



Effects of Citizen Science-Based GLOBE-NASA Soil Observation Activities on Science Learning Outcomes among Primary School Students: Supporting Sustainable Development Goal 4 (Quality Education)

Thanawat Hongsa¹, Ratsamee Janthalert¹, Sasipat Klay Na Rangsi¹ and Chan Pattama Polyong^{2,*}

¹Anuban Chonburi School, Office of Chonburi Primary Educational Service Area 1

²Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University

*E-mail: Chanpattame.po@bsru.ac.th, chan.bsru@gmail.com

Received <4 Jul. 2026>; Revised <19 Sep. 2026>; Accepted <21 Sep. 2026>

Abstract

This study aimed to investigate the effects of citizen science learning through GLOBE-NASA soil observation activities on scientific knowledge, science process skills, scientific attitude, and student satisfaction among primary school students. A quasi-experimental nonequivalent control group pretest-posttest design was employed. The participants were 64 Grade 2 students from two intact classrooms at Anuban Chonburi School, Thailand. The two classrooms were randomly assigned to the experimental group ($n = 32$) and the control group ($n = 32$). Research instruments included Citizen science lesson plans based on GLOBE-NASA soil observation activities, a scientific knowledge test, a science process skills assessment, a scientific attitude questionnaire, and a satisfaction questionnaire. Data were analyzed using descriptive statistics, t-tests, and analysis of covariance (ANCOVA). The results revealed that students in the experimental group achieved significantly higher scientific knowledge and science process skills scores than those in the control group after the intervention ($p < .001$). In addition, the experimental group demonstrated significantly more positive scientific attitude than the control group ($p < .001$), with attitude rated at a very high level (4.61 ± 0.34). Student satisfaction with the activities was also at a very high level (4.72 ± 0.38). The engagement rate during learning activities was 85.4%, while instructional fidelity reached 97.5%. In conclusion, Citizen science learning through GLOBE-NASA soil observation activities effectively enhanced students' scientific knowledge, science process skills, and scientific attitude while promoting high levels of satisfaction and engagement. The findings suggest that Citizen Science approaches should be integrated into primary science education to improve learning outcomes and support Sustainable Development Goal 4 (Quality Education).

Keywords: Citizen Science; GLOBE-NASA; Science process skills; Primary education; Science learning

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบพลเมืองนักวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการสังเกตดินด้วยชุด GLOBE-NASA ต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา เพื่อสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนที่ 4 ด้านการศึกษาที่มีคุณภาพ

ธนวัฒน์ หงษ์สา¹ รัศมี จันทะเลิศ¹ ศศิภัทร คล้าย ณ รังษี¹ และ ฌาน ปัทมะ พलयง^{2*}

¹โรงเรียนอนุบาลชลบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชลบุรี เขต 1

²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

*Email: Chanpattame.po@bsru.ac.th, chan.bsru@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบพลเมืองนักวิทยาศาสตร์ (Citizen science) ผ่านกิจกรรมการสังเกตดินด้วยชุด GLOBE-NASA ที่มีต่อความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจของนักเรียนระดับประถมศึกษา การวิจัยกึ่งทดลองโดยใช้แบบแผนกลุ่มควบคุมที่ไม่เท่าเทียมกันแบบทดสอบก่อนและหลัง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอนุบาลชลบุรี จำนวน 64 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 32 คน เครื่องมือวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบความรู้ แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติ และแบบวัดความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา t-test และ ANCOVA ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) และมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมภายหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) นอกจากนี้ นักเรียนกลุ่มทดลองมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูงมาก (4.61 ± 0.34) และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) ขณะที่ความพึงพอใจต่อกิจกรรมอยู่ในระดับสูงมาก (4.72 ± 0.38) มีระดับการมีส่วนร่วมร้อยละ 85.4 และการดำเนินกิจกรรมมีความสอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ร้อยละ 97.5 สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบพลเมืองนักวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการสังเกตดินด้วยชุด GLOBE-NASA สามารถส่งเสริมความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งสร้างความพึงพอใจและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ในระดับสูง จึงควรส่งเสริมการประยุกต์ใช้กิจกรรม Citizen science ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา เพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้และสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านการศึกษาที่มีคุณภาพ (SDG 4)

คำสำคัญ: พลเมืองนักวิทยาศาสตร์; GLOBE-NASA; ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์; ประถมศึกษา; การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

บทนำ

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากเป็นช่วงวัยที่เด็กเริ่มต้นเรียนรู้จากประสบการณ์จริงรอบตัว ทั้งการสังเกต การตั้งคำถาม และการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ความสามารถเหล่านี้ถูกจัดอยู่ในกลุ่มทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skills) ซึ่งมีความจำเป็นต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับสูงขึ้น และยังเชื่อมโยงกับการพัฒนาการคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (Kruit *et al.*, 2018) งานวิจัยในช่วงหลังพบว่า การเสริมสร้างทักษะดังกล่าวควรเริ่มตั้งแต่ระดับประถมต้น เพื่อให้เด็กได้มีโอกาสฝึกการสังเกต การวัด การบันทึก การจำแนก และการอธิบายเชิงเหตุผลอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม บริบทการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนหลายแห่งยังคงใช้วิธีการสอนแบบบรรยายหรือการสาธิตเป็นหลัก เด็กมีโอกาสมือปฏิบัติจริงค่อนข้างน้อย ส่งผลให้การพัฒนาทักษะเชิงกระบวนการยังไม่เต็มศักยภาพ (Jaihom, Sangpradit and Phonphok, 2018)

หนึ่งในแนวทางที่ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติและเริ่มถูกนำมาประยุกต์ใช้ในโรงเรียนคือ “การเรียนรู้แบบพลเมืองนักวิทยาศาสตร์” หรือ Citizen science ซึ่งหมายถึงการมีส่วนร่วมของประชาชนทั่วไป รวมถึงนักเรียน ในการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ และแบ่งปันผลการวิจัยเพื่อประโยชน์ทั้งต่อวิทยาศาสตร์และการเรียนรู้ของผู้เข้าร่วม (European Citizen Science Association, 2018) การบูรณาการ Citizen science เข้าสู่การเรียนการสอนไม่เพียงแต่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมอย่างแท้จริงในกระบวนการวิทยาศาสตร์ แต่ยังช่วยเสริมสร้างแรงจูงใจและเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์อีกด้วย (Bonney *et al.*, 2016; Shah and Martinez, 2016) โดยเฉพาะเมื่อเด็กได้ลงมือเก็บข้อมูลจริงจากสิ่งแวดล้อมใกล้ตัว จะช่วยให้การเรียนรู้มีความหมายมากขึ้น และสามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้อย่างชัดเจน (NASA GLOBE Program, 2020; Gizaw and Sota, 2023)

องค์การ NASA ได้ดำเนินโครงการ GLOBE (Global Learning and Observations to Benefit the Environment) ซึ่งเป็นโครงการ Citizen science ระดับโลก ที่เปิดโอกาสให้นักเรียน ครู และนักวิทยาศาสตร์ทำงานร่วมกันผ่านการสังเกตและเก็บข้อมูลสิ่งแวดล้อม เช่น ดิน น้ำ อากาศ และเมฆ ข้อมูลที่ได้ถูกนำเข้าสู่ฐานข้อมูลสากลเพื่อสนับสนุนการวิจัยด้านสิ่งแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (NASA GLOBE Program, 2022) สำหรับนักเรียนประถมศึกษา NASA ได้พัฒนา Elementary GLOBE ซึ่งเป็นชุดกิจกรรมและสื่อการเรียนรู้ที่ออกแบบให้สอดคล้องกับวัย เน้นการเรียนรู้จากการสังเกต ลงมือปฏิบัติ และการบันทึกข้อมูลจริง โดยมีเป้าหมายเพื่อเสริมสร้างทั้งทักษะวิทยาศาสตร์และความสนใจในธรรมชาติ (NASA GLOBE Program, 2022)

หัวข้อการเรียนรู้เรื่อง “ดิน” เป็นจุดเน้นในการจัดกิจกรรม Citizen science มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากดินเป็นทรัพยากรที่เด็กสามารถสัมผัสและสังเกตได้โดยตรง อีกทั้งยังเป็นองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ การทำกิจกรรมเกี่ยวกับการสังเกตและวัดคุณสมบัติดิน เช่น สี เนื้อดิน ความชื้น และการซึมผ่านน้ำ เป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับช่วงวัยประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ต้องการการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (NASA GLOBE Program, 2020) นอกจากนี้ กิจกรรมดังกล่าวยังช่วยเชื่อมโยงผู้เรียนกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติ โดยเฉพาะเป้าหมายที่ 4 (Sustainable Development Goal 4: Quality Education) ซึ่งมุ่งให้ผู้เรียนทุกคนได้รับการศึกษาที่มีคุณภาพ เท่าเทียม และส่งเสริมโอกาสในการเรียนรู้ตลอดชีวิต (UNESCO, 2021) การนำแนวคิด Citizen science มาประยุกต์ในห้องเรียนจึงเป็นการพัฒนา “ทักษะเพื่อความยั่งยืน” (Education for sustainability competencies) ที่ช่วยให้เด็กมีทั้งความรู้ ทักษะ และความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ตามเป้าหมาย SDG 4.7 ที่เน้นให้การศึกษาสร้างความเข้าใจเรื่องสิ่งแวดล้อม ความยั่งยืน และเป็นพลเมืองโลก

แม้ว่ากิจกรรมภาคปฏิบัติได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกการสังเกต การวัด และการเก็บรวบรวมข้อมูล แต่การลงมือปฏิบัติเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอต่อการพัฒนาความเข้าใจเชิงมีนัยสำคัญ หากผู้เรียนไม่ได้รับโอกาสให้วิเคราะห์และตีความข้อมูล สร้างคำอธิบาย ใช้หลักฐานสนับสนุนข้อสรุป และสื่อสารเหตุผลของตนเอง ดังนั้นกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงควรบูรณาการการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เข้ากับแนวคิดสำคัญและการให้เหตุผลจากหลักฐาน (National Research Council, 2012; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2019) โดยกระบวนการ Citizen science ได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสื่อสารผลการศึกษา จึงมีศักยภาพในการเชื่อมประสบการณ์ภาคสนามกับการพัฒนาความรู้และทักษะการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ (Phillips *et al.*, 2018)

ที่ผ่านมา มีงานวิจัยจำนวนมากที่รายงานว่าการจัดการเรียนรู้แบบ Citizen science และกิจกรรมภายใต้โครงการ GLOBE สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ แต่ผลการศึกษาล้วนส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา ระดับอุดมศึกษา หรือการมีส่วนร่วมของประชาชนในการเก็บข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม (Martin *et al.*, 2022; Goforth, Scharen and Hayes, 2026; Pichaiakum *et al.*, 2022) นอกจากนี้ แม้ว่าประเทศไทยมีการดำเนินโครงการ GLOBE (Global Learning and Observations to Benefit the Environment) อย่างต่อเนื่องภายใต้การประสานงานของสถาบันส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และมีการส่งเสริมให้นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์และการวิจัยด้านสิ่งแวดล้อมมาเป็นเวลาหลายปี แต่จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า งานวิจัยในประเทศไทยมุ่งนำเสนอการดำเนินโครงการผลงานวิจัยของนักเรียนหรือการเผยแพร่กิจกรรมมากกว่าการประเมินประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบ GLOBE-NASA ต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2026; Deekhantod, 2022) โดยเฉพาะในระดับประถมศึกษา จึงยังมีช่องว่างขององค์ความรู้เกี่ยวกับผลของกิจกรรมดังกล่าวต่อการพัฒนาความรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนในบริบทของประเทศไทย และช่วยเติมเต็มองค์ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้แบบ Citizen Science และสนับสนุนการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพอย่างยั่งยืน

โรงเรียนอนุบาลชลบุรี ซึ่งเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษในเขตเมือง มีสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลางแจ้ง การนำกิจกรรมสังเกตดินมาบูรณาการกับการเรียนรู้แบบ Citizen science จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสม ทั้งในด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และในด้านการสร้างเจตคติการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในชุมชนเมืองชายฝั่ง จังหวัดชลบุรี ดังนั้นในครั้งนี้นจึงมุ่งศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบ Citizen science ผ่านกิจกรรมการสังเกตดินด้วยชุด GLOBE-NASA ที่มีต่อความรู้ ทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงประเมินความพึงพอใจ และการมีส่วนร่วมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอนุบาลชลบุรี โดยความใหม่ของการศึกษานี้อยู่ที่การประยุกต์ใช้กิจกรรม GLOBE-NASA ด้านการสังเกตดินกับผู้เรียนระดับประถมศึกษาตอนต้นในบริบทโรงเรียนไทย พร้อมประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้หลายมิติภายใต้กรอบเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนที่ 4 ซึ่งช่วยสร้างหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อยืนยันว่าการบูรณาการ Citizen science กับการเรียนรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมสามารถส่งเสริมคุณภาพการศึกษาให้สอดคล้องกับ SDG 4 ให้การศึกษามีคุณภาพได้อย่างเป็นรูปธรรม ทั้งในมิติของการเรียนรู้เชิงกระบวนการและการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นพลเมืองรุ่นใหม่ที่มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคม

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบพลเมืองนักวิทยาศาสตร์ (Citizen science) ผ่านกิจกรรมการสังเกตดินด้วยชุด GLOBE-NASA ต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความพึงพอใจ และการมีส่วนร่วมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองโดยใช้แบบแผนกลุ่มควบคุมที่ไม่เท่าเทียมกันแบบทดสอบก่อนและหลัง (Nonequivalent control group pretest-posttest design) เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบพลเมืองนักวิทยาศาสตร์ (Citizen science) โดยใช้กิจกรรมการสังเกตดินด้วยชุด GLOBE-NASA ที่มีต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจของนักเรียนระดับประถมศึกษา

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยนี้มีประชากรคือนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอนุบาลชลบุรี ทั้งหมดจำนวน 350 คน ใน 10 ห้องเรียน กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 เพื่อกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดลองเปรียบเทียบจำนวน 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้อ้างอิงสูตรของ Cohen (1988) สำหรับการคำนวณขนาดตัวอย่างในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสองกลุ่มอิสระ (Independent t-test) โดยกำหนด $\alpha/2$ เท่ากับ 1.96 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ค่า $Z_{1-\beta}$ เท่ากับ 0.84 เมื่อกำหนดค่าพลังการทดสอบ (Power) ที่ 0.80 ขนาดอิทธิพล (Effect size) กำหนดที่ระดับปานกลางถึงสูง $d = 0.6-0.7$ เมื่อแทนค่าในสูตร ได้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 32 คน ทั้งหมดสองกลุ่มรวมเท่ากับ 64 คน โดยทั้งสองกลุ่มมีลักษณะพื้นฐานด้านเพศและอายุใกล้เคียงกัน สัดส่วนชายต่อหญิง เท่ากับ 1.06 ต่อ 1.00 อายุเฉลี่ย 7.4 ± 0.4 ปี

การสุ่ม ได้สุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยจับสลากห้องเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ห้องจากทั้งหมดในชั้นปีเดียวกัน แล้วทำการสุ่ม ห้องที่ 1 เป็น กลุ่มทดลอง (Experimental group) ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้แบบพลเมืองนักวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรม GLOBE-NASA เรื่อง การสังเกตดิน และห้องที่ 2 เป็น กลุ่มควบคุม (Control group) ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้ตามปกติของโรงเรียน โดยทั้งสองกลุ่มมีเกณฑ์คัดเข้า ได้แก่ กำลังศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอนุบาลชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 ได้รับความยินยอมจากผู้ปกครองให้เข้าร่วมโครงการวิจัย และนักเรียนแสดงความสมัครใจเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ และไม่เคยเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้แบบพลเมืองนักวิทยาศาสตร์ (Citizen science) มาก่อน สำหรับเกณฑ์คัดออก ได้แก่ ระยะเวลาเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของระยะเวลากิจกรรมทั้งหมด มีข้อจำกัดด้านสุขภาพไม่สามารถเข้าร่วมภาคสนามได้ เช่น ภูมิแพ้ฝุ่นหรือดิน หรือภาวะสมาธิสั้นรุนแรง และนักเรียนทำแบบทดสอบหรือประเมินก่อนหรือหลังการเรียนรู้ไม่ครบถ้วน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบพลเมืองนักวิทยาศาสตร์ (Citizen science learning plan)

การจัดการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นตามแนวคิดของโครงการ GLOBE–NASA (Global learning and observations to benefit the environment) ซึ่งมุ่งให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสำรวจสิ่งแวดล้อมและสร้างองค์ความรู้จากข้อมูลจริง โดยเน้นพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา ผ่านกิจกรรมภาคสนามและการสะท้อนคิดภายใต้หัวข้อ การสังเกตดิน (Soil observation) (NASA GLOBE Program, 2020)

แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 แผนการสอน รวมเวลาเรียนทั้งหมด 5 คาบ (คาบละ 50 นาที) ใช้ระยะเวลาประมาณ 3 สัปดาห์ ออกแบบตามกรอบ GLOBE 5 ขั้นตอน ได้แก่ Observe, Measure, Record, Report และ Reflect ผสานกับแนวทางการเรียนรู้เชิงสืบเสาะ (5E Learning cycle) เพื่อกระตุ้นความสนใจและการเรียนรู้เชิงรุกของผู้เรียน โครงสร้างกิจกรรมและสาระสำคัญ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบพลเมืองนักวิทยาศาสตร์

หัวข้อ	หัวข้อย่อย	ขั้นตอน (GLOBE/5E)	กิจกรรมหลักของนักเรียน	สื่อ/อุปกรณ์
รู้จักดินรอบตัว	Engage Explore Observe	- สนทนา “ดินคืออะไร” - เดินสำรวจสนาม - เก็บภาพ/วาดรูปดิน	บัตรคำศัพท์ แว่นขยาย ตัวอย่างดิน	ใบงานที่ 1 บันทึกลักษณะทั่วไป ของดิน
สีและเนื้อดิน	Explore Explain Measure	- ทดลองดู/คลึงดิน - ทดสอบสีและเนื้อดินด้วยแผ่น เทียบสี	ตัวอย่างดิน 3 แบบ แผ่น เทียบสี น้ำ	ใบงานที่ 2 ตารางสีและเนื้อดิน
ความชื้นและ การซึมผ่านน้ำ	Explore Measure Record	- หยดน้ำบนดิน - จับเวลาการซึมผ่าน - สัมผัสความชื้น	ดรอปปเปอร์ ถ้วยตวง ไม้บรรทัด	ใบงานที่ 3 ตารางการซึมผ่านน้ำ
จำแนกและ อธิบายผล	Explain Elaborate Record	- จำแนกประเภทดินจากข้อมูล - สรุป “ดินใดซึมน้ำเร็วกว่า”	กระดาษโปสเตอร์ ระบายสี ตามกรอบ CER ฉบับปรับให้ เหมาะสมกับวัย	แผ่นสรุปกลุ่มพร้อม คะแนนระบายสี
รายงานและ สะท้อนผล	Elaborate Evaluate Report Reflect	- ทำกราฟสรุปข้อมูลทั้งชั้น - สะท้อนสิ่งที่เรียนรู้	แม่แบบกราฟ กระดาษโน้ต	กราฟชั้นเรียน แบบสะท้อนคิด

หมายเหตุ: CER ย่อมาจาก Claim–Evidence–Reasoning ซึ่งเป็นกรอบการอธิบายเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ Claim คือข้อกล่าวอ้างหรือข้อสรุปจากข้อมูล Evidence คือหลักฐานที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และ Reasoning คือการอธิบายความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างตามหลักวิทยาศาสตร์ (McNeill and Krajcik, 2011)

3.2 แบบทดสอบและแบบประเมินผล

เครื่องมือชุดนี้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้วัดผลการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติ และความร่วมมือของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้แบบพลเมืองนักวิทยาศาสตร์ (Citizen science) เรื่อง การสังเกตดิน ซึ่งอ้างอิงแนวทางของโครงการ GLOBE–NASA และหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา (สสวท.) รายละเอียดแต่ละส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เป็นแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานด้านดินและการสังเกตสิ่งแวดล้อม จำนวน 12 ข้อ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 12 คะแนน ครอบคลุมสาระสำคัญเกี่ยวกับสี เนื้อดิน ความชื้น การซึมผ่านของน้ำ การใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และการบันทึกข้อมูล ตัวอย่างข้อคำถาม ได้แก่ ดินชนิดใดมีแนวโน้มให้น้ำซึมผ่านได้เร็วที่สุด และการบันทึกข้อมูลการทดลองที่ดีควรมีลักษณะอย่างไร

ส่วนที่ 2 แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทดลองชิมน้ำของดิน และการจำแนกดินและอธิบายเหตุผลตามกรอบ CER (Claim–Evidence–Reasoning) ซึ่งประกอบด้วยการเสนอข้อกล่าวอ้าง การใช้หลักฐานสนับสนุน และการอธิบายเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง (McNeill and Krajcik, 2011) ครอบคลุม 5 มิติ ได้แก่ การสังเกต การวัด

การบันทึก การจำแนก และการอธิบายเหตุผลตามกรอบ CER ตัวอย่างรายการประเมิน ได้แก่ นักเรียนสามารถสังเกตและบรรยายสีและเนื้อดินได้อย่างถูกต้อง สามารถวัดและบันทึกระยะเวลาการซึมผ่านของน้ำได้ครบถ้วน สามารถจำแนกประเภทดินจากข้อมูลที่เก็บรวบรวม และสามารถอธิบายข้อสรุปโดยเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานตามกรอบ CER ได้ การให้คะแนนแต่ละด้านอยู่ระหว่าง 0–3 คะแนน โดยคะแนน 3 หมายถึงปฏิบัติได้ถูกต้องและครบถ้วน คะแนน 2 หมายถึงปฏิบัติได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ คะแนน 1 หมายถึงปฏิบัติได้บางส่วน และคะแนน 0 หมายถึงไม่สามารถปฏิบัติได้หรือไม่มีหลักฐานการปฏิบัติ

ส่วนที่ 3 แบบสังเกตการมีส่วนร่วมของนักเรียน ผู้สังเกตจำนวน 2 คน ได้แก่ ผู้วิจัยและครูผู้สอน บันทึกพฤติกรรมการมีส่วนร่วมของนักเรียนอย่างเป็นอิสระต่อกันทุก 2 นาที ตลอดช่วงกิจกรรม โดยใช้เกณฑ์การจำแนกเดียวกัน ได้แก่ O หมายถึง มีส่วนร่วมในกิจกรรม (On-task), P หมายถึง มีส่วนร่วมบางส่วน (Partial) และ N หมายถึง ไม่อยู่ในกิจกรรม (Not on-task) ก่อนการเก็บข้อมูล ผู้สังเกตทั้งสองคนได้รับการชี้แจงนิยามและฝึกใช้เกณฑ์การสังเกตร่วมกัน โดยผลที่ได้นำไปคำนวณร้อยละการมีส่วนร่วม โดยสูตร คือ (% Engagement) = (จำนวนช่อง O / จำนวนช่องทั้งหมด) × 100 ตัวอย่างการจำแนกพฤติกรรม ได้แก่ O เมื่อผู้เรียนกำลังสังเกตดิน วัด บันทึกข้อมูล อภิปราย หรือปฏิบัติงานตามกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย; P เมื่อผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมเพียงบางส่วนหรือจำเป็นต้องได้รับการกระตุ้นเตือน; และ N เมื่อผู้เรียนทำกิจกรรมอื่นที่ไม่เกี่ยวข้อง ไม่สนใจภารกิจ หรือออกจากกิจกรรมโดยไม่มีเหตุจำเป็น

ส่วนที่ 4 แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ใช้แบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ (Smiley likert) ตั้งแต่ 1 = ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (แสดงรูปหน้าเศร้า บึ้งตึง ☹) ถึง 5 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง (แสดงรูปหน้ายิ้มกว้าง 😊) มีรายการ 8 ข้อ ตัวอย่างข้อคำถาม ได้แก่ “ฉันสนุกเมื่อได้ทดลองเกี่ยวกับดิน” “ฉันอยากเก็บข้อมูลจริงนอกห้องเรียนอีก” คะแนนเฉลี่ยรวมแปลผลตามระดับ (1.00–1.75 = ต่ำมาก ถึง 4.26–5.00 = สูงมาก)

ส่วนที่ 5 แบบตรวจสอบความสอดคล้องของการจัดการเรียนรู้ตามแผน
แบบตรวจสอบนี้ใช้ประเมินความสอดคล้องของการดำเนินกิจกรรมในแต่ละคาบกับแผนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาการดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอน Citizen science 5 ขั้นตอน ได้แก่ Observe, Measure, Record, Report และ Reflect ผู้สังเกตทำเครื่องหมายถูก (✓) เมื่อดำเนินกิจกรรมตามรายการที่กำหนดและบันทึกหลักฐานในช่องหมายเหตุ กำหนดเกณฑ์ความสอดคล้องกับแผนไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ตัวอย่างรายการตรวจสอบ ได้แก่ ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสังเกตตัวอย่างดินจริง นักเรียนได้วัดและบันทึกข้อมูลตามใบงาน นักเรียนรายงานผลจากข้อมูลที่เก็บรวบรวม และมีการสะท้อนผลการเรียนรู้เมื่อสิ้นสุดกิจกรรม ผู้สังเกตให้คะแนน 1 เมื่อดำเนินการตามรายการและให้คะแนน 0 เมื่อไม่ได้ดำเนินการตามรายการ

ส่วนที่ 6 แบบวัดความพึงพอใจต่อกิจกรรม
ใช้แบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ตั้งแต่ 1 = พึงพอใจน้อยที่สุด (รูปหน้าเศร้า บึ้งตึง) ถึง 5 = พึงพอใจมากที่สุด (รูปหน้ายิ้มกว้าง) มีรายการ 5 ข้อ ครอบคลุมด้านเนื้อหา กิจกรรม การลงมือปฏิบัติ สื่อและอุปกรณ์ การทำงานร่วมกับเพื่อน และประโยชน์ที่ได้รับจากกิจกรรม ตัวอย่างข้อคำถาม ได้แก่ ฉันพอใจกับกิจกรรมที่ครูสอน และฉันพอใจกับเพื่อน ๆ ที่ทดลองไปด้วยกัน คะแนนเฉลี่ยรวมแปลผลตั้งแต่ระดับต่ำมากถึงสูงมาก โดยใช้เกณฑ์เดียวกับแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
การวัดตัวแปรตามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ คะแนนหรือข้อมูลที่ได้ ช่วงเวลาที่ประเมิน และวิธีวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับตัวแปรแต่ละด้าน ได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความพึงพอใจ และการมีส่วนร่วมของนักเรียน รวมทั้งความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมตามแผน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความสอดคล้องระหว่างตัวแปร เครื่องมือ การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

ตัวแปร/ ตัวชี้วัด	นิยามเชิงปฏิบัติการ	เครื่องมือที่ใช้	คะแนนหรือ ข้อมูลที่ได้	ช่วงเวลาที่ ประเมิน	การวิเคราะห์
ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	ความรู้เกี่ยวกับสี เนื้อดิน ความชื้น การซึมผ่านของ น้ำ การบันทึกข้อมูล และ การใช้เหตุผลทาง วิทยาศาสตร์	แบบทดสอบความรู้ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 12 ข้อ	0–12 คะแนน	ก่อนและหลัง การทดลอง ทั้งสองกลุ่ม	Paired samples t-test และ ANCOVA โดยควบคุม คะแนนก่อนเรียน
ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ความสามารถด้านการ สังเกต การวัด การบันทึก การจำแนก และการ	แบบประเมินทักษะ กระบวนการทาง	0–15 คะแนน	ก่อนและหลัง การทดลอง ทั้งสองกลุ่ม	Paired samples t-test และ ANCOVA

ตัวแปร/ ตัวชี้วัด	นิยามเชิงปฏิบัติการ	เครื่องมือที่ใช้	คะแนนหรือ ข้อมูลที่ได้	ช่วงเวลา ที่ประเมิน	การวิเคราะห์
	อธิบายเหตุผลตามกรอบ CER	วิทยาศาสตร์โดยใช้ รูปrik 4 ระดับ			โดยควบคุม คะแนนก่อนเรียน
เจตคติทาง วิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นและ ความรู้สึกของนักเรียนต่อ การเรียนรู้และการทำ กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์	แบบวัดเจตคติแบบ มาตราประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 8 ข้อ	คะแนน เฉลี่ย 1.00– 5.00	หลังการ ทดลอง ทั้ง สองกลุ่ม	Independent samples t-test
ความพึงพอใจต่อ กิจกรรม	ระดับความพึงพอใจของ นักเรียนต่อเนื้อหา กิจกรรม สื่อ การลงมือ ปฏิบัติ และประโยชน์ที่ ได้รับ	แบบวัดความพึง พอใจแบบมาตร ประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 5 ข้อ	คะแนน เฉลี่ย 1.00– 5.00	หลังการ ทดลอง เฉพาะกลุ่ม ทดลอง	ค่าเฉลี่ยและส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน
การมีส่วนร่วมของ นักเรียน	สัดส่วนพฤติกรรมที่ นักเรียนมีส่วนร่วมใน ภารกิจการเรียนรู้ระหว่าง กิจกรรม	แบบสังเกตการมี ส่วนร่วม โดยจำแนก เป็น O, P และ N	ร้อยละของ ช่วงเวลาที่ เป็น On- task	ระหว่างการ ทดลองทุก คาบ เฉพาะ กลุ่มทดลอง	ร้อยละการมีส่วน ร่วม
ความสอดคล้อง ของการจัด กิจกรรมตามแผน	ระดับการดำเนินกิจกรรม ตามขั้นตอน Observe, Measure, Record, Report และ Reflect	Fidelity checklist	ร้อยละของ รายการที่ ดำเนินการ ครบถ้วน	ระหว่างการ ทดลองทุก คาบ	ร้อยละความ สอดคล้องกับ แผน

3.3 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือวิจัยได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามหรือรายการประเมินกับวัตถุประสงค์และนิยามของตัวแปรด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item–Objective Congruence: IOC) ผลการตรวจสอบพบว่าค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67–1.00

จากนั้นนำเครื่องมือไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อประเมินคุณภาพของเครื่องมือก่อนนำไปใช้จริง โดยแบบทดสอบความรู้มีค่าความเชื่อมั่น KR-20 เท่ากับ 0.81 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.33–0.76 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.45–0.91 แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินด้วย Intraclass correlation coefficient เท่ากับ 0.88 แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดความพึงพอใจมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.89 และ 0.91 ตามลำดับ ส่วนแบบสังเกตการมีส่วนร่วมของนักเรียนได้รับการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างผู้สังเกต 2 คนด้วย Cohen’s kappa โดยมีค่าเท่ากับ 0.77 แสดงถึงความสอดคล้องระหว่างผู้สังเกตในระดับดี

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการภายหลังได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เลขที่ REC-BSRU COA No. 681201 และได้รับอนุญาตจากผู้อำนวยการโรงเรียน โดยผู้ปกครองลงนามในหนังสือแสดงความยินยอมและนักเรียนเข้าร่วมโดยสมัครใจ การเก็บรวบรวมข้อมูลแบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง และดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 ณ โรงเรียนอนุบาลชลบุรี

ระยะที่ 1 ก่อนการทดลอง

1. ผู้วิจัยจัดทำหนังสือขออนุญาตดำเนินการวิจัย เสนอผู้บริหารโรงเรียนและครูประจำชั้น เพื่อขอความร่วมมือในการดำเนินกิจกรรมและการเก็บข้อมูล จากนั้นแจกแบบฟอร์มหนังสือยินยอม (Informed consent form) ให้ผู้ปกครองและนักเรียน เพื่อยืนยันการเข้าร่วมอย่างสมัครใจ

2. ผู้วิจัยสุ่มเลือกห้องเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ห้องเรียนที่มีจำนวนนักเรียนใกล้เคียงกัน (32 คนต่อห้อง) โดยสุ่มกำหนดให้ ห้องที่ 1 คือ กลุ่มทดลอง (Experimental group) และห้องที่ 2 คือ กลุ่มควบคุม (Control group) จากนั้นดำเนินการเก็บข้อมูลพื้นฐานของนักเรียน เช่น เพศ อายุ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์จากภาคเรียนก่อนหน้า

เพื่อใช้ตรวจสอบความเท่าเทียมของกลุ่ม (Baseline equivalence) และนักเรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบความรู้ก่อนการทดลองและรับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง

ระยะที่ 2 ระหว่างการทดลอง

1. การดำเนินการทดลองใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ รวม 5 แผนการเรียนรู้

กลุ่มทดลอง ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบพลเมืองนักวิทยาศาสตร์ (Citizen science learning) ผ่านกิจกรรม GLOBE–NASA เรื่องการสังเกตดิน (Soil observation) ประกอบด้วยขั้นตอน Observe, Measure, Record, Report และ Reflect โดยผู้เรียนร่วมกันเก็บตัวอย่างดินจริง วิเคราะห์ลักษณะดิน และบันทึกข้อมูลลงในใบงานตามแผน ผู้วิจัยและครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้สังเกตสองคน โดยบันทึกพฤติกรรมการมีส่วนร่วมของนักเรียนอย่างเป็นอิสระต่อกันในช่วงเวลาเดียวกันทุกคาบ ด้วยแบบสังเกตพฤติกรรม (Engagement checklist) และตรวจสอบความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมตามแผนด้วย Fidelity checklist

กลุ่มควบคุม ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติของโรงเรียน โดยใช้แบบเรียนและใบงานตามหลักสูตร ครูผู้สอนดำเนินการตามแผนการเรียนรู้เดิมและใช้เวลาเรียนเท่ากับกลุ่มทดลอง เพื่อควบคุมตัวแปรปรกวน ผู้วิจัยจัดให้ทั้งสองกลุ่มใช้ครูผู้สอนคนเดียวกัน ใช้เวลาสอนในช่วงเวลาเดียวกัน และได้รับการประเมินด้วยเครื่องมือชุดเดียวกัน

ระยะที่ 3 หลังการทดลอง

หลังสิ้นสุดกิจกรรม นักเรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบความรู้ เข้ารับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และตอบแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลอง ส่วนนักเรียนกลุ่มทดลองตอบแบบวัดความพึงพอใจต่อกิจกรรมเพิ่มเติม จากนั้นผู้วิจัยตรวจสอบความครบถ้วนและความถูกต้องของข้อมูลก่อนนำเข้าสู่การวิเคราะห์ทางสถิติ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย 1) สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ 2) สถิติเชิงอนุมาน โดยใช้ Independent-samples t-test เพื่อตรวจสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนการทดลองระหว่างกลุ่ม ใช้ Paired-samples t-test เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังการทดลองภายในกลุ่ม และใช้การวิเคราะห์ Analysis of covariance (ANCOVA) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองระหว่างกลุ่ม โดยใช้คะแนนก่อนการทดลองของตัวแปรเดียวกันเป็นตัวแปรร่วม ทั้งนี้ก่อนการวิเคราะห์ ANCOVA ผู้วิจัยตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น ได้แก่ การแจกแจงของค่าคลาดเคลื่อน ความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน และความเป็นเอกพันธ์ของความชันการถดถอยระหว่างตัวแปรร่วมกับตัวแปรตาม ผลการตรวจสอบพบว่าเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ ANCOVA สำหรับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้วัดคะแนนก่อนการทดลอง จึงเปรียบเทียบคะแนนเจตคติหลังการทดลองระหว่างกลุ่มด้วย Independent-samples t-test กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ ส่วนความพึงพอใจวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

เปรียบเทียบคะแนนความรู้ระหว่างก่อนและหลังเรียน

ผลการวิเคราะห์พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีคะแนนความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) โดยนักเรียนได้คะแนนความรู้หลังเรียนเฉลี่ย 10.13 ± 1.12 คะแนน และความรู้ก่อนเรียนเฉลี่ย 5.88 ± 1.64 คะแนน ขณะที่กลุ่มควบคุมไม่พบการเปลี่ยนแปลง (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบคะแนนความรู้ก่อนและหลังเรียน

กลุ่ม	ก่อนเรียน Mean±SD	หลังเรียน Mean±SD	Mean Difference	t	p
ทดลอง	5.88±1.64	10.13±1.12	4.25	11.52	< .001*
ควบคุม	5.97±1.53	6.56±1.41	0.59	1.84	.074

หมายเหตุ: * $p < .05$

เปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังเรียน

ผลการวิจัยพบว่าคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทุกด้านเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะด้านการสังเกตและการวัด โดยมีคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 2.78 ± 0.42 และ 2.72 ± 0.45 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าก่อนเรียนที่มีคะแนนเท่ากับ 1.84 ± 0.52 และ 1.63 ± 0.58 คะแนนตามลำดับ สำหรับในด้านอื่น ๆ ดังในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปร	ก่อนเรียน Mean±SD	หลังเรียน Mean±SD	p-value
การสังเกต	1.84±0.52	2.78±0.42	< .001*
การวัด	1.63±0.58	2.72±0.45	< .001*
การบันทึก	1.72±0.49	2.69±0.47	< .001*
การจำแนก	1.66±0.51	2.63±0.49	< .001*
การอธิบายเหตุผล (CER)	1.41±0.62	2.44±0.56	< .001*
รวม	8.25±1.83	13.25±1.31	< .001*

หมายเหตุ: *p< .05

การเปรียบเทียบความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการวิเคราะห์ ANCOVA พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) โดยมีค่า Partial η^2 เท่ากับ 0.39 และ 0.43 ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองค่าจัดเป็นขนาดอิทธิพลระดับใหญ่ สำหรับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งไม่มีการวัดก่อนการทดลอง ผลการวิเคราะห์ด้วย Independent samples t-test พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเจตคติหลังการทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 6.91$, $df = 62$, $p < .001$, Cohen's $d = 1.73$) ดังในตารางที่ 5 และ 6

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบคะแนนความรู้และทักษะระหว่างกลุ่มหลังเรียน (ANCOVA)

ตัวแปร	กลุ่มทดลอง Mean±SD	กลุ่มควบคุม Mean±SD	F	p	Partial η^2
ความรู้	10.13±1.12	6.56±1.41	38.42	< .001*	0.39
ทักษะ	13.25±1.31	9.16±1.72	44.81	< .001*	0.43

หมายเหตุ: *p< .05; ค่า Partial η^2 ตั้งแต่ 0.14 ขึ้นไป จัดเป็นขนาดอิทธิพลระดับใหญ่ตามเกณฑ์ของ Cohen (1988)

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่มทดลอง Mean±SD	กลุ่มควบคุม Mean±SD	t	df	p-value	Cohen's d
เจตคติทางวิทยาศาสตร์	4.61±0.34	3.81±0.56	6.91	62	< .001*	1.73

หมายเหตุ: *p< .05

ระดับความพึงพอใจ การมีส่วนร่วมและความสอดคล้องของกิจกรรมของกลุ่มทดลอง

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมอยู่ในระดับสูงมาก มีคะแนนเท่ากับ 4.72 ± 0.38 คะแนน ขณะที่ระดับการมีส่วนร่วมระหว่างการเรียนรู้ในระดับสูง และการดำเนินกิจกรรมมีความสอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ในระดับสูงมาก ดังในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ความพึงพอใจ การมีส่วนร่วมของนักเรียน และความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมตามแผนในกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	Mean±SD	ระดับ
ความพึงพอใจต่อกิจกรรม	4.72±0.38	สูงมาก
การมีส่วนร่วม	85.4%	สูง
ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมตามแผน	97.5%	สูงมาก

อภิปรายผล

ด้านความรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ผ่านกิจกรรมการสังเกตดินด้วยชุด GLOBE–NASA มีคะแนนความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่กลุ่มควบคุมไม่พบความแตกต่างกัน นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มหลังการทดลองโดยใช้ ANCOVA พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนความรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งค่า Partial η^2 ของความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 0.39 และ 0.43 ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองค่าอยู่ในระดับใหญ่ตามเกณฑ์ของ Cohen (1988) ผลดังกล่าวแสดงถึง กิจกรรม GLOBE–NASA ไม่เพียงทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่านั้น แต่ยังมีผลสำคัญในเชิงปฏิบัติต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักเรียนด้วย นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบ Citizen science ช่วยส่งเสริมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของคะแนนความรู้อาจเป็นไปได้ว่า ผู้เรียนไม่ได้เพียงจดจำเนื้อหาเกี่ยวกับดินเท่านั้น แต่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดเรื่องสี เนื้อดิน ความชื้น และการซึมผ่านของน้ำกับสิ่งที่ตนเองสังเกตและทดลองจริงได้ ในระหว่างกิจกรรม นักเรียนต้องเปรียบเทียบลักษณะของตัวอย่างดิน บันทึกผลการสังเกต และใช้ข้อมูลดังกล่าวตอบคำถามหรือสรุปผล ซึ่งประสบการณ์ตรงช่วยให้ผู้เรียนจัดระบบความรู้และเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของดินกับผลการทดลองได้ชัดเจนกว่าการเรียนรู้จากคำอธิบายเพียงอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Constructivism ที่อธิบายว่าการเรียนรู้เกิดจากการสร้างความหมายผ่านประสบการณ์และการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม มากกว่าการรับความรู้จากการบรรยายเพียงอย่างเดียว (Schunk, 2020) ผลการศึกษาค้นนี้สอดคล้องกับ Martin *et al.* (2022) ที่พบว่ากิจกรรมภายใต้โครงการ GLOBE ช่วยส่งเสริมความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะของผู้เรียน รวมทั้งสอดคล้องกับ Roche *et al.* (2020) และ Ballard, Lindell and Jadallah (2024) ที่รายงานว่าการเรียนรู้แบบ Citizen science ส่งผลเชิงบวกต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่ใช้ข้อมูลและปัญหาจริง นอกจากนี้ ผลการศึกษาค้นนี้ยังช่วยเพิ่มหลักฐานเชิงประจักษ์ว่าการประยุกต์ใช้กิจกรรม GLOBE–NASA สามารถพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพในบริบทของประเทศไทย ซึ่งยังมีงานวิจัยด้านนี้ค่อนข้างจำกัด

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกด้าน ได้แก่ การสังเกต การวัด การบันทึก การจำแนก และการอธิบายเหตุผลตามกรอบ CER นอกจากนี้ ผลการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มหลังการทดลองพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เห็นได้ว่า กิจกรรม Citizen science ผ่าน GLOBE–NASA ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากผู้เรียนได้ลงมือสังเกต เก็บข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบายผลจากหลักฐานจริง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้จากประสบการณ์และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Kolb, 2015; Strata, Henriksen and Jegstad, 2024) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Stylinski *et al.* (2020) และ Martin *et al.* (2022) ที่รายงานว่ากิจกรรม Citizen science และโครงการ GLOBE ช่วยพัฒนาทักษะการสืบเสาะและการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน นอกจากนี้ Finger *et al.* (2023) ยังพบว่าการมีส่วนร่วมในการเก็บข้อมูลจริงช่วยส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง Astalini *et al.* (2023) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะการคิดของผู้เรียน สำหรับการอธิบายเหตุผลตามกรอบ CER โดยผลที่ดียิ่งขึ้นอาจแสดงให้เห็นว่า นักเรียนเริ่มสามารถเสนอข้อสรุปจากการทดลอง ใช้ข้อมูลที่บันทึกไว้เป็นหลักฐาน และอธิบายความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อสรุปได้เป็นระบบมากขึ้น นอกจากนี้ผลดังกล่าวยังชี้ให้เห็นความสำคัญของการช่วยพยุงการเรียนรู้ (Scaffolding) โดยเฉพาะในขั้น Report และ Reflect ครูควรใช้คำถามชี้แนะแบบบันทึกที่มีโครงสร้าง และตัวอย่างการเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อสรุป เพื่อช่วยให้นักเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้นเปลี่ยนข้อมูลที่ได้จากการลงมือปฏิบัติไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผล

ด้านเจตคติพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีขนาดอิทธิพลระดับใหญ่ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการศึกษานี้ไม่ได้วัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง ผลดังกล่าวจึงแสดงถึงความแตกต่างระหว่างกลุ่มภายหลังการทดลอง แต่ยังไม่สามารถยืนยันการเปลี่ยนแปลงของเจตคติจากระดับก่อนการทดลองภายในแต่ละกลุ่มได้โดยตรง ทั้งนี้ คะแนนเจตคติที่สูงของกลุ่มทดลองอาจสัมพันธ์กับลักษณะกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกไปสำรวจสิ่งแวดล้อม ใช้อุปกรณ์ ทดลองกับตัวอย่างดินจริง และทำงานร่วมกับเพื่อน แทนการรับฟังคำอธิบายจากครูเพียงฝ่ายเดียว ประสบการณ์ดังกล่าวอาจช่วยให้นักเรียนมองว่าวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่สามารถลงมือทำได้ มีความ

เกี่ยวข้องกับสิ่งรอบตัว และให้ผลลัพธ์ที่สังเกตได้ด้วยตนเอง ซึ่งอาจนำไปสู่ความสนุก ความอยากรู้อยากเห็น และความตั้งใจที่จะเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในอนาคต โดยการจัดการเรียนรู้แบบ Citizen science ผ่านกิจกรรม GLOBE-NASA อาจส่งเสริมเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้สอดคล้องกับทฤษฎีการกำหนดตนเอง (Self-determination theory) ที่อธิบายว่าการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้ ได้แสดงศักยภาพ และทำงานร่วมกับผู้อื่น จะช่วยส่งเสริมแรงจูงใจภายใน และเจตคติเชิงบวกต่อการเรียนรู้ (Ryan and Deci, 2020) ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สอดคล้องกับ Roche *et al.* (2020) และ Ballard, Lindell and Jadallah (2024) ที่รายงานว่า การมีส่วนร่วมในกิจกรรม Citizen science ช่วยเพิ่มความสนใจ ความผูกพัน และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ Phillips *et al.* (2019) ยังพบว่าการเรียนรู้ผ่าน Citizen science ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของการเรียนรู้ (Ownership of learning) และเห็นความเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์กับชีวิตประจำวันมากขึ้น ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงช่วยเพิ่มหลักฐานเชิงประจักษ์ว่ากิจกรรม GLOBE-NASA ไม่เพียงส่งเสริมผลลัพธ์ด้านความรู้และทักษะเท่านั้น แต่ยังช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาในบริบทประเทศไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ด้านความพึงพอใจต่อกิจกรรม พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความพึงพอใจอยู่ในระดับสูงมาก และมีระดับการมีส่วนร่วมในกิจกรรมสูงถึงร้อยละ 85.4 ขณะที่การดำเนินกิจกรรมมีความสอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ (Fidelity) ร้อยละ 97.5 เห็นได้ว่า กิจกรรม Citizen science ผ่าน GLOBE-NASA สามารถสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกิจกรรมเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการสำรวจสิ่งแวดล้อมจริง ทำงานร่วมกัน และมีบทบาทในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) ที่ช่วยเพิ่มแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน (Freeman *et al.*, 2014) ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สอดคล้องกับ Roche *et al.* (2020) และ Ballard, Lindell and Jadallah (2024) ได้สรุปว่ากิจกรรม Citizen science ช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายแก่ผู้เรียน นอกจากนี้ Finger *et al.* (2023) ยังพบว่าผู้เรียนที่มีโอกาสเก็บข้อมูลและใช้ข้อมูลจริงในการเรียนรู้ มีแนวโน้มเกิดความพึงพอใจและความผูกพันต่อการเรียนมากกว่าการเรียนในรูปแบบดั้งเดิม ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงสนับสนุนว่า การบูรณาการกิจกรรม GLOBE-NASA เข้ากับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง และสามารถส่งเสริมทั้งการมีส่วนร่วมและคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนได้

งานวิจัยฉบับนี้มีจุดเด่นที่สำคัญคือการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้แบบ Citizen science ร่วมกับกิจกรรม GLOBE-NASA ซึ่งเป็นโครงการระดับนานาชาติที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากสถานการณ์จริง พบได้น้อยในประเทศไทย กิจกรรมส่งผลให้ผู้เรียนได้พัฒนาทั้งความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กัน อีกทั้งยังมีการประเมินผลในหลายมิติและใช้การวิเคราะห์ทางสถิติที่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ยังมีข้อจำกัดบางประการ ได้แก่ การเก็บข้อมูลจากโรงเรียนเพียงแห่งเดียวและมีกลุ่มตัวอย่างจำนวนจำกัด ซึ่งอาจส่งผลต่อการอ้างอิงผลไปยังบริบทอื่น นอกจากนี้ระยะเวลาการดำเนินกิจกรรมค่อนข้างสั้นและไม่มีการติดตามผลในระยะยาว จึงยังไม่สามารถสรุปความคงอยู่ของผลลัพธ์การเรียนรู้ได้อย่างชัดเจน ดังนั้น การวิจัยในอนาคตควรขยายกลุ่มตัวอย่างไปยังโรงเรียนที่มีบริบทหลากหลาย เพิ่มระยะเวลาการศึกษา และติดตามผลหลังสิ้นสุดกิจกรรม เพื่อยืนยันประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบ Citizen science ผ่าน GLOBE-NASA ในการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างยั่งยืน อีกทั้งในการศึกษาค้นคว้านี้ใช้ข้อมูลเชิงปริมาณจากแบบทดสอบ แบบประเมิน แบบสอบถาม และแบบสังเกตพฤติกรรมเป็นหลัก โดยไม่ได้เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์ การสนทนากลุ่มหรือบันทึกสะท้อนคิดของนักเรียน จึงไม่สามารถอธิบายประสบการณ์ ความรู้สึก และเหตุผลเบื้องหลังพฤติกรรมของนักเรียนได้อย่างลึกซึ้ง การวิจัยครั้งต่อไปควรใช้วิธีวิจัยแบบผสมผสาน โดยเก็บคำอธิบายของนักเรียน บันทึกการสังเกตในชั้นเรียน หรือผลงานของนักเรียนเพิ่มเติม เพื่อช่วยอธิบายว่ากิจกรรมแต่ละองค์ประกอบส่งผลต่อการเรียนรู้อย่างไร

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบพลเมืองนักวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการสังเกตดินด้วยชุด GLOBE-NASA สามารถส่งเสริมความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ครูผู้สอนและสถานศึกษาสามารถนำแนวทางการจัดการเรียนรู้นี้ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะสาระที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน นอกจากนี้ หน่วยงานทางการศึกษาสามารถใช้ผลการวิจัยเป็นแนวทางในการพัฒนาโครงการการเรียนรู้ที่บูรณาการ Citizen science และโครงการ GLOBE-NASA เข้ากับหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ พัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และสนับสนุนการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนที่ 4 ด้านการศึกษาที่มีคุณภาพ (SDG 4) อย่างไรก็ตาม การนำผลการวิจัยไปใช้ในระดับนโยบายหรือขยายผลไปยังสถานศึกษาอื่นควรดำเนินการด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากการศึกษาค้นคว้านี้เป็นการศึกษาในโรงเรียนเพียงแห่งเดียว

ผลการวิจัยจึงอาจยังไม่สามารถอ้างอิงไปยังนักเรียนหรือบริบทสถานศึกษาอื่นได้โดยตรง นอกจากนี้ควรมีการศึกษาซ้ำในโรงเรียนที่มีขนาด พื้นที่ และบริบททางสังคมที่หลากหลายก่อนนำไปใช้ในวงกว้าง

การวิจัยครั้งต่อไปควรขยายกลุ่มตัวอย่างไปยังโรงเรียนที่มีบริบทแตกต่างกัน ทั้งในเขตเมืองและชนบท เพื่อเพิ่มความสามารถในการอ้างอิงผลการวิจัย นอกจากนี้ ควรเพิ่มระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมและติดตามผลในระยะยาว เพื่อศึกษาความคงอยู่ของความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังสิ้นสุดกิจกรรม รวมทั้งอาจประยุกต์ใช้กิจกรรม Citizen science ผ่านโครงการ GLOBE-NASA กับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ด้านอื่น เช่น น้ำ อากาศ ระบบนิเวศ หรือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ในบริบทที่หลากหลาย และศึกษาผลต่อทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เช่น การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกัน นอกจากนี้การวิจัยครั้งต่อไปอาจบูรณาการกิจกรรม Citizen science กับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานหรือ STEAM เพื่อส่งเสริมการนำข้อมูลสิ่งแวดล้อมไปพัฒนาชิ้นงานหรือแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับบริบทท้องถิ่น อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างยั่งยืนในอนาคต

จริยธรรมการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการพิจารณาและรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ก่อนเริ่มดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยได้รับเอกสารรับรองเลขที่ REC-BSRU COA No. 681201 ลงวันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2568 การดำเนินการวิจัยเป็นไปตามหลักจริยธรรมสากล ได้แก่ Declaration of Helsinki, CIOMS และ ICH-GCP ทั้งนี้ ผู้ปกครองได้ลงนามในหนังสือแสดงความยินยอม และนักเรียนเข้าร่วมการวิจัยโดยสมัครใจ

การใช้เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์

การจัดทำงานวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ ChatGPT powered by GPT-5.6 (OpenAI, San Francisco, CA, USA) เพื่อการปรับภาษาเชิงสำนวนทางวิชาการเท่านั้น สำหรับการวิเคราะห์ ตีความผลการวิจัยในเชิงแนวคิด การสืบค้นข้อมูลอ้างอิงที่เกี่ยวข้อง และการเขียนรายงานต้นฉบับเป็นการดำเนินการและความรับผิดชอบของคณะผู้วิจัยทั้งหมด

References

- Astalini, A., Darmaji, D., Kurniawan, D. A., Wirayuda, R. P., Putri, W. A., Ginting, A. A. B. and Ratnawati, T. (2023). Impact of science process skills on thinking skills in rural and urban schools. *International Journal of Instruction*, 16(2), 803-822.
- Ballard, H. L., Lindell, A. J. and Jadallah, C. (2024). Environmental education outcomes of community and citizen science: A systematic review of empirical research. *Environmental Education Research*, 30(1), 1007-1040.
- Bonney, R., Phillips, T. B., Ballard, H. L. and Enck, J. W. (2016). Can citizen science enhance public understanding of science?. *Public Understanding of Science*, 25(1), 2-16.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Deekhantod, B. (2022). Citizen science and the research process for local development (in Thai). *Proceedings of the 14th National Conference Nakhon Pathom Rajabhat University* (pp. 2770-2783). Nakhon Pathom: Nakhon Pathom Rajabhat University.
- European Citizen Science Association. (2018). ECSA characteristics of citizen science. Retrieved July 2, 2026, from ECSA: <https://ecsa.citizen-science.net>
- Finger, L., van den Bogaert, V., Schmidt, L., Fleischer, J., Stadtler, M., Sommer, K. and Wirth, J. (2023). The science of citizen science: A systematic literature review on educational and scientific outcomes. *Frontiers in Education*, 8, 1226529.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H. and Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415.

- Gizaw, G. G. and Sota, S. S. (2023). Improving science process skills of students: A review of literature. **Science Education International**, 34(3), 216–224.
- Goforth, C. L., Scharen, D. R. and Hayes, M. L. (2026). Bringing participatory science to schools: A guide for assessing project fit and designing effective teacher supports. **Citizen Science: Theory and Practice**, 11(1), 7.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2026). GLOBE Thailand (in Thai). Retrieved July 12, 2026, from **GLOBE Thailand**: <https://globefamily.ipst.ac.th>
- Jaihom, P., Sangpradit, T. and Phonphok, N. (2018). The effects of using a learning and playing learning model toward lower secondary students' creative thinking in force and motion topic (in Thai). **Veridian E-Journal**, Silpakorn University, 11(2), 3246–3260.
- Kolb, D. A. (2015). **Experiential learning: Experience as the source of learning and development**. New York: Pearson Education Press.
- Kruit, P. M., Oostdam, R. J., van den Berg, E. and Schuitema, J. A. (2018). Effects of explicit instruction on the acquisition of students' science inquiry skills in grades 5 and 6 of primary education. **International Journal of Science Education**, 40(4), 421–441.
- Martin, A., Miller-Bains, K., Malmberg, J., Chambers, L. and Czajkowski, K. (2022). Characterizing student-driven research investigations contributed to the GLOBE Program citizen science initiative in a formal education context. **Citizen Science: Theory and Practice**, 7(1), 11.
- McNeill, K. L. and Krajcik, J. S. (2011). **Supporting grade 5–8 students in constructing explanations in science: The claim, evidence, and reasoning framework for talk and writing**. Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2019). **Science and engineering for grades 6–12: Investigation and design at the center**. The National Academies Press.
- National Research Council. (2012). **A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas**. The National Academies Press.
- NASA GLOBE Program. (2022). Elementary GLOBE. Retrieved July 12, 2026, from **GLOBE Program**: <https://www.globe.gov/elementaryglobe>
- NASA GLOBE Program. (2020). Soils: Elementary GLOBE. Retrieved August 17, 2026, from **GLOBE Program**: <https://www.globe.gov/web/elementary-globe/overview/soils>
- Phillips, T. B., Ballard, H. L., Lewenstein, B. V. and Bonney, R. (2019). Engagement in science through citizen science: Moving beyond data collection. **Science Education**, 103(3), 665–690.
- Phillips, T., Porticella, N., Constat, M. and Bonney, R. (2018). A framework for articulating and measuring individual learning outcomes from participation in citizen science. **Citizen Science: Theory and Practice**, 3(2), 3–3.
- Pichaikum, J., Khrootmuang, C., Chueamueangphan, B., Tabseesode, I. and Udlert, K. (2022). A science learning management design based on citizen inquiry for general science pre-service teachers, Faculty of Education, Uttaradit Rajabhat University: Case of landslide, Uttaradit Province. **SciTech Research Journal**, 5(2), 75–87.
- Roche, J., Bell, L., Galvão, C., Golumbic, Y. N., Kloetzer, L., Knoben, N., Laakso, M., Lorke, J., Mannion, G., Massetti, L., Pata, K., Ruck, A., Taraba, P. and Winter, S. (2020). Citizen science, education, and learning: Challenges and opportunities. **Frontiers in Sociology**, 5, 613814.
- Ryan, R. M. and Deci, E. L. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective: Definitions, theory, practices, and future directions. **Contemporary Educational Psychology**, 61, 101860.
- Schunk, D. H. (2020). **Learning theories: An educational perspective**. New York: Pearson Education Press.

- Shah, H. R. and Martinez, L. R. (2016). Current approaches in implementing citizen science in the classroom. **Journal of Microbiology & Biology Education**, 17(1), 17-22.
- Stylinski, C. D., Peterman, K., Phillips, T., Linhart, J. and Becker-Klein, R. (2020). Assessing science inquiry skills of citizen science volunteers: a snapshot of the field. **International Journal of Science Education, Part B**, 10(1), 77-92.
- Strata, T. T., Henriksen, E. K. and Jegstad, K. M. (2024). Inquiry-based science education in science teacher education: A systematic review. **Studies in Science Education**, 60(2), 191–249.
- UNESCO. (2021). **Reimagining our futures together: A new social contract for education**. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization Press.