

ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีเพื่อการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในประเทศไทย

Technological Pedagogical Content Knowledge for STEM Education in Thailand

ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ

Siriwan Chatmaneeerungcharoen

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) ให้มีความเหมาะสมต่อการพัฒนาการปฏิบัติการสอนของครูวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) สะท้อนปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงของครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ท่านที่เป็นครูพี่เลี้ยง ทำงานร่วมกับอาจารย์นิเทศที่ทำหน้าที่เป็นนักวิจัยผ่านรูปแบบการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ (Co-TPACK Model) ระหว่างนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูครูพี่เลี้ยง และอาจารย์นิเทศ โดยข้อมูลวิจัยนี้ประกอบด้วยข้อมูลจากการสะท้อนการเรียนรู้ของครู การสังเกตการเรียนการสอน การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง การสัมภาษณ์แบบใช้สถานการณ์ และจากการวิเคราะห์เอกสารการสอนต่างๆ งานวิจัยนี้มีระเบียบวิธีวิจัยเป็นงานวิจัยเชิงผสมผสาน (Mixed Methods) โดยใช้กรอบแนวคิดการตีความ (Interpretivist Framework) โดยมีการนำเสนอผลวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเมื่อครูวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในโครงการพัฒนาวิชาชีพครู (Co-TPACK) นี้ พบว่าครูวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาความรู้ผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีที่แสดงในการออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering Design Process) โดยมีการสะท้อนถึงความพอเพียงตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง อย่างไรก็ตามทั้งครูพี่เลี้ยงมีการพัฒนาความเข้าใจการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในประเด็นของความหมาย นิยาม ที่มาและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา การเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้สะเต็มศึกษา ที่เชื่อมโยงเรื่องทักษะในศตวรรษที่ 21 การออกแบบและวางแผนเรื่องแนวคิดวิทยาศาสตร์ในเชิงบูรณาการที่ทำทายนักเรียน โดยการกระตุ้น

การประยุกต์ใช้ชิ้นงานที่สำเร็จในการดำรงชีวิต และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้สะเต็มศึกษา โดยครูพี่เลี้ยงวิทยาศาสตร์สามารถสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาได้ด้วยตนเอง สามารถสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาแบบบ่งชี้ถึงปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงได้ (Explicit Teaching) และการพัฒนาที่เกิดขึ้นกับครูวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้มีความยั่งยืนโดยเห็นได้จากแผนการจัดการเรียนรู้และการปฏิบัติการสอนของครูวิทยาศาสตร์ในระยะเวลา 4 ปีในการศึกษาต่อไปนักวิจัยและนักการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาควรมีการศึกษาเพิ่มเติมประเด็นของความเชื่อมั่นความสามารถของตนเองกับความรู้ประสบการณ์ด้านเทคโนโลยีต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ: ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีสะเต็มศึกษา ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

Abstract

The purpose of this study was to develop 40 Science teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for bringing STEM in their classrooms including Thai context which has also focused on Philosophy of Sufficiency Economy. Teamwork was built from Student teacher, Cooperative Science teachers, and University supervisor. Data sources throughout the research project consisted of teacher reflections, classroom observations, Semi-structure interviews, Situation interview, and document analysis. Interpretivist framework was used to analyze the data. Quantitative and qualitative data were used to present the research results.

Research findings indicated that when the Co-TPACK was in progress, the teachers develop

their TPACK which were a clear indication in their lesson plans and practices. Especially, the teachers identify the 21st century skills as their goals of teaching and learning science through STEM activities focusing on Engineering design process which encouraged their students to reflect on the explicit Philosophy of Sufficiency Economy in aspect of the use of technology. Science cooperative teachers and their student teachers have shown their development of STEM teachers understanding and practice in aspects of STEM definition, STEM background, learning goals based on STEM and the 21st century skills, STEM lesson plan development, classroom practice with STEM lesson, connecting STEM lesson into student's daily life, and evaluation and assessment of STEM classroom. The development of teachers' understanding and practice is presented in their lesson plans that are produced during Co-TPACK PD. Moreover, the study also indicates the importance of co-workers between cooperative science teachers and university supervisors in lesson preparation through coaching and mentoring. Their TPACK development help them to create STEM lessons which used more in integrated lessons, technology-integrated teaching and learning that can use the explicit Philosophy of Sufficiency Economy. Their sustained development is shown in their lesson plans and teaching practices for 4 years. Implication for further research, science educators should focus on teacher self-efficiency and teacher's background in technology knowledge which has factors to support or obstruct science teachers to develop their STEM practices.

Keywords: Technological Pedagogical Content Knowledge, STEM Education, Philosophy of Sufficiency Economy

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 บทบาทหน้าที่ของครูจึงเปลี่ยนแปลงมาเป็นผู้กระตุ้น และผู้อำนวยความสะดวก ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพเหมาะสมกับยุคสมัย การพัฒนาให้ผู้เรียน

สามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อให้รู้ว่ามีข้อมูลใดเป็นจริงและข้อมูลใดเท็จ การจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถบริหารจัดการความรู้ โดยบทบาทความสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียนจึงต้องเปลี่ยนแปลงกลับหัวกลับหาง ครูต้องมีการปรับตัวและพัฒนาตนเอง (Sutthinarakorn, 2017) สอดคล้องกับแนวพระราชโองบายของรัชกาลที่ 10 ที่เน้นการศึกษา คือ ความมั่นคงของประเทศ โดยการเร่งการสร้างความมั่นคงของชาติในด้านการพัฒนาคุณภาพของครู และพัฒนาโรงเรียนในท้องถิ่นจากการวิเคราะห์ปัญหาที่มีอยู่จริง ด้วยเหตุนี้ครูถือว่าเป็นปัจจัยหลักในความสำเร็จของการจัดการเรียนการสอน การที่ครูจะจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพและเกิดสัมฤทธิ์ผลต่อนักเรียนนั้นครูจำเป็นจะต้องมีการปรับตัวและมีการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ ครูสามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมให้เกิดขึ้นใหม่มากกว่าการเปลี่ยนแปลงจากสภาพเดิมที่เป็นอยู่ มีความเป็นผู้นำทางวิชาการ ตื่นตัวสร้างสรรค์และเข้าใจในทฤษฎีและปรัชญาพื้นฐานของหลักสูตรและวิธีการสอนแต่ละประเภทตลอดทั้งครูควรมีความรู้ความสามารถในการเสนอเนื้อหามากขึ้น เพื่อที่จะนำไปสู่การปฏิบัติให้มีประสิทธิผลมากขึ้น นักเรียนมีภูมิคุ้มกันบนพื้นฐานหลักคิดเชิงระบบเหตุผล ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง สอนพระบรมราโชวาทที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนความรู้ หัดทำงาน และทำความดีจากโรงเรียนคุณภาพและโรงเรียนคุณธรรม

จากการศึกษา พบว่า ครูวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยประสบปัญหาหลายด้าน (Office of the Education Council: ONEC, 2008; The Secretariat of the House of Representatives, 2016) เช่น ไม่สามารถปฏิบัติการสอนได้จริงในห้องเรียนครูขาดทักษะการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการคิดวิเคราะห์โดยเฉพาะปัญหาสำคัญ คือ ครูวิทยาศาสตร์มีความไม่แน่ใจในการตีความหมายหลักสูตรเพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในบริบทของโรงเรียนที่แตกต่างกัน (Chatmaneeungcharoen, 2012b) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tobin & McRobbie (1996) กล่าวว่าในสถาบันผลิตครู ครูส่วนใหญ่ยังไม่ได้รับการพัฒนาเพิ่มพูนความรู้ที่สอดคล้องกับการปฏิรูปการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูจึงไม่สามารถจัดการเรียนการสอนที่สนับสนุนให้นักเรียนเกิดการปฏิบัติตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Approach) การเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการ เช่น สะเต็มศึกษา ปัญหาความไม่พร้อมในด้านความรู้ของครูและการไม่ได้รับการสนับสนุนการพัฒนาวิชาชีพจากรูปแบบ วิธีการที่เหมาะสมย่อมส่งผลต่อการนำความรู้ที่ได้รับการพัฒนาไป

ใช้ในห้องเรียนจริง นักการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศได้มีการนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) เป็นสิ่งที่ครูต้องได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วน สำหรับการศึกษาในศตวรรษที่ 21 และสอดคล้องกับเป้าหมายของการประเมินระดับนานาชาติ PISA (Programme for International Student Assessment) ของ OECD (Organization for the Economic Cooperation and Development) แนวการศึกษาที่จะเหมาะสมกับโลกปัจจุบันและโลกอนาคตที่กำลังเป็นที่สนใจทั้งประเทศสหรัฐอเมริกา อังกฤษ สิงคโปร์ และประเทศไทยคือการศึกษาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics: STEM) เป็นการพัฒนาวิธีสอนแบบบูรณาการในกลุ่ม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นการสร้างองค์ความรู้ วัฒนธรรมเชิงสังคม การเรียนรู้แบบลงมือกระทำ การแก้ปัญหาการหาข้อมูล การทำโครงการ การคิดสร้างสรรค์ การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในบริบทของประเทศไทยได้นำวิธีปฏิบัติตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียงมาเป็นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนอีกด้วยเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถดำรงตนอยู่ในสังคมได้อย่างปกติสุข แต่การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในลักษณะเช่นนี้จะเกิดขึ้นได้ขึ้นอยู่กับศักยภาพของครูวิทยาศาสตร์ที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้นักเรียนมีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (The 21st Century Skills) โดยเน้นกระบวนการตั้งคำถาม กระตุ้นการคิดของนักเรียนและนำไปสู่ให้นักเรียนสามารถเป็นผู้กำหนดปัญหาที่ตนเองสนใจที่จะค้นคว้าหาคำตอบต่อไปได้ รูปแบบและแนวทางในการจัดการเรียนการสอนนั้นเน้นปัญหาเป็นรากฐาน (Problem-based Teaching and Learning) เน้นการออกแบบสร้างนวัตกรรม ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ผ่านบริบทชุมชนท้องถิ่น โดยครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นกลุ่มวิจัยนี้เข้าร่วมในรูปแบบการพัฒนาครู (Co-TPACK Model) ที่เน้นความร่วมมือและสร้างเครือข่ายเชิงพื้นที่ในเขตจังหวัดภูเก็ตเพื่อสนับสนุนการพัฒนาการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาแก่นักเรียนสำหรับโครงการการพัฒนาวิชาชีพครูนี้ ผู้วิจัยได้อ้างอิงและพัฒนา TPACK จากรูปแบบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของ Shulman (1986) Magnusson (1999) & Mishra & Koehler (2006, 2008) ดังนั้นความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีในงานวิจัยนี้มี

สถานศึกษาและสถาบันผลิตครูวิทยาศาสตร์ (Professional Learning Community) อีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูวิทยาศาสตร์เพื่อจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาสะท้อนปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงผ่านรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ซึ่งบทความวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอรูปแบบการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีที่เรียกว่า Co-TPACK ในส่วนของวิธีการดำเนินการวิจัยโดยรูปแบบนี้พัฒนาจากรูปแบบการร่วมมือกันในการสอน (Co-Teaching Model) (Chatmaneeungcharoen, 2012a) และการหนุนนำต่อเนื่อง (Coaching System)

ขอบเขตการศึกษา

1. กลุ่มที่ศึกษา เป็นครูระดับประถมศึกษาทั้งหมดในเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดภูเก็ต ตามเกณฑ์การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้แก่ 1) เป็นโรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดภูเก็ต 2) มีครูวิทยาศาสตร์มีความต้องการและสมัครใจเข้าร่วมในการพัฒนาวิชาชีพ 3) ผู้บริหารสถานศึกษามีความสมัครใจ 4) เป็นโรงเรียนที่นักเรียนศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปฝึกปฏิบัติการสอนจากเกณฑ์ดังกล่าวได้กลุ่มที่ศึกษาเป็นโรงเรียนระดับประถมศึกษา จำนวน 40 ท่าน

2. ระยะเวลา โครงการวิจัยต่อเนื่อง ระยะเวลา 4 ปี มีการดำเนินการในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556-กรกฎาคม พ.ศ. 2559

3. สถานที่ดำเนินการวิจัย คณะครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตและโรงเรียนในเครือข่ายจังหวัดภูเก็ต

นิยามศัพท์

1. ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) หมายถึง องค์ประกอบของความรู้ในแต่ละด้านของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้สามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาแก่นักเรียนสำหรับโครงการการพัฒนาวิชาชีพครูนี้ ผู้วิจัยได้อ้างอิงและพัฒนา TPACK จากรูปแบบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของ Shulman (1986) Magnusson (1999) & Mishra & Koehler (2006, 2008) ดังนั้นความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีในงานวิจัยนี้มี

องค์ประกอบ 6 ด้าน ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของการสอน หลักสูตร นักเรียนและการเรียนรู้ วิธีการสอนการวัดและประเมินการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ซึ่งความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีจะแสดงในการปฏิบัติการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครู

2. สะเต็มศึกษา (STEM Education) คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกัน (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาปรับปรุงพัฒนาสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเราโดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี หรือ การออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์พัฒนาวัตกรรมต่างๆ คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มีได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้นแต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญประการแรกคือกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking)

3. ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง (Philosophy of Sufficiency Economy) เป็นแนวทางที่ให้ประชาชนดำเนินตามวิถีแห่งการดำรงชีพที่มีธรรมะเป็นเครื่องกำกับและใจตนเป็นที่สำคัญ เน้นด้านความพอประมาณ ความมีเหตุผล และการมีภูมิคุ้มกันที่ดีในตน ในหลักของการพึ่งพาตนเอง 5 ประการ คือ

3.1 ความพอดีด้านจิตใจ : เข้มแข็ง พึ่งตนเองได้ มีจิตสำนึกที่ดี เอื้ออาทร ประณี ประนอม คำนึงถึงผลประโยชน์ส่วนรวม

3.2 ความพอดีด้านสังคม : มีการช่วยเหลือเกื้อกูลกัน สร้างความเข้มแข็งให้แก่ชุมชน รู้จักผนึกกำลัง และที่สำคัญมีกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดจากฐานรากที่มั่นคงและแข็งแรง

3.3 ความพอดีด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม: รู้จักใช้และจัดการอย่างฉลาดและรอบคอบ

เพื่อให้เกิดความยั่งยืนสูงสุด ใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในประเทศเพื่อพัฒนาประเทศให้มั่นคงเป็นขั้นเป็นตอนไป

3.4 ความพอดีด้านเทคโนโลยี : รู้จักใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมให้สอดคล้องกับความต้องการและควร พัฒนาเทคโนโลยีจากภูมิปัญญาชาวบ้านของเราเอง และสอดคล้องเป็นประโยชน์ต่อสภาพแวดล้อมของเราเอง

3.5 ความพอดีด้านเศรษฐกิจ: เพิ่มรายได้ ลดรายจ่าย ดำรงชีวิตอย่างพอสมควร พออยู่ พอกินตามอัตภาพ และฐานะของตนเอง

4. รูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครู (Professional Development Program) เป็นรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูที่เน้นการส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของครู โดย สร้างและพัฒนาจากแนวคิดระบบหนุนนำอย่างต่อเนื่อง (Teacher Coaching) และรูปแบบการร่วมมือกันในการสอน (Co-teaching Model) โดยเน้นกระบวนการพัฒนาและการปฏิบัติจริงที่เกิดขึ้นที่โรงเรียน (School-based Practicum) ซึ่งระบบหนุนนำอย่างต่อเนื่องจะเกิดจากความร่วมมือของ โรงเรียนและสถานศึกษา ผู้บริหาร ครู โดยมี การบูรณาการวิธีการสอนแบบร่วมมือ (Co-teaching Model) เข้าร่วมกับการศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ (Lesson Study) พัฒนาสู่ระบบหนุนนำอย่างต่อเนื่อง ประกอบของขั้นตอน 3 ขั้นตอน ได้แก่ การร่วมกันวางแผน (Co-Planning) การร่วมมือกันสอน (Co-Teaching) และการร่วมกันประเมิน (Co-Evaluating) รวมทั้งยังสนับสนุนให้ครูวิทยาศาสตร์ช่วยเหลือและให้คำแนะนำซึ่งกันและกัน ในทีมของการสอนแบบร่วมมือ ซึ่งเป็นกลไกเบื้องต้นที่อาจนำไปสู่การรวมกลุ่มความรู้ (Community of Knowledge)

ระเบียบวิธีวิจัย

กรอบแนวคิดของระเบียบวิธีวิจัยครั้งนี้ (Research Methodology) เป็นงานวิจัยเชิงวิธีผสมผสาน (Mixed Methods) ที่การนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Data) และข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Data) ซึ่งมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลากหลายวิธี

1. กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยนี้ เป็นครูระดับประถมศึกษาทั้งหมดในเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดภูเก็ต ตามเกณฑ์การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้แก่ 1) เป็นโรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดภูเก็ต 2) มีครูวิทยาศาสตร์ที่มีความต้องการและสมัครใจเข้าร่วมในการพัฒนาวิชาชีพ 3) ผู้บริหารสถานศึกษามีความสนใจและ 4) เป็นโรงเรียนที่มีนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์

ทั่วไป ฝึกปฏิบัติการสอน จากเกณฑ์ดังกล่าวได้กลุ่มที่ศึกษาเป็นครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนระดับประถมศึกษา จำนวน 40 ท่าน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยเครื่องมือทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ได้รับการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาและภาษาที่ใช้จากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 3 ท่าน จากนั้นผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ศึกษาที่มีลักษณะเดียวกันกับกลุ่มที่ศึกษาจริง แล้วนำเครื่องมือมาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำไปใช้จริงต่อไป โดยเครื่องมือวิจัย ได้แก่

1. แบบสอบถามการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และความรู้ที่ต้องการพัฒนาของครูวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันก่อนเข้าร่วมโครงการพัฒนาวิชาชีพ
2. แบบสำรวจความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ของครูที่เลี้ยง
3. แบบวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้แบบบันทึกการสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอน
4. แบบสัมภาษณ์การพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีระหว่างการเข้าร่วมโครงการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์
5. แบบสัมภาษณ์โดยใช้เหตุการณ์จำลองเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและการปฏิบัติการสอนของครูวิทยาศาสตร์
6. แบบการสะท้อนความคิดและการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 – กรกฎาคม พ.ศ. 2559 โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) กลุ่มที่ศึกษาเป็นครูวิทยาศาสตร์ที่มีความเต็มใจและต้องการเข้าร่วมในโครงการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีโดยรูปแบบการร่วมมือกันสอนระหว่างครูวิทยาศาสตร์ ภายหลังการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) และการวิเคราะห์เอกสาร (Document Analysis) โดยผู้วิจัยได้อ่านคำตอบอย่างละเอียดและเปรียบเทียบเพื่อจัดกลุ่มของข้อมูลโดยใช้กรอบแนวคิดจากการตีความ สร้างข้อสรุปอย่างเป็นระบบจากข้อมูลรูปธรรมหรือความเป็นจริงโดยตรงจากข้อมูลผู้วิจัย ผู้วิจัยได้

นำคำตอบของครูวิทยาศาสตร์ที่จำแนกองค์ประกอบนั้นมา รับการตรวจความถูกต้องอีกครั้งโดยผู้เชี่ยวชาญด้าน วิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 3 ท่าน โดยผู้วิจัยสร้างแบบลง ความคิดเห็นต่อการวิเคราะห์คำตอบของครูของผู้วิจัยว่า เห็นด้วยหรือไม่กับการตีความของผู้วิจัยพร้อมทั้งให้ ข้อเสนอแนะ หากมีประเด็นหรือการแบ่งกลุ่มคำตอบใดที่ ผู้เชี่ยวชาญไม่เห็นด้วยกับการตีความของผู้วิจัย ผู้วิจัยและ ผู้เชี่ยวชาญได้ประชุมเพื่อหาข้อสรุปในประเด็นนั้นหรือ การแบ่งกลุ่มคำตอบให้สอดคล้อง

4. รูปแบบการพัฒนาวิชาชีพโดยรูปแบบ การร่วมมือกันในการสอนและระบบการหนุนนำอย่างต่อเนื่อง (Co-TPACK)

Co-TPACK สร้างและพัฒนาตลอดระยะเวลา 4 ปี โดยมีการปรับเปลี่ยนตามบริบทของการปฏิบัติจริงเพื่อเอื้อ ต่อการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งการพัฒนาให้ครู วิทยาศาสตร์มีความรู้และทักษะที่เหมาะสมในการจัด การเรียนการสอนนั้นต้องมีการใช้กลยุทธ์ในการพัฒนา วิชาชีพ ดังนี้ การหนุนนำอย่างต่อเนื่อง (Mentoring and Coaching) การเป็นที่ปรึกษาในพื้นที่ปฏิบัติ (Site-based Consultation) การปฏิบัติโดยโรงเรียนเป็นฐาน (School-based Practice) การศึกษาจากกรณีศึกษาเพื่อการปรับปรุง (Case Study for Improvement) การสะท้อนคิด (Reflection) เกิดการเรียนรู้และนำไปสู่การพัฒนา (Learning for Development) ในส่วนของรูปแบบ การพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ให้สามารถจัดการเรียน การสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาได้นั้น ระยะเวลาของรูปแบบ การพัฒนาวิชาชีพครูที่เลี้ยงวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ ประกอบด้วย 3 วงจร คือ **วงจรที่ 1** วงจรการเตรียมความ พร้อมของนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป (Student Teachers' Preparation Cycle) **วงจรที่ 2** วงจรการสร้าง ครูที่เลี้ยง (Cooperative Teachers Cycle) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ Co-TPACK 1-5 (Exploration, Preparation, Co-planning, Co-teaching, Self-Reflection) และ **วงจรที่ 3** วงจรการทำงานร่วมกันสามเส้า (Collaboration Cycle) ระหว่างครูที่เลี้ยง นักศึกษา และอาจารย์นิเทศก์ ผ่านรูปแบบการร่วมมือกันในการสอน (Co-teaching Model) และระบบหนุนนำอย่างต่อเนื่อง (Coaching System) โดยการทำงานระหว่างครูที่เลี้ยงและนักศึกษาก็ เริ่มจากการร่วมมือกันในการสอนแบบ Lead and Support และปรับเปลี่ยนเป็น Station Teaching จน สุดท้ายเป็น Team Teaching โดยมีอาจารย์นิเทศก์ทำหน้าที่ ช่วยเหลือ สะท้อนคิด เติมเต็ม (Reflective Facilitator)

โดยในการทำงานระยะที่ 3 ของวงจรการทำงานร่วมกันสาม
เส้าเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างครูพี่เลี้ยง อาจารย์นิเทศก์
และนักศึกษาฝึกสอน เพื่อพัฒนาบทเรียน กิจกรรมเสริม
ศึกษา โดยมีขั้นตอน STEMEd - PD Plan, STEMEd - PD
improve และ STEMEd - PD assess

ผลวิจัย

การพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีเพื่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด
สะเต็มศึกษาสะท้อนปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงครู
วิทยาศาสตร์เข้าร่วมในโครงการนี้ในปีการศึกษา พ.ศ.
2556-2559 ผ่านรูปแบบการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวก
วิธีสอนและเทคโนโลยีของครูวิทยาศาสตร์ที่เรียกว่า
Co-TPACK ซึ่งเมื่อครูวิทยาศาสตร์ได้เข้าร่วมในโครงการ
Co-TPACK พบว่าครูกลุ่มวิจัยนี้มีการพัฒนาด้าน TPACK
และการปฏิบัติการสอนในห้องเรียนอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

โดยแต่ละบทเรียนของครูที่ได้ออกแบบและปฏิบัติการสอน
จริงนั้นมีการบ่งชี้ถึงคำสอนของปรัชญาของเศรษฐกิจ
พอเพียงอย่างเด่นชัด (Explicit Teaching) จากการใช้
แบบสอบถามและการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความเข้าใจและ
การปฏิบัติการสอนของครูวิทยาศาสตร์ จากการวิเคราะห์
ผลการตอบแบบสอบถาม การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง
และสังเกตการปฏิบัติการสอนในด้านการกำหนดเป้าหมาย
ของการสอนวิทยาศาสตร์ วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ที่
สอดคล้องกับลักษณะเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน หลักสูตร และวิธีการวัดและ
ประเมินผลการเรียนรู้ โดยการนำเสนอเป็นภาพรวมของ
การพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของครู
วิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยระดับการปฏิบัติของครูในแต่ละด้านของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูในกลุ่มวิจัย
ก่อนระหว่าง และหลังเข้าร่วมโครงการ Co-TPACK

ประเด็นพิจารณา	ค่าเฉลี่ยของระดับการปฏิบัติ (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)			ประเมิน การพัฒนา
	ก่อนเข้าร่วม Co-TPACK-PD	ระหว่างเข้าร่วม Co-TPACK-PD	หลังเข้าร่วม Co-TPACK-PD	
1. ด้านจุดประสงค์/เป้าหมายการสอน				
1.1 กำหนดสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ของแต่ละสาระวิชาที่บูรณาการ	1.00	3.25	4.00	พัฒนา
1.2 เน้นที่พฤติกรรมระดับสูงของผู้เรียนหรือ ทักษะการคิดขั้นสูง	1.00	2.75	4.80	พัฒนา
1.3 ระบุครบทั้ง 3 ด้าน คือพุทธิพิสัย ทักษะ พิสัย และจิตพิสัย ในเชิงการปฏิบัติวัดและ ประเมินผลได้ โดยเฉพาะการออกแบบเชิง วิศวกรรมศาสตร์	3.00	4.75	5.00	พัฒนา
2. ด้านเนื้อหา				
2.1 กำหนดเนื้อหาในแต่ละสาระวิชา สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3.00	4.00	4.75	พัฒนา
2.2 มีการเขียนในรูปแนวคิดที่นักเรียนต้อง เรียนรู้เชื่อมโยงแต่ละสาระวิชา หรือ ภายในสาระวิชาได้	1.00	3.05	4.45	พัฒนา
2.3 จัดลำดับเนื้อหาของแต่ละสาระวิชา เหมาะสมกับผู้เรียนละกิจกรรมการสอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาได้	1.00	2.25	4.75	พัฒนา
2.4 มีการเชื่อมโยงกับแนวคิดของแต่ละสาระวิชา	1.00	3.25	4.80	พัฒนา
2.5 มีเนื้อหาการเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ สถานการณ์ในชีวิตประจำวันจริง ทันสมัย	1.00	3.25	4.55	พัฒนา

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยระดับการปฏิบัติของครูในแต่ละด้านของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูในกลุ่มวิจัย ก่อนระหว่าง และหลังเข้าร่วมโครงการ Co-TPACK (ต่อ)

ประเด็นพิจารณา	ค่าเฉลี่ยของระดับการปฏิบัติ (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)			ประเมินการพัฒนา
	ก่อนเข้าร่วม Co-TPACK-PD	ระหว่างเข้าร่วม Co-TPACK-PD	หลังเข้าร่วม Co-TPACK-PD	
3. ด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้				
<u>ขั้นนำ</u>				
3.1 มีการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนในแต่ละสาระวิชาที่ได้วางแผนไว้	2.00	3.25	4.00	พัฒนา
3.2 มีกิจกรรมที่เชื่อมโยงจากชีวิตประจำวันของนักเรียน	1.00	3.00	4.25	พัฒนา
3.3 มีการนำเข้าสู่บทเรียนด้วย เหตุการณ์ สถานการณ์การ คำถามหรือปัญหาที่น่าสนใจ	1.00	4.25	4.50	พัฒนา
<u>ขั้นสอน</u>				
3.4 นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ เน้นกระบวนการทำงานเป็นทีม	3.05	4.25	4.75	พัฒนา
3.5 ครูมีการถามคำถามที่กระตุ้นการคิดของนักเรียนเชื่อมโยงกับแนวคิดของแต่ละสาระวิชา	1.00	3.25	4.75	พัฒนา
3.6 นักเรียนมีโอกาสได้ออกแบบ ทดสอบ ประสิทธิภาพ และแก้ไขแบบตามผลการทดสอบ	0	3.15	4.05	พัฒนา
3.7 กิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียนวางแผนการสร้างด้วยตนเอง และการทำงานเป็นทีม	0	4.15	4.75	พัฒนา
3.8 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนสะท้อนการเรียนรู้แนวคิดในแต่ละสาระวิชา	0	4.25	5.00	พัฒนา
3.9 บทบาทของครูเป็นเพียงผู้เสนอแนะ โค้ช มากกว่าผู้บรรยาย	2.45	4.05	4.75	พัฒนา
3.10 เน้นกิจกรรมที่เน้นทักษะการอ่านออก เขียนได้ และคิดเป็น	4.00	4.00	4.75	พัฒนา
3.11 มีคำถามที่กระตุ้นทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หรือคิดสร้างสรรค์	1.00	3.25	4.75	พัฒนา
3.12 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการปฏิบัติจริง	2.00	4.05	4.80	พัฒนา
3.13 มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศร่วมในการจัดการเรียนการสอน เช่น เป็นสื่อแหล่งเรียนรู้ หรือผลงานของนักเรียน	1.00	4.25	4.75	พัฒนา
<u>ขั้นสรุป</u>				
3.14 เน้นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนสรุปความรู้ด้วยตนเอง	1.00	4.25	4.75	พัฒนา
3.15 ส่งเสริมกิจกรรมให้นักเรียนมีทักษะการสื่อสาร เช่น การนำเสนอ การอภิปรายในกลุ่ม	1.00	3.75	4.05	พัฒนา
3.16 เตรียมคำถามหรือวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ที่ชัดเจน	3.00	4.15	4.80	พัฒนา
3.17 มีการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนตามสภาพจริง	2.15	3.05	4.75	พัฒนา

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยระดับการปฏิบัติของครูในแต่ละด้านของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครูในกลุ่มวิจัย ก่อนระหว่าง และหลังเข้าร่วมโครงการ Co-TPACK (ต่อ)

ประเด็นพิจารณา	ค่าเฉลี่ยของระดับการปฏิบัติ (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)			ประเมินการพัฒนา
	ก่อนเข้าร่วม Co-TPACK-PD	ระหว่างเข้าร่วม Co-TPACK-PD	หลังเข้าร่วม Co-TPACK-PD	
4. ด้านสื่อและอุปกรณ์				
4.1 มีการเตรียมสื่อที่หลากหลาย	3.00	4.15	4.80	พัฒนา
4.2 ใช้สื่อที่เหมาะสมและสอดคล้องกับจุดประสงค์เนื้อหา และกิจกรรม	3.00	4.25	4.95	พัฒนา
4.3 มีการใช้เทคโนโลยีร่วมในการจัดการเรียนรู้	1.00	4.00	4.75	พัฒนา
5. ด้านการวัดและประเมินผล				
5.1 มีการวัดประเมินผลการเรียนรู้ก่อน ระหว่าง และหลังการสอน	2.10	4.25	4.65	พัฒนา
5.2 มีวิธีการวัดและประเมินที่หลากหลาย	1.00	3.25	4.75	พัฒนา
5.3 วิธีการวัดและประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนเหมาะสมและสอดคล้องกับจุดประสงค์/เป้าหมายการสอน	3.05	4.25	4.80	พัฒนา
5.4 มีวิธีการวัดและประเมินผลงานหรือชิ้นงานของนักเรียน	1.15	4.05	4.70	พัฒนา
5.5 มีการวัดและประเมินผลกระบวนการหาคำตอบของนักเรียนเพื่อตอบคำถามหรือแก้ปัญหา	2.50	4.10	4.90	พัฒนา
6. ด้านการใช้เทคโนโลยี				
6.1 เป็นแหล่งสืบค้นข้อมูลของครู	3.05	4.75	4.80	พัฒนา
6.2 เป็นแหล่งสืบค้นข้อมูลของนักเรียน	1.00	4.25	4.50	พัฒนา
6.3 เป็นเครื่องมือช่วยสอน	1.00	3.25	4.25	พัฒนา
6.4 เป็นเครื่องมือของนักเรียนในการสร้างชิ้นงาน	0	3.25	4.70	พัฒนา
6.5 เป็นช่องทางการพูดคุย แลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างนักเรียนและครู	0	4.00	4.75	พัฒนา
6.7 เป็นช่องทางการพูดคุย แลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างนักเรียน	0	3.00	3.25	พัฒนา
7. การสะท้อนถึงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ภายในสาระ หรือข้ามสาระวิชา				
7.1 วิทยาศาสตร์	3.50	3.80	4.50	พัฒนา
7.2 เทคโนโลยี	0	3.25	4.60	พัฒนา
7.3 วิศวกรรมศาสตร์	0	3.75	4.05	พัฒนา
7.4 คณิตศาสตร์	0	4.00	4.50	พัฒนา

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าร่วมช่วงเริ่มต้นนั้นจะเห็นว่าส่วนใหญ่จะสอนเน้นเนื้อหา ไม่มีเทคนิคการสอนที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วม โดยเฉพาะการเน้นเรื่องของการออกแบบกิจกรรมที่บูรณาการข้ามสาระวิชา ไม่มีการแสวงหาความรู้เดิมของนักเรียน

การสอนในห้องเรียนไม่เน้นให้นักเรียนได้ Mind-on และ Hand-on แต่เมื่อมีกระบวนการประชุมเชิงปฏิบัติสร้างองค์ความรู้พื้นฐานร่วมกันในห้องประชุมเพื่อวางแผนนำไปใช้จริงในห้องเรียนของครูวิทยาศาสตร์แต่ละท่านเมื่อเข้าร่วมใน Co-TPACK นั้นเกิดขึ้น การร่วมมือกันในการสอน

ระหว่างครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นพี่เลี้ยง และนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพนั้นสามารถช่วยเหลือแนะนำการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ การเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับทั้งสองฝ่ายเป็นอย่างดี โดยอาจารย์พี่เลี้ยงมีบทบาทหนุนนำช่วยเหลือ สะท้อนบนพื้นฐานปัญหาที่ครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่พบเจอคือการเลือกกิจกรรมการเรียนการสอน ที่นำเสนอเนื้อหาวิทยาศาสตร์ให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย และไม่ทราบว่าจะนำเข้าสู่เรียนอย่างไรเพื่อให้ห้องเรียนเกิดบรรยากาศของการเรียนรู้ได้ โดยเฉพาะการเลือกวิธีสอนที่เหมาะสมต่อเนื้อหาที่สอน ผู้ให้การหนุนนำจากนักวิจัยได้ช่วยเหลือโดยการแนะนำและยกตัวอย่างการใช้คำถามถามให้นักเรียนคิด ให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมขณะเรียนมีการจัด Microteaching ขึ้นเพื่อสร้างความมั่นใจให้แก่ครูวิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์มีการปรับความเข้าใจเรื่องการจัดการเรียนรู้ PBL โดยแนวทางการปฏิบัติของครูวิทยาศาสตร์เริ่มบทเรียนโดยการนำปัญหา ประเด็นที่เกี่ยวข้อง หรือกรณีศึกษาเพื่อเป็นโจทย์กระตุ้นให้ผู้เรียนวางแผนการสืบค้น และดำเนินการค้นคว้าหาความรู้สร้างความเข้าใจด้วยตนเอง โดยกระบวนการหาความรู้ด้วยตนเองนี้ทำให้นักเรียนเรียนเกิดทักษะในการแก้ไขปัญหา (Problem Solving Skill) ระหว่างการเรียนนั้นบทบาทผู้สอนจะเป็นเพียงผู้แนะแนวทางการค้นหาคำตอบ รวมทั้งมีการวัดและประเมินนักเรียนทั้งในรูปแบบข้อสอบวัดความรู้ ทักษะการคิด ผลงานของนักเรียน พฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน ซึ่งครูวิทยาศาสตร์สร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลทั้งแบบระหว่างเรียนและหลังเรียนเพื่อประเมินการพัฒนาการของนักเรียนร่วมกับประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ถือว่าครูวิทยาศาสตร์นั้นเกิดการพัฒนาคำรู้ด้านการประเมินผลทักษะการเรียนรู้

ครูวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญต่อการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้มากขึ้นเมื่อได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนการสังเกตการสอนของห้องเรียนเพื่อนร่วมทีม โดยเน้นการสอนที่จัดว่ามีประสิทธิภาพ ครูวิทยาศาสตร์ทำหน้าที่มากกว่าการเป็นผู้ที่ทำหน้าที่สอน (Instructor) แต่ครูมีลักษณะของผู้ที่สามารถชี้แนะการเรียนรู้ (Learning Coaching) และสามารถทำหน้าที่เป็นผู้นำนักเรียนท่องเที่ยวไปสู่โลกแห่งการเรียนรู้ได้ (Learning Travel Agent) จากที่กล่าวมานั้นบทบาทของครูวิทยาศาสตร์ได้ปรับเปลี่ยนและพัฒนาก้าวสู่ยุคแห่งศตวรรษที่ 21 อย่างเห็นได้ชัดเจน ครูวิทยาศาสตร์ที่มีทัศนคติและความเชื่อที่ว่าครูวิทยาศาสตร์ในโลกยุคใหม่ต้องมีความรอบรู้มากกว่าการเป็นผู้ดูแลรายวิชาที่สอนเท่านั้น โดยครูวิทยาศาสตร์

จำเป็นต้องมีบทบาทของการเพิ่มพูนความรู้แก่นักเรียนเสริมสร้างทักษะที่จำเป็นต่อการประกอบอาชีพการจัดการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์ มีขั้นตอนและกระบวนการที่เป็นลำดับที่ผู้เรียนสามารถมีส่วนร่วมกับการเรียนการสอน เช่น การกำหนดปัญหาที่สนใจและการทำกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และสามารถบูรณาการกับรายวิชาอื่น ๆ ได้

นอกจากนี้จากระยะเวลาของการพัฒนา TPACK ของครูวิทยาศาสตร์พบว่าห้องเรียนปรับเข้าสู่การเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยี (Technology-based Learning) มากขึ้นจากการประชุมกลุ่มย่อยพบว่าครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าร่วมโครงการ Co-TPACK ต้องการเรียนรู้ถึงวิธีการวัดและประเมินผล โดยทางนักวิจัยได้จัดกิจกรรมการสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลเพื่อให้สอดคล้องกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยโรงเรียนแต่ละโรงเรียนจะสร้างตัวบ่งชี้ที่แสดงถึงพฤติกรรมที่สามารถวัดได้และบ่งชี้ถึงทักษะแต่ละทักษะใน 3R7C เมื่อเริ่มโครงการนักวิจัยได้สัมภาษณ์ครูวิทยาศาสตร์แต่ละโรงเรียนและพบว่า ครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการประเมินผลรวม (Summative Assessment) ว่านักเรียนได้เกรดอะไรในรายวิชานั้น ๆ โดยที่นักเรียนได้รับข้อมูลย้อนกลับเป็นเพียงตัวเลขแต่ไม่เคยรับรู้เลยว่า “แล้วพวกเขาต้องปรับอะไรเพื่อให้ดีขึ้น” การประเมินผลรวมนั้นเพื่อตัดสินผลการจัดการเรียนรู้เป็นที่นิยมสำหรับครูวิทยาศาสตร์ โดยครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ในโครงการเน้นการวัดและประเมินโดยใช้แบบทดสอบที่ประกอบด้วยคำถามปลายปิด และประเมินหลังจากผู้เรียนได้เรียนไปแล้ว ซึ่งจัดว่าการวัดและประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน (Assessment of Learning) แต่สิ่งที่โครงการ Co-TPACK ต้องการให้เกิดขึ้นกับครูวิทยาศาสตร์ คือ Assessment for Learning และ Assessment as Learning ที่เน้นการวัดและประเมินสำหรับการเรียนรู้ของนักเรียน (Assessment for Learning) ดังนั้น ในการทำการอบรมเชิงปฏิบัติการระดับสถานศึกษา นักวิจัยได้ทำการพูดคุยกับทีมครูที่เป็นกลุ่มวิจัยในระดับสถานศึกษาถึงเรื่องแนวทางการวัดและประเมินผลที่ต้องการส่งเสริมให้ครูวิทยาศาสตร์เน้น Formative Assessment มากกว่า Summative Assessment และทำการวัดและประเมินเกิดระหว่างการเรียนรู้ ทำบ่อยครั้งมากกว่าหนึ่งครั้ง โดยนักวิจัยได้ยกตัวอย่างกรณีศึกษาและให้ตัวอย่างเครื่องมือวัดและประเมินผลที่หลากหลาย เช่น แบบสังเกตพฤติกรรม แบบสัมภาษณ์ แบบสัมภาษณ์โดยใช้สถานการณ์ แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน แบบประเมินชิ้นงานของนักเรียน อนุทินการเรียนรู้ โดยให้ครูวิทยาศาสตร์ในแต่ละโรงเรียน

นำไปออกแบบประยุกต์ใช้กับแผนการจัดการเรียนรู้ของตนเอง จากนั้นนำมาเล่าสู่กันฟังในกลุ่มครูวิทยาศาสตร์แกนนำ เพื่อนำไปใช้กับนักเรียน และนำข้อมูลที่ได้กลับมาคุยกันอีกรอบ

จากข้อมูลข้างต้น สอดคล้องกับผลจากการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์พบว่าครูวิทยาศาสตร์ให้ความสนใจกับการประเมินทักษะการคิดทั้งทักษะการคิดขั้นพื้นฐาน (Basic Thinking Skills) ทักษะการคิดแกนกลาง (Core Thinking Skills) และทักษะการคิดขั้นสูง (Higher Order Thinking Skills) มาก

ชั้นครูวิทยาศาสตร์ท่านนี้มีการพัฒนาทักษะการถามคำถาม และเน้นให้นักเรียนมีทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์รวมทั้งการสอนปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงแบบบ่งชี้ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าครูวิทยาศาสตร์นั้นสามารถคิดแบบนักประเมินและนักออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณสอดคล้องต่อข้อมูลวิจัยที่ได้จากเก็บรวบรวมจากการสังเกตการปฏิบัติการสอนของครูวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาที่ร่วมกันในการทำงาน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การพัฒนาความเข้าใจและการปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาระหว่าง และหลังเข้าร่วมในรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์

ประเด็นคำถาม	ผลการพัฒนา TPACK และการปฏิบัติการสอนของครู
1. การพัฒนาความเข้าใจและการปฏิบัติการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	โดยภาพรวมแล้วผู้เข้าร่วมสะท้อนว่า ได้เรียนรู้ จากการอบรมเชิงปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา และการร่วมการวางแผนการจัดการเรียนรู้ และการลงมือปฏิบัติการสอน ณ โรงเรียน (School-based Curriculum) ผ่านการฟังบรรยายและการร่วมปฏิบัติกิจกรรมตามระดับชั้นการศึกษาที่สอนในแต่ละครั้ง
2. กิจกรรมในรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการพัฒนาความเข้าใจและการปฏิบัติการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	กิจกรรมการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ
3. การพัฒนาการปฏิบัติการสอนระหว่าง และหลังการเข้าร่วมในรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์	นำไปปรับเปลี่ยน วิธีการสอนปรับเปลี่ยนโดยการสร้างสถานการณ์จริงเพื่อให้นักเรียนได้คิดและออกแบบประดิษฐ์อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนรู้ด้วยตนเองและนำความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์เข้าไปจับ ทำให้นักเรียนมีความคิดและสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานนวัตกรรมใหม่ๆ ได้อย่างสร้างสรรค์
4. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ดำเนินการในระหว่างเข้าร่วมในรูปแบบพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์นี้ ต่อการพัฒนาในด้านทักษะในศตวรรษที่ 21	การอ่านออก(R1) การเขียน (R2) การคำนวณเลข (R3) มีการบูรณาการทั้ง 7c เช่น การมีส่วนร่วม การทำกิจกรรมกลุ่ม การใช้เทคโนโลยีในการทำงานกลุ่ม การแสวงหาความรู้
5. ความเข้าใจและการปฏิบัติการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ได้เรียนรู้เพิ่มเมื่อเข้าร่วมในรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์นี้	การเรียนรู้แบบบูรณาการ โดยมีการเรียนรู้ผ่านกลุ่มสาระ การงานและเทคโนโลยี คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โดยเอาทั้งหมดมาเรียนรู้แบบบูรณาการในการเรียนการสอน
6. การวางแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ได้เรียนรู้	ต้องมีการวางแผนร่วมกันจากครูแต่ละสาระการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ต้องมีการบูรณาการทั้ง 4 รายวิชา คือ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์โดยให้นักเรียนรู้จักคิดและแก้ไขปัญหาด้วยตนเองนำไปสู่การออกแบบผลงานในอนาคตได้ บางครั้งการจัดการเรียนเชิงบูรณาการสามารถมีได้หลายระดับ และอาจเกิดได้มากกว่ารายวิชาที่ได้รับบู่ไว้
7. ความหมายและการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	การจัดการศึกษาที่มีการบูรณาการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ซึ่งมุ่งแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การสร้างนวัตกรรมใหม่

ตารางที่ 2 การพัฒนาความเข้าใจและการปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาระหว่าง และหลังเข้าร่วมใน รูปแบบการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ประเด็นคำถาม	ผลการพัฒนา TPACK และการปฏิบัติการสอนของครู
8. ครูในกลุ่มสาระใดบ้างที่จำเป็นต้องมา เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน	ส่วนใหญ่ตอบคณิตศาสตร์, วิทยาศาสตร์, เทคโนโลยี, วิศวกรรม แต่ครู ทุกคนสามารถสอนตามแนวคิดนี้ได้ โดยต้องมีการวางแผนและออกแบบ กิจกรรมที่ดี
9. การทำงานร่วมกัน และบทบาทหน้าที่ของครู ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่อการจัดการเรียนการสอน ตามแนวสะเต็มศึกษา	สามารถเกี่ยวข้องได้กับทุกๆ กลุ่มสาระ เพราะ แต่ละกลุ่มสาระสามารถ โยงความสัมพันธ์ในการหาเหตุผล จากการเรียนรู้ในทุกๆ กิจกรรม
10. การวิเคราะห์ตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้สู่การวางแผนการ ปฏิบัติการสอน	วางแผนกิจกรรมตามหลักสูตรแกนกลาง แต่เสริมด้านความรู้ทั่วไป การ นำความรู้ในตำราไปใช้ในสถานการณ์จริง
11. การตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	เพราะสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการเรียนผ่านกิจกรรม หรือ โครงการทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะใน ศตวรรษที่ 21
12. การออกแบบการจัดการเรียนการสอนตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา	ออกแบบให้สอดคล้องกับหลักสูตร โดยมีการร่วมมือกันระหว่างครูในแต่ละ วิชา
13. การออกแบบการวัดและประเมิน เพื่อ สอดคล้องต่อการจัดการเรียนการสอนตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา	ออกแบบการวัดและประเมินให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เน้นการวัด และประเมินตามสภาพจริง ให้ความสำคัญของกระบวนการวัดและ ประเมินผลเพื่อพัฒนาผู้เรียน เน้นชิ้นงานและการปฏิบัติจริง
14. ปัจจัยสำคัญที่เป็นอุปสรรค หรือสนับสนุน การจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนของนักเรียน ความรู้พื้นฐาน

ซึ่งผลวิจัยจากตารางที่ 3 แสดงถึงการพัฒนา ความเข้าใจและการปฏิบัติการสอนตามแนวคิดสะเต็ม ศึกษาของครูวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับผลจาก การวิเคราะห์จากข้อมูลการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง การวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้และการวิเคราะห์เนื้อหา การเรียนรู้ พบว่า ครูมีการอธิบายถึงการออกแบบ เชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนอง ความต้องการ ซึ่งมีได้หลายรูปแบบโดยประยุกต์ปรัชญา ของเศรษฐกิจพอเพียงในการจัดการเรียนการสอน ด้านความพอประมาณนักศึกษาวางแผนการสอนที่เน้น ด้านทฤษฎีและปฏิบัติควบคู่กันอย่างสมดุล โดยในชั้น กิจกรรมการจัดการเรียนรู้นั้นนักศึกษาเน้นการส่งเสริมให้ นักเรียนเรียนรู้และตระหนักถึงความสำคัญของสภาวะ สมดุล เช่นแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง ทรัพยากรน้ำ การวางแผนการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาเริ่มนำเข้าสู่ บทเรียนโดยให้ข่าว สถานการณ์ที่เกิดขึ้น เช่น การปนเปื้อน ของสารเคมีในน้ำ การเกิดปัญหาแผ่นดินไหวตัว เน้นวิธีการสอนโดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน ใช้สื่อการสอนที่สามารถใช้และหาได้ง่ายโดยสามารถนำ กลับมาใช้ใหม่ (Reuse) ส่วนการจัดกิจกรรมสนับสนุนได้ให้

นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มหรือหมู่คณะ ส่วนการวัด และประเมินผลการเรียนการสอนนักศึกษามีการออกแบบ เครื่องมือการวัดและประเมินผลที่มีการกำหนดสัดส่วน คะแนนอย่างสมดุลเน้นการประเมินโดยใช้ผลงานของ นักเรียน เช่น แฟ้มสะสมงาน การนำเสนอหน้าชั้นเรียน ชิ้นงานประดิษฐ์ การออกแบบและทำการทดลอง อื่นๆการ ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ครูดำเนินการจัดการเรียน การสอนที่เน้นกระบวนการเชิงวิศวกรรมศาสตร์ เปิดโอกาสให้ นักเรียนตัดสินใจในการเลือกใช้อุปกรณ์บนพื้นฐานองค์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนถูกกระตุ้นและท้าทายด้วย ปัญหา สถานการณ์ที่นักเรียนต้องหาวิธีการแก้ไข ซึ่งนำไปสู่ การออกแบบ สร้าง และทดสอบประสิทธิภาพของ นวัตกรรม มีการใช้เทคโนโลยีในกระบวนการสืบค้นและ สร้างสรรค์นวัตกรรมนั้น โดยในบทเรียนสะเต็มศึกษาที่ ร่วมกันออกแบบนั้นในขั้นสุดท้ายของการเรียนการสอนครู วิทยาศาสตร์มีการกระตุ้นในห้องเรียนถึงการเชื่อมโยงกับ ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ในหลักของการพึ่งพาตนเอง 5 ประการ คือ ความพอมีด้านจิตใจ ที่นักเรียนต้องเป็น บุคคลที่เข้มแข็ง พึ่งตนเองได้ มีจิตสำนึกที่ดี เอื้ออาทร ประณีประนอม คำนึงถึงผลประโยชน์ส่วนรวม ความพอดี

ด้านสังคม จากการทำกิจกรรมกลุ่มนักเรียนมีการช่วยเหลือเกื้อกูลกัน สร้างความเข้มแข็งให้แก่ชุมชนท้องถิ่น รู้จักฝึกกำลัง และที่สำคัญมีกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดจากฐานรากที่มั่นคงและแข็งแกร่งความพหุวัฒนธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม นักเรียนตัดสินใจและรู้จักใช้จัดการวัสดุ อุปกรณ์ ทรัพยากรธรรมชาติอย่างฉลาดและรอบคอบ เพื่อให้เกิดความยั่งยืนสูงสุดที่มีอยู่ในประเทศ เพื่อพัฒนาประเทศให้มั่นคงเป็นขั้นเป็นตอนไป ความพหุวัฒนธรรมด้านเทคโนโลยี การทำกิจกรรมของนักเรียนทุกครั้งที่มีการใช้เทคโนโลยีนักเรียนสามารถวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมให้สอดคล้องกับ ความต้องการ และความพหุวัฒนธรรมด้านเศรษฐกิจ ที่กิจกรรมสะสมเต็มศึกษาที่ครูวิทยาศาสตร์ออกแบบในการเรียนการสอนนั้นมีการแทรกเรื่องการวางแผนการใช้จ่าย ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ถึงแนวทางการเพิ่มรายได้ ลดรายจ่าย ดำรงชีวิตอย่างพอสมควร พออยู่ พอกินตามอัตภาพ และฐานะของตนเอง

สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาให้ครูมีองค์ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีที่เหมาะสมเป็นปัจจัยสำคัญในการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ได้ ดังนั้นรูปแบบการพัฒนาครูที่มีประสิทธิภาพในเชิงปฏิบัติและยั่งยืนจึงมีความจำเป็นอย่างมากในการพัฒนาให้เกิดขึ้นจริง การวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอผลวิจัยที่แสดงถึงขั้นตอนการทำงานระหว่างหน่วยงานเพื่อต้องการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของครู (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) ซึ่งรูปแบบการทำงานนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอรูปแบบ Co-TPACK ที่ได้พัฒนาจากผลวิจัยของการศึกษาค้นคว้า

จากผลวิจัยแสดงให้เห็นว่าครูวิทยาศาสตร์มีบทบาทต่อการเรียนรู้ของนักเรียน “นักเรียนที่รอบรู้เกิดจากครูที่รอบรู้” ครูวิทยาศาสตร์ทั้ง 40 ท่านเข้าร่วมในการทำกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการ การประชุมกลุ่มย่อย การวางแผนการจัดการเรียนรู้ การทบทวนบทเรียนและสะท้อนการปฏิบัติการสอน อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 4 ปี เป็นหลัก โดยผู้วิจัยได้ใช้กรอบความรู้ของ TPACK เป็นเป้าหมายของการพัฒนาครูเพื่อส่งเสริมให้ครูวิทยาศาสตร์สามารถจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการได้จากการรวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลมาตลอดระยะเวลา 3 ปี ผ่านเครื่องมือวิจัยที่หลากหลาย ในรูปแบบข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงคุณภาพ ผลวิจัยแสดงให้เห็นว่า ในขณะที่รูปแบบ Co-TPACK มีการดำเนินการไปนั้นครูวิทยาศาสตร์มีการพัฒนา TPACK ในแต่ละด้านอย่างชัดเจนโดยเฉพาะความรู้

ของครูวิทยาศาสตร์ด้านการวัดและประเมินผลนั้นมีการปรับเปลี่ยนมากขึ้น ครูวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้มีการวางแผนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนตลอดระยะเวลาของการจัดการเรียนการสอน โดยมีการกำหนดหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้บรรลุเป้าหมายที่พึงประสงค์ (Evidences of Understanding) ได้แก่ ชิ้นงานหรือภาระงาน ตัวอย่างชิ้นงาน ภาพวาด กราฟ งานประดิษฐ์ จากผลวิจัย สามารถจำแนกครูวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้ได้เป็น 3 ประเภท คือ กลุ่มที่คิดแบบนักประเมินกลุ่มที่คิดแบบนักออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และกลุ่มที่คิดแบบนักประเมินและออกแบบการเรียนรู้โดยลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ที่คิดแบบนักประเมิน จะเน้นการหาหลักฐาน/ร่องรอยที่แสดงความเข้าใจของนักเรียน การปฏิบัติหรือภาระงานในงานการเรียนการสอนของนักเรียน ทาวิธีการเพื่อแยกแยะนักเรียนที่เข้าใจจริงและยังไม่เข้าใจจริงในแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ครูสอน กำหนดเกณฑ์ที่ควรใช้ในการประเมินเพื่อแยกแยะผลงานของนักเรียน และตรวจสอบหาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ซึ่งในกลุ่มของครูวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ที่คิดแบบนักออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ จะมีลักษณะหา กิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจและทำให้นักเรียนผูกพันกับการเรียนหัวข้อนี้ จัดหาแหล่งเรียนรู้และสื่อวัสดุที่มีและสามารถนำมาใช้ในการเรียนวิทยาศาสตร์วางแผนให้นักเรียนควรทำกิจกรรมทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ออกแบบวิธีประเมินผลและให้ระดับคะแนนแก่นักเรียนเพื่อรายงานผลการเรียนรู้ให้ผู้ปกครองรับรู้ประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูวิทยาศาสตร์ออกแบบว่าควรมีการปรับปรุงอย่างไรเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากขึ้น เมื่อทั้งสามกลุ่มนักคิดได้มีโอกาสในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการประชุมกลุ่มย่อย และการประชุมส่วนกลาง ทำให้เกิดการแบ่งปัน แลกเปลี่ยน ประสบการณ์และแหล่งข้อมูลสำหรับการเรียนการสอนมากขึ้น

นอกจากนี้กระบวนการศึกษาบทเรียน และการทบทวนบทเรียน โดยมีผู้เชี่ยวชาญในแต่ละศาสตร์เข้าร่วมสนับสนุนให้ครูวิทยาศาสตร์มีการเรียนรู้ในด้านการบูรณาการเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับเนื้อหา ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เลือกวิธีสอนได้เหมาะสม มีการติดตามประเมินผลการเรียนรู้ตลอดเวลา ห้องเรียนของครูวิทยาศาสตร์ในกลุ่มวิจัยนี้มีการปรับเข้าสู่การเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยี (Technology-based Learning) มากขึ้น โดยเฉพาะในการออกแบบและปฏิบัติการสอนโดยใช้กิจกรรมสะสมเต็มศึกษาที่ให้ความสำคัญกับกระบวนการวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนามากกว่าการตัดสินใจ การทำงานระหว่างทีม

Co-TPACK ที่เกิดขึ้นตามกำหนดเวลาที่ชัดเจนนั้นปลูกฝังคุณลักษณะความเป็นกระตือรือร้นในการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์มากขึ้น ซึ่งสามารถทำให้เกิดชุมชนการเรียนรู้ที่มีการแลกเปลี่ยนข่าวสารข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการเรียนการสอนจากผลวิจัยที่แสดงการพัฒนา TPACK ของครูวิทยาศาสตร์นั้น สรุปได้ว่า การร่วมมือกันระหว่างสมาชิกในทีม Co-TPACK ผ่านกิจกรรมการลงมือปฏิบัติ(Hand on Activity) การศึกษาบทเรียน (Lesson Study) การทบทวนบทเรียนและการปฏิบัติ (After Action Review) และการสะท้อนการเรียนรู้ของตนเอง (Self-reflection) นั้นสามารถช่วยเหลือให้ครูมีการพัฒนาองค์ความรู้ในแต่ละด้านของ TPACK และยังเพิ่มความมั่นใจในการนำความรู้เหล่านี้สู่การสอนจริงในห้องเรียนที่มีผู้หนุนนำช่วยเหลือทำให้การปฏิบัติการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้จริงและเป็นธรรมชาติแบบยั่งยืน โดยเฉพาะผลวิจัยยังแสดงถึงการพัฒนาเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์เชิงบวกที่นำไปสู่การพัฒนาด้านความรู้ ความเข้าใจในแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และการปฏิบัติการสอนในห้องเรียน จากการวิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอผลวิจัยสามารถสรุปประเด็นความรู้ TPACK ที่พัฒนาเพิ่มขึ้นเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ มีประเด็นความหมาย นิยาม ที่มาและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา การเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงเรื่อง 3R*7C การออกแบบและวางแผนเรื่องแนวคิดวิทยาศาสตร์ในเชิงบูรณาการในระดับต่างๆกัน การออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ทำทายนักเรียน การกระตุ้นการประยุกต์ใช้ชิ้นงานที่สำเร็จในการดำรงชีวิต และการวัดและประเมินผล การเรียนรู้สะเต็มศึกษา นอกจากนี้ผลวิจัยนี้ได้นำเสนอปัจจัยสำคัญของการพัฒนาให้ครูวิทยาศาสตร์สามารถจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาได้นั้น ต้องมีบรรยากาศของการเอื้อต่อการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา โรงเรียนต้องมีการวางนโยบายและเป้าหมายของการพัฒนานักเรียนให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ไปในทิศทางเดียวกัน การมีส่วนร่วมของผู้บริหารซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jerald (2007) ที่กล่าวว่า การสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาให้แก่ผู้บริหารสามารถส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ของครูในโรงเรียนได้นอกจากนี้โรงเรียนต้องมีการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่หาง่ายและเหมาะสมต่อกิจกรรมแก่ครูวิทยาศาสตร์ในการสร้างสรรค์กิจกรรมใหม่ ครูวิทยาศาสตร์ควรได้รับการส่งเสริมให้มีส่วนร่วมกับการออกแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงความรู้ด้านสะเต็มศึกษากับบริบทในชีวิตจริง วิเคราะห์องค์ความรู้

ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม จากปัญหาหรือสถานการณ์จริงในชีวิต เลือกรูปแบบหรือบริบทที่เหมาะสมมาปรับเป็นกิจกรรมสะเต็มศึกษาในห้องเรียน (STEM Thinking) (IPST, 2015) ครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าร่วมในการพัฒนาวิชาชีพครูจะมีความสามารถในการพัฒนากิจกรรมสะเต็มที่แตกต่างกัน เนื่องจาก ความแตกต่างด้านความคิดสร้างสรรค์ ประสบการณ์ของการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานและประสบการณ์ด้านเทคโนโลยี แต่ปัญหานี้ได้รับการแก้ไขและพัฒนาผ่านกระบวนการหนุนนำอย่างต่อเนื่องของครูท่านอื่น ผู้บริหาร อาจารย์พี่เลี้ยง ผู้เชี่ยวชาญ ที่มีการแบ่งปันความรู้ สะท้อนคิด แลกเปลี่ยนประสบการณ์ มีการปฏิบัติงานกลุ่ม แสดงผลงานและสะท้อนความคิดเห็นต่อการปฏิบัติการสอน ซึ่งการเรียนรู้จากตัวอย่างที่ดีแนวทางปฏิบัติที่ดีและยอมรับความสามารถที่แตกต่างสอดคล้องกับ Bandura (1997) ที่กล่าวว่า การเน้นชี้ถึงตัวอย่างที่ดีจากความสำเร็จของแต่ละคน แต่ละกลุ่ม มีการพัฒนางานไปตามขั้นตอนที่ละขั้นจากพื้นฐานความรู้ ประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ซึ่งกิจกรรมลักษณะนี้ช่วยสร้างประสบการณ์ที่ดีจากความสำเร็จของตนเอง เกิดจากการเรียนรู้จากตัวอย่างที่ดีของกัน

จากการพัฒนา TPACK ของครูวิทยาศาสตร์เพื่อการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสะท้อนปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัจจัยที่สามารถส่งผลต่อความสำเร็จนี้มีความยั่งยืนมากขึ้น จึงได้นำประเด็นและอุปสรรคที่พบมาสังเคราะห์เป็นข้อเสนอแนะโดยแบ่งเป็นประเด็นใหญ่ ๆ 2 ประเด็น คือ ประเด็นที่ 1 ภาครัฐขยายจากทุกภาคส่วนควรมีหน้าที่ช่วยพัฒนาและส่งเสริมให้เกิดความยั่งยืนนั้น ต้องเริ่มจากเครือข่ายครูวิทยาศาสตร์ระดับโรงเรียนที่มีผู้บริหารมีวิสัยทัศน์และเป็นกำลังที่สำคัญได้ การผลิตและพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ ณ โรงเรียน (School based Site) นั้นเป็นการหนุนนำครูวิทยาศาสตร์ให้มีความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับจากการทำอบรมเชิงปฏิบัติการไปใช้ได้จริงโดยมีทีมที่เป็นนักศึกษาฝึกประสบการณ์เป็นคอยช่วยเหลือในด้านเทคโนโลยี อาจารย์นิเทศก์เป็นผู้ช่วยสะท้อนคิด (Reflective Facilitator) ทำให้ครูวิทยาศาสตร์มีความรู้สึกรับมือและเปิดใจยอมรับการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นหน่วยงานทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์แบบลงพื้นที่และต่อเนื่องโดยไม่ละทิ้งครูวิทยาศาสตร์ คณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าควรบูรณาการเป้าหมายของโครงการฯ นี้ได้นั้นผู้วิจัยต้องเข้าไปช่วยเหลือให้โรงเรียนสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ (Professional Learning Community: PLC) ของตนเองเป็นเครือข่าย

ก่อนเพื่อให้เกิดความยั่งยืนของโครงการแม้ว่าจะเสร็จสิ้นโครงการไปแล้ว และประเด็นที่ 2 การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของประเทศไทยจะประสบความสำเร็จได้เมื่อมีการสร้างและพัฒนาหลักสูตร หรือ บทเรียนสะเต็มศึกษาที่ต้องความชัดเจนในการนิยามความหมายของคำว่า STEM โดยเฉพาะรายละเอียดมาตรฐาน และ ตัวชี้วัดของทั้ง 4 วิชา กล่าวคือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ จึงเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญต่อการสนับสนุนให้การจัดการศึกษาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในระดับการ ศึกษาขั้นพื้นฐานประสบความสำเร็จ เตรียมความพร้อมให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่เหมาะสมเพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาได้ ทั้งนี้ในหน่วยงานของรัฐบาลที่ขับเคลื่อนนโยบายของการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาต้องมีการพัฒนา ปรับปรุง หลักสูตร เนื้อหา บทเรียนสะเต็มศึกษา และเผยแพร่เพื่อให้ครูผู้สอนทุกระดับสามารถค้นหาและเข้าถึงในสื่อและ แหล่งเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

References

- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2015). *STEM Education Handbook for Grade 4-6*. Bangkok: Business Organization of the Office of the Welfare Promotion Commission for Teachers and Educational Personnel.
- Bandura, A. (1997). *Personal efficacy in psychobiologic functioning*. In G. V. Caprara (Ed.), *Bandura: A leader in psychology* (pp. 43-66). Milan, Italy: Franco Angeli.
- Chatmaneeerungcharoen, S. (2012a). Factors that Promote a Co-Teaching Model for a Successful Professional Development Strategy for Thai In-service Science Teacher. *KKU Research Journal*, 2(1), 51-75.
- Chatmaneeerungcharoen, S. (2012b). "Professional Development Program for Thai In-service Science Teachers: A Development of Pedagogical Content Knowledge thought a Co-teaching Model. *EJJS Research Journal*.
- Jerald, C. D. (2007). *Believing and Achieving (Issue Brief)*. Washington DC.: Center for Comprehensive School Reform and Improvement.
- Magnusson, S. J., Krajcik, & Borko, H. (1999). *Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching*. In J. Gess-Newsome and N.G. Lederman (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge: The Construct and its Implications for Science Education* (pp. 95-132). Dordrecht: Kluwer. Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*.108 (6), 1017-1054.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2008). Introducing Technological Pedagogical Content Knowledge. *Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association*, New York.
- Office of the Education Council (ONEC). (2008). *The Strategy for Developing Educational Quality (2008-2012)*. Bangkok: Prick Warn Graphic.
- Shulman, L. S. (1986). "Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching". *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- The Secretarial of the House of Representatives. (2016). *Teacher Problems: Problem Awaiting Reform*. Retried from <http://library2.parliament.go.th/ebook/content-issue/2559/hi2559-091.pdf>.
- Sutthinarakorn, W. (2017). Thailand Education Future in the Context of Thailand 4.0 in AbhisitVejjajiva's Perspective. *Kasetsart Educational Review*, 32(1), 47-50.