การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์

ธีรฎา ไชยเดช[1*] สกนธ์ชัย ชะนูนันท์[1] และวิภารัตน์ เชื้อชวด ชัยสิทธิ์[2]

[1]ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ และ [2]ภาควิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000
[*]E-mail: teeradachaidech@gmail.com

รับบทความ: 30 กรกฎาคม 2559 ยอมรับตีพิมพ์: 18 เมษายน 2560

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนโดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ โดยกลุ่มเป้าหมายที่ศึกษาคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน ของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่งในเขตภาคเหนือตอนล่าง ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และแบบสังเกตการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย 3 สมรรถนะหลัก ได้แก่ การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่มวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยประเมินตามเกณฑ์ที่สร้างขึ้นโดยปรับมาจากกรอบการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015 โดยได้แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ ระดับกลาง และระดับสูง ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนได้ โดยนักเรียนร้อยละ 95.8 มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูงหลังจากการจัดการเรียนรู้

คำสำคัญ: สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน สะเต็มศึกษา เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์

Development of Collaborative Problem Solving Competency Using Research-Based Learning According to STEM Education in Fossil Fuels and Products

Teerada Chaidech[1*], Skonchai Chanunan[1] and Wipharat Chuachuad Chaiyasit[2]

[1]Department of Education, Faculty of Education, and [2]Department of Chemistry,
Faculty of Science, Naresuan University, Phisanulok 65000, Thailand
[*]E-mail: teeradachaidech@gmail.com

Received: 30 July 2016 Accepted: 18 April 2017

Abstract

This classroom action research aimed to investigate grade eleven student's collaborative problem solving (CPS) by using research-based learning according to STEM education in learning topic of fossil fuels and products. The participants were 24 eleventh grade students from a regional science school in the second semester of 2015 academic year. Data were gathered by CPS test and CPS observation form, consisted of 3 major CPS competencies which were establishing and maintaining shared understanding, taking appropriate action to solve the problem and establishing and maintaining team organization. The students' collaborative problem solving competency was analyzed by using CPS rubric score that was adapted from PISA 2015 framework. According to PISA frameworks' CPS, the level of proficiency in CPS was identified in three levels, low, medium and high. The finding indicated that learning management using research-based learning according to STEM education can improve students' collaborative problem solving competency. After learning activity, 95.8% of students had collaborative problem solving competency at high level.

Keywords: Collaborative problem solving competency, research-based learning, STEM education, Fossil fuels and products

บทนำ

กระแสโลกาภิวัตน์และความเปลี่ยนแปลงของโลกที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งด้านวิทยาการและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้แต่ละประเทศไม่สามารถปิดตัวอยู่โดยลำพัง ต้องร่วมมือและพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน

การดำรงชีวิตของคนในแต่ละประเทศมีการติดต่อสื่อสาร ร่วมมือในการปฏิบัติภารกิจและแก้ปัญหาต่าง ๆ ร่วมกันมากขึ้น (Ministry of Education, 2012) ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่แต่ละประเทศต้องเตรียมคนรุ่นใหม่ในศตวรรษที่ 21 ให้มีทักษะในการแก้ปัญหา รวมทั้งทักษะความร่วมมือและการทำงานร่วมกับผู้อื่น (Panich, 2012) คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงได้กำหนดให้ทักษะการแก้ปัญหาและการทำงานร่วมกับผู้อื่นนี้เป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบทักษะชีวิตที่สำคัญ (OBEC, 2012) อีกทั้งยังเป็นทักษะสำคัญที่ต้องเกิดขึ้นกับผู้เรียนในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (Ministry of Education, 2012) ที่จะสร้างและพัฒนาเป็นภูมิคุ้มกันชีวิตให้กับเด็กและเยาวชนเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงและสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น ทั้งในปัจจุบันและเตรียมความพร้อมสำหรับอนาคต และเพื่อให้มีศักยภาพที่จะแข่งขันกับประเทศอื่น ๆ ทั่วโลกได้ ความสำคัญของทักษะการแก้ปัญหาและความร่วมมือที่มีต่อเด็กและเยาวชนรุ่นใหม่ในศตวรรษที่ 21 ตามที่กล่าวมานี้มีความสอดคล้องกับความสำคัญของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ซึ่งเป็นการรวมกันของทักษะการทำงานร่วมกันและทักษะที่จำเป็นในการแก้ปัญหา (OECD, 2013) ได้กล่าวไว้ว่า สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือมีความสำคัญและจำเป็นทั้งในการจัดการศึกษาและการทำงาน เนื่องจากในการประเมิน PISA ปี 2003 และปี 2012 ที่ผ่านมา มีการประเมินการแก้ปัญหาจากสถานการณ์โดยเป็นการแก้ปัญหาส่วนบุคคล ซึ่งไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในทันทีและเห็นได้ชัด แต่การแก้ปัญหาแบบร่วมมือนั้นแต่ละบุคคลจะแบ่งปันความเข้าใจ ความพยายาม และการทำงานร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ การแก้ปัญหาแบบร่วมมือมีข้อดีมากกว่าการแก้ปัญหาส่วนบุคคล เนื่องจากช่วยให้มีสมาชิกในการทำงานที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น มีการรวบรวมความรู้ มุมมอง และประสบการณ์จากสมาชิกแต่ละคน อีกทั้งยังมีความคิดสร้างสรรค์และคุณภาพของการแก้ปัญหาที่เพิ่มขึ้นจากความคิดของสมาชิกในกลุ่มคนอื่น ๆ ด้วย (OECD, 2013)

อย่างไรก็ตาม ผลการประเมินการแก้ปัญหาของ PISA ในปี ค.ศ. 2003 ที่ผ่านมา พบว่า นักเรียนไทยส่วนใหญ่ยังคงสมรรถนะเป็นผู้แก้ปัญหาระดับต่ำ โดยมีนักเรียนที่มีระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาต่ำกว่าระดับ 1 ถึง 41% ในขณะที่นักเรียนที่มีสมรรถนะการแก้ปัญหาระดับ 3 มีเพียง 3% เท่านั้น และคะแนนในภาพรวมยังคงต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของ OECD นอกจากนี้เมื่อพิจารณาข้อมูลของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา พบว่า นักเรียนในกลุ่มดังกล่าวแสดงสมรรถนะการแก้ปัญหาเฉลี่ยที่ระดับ 1 เท่านั้น และมีนักเรียนที่แสดงสมรรถนะการแก้ปัญหาถึงระดับ 3 เพียง 3% เท่านั้น ซึ่งยังเป็นจำนวนน้อย (Klainin, 2006) ซึ่งผลการประเมินดังกล่าวมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนรายวิชาเคมี และการปฏิบัติการฝึกประสบการณ์วิชาชีพของผู้วิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ที่ผ่านมา คือ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ได้ดีในระดับหนึ่ง แต่เมื่อสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม พบว่า นักเรียนค่อนข้างแบ่งแยกกันทำงานส่วนบุคคล มีการสื่อสาร ติดตาม หรือมี

ปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมกลุ่มค่อนข้างน้อย ไม่ค่อยมีการสร้างเป้าหมายและวางแผนก่อนการทำงาน และมักไม่แบ่งหน้าที่กันในการทำงานอย่างเป็นกิจลักษณะ ภารงานจึงค่อนข้างหนักเฉพาะสมาชิกคนใดคนหนึ่งเท่านั้นที่เป็นเสมือนหัวหน้ากลุ่ม คอยเสนอความรู้ มุมมอง หรือข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของตนเอง สมาชิกคนอื่นๆ จะปฏิบัติตามโดยไม่กล้าที่แสดงความคิดเห็นหรือแลกเปลี่ยนความรู้ มุมมอง และทำความเข้าใจในปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาร่วมกัน ซึ่งพฤติกรรมดังที่กล่าวยังไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการให้นักเรียนมีสมรรถนะแก้ปัญหาแบบร่วมมือเท่าใดนัก ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ระบบการศึกษาจะต้องดำเนินการเพื่อยกระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนให้สูงขึ้น (Klainin, 2006) โดยเฉพาะอย่างยิ่งครูต้องจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีสมรรถนะในการแก้ปัญหาและสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นให้อยู่ในระดับสูง (Princess Chulabhorn's College, 2012)

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์เนื้อหาในบทเรียนวิชาเคมีที่สามารถนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ จากการวิเคราะห์พบว่าเนื้อหาเรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของนักเรียนเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นการศึกษาเกี่ยวกับเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ถ่านหิน หินน้ำมัน และปิโตรเลียม โดยเริ่มจากการเกิด การสำรวจ การผลิต การปรับปรุงคุณภาพให้เป็นพลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้กันในปัจจุบัน ตลอดจนศึกษาการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นปิโตรเลียมมาใช้ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี เพื่อผลิตวัสดุ อุปกรณ์ สิ่งของเครื่องใช้ต่าง ๆ รวมทั้งผลการใช้ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ในชีวิตประจำวัน (IPST, 2013) ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในบทเรียนนี้จึงเหมาะสมที่จะจัดในรูปแบบที่เน้นการลงมือปฏิบัติ ให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการแก้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปิโตรเลียม เชื้อเพลิง และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ในชีวิตประจำวัน โดยการทำงานร่วมกันเป็นทีมมากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย เพื่อให้นักเรียนตระหนัก เห็นคุณค่าและความสำคัญของปิโตรเลียม เชื้อเพลิง และผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีที่มีต่อการดำรงชีวิตและการพัฒนาประเทศ ตลอดจนสามารถนำความรู้และทักษะกระบวนการที่ได้จากการเรียนรู้ในบทเรียนนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้ นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้ศึกษาค้นคว้าวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนให้อยู่ในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการวิจัยในการสืบเสาะหาความรู้ หรือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตเนื้อหาที่เรียน โดยมีขั้นตอนการระบุปัญหา ขั้นตั้งสมมุติฐาน ขั้นพิสูจน์ทดสอบสมมุติฐาน ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล และขั้นสรุปผล ซึ่งผู้เรียนจะได้ฝึกฝนกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (Khammanee, 2014) Patipatanon (2006) อธิบายว่าวิจัยเป็นฐานเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการที่คนหรือกลุ่มคนจะเข้าถึงปัญหาโดยการสืบค้น เป็นการเรียนรู้ผ่านการกระทำ ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากขึ้น และการใช้การวิจัยเป็นฐานมีส่วนช่วยในการปรับปรุงกระบวนการจัดระบบข้อมูลแก่ผู้เรียน เป็นผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเลือก รวบรวมข้อมูล

และสรุปแนวคิดสำคัญ โดยอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และมีความอดทนต่อความขัดแย้งในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tammachart (2012) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาและคุณลักษณะของนักวิจัย เช่น การมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับผู้อื่น การติดต่อสื่อสาร การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นได้ ด้วยเหตุนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานจึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบตามขั้นตอนของกระบวนการวิจัยโดยผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในกลุ่มได้ อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีดังกล่าวยังสอดคล้องกับเป้าหมายของโรงเรียนที่มุ่งเน้นการส่งเสริมความเป็นนักวิจัยให้แก่ผู้เรียนด้วย (Princess Chulabhorn's College, 2012) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการแก้ปัญหาแบบร่วมมือนั้นจำเป็นที่จะต้องมีการบูรณาการความรู้และทักษะในสาขาวิชาอื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาด้วย (Achakunwisut, 2014) ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมด้วย จากการวิเคราะห์พบว่าสะเต็มศึกษา (STEM education) นั้นเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการจัดการเรียนรู้ของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน (Siripatharachai, 2013) โดย Chulavatnatol (2013) กล่าวว่า สะเต็มศึกษาจะฝึกให้ผู้เรียนได้นำองค์ความรู้จากสาขาต่าง ๆ มาบูรณาการกันเพื่อแก้ปัญหาสำคัญที่พบในชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Inta (2015) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สะเต็ม สามารถส่งเสริมให้นักเรียนนำองค์ความรู้ที่ได้เรียนมาบูรณาการในการออกแบบนวัตกรรมใหม่เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดตามความคิดสร้างสรรค์ของแต่ละกลุ่ม อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วย

จากการศึกษาวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานและสะเต็มศึกษาดังที่กล่าวพบว่ามีความสอดคล้องกันโดยสะเต็มศึกษาเป็นแนวคิดที่นำความรู้และทักษะของสาขาวิชาต่าง ๆ มาบูรณาการกันเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ส่วนวิจัยเป็นฐานเป็นกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน หากนำสองแนวคิดนี้มาผนวกกันในการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนจะได้นำความรู้และทักษะต่าง ๆ ที่มีมาใช้ในการแก้ปัญหาผ่านขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของกระบวนการวิจัยได้ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้สังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาขึ้นมา โดยนำรูปแบบและขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ที่เน้นให้นักเรียนใช้กระบวนการวิจัยทั้ง 6 ขั้น ได้แก่ ขั้นระบุปัญหา ขั้นตั้งสมมุติฐาน ขั้นพิสูจน์ทดสอบสมมุติฐาน ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล และขั้นสรุปผล (Khammanee, 2003) ผนวกเข้ากับแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เป็นการสร้างสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง ที่เกี่ยวข้องกับเชื้อเพลิง ซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ เพื่อให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้หรือทักษะระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยา-

ศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (Siripatharachi, 2013) มาใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดตามขั้นตอนของกระบวนการวิจัยดังกล่าว โดยเน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นสามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้เข้าร่วมกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่มอย่างเป็นระบบ โดยการแบ่งปันความรู้ ความเข้าใจ และความพยายามเข้าด้วยกันเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาผลการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

คำถามวิจัย

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ สามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้หรือไม่ อย่างไร

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเข้าร่วมกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่ม โดยแสดงออกถึงสมรรถนะหลัก 3 ด้าน คือ การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม วัดได้จากแบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

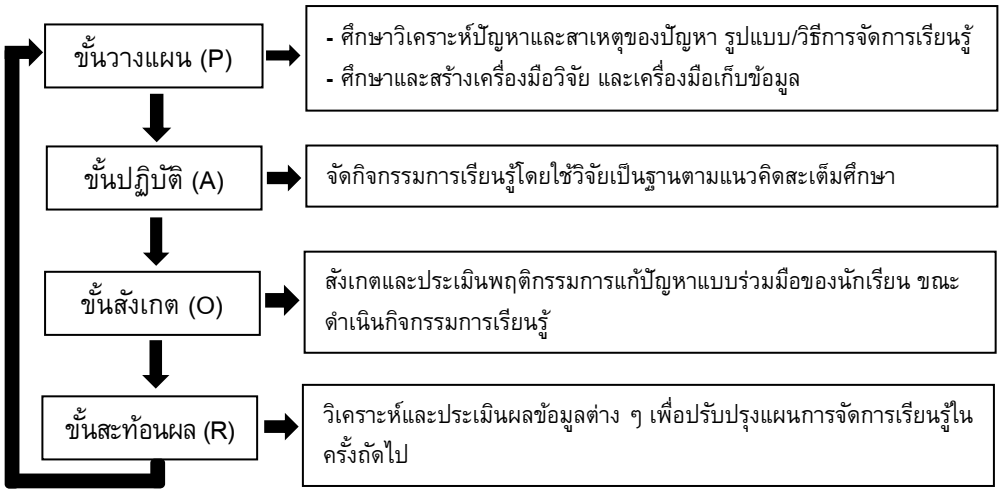
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการวิจัยในการสืบเสาะหาความรู้เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างเป็นระบบระเบียบ โดยสถานการณ์ปัญหานั้นเป็นปัญหาในชีวิตจริงที่มีการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นและธรรมชาติของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว (Siripatharachai, 2013) ภายใต้เงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่มีวิธีการแก้ได้หลายวิธี เพื่อให้นักเรียนนำความรู้หรือทักษะของทั้ง 4 สาขามาออกแบบวิธีการแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มด้วยการใช้วิธีการทำงานกลุ่มแบบร่วมมือแบบต่าง ๆ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้นั้นประกอบด้วย 6 ขั้นตอน (Khammanee, 2003) ได้แก่ ขั้นระบุปัญหา ขั้นตั้งสมมุติฐาน ขั้นพิสูจน์ทดสอบสมมุติฐาน ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล และขั้นสรุปผล

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (classroom action research) ซึ่งผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการวิจัย การวิจัยดังกล่าวเน้นการศึกษาเชิงลึกด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยนำหลักการและขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis (อ้างอิงใน Wongwanich, 2014) มาเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอนใน 1 วงจร ได้แก่ ขั้นวางแผน (plan) ขั้นปฏิบัติ (act) ขั้นสังเกต (observe) และขั้นสะท้อนผล (reflect) โดยทำเป็นวงจรต่อเนื่อง 3 วงจร ดังในภาพที่ 1

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น



ภาพที่ 1 ขั้นตอนของกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

2 ส่วน ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และเครื่องมือประกอบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล มี 2 ชนิด ได้รับการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยวิธีการตรวจสอบแบบสามเส้า ได้แก่ แบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบสร้างคำตอบอิสระที่สร้างตามกรอบการวัดและประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือใน PISA 2015 จำนวน 4 สถานการณ์ 16 ข้อ คลอบคลุมเนื้อหาในบทเรียนเรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ และแบบสังเกตการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน เป็นแบบสังเกตแบบมีส่วนร่วม ซึ่งผู้วิจัยได้เข้าไปมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการเข้าร่วมกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่ม ประกอบกับการสอบถามนักเรียนขณะทำกิจกรรม และการตรวจคำตอบในใบบันทึกกิจกรรมของนักเรียน เครื่องมือทั้ง 2 ชนิดนี้วัดครอบคลุมทั้ง 3 สมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ได้แก่ การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม โดยมีเกณฑ์การประเมินแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ กลาง และสูง (ตาราง 1) ซึ่งปรับมาจากกรอบการประเมินของ PISA 2015 (OECD, 2013)

2. เครื่องมือประกอบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 แผน ได้แก่ เรื่อง ปิโตรเลียม (กิจกรรม Pump it up) การกลั่นน้ำมันดิบและผลิตภัณฑ์ (กิจกรรม Junior Refinery) และพอลิเมอร์ (กิจกรรม Let's make silly putty) แผนละ 5 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง

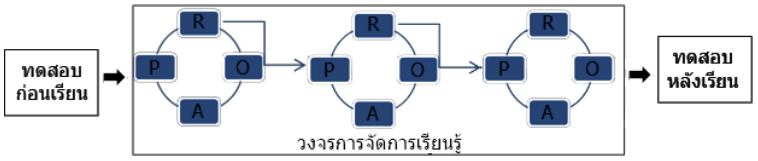
เครื่องมือวิจัยดังกล่าวผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยแบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและแบบสังเกตการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยข้อสอบและประเด็น

ที่สังเกตทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ในช่วง 0.80 – 1.00 และแผนการจัดการเรียนรู้มีระดับความเหมาะสม 4.77 จัดอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งผ่านตามเกณฑ์การประเมินของ Worakham (2009) ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือมาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้

การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยมีรายละเอียดของการดำเนินการดังในภาพที่ 2

ภาพที่ 2 แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ โดยมีราย-



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการ

ละเอียดดังต่อไปนี้

1. ก่อนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อศึกษาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน โดยการอ่านคำตอบของนักเรียนที่ได้อย่างละเอียดเป็นรายข้อเพื่อตีความและจัดจำแนกคำตอบของนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ คือ ระดับต่ำ ระดับกลาง และระดับสูง

2. ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน 4 ขั้นตอน คือ วางแผน (P) ปฏิบัติ (A) สังเกต (O) และสะท้อนผล (R) เป็นจำนวน 3 วงจร โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 1 แผนต่อ 1 วงจร ได้แก่ วงจรที่ 1 เรื่องปิโตรเลียม วงจรที่ 2 เรื่องการกลั่นน้ำมันดิบและผลิตภัณฑ์ และวงจรที่ 3 เรื่องพอลิเมอร์ โดยหลังจากที่ผู้วิจัยวางแผน (P) ในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรแล้วนั้น ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (A) ตามขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 6 ขั้น ได้แก่ ขั้นระบุปัญหา ขั้นตั้งสมมุติฐาน ขั้นพิสูจน์ทดสอบสมมุติฐาน ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นวิเคราะห์ผล และขั้นสรุปผล โดยในระหว่างการจัดการเรียนรู้แต่ละขั้น ผู้วิจัยได้สังเกต (O) พฤติกรรมในการเข้าร่วมการแก้ปัญหาของกลุ่มของนักเรียน ร่วมกับการสอบถามนักเรียนและอ่านคำตอบที่นักเรียนเขียนลงในใบบันทึกกิจกรรมในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้วประเมินลงในแบบสังเกตการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยจัดกลุ่มพฤติกรรมของนักเรียนตามเกณฑ์การประเมินที่แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ ระดับกลาง และระดับสูง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อศึกษาพัฒนาการของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนและสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ (R) ในวงจรนั้น ๆ และนำผลการสะท้อนที่ได้มาวางแผน (P) เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในวงจรต่อไป จนครบทั้ง 3 วงจรการจัดการเรียนรู้อาทิ การลดระดับความช่วยเหลือในการแบ่งหน้าที่ในการทำงานของนักเรียน ในวงจรแรก ครูกำหนดหน้าที่ไว้และฝึก

ให้นักเรียนพิจารณาความเหมาะสมว่าสมาชิกคนใดควรทำหน้าที่ใด ในวงจรต่อมาครูให้นักเรียนกำหนดหน้าที่และพิจารณาความเหมาะสมเอง การตั้งสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นในแต่ละวงจร และใช้คำถามกระตุ้นเพื่อฝึกฝนการวิเคราะห์ปัญหาและระบุปัญหาให้แก่นักเรียน การใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เช่น การพูดรอบวง การแก้ปัญหาแบบจิ๊กซอว์ เข้าร่วมในขั้นตอนของการรวบรวมความรู้เพื่อตั้งสมมุติฐาน เพื่อกระตุ้นให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มแสดงความคิดเห็นของตนเอง และฝึกการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมทั้งปรับความเข้าใจให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันของกลุ่ม

3. ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือหลังจากจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรเสร็จแล้ว เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนหลังเรียน โดยการอ่านคำตอบของนักเรียนที่ได้อย่างละเอียดเป็นรายข้อเพื่อตีความและจัดจำแนกคำตอบของนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ คือ ระดับต่ำ ระดับกลาง และระดับสูง

ตาราง 1 เกณฑ์การประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

สมรรถนะหลัก	ระดับต่ำ	ระดับกลาง	ระดับสูง
1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน	ระบุปัญหาและข้อมูลที่สำคัญไม่ตรงตามประเด็นในสถานการณ์ที่กำหนดให้	ระบุปัญหาหรือสิ่งที่ต้องทำและข้อมูลสำคัญได้ตรงตามประเด็น	(นอกจากแสดงออกถึงสมรรถนะในระดับกลางแล้ว ยังสามารถ) ระบุรายละเอียดสำคัญของปัญหาหรือข้อมูลสำคัญอย่างครบถ้วนและมีความเหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา - วางแผนการดำเนินงาน ไม่ตรงกับวิธีการแก้ปัญหาของสถานการณ์ หรือเขียนการวางแผนในลักษณะที่เป็นขั้นตอนที่ย้อนกลับไปตั้งแต่ตอนเริ่มต้นและไม่นำไปสู่การทำงานในขั้นต่อไป	- เลือกวิธีที่เหมาะสมในการดำเนินงาน - วางแผนการดำเนินงานอย่างเป็นขั้นตอนและสอดคล้องกับวิธีการแก้ปัญหา และนำไปสู่การทำงานเพื่อแก้ปัญหาได้จริง	ระบุเหตุผลในการเลือกวิธีการดำเนินงาน และการวางแผน
3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม	แก้ปัญหาด้วยตนเองมากกว่าการมีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกคนอื่น ๆ ภายในกลุ่ม	- สร้างโครงสร้างของกลุ่มโดยการแบ่งหน้าที่ ปฏิบัติตามหน้าที่ของตนเอง และปรับความเข้าใจ ตรวจสอบติดตามการทำงานของสมาชิกคนอื่น ๆ ในระหว่างการทำงานได้ - สื่อสารกับสมาชิกในกลุ่มตลอดการทำงาน	- ระบุเหตุผลในการแบ่งหน้าที่ - คำนึงถึงเป้าหมายของปัญหาและการสื่อสารกับสมาชิกตลอดการทำงานมากขึ้น

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จากการอ่านคำตอบที่นักเรียนเขียนลงในสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ แล้วจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน และผลการวิเคราะห์ระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการด้วยการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะเข้าร่วมกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่ม แล้วประเมินลงในแบบสังเกตการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยมีประเด็นที่ศึกษาแยกตามสมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน ด้านการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม ซึ่งเกณฑ์การประเมินสร้างขึ้นตามเกณฑ์ของ PISA 2015 โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ ระดับกลาง และระดับสูง ผลการศึกษา (ตาราง 3) จะเห็นได้ว่า เมื่อผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาแล้ว นักเรียนมี

ตาราง 3 ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

สมรรถนะหลัก	ประเด็นที่ศึกษา	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน	จากบทสนทนาที่มีสมา-ชิกกลุ่ม 2 คน ระบุถึงสิ่งที่ต้องกระทำจากสถานการณ์ที่กำ-หนดให้ไม่ตรงกัน นักเรียนจะระบุปัญหาและสื่อสารกับเพื่อนอย่างไร	*"ฉันว่าเราควรอุดรอยรั่วของท่อส่งน้ำมันก่อน จากนั้นค่อยทำจัดคราบน้ำมันให้ออกไปให้มากที่สุดก่อน แล้วมาหาทางฟื้นฟูทะเลกับสิ่งแวดล้อมกันอีกที"* (นร. 11)	*"ฉันคิดว่าปัญหาคือน้ำมันดิบรั่ว ดังนั้นเราควรหาทางปิดรอยรั่วของน้ำมันก่อน หลังจากนั้นก็หาวิธีขจัดน้ำมันไม่ให้ขยายบริเวณออกไปมากกว่านี้ เพื่อให้กระทบทั้งการท่องเที่ยวและสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้"* (นร. 11)
การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา	จากบทสนทนาที่สมาชิกกลุ่มหาวิธีการในการแก้ปัญหาน้ำมันรั่วมาได้ทั้งหมด 4 วิธี ได้แก่ การใช้ทุ่นกั้นน้ำมัน การเผาทำลายเพื่อลดปริมาณน้ำมันดิบ การใช้สารลดแรงตึงผิว และการใช้วัสดุดูดซับน้ำมัน นักเรียนจะเลือกใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด	*"ฉันคิดว่าเราน่าจะเลือกใช้วิธีของมาร์กี้ (การใช้วัสดุดูดซับน้ำมัน) เพราะว่าวัสดุที่เรานำมาใช้หาง่าย และต้นทุนไม่แพงมาก อีกอย่างก็ไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางทะเลด้วย"* (นร. 18)	*"ฉันว่าเราน่าจะเลือกวิธีการใช้ทุ่นกั้นน้ำมัน เพราะว่าการใช้วิธีนี้เป็นวิธีที่สามารถทำได้เลยโดยที่กั้นน้ำมันเป็นวงกว้าง ไม่ให้แผ่กระจายกว่าเดิม อีกทั้งยังเป็นวิธีที่เป็นมาตรฐานที่สุด แต่วิธีนี้จะต้องสำรวจสภาพอากาศก่อนที่จะลงมือทำ"* (นร. 18)
การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม	จากบทสนทนาที่สมาชิกในกลุ่มไม่ได้หาข้อมูลมาตามที่ได้ตกลงกันว่าให้ไปหามา มีเพียงนักเรียนคนเดียวที่หาข้อมูลมา นักเรียนจะทำอย่างไร	*"ไม่เป็นไร มาลองพยายามกันดูใหม่ อยากให้ทุกคนช่วยหากันหน่อยนะ สู้ ๆ"* (นร. 4)	*"ไม่เป็นไร งั้นลองดู ลองวิเคราะห์ข้อมูลเท่าที่มีก่อนว่าเราได้อะไรบ้าง จากข้อมูลนี้หากเพียงพอต่อการแก้ปัญหาก็ไม่จำเป็นต้องสืบค้นข้อ-มูลเพิ่มแล้ว"* (นร. 4)

พัฒนาการของระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในภาพรวมอยู่ในระดับที่สูงขึ้นทั้งนี้ จากการพิจารณาจากคำตอบของนักเรียนที่เขียนลงในแบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน แล้วจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามระดับสมรรถนะ ต่ำ กลาง และสูง พบว่า หลังเรียนมีจำนวนนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มที่มีสมรรถนะระดับสูง 23 คน (ร้อยละ 95.8) และระดับกลาง 1 คน (ร้อยละ 4.2) และไม่มีนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มระดับต่ำเลย จากก่อนเรียนที่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มระดับต่ำ 3 คน (ร้อยละ 12.5) ระดับกลาง 14 คน (ร้อยละ 58.3) และระดับสูง 7 คน (ร้อยละ 29.2) และเมื่อพิจารณาแยกตามสมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาทั้งสามด้าน ได้แก่ การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม พบว่า หลังเรียนนักเรียนมีสมรรถนะอยู่ในระดับที่สูงขึ้นทั้งสามด้าน โดยนักเรียนมีพัฒนาการด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกันมากที่สุด รองลงมาคือด้านการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม

ในทำนองเดียวกัน ผลการประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่มของนักเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการโดยใช้แบบสังเกตการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ พบว่า ในแต่ละวงจรการจัดการเรียนรู้มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนของนักเรียนตามกลุ่มระดับสมรรถนะต่าง ๆ โดยนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มระดับต่ำและระดับกลางมีจำนวนลดลง ในขณะที่จำนวนนักเรียนในกลุ่มระดับสูงมีจำนวนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในแต่ละวงจรการเรียนรู้ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนในระดับที่สูงขึ้น

สรุปผลและอภิปราย

สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ มีพัฒนาการอยู่ในระดับสูงขึ้นจากก่อนเรียน ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เข้าร่วมกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่มตามขั้นตอนของกระบวนการวิจัย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นระบุปัญหา ขั้นตั้งสมมุติฐาน ขั้นพิสูจน์ทดสอบสมมุติฐาน ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล และขั้นสรุปผล ซึ่งแต่ละขั้นตอนนั้นสามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับ Khammani (2014) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนใช้กระบวนการวิจัยในการดำเนินกิจกรรมนั้น ผู้เรียนจะได้ฝึกฝนกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง รวมทั้งการสอดแทรกการบูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษายังสามารถช่วยให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้และทักษะกระบวนการของทั้งสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาใช้ในการวางแผนและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้ ซึ่ง McNaught (2014) และ Chulavatnatol (2013) ได้กล่าวไว้ในทำนองเดียวกันว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเผชิญกับสถานการณ์หรือภารกิจที่ใกล้เคียงกับปัญหาในชีวิตจริงซึ่งมีหลายมุมมองและมีวิธีแก้ที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนได้ตัดสินใจในการเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดผ่านกระบวนการกลุ่ม ฝึกการใช้ความคิด การออกแบบ

และการทำงานในโลกแห่งความเป็นจริง นอกจากนี้ การเข้าร่วมกระบวนการกลุ่มจะช่วยฝึกฝนให้นักเรียนรู้จักการทำงานเป็นทีม และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างหลากหลาย อีกทั้งการกำหนดหน้าที่ของสมาชิกแต่ละคนจะช่วยให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในหน้าที่ที่ตนเองรับผิดชอบ และติดตามตรวจสอบการทำงานของตนเองและสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มได้ สอดคล้องกับ BAAES (2015) ที่ว่า กระบวนการกลุ่มเป็นกระบวนการที่จะช่วยให้การดำเนินงานของกลุ่มเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุเป้าหมายได้ โดยสมาชิกกลุ่มต้องทำความเข้าใจในเป้าหมายการทำงาน วางแผนปฏิบัติงานและดำเนินงานตามแผนร่วมกัน และที่สำคัญต้องมีการประเมินผลงานและกระบวนการทำงานของกลุ่ม ตลอดจนบทบาทของสมาชิกว่าจะสามารถปรับปรุงการทำงานของตนให้ดีขึ้นได้อย่างไร เมื่อพิจารณาแยกตามสมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม พบว่า นักเรียนมีสมรรถนะอยู่ในระดับที่สูงขึ้นในทุกด้าน ซึ่งสามารถอภิปรายผลแยกตามสมรรถนะหลักแต่ละด้านได้ดังนี้

(1) สมรรถนะด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน เนื่องจากในกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนได้ผลัดกันพูดเพื่อแสดงแนวคิด มุมมองของตนเองแล้วปรับความเข้าใจให้ตรงกันในการระบุปัญหา การสร้างองค์ความรู้หรือข้อมูลสำคัญในการแก้ปัญหา ตลอดจนการถ่ายทอดสิ่งที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน เช่น ในกิจกรรมเผชิญปัญหา เรื่อง junior refinery นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาในขั้นระบุปัญหา โดยสมาชิกคิดประเด็นปัญหาตามความเข้าใจของตนเอง จากนั้นจึงผลัดกันพูดถึงปัญหาทีละคนจนครบ แล้วปรับความเข้าใจให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันและลงข้อสรุปของกลุ่ม ในทำนองเดียวกับการร่วมกันสร้างความเข้าใจข้อมูลสำคัญในการแก้ปัญหา สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนได้แยกย้ายกันไปศึกษาตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเอทานอลจากพืชชนิดต่าง ๆ ร่วมกับสมาชิกของกลุ่มอื่นที่มีหมายเลขเดียวกัน แล้วร่วมกันศึกษาและอภิปราย เพื่อให้เกิดความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ จากนั้นจึงกลับมายังกลุ่มของตนเองเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปศึกษามานำเสนอต่อเพื่อนในกลุ่ม จากนั้นสมาชิกแต่ละคนร่วมกันวิเคราะห์ อภิปรายถึงข้อดี ข้อด้อยของพืชแต่ละชนิด ความคุ้มค่าและความเป็นไปได้ในการนำมาผลิตเอทานอล รวมถึงการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการตัดสินใจว่าจะเลือกใช้พืชชนิดใดในชุมชนเพื่อผลิตเอทานอล ดังนั้น กิจกรรมดังกล่าวจึงช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสื่อสารกันเพื่อสร้างความเข้าใจในปัญหาและข้อมูลต่าง ๆ ร่วมกัน และเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกันตลอดการทำงาน

(2) สมรรถนะด้านการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาที่มีการบูรณาการจุดเด่นและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ภายใต้เงื่อนไขที่มีแนวทางการแก้ปัญหาได้หลายวิธี จึงเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องและนำความรู้หรือทักษะที่มีมาบูรณาการเข้าด้วยกัน และระดมสมองกันในกลุ่มเพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้และความคุ้มทุน รวมถึงการออกแบบวิธี

การแก้ปัญหา ซึ่งในขั้นตอนนี้นักเรียนจะได้ใช้ความรู้หรือทักษะที่มีของทั้ง 4 สาขามาบูรณาการเข้าด้วยกัน และสื่อสารถึงมุมมอง แนวคิดของตนเองให้กับเพื่อนในกลุ่ม เพื่อให้ได้ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด เช่น ในกิจกรรมเผชิญปัญหาเรื่อง Pump it up นักเรียนได้ระดมสมองกันเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ในเรื่อง ปิโตรเลียม ในการเลือกวิธีการที่จะสูบน้ำมันออกมาจากแหล่งกักเก็บน้ำมันจำลองที่ครูสร้างขึ้น และใช้ทักษะการออกแบบทางเทคโนโลยีและวิศวกรรมในการเลือกและติดตั้งอุปกรณ์เพื่อขุดเจาะและสูบน้ำมันออกมา โดยอุปกรณ์ที่มีให้เลือกใช้ เช่น สว่าน หลอดกาแฟ ลูกสูบ นอกจากนี้นักเรียนยังใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณงบประมาณที่จะต้องใช้ให้น้อยที่สุด และปริมาณน้ำมันที่ต้องสูบออกมาให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่จำกัด

(3) สมรรถนะด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม เกิดจากการแบ่งกลุ่มของนักเรียนและการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบตามความถนัดและความเหมาะสมของสมาชิกแต่ละคน เช่น ประธาน เลขานุการ สวัสดิการ ประชาสัมพันธ์ ซึ่งตลอดการทำกิจกรรมนักเรียนต้องปฏิบัติตามหน้าที่ที่ตนเองได้รับมอบหมาย และคอยติดตามตรวจสอบการทำงานของสมาชิกกลุ่มเพื่อให้งานดำเนินไปจนสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมาย เช่น ในกิจกรรมที่นักเรียนต้องกลั่นเอทานอลที่ได้จากการหมักพืชในชุมชนที่นักเรียนเลือกมา ซึ่งต้องใช้เวลาว่างนอกเวลาเรียนมากลั่น ดังนั้นนักเรียนจึงต้องผลัดเปลี่ยนกันมาทำและคอยติดตามการทำงานของสมาชิกว่าทำถึงขั้นตอนไหนแล้ว และเกิดปัญหาหรืออุปสรรคอะไรขึ้นระหว่างการทำงานหรือไม่ เพื่อจะได้ช่วยกันแก้ไขจนสำเร็จ และในขั้นตอนการสรุปผล นักเรียนมีโอกาสสะท้อนผลการทำงานและปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงโครงสร้างกลุ่ม และการทำหน้าที่ของสมาชิกแต่ละคนตามความเหมาะสมอีกครั้ง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีสมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาทั้ง 3 ด้าน คือ การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่มให้อยู่ในระดับที่สูงขึ้นได้ จึงส่งผลให้นักเรียนมีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Ramsiri (2015) ที่พบว่า รูปแบบการเรียนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนให้อยู่ในระดับที่สูงขึ้นได้ และ Saengpromsri (2015) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาภายใต้สถานการณ์และเงื่อนไขที่กำหนดได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 การวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ที่กระชับ เพื่อให้มีความเหมาะสมกับระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ของบทเรียนตามหลักสูตรของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ดังนั้นขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในบางขั้น เช่น ขั้นตั้งสมมุติฐาน อาจใช้เวลาน้อยเกินไปในการที่จะให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล และสร้างองค์ความรู้พร้อมกับนำความรู้มาบูรณาการในการแก้ปัญหา ดังนั้นอาจต้องมีการเพิ่มเวลาและเพิ่มกระบวนการฝึกฝนให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล และสร้างองค์

ความรู้ให้มากขึ้นโดยการให้นักเรียนได้สืบค้นและศึกษาตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องให้มากขึ้น และนำมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในชั้นเรียน

1.2 เนื่องจากกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนของโรงเรียนที่เน้นทางด้านวิทยาศาสตร์ และเป็นโรงเรียนอยู่ประจำ ดังนั้นจึงมีความพร้อมทางด้านอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และสื่อต่าง ๆ แต่หากนำกิจกรรมไปใช้กับโรงเรียนที่มีบริบทแตกต่างออกไป อาจมีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์บางอย่างโดยใช้อุปกรณ์ที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น เช่น ในกิจกรรมการกลั่นลำดับส่วนอาจส่งเสริมให้นักเรียนใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เป็นภูมิปัญญาชาวบ้านในการกลั่น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในแต่ละวงจรของการวิจัยครั้งนี้ ได้มาจากการสังเกตพฤติกรรม การอ่านคำตอบของนักเรียนในใบบันทึกกิจกรรม และการสอบถามนักเรียนในระหว่างการทำกิจกรรม ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจประเมินโดยใช้แบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือร่วมด้วยในแต่ละวงจรการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ได้ข้อมูลเป็นรายบุคคลอย่างละเอียดมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนการศึกษาตามโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

เอกสารอ้างอิง

Achakunwisut, E. (2014). Assessing collaborative problem solving of PISA 2015. **IPST Magazine** 31(191): 37–41. (in Thai)

Bureau of Academic Affairs and Educational Standards [BAAES]. (2015). **Collaborative Problem Solving**. Retrieved from https://drive.google.com/folderview?id=0BwnYgcDtSNqaQkU3VzVEdXdqNG8&usp=sharing&tid=0BwnYgcDtSNqaTTlwS1ZhdHVXMzg, August 25, 2015. (in Thai)

Chulavatnatol, M. (2013). STEM education Thailand and STEM ambassadors. **IPST Magazine** 42(185), 14-18. (in Thai)

Inta, K., Chaiworn, P., and Ratchawet, A. (2015). The learning activity packages creation with the title “Amazing Rubber” by using STEM education curriculum and 21st century skills development for secondary education level. **Journal of Faculty of Education Pibulsongkram Rajabhat University**. 1(special): 132–141. (in Thai)

IPST. (2013). **Teacher’s Guide; Chemistry Volume 5 for Grade 10 – 12 students**. Bangkok: Author. (in Thai)

McNaught, C. (2014). **Implementing Research-based Education at UCL**. Retrieved from http://www.ucl.ac.uk/teaching-learning/connected-curriculum/research-based-education, May 2, 2015.

Khammani, T. (2014). **Teaching Strategies; Knowledge for Effective Learning Management.** Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)

Khammani, T. (2003). **14 Strategies for Profes-**

sional Teacher. Bangkok: Chulalongkorn University Printing House. (in Thai)

Klainin, S., Dechsri, P., and Pramojanee, A. (2006). **Problem Solving Competency for Tomorrow World**. Bangkok: Seven Printing Group. (in Thai)

Ministry of Education. (2012). **Basic Education Core Curriculum B.E. 2551.** Bangkok: The Agriculture Co-operative Ferederation of Thailand Printing. (in Thai)

Ministry of Education. (2012). **Learning Management in World-Class Standard School**. Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand. (in Thai)

Office of the Basic Education Commission [OBEC]. (2012). **Improving Life Skills Focus on the Quality of Learning for Primary-Secondary Student**. Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thai-land. (in Thai)

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2013). **PISA 2015 Draft Collaborative Problem Solving Framework**. Retrieved from http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%20 2015%20Collaborative%20Problem%20Solving%20Framework%20.pdf, February 15, 2015.

Panich, V. (2012). **Learning Strategies for Student in 21st Century**. Bangkok: Sod sri-Saritwong Foundation. (in Thai)

Patipatanon, S. (2006). **A Comparative Study of Social Studies Achievement, Democratic Personality and Group Process Skills of Mathayom Suksa One Students Among Groups Using Storyline, Research-Based, and Conventional Instruction**. Bangkok: Faculty of Education, Chulalongkorn University. (in Thai)

Princess Chulabhorn's College. (2012). **High School Curriculum of Princess Chulabhorn's Collage B.E. 2554**. Retrieved from http://www.pccpl.ac.th/pccpl2012/images/imagefile5 6 / curi_sec.pdf, August 20, 2015. (in Thai)

Ramsiri, R., and Nillapun, M. (2015). The development of science instructional model by using research-based to enhance research skills, creative problem-solving skills and scientific minds of secondary school students. **Silpakorn Educational Research Journal** 7(1): 110–122. (in Thai)

Saengpromsri, P., Nuangchalerm, P., and Chantiratikul, P. (2015). Comparisons of learning achievement, integrated science process skills, and attitude towards chemistry learning for Matthayomsueksa 5 students between STEM education and conventional methods. **Journal of Education, Mahasarakham University** 9 (Special): 401–418. (in Thai)

Siripatharachai, P. (2013). STEM Education for developing 21st century skills. **Executive Journal** 33(2): 49–56. (in Thai)

Tammachart, J. (2012). A research and development of research-based learning management model in the educational research course. **Songklanakarin Journal of Social Science and Humanities** 18(1): 183–214. (in Thai)

Wongwanich, S. (2014). **Classroom Action Research.** Bangkok: Chulalongkorn University Printing House. (in Thai)

Worakham, P. (2009). **Educational Research.** Kalasin: Prasarn Printing. (in Thai)