

## บทความวิจัย (Research Article)

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมต่อการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียน  
EFFECT OF INQUIRY INSTRUCTION AND GAMES ON STUDENTS' CLIMATE LITERACY

Received: November 4, 2019

Revised: December 25, 2019

Accepted: January 7, 2020

ชนัดดา มะโนสร<sup>1\*</sup> และสลา สามีภักดิ์<sup>2</sup>Chanutda Manosorn<sup>1\*</sup> and Sara Samiphak<sup>2</sup><sup>1,2</sup>คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย<sup>1,2</sup>Faculty of Education, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

\*Corresponding Author, E-mail: chanudtamanosorn@gmail.com

## บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นประเด็นที่ท้าทายสังคมปัจจุบัน พลเมืองโลกจำเป็นต้องก้าวไปข้างหน้าพร้อมกับความรู้ความเข้าใจที่ถ่องแท้ถึงความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนในระดับมีความรู้สึกร่วมกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม ตัวอย่างในการวิจัยคือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 33 คน ในโรงเรียนรัฐบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดน่านที่มีบริบทชุมชนเปราะบางทางการเกษตร ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง เพื่อรับการจัดการเรียนรู้เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ งานวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นเก็บข้อมูลการรู้สภาพภูมิอากาศจากแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศในอัตราส่วน 1:1 เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระในการศึกษาผลของการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยและระดับการรู้สภาพภูมิอากาศหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมสามารถพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนได้ โดยการยกตัวอย่างในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมควรคำนึงถึงบริบทของชุมชนที่นักเรียนอาศัยเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ในการตัดสินใจ

**คำสำคัญ:** การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ การรู้สภาพภูมิอากาศ เกม

## Abstract

Climate change becomes, nowadays, a challenging issue. World citizens need to move forward with a thorough insight into the various risks that may be arisen from climate change. This study focuses on developing students' climate literacy at the climate attentive level using inquiry instruction and games. Target group are 33 seventh-grade students from the public school of the vulnerable agricultural community context in Nan, Thailand adopting purposive sampling to join a six-weeks science course. The data of the understanding test and awareness questionnaire in the ratio 1:1; percentage scores were analyzed using the paired independent t-test after learning by inquiry instruction and games. Results showed that there is a statistically significant ( $p < .05$ ) differences between pre and post climate literacy scores and climate literacy level. It is indicated that the use of inquiry instruction and games had a thorough effect on students' climate literacy

development. Besides, community cases should be carefully considered to facilitate to encourage students' decision making.

**Keywords:** Inquiry instruction, Climate literacy, Games

## บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกเป็นประเด็นปัญหาที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากเนื่องจากความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของมนุษย์ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change Initiative, 2010) ซึ่งอุณหภูมิของโลกโดยเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นเป็นผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ตั้งแต่ปี 1750 (GCRP, 2009) การรู้สภาพภูมิอากาศจึงเป็นการรู้ที่มีความสำคัญของพลเมืองโลกเพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกในบริบทของการพัฒนาที่ยั่งยืนและการจัดการความยากจน (UNESCO, 2010; Nations, 2015)

สำหรับประเทศไทยในฐานะที่เป็นประเทศเกษตรกรรม ต้องเผชิญหน้าและรับมือกับสถานการณ์และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งในด้านการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของฤดูกาล การเกิดภัยพิบัติรุนแรง และการแพร่กระจายของเชื้อโรคและโรคอุบัติใหม่เช่นเดียวกับอีกในหลายประเทศ (ONEP, 2018) ประเทศไทยได้ตอบสนองต่อสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกในระดับนโยบายโดยการจัดทำแผนแม่บทระยะยาวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558 – 2593 ที่มีใจความสำคัญเพื่อ “ให้ประเทศไทยมีภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและมีการเติบโตที่ปล่อยคาร์บอนต่ำตามแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน” (ONEP, 2015) อย่างไรก็ตาม แผนนี้ยังอยู่ในระดับนโยบายของภาครัฐที่ยังไม่ได้รับการประชาสัมพันธ์อย่างทั่วถึง การเคลื่อนไหวทางสังคมปัจจุบันโดยส่วนมากในประเทศเกิดจากเยาวชนรุ่นใหม่หรือองค์กรเอกชนที่มีความตั้งใจในการเรียกร้องเพื่อสภาพภูมิอากาศด้วยตนเอง เรื่องที่น่าเสียดายคือการรณรงค์เหล่านั้นไม่ได้เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน แม้ว่าจะมีการปรับปรุงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานโดยจัดทำหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลกทั้งระบบ (Earth System Science: ESS) โครงการ GLOBE (Global Learning and Observations to Benefit the Environment) เพื่อเป็นหลักสูตรสำหรับจัดการเรียนรู้เพิ่มเติมที่มีเนื้อหาครอบคลุมตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (IPST, 2011) รวมทั้งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการได้ดำเนินการปรับปรุงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในสาระวิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ (Ministry of Education, 2017) แต่พบว่า หลักสูตรเพิ่มเติมของโครงการ GLOBE ยังไม่ได้รับความนิยมและไม่เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย ส่วนหนึ่งอาจเป็นผลจากการประชาสัมพันธ์ที่ไม่เพียงพอ นอกจากนี้มีบางกิจกรรมในหนังสือบทเรียนที่ไม่น่าดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้ ซึ่งจะส่งผลให้ไม่สามารถพัฒนานักเรียนได้ตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรที่ต้องการพัฒนาให้นักเรียนมีความเข้าใจและความตระหนักต่อสถานการณ์สภาพภูมิอากาศโลกและพร้อมต่อการรับมือกับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า งานวิจัยที่พัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศที่ประสบความสำเร็จส่วนใหญ่มักใช้เกมในการจัดการเรียนรู้ (Fung et al., 2015; Hansen et al., 2018; McNeill & Vaughn, 2012; Reckien & Eisenack, 2013) เนื่องจากเกมเปิดโอกาสให้นักเรียนนำความรู้และประสบการณ์ที่มีไปประยุกต์ในสถานการณ์โลกเสมือนจริง ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นความตระหนักและชักนำนักเรียนไปสู่พฤติกรรมบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Hansen et al., 2018; Reckien & Eisenack, 2013) อย่างไรก็ตาม นักเรียนจำเป็นต้องมีความเข้าใจเนื้อหาพื้นฐานของระบบสภาพภูมิอากาศก่อน ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาความเข้าใจในทัศนด้านเนื้อหาและการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ภายในระบบผ่านกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน (Bush et al., 2017; Castek & Dwyer, 2018; McNeal et al., 2008; Minner et al., 2010)

จังหวัดน่านเป็นแหล่งทรัพยากรป่าไม้สำคัญแห่งหนึ่งของประเทศ ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดเป็นพื้นที่ภูเขาและป่าต้นน้ำ (Nan Provincial Education Office, 2018) ในขณะเดียวกันก็เป็นพื้นที่ที่มีการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ

จากกิจกรรมทางการเกษตรและการใช้ที่ดินเพิ่มขึ้นทุกปี โดยพื้นที่ป่าไม้ลดลงเกือบร้อยละ 10 ภายในระยะเวลาเพียง 5 ปี (พ.ศ. 2551 - 2556) คิดเป็นพื้นที่ 450,528.12 ไร่ (Royal Forest Department, 2018) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานเนื้อที่ที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรของจังหวัดที่เพิ่มสูงขึ้น (Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2019) ดังนั้น การพัฒนาให้เยาวชนในจังหวัดน่านมีการรู้สภาพภูมิอากาศโดยใช้การศึกษาเป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนในด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นสิ่งจำเป็น

งานวิจัยนี้จึงเลือกพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในจังหวัดน่านที่มีบริบทของชุมชนใกล้ชิดกับกิจกรรมที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศอย่างชัดเจนเนื่องจากประชากรส่วนใหญ่ของจังหวัดน่านประกอบอาชีพเกษตรกรโดยการปลูกข้าวโพดและทำไร่เลื่อนลอยเป็นหลัก และเป็นกลุ่มที่ควรได้รับการพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศ โดยเชื่อว่าการพัฒนาให้นักเรียนเกิดการรู้สภาพภูมิอากาศจะเป็นพื้นฐานสำคัญที่นำนักเรียนไปสู่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากการวางแผนการดำเนินชีวิตได้อย่างเหมาะสมและใช้ความรู้ความเข้าใจในการพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นอย่างยั่งยืน

### คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

การรู้สภาพภูมิอากาศ หมายถึง ความสามารถในการทำความเข้าใจความสัมพันธ์และอิทธิพลระหว่างสภาพภูมิอากาศกับบุคคลและสังคม รวมทั้งความตระหนักถึงพฤติกรรมของมนุษย์ที่มีบทบาทต่อสภาพภูมิอากาศ สามารถจำแนกการรู้สภาพภูมิอากาศได้ 4 ระดับ ได้แก่ (1) ไม่มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ (2) มีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ (3) มีความรู้ลึก ร่วมกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ และ (4) มีการแสดงออกของพฤติกรรม (Niepold et al., 2007) โดยในงานวิจัยนี้เลือกศึกษาการรู้สภาพภูมิอากาศในระดับที่ 3 คือ ขึ้นมีความรู้ลึกร่วมกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ ซึ่งบุคคลในขั้นนี้มีความกระตือรือร้นในการรับข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศรวมทั้งยินดีที่จะมีส่วนร่วมในการพูดคุยภายใต้ประเด็นดังกล่าว โดยองค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศที่สำคัญในขั้นนี้คือความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ (Bedford, 2016) โดยกำหนดเกณฑ์คะแนนร้อยละในการตัดสินระดับการรู้สภาพภูมิอากาศ ได้แก่ (a) ระดับไม่มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 (b) มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ มีคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 50 แต่ไม่เกินร้อยละ 75 (c) มีความรู้ลึกร่วมกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ มีคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป

สำหรับองค์ประกอบด้านความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ คือ ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการสำคัญของระบบสภาพภูมิอากาศโลก รวมทั้งวิธีการเข้าถึงข้อมูลและประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่เป็นวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ กำหนดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศไว้ 3 ระดับ ได้แก่ (1) เริ่มต้น มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 (2) พื้นฐาน มีคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 50 แต่ไม่เกินร้อยละ 75 (3) สูง มีคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป ในขณะที่องค์ประกอบด้านความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ คือ ความสนใจและกังวลในประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ และตัดสินใจภายใต้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่น่าเชื่อถือโดยรับผิดชอบต่อการตัดสินใจ โดยกำหนดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศไว้ 4 ระดับ ได้แก่ (1) น้อย มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 25 (2) พอใช้ มีคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 25 แต่ไม่เกินร้อยละ 50 (3) ปานกลาง มีคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 50 แต่ไม่เกินร้อยละ 75 (4) มาก มีคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการรู้สภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม
2. เพื่อศึกษาระดับของการรู้สภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม

## วิธีการวิจัย

### ระเบียบวิธีวิจัย

งานนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (pre-experimental design) โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ซึ่งมีตัวอย่างวิจัยคือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 33 คน ในโรงเรียนรัฐบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดน่านที่ได้โรงเรียนจากการเลือกแบบเจาะจง อันเนื่องมาจากบริบทของชุมชนทางการเกษตรที่มีความเปราะบางต่อสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ที่ต้องตั้งอยู่ในเขตชุมชนและมีสภาพแวดล้อมเป็นกิจกรรมทางการเกษตรหลักของจังหวัด เช่น ไร่ข้าวโพด และนาข้าว เป็นต้น หลังจากนั้นกำหนดห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่มเพื่อทำการสุ่มอย่างง่ายให้ได้ตัวอย่างวิจัยจำนวน 1 ห้องเรียน

### เครื่องมือวิจัย

#### 1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือในการวิจัยในครั้งนี้คือแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมที่กำหนดหัวข้อการสอนจาก 3 ประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิอากาศ ได้แก่ 1) สภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 2) ปรากฏการณ์เรือนกระจกและภาวะโลกร้อน และ 3) อิทธิพลระหว่างมนุษย์และสภาพภูมิอากาศ ซึ่งทำการวิเคราะห์สาระสำคัญจากเอกสารการรู้สภาพภูมิอากาศ (GCRP, 2009) ร่วมกับตัวชี้วัดในสาระการเรียนรู้แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (Ministry of Education, 2017) เพื่อกำหนดแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผนโดยแผนการจัดการเรียนรู้ใช้รูปแบบการสืบสอบแบบ 5 ขั้นตอน (Bybee et al., 2006) มีการพิจารณาวัตถุประสงค์สาระสำคัญของเกมเพื่อแทรกเกมไว้ใน 4 ขั้นตอนของแต่ละแผน ได้แก่ การสร้างความสนใจ การสำรวจและค้นหา การขยายความรู้ และการประเมิน โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้มีการใช้หลักการประเมินความสอดคล้อง (Index of Item - Objective Congruence: IOC) เพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัยได้แก่ นักวิชาการด้านการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ นักวิชาการด้านการใช้เกมเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ นักวิชาการด้านความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และสภาพภูมิอากาศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และครูวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์ในการนิเทศมากกว่า 5 ปี โดยผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมพบว่า IOC มีค่าระหว่าง .75 - 1.00 ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิข้อเสนอแนะให้เพิ่มเติมเนื้อหาและกิจกรรมที่เน้นย้ำให้นักเรียนเกิดความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนรู้เรื่องสภาพภูมิอากาศ เช่น บรรยากาศ ความกดอากาศและลม เป็นต้น รวมทั้งการเรียงลำดับการสร้างโมทัศน์ที่สำคัญของระบบภูมิอากาศ เช่น การจัดเรียงลำดับแผนการจัดการเรียนรู้ ความเหมาะสมของเกมที่ใช้ต่อวัตถุประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้ การเรียงลำดับสถานการณ์ที่นำไปสู่ปรากฏการณ์เรือนกระจกรุนแรง-ภาวะโลกร้อน-การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นต้น ซึ่งผู้วิจัยปรับแก้ไขและส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้งก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่ตัวอย่างวิจัยเพื่อปรับแผนการจัดการเรียนรู้ให้สามารถนำไปใช้ได้จริงมากขึ้น

#### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ เป็นข้อสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 2 ชุด ชุดละ 24 ข้อ โดยกำหนดน้ำหนักองค์ประกอบความรู้เนื้อหา ความรู้กระบวนการ และความรู้ญาณวิทยาในอัตราส่วน 4:1:1 (Azevedo & Marques, 2017) ซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม ผู้เชี่ยวชาญในด้านความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และสภาพภูมิอากาศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และผู้เชี่ยวชาญด้านสภาพภูมิอากาศตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยและให้คำแนะนำ พบว่า IOC มีค่าระหว่าง .67 - 1.00 ซึ่งโดยส่วนมากผู้ทรงคุณวุฒิข้อเสนอแนะให้ปรับแก้ไขข้อคำถามที่มีเนื้อหายากเกินไปสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และบางข้อคำถามที่มีคำตอบขึ้นกับความรู้สึกของแต่ละบุคคล เช่น ระยะเวลา 1 แสนปี ในเชิงธรณีกาลเมื่อเทียบกับเวลาปกติของมนุษย์ให้ความรู้สึกว่ามีความยาวนานที่แตกต่างกัน เป็นต้น หลังจากนั้นผู้วิจัยนำไปทดลองใช้เพื่อหาค่าความยากและอำนาจจำแนก พบว่าข้อสอบส่วนมากยังมีความยากที่อยู่ในช่วงค่อนข้างยาก-ยากมาก แม้ว่าจะมีอำนาจจำแนกในระดับพอใช้ ผู้วิจัยจึงปรับข้อคำถามให้มีเนื้อหาที่ง่ายลงอีกครั้งก่อนนำไปใช้จริง

แบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ เป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 2 ชุด ชุดละ 21 ข้อ โดยกำหนดน้ำหนักองค์ประกอบด้านความสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ และการตัดสินใจ ภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ ในอัตราส่วนที่เท่ากัน ซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินทางจิตวิทยา ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม และผู้เชี่ยวชาญในด้านความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และสภาพภูมิอากาศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือและให้คำแนะนำ พบว่า IOC มีค่าระหว่าง .67 - 1.00 ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะ ให้แก้ไขข้อที่ใช้ โดยปรับจากภาษาวิชาการให้เป็นภาษาที่อ่านง่ายมากที่สุด รวมทั้งคำนึงถึงบริบทและกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ที่นักเรียนจะปฏิบัติเพื่อให้สร้างคำถามที่สอดคล้องกับคำตอบที่ควรจะได้รับ

### การวิเคราะห์ข้อมูล

งานนี้มีรูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง (one group pretest-posttest design) โดยใช้แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมเพื่อคิดคะแนนการรู้สภาพภูมิอากาศในอัตราส่วน 1:1 แล้ววิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการรู้สภาพภูมิอากาศจากสถิติทดสอบที่แบบไม่อิสระ (dependent t-test)

### ผลการวิจัย

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล 2 ชุด ได้แก่ (1) แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนและหลังเรียน และ (2) แบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนและหลังเรียน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการเปรียบเทียบระดับของการรู้สภาพภูมิอากาศก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ					ระดับ	
		M	M <sub>ร้อยละ</sub>	SD	t-test	p-value		ES
ก่อนเรียน	100	47.49	47.49	6.59	5.383	.000	0.938	ไม่มีความสนใจใน สภาพภูมิอากาศ มีความสนใจในประเด็น สภาพภูมิอากาศ
หลังเรียน		56.50	56.50	9.65				

\*p-value<.05

จากตาราง 1 สามารถตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 ได้ว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงคะแนนเฉลี่ยการรู้สภาพภูมิอากาศหลังเรียนโดยสูงกว่าก่อนเรียน รวมทั้งมีระดับการรู้สภาพภูมิอากาศที่สูงขึ้น โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการรู้สภาพภูมิอากาศก่อนเรียนเป็นร้อยละ 47.49 ซึ่งจัดอยู่ในระดับไม่มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศและนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการรู้สภาพภูมิอากาศหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 56.50 ซึ่งจัดอยู่ในระดับมีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ เมื่อตรวจสอบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบที่แบบไม่อิสระพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละการรู้สภาพภูมิอากาศหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และขนาดของอิทธิพลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมส่งผลต่อการรู้สภาพภูมิอากาศมีผลขนาดใหญ่ (0.938) แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีการรู้สภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้นหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปรียบเทียบร้อยละของคะแนนการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกตามระดับของการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนจำนวน 33 คน โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล 2 ชุด ได้แก่ (1) แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนและหลังเรียน และ (2) แบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศฉบับก่อน

และหลังเรียน ซึ่งแสดงข้อมูลในหน่วยร้อยละของคะแนนการรู้สภาพภูมิอากาศ จำนวนของนักเรียนที่มีระดับการรู้สภาพภูมิอากาศ 3 ระดับระหว่างก่อนเรียนเปรียบเทียบกับหลังเรียน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 จำนวนและคะแนนเฉลี่ยร้อยละของนักเรียนที่เปลี่ยนแปลงระดับการรู้สภาพภูมิอากาศ

ระดับการรู้สภาพภูมิอากาศ	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	คะแนนเฉลี่ย	จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนเฉลี่ย	จำนวนนักเรียน (คน)
ไม่มีความสนใจในประเด็น สภาพภูมิอากาศ	43.81	21	44.14	7
มีความสนใจในประเด็น สภาพภูมิอากาศ	54.00	12	56.95	22
มีความรู้สึกร่วมกับสถานการณ์สภาพ ภูมิอากาศ	0	0	75.25	4
รวม	47.49	33	56.50	33

จากตาราง 2 สามารถตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 ได้ว่านักเรียนมีร้อยละของคะแนนการรู้สภาพภูมิอากาศก่อนเรียนในระดับไม่มีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ 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 นอกจากนี้ ยังมี (3) นักเรียนที่มีการรู้สภาพภูมิอากาศอยู่ในระดับมีความรู้สึกร่วมกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเป็น 75.25 คะแนน ซึ่งถือเป็นระดับการรู้สภาพภูมิอากาศสูงสุดในงานวิจัยนี้

การเปรียบเทียบค่าสถิติการรู้สภาพภูมิอากาศจำแนกตามรายองค์ประกอบแสดงข้อมูลผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยร้อยละและค่าสถิติทดสอบทีของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศจากการตอบแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ แสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบค่าสถิติระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนจำแนกตามองค์ประกอบ

องค์ประกอบของการรู้ สภาพภูมิอากาศ	ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ				ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ			
	M <sub>ร้อยละ</sub>	t-test	p-value	ES	M <sub>ร้อยละ</sub>	t-test	p-value	ES
ก่อนเรียน	33.33				61.65			
หลังเรียน	44.82	4.281	.000	0.751	68.17	4.695	.000	0.825

\*p-value < .05

จากตาราง 3 พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศอยู่ในระดับ เริ่มต้น ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน อย่างไรก็ตาม เมื่อตรวจสอบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความเข้าใจสภาพภูมิอากาศโดยรวมหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 44.82 ซึ่งมากกว่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละความเข้าใจสภาพภูมิอากาศก่อนเรียนเท่ากับร้อยละ 33.33 ขนาดของอิทธิพลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมส่งผลต่อความเข้าใจสภาพ

ภูมิอากาศมีผลขนาดปานกลาง (0.751) ดังนั้น นักเรียนมีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้นหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า นักเรียนมีความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศอยู่ในระดับพอใช้ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน อย่างไรก็ตาม เมื่อตรวจสอบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศโดยรวมหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 68.17 ซึ่งมากกว่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศก่อนเรียนเท่ากับร้อยละ 61.65 นอกจากนี้ ขนาดของอิทธิพลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมส่งผลต่อความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศมีผลขนาดใหญ่ (0.825) จึงกล่าวได้ว่า นักเรียนมีความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้นหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จึงสรุปได้ว่า นักเรียนมีการรู้สภาพภูมิอากาศหลังเรียนอยู่ในระดับมีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศ โดยนักเรียนมีระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศอยู่ในระดับเริ่มต้น ซึ่งองค์ประกอบของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศด้านความรู้เนื้อหาและด้านความรู้กระบวนการอยู่ในระดับเริ่มต้น และด้านญาณวิทยาอยู่ในระดับพื้นฐาน และนักเรียนมีระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศอยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งองค์ประกอบของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศในทุกด้านอยู่ในระดับพอใช้ทุกองค์ประกอบ ได้แก่ ด้านความสนใจประเด็นสภาพภูมิอากาศ ด้านการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ และด้านการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ โดยนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมมีการรู้สภาพภูมิอากาศก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## สรุปและอภิปรายผล

ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนมีการรู้สภาพภูมิอากาศหลังเรียนอยู่ในระดับมีความสนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศซึ่งเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่อยู่ในระดับไม่สนใจในประเด็นสภาพภูมิอากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาระดับการรู้สภาพภูมิอากาศรายองค์ประกอบ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความเข้าใจสภาพภูมิอากาศหลังเรียนเป็น 44.82 และก่อนเรียนเท่ากับ 33.33 ซึ่งความเข้าใจสภาพภูมิอากาศหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 11.49 ในขณะที่มีความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศหลังเรียนเป็น 68.17 และก่อนเรียนเท่ากับ 61.65 โดยความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.52 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างชัดเจน ในขณะที่มีความตระหนักที่สูงใกล้เคียงกับก่อนเรียน ซึ่งเป็นผลมาจาก (1) การที่ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศด้านเนื้อหาและด้านญาณวิทยาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากก่อนหน้านี้ นักเรียนยังไม่ได้เคยผ่านการเรียนรู้ในเนื้อหาที่มีความสำคัญสำหรับการนำไปใช้สร้างความรู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบสภาพภูมิอากาศ การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานของระบบสภาพภูมิอากาศ (Drewe et al., 2018) ซึ่งสนับสนุนให้นักเรียนมีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศเพิ่มสูงขึ้น เช่น กิจกรรมการทดลองเรือนกระจกจึงสามารถทำให้นักเรียนมีความเข้าใจความแตกต่างระหว่างปรากฏการณ์เรือนกระจกตามธรรมชาติและการเกิดภาวะโลกร้อนที่เป็นผลมาจากการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกที่รุนแรง เนื่องจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเกินกว่าปกติ และเกม Keep cool ที่นักเรียนสวมบทบาทเป็นผู้นำของแต่ละประเทศที่จะต้องพัฒนาเศรษฐกิจซึ่งเป็นภาคอุตสาหกรรมในขณะที่สภาพภูมิอากาศโลกแย่ลงเนื่องจากการปล่อยแก๊สเรือนกระจกจากภาคอุตสาหกรรม นักเรียนจึงมีความเข้าใจถึงผลกระทบจากการปล่อยแก๊สเรือนกระจกมากขึ้น เมื่อพิจารณาร่วมกับประสบการณ์ในกิจกรรมทางการเกษตรจากการปฏิบัติของสมาชิกในชุมชนโดยรอบหรือประสบการณ์ที่ได้รับโดยตรงจากครอบครัวที่มีการเผาในระหว่างกระบวนการเกษตร เนื่องจากเศรษฐกิจและสังคมมีส่วนอย่างมากในการสนับสนุนให้เข้าใจถึงความเสี่ยงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของคนที่อยู่ในชุมชนเกษตรกรรม (Quiroga et al., 2015) เป็นผลให้นักเรียนรับรู้ได้ถึงสภาพภูมิอากาศที่เกิดการเปลี่ยนแปลงจากกิจกรรมทางการเกษตรจากการดำเนินการของชุมชนโดยรอบ และ (2) คะแนนเฉลี่ยของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียนอยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งเป็นระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศในระดับที่ 2 ตั้งแต่ก่อนเรียน เนื่องจากบุคคลที่อยู่ในพื้นที่มีสังคมเศรษฐกิจที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพ

ภูมิอากาศจะมีการรับรู้ต่อสถานการณ์สภาพภูมิอากาศที่สูง (Quiroga et al., 2015) การอาศัยในชุมชนที่อยู่ภายใต้ความเสี่ยงของการได้รับผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้นักเรียนรับรู้ถึงความสำคัญในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมได้ดียิ่งขึ้น (Deng et al., 2017; Hansen et al., 2018) จึงสังเกตได้ว่าคะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนร้อยละ 6.52 ซึ่งการเปลี่ยนแปลงคะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนไม่มาก อย่างไรก็ตาม ขนาดอิทธิพลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมต่อความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศมีขนาดใหญ่ เช่น เกม Master that disaster เปิดโอกาสให้นักเรียนสวมบทบาทเป็นเกษตรกรที่ต้องรับมือกับสภาพภูมิอากาศที่คาดเดาไม่ได้ และได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตทางการเกษตรซึ่งสอดคล้องกับนักเรียนที่เป็นตัวอย่างวิจัย ซึ่งอยู่ในพื้นที่เปราะบางซึ่งบริบทชุมชนที่ประกอบอาชีพเกษตรกรเป็นหลัก ซึ่งทำให้นักเรียนมีความรู้สึกร่วมต่อสถานการณ์มากขึ้น จากกิจกรรมได้ จึงสามารถมั่นใจได้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมสามารถพัฒนาให้นักเรียนเกิดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศที่สูงขึ้นได้ แม้ว่านักเรียนจะมีความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศก่อนเรียนของนักเรียนทุกคนมีมากอยู่แล้วตั้งแต่ก่อนเรียน ดังนั้นคะแนนเฉลี่ยของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้นจึงไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศที่ค่อนข้างสูงอยู่แล้วจากก่อนเรียน

### ข้อเสนอแนะ

การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมไปใช้ในการพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดควรเลือกสถานการณ์ที่สอดคล้องกับบริบทปัญหาสภาพภูมิอากาศที่เป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียนแทรกในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ ซึ่งงานวิจัยนี้เลือกตัวอย่างในการศึกษาการรู้สภาพภูมิอากาศจากการพิจารณาบริบทของสังคมที่เป็นพื้นที่อบบางต่อสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ ทั้งทางด้านการประกอบอาชีพในอนาคตของนักเรียนที่จะเป็นเกษตรกรเหมือนกับสมาชิกส่วนใหญ่ในชุมชน บริบทของจังหวัดที่มีการทำเกษตรกรรม โดยเฉพาะการทำนา ปลูกข้าวโพด และทำไร่เลื่อนลอยเป็นหลัก รวมทั้งปัญหาการบุกรุกพื้นที่ป่าต้นน้ำจนกระทั่งกลายเป็นปัญหาระดับชาติ จึงทำให้พิจารณาถึงบริบทของชุมชนและเป้าหมายการพัฒนาการเรียนในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศสำหรับนักเรียนในระยะเริ่มต้น ซึ่งเลือกศึกษาการรู้สภาพภูมิอากาศในระดับที่ 3 คือ มีความรู้สึกร่วมกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ จากการเรียนรู้สภาพภูมิอากาศทั้งหมด 4 ระดับ ได้แก่ (1) ไม่มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ (2) มีความสนใจในสภาพภูมิอากาศ (3) มีความรู้สึกร่วมกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ และ (4) การแสดงออกของพฤติกรรม เนื่องจากนักเรียนจำเป็นต้องมีความเข้าใจและตระหนักเพื่อเป็นพื้นฐานของการรู้สภาพภูมิอากาศในระดับหนึ่งก่อนจะพัฒนาองค์ประกอบด้านพฤติกรรม ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาองค์ประกอบด้านพฤติกรรมร่วมด้วย เพื่อให้สามารถพัฒนานักเรียนไปถึงระดับการแสดงออกของพฤติกรรมซึ่งเป็นเป้าหมายสูงสุดของการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศ

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. ด้านมนุษยศาสตร์-สังคมศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนการวิจัยตลอดโครงการวิจัย ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.จิระวรรณ เกษสิงห์ รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง อาจารย์ ดร.เดชรัต สุขกำเนิด อาจารย์ศุภกร ชินวรรณ อาจารย์ปัทมา สิงห์รักษ์ และอาจารย์พิรุลาวัฒน์ ศุภอุทุมพร ที่กรุณาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.สลา สามีภักดิ์ และ อาจารย์ ดร.กนิษฐ์ ศรีเคลือบ ที่ให้คำปรึกษาในการทำวิจัยและเป็นกำลังใจในการทำงานวิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอขอบคุณครอบครัวและเพื่อนของที่ให้ทั้งกำลังใจและคำปรึกษาในทุกกระบวนการทำวิจัยจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วง



## References

- 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
- 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.
- Bush, D., Sieber, R., Seiler, G., & Chandler, M. (2017). University-level teaching of Anthropogenic Global Climate Change (AGCC) via student inquiry. *Studies in Science Education*, 53(2), 113-136.
- 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.
- 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.
- Drewes, A., Henderson, J., & Mouza, C. (2018). Professional development design considerations in climate change education: teacher enactment and student learning. *International Journal of Science Education*, 40(1), 67-89.
- Fung, M. K., Tedesco, L. R., & Katz, M. E. (2015). Games and climate literacy. *Nature Geoscience*, 8(8), 576.
- GCRP. (2009). *Climate literacy: the essential principles of climate science*. US Global Change Research Program.
- 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. 197-208): Springer.
- 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.
- Ministry of Agriculture and Cooperatives. (2019). *Area used in agriculture by province, year 2013*. Retrieved from [http://oldweb.oae.go.th/download/use\\_soilNew/soiNew/landused2556.html](http://oldweb.oae.go.th/download/use_soilNew/soiNew/landused2556.html). [in Thai]
- Ministry of Education. (2017). *Indicators and learning subjects in the core of science learning subject groups (Revised Edition B.E. 2560)*. Retrieved from <http://academic.obec.go.th/newsdetail.php?id=75> [in Thai]
- 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.

- Nan Provincial Education Office. (2018). *Rak Pa Nan Course*. Retrieved from <https://drive.google.com/file/d/1XQ2oBFtXS2ECrFXAla158n3cviPz-sYm/view> [in Thai]
- Nations, U. (2015). *United nations framework convention on climate change*. 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.
- Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning (ONEP). (2015). *Climate change master plan 2015-2050*. Retrieved from [shorturl.at/aTUYZ](http://shorturl.at/aTUYZ) [in Thai]
- Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning (ONEP). (2018). *Database for Thailand's environmental quality situation report*. Retrieved from [http://www.onep.go.th/env\\_data/](http://www.onep.go.th/env_data/) [in Thai]
- 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.
- Reckien, D., & Eisenack, K. (2013). Climate change gaming on board and screen: A review. *Simulation Gaming*, 44(2-3), 253-271.
- Royal Forest Department. (2018). *Forest area of Thailand year 1973-2017*. Retrieved from <http://forestinfo.forest.go.th/55/Content.aspx?id=72>
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (ISPT). (2011). *Earth Science Course (ESS)*. Retrieved from <https://www.scimath.org/article-physics/item/596-ess> [in Thai]
- UNESCO. (2010). *Climate change education for sustainable development*. Retrieved from <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000190101>