลเซียส จะส่งผลกระทบทางด้านลบมากกว่าด้านบวก” ถ้าความคิดของนักวิทยาศาสตร์เป็นจริง ผลที่เกิดขึ้นตามมาจะเป็นอย่างไร

1) การกระจายของสิ่งมีชีวิตเพิ่มขึ้น

2) อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกคงที่อย่างต่อเนื่อง

3) สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะปรับตัวต่อภาวะโลกร้อน

4) ความสามารถของระบบนิเวศในการรองรับสิ่งมีชีวิตลดลง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

13. แก๊สเรือนกระจกชนิดใดเป็นไม่ใช่ปัจจัยที่ทำให้มนุษย์มีอิทธิพลต่อสภาพภูมิอากาศ

1) ไอน้ำ

2) มีเทน

3) ไนตรัสออกไซด์

4) คาร์บอนไดออกไซด์

14. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับแก๊สเรือนกระจกและภาวะโลกร้อน

1) การเพิ่มขึ้นของโอโซนในชั้นโทรโพสเฟียร์ส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน

2) แก๊สเรือนกระจกตามธรรมชาติมีน้อยกว่าที่มนุษย์สร้างขึ้นหลายชนิด

3) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำเป็นแก๊สเรือนกระจกที่มนุษย์สร้างขึ้น

4) การเพิ่มขึ้นของแก๊สเรือนกระจกทำให้เกิดการกักเก็บความร้อนในชั้นบรรยากาศมากขึ้น

15. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อนได้อย่างไร

1) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จำกัดการปลดปล่อยรังสีอินฟราเรดจากโลก

2) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้ความเข้มของรังสีจากดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้น

3) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มปริมาณการรับรังสีอินฟราเรดจากดวงอาทิตย์

4) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ทำลายชั้นโอโซนแล้วส่งผลให้รังสีจากดวงอาทิตย์เข้ามายังโลกมากขึ้น

16. ปรากฏการณ์เรือนกระจกทำให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้นได้อย่างไร

1) แก๊สเรือนกระจกดักจับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์

2) ชั้นโอโซนดูดซับพลังงานที่มาจากดวงอาทิตย์

3) พลังงานความร้อนจากภายในโลกไม่สามารถออกไปสู่อวกาศได้

4) แก๊สเรือนกระจกเพิ่มขึ้นทำให้พลังงานที่มาจากดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้น

17. สถานการณ์ใดไม่เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

1) การเกิดคลื่นความร้อน

2) การเกิดคลื่นแผ่นดินไหว

3) การขยายตัวของน้ำทะเล

4) การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล

18. อุณหภูมิโลกที่สูงขึ้นจากแก๊สเรือนกระจกทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นอย่างไร

1) น้ำแข็งบนบกหลอมเหลวแล้วไหลลงสู่มหาสมุทร

2) ขนาดโมเลกุลของน้ำขยายตัวทำให้มีปริมาณมากขึ้น

3) มีตัวถูกละลายในทะเลเพิ่มขึ้นทำให้เพิ่มพื้นที่ของน้ำทะเล

4) การระเหยของน้ำเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณหยาดน้ำฟ้าเพิ่มขึ้น

19. ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้นเพราะเหตุใด

1) น้ำแข็งใต้ดินของประเทศกรีนแลนด์เกิดการหลอมเหลว

2) ธารน้ำแข็งในทะเลหลอมเหลวแล้วเพิ่มปริมาณน้ำในทะเล

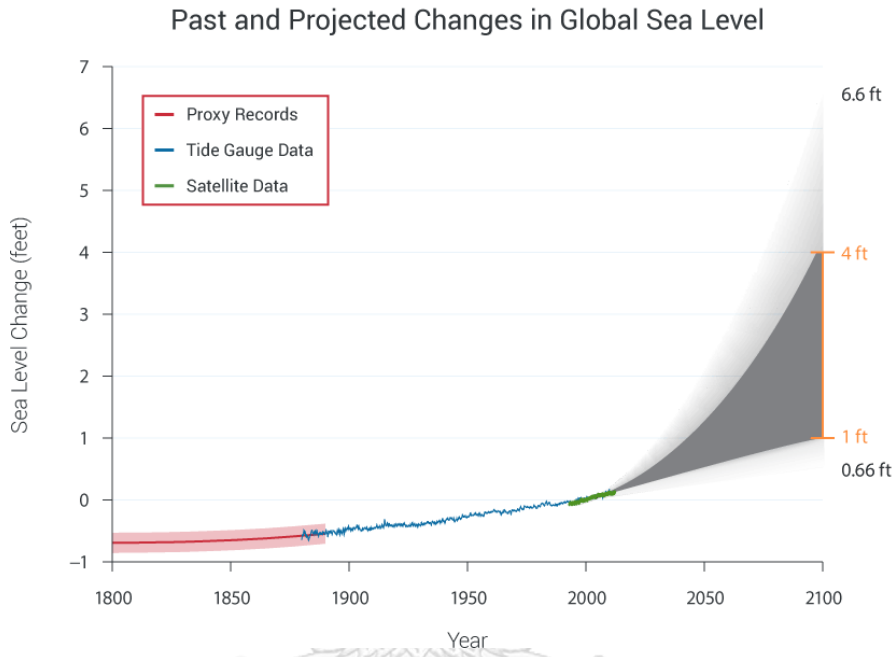
3) พื้นดินบริเวณริมทะเลจะไม่สูงเนื่องจากน้ำแข็งหลอมเหลว

4) น้ำจืดที่ไหลลงสู่ทะเลเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของน้ำทะเล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 20 – 21

กราฟแสดงระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น โดยการคาดการณ์ของนักวิทยาศาสตร์แตกต่างกันออกไปตามแบบจำลองสภาพภูมิอากาศที่ใช้ โดยกราฟแสดงบันทึกหลักฐานในอดีต (สีแดง) ข้อมูลทางสถิติ (สีน้ำเงิน) และข้อมูลดาวเทียม (สีเขียว)



(ที่มา: https://nca2014.globalchange.gov/report/our-changing-climate/sea-level-rise)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

20. นักวิทยาศาสตร์สามารถคาดการณ์ระดับน้ำทะเลได้จากสิ่งใด

1) เป็นไปไม่ได้ เพราะไม่สามารถทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

2) ค่อนข้างไม่แน่นอน เพราะขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์

3) การใช้ข้อมูลและบันทึกที่มีอยู่ร่วมกับการประมาณการณ์ความผิดพลาด

4) การใช้ข้อมูลและบันทึกที่มีอยู่ร่วมกับการพยากรณ์ระดับน้ำทะเลในอนาคต

21. จากกราฟ ในปี ค.ศ.2100 ระดับน้ำทะเลมีแนวโน้มจะเป็นอย่างไร

1) ลดลงจากปัจจุบันสูงกว่า 1 ฟุต

2) ลดลงจากปัจจุบันสูงกว่า 4 ฟุต

3) เพิ่มขึ้นจากปัจจุบันสูงกว่า 1 ฟุต

4) เพิ่มขึ้นจากปัจจุบันสูงกว่า 4 ฟุต

22. ข้อใดจับคู่กิจกรรมของมนุษย์กับแก๊สที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผิด

1) การเลี้ยงวัว – แก๊สมีเทน

2) การปลูกข้าว – แก๊สไนตรัสออกไซด์

3) การทำไร่เลื่อนลอย – แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

4) การใช้สเปรย์กระป๋อง – แก๊สคลอโรฟลูออโรคาร์บอน

23. แหล่งกำเนิดพลังงานใดที่ปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศสูงที่สุด

1) กังหันลม

2) น้ำมันและถ่านหิน

3) โรงงานไฟฟ้านิวเคลียร์

4) แผ่นพลังงานแสงอาทิตย์

24. คุณป้าข้างบ้านกล่าวว่า “ปริมาณของแก๊สเรือนกระจกในบรรยากาศจะยังคงอยู่ในบรรยากาศเป็นเวลาอีกหลายร้อยปีก่อนที่จะถูกกำจัดออกโดยกระบวนการทางธรรมชาติ” เหตุผลใดที่ไม่สามารถสนับสนุนความคิดของคุณป้า

1) ข่าวในโทรทัศน์รายงานว่าปัจจุบันเกิดภาวะโลกร้อน

2) โรงงานอุตสาหกรรมเป็นแหล่งผลิตแก๊สเรือนกระจกปริมาณมากสู่บรรยากาศ

3) แก๊สเรือนกระจกในบรรยากาศเพิ่มขึ้นจากกิจกรรมในชีวิตประจำวันของมนุษย์

4) กระบวนการดึงคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากบรรยากาศตามธรรมชาติค่อนข้างช้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(ตัวอย่าง) **ฉบับหลังเรียน**

แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 24 ข้อ
2. เวลาที่ใช้ในการทำแบบวัด 30 นาที
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

---

1. ข้อใดต่อไปนี้แสดงความสามารถในการรักษาสมดุลของระบบสภาพอากาศ

1) สภาพภูมิอากาศโลกมีความคงที่สูง และภาวะโลกร้อนส่งผลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

2) สภาพภูมิอากาศโลกมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาโดยภาวะโลกร้อนจะนำไปสู่ปรากฏการณ์ที่รุนแรงขึ้น

3) สภาพภูมิอากาศโลกคงที่ และการเปลี่ยนแปลงภาวะโลกร้อนเล็กน้อยจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน

4) สภาพภูมิอากาศโลกมีความคงที่โดยมีขีดจำกัด ถ้าหากภาวะโลกร้อนมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยระบบสภาพอากาศโลกจะยังรักษาสมดุลไว้ได้

2. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับระบบสภาพอากาศ

1) สภาพภูมิอากาศในทุกพื้นที่มีการเปลี่ยนแปลงไปพร้อม ๆ กัน

2) บรรยากาศกักเก็บความร้อนจากขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ไปยังเส้นศูนย์สูตร

3) กระแสน้ำมหาสมุทรนำความร้อนจากเส้นศูนย์สูตรไปยังขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้

4) ในอดีต การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกเป็นผลมาจากปริมาณไอน้ำในบรรยากาศที่เพิ่มขึ้น

3. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ถูกกำจัดออกจากบรรยากาศได้อย่างไร

1) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ลอยตัวออกสู่อวกาศ

2) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สลายตัวตามธรรมชาติ

3) พืชดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อการเจริญเติบโต

4) โรงงานอุตสาหกรรมต้องการแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการดำเนินการ

4. ข้อใดกล่าว<u>ผิด</u>เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

1) ข้อมูลอุณหภูมิอากาศในช่วงสั้น ๆ สามารถใช้วิเคราะห์สภาพภูมิอากาศในขณะนั้นได้

2) การสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในอดีตสามารถบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอดีตได้

3) นักวิทยาศาสตร์ใช้ข้อมูลทางสถิติประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต

4) ความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สามารถช่วยประเมินการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้

5. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

1) ส่งผลให้เกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ

2) เป็นสาเหตุของการเกิดคลื่นความร้อน

3) เป็นผลมาจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลของมนุษย์

4) เป็นการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบสภาพอากาศในช่วงเวลานาน

6. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับลักษณะของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

1) สภาพภูมิอากาศมักเปลี่ยนแปลงแบบปีต่อปี

2) สภาพภูมิอากาศโลกในปัจจุบันอุ่นขึ้นกว่า 100 ปีที่ผ่านมา

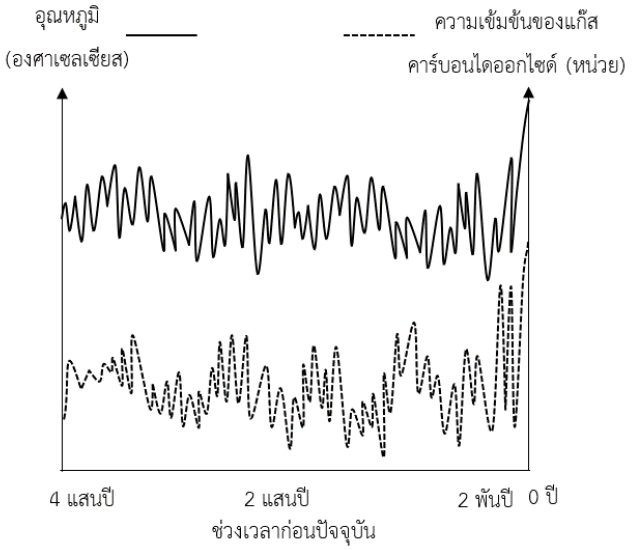
3) สภาพภูมิอากาศโลกในปัจจุบันคล้ายคลึงกับหนึ่งล้านปีก่อน

4) สภาพภูมิอากาศปัจจุบันมีลักษณะอบอุ่นและคงที่มากกว่าประมาณหนึ่งล้านปีก่อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 7 – 10

กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในบรรยากาศในช่วงศตวรรษที่ผ่านมา แกนด้านซ้ายแสดงอุณหภูมิและแกนด้านขวาแสดงความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แกนด้านล่างแสดงช่วงเวลาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์มักใช้ข้อมูลนี้ในการพูดถึงภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ



7. จากกราฟ ข้อใด<u>ไม่</u>สามารถอธิบายแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกได้

1) อุณหภูมิมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ

2) อุณหภูมิจะสูงขึ้นและต่ำลงเป็นช่วง ๆ

3) อุณหภูมิจะสูงขึ้นตามปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

4) อุณหภูมิจะสูงสลับสูงต่ำเป็นช่วง ๆ และมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ

8. นักวิทยาศาสตร์สามารถใช้ประโยชน์จากกราฟนี้ได้หลายประการ<u>ยกเว้น</u>ข้อใด

1) เพื่อยืนยันว่ามนุษย์ทำให้อุณหภูมิโลกเพิ่มสูงขึ้น

2) เพื่อพยากรณ์แนวโน้มของสภาพภูมิอากาศโลกในอนาคต

3) เพื่อระบุว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สัมพันธ์กับอุณหภูมิของโลก

4) เพื่อบันทึกการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในอดีตและปัจจุบัน

9. จากแนวโน้มของกราฟในช่วง 2 พัน – 0 ปี นักเรียนจะสามารถวางแผนพฤติกรรมของตนเองต่อสภาพภูมิอากาศอย่างไร

1) ปิดโทรทัศน์โดยใช้รีโมท

2) บริโภคเนื้อวัวแทนเนื้อหมู

3) รับประทานอาหารให้หมดจาน

4) ใช้รถส่วนตัวมากกว่ารถโดยสาร

10. จากแนวโน้มของกราฟในช่วง 2 พัน – 0 ปี ถ้าหากนักเรียนเป็นผู้นำของประเทศด้อยพัฒนา ข้อใดเป็นสิ่งแรกที่นักเรียนควรให้ความสำคัญ

1) ความมั่นคงทางทหาร

2) ความมั่นคงทางอาหาร

3) คาวมมั่นคงทางพลังงาน

4) ความมั่นคงทางเศรษฐกิจ

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 11 – 12

การรายงานข่าวสิ่งแวดล้อมของสำนักข่าวหนึ่งระบุว่า “ธุรกิจการท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่ได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติกำลังประสบปัญหาอย่างหนัก เนื่องจากสวนผลไม้ที่เป็นจุดขายของทัวร์เกิดปัญหาการออกผลผลิตทางการเกษตรไม่ตรงตามฤดูกาลอันเป็นผลกระทบมาจากอุณหภูมิที่สูงขึ้น ซึ่งทำให้ช่วงเวลาการจัดทัวร์ไม่ตรงกับเวลาช่วงวันหยุดยาวของนักท่องเที่ยว”

11. เนื้อหาข่าวช่วงใดที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

1) ธุรกิจท่องเที่ยวเชิงเกษตรกำลังได้รับปัญหา

2) ผลผลิตทางการเกษตรออกไม่ตรงตามฤดูกาล

3) อุณหภูมิสูงขึ้นในช่วงวันหยุดยาวของนักท่องเที่ยว

4) ช่วงเวลาการจัดทัวร์ไม่ตรงกับเวลาช่วงวันหยุดยาว

12. ข้อใด<u>ไม่ใช่</u>สาเหตุหลักของปัญหาของการจัดทัวร์ในขณะที่ผลไม้ไม่ออกผลผลิต

1) การจัดทัวร์ไม่ตรงกับฤดูกาล

2) การที่อุณหภูมิไม่ตรงตามฤดูกาล

3) การออกผลผลิตไม่ตรงตามฤดูกาล

4) การที่อุณหภูมิไม่เหมาะสมต่อการออกผลผลิต

13. แก๊สเรือนกระจกในบรรยากาศดักจับสิ่งใด

1) ความร้อน แสงที่ตามองเห็น และรังสีอัลตราไวโอเลต

2) ความร้อน แต่ไม่ดักจับแสงที่ตามองเห็นและรังสีอัลตราไวโอเลต

3) แสงที่ตามองเห็น แต่ไม่ดักจับความร้อนและรังสีอัลตราไวโอเลต

4) รังสีอัลตราไวโอเลต แต่ไม่ดักจับความร้อนและแสงที่ตามองเห็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

14. ถ้าหากโลกไม่มีปรากฏการณ์เรือนกระจก อุณหภูมิพื้นผิวโลกโดยเฉลี่ยจะเป็นอย่างไร

1) ต่ำกว่าปัจจุบัน

2) สูงกว่าปัจจุบัน

3) เทียบเท่ากับปัจจุบัน

4) ไม่สามารถคาดการณ์ได้

15. ข้อใดเป็นสาเหตุหลักที่ส่งผลกระทบต่อปรากฏการณ์เรือนกระจก

1) การมีไอน้ำในบรรยากาศ

2) การเพิ่มขึ้นของปริมาณรังสีจากดวงอาทิตย์

3) การลดลงของปริมาณโอโซนในชั้นบรรยากาศ

4) การเพิ่มขึ้นของปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ

16. นักวิทยาศาสตร์ใช้สิ่งใดต่อไปนี้ในการอธิบายภาวะเรือนกระจก

1) การเจริญเติบโตของพืชเนื่องจากการได้รับความร้อน

2) ความร้อนที่เดินทางมายังพื้นโลกแล้วส่งผลกระทบต่อมนุษย์

3) รูโหว่โอโซนของโลกทำให้แสงอาทิตย์ผ่านเข้ามายังโลกได้มากขึ้น

4) สมบัติในการดักจับความร้อนของแก๊สแต่ละชนิด เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

17. “ปรากฏการณ์เรือนกระจกไม่ใช่เป็นสาเหตุเดียวที่เพิ่มอุณหภูมิของโลก” ข้อใด<u>ไม่</u>สามารถใช้อธิบายข้อความดังกล่าวได้

1) บันทึกอุณหภูมิพบว่าตั้งแต่ปี ค.ศ.1750 เริ่มมีการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้น

2) บันทึกอุณหภูมิพบว่าอุณหภูมิโลกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ตั้งแต่มีการปฏิวัติอุตสาหกรรม

3) การตรวจสอบปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในแกนน้ำแข็งพบว่าปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอดีตเพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันอย่างคงที่

4) จากการเปรียบเทียบแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอดีตพบว่าปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในปัจจุบันสูงกว่าในอดีตอย่างไม่เคยเป็นมาก่อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

18. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

1) ฤดูกาลเปลี่ยนแปลงไป

2) พายุเพิ่มความรุนแรงขึ้น

3) ระดับน้ำในมหาสมุทรลดต่ำลง

4) เชื้อโรคในเขตร้อนแพร่กระจายไปยังแถบขั้วโลกเหนือ

19. ระดับน้ำทะเลจึงสูงขึ้นเพราะเหตุใด

1) น้ำฝนที่ตกเพิ่มขึ้นไหลลงสู่ทะเล

2) อุณหภูมิทั่วโลกเพิ่มขึ้นทำให้น้ำแข็งหลอมเหลว

3) แผ่นเปลือกโลกเคลื่อนตัวทำให้พื้นทะเลยกสูงขึ้น

4) รังสีอัลตราไวโอเลตเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีรูโหว่โอโซน

20. ข้อใดเป็นผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มนุษย์ไม่สามารถควบคุมได้

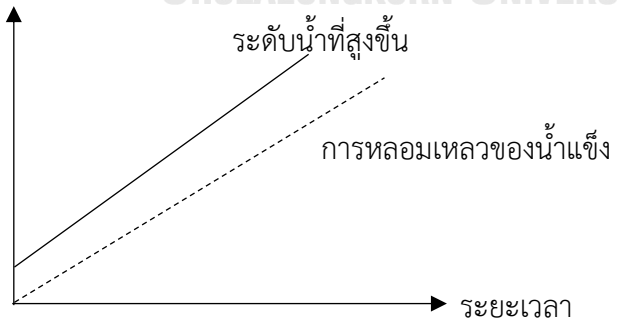
1) การแพร่กระจายของโรค

2) การลดความมั่นคงทางอาหาร

3) การเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ

4) การลดลงของเชื้อเพลิงฟอสซิล

21. นักวิทยาศาสตร์เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการหลอมเหลวของน้ำแข็งขั้วโลกและระดับน้ำที่สูงขึ้น ซึ่งสามารถนำเสนอได้ดังกราฟ นักวิทยาศาสตร์สามารถใช้ข้อมูลจากกราฟประเมินความเป็นอยู่ของมนุษย์ในอนาคตได้ยกเว้นข้อใด



1) แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยทั่วโลก

2) ความเสี่ยงในการเกิดคลื่นพายุบริเวณพื้นที่ชายฝั่ง

3) การเพิ่มขึ้นของความเป็นกรดของน้ำในมหาสมุทร

4) แนวโน้มการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกของมนุษย์

22. เหตุการณ์ใดที่สามารถเกิดขึ้นได้และจะส่งผลให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น

1) การหลอมเหลวของน้ำแข็งในมหาสมุทรอาร์กติก

2) การหลอมเหลวของธารน้ำแข็งในเทือกเขาหิมาลัย

3) การหลอมเหลวของธารน้ำแข็งในเทือกเขาอลาสกา

4) การหลอมเหลวของน้ำแข็งบนพื้นดินในประเทศกรีนแลนด์และแอนตาร์กติก

23. มีหลักฐานชัดเจนว่าปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศปัจจุบันสูงกว่าหลายร้อยปีที่ผ่านมา อะไรเป็นสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในปัจจุบัน

1) มนุษย์ใช้พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลเพิ่มขึ้น

2) ภูเขาไฟปลดปล่อยฝุ่นควันและแก๊สเพิ่มขึ้น

3) พืชปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น

4) ความเป็นพิษของสารเคมีที่เพิ่มขึ้นในแม่น้ำและมหาสมุทร

24. กิจกรรมใดที่ส่งผลเสียต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากที่สุด

1) การทำไร่เลื่อนลอย

2) การแยกขยะก่อนทิ้ง

3) การซื้อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

4) การใช้รถโดยสารขนส่งสาธารณะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 16 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ (ปรับจาก Marzetta, 2016)

องค์ประกอบ	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน	ระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ
ความรู้เนื้อหา	16 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 16 คะแนน	ตัดสินจากการให้คะแนนคำตอบที่ตรงตามเฉลยคำตอบ โดยคะแนนรวมของนักเรียนแบ่งเป็น 3 ช่วง ดังนี้	
		1. ร้อยละ 70 ขึ้นไป	สูง
		2. ระหว่างร้อยละ 50 – 69	พื้นฐาน
		3. ต่ำกว่าร้อยละ 50	เริ่มต้น
ความรู้กระบวนการ	4 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 4 คะแนน	ตัดสินจากการให้คะแนนคำตอบที่ตรงตามเฉลยคำตอบ โดยคะแนนรวมของนักเรียนแบ่งเป็น 3 ช่วง ดังนี้	
		1. ร้อยละ 70 ขึ้นไป	สูง
		2. ระหว่างร้อยละ 50 – 69	พื้นฐาน
		3. ต่ำกว่าร้อยละ 50	เริ่มต้น
ความรู้ญาณวิทยา	4 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 4 คะแนน	ตัดสินจากการให้คะแนนคำตอบที่ตรงตามเฉลยคำตอบ โดยคะแนนรวมของนักเรียนแบ่งเป็น 3 ช่วง ดังนี้	
		1. ร้อยละ 70 ขึ้นไป	สูง
		2. ระหว่างร้อยละ 50 – 69	พื้นฐาน
		3. ต่ำกว่าร้อยละ 50	เริ่มต้น
รวมทั้งฉบับ	24 คะแนน		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(ตัวอย่าง) **ฉบับก่อนเรียน**

แบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 21 ข้อ
2. เวลาที่ใช้ในการทำแบบวัด 20 นาที
3. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมากที่สุดเพียงคำตอบเดียว

หมายเหตุ: ระดับของความรู้สึกที่นักเรียนทำเครื่องหมายไม่มีความถูก - ผิด หรือมีผลต่อคะแนน จึงขอให้นักเรียนตอบให้ตรงตามความรู้สึกที่แท้จริง

มากที่สุด	หมายถึง	ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมากที่สุด
มาก	หมายถึง	ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมาก
ปานกลาง	หมายถึง	ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกของนักเรียนพอสมควร
น้อย	หมายถึง	ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกของนักเรียนบ้างเล็กน้อย
น้อยที่สุด	หมายถึง	ข้อความนั้น<u>ไม่</u>ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนโดยส่วนมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อ	ข้อความ	ระดับของความรู้สึก				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	ฉันรู้ว่าต้องทำอะไรเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ					
2	ฉันสนใจศึกษาการบรรเทาความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ					
3	ฉันรู้มาว่าปัจจุบันมีสินค้าที่แนบฉลากคาร์บอนบนผลิตภัณฑ์					
4	ฉันคิดว่าการแยกขยะก่อนทิ้งเป็นเรื่องยุ่งยาก					
5	ฉันคิดว่าผู้คนจะให้ความสำคัญกับภาวะโลกร้อนมากขึ้นถ้าเข้าใจสภาพภูมิอากาศ					
6	ฉันเลือกที่จะพกขวดน้ำส่วนตัวแทน					
7	ฉันยินดีจะแก้ไขปัญหาที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ					
8	ฉันรู้สึกว่าไม่ควรได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพราะฉันไม่ได้เป็นคนก่อ					
9	ฉันกังวลว่าจะไม่สามารถแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้					
10	ฉันเป็นส่วนหนึ่งในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ					
11	ฉันเชื่อว่ามีสิ่งที่ฉันทำได้เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ					
12	ฉันเชื่อว่าการปรับตัวต่อการ					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ข้อความ	ระดับของความรู้สึก				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นเรื่องยุ่งยาก					
13	ฉันคิดว่าเรามีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกได้					
14	ฉันเชื่อว่าโรงงานเป็นผู้รับผิดชอบหลักต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ					
15	ฉันจะเลิกใช้ปุ๋ยเคมีถ้าหากฉันเป็นเกษตรกร					
16	ฉันมักจะนำกระดาษที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่					
17	ฉันจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมถ้าหากเกิดภาวะโลกร้อนขึ้นจริง					
18	ฉันเลือกที่จะเดินสำหรับการเดินทางในระยะทางไม่ไกลมาก					
19	ฉันใช้สิ่งของอย่างทะนุถนอมเพื่อเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดโลกร้อน					
20	ฉันชอบตักอาหารบุฟเฟต์คราวละมาก ๆ แม้ว่าสุดท้ายแล้วจะเหลือทิ้ง					
21	ฉันมักปฏิเสธการรับถุงพลาสติกเมื่อซื้อสินค้าที่สามารถถือกลับได้					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(ตัวอย่าง) **ฉบับหลังเรียน**

แบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 21 ข้อ
2. เวลาที่ใช้ในการทำแบบวัด 20 นาที
3. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมากที่สุดเพียงคำตอบเดียว

หมายเหตุ: ระดับของความรู้สึกที่นักเรียนทำเครื่องหมายไม่มีความถูก - ผิด หรือมีผลต่อคะแนน จึงขอให้นักเรียนตอบให้ตรงตามความรู้สึกที่แท้จริง

มากที่สุด	หมายถึง	ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมากที่สุด
มาก	หมายถึง	ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมาก
ปานกลาง	หมายถึง	ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกของนักเรียนพอสมควร
น้อย	หมายถึง	ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกของนักเรียนบ้างเล็กน้อย
น้อยที่สุด	หมายถึง	ข้อความนั้น<u>ไม่</u>ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนโดยส่วนมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อ	ข้อความ	ระดับของความรู้สึก				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	ฉันรู้วิธีการป้องกันผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ					
2	ฉันสนใจศึกษาข้อมูลกิจกรรมการลดผลกระทบต่อภาวะโลกร้อน					
3	ฉันเห็นข่าวนักเรียนหยุดเรียนเพื่อประท้วงให้รัฐบาลรับผิดชอบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ					
4	มาตรการจ่ายค่าถุงพลาสติกทำให้ฉันลำบากในการซื้อสินค้ามากขึ้น					
5	ฉันคิดว่าเราแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้					
6	ฉันคิดไม่ออกจริง ๆ ว่าฉันจะสามารถทำอะไรเพื่อแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้					
7	ฉันรู้ว่าฉันสามารถแก้ไขปัญหาสภาพภูมิอากาศได้					
8	ฉันเชื่อว่าการใช้ชีวิตของฉันไม่ได้ทำให้โลกร้อน					
9	ฉันกังวลว่าการแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นเรื่องใหญ่เกินกว่าที่ฉันจะทำได้					
10	ฉันไม่ชอบที่ชุมชนของฉันมีการปลูกข้าวโพดและเผาไร่ทุกปี					
11	ฉันเชื่อว่าคนจำนวนมากพยายามจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่อแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ					
12	การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็น					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ข้อความ	ระดับของความรู้สึก				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	ปัญหาระดับโลกที่ไกลตัวฉัน					
13	ฉันเชื่อว่าถ้าหากทุกคนร่วมมือกันจะสามารถแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้					
14	ฉันเชื่อว่าหลายคนไม่ให้ความสำคัญกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ					
15	การเผาที่ดินเพื่อเตรียมเพาะปลูกคือสิ่งที่ทำกันเป็นปกติ					
16	ฉันไม่ใช้กระดาษสองหน้า					
17	ฉันเปิดทีวีทิ้งไว้โดยไม่ได้ตั้งใจดู					
18	ฉันสามารถนั่งรถรับส่งนักเรียนหรือรถประจำทางแทนการใช้รถยนต์ส่วนตัวได้					
19	ฉันจะซื้อเสื้อผ้าชุดใหม่แม้เสื้อผ้าที่มีจะยังใช้ได้อยู่					
20	ฉันคิดว่าทุกคนต้องร่วมมือกันประหยัดพลังงานอย่างจริงจัง					
21	ฉันคิดว่าการพกขวดน้ำส่วนตัวเป็นเรื่องลำบาก					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 17 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ (ปรับจาก Marzetta, 2016; Niepold et al., 2007)

องค์ประกอบ	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน	ระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ
ความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ	7 ข้อ ข้อละ 5 คะแนน รวม 35 คะแนน	ตัดสินจากการรวมคะแนนตามมาตรวัดประมาณค่า โดยคะแนนรวมของนักเรียนแบ่งเป็น 4 ช่วง ดังนี้	
		1. ร้อยละ 75 ขึ้นไป	มาก
		2. ระหว่างร้อยละ 50 – 74	ปานกลาง
		3. ระหว่างร้อยละ 25 – 49	พอใช้
		4. ต่ำกว่าร้อยละ 25	น้อย
การรับรู้ปัญหาสภาพภูมิอากาศ	7 ข้อ ข้อละ 5 คะแนน รวม 35 คะแนน	ตัดสินจากการรวมคะแนนตามมาตรวัดประมาณค่า โดยคะแนนรวมของนักเรียนแบ่งเป็น 4 ช่วง ดังนี้	
		1. ร้อยละ 75 ขึ้นไป	มาก
		2. ระหว่างร้อยละ 50 – 74	ปานกลาง
		3. ระหว่างร้อยละ 25 – 49	พอใช้
		4. ต่ำกว่าร้อยละ 25	น้อย
การตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ	7 ข้อ ข้อละ 5 คะแนน รวม 35 คะแนน	ตัดสินจากการรวมคะแนนตามมาตรวัดประมาณค่า โดยคะแนนรวมของนักเรียนแบ่งเป็น 4 ช่วง ดังนี้	
		1. ร้อยละ 75 ขึ้นไป	มาก
		2. ระหว่างร้อยละ 50 – 74	ปานกลาง
		3. ระหว่างร้อยละ 25 – 49	พอใช้
		4. ต่ำกว่าร้อยละ 25	น้อย
รวมทั้งฉบับ	105 คะแนน		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ง

คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. คุณภาพของแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ
2. คุณภาพของแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. คุณภาพของแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ

ตารางที่ 18 ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ ฉบับก่อนเรียน

ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย	
1	0.30	0.78	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ดีมาก
2	0.33	0.22	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้น้อย
3	0.36	0.89	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ดีมาก
4	0.21	0.33	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้พอใช้
5	0.21	0.78	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ดีมาก
6	0.70	0.22	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้น้อย
7	0.70	0.56	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ดีมาก
8	0.45	0.33	ความยากพอเหมาะ	จำแนกได้พอใช้
9	0.52	0.22	ความยากพอเหมาะ	จำแนกได้น้อย
10	0.52	0.67	ความยากพอเหมาะ	จำแนกได้ดีมาก
11	0.18	0.44	ยากมาก	จำแนกได้ดีมาก
12	0.30	0.33	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้พอใช้
13	0.48	0.33	ความยากพอเหมาะ	จำแนกได้พอใช้
14	0.24	0.44	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ดีมาก
15	0.30	0.56	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ดีมาก
16	0.30	0.22	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้น้อย
17	0.33	0.33	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้พอใช้
18	0.61	0.67	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ดีมาก
19	0.55	0.22	ความยากพอเหมาะ	จำแนกได้น้อย
20	0.36	0.33	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้พอใช้
21	0.24	0.33	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้พอใช้
22	0.24	0.44	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ดีมาก
23	0.39	0.67	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ดีมาก
24	0.30	0.22	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้น้อย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 19 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนเรียน

ข้อที่	หัวข้อ	IOC	ความหมาย
1	ด้านความรู้เนื้อหา		
	1.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	*ปรับแก้ไขแล้ว
	1.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	1.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
2	ด้านความรู้เนื้อหา		
	2.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	สอดคล้อง
	2.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	2.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
3	ด้านความรู้เนื้อหา		
	3.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	*ปรับแก้ไขแล้ว
	3.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	3.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
4	ด้านความรู้เนื้อหา		
	4.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	สอดคล้อง
	4.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	4.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
5	ด้านความรู้เนื้อหา		
	5.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	*ปรับแก้ไขแล้ว
	5.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	5.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
6	ด้านความรู้เนื้อหา		
	6.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	6.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	6.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
7	ด้านความรู้เนื้อหา		
	7.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	7.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	7.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 19 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนเรียน (ต่อ)

ข้อที่	หัวข้อ	IOC	ความหมาย
8	ด้านความรู้ญาณวิทยา		
	8.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	*ปรับแก้ไขแล้ว
	8.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	*ปรับแก้ไขแล้ว
	8.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	0.67	*ปรับแก้ไขแล้ว
9	ด้านความรู้กระบวนการ		
	9.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	9.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	9.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	0.67	สอดคล้อง
10	ด้านความรู้กระบวนการ		
	10.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	สอดคล้อง
	10.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	10.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
11	ด้านความรู้กระบวนการ		
	11.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	*ปรับแก้ไขแล้ว
	11.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	*ปรับแก้ไขแล้ว
	11.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	0.67	*ปรับแก้ไขแล้ว
12	ด้านความรู้ญาณวิทยา		
	12.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	*ปรับแก้ไขแล้ว
	12.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	0.67	*ปรับแก้ไขแล้ว
	12.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	*ปรับแก้ไขแล้ว
13	ด้านความรู้เนื้อหา		
	13.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	13.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	13.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	*ปรับแก้ไขแล้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 19 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนเรียน (ต่อ)

ข้อที่	หัวข้อ	IOC	ความหมาย
14	ด้านความรู้เนื้อหา		
	14.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	*ปรับแก้ไขแล้ว
	14.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	14.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
15	ด้านความรู้เนื้อหา		
	15.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	15.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	15.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
16	ด้านความรู้เนื้อหา		
	16.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	16.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	16.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
17	ด้านความรู้เนื้อหา		
	17.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	17.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	17.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
18	ด้านความรู้เนื้อหา		
	18.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	18.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	18.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
19	ด้านความรู้เนื้อหา		
	19.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	19.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	19.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	0.67	สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 19 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนเรียน (ต่อ)

ข้อที่	หัวข้อ	IOC	ความหมาย
20	ด้านความรู้กระบวนการ		
	20.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	สอดคล้อง
	20.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	20.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
21	ด้านความรู้ญาณวิทยา		
	21.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	สอดคล้อง
	21.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	21.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
22	ด้านความรู้เนื้อหา		
	22.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	22.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	22.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
23	ด้านความรู้เนื้อหา		
	23.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	23.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	23.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
24	ด้านความรู้ญาณวิทยา		
	24.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	สอดคล้อง
	24.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	24.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 20 ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ ฉบับหลังเรียน

ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย	
1	0.39	0.44	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ดีมาก
2	0.48	0.69	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ดีมาก
3	0.70	0.36	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้พอใช้
4	0.18	0.22	ยากมาก	จำแนกได้น้อย
5	0.45	0.48	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ดีมาก
6	0.52	0.61	ความยากพอเหมาะ	จำแนกได้ดีมาก
7	0.58	0.36	ความยากพอเหมาะ	จำแนกได้พอใช้
8	0.33	0.19	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้น้อย
9	0.70	0.78	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ดีมาก
10	0.67	0.69	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ดีมาก
11	0.55	0.42	ความยากพอเหมาะ	จำแนกได้ดีมาก
12	0.70	0.34	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้พอใช้
13	0.45	0.04	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ไม่ดี (ควรแก้ไข)
14	0.45	0.64	ความยากพอเหมาะ	จำแนกได้ดีมาก
15	0.52	0.69	ความยากพอเหมาะ	จำแนกได้ดีมาก
16	0.52	0.47	ความยากพอเหมาะ	จำแนกได้ดีมาก
17	0.42	0.17	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ไม่ดี (ควรแก้ไข)
18	0.24	0.25	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้น้อย
19	0.48	0.61	ความยากพอเหมาะ	จำแนกได้ดีมาก
20	0.58	0.33	ความยากพอเหมาะ	จำแนกได้พอใช้
21	0.45	0.28	ความยากพอเหมาะ	จำแนกได้น้อย
22	0.42	0.44	ความยากพอเหมาะ	จำแนกได้ดีมาก
23	0.45	0.44	ความยากพอเหมาะ	จำแนกได้ดีมาก
24	0.70	0.36	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้พอใช้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 21 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศฉบับหลังเรียน

ข้อที่	หัวข้อ	IOC	ความหมาย
1	ด้านความรู้เนื้อหา		
	1.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	*ปรับแก้ไขแล้ว
	1.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	1.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
2	ด้านความรู้เนื้อหา		
	2.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	สอดคล้อง
	2.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	2.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
3	ด้านความรู้เนื้อหา		
	3.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	3.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	3.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
4	ด้านความรู้เนื้อหา		
	4.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	4.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	4.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	0.67	สอดคล้อง
5	ด้านความรู้เนื้อหา		
	5.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	5.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	5.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	0.67	สอดคล้อง
6	ด้านความรู้เนื้อหา		
	6.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	*ปรับแก้ไขแล้ว
	6.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	6.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
7	ด้านความรู้กระบวนการ		
	7.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	*ปรับแก้ไขแล้ว
	7.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	7.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 21 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศฉบับหลังเรียน (ต่อ)

ข้อที่	หัวข้อ	IOC	ความหมาย
8	ด้านความรู้กระบวนการ		
	8.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	สอดคล้อง
	8.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	8.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
9	ด้านความรู้เนื้อหา		
	9.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	*ปรับแก้ไขแล้ว
	9.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	9.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
10	ด้านความรู้ญาณวิทยา		
	10.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	*ปรับแก้ไขแล้ว
	10.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	10.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
11	ด้านความรู้ญาณวิทยา		
	11.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	สอดคล้อง
	11.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	11.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
12	ด้านความรูญาณวิทยา		
	12.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	*ปรับแก้ไขแล้ว
	12.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	12.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
13	ด้านความรู้เนื้อหา		
	13.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	*ปรับแก้ไขแล้ว
	13.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	13.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 21 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศฉบับหลังเรียน (ต่อ)

ข้อที่	หัวข้อ	IOC	ความหมาย
14	ด้านความรู้เนื้อหา		
	14.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	สอดคล้อง
	14.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	14.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
15	ด้านความรู้เนื้อหา		
	15.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	15.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	15.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
16	ด้านความรู้เนื้อหา		
	16.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	16.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	0.67	สอดคล้อง
	16.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
17	ด้านความรู้ญาณวิทยา		
	17.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	17.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	17.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	0.67	สอดคล้อง
18	ด้านความรู้เนื้อหา		
	18.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	18.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	18.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
19	ด้านความรู้เนื้อหา		
	19.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	19.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	19.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 21 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศฉบับหลังเรียน (ต่อ)

ข้อที่	หัวข้อ	IOC	ความหมาย
20	ด้านความรู้เนื้อหา		
	20.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	สอดคล้อง
	20.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	20.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
21	ด้านความรู้กระบวนการ		
	21.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	สอดคล้อง
	21.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	21.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
22	ด้านความรู้กระบวนการ		
	22.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	22.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	22.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	0.67	สอดคล้อง
23	ด้านความรู้เนื้อหา		
	23.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	สอดคล้อง
	23.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	23.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
24	ด้านความรู้เนื้อหา		
	24.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	*ปรับแก้ไขแล้ว
	24.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	24.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. คุณภาพของแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

ตารางที่ 22 ผลความสอดคล้องของแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนเรียน

ข้อที่	หัวข้อ	IOC	ความหมาย
1	ด้านความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ		
	1.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	1.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	1.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
2	ด้านความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ		
	2.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	2.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	2.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
3	ด้านความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ		
	3.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	3.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	3.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
4	ด้านความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ		
	4.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	4.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	4.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
5	ด้านความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ		
	5.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	5.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	5.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
6	ด้านความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ		
	6.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	6.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	6.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 22 ผลความสอดคล้องของแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนเรียน (ต่อ)

ข้อที่	หัวข้อ	IOC	ความหมาย
7	ด้านความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ		
	7.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	7.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	7.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
8	ด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ		
	8.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	8.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	0.67	สอดคล้อง
	8.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
9	ด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ		
	9.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	สอดคล้อง
	9.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	9.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
10	ด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ		
	10.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	10.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	10.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
11	ด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ		
	11.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	สอดคล้อง
	11.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	11.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
12	ด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ		
	12.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	12.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	0.67	สอดคล้อง
	12.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
13	ด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ		
	13.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	13.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	13.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 22 ผลความสอดคล้องของแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนเรียน (ต่อ)

ข้อที่	หัวข้อ	IOC	ความหมาย
14	ด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ		
	14.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	สอดคล้อง
	14.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	14.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
15	ด้านการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ		
	15.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	15.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	15.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
16	ด้านการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ		
	16.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	16.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	16.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
17	ด้านการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ		
	17.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	17.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	0.67	สอดคล้อง
	17.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
18	ด้านการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ		
	18.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	18.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	18.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
19	ด้านการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ		
	19.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	สอดคล้อง
	19.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	19.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
20	ด้านการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ		
	20.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	20.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	20.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 22 ผลความสอดคล้องของแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนเรียน (ต่อ)

ข้อที่	หัวข้อ	IOC	ความหมาย
21	ด้านการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ		
	21.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	21.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	21.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 23 ผลความสอดคล้องของแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศฉบับหลังเรียน

ข้อที่	หัวข้อ	IOC	ความหมาย
1	ด้านความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ		
	1.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	1.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	1.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
2	ด้านความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ		
	2.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	2.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	2.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
3	ด้านความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ		
	3.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	3.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	3.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
4	ด้านความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ		
	4.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	4.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	4.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
5	ด้านความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ		
	5.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	5.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	5.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
6	ด้านความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ		
	6.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	6.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	6.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
7	ด้านความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ		
	7.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	7.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	7.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 23 ผลความสอดคล้องของแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศฉบับหลังเรียน (ต่อ)

ข้อที่	หัวข้อ	IOC	ความหมาย
8	ด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ		
	8.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	สอดคล้อง
	8.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	8.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
9	ด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ		
	9.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	9.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	0.67	สอดคล้อง
	9.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
10	ด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ		
	10.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	10.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	10.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
11	ด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ		
	11.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	11.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	0.67	สอดคล้อง
	11.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
12	ด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ		
	12.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	12.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	12.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
13	ด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ		
	13.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	สอดคล้อง
	13.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	13.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
14	ด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ		
	14.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	สอดคล้อง
	14.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	14.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 23 ผลความสอดคล้องของแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศฉบับหลังเรียน (ต่อ)

ข้อที่	หัวข้อ	IOC	ความหมาย
15	ด้านการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ		
	15.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	สอดคล้อง
	15.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	15.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
16	ด้านการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ		
	16.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	สอดคล้อง
	16.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	16.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
17	ด้านการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ		
	17.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	17.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	0.67	*ปรับแก้ไขแล้ว
	17.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
18	ด้านการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ		
	18.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	18.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	18.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
19	ด้านการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ		
	19.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	0.67	สอดคล้อง
	19.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	สอดคล้อง
	19.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง
20	ด้านการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ		
	20.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	*ปรับแก้ไขแล้ว
	20.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	1	*ปรับแก้ไขแล้ว
	20.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	*ปรับแก้ไขแล้ว
21	ด้านการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ		
	21.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม	1	สอดคล้อง
	21.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	0.67	สอดคล้อง
	21.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามกับเนื้อหา	1	สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก จ

ภาพกิจกรรมการเรียนรู้

ตัวอย่างภาพกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่างภาพกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม

แผนภาพที่ 13 นักเรียนอภิปรายเพื่อเลือกบัตรพฤติกรรมในการเล่นเกม Before the storm

แผนภาพที่ 14 นักเรียนวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนในชั้นบรรยากาศเพื่อเจรจาแบ่งความรับผิดชอบในเกม Keep cool

แผนภาพที่ 15 นักเรียนแลกเปลี่ยนสินค้าทางการเกษตรในขณะที่เล่นเกม Master that disaster

แผนภาพที่ 16 นักเรียนเล่นเกม Greenhouse gas game

แผนภาพที่ 17 นักเรียนตอบคำถามในใบงานเรือนกระจกหลังเล่นเกม Greenhouse gas game

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ฉ

ร้อยละของคะแนนและระดับการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนรายบุคคล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ร้อยละของคะแนนและระดับการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนรายบุคคล

ร้อยละของคะแนนการรู้สภาพภูมิอากาศจำแนกตามองค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนรายบุคคลจำนวน 33 คน โดยแสดงผลการประเมินระดับการรู้สภาพภูมิอากาศจากร้อยละของคะแนนรวมความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศในอัตราส่วน 1:1 ขณะที่แสดงคะแนนความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศในรูปแบบของร้อยละที่จำแนกตามองค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ ที่ประกอบด้วยความรู้เนื้อหา (UN1) ความรู้กระบวนการ (UN2) และความรู้ญาณวิทยา (UN3) และ 2) ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศที่ประกอบด้วยความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ (AW1) การรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ (AW2) และการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ (AW3) แสดงดังตารางที่ 15

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 24 ร้อยละของคะแนนการรู้สภาพภูมิอากาศจำแนกตามองค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศ

นักเรียนคนที่		การรู้สภาพภูมิอากาศ											
		ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ					ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ					รวม	
		UN1	UN2	UN3	รวม	ระดับ	AW1	AW2	AW3	รวม	ระดับ	คะแนน	ระดับ
1	ก่อนเรียน	25	17	4	46	เริ่มต้น	17	26	13	56	ปานกลาง	51	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	29	8	13	50	พื้นฐาน	21	19	17	57	ปานกลาง	54	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
2	ก่อนเรียน	21	8	4	33	เริ่มต้น	18	20	22	60	ปานกลาง	47	ไม่มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	21	8	4	33	เริ่มต้น	21	22	21	64	ปานกลาง	49	ไม่มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
3	ก่อนเรียน	17	0	4	21	เริ่มต้น	21	20	20	61	ปานกลาง	41	ไม่มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	21	8	4	33	เริ่มต้น	21	22	17	60	ปานกลาง	47	ไม่มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
4	ก่อนเรียน	25	0	8	33	เริ่มต้น	20	19	17	56	ปานกลาง	45	ไม่มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	54	12.5	12.5	79	สูง	23	23	29	76	มาก	78	**มีความรู้สึกร่วมกับ สถานการณ์สภาพภูมิอากาศ**
5	ก่อนเรียน	25	8	0	33	เริ่มต้น	19	25	19	64	ปานกลาง	49	ไม่มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	9	4	12	25	เริ่มต้น	17	22	20	59	ปานกลาง	42	ไม่มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ

ตารางที่ 24 ร้อยละของคะแนนการรู้สภาพภูมิอากาศจำแนกตามองค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศ (ต่อ)

นักเรียน		การรู้สภาพภูมิอากาศ											
		ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ					ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ					รวม	
		UN1	UN2	UN3	รวม	ระดับ	AW1	AW2	AW3	รวม	ระดับ	คะแนน	ระดับ
6	ก่อนเรียน	29	0	13	42	เริ่มต้น	17	18	21	56	ปานกลาง	49	ไม่มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	37	4	8	50	พื้นฐาน	21	22	27	70	ปานกลาง	60	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
7	ก่อนเรียน	25.5	8.5	4	38	เริ่มต้น	22	22	21	65	ปานกลาง	51	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	42	8	8	58	พื้นฐาน	20	26.5	23.5	70	ปานกลาง	64	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
8	ก่อนเรียน	21	4	4	29	เริ่มต้น	21	21	18	60	ปานกลาง	45	ไม่มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	21	8.5	8.5	38	เริ่มต้น	25	20	18	63	ปานกลาง	50	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
9	ก่อนเรียน	29	12.5	16.5	58	พื้นฐาน	22	24	22	68	ปานกลาง	63	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	33	4	13	50	พื้นฐาน	24.5	23	27.5	75	ตระหนักใน สภาพภูมิอากาศ	63	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
10	ก่อนเรียน	21	8	4	33	เริ่มต้น	22	28	20	70	ปานกลาง	51	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	37.5	4	8.5	50	พื้นฐาน	20	21	21	62	ปานกลาง	56	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ

ตารางที่ 24 ร้อยละของคะแนนการรู้สภาพภูมิอากาศจำแนกตามองค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศ (ต่อ)

นักเรียน		การรู้สภาพภูมิอากาศ											
		ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ					ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ					รวม	
		UN1	UN2	UN3	รวม	ระดับ	AW1	AW2	AW3	รวม	ระดับ	คะแนน	ระดับ
11	ก่อนเรียน	21	4	8	33	เริ่มต้น	17	23	19	59	พอใช้	46	ไม่มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	21	4	13	38	เริ่มต้น	19	22	23	64	พอใช้	51	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
12	ก่อนเรียน	21	0	4	25	เริ่มต้น	18	29	20	67	พอใช้	46	ไม่มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	58.5	4	16.5	79	สูง	25	22	23	70	พอใช้	74	**มีความรู้สึกร่วมกับ สถานการณ์สภาพภูมิอากาศ**
13	ก่อนเรียน	17	0	0	17	เริ่มต้น	25	16	19	60	พอใช้	38	ไม่มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	13	4	4	21	เริ่มต้น	22	21	19	62	พอใช้	41	ไม่มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
14	ก่อนเรียน	17	4	4	25	เริ่มต้น	18	24	21	63	พอใช้	44	ไม่มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	37.5	4	8.5	50	พื้นฐาน	21	20	26	67	พอใช้	58	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
15	ก่อนเรียน	17	4	0	21	เริ่มต้น	21	21	14	56	พอใช้	39	ไม่มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	21	4	4	29	เริ่มต้น	25	26.5	26.5	78	ปานกลาง	54	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ

ตารางที่ 24 ร้อยละของคะแนนการรู้สภาพภูมิอากาศจำแนกตามองค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศ (ต่อ)

นักเรียน		การรู้สภาพภูมิอากาศ											
		ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ					ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ					รวม	
		UN1	UN2	UN3	รวม	ระดับ	AW1	AW2	AW3	รวม	ระดับ	คะแนน	ระดับ
16	ก่อนเรียน	37.5	8.5	4	50	พื้นฐาน	21	26	16	63	ปานกลาง	56	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	50	16.5	16.5	83	สูง	25	23	19	67	ปานกลาง	75	**มีความรู้สึกร่วมกับ สถานการณ์สภาพภูมิอากาศ**
17	ก่อนเรียน	13	4	0	17	เริ่มต้น	21	24	19	64	ปานกลาง	40	ไม่มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	29	4	0	33	เริ่มต้น	29	23	23	74	ปานกลาง	54	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
18	ก่อนเรียน	21	8	4	33	เริ่มต้น	22	26	19	67	ปานกลาง	50	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	25	8.5	8.5	42	เริ่มต้น	24	27.5	28.5	80	ตระหนักใน สภาพภูมิอากาศ	61	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
19	ก่อนเรียน	4	8	13	25	เริ่มต้น	19	24	21	64	ปานกลาง	44	ไม่มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	13	0	8	21	เริ่มต้น	22	21	21	64	ปานกลาง	42	ไม่มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
20	ก่อนเรียน	25	8	13	46	เริ่มต้น	20	15	25	60	ปานกลาง	53	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	21	8.5	8.5	38	เริ่มต้น	23	23	20	66	ปานกลาง	52	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ

ตารางที่ 24 ร้อยละของคะแนนการรู้สภาพภูมิอากาศจำแนกตามองค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศ (ต่อ)

นักเรียน		การรู้สภาพภูมิอากาศ											
		ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ					ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ					รวม	
		UN1	UN2	UN3	รวม	ระดับ	AW1	AW2	AW3	รวม	ระดับ	คะแนน	ระดับ
21	ก่อนเรียน	21	8	4	33	เริ่มต้น	19	21	12	52	ปานกลาง	43	ไม่มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	17	4	8	29	เริ่มต้น	23	19	22	64	ปานกลาง	46	ไม่มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ
22	ก่อนเรียน	21	4	8	33	เริ่มต้น	21	24	21	66	ปานกลาง	50	มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	37	13	8	58	พื้นฐาน	28	20	23	71	ปานกลาง	65	มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ
23	ก่อนเรียน	25	4	4	33	เริ่มต้น	21	18	18	57	ปานกลาง	45	ไม่มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	25	8	13	46	เริ่มต้น	23.5	27.5	30	81	ตระหนักในสภาพภูมิอากาศ	63	มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ
24	ก่อนเรียน	13	8	4	25	เริ่มต้น	20	21	17	58	ปานกลาง	42	ไม่มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	17	8	13	38	เริ่มต้น	23.5	26	23.5	73	ปานกลาง	55	มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ
25	ก่อนเรียน	17	4	8	29	เริ่มต้น	19	20	19	58	ปานกลาง	44	ไม่มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	33.5	4	8.5	46	พื้นฐาน	22	19	24	65	ปานกลาง	55	มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ

ตารางที่ 24 ร้อยละของคะแนนการรู้สภาพภูมิอากาศจำแนกตามองค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศ (ต่อ)

นักเรียน		การรู้สภาพภูมิอากาศ											
		ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ					ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ					รวม	
		UN1	UN2	UN3	รวม	ระดับ	AW1	AW2	AW3	รวม	ระดับ	คะแนน	ระดับ
26	ก่อนเรียน	29.5	8.5	4	42	เริ่มต้น	23	26	18	67	ปานกลาง	54	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	30	4	4	38	เริ่มต้น	22	23	20	65	ปานกลาง	51	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
27	ก่อนเรียน	38	4	4	46	เริ่มต้น	21	23	19	63	ปานกลาง	54	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	42	4	8	54	พื้นฐาน	19	21	24	64	ปานกลาง	59	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
28	ก่อนเรียน	25	0	4	29	เริ่มต้น	19	23	18	60	ปานกลาง	45	ไม่มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	42	8	13	63	พื้นฐาน	27	27	32	86	ตระหนักใน สภาพภูมิอากาศ	74	**มีความรู้สึกร่วมกับ สถานการณ์สภาพภูมิอากาศ**
29	ก่อนเรียน	8	0	0	8	เริ่มต้น	19	24	13	56	ปานกลาง	32	ไม่มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	17	4	8	29	เริ่มต้น	21	19	15	55	ปานกลาง	42	ไม่มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
30	ก่อนเรียน	33	8	13	54	พื้นฐาน	22	28	22	72	ปานกลาง	63	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	25	13	4	42	เริ่มต้น	22	23.5	28.5	74	ปานกลาง	58	มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ

ตารางที่ 24 ร้อยละของคะแนนการรู้สภาพภูมิอากาศจำแนกตามองค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศ (ต่อ)

นักเรียน		การรู้สภาพภูมิอากาศ											
		ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ					ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ					รวม	
		UN1	UN2	UN3	รวม	ระดับ	AW1	AW2	AW3	รวม	ระดับ	คะแนน	ระดับ
31	ก่อนเรียน	16.5	12.5	4	33	เริ่มต้น	24	24	13	61	ปานกลาง	47	ไม่มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	33	8	13	54	พื้นฐาน	23	25	21	69	ปานกลาง	61	มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ
32	ก่อนเรียน	25	8	0	33	เริ่มต้น	18	23	23	64	ปานกลาง	49	ไม่มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	34	0	4	38	เริ่มต้น	25	20	22	67	ปานกลาง	52	มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ
33	ก่อนเรียน	26	8	8	42	เริ่มต้น	22	19	22	63	ปานกลาง	52	มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ
	หลังเรียน	42	0	4	46	เริ่มต้น	24	22	23	69	ปานกลาง	57	มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ชนัดดา มะโนสร
วัน เดือน ปี เกิด	21 ธันวาคม 2536
สถานที่เกิด	จังหวัดน่าน
วุฒิการศึกษา	หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา มัธยมศึกษา วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป และ วิชาเอกชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	105/11 ถนนมหาโชค ตำบลป่าตัน อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ รหัสไปรษณีย์ 50300
รางวัลที่ได้รับ	ทุนประจำปีงบประมาณ 2562 (รุ่นที่ 15) โครงการวิจัยทุนมหาบัณฑิต สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ด้านมนุษยศาสตร์-สังคมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY