การสังเคราะห์ความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

The Synthesis of Meaning, Component, and Indicators of Scientific Citizenship

*วิภา อาสิงสมานันท์[1] สุรีย์พร สว่างเมฆ[2] และ มลิวรรณ นาคขุนทด[3]

*Wipa Arsingsamanan [1] Sureeporn Sawangmek[2] and Maliwan Nakkuntod [3]

[1] นักศึกษาปริญญาเอก คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

[1]Doctoral Student, Faculty of Education, Naresuan University

[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

[2]Assist. Prof. Dr., Faculty of Education, Naresuan University

[3]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

[3]Assist. Prof. Dr., Faculty of Science, Naresuan University

*Corresponding author. E-mail: wipa.arsing@gmail.com

Received : July 11, 2021
Revised : September 11, 2021
Accepted : September 26, 2021

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สังเคราะห์ความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ และ 2) ตรวจสอบความเหมาะสมของความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ โดยทำการวิจัยด้วยวิธีการวิเคราะห์เอกสาร ช่วง พ.ศ. 2543 ถึง 2563 และการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างจากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน แล้วทำการสังเคราะห์ความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของผลการศึกษาโดยใช้แบบประเมินความเหมาะสม และปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ผลการศึกษา พบว่า 1) ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ หมายถึง บุคคลที่มีความรู้วิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานในการดำรงชีวิต และแสดงจุดยืนของตนเองในสังคมได้อย่างมีเหตุผล มีองค์ประกอบ 3 ด้าน 7 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ *องค์ประกอบด้านบุคคล* หมายถึง บุคคลต้องมีความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์และความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมสมัย มี 3 ตัวบ่งชี้ คือ ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ *องค์ประกอบด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม* หมายถึง บุคคลต้องทำงานร่วมกับผู้อื่น มีการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์และตัดสินใจบนพื้นฐานของความรู้วิทยาศาสตร์ ข้อมูล ข่าวสาร เพื่อแก้ปัญหาการอยู่ร่วมกันในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มี 2 ตัวบ่งชี้ คือ ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจ *องค์ประกอบด้านความตระหนักต่อสังคม* หมายถึง บุคคลจะต้องตระหนักในตนเองทั้งความคิด การตัดสินใจ และการปฏิบัติตนในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มี 2 ตัวบ่งชี้ คือ การตระหนักในตัวบุคคล และการตระหนักต่อส่วนรวมตามหน้าที่ในสังคม และ 2) ผลการ

ตรวจสอบความเหมาะสมความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58

คำสำคัญ: การสังเคราะห์ ตัวบ่งชี้ พลเมือง ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

Abstract

The purposes of this research were 1) to synthesis meaning, components, and indicators of scientific citizenship, and 2) to evaluate the suitability of meaning, components, and indicators of scientific citizenship. The research was conducted by document analysis method from 2000 to 2020 and semi-structured interviews with 5 experts. The meaning, composition, and indicators of scientific citizenship were synthesized and evaluated by 5 experts using a rating scale questionnaire and adjusted according to the advice. The data were analyzed by content analysis. The research results indicate that 1) scientific citizenship refers to a person who has scientific knowledge, scientific skills, and understands the nature of science and is able to apply scientific knowledge as a base for living and can express their position in society with reason. There are 3 components 7 indicators, namely personal component means that a person must have scientific knowledge and contemporary scientific knowledge. There are 3 indicators which are basic scientific knowledge, scientific inquiry, and scientific mind. Social interaction component means that a person has to work with others, make scientific arguments, and make decisions based on scientific knowledge, information, news, and livelihood in order to solve the problems of coexistence in society related to science. There are 2 indicators which are scientific argumentation and decision making. Lastly, social awareness component means that a person has to be self-aware of their thoughts, decisions, and behaviors in a society related to science. There are 2 indicators which are self-awareness and public awareness according to social duties. and 2) The suitability result of meaning, components, and indicators was at the most appropriate level with the average of 4.58.

Keywords: Synthesis, Indicators, Citizen, Scientific Citizenship

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันหลายประเทศทั่วโลกให้ความสำคัญกับแนวคิดในการสร้างความเป็นพลเมือง (Citizenship) ให้เกิดขึ้นกับประชาชน และพยายามผลักดันให้เกิดขึ้นมาโดยตลอด เนื่องจากความเป็นพลเมืองนั้นมีคุณค่าสามารถนำพาประเทศให้อยู่รอดและผ่านพ้นวิกฤตการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นได้ หากประชาชนในประเทศเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพแล้วจะส่งผลต่อคุณภาพของสังคมทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคมวัฒนธรรม การเมืองการปกครอง สิ่งแวดล้อมและประชากรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ และทำให้เกิดการพัฒนาสังคมที่มีรากฐานที่แข็งแรง ซึ่งถือว่าเป็นการพัฒนาที่

ยั่งยืนอย่างแท้จริง ดังนั้น การพัฒนาประชาชนในสังคมให้มีคุณภาพ มีภูมิต้านทาน เพื่อกลายเป็นพลเมืองที่พร้อมตั้งรับกับวิกฤติและการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในยุคโลกาภิวัตน์ได้เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง (ชัยอนันต์ สมุทวณิช, 2542)

ดังนั้น การศึกษาจะต้องเปิดกว้างต่อพลวัตความเปลี่ยนแปลงจากภายนอก ทั้งในระดับประเทศ ระดับภูมิภาค และระดับโลก ทั้งนี้จำเป็นต้องมีการเสริมสร้างความร่วมมือในด้านการศึกษาและให้ความสำคัญกับการพัฒนาความรู้และทักษะสำหรับประชาชนที่จำเป็นต่อการดำรงอยู่ในสังคมที่มีความเป็นโลกาภิวัตน์และมีความแตกต่างหลากหลายทางวัฒนธรรมมากขึ้น การจัดการศึกษาต้องเป็นส่วนหนึ่งของการเสริมสร้างนวัตกรรมและประชาชนซึ่งจะเป็นปัจจัยสำคัญในการช่วยขับเคลื่อนประเทศให้หลุดพ้นจากกับดักด้านต่าง ๆ ซึ่งการศึกษาคงไม่ใช่เป็นเพียงการผลิตคนเพื่อเข้าสู่ตลาดแรงงานเท่านั้น แต่จะต้องเป็นเครื่องหล่อหลอมคนให้เป็นคนที่สมบูรณ์และมีความเป็นพลเมือง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2557)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้คำว่าความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ (Scientific Citizenship) ในงานวิจัย ให้ความหมายว่า ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ คือ พลเมืองที่มีความรู้วิทยาศาสตร์เพียงพอสำหรับใช้ประเมินทางเลือกอย่างมีวิจารณญาณและสามารถตัดสินใจหลีกเลี่ยงข้อเสนอของรัฐบาลเพื่อปกป้องสุขภาพและชีวิตของคนรุ่นปัจจุบันและอนาคตได้ (Sternsdorff-Cisterna, 2015) ซึ่งสอดคล้องกับที่ Irwin (2015) กล่าวไว้ว่าการเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นไปที่การถามคำถามของบุคคล และความสัมพันธ์ระหว่างความรู้วิทยาศาสตร์กับความเป็นประชาธิปไตยในสังคมที่มีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Sociotechnical) เน้นเรื่อง เศรษฐศาสตร์ การเมือง และการเปลี่ยนแปลงของพลเมืองจากการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติตน ในแวดวงการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์พบว่า เป้าหมายในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งได้มีการกำหนดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหากับเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมือง โดยใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Burns, O'Connor, & Stocklmayer, 2003 ; Bybee, McCrae, & Laurie, 2009) และองค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), 2006) ก็ได้เน้นให้ความสำคัญกับการให้ความรู้แก่พลเมืองในอนาคต และเน้นถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการเตรียมเยาวชนให้พร้อมสำหรับชีวิตในสังคมร่วมสมัย (OECD, 2006) ซึ่งทั้งประเทศไทยและนานาชาติยังมีการศึกษาความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ค่อนข้างจำกัด

การจัดการศึกษาในประเทศไทยได้มีการส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์มาโดยตลอด โดยประเทศไทยมีการปฏิรูปการศึกษาและการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับการสร้างคุณภาพของคนไทยให้สามารถเรียนรู้ พัฒนาตนได้เต็มตามศักยภาพโดยสะท้อนจากการมีแผนปรับหลักสูตรการเรียนรู้ เป็นหลักสูตรฐานสมรรถนะ (Competency-based) คือมุ่งเน้นไปยังผู้เรียนโดยตรง ให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่จำเป็น ยึดการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนเป็นหลัก นอกจากนี้ยังเน้นให้เกิดความรู้และทักษะวิทยาศาสตร์ ทักษะที่สำคัญในการดำรงชีวิต รวมถึงเจตคติและการเป็นพลเมืองไทยที่เข้มแข็ง เพื่อเตรียมพร้อมในการทำงานและดำรงชีวิตต่อการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2562) ส่วนในประเทศอื่น ๆ ก็มีการพัฒนาความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์เช่นกัน โดยการปรับระบบการศึกษาให้มีการบูรณาการส่งเสริมความเป็นพลเมืองในรายวิชาวิทยาศาสตร์หลัก และปรับหลักสูตรให้มีความ

ยืดหยุ่นมากขึ้น อย่างเช่น สหรัฐอเมริกา มีการจัดทำหลักสูตรระดับชาติ โดยส่งเสริมความเป็นพลเมืองให้เกิดขึ้นในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน และบูรณาการกับรายวิชาวิทยาศาสตร์ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561; NGSS Lead States, 2013) ประเทศออสเตรเลียได้จัดทำหลักสูตรใหม่และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเป็นพลเมืองที่มีความรู้ ทักษะ ค่านิยม และมีความรับผิดชอบ โดยจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นพลเมืองที่สามารถแก้ปัญหาด้วยวิทยาศาสตร์ที่สร้างสรรค์ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561; MCEETYA, 2008) เช่นเดียวกับประเทศอังกฤษที่จัดทำหลักสูตรแห่งชาติสำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ที่ยืดหยุ่นได้ เพื่อเป็นการสนับสนุนให้โรงเรียนสามารถพัฒนาเนื้อหาที่จัดการเรียนรู้ ให้ส่งเสริมความเป็นพลเมืองแก่ผู้เรียนโดยใช้วิทยาศาสตร์

ประกอบกับในระยะเวลาที่ผ่านมาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนนั้นค่อนข้างจะแยกออกจากงานของครูวิทยาศาสตร์ จึงมีความยากในการนำมาปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้จริง (Fensham, 2007, 2009) อีกทั้งการส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นพลเมืองที่อาศัยในสังคมโดยใช้ฐานวิทยาศาสตร์นั้นต้องมีแบบจำลองที่แสดงความรู้และทักษะที่จำเป็นแบบองค์รวม (DeBoer, 2011) ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่าในทางการศึกษายังไม่มีการกำหนดความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนสำหรับครูผู้สอนที่จะนำไปใช้พัฒนาผู้เรียน ด้วยเหตุนี้จึงนำมาสู่การวิจัยสังเคราะห์ความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นกรอบคุณลักษณะที่ช่วยในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ หรือประเมินผู้เรียนสำหรับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสังเคราะห์ความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์
2. เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การสังเคราะห์ความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

การวิจัยนี้ทำการสังเคราะห์ความหมาย องค์ประกอบ และระบุตัวบ่งชี้ของพลเมืองวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการวิเคราะห์เอกสาร และสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดยมีรายละเอียดดังนี้

ผู้เข้าร่วมวิจัย ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเทศไทย ประกอบด้วย

1. ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับนโยบายทางการศึกษาของประเทศไทย ตำแหน่งนักวิชาการศึกษา ระดับชำนาญการพิเศษ สังกัดสำนักบริหารงานความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 1 คน

2. ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้นำองค์กรที่มีส่วนกำหนดหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับประเทศ ตำแหน่งรองผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 1 คน

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ศึกษา ตำแหน่งรองศาสตราจารย์ จำนวน 2 คน

4. ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ จำนวน 1 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบวิเคราะห์เอกสารในการศึกษาความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยกำหนดประเด็นในการวิเคราะห์ข้อมูล แล้วเสนอแบบวิเคราะห์เอกสารต่อคณะกรรมการที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของประเด็นในการวิเคราะห์ข้อมูล นำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ โดยมีประเด็นในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1) ความหมายและความสำคัญของความเป็นพลเมือง
2) ความหมายและความสำคัญของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์
3) องค์ประกอบความเป็นพลเมืองที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
4) คุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์
5) ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

2. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้สัมภาษณ์มุมมองของผู้เชี่ยวชาญต่อความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ โดยได้กำหนดคำถามแล้วเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของคำถาม หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อคำถามไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ได้คำถามทั้งสิ้นจำนวน 4 ข้อ ดังนี้

1) ความหมายของ “พลเมืองวิทยาศาสตร์” ในมุมมองของท่านคืออะไร
2) องค์ประกอบของพลเมืองวิทยาศาสตร์ควรมีอะไรบ้าง พร้อมยกตัวอย่างประกอบ
3) จากองค์ประกอบความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สรุปไว้ ประกอบด้วย 3 ด้าน ท่านมีความคิดเห็นอย่างไร
4) ท่านมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์นอกเหนือจากที่ได้กล่าวไปข้างต้นหรือไม่ อะไรบ้าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) รายงานวิจัยเพื่อจัดทำข้อเสนอเชิงนโยบายการพัฒนาการศึกษาเพื่อสร้างความเป็นพลเมืองของประเทศไทยและต่างประเทศ 2) รายงานวิจัยแนวทางการส่งเสริมความเป็นพลเมืองโลก 3) รายงานข้อเสนอตัวชี้วัดการศึกษาเพื่อความเป็นพลเมืองโลกตามกรอบเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศไทยและต่างประเทศ และ 4) บทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ในช่วง 20 ปีย้อนหลัง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 ถึง 2563 โดยใช้แบบวิเคราะห์เอกสารในการศึกษาความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

2. ผู้วิจัยนำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างไปสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ โดยสัมภาษณ์โดยตรง จำนวน 2 ท่าน สัมภาษณ์ออนไลน์ จำนวน 2 คน และสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ จำนวน 1 คน

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ดังต่อไปนี้

1. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสารมาวิเคราะห์ มาจัดระเบียบข้อมูล กำหนดรหัสข้อมูล (Coding) หลังจากนั้นจัดกลุ่มข้อมูลที่ได้ (Categorization) และสร้างข้อสรุปชั่วคราวเพื่อกำหนดความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

2. นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ โดยเริ่มต้นจากการถอดเทปเสียงสัมภาษณ์ แล้วทำการจัดระเบียบข้อมูล กำหนดรหัสข้อมูล ซึ่งกำหนดจากคำสำคัญในคำถามที่ใช้สัมภาษณ์และรหัสข้อมูลที่ค้นพบหลังจากจัดระเบียบข้อมูลแล้ว หลังจากนั้นจัดกลุ่มข้อมูลที่ได้ และสร้างข้อสรุปชั่วคราวเพื่อกำหนดความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

3. เขียนเชื่อมโยงข้อสรุปชั่วคราวและสรุปเป็นบทสรุปย่อย โดยข้อสรุปย่อยนี้จะถูกกำหนดเป็นความหมายและตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ แล้วนำบทสรุปย่อยมาเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเป็นเพื่อสรุปเป็นองค์ประกอบของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

4. พิสูจน์ความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้การตรวจสอบสามเส้าด้านวิธีการเก็บข้อมูล (Method Triangulation) โดยเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการสังเคราะห์เอกสารและการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง แล้วพิจารณาความสอดคล้องกันของข้อมูล

ตอนที่ 2 การตรวจสอบความเหมาะสมของความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

การวิจัยนี้ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของพลเมืองวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ผู้เข้าร่วมวิจัย ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับตอนที่ 1 จำนวน 5 คน ประกอบด้วย

1. ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับนโยบายทางการศึกษาของประเทศไทย ตำแหน่งนักวิชาการศึกษา ระดับชำนาญการพิเศษ สังกัดสำนักบริหารงานความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 1 คน

2. ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้นำองค์กรที่มีส่วนกำหนดหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับประเทศ ตำแหน่งรองผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 1 คน

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ศึกษา ตำแหน่งรองศาสตราจารย์ จำนวน 2 คน

4. ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ จำนวน 1 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินความเหมาะสมของความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของพลเมืองวิทยาศาสตร์ เป็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ โดยผู้วิจัยกำหนดจุดประสงค์การประเมิน เพื่อประเมินความเหมาะสมของความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ หลังจากนั้นสร้างแบบประเมิน เสนอต่อ

คณะกรรมการที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบและพิจารณาความเหมาะสมของแบบประเมิน แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำสำหรับนำไปใช้เก็บข้อมูลจริง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยนำแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

2. ผู้วิจัยนำแบบประเมินที่ได้รับคืนมาวิเคราะห์ข้อมูล หาค่าเฉลี่ย และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำค่าเฉลี่ยไปแปลความหมายโดยเทียบกับเกณฑ์การประเมิน (บุญชม ศรีสะอาด, 2554) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมมาก

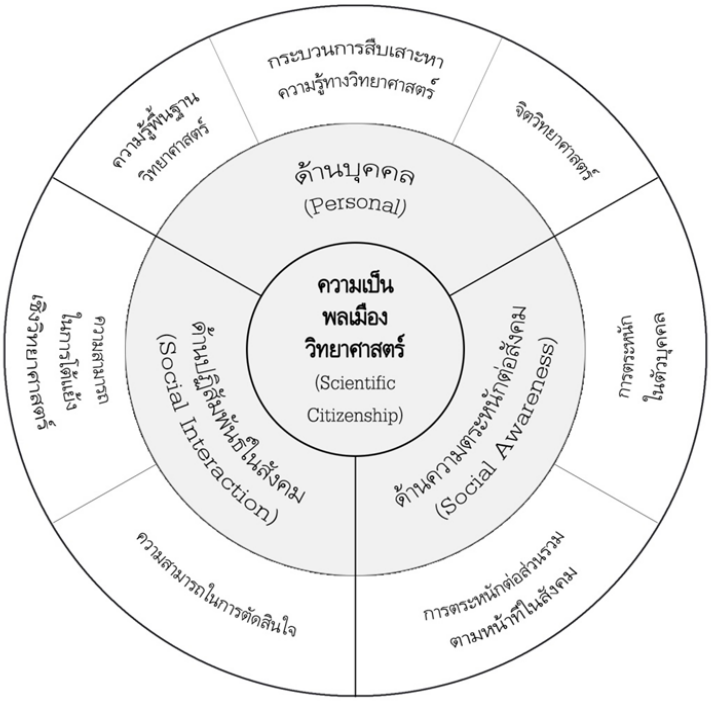
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์เอกสารและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ สามารถสรุปองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

จากภาพที่1 มีรายละเอียดของความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน		คะแนนเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
ความหมายของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์			
ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ หมายถึง บุคคลที่มีความรู้วิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานในการดำรงชีวิต และแสดงจุดยืนของตนเองในสังคมได้อย่างมีเหตุและผล		4.00	เหมาะสมมาก
องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ 7 ตัวบ่งชี้			
1. องค์ประกอบด้านบุคคล (Personal)	ตัวบ่งชี้ที่ 1 ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมสังเกต คือ ผู้เรียนมีความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมสมัย ซึ่งเป็นเนื้อหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน และกำหนดบรรทัดฐานร่วมสมัยในสังคม ได้แก่ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และพันธุศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปปรับประยุกต์ใช้ในการสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์	4.20	เหมาะสมมาก
	ตัวบ่งชี้ที่ 2 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมสังเกต คือ ผู้เรียนสามารถระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ แยกแยะประเด็นปัญหา เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลและความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย	4.80	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 1 (ต่อ)

	รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	ตัวบ่งชี้ที่ 3 จิตวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมสังเกต คือ ผู้เรียนมีคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ คือ มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีความตั้งใจที่จะหาความรู้วิทยาศาสตร์และทักษะเพิ่มเติม โดยใช้แหล่งข้อมูลและวิธีการที่หลากหลาย และมีความรู้สึกสนใจเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิทยาศาสตร์	4.20	เหมาะสมมาก
2. องค์ประกอบด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม (Social Interaction)	ตัวบ่งชี้ที่ 1 ความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมสังเกต คือ ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และตีความข้อมูล สร้างข้อโต้แย้งเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และความรู้ สอบถามแหล่งที่มาของข้อมูล แสดงความคิดเห็นและเจรจาต่อรองเพื่อพิจารณามุมมองที่แตกต่างกัน และประเมินความเสี่ยงและประโยชน์ที่เกิดขึ้น	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	ตัวบ่งชี้ที่ 2 ความสามารถในการตัดสินใจ พฤติกรรมสังเกต คือ ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจกับมุมมองที่แตกต่างกัน ประเมินหลักฐานเพื่อจัดการข้อมูลที่ขัดแย้งกัน คาดการณ์และชั่งน้ำหนักความน่าจะเป็นของความเสี่ยงหรือผลลัพธ์ทางวิทยาศาสตร์ที่จะเกิดขึ้น อนุมานคำตอบที่ถูกต้องจากข้อมูล ลงข้อสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่ ตีความข้อสรุปบนข้อมูลและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สื่อสารข้อมูลและสะท้อนคุณค่าสิ่งที่ตัดสินใจ	5.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 1 (ต่อ)

	รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
3. องค์ประกอบด้านความตระหนักต่อสังคม (Social Awareness)	ตัวบ่งชี้ที่ 1 การตระหนักในตัวบุคคล พฤติกรรมสังเกต คือ ผู้เรียนมีจริยธรรม ศีลธรรม ความรับผิดชอบส่วนบุคคล เคารพประชาธิปไตย และกฎหมายในประเทศ มีใจเปิดกว้าง กล้าหาญในการปกป้องมุมมองของตนเอง	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	ตัวบ่งชี้ที่ 2 การตระหนักต่อส่วนรวมตามหน้าที่ในสังคม พฤติกรรมสังเกต คือ ผู้เรียนเคารพและเข้าใจซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบต่อสังคม มีความเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกันกับผู้อื่น เต็มใจรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น มีการแสดงออกถึงความห่วงใยต่อประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลกระทบต่อสังคม	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	รวม	**4.58**	**เหมาะสมมากที่สุด**

อภิปรายผลการวิจัย

ความหมาย องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58) เนื่องจากผู้วิจัยได้วิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาที่หลากหลาย มีการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ โดยความหมายของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์นั้นสังเคราะห์บนพื้นฐานของความเป็นพลเมือง คือ บุคคลที่มีความรู้สึกสำนึกร่วมเป็นส่วนหนึ่งในชุมชน ทั้งในระดับภาพกว้างและการเป็นส่วนหนึ่งของมนุษยชาติ และมีกระตือรือร้นที่จะร่วมรับผิดชอบและมีส่วนร่วมในการขับเคลื่อนสังคมทั้งในระดับครอบครัว ชุมชน ประเทศ และประชาคมโลก (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2554 ; Ong , 1999; UNESCO, 2015) ร่วมกับคำว่าความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ที่มีกล่าวไว้ในงานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่ได้รับการกล่าวถึงในวงกว้างมากนัก คือ บุคคลที่มีความรู้วิทยาศาสตร์ มีทักษะที่สำคัญ สามารถร่วมแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นร่วมกับคนในสังคม และเรียกร้องสิทธิเพื่อให้ได้รับการช่วยเหลือจากรัฐบาลได้ (DePace, 2020; Irwin, 2015; Sternsdorff-Cisterna, 2015; Petryna, 2002) ดังนั้น ความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์

จึงเป็นคุณลักษณะที่บุคคลหนึ่ง ๆในสังคมพึงมี เพื่อที่จะสามารถอยู่ในสังคมและเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาสังคมไปในทิศทางที่ดียิ่งขึ้น

จากความหมายของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ สังเคราะห์องค์ประกอบได้ 3 ด้าน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2559; Center for Civic Education, 2010; European Union, 2016; Kekkonen, 2007; Kubow, Grossman, & Ninomiya , 1998; Ministry of education, 2014; UNESCO, 2015) ดังต่อไปนี้

1. ด้านบุคคล เป็นด้านที่บุคคลแต่ละบุคคลต้องมีความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมสมัย ซึ่งสอดคล้องกับที่ Osborne (2000) กล่าวไว้ว่า สิ่งจำเป็นสำหรับพลเมืองคือ ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น โดยเฉพาะความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมสมัย เนื่องจากปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในสังคมส่วนใหญ่เกิดมากจากการคิดค้นวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ เช่น การตัดต่อยีนด้วยเทคนิค CRISPR/Cas 9 หรือการโต้เถียงกันเรื่องติดฉลากพืชดัดแปรพันธุกรรม เป็นต้น ซึ่งพลเมืองต้องสามารถนำความรู้มาปรับประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาให้ได้ (Wellington, 2003; Davies, 2004; Blanco-Lopez, Espana-Ramos, Gonzalez-Garcia, & Franco-Mariscal, 2014; UNESCO, 2015) นอกจากนี้แต่ละบุคคล ต้องมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับที่ Blanco-Lopez , Espana-Ramos, E., Gonzalez-Garcia, F. J., & Franco-Mariscal, A. J. (2014), European Union (2016) และ Ten Dam & Volman (2004) กล่าวไปในทิศทางเดียวกันว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่สำคัญที่จะช่วยสนับสนุนให้แต่ละบุคคลกลายเป็นพลเมืองที่สมบูรณ์ มีการคิดที่เป็นระบบก่อนการตัดสินใจลงมือแก้ไขปัญหา และที่สำคัญแต่ละบุคคลต้องมีจิตวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ที่พลเมืองวิทยาศาสตร์ควรจะมี นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Osborne (2000) ที่ได้กล่าวไว้ว่าหากพลเมืองรู้คุณค่าของวิทยาศาสตร์และมีคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์จะสามารถเข้าใจปัญหาและคิดวิธีแก้ปัญหาในสังคมได้ดียิ่งขึ้น

2. ด้านปฏิสัมพันธ์ในสังคม เป็นด้านที่คนแต่ละคนต้องทำงานร่วมกับผู้อื่น มีการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์และตัดสินใจบนพื้นฐานของความรู้วิทยาศาสตร์ ข้อมูล ข่าวสาร การดำรงชีวิต เพื่อแก้ปัญหาการอยู่ร่วมกันในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และประเทศชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับที่ Osborne (2000) กล่าวว่า สังคมร่วมสมัยเป็นสังคมที่ต้องการประชาชนที่เข้าใจการทำงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ย่อมเกิดการสื่อสารและโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินลงข้อสรุป ดังนั้นพลเมืองวิทยาศาสตร์ต้องมีความสามารถในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ และยังสอดคล้องกับที่ Bayram-Jacobs, Wieske, and Henze (2019), Blanco-Lopez , A., Espana-Ramos, E., Gonzalez-Garcia, F. J., and Franco-Mariscal, A. J.. (2014), Varis, Jäppinen, Kärkkäinen, Keinonen, and Väyrynen (2018) และ Wellington (2003) กล่าวว่าการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญของพลเมือง จะนำไปสู่ความสามารถในการตัดสินใจ ซึ่งจะทำให้ประชาชนกลายเป็นพลเมืองที่สมบูรณ์ขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการคิดไตร่ตรองในข้อมูลต่าง ๆ อย่างถี่ถ้วนแล้ว (Barrue & Albe, 2013; Ratcliffe & Grace, 2003)

3. ด้านความตระหนักต่อสังคม เป็นด้านที่คนแต่ละคนจะต้องตระหนักในตนเองทั้งความคิด การตัดสินใจ และการปฏิบัติตนในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ Blanco-Lopez , A., Espana-Ramos, E., Gonzalez-Garcia, F. J., and Franco-Mariscal, A. J. (2014), European Union (2016) และ Osborne (2000) ที่กล่าวว่า สมรรถนะสำคัญของพลเมืองต้องมีจริยธรรม ศีลธรรม มีความรับผิดชอบส่วนบุคคล มีใจที่เปิดกว้างในการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

กล้าหาญปกป้องมุมมองของตนเอง รวมถึงต้องเคารพกฎหมายในประเทศ นอกจากนี้บุคคลที่จะเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ต้องตระหนักต่อส่วนรวมตามหน้าที่ในสังคม นอกจากนี้ยังพบว่าสอดคล้องกับที่ Eurydice (2012) ที่กล่าวว่า การแสดงความรับผิดชอบและแสดงออกถึงความห่วงใยผู้อื่นในสังคมนั้นเป็นคุณสมบัติที่ควรส่งเสริมให้เกิดในพลเมืองวิทยาศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง

การที่จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ตามที่กล่าวไปแล้วข้างต้น ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้และฝึกฝน ซึ่งผลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในงานวิจัยนี้มีความเห็นสอดคล้องกับ Varis , K., Jäppinen, I., Kärkkäinen, S., Keinonen, T., and Väyrynen, E. (2018) ที่กล่าวว่าการจะพัฒนานักเรียนให้เกิดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ต้องสร้างประสบการณ์ให้ผู้เรียนโดยตรง นำไปสู่การปฏิบัติ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ที่กระตือรือร้นในสังคม

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

จากผลการสังเคราะห์ความหมาย องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ ผู้ที่สนใจสามารถนำไปใช้ส่งเสริมหรือวัดความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับโรงเรียน เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีคุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่จำเป็นในสังคมโลก

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ผลที่ได้จากการวิจัยควรวิจัยต่อเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้พัฒนา ทั้ง 3 องค์ประกอบ 7 ตัวบ่งชี้ของความเป็นพลเมืองวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง จากการลงมือปฏิบัติจริง เกิดประสบการณ์จริง จากการมีส่วนร่วมในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจริงในสังคม โดยจำลองให้เกิดขึ้นในชั้นเรียน

บรรณานุกรม

ชัยอนันต์ สมุทวณิช. (2542). *ประชารัฐกับการเปลี่ยนแปลง*. กรุงเทพฯ: สถาบันนโยบายศึกษา.

บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยสำหรับครู* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์นบุญชมศรี.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2554). *ยุทธศาสตร์พัฒนาการศึกษาเพื่อสร้างความเป็นพลเมือง พ.ศ. 2553-2561* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายด้านพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2557). *โครงการวิจัยเรื่องการกำหนดแนวทางการพัฒนาการศึกษาไทยกับการเตรียมความพร้อมสู่ศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายด้านพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2559). *รายงานการวิจัยเพื่อจัดทำข้อเสนอเชิงนโยบายการพัฒนาการศึกษาเพื่อสร้างความเป็นพลเมือง*. กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายด้านพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2561). *รายงานวิจัย ข้อเสนอตัวชี้วัดการศึกษาเพื่อความเป็นพลเมืองโลก ตามกรอบเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goal : SDG 4.7): กรณีศึกษาแนวทางการส่งเสริมความเป็นพลเมืองโลก (Global Citizenship) ประสบการณ์นานาชาติ*. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและพัฒนาการศึกษา สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2562). *แนวทางการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: บริษัท 21 เซ็นจูรี่ จำกัด.

DePace, A. (2020). *The scientific citizenship initiative.* Cambridge: Harvard Medical School Press.

Barrue, C. & Albe, V. (2013). Citizenship education and socioscientific issues: Implicit concept of citizenship in the curriculum, views of French Middle School Teachers. *Science & Education*. *22*, 1089–1114.

Bayram-Jacobs, D., Wieske, G., & Henze, I. (2019). A chemistry lesson for citizenship: Students' use of different perspectives in decision-making about the use and sale of laughing gas. *Education Science*, *100*(9), 1-16.

Blanco-Lopez, A., Espana-Ramos, E., Gonzalez-Garcia, F. J., & Franco-Mariscal, A. J. (2014). Key aspects of scientific competence for citizenship: A delphi study of the expert community in spain. *Journal of Research in Science Teaching*, *52*(2), 164-198.

Burns, T.W., O'Connor, D. J., & Stocklmayer, S.M. (2003). Science communication: A contemporary definition. *Public Understanding of Science*, *12*(2), 183–202.

Bybee, R., McCrae, B., & Laurie, R. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(8), 865–883.

Center for Civic Education. (2010). *National standards for civics and government*. Woodland Hills, Ca: Author.

Davies, I. (2004). Science and citizenship education. *International Journal of Science Education*, *26*(14), 1751-1763.

DeBoer, G. (2011). The globalization of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, *48*(6), 567–591.

Eurydice. (2012). *Citizenship education in Europe*. Brussels: education, Audiovisual and Culture Executive Agency.

European Union (EU). (2016). *Framework for the key citizenship competences*. Official Journal of the European Union: Publications Office of the European Union.

Fensham, P. (2007). Competences, from within and without: new challenges and possibilities for scientific literacy. In *Proceedings of the Linnaeus Tercentenary Symposium held at Uppsala University* (pp. 113–119). Sweden: Uppsala University.

Fensham, P. (2009). Real world contexts in PISA Science: Implications for context-based science education. *Journal or Research in Science Teaching*, *46*(8), 884–896.

Irwin, A. (2015). *Citizen science and scientific citizenship* .Retrieved *form* .https://povesham.wordpress.com/2016/02/02/alan-irwin-talk-on-citizen-science-and-scientific-citizenship-jrc-october-2015/

Kekkonen, S. (2007). *Programme management within The Finnish Government: Prime Minister's Office Publications 12/2007*. Helsinki: Prime Minister´s Office.

Kubow, P. K., Grossman, D., & Ninomiya, A. (1998). *Citizenship for the 21st century: An international perspective on education* . London: Kogan Page.

MCEETYA. (2008). *Melbourne declaratin on educational goals for Young Australians*. Melbourne, Australia: Ministerial Council on Education, Employment, Training and Youth Affairs (MCEETYA).

Ministry of Education. (2014). *2014 Syllabus character and citizenship education secondary*. Singapore: Ministry of Education.

NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For States, By States. Achieve, Inc. on behalf of the twenty-six states and partners that collaborated on the NGSS. Retrieved form*: www.nextgenscience.org/ .

Ong, A. (1999). *Flexible citizenship: The cultural logics of transnationality*. Durham: Duke University Press.

Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy.At Framework forPISA 2006 . Retrieved form* http://www.oecd-ilibrary.org/education/assessing-scientific-reading-and-mathematicalliteracy_9789264026407-en.

Osborne, J. (2000). *Good practice in science teaching*: *What research has to say*. Buckingham: Open University Press.

Petryna, Adriana. (2002). *Life exposed: Biological citizens after chernobyl*. Princeton: Princeton University Press.

Ratcliffe, M., Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: Teaching socio-scientific issues*. Maidenhead, UK: McGraw-Hill Education.

Sternsdorff-Cisterna, N. (2015). Food after Fukushima: Risk and scientific citizenship in Japan**.** *American Anthropologist*, *117*(3), 455-467.

Ten Dam, G. & Volman, M. (2004). Critical thinking as a citizenship competence: Teaching strategies. *Learning and Instruction*, *30,* 359–379.

UNESCO, (2015). *Global citizenship education.* France: The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Varis, K., Jäppinen, I., Kärkkäinen, S., Keinonen, T., & Väyrynen, E. (2018). Promoting participation in society through science education. *Sustainability*, *3412(10);* 1-16.

Wellington, J. (2003). Science education for citizenship and a sustainable future**.** *Pastoral Care in Education*, *21 (3)*, 2-37.