

## การพัฒนาชุดเครื่องมือประเมินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา Development of Assessment Tools for Learning Management in STEM Education

กฤตภาส วงศ์มา<sup>1\*</sup> และ เยาวลักษณ์ จิตะโคตร<sup>2</sup>

Krittaphat Wongma<sup>1\*</sup> and Yaowalak Jittakoat<sup>2</sup>

(Received: April 3, 2021 ; Revised: May 17, 2021 ; Accepted: May 25, 2021)

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) สร้างและพัฒนาชุดเครื่องมือประเมินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และ 2) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือประเมินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 สร้างชุดเครื่องมือประเมินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากการทบทวนวรรณกรรมและการจัดกลุ่มสนทนา (focus group discussion) กลุ่มตัวอย่างเป็นครู ศึกษานิเทศก์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินผลและนักการศึกษา จำนวน 30 คน ได้จากการเลือกแบบเจาะจง ระยะที่ 2 ทดสอบและนำเครื่องมือประเมินไปใช้จริง ในขั้นการทดสอบเครื่องมือ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย ครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 406 คน นักเรียนจำนวน 9,697 คน จาก 215 โรงเรียนทั่วประเทศ ขั้นการนำเครื่องมือไปใช้จริง กลุ่มตัวอย่างของครูอยู่ในกลุ่มเดียวกับขั้นทดสอบเครื่องมือ จำนวน 272 คน นักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างใหม่ที่ไม่ได้อยู่ในขั้นการทดสอบเครื่องมือ จำนวน 6,238 คน จาก 144 โรงเรียนทั่วประเทศ กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (cluster Sampling) สถิติที่ใช้เพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ค่าอำนาจจำแนก (discrimination) และค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's alpha coefficient) พร้อมทั้งหาความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือโดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product-moment correlation coefficient) ผลการวิจัย พบว่า ชุดเครื่องมือประเมินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่สังเคราะห์ขึ้นประกอบด้วยเครื่องมือเชิงปริมาณ ได้แก่ 1) แบบการประเมินตนเองด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 2) แบบการประเมินการรับรู้ของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 3) การสังเกต

<sup>1</sup> อาจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

<sup>2</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ผู้จัดการฝ่ายวิจัยและประเมินผล ศูนย์ภูมิภาคว่าด้วยสะเต็มศึกษาขององค์การรัฐมนตรีศึกษาแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

โครงการ Chevron Enjoy Science: สนุกวิทย์ พลังคิด เพื่ออนาคต

<sup>1</sup> Science Department, Faculty of Education, Sakon Nakhon Rajabhat University

<sup>2</sup> Southeast Asian Ministers of Education Organization Regional Centre for STEM Education  
Chevron Enjoy Science Project

\* Corresponding Author E-mail: krittaphat@snru.ac.th

ชั้นเรียน UTOP และเครื่องมือเชิงคุณภาพ คือ แบบการสัมภาษณ์กระบวนการจัดการเรียนรู้ของครู คุณภาพเครื่องมือมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.28 – 0.66 มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาตั้งแต่ 0.58 – 0.94 และความสัมพันธ์ของ UTOP กับแบบการประเมินตนเอง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันตั้งแต่ .08 – .69 ซึ่งมีระดับความสัมพันธ์กันต่ำถึงปานกลาง และแบบการประเมินการรับรู้ของผู้เรียน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันตั้งแต่ .11 – .89 ซึ่งมีระดับความสัมพันธ์กันต่ำถึงสูง ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงสรุปได้ว่าชุดเครื่องมือที่ประกอบด้วย แบบประเมินตนเอง แบบประเมินการรับรู้ของผู้เรียน แบบสัมภาษณ์ และการสังเกตชั้นเรียน สามารถสะท้อนถึงการจัดการเรียนรู้ในสภาพจริงตามแนวทางสะเต็มศึกษา และสามารถนำไปใช้เพื่อการพัฒนาครูและนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ:** ชุดเครื่องมือประเมินการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตชั้นเรียน การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา  
การพัฒนาครู

## Abstract

The research objectives were 1) to create and develop assessment tools for learning management in STEM Education, and 2) to find the relationships between each of the assessment tools for learning management in STEM Education. The research methodology was divided into two phases. The first phase dealt with creation of the assessment tools for learning management, using literature review and focus group discussion. The sample consisted of teachers, educational supervisors, experts in evaluation and educators, totaling 30, obtained through purposive sampling. The second phase dealt with trying out and implementing the assessment tools. The sample of the tryout stage consisted of 406 science and mathematics teachers in lower secondary schools and 9,697 students from 215 schools nationwide. The sample of the implementation stage comprised 272 teachers from the tryout stage and 6,238 students who were not in the tryout stage, from 144 schools nationwide. Both of the samples were obtained through cluster sampling. The statistics used to check the quality of the research tools were discrimination and Cronbach's alpha coefficient, and the Pearson product-moment correlation coefficient was used to find the relationships between them. The research results revealed that the assessment tools for learning management in STEM Education comprised 3 quantitative tools as follows: 1) the self-assessment form for learning management in STEM Education, 2) the students' perception assessment form for learning management in STEM Education, 3) UTOP class observation, and 4) 1 qualitative tool, which was the interview form for the teacher's process of learning management. Regarding the quality of the research tools, the discrimination ranged from 0.28 to 0.66, the Cronbach's

alpha coefficient ranged from 0.58 to 0.94. The relationships of UTOP and the self-assessment had the Pearson's correlation coefficient ranging from .08 to .69, a low to moderate level of correlation. Also, the UTOP and the students' perception assessment had the Pearson's correlation coefficient ranging from .11 to .89, a low to high correlation level, with statistical significance at the .05 level. Therefore, it can be concluded that the assessment tools which consisted of the self-assessment form, the students' perception assessment form, the interview form and the classroom observation could reflect authentic learning management in STEM Education and can be effectively applied to teacher and student development.

**Keywords:** assessment tool for learning management, classroom observation form, learning management in STEM Education, teacher development

## บทนำ

การจัดการเรียนรู้ตามแบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการข้ามศาสตร์วิชาต่างๆ (Kijkuakul, 2015) ด้วยความร่วมมือของครูผู้สอนหลากหลายสาขาที่เกี่ยวข้อง โดยจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการแก้ไขปัญหาบนพื้นฐานที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (engineering design process) (Siripatharachai, 2013) เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 (Klomim, 2016) ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (learning and innovation skills) ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (information, media and technology skills) และทักษะชีวิตและการทำงาน (life and career skills) (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), 2013) ซึ่งทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมนับว่าเป็นทักษะหนึ่งที่ต้องส่งเสริมให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ 1) การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (critical thinking and problem solving) 2) การสื่อสารและการร่วมมือ (communication and collaboration) 3) การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (creativity and innovation) เพื่อให้สอดคล้องและส่งเสริมองค์ประกอบทั้งสามของทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ครูต้องใช้ความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้และปรับเปลี่ยนบทบาทตนเอง (Office of the basic education commission, 2015) ดังนั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ปฏิรูประบบปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียนการสอน พัฒนาปรับปรุงหลักสูตรและกระบวนการเรียนรู้ โดยส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งควรเน้นการเรียนรู้ตลอดชีวิตด้วยวิธีการที่มีความยืดหยุ่น มีการกระตุ้นและจูงใจให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), 2013) โดยมีเป้าหมายเพื่อขับเคลื่อนนักเรียนไทยทุกช่วงชั้นให้มีความรู้ความสามารถสูงขึ้นและทัดเทียมกับนานาชาติภายในปี พ.ศ. 2570 พร้อมทั้งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นร้อยละ 4 ต่อปี โดยจะใช้ระบบ "สะเต็มศึกษา" (STEM education) เป็นกลยุทธ์หลักในการพัฒนา (Chulavatnatol, 2013)

การพัฒนาผู้เรียนให้ได้คุณภาพตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ของสะเต็มศึกษานั้น ต้องอาศัยครูผู้สอนที่มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มด้วยเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวที่ว่า ประสิทธิภาพของครูได้ส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ในการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน (King, 2017) และยิ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่ว่า ครูที่มีคุณภาพสูงจะถูกคิดและคาดหวังไม่เพียงแต่จะเพิ่มคะแนนการทดสอบแต่ยังสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ควบคุมพฤติกรรมในห้องเรียน ถ่ายทอดเนื้อหาที่ถูกต้อง และสนับสนุนการคิดเชิงวิพากษ์ของนักเรียน (Pianta & Hamre, 2009) ดังนั้น ครูจำเป็นต้องเรียนรู้และเพิ่มขีดความสามารถของตนในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงบทบาทจากครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ (Panich, 2012) อย่างไรก็ตาม การที่จะทราบถึงประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นไปตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางไว้ และประสบผลสำเร็จตามที่ได้มุ่งหวังหรือไม่ มากน้อยเพียงใดนั้น จะต้องมีการประเมินประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ของครู ซึ่งเหตุผลสำคัญของการประเมินนั้น เพื่อหาจุดด้อยในการสอนและหาแนวทางการพัฒนาการสอน ดังนั้น เป้าหมายของการประเมิน คือ การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการออกแบบแนวทางการพัฒนาการสอน (Goe et al., 2008) ในการประเมินการสอนของครู Goe et al. (2008) ยังได้เสนอแนะเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือว่า ไม่มีเครื่องมือหนึ่งเครื่องมือใดที่สามารถให้ข้อมูลการจัดการเรียนการสอนของครูที่ทำกับนักเรียนของเขาได้ครบถ้วนทั้งหมด จึงควรใช้เครื่องมือการประเมินอื่นประกอบเพื่อให้ได้ข้อมูลที่หลากหลาย ครบถ้วน และรอบด้านที่สุด ซึ่งในปัจจุบันพบว่ายางขาดงานวิจัยที่ศึกษาการใช้เครื่องมือประเมินการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เนื่องจากงานวิจัยส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปที่การประเมินการเรียนรู้ด้านสะเต็มศึกษาของผู้เรียน รวมทั้งการศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครู หรือไม่ก็ศึกษาเกี่ยวกับสภาพปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของครู

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น การที่จะทราบถึงการบรรลุเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษาตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้นั้น เครื่องมือการประเมินการจัดการเรียนรู้จึงเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ในการนำผลประเมินการจัดการเรียนรู้ไปปรับปรุงและพัฒนาต่อไปนั้น ใช้เพียงเครื่องมือใดเครื่องมือหนึ่งคงไม่เพียงพอ ดังนั้น ทางคณะผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาชุดเครื่องมือการประเมินการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา ซึ่งจะเป็ประโยชน์สำหรับครู บุคลากรทางการศึกษา ตลอดจนผู้สนใจในการประเมินการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เพื่อนำไปปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ต่อไป

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและพัฒนาชุดเครื่องมือประเมินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือประเมินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

### วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย แบ่งเป็น 2 ระยะ ดังนี้

**ระยะที่ 1** สร้างชุดเครื่องมือประเมินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากการจัดกลุ่มสนทนา (focus group discussion) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยของการพัฒนาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ของครู

ตามแนวทางสะเต็มศึกษาและแนวทางการประเมินการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว แล้วสร้างชุดเครื่องมือตามแนวทางการวิเคราะห์

### 1. กลุ่มผู้ให้ข้อมูล

กลุ่มผู้ให้ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 30 คน มีดังนี้

1.1 ครูที่มีประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนรู้ เชี่ยวชาญด้านการประเมินผล ด้านสะเต็มศึกษา มีประสบการณ์การสอนไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 10 คน

1.2 ศึกษานิเทศก์ที่มีความเชี่ยวชาญด้านการประเมินผล มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 5 คน

1.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินผลและนักการศึกษาจากหน่วยงานสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษา ที่มีประสบการณ์การสอนไม่น้อยกว่า 5 ปี และจบการศึกษาในระดับปริญญาเอก หรือมีตำแหน่งทางวิชาการระดับผู้ช่วยศาสตราจารย์ขึ้นไป จำนวน 15 คน

### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม

### 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ติดต่อขอความอนุเคราะห์ไปยังผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินผลและนักการศึกษา

3.2 ดำเนินการสนทนากลุ่มในประเด็น เครื่องมือใดบ้างที่ใช้ประเมินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาแล้วได้ประสิทธิภาพ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มครูและศึกษานิเทศก์ และ 2) กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินผลและนักการศึกษาจากหน่วยงานสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษา

3.3 รวบรวมข้อมูลผลการสนทนากลุ่มและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อดำเนินการสร้างชุดเครื่องมือ

### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) ที่ได้จากการสนทนากลุ่ม เพื่อนำไปพัฒนาชุดเครื่องมือการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ประกอบด้วยผลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

**ระยะที่ 2 ทดสอบและพัฒนาชุดเครื่องมือประเมิน** แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

**ขั้นที่ 1 การทดสอบเครื่องมือ** นำชุดเครื่องมือที่ออกแบบตามแนวทางการวิเคราะห์ (ในระยะที่ 1 ในระหว่างเดือนมิถุนายน – เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560) ไปทดลองใช้ในชั้นเรียนเพื่อตรวจสอบคุณภาพด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติ นำผลมาสะท้อนร่วมกับผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินผล จำนวน 10 คน และตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม และความเป็นไปได้

สำหรับแบบการสัมภาษณ์กระบวนการจัดการเรียนรู้ของครู ซึ่งเป็นเครื่องมือการประเมินเชิงคุณภาพ ได้นำผลที่ได้มาสะท้อนร่วมกับผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินผล จำนวน 10 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของข้อคำถาม และตรวจสอบผลที่ได้ครอบคลุมตัวชี้วัดในเครื่องมือประเมินเชิงปริมาณทั้ง 3 เครื่องมือ แล้วนำมาปรับแก้เพื่อให้ข้อคำถามมีความถูกต้อง ครบถ้วน และสมบูรณ์ที่สุด

**ขั้นที่ 2 การนำเครื่องมือไปใช้จริง** นำชุดเครื่องมือที่ปรับปรุงแก้ไขในขั้นที่ 1 ไปใช้จริงในชั้นเรียน โดยเก็บข้อมูลในระหว่างเดือนมิถุนายน – เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 แล้วตรวจสอบคุณภาพด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติอีกครั้ง เพื่อเป็นการยืนยันคุณภาพและความสัมพันธ์กันของแต่ละเครื่องมือ เพื่อให้เกิดประโยชน์และมีคุณภาพตามมาตรฐาน

### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ครูวิทยาศาสตร์และครุคณิตศาสตร์ และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนขยายโอกาสทั่วประเทศ จำนวน 5,886 โรงเรียน มีจำนวนครูวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยโรงเรียนละ 1 คน และครุคณิตศาสตร์ เฉลี่ยโรงเรียนละ 1 คน

#### กลุ่มตัวอย่าง

- ขั้นการทดสอบเครื่องมือ ผู้วิจัยคำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่างครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยใช้สูตรของทาโร ยามาเน่ (Yamane, 1973, as cited in Ekakul, 2000) ซึ่งได้เท่ากับ 387 คน ดังนั้นผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster sampling) จำนวน 406 คน จาก 215 โรงเรียนทั่วประเทศ และกลุ่มตัวอย่างนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น คือ นักเรียนที่เรียนกับครูกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9,697 คน

- ขั้นการนำเครื่องมือไปใช้จริง ผู้วิจัยคำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่างครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยใช้สูตรของทาโร ยามาเน่ (Yamane, 1973, as cited in Ekakul, 2000) จากกลุ่มตัวอย่างในขั้นการทดสอบเครื่องมือ (จำนวน 406 คน) ซึ่งได้เท่ากับ 202 คน ดังนั้นผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster sampling) จำนวน 272 คน จาก 144 โรงเรียน และกลุ่มตัวอย่างนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น คือ นักเรียนที่เรียนกับครูกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 6,238 คน

### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) แบบประเมินตนเองด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
- 2) แบบประเมินการรับรู้ของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครู
- 3) แบบสัมภาษณ์กระบวนการจัดการเรียนรู้ของครู
- 4) การสังเกตชั้นเรียน UTOP

### 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

#### 3.1 ผู้วิจัยดำเนินการประสานและชี้แจงแก่โรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย

- 1) ผู้อำนวยการโรงเรียน โดยส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์เข้าเก็บข้อมูลการวิจัย
- 2) ครูที่เข้าร่วมวิจัย โดยส่งแบบชี้แจงและขอคำยินยอมเข้าร่วมวิจัย
- 3) ผู้ปกครองของนักเรียนที่เข้าร่วมวิจัย โดยส่งแบบชี้แจงและขอคำยินยอมเข้าร่วมวิจัย

เนื่องจากนักเรียนดังกล่าวยังมีอายุต่ำกว่า 18 ปี

ซึ่งการดำเนินการประสานงานนี้ ได้ดำเนินการล่วงหน้าก่อนวันลงเก็บข้อมูลอย่างน้อย 1 สัปดาห์

3.2 ผู้วิจัยดำเนินการเข้าเก็บข้อมูลวิจัยกับครูที่เข้าร่วมโครงการตามวันเวลาดังหมาย โดยดำเนินการเก็บข้อมูลวิจัย ประกอบด้วย 1) การตอบแบบประเมินตนเองๆ ก่อนการจัดการเรียนการสอน ใช้เวลาประมาณ 30 นาที 2) การสังเกตชั้นเรียน โดยการบันทึกวิดีโอการจัดการเรียนการสอนและสภาพห้องเรียนจริง ใช้เวลาประมาณ 60 นาที หรือ 1 คาบเรียน 3) การสัมภาษณ์กระบวนการจัดการเรียนรู้ของครู พร้อมกับการบันทึกเสียงการสัมภาษณ์ ใช้เวลาประมาณ 30 นาที รวมใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 120 นาที

3.3 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลกับนักเรียน หลังจากที่ครูจัดการเรียนการสอนเสร็จ ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลวิจัยจากนักเรียน โดยการตอบแบบประเมินการรับรู้ของผู้เรียนฯ ใช้เวลาประมาณ 30 นาที

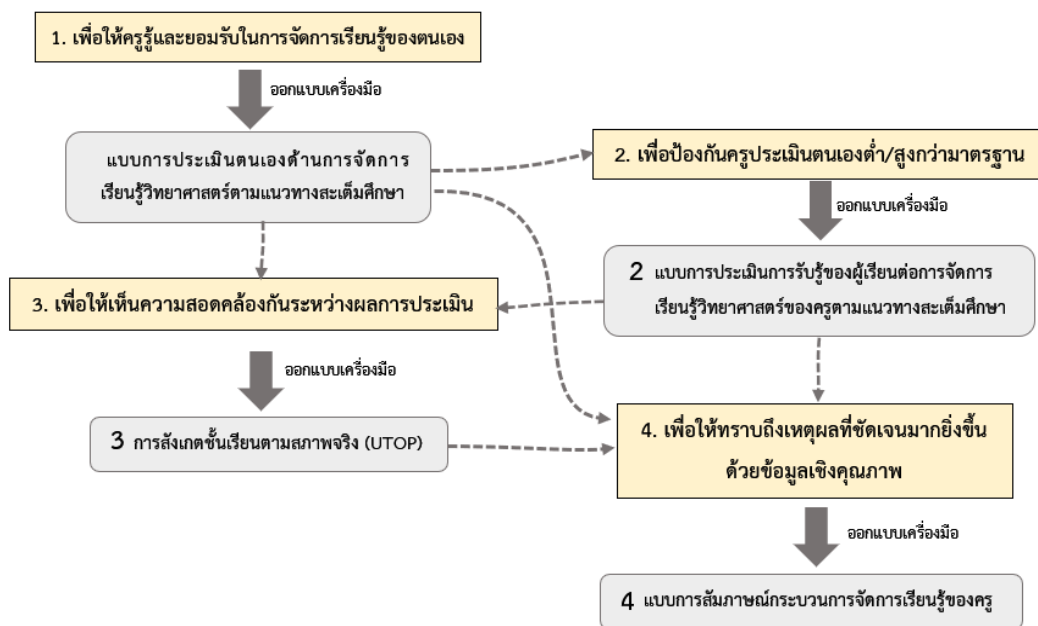
#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

- 1) วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (discrimination)
- 2) วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's alpha coefficient)
- 3) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือโดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product-moment correlation coefficient)

#### ผลการวิจัย

##### ระยะที่ 1 สร้างชุดเครื่องมือประเมินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ชุดเครื่องมือการประเมินการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาถูกสร้างขึ้นตามแนวทางการวิเคราะห์ ดังแสดงในภาพ 1 ประกอบด้วยเครื่องมือเชิงปริมาณ 3 เครื่องมือ ได้แก่ 1) แบบการประเมินตนเองด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 2) แบบการประเมินการรับรู้ของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม และ 3) แบบการสัมภาษณ์กระบวนการจัดการเรียนรู้ของครู และอีกหนึ่งเครื่องมือเชิงคุณภาพ คือ การสังเกตการจัดการเรียนรู้ของครูตามสภาพจริงในชั้น



ภาพ 1 แสดงการวิเคราะห์การสร้างชุดเครื่องมือประเมินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การสร้างชุดเครื่องมือ เริ่มจากผู้วิจัยร่างแบบการประเมินตนเองฯ แบบสอบถามการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนฯ และแบบสัมภาษณ์ตามแนวทางการสร้างชุดเครื่องมือ (ภาพ 1) แล้วทำการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (content Validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 15 ท่าน ดำเนินการสนทนากลุ่ม (focus group discussion) ในการหาความเที่ยงตรงของเนื้อหาที่จะวัดและตรวจสอบข้อคำถามและภาษาที่เหมาะสม (face validity) (Sinthuwongsanont, 2006) จากนั้นปรับปรุงแบบสอบถามจนกว่าจะพร้อมนำไปทดสอบ สำหรับเครื่องมือแบบสังเกตชั้นเรียน UTOP (The UTeach Observation Protocol) เป็นเครื่องมือที่ได้รับการพัฒนามาจากสถาบัน UTeach มหาวิทยาลัยเท็กซัสออสติน (UTeach Professional Development, 2014) โดยนำมาปรับให้เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย ซึ่งชุดเครื่องมือนี้มีลักษณะและองค์ประกอบ ดังนี้

### เครื่องมือการประเมินเชิงปริมาณ ประกอบด้วย 3 เครื่องมือ ดังนี้

**1.1 แบบการประเมินตนเองด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา** เป็นแบบสอบถามที่แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ประกอบด้วยข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม และส่วนที่ 2 ประกอบด้วยคำถามที่ถามเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ของครู แบ่งเป็น 3 ตัวชี้วัด ได้แก่

**1.1.1 ตัวชี้วัดด้านทัศนคติของครูวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์** โดยครูให้แสดงความคิดเห็นด้านการสอนของตนเองในรอบ 1 เดือนที่ผ่านมาเกี่ยวกับความสำคัญกับเป้าหมายหรือจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยระดับความคิดเห็น 4 ระดับ คือ ไม่ให้ความสำคัญ ให้ความสำคัญน้อย ให้ความสำคัญปานกลาง และให้ความสำคัญมาก

**1.1.2 ตัวชี้วัดด้านการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์** ประกอบด้วยตัวชี้วัดย่อย คือ การใช้เวลากับวิธีการสอนในรอบ 1 เดือนที่ผ่านมา การให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ในรอบ 1 เดือนที่ผ่านมา การใช้เวลาในการวางแผนและเตรียมการสอนในช่วง 1 ปีที่ผ่านมา และการใช้กระบวนการประเมินผลเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าและผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในภาคการศึกษาที่ผ่านมา ซึ่งประกอบด้วยระดับความคิดเห็น 5 ระดับ คือ ไม่เคย (ร้อยละ 0) เล็กน้อย (ร้อยละ 1-19) บางครั้ง (ร้อยละ 20-49) ปานกลาง (ร้อยละ 50-79) และเป็นประจำ (ร้อยละ 80 ขึ้นไป)

**1.1.3 ตัวชี้วัดด้านความมั่นใจในวิชาชีพของครูวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์** ประกอบด้วยตัวชี้วัดย่อย คือ ความมั่นใจในการสอน และลักษณะที่แสดงถึงตัวตนของตนเอง ซึ่งประกอบด้วยระดับความคิดเห็น 4 ระดับ คือ ไม่เลย เล็กน้อย ปานกลาง และใช่เลย

**1.2 แบบการประเมินการรับรู้ของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา** เป็นแบบสอบถามที่แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ประกอบด้วยข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม และส่วนที่ 2 ประกอบด้วยคำถามที่ถามเกี่ยวกับความคิดเห็นของนักเรียน แบ่งเป็น 4 ตัวชี้วัด ได้แก่

**1.2.1 ตัวชี้วัดด้านการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์** ประกอบด้วยตัวชี้วัดย่อย คือ ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในห้องเรียนของตน ประกอบด้วยระดับความคิดเห็น 5 ระดับ คือ ไม่เคย 1-2 ครั้งต่อเดือน 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ เกือบทุกครั้ง que เข้าเรียน และทุกครั้ง que เข้าเรียน และความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการสอนของครู



ประกอบด้วยระดับความคิดเห็น 6 ระดับ คือ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยเล็กน้อย เห็นด้วยเล็กน้อย เห็นด้วย เห็นด้วยอย่างยิ่ง

**1.2.2 ตัวชี้วัดด้านทัศนคติต่อความสนใจในการเรียนรู้และพฤติกรรมในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์** ประกอบด้วยตัวชี้วัดย่อย คือ การเรียนวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์ของตนเอง ห้องเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่กำลังเรียน ประกอบด้วยระดับความคิดเห็น 6 ระดับ คือ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยเล็กน้อย เห็นด้วยเล็กน้อย เห็นด้วย เห็นด้วยอย่างยิ่ง และการเข้าร่วมกิจกรรมด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยระดับความคิดเห็น 2 ระดับ คือ ใช่ และไม่ใช่

**1.2.3 ตัวชี้วัดด้านการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับความสามารถของตนเองและการสนับสนุนการเรียนรู้จากผู้ปกครอง** ประกอบด้วยตัวชี้วัดย่อย คือ การรับรู้ด้านวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์ของตน และการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองหรือพ่อแม่ต่อการเรียนของตน โดยมีระดับความคิดเห็น 6 ระดับ คือ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยเล็กน้อย เห็นด้วยเล็กน้อย เห็นด้วย เห็นด้วยอย่างยิ่ง

**1.2.4 ตัวชี้วัดด้านการรับรู้ของนักเรียนต่อการเลือกศึกษาต่อในสาขาเพิ่มเติม** ประกอบด้วยความสนใจศึกษาหรือเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์ ในระดับที่สูงขึ้น การหาข้อมูลเรื่องอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์ และการศึกษาข้อมูลด้านอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์

### 1.3 แบบการสังเกตชั้นเรียน UTOP

เครื่องมือนี้ใช้ระบบการให้คะแนน 5 ระดับตามแบบลิเคิร์ตสเกล คือ 1 = สังเกตไม่พบ/ไม่ปรากฏให้เห็น, 2 = สังเกตพบได้ไม่บ่อย/ปรากฏให้เห็นน้อย, 3 = สังเกตพบเป็นบางครั้ง/ปรากฏให้เห็นพอประมาณ, 4 = สังเกตพบได้บ่อย/ปรากฏให้เห็นดี, 5 = สังเกตพบได้มาก/ปรากฏให้เห็นอย่างมาก พร้อมทั้งระบุประจักษ์พยานประกอบระดับคะแนนที่ได้รับ ประกอบด้วย 4 ตัวชี้วัด ได้แก่

**1.3.1 ตัวชี้วัดด้านบรรยากาศชั้นเรียน** ประกอบด้วยตัวชี้วัดย่อย 2 ตัวชี้วัด ดังนี้

- 1) นักเรียนส่วนใหญ่ของชั้นเรียนทำงานอย่างตั้งใจ
- 2) มีการจัดห้องเรียนอย่างเหมาะสมที่จะเอื้อให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มได้อย่างสะดวก หยิบจับอุปกรณ์ได้ง่าย หรือครูสามารถเดินดูนักเรียนรอบห้องได้อย่างทั่วถึง

**1.3.2 ตัวชี้วัดด้านโครงสร้างบทเรียน** ประกอบด้วยตัวชี้วัดย่อย 4 ตัวชี้วัด ได้แก่

- 1) มีการกำหนดให้ครูชี้แจงจุดประสงค์ของบทเรียนนี้ในช่วงเปิดบทเรียน
- 2) นักเรียนมีโอกาสได้สะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ก่อนออกจากชั้นเรียน
- 3) โครงสร้างบทเรียนเอื้อให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับบทเรียน หรือศึกษาสำรวจเกี่ยวกับแนวความคิดหลักในวิชาคณิตศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์ ที่สำคัญ

4) บทเรียนประกอบไปด้วยการศึกษารวบรวมตรวจสอบ หรือเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบ problem-based ตัวชี้วัดนี้ประเมินทั้งความถี่และคุณภาพ

### 1.3.3 ตัวชี้วัดด้านการจัดการสอน ประกอบด้วยตัวชี้วัดย่อย 3 ตัวชี้วัด ได้แก่

- 1) ครูใช้กลวิธีการตั้งคำถาม เพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วม ตรวจสอบการพัฒนาทักษะ ตลอดจนเอื้อให้เกิดการมีส่วนร่วมทางความคิดเกี่ยวกับแนวความคิดสำคัญทางวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์
- 2) ครูดึงให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในบทเรียน โดยเรียกนักเรียนให้ตอบคำถามอย่างทั่วถึง รวมทั้งตรวจสอบดูว่ายังมีนักเรียนคนไหนไม่กล้าที่จะมีส่วนร่วมกับบทเรียนอีกบ้าง
- 3) นักเรียนตั้งคำถาม มีส่วนร่วมในการอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหา และกระบวนการทำงานต่างๆ ตลอดจนแลกเปลี่ยนงานที่ทำกับเพื่อนในชั้นเรียน ตัวชี้วัดนี้ประเมินทั้งความถี่และคุณภาพ

### 1.3.4 ตัวชี้วัดด้านเนื้อหาด้านคณิตศาสตร์/วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยตัวชี้วัดย่อย 2 ตัวชี้วัด

- 1) เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์ ที่เลือกมามีความสำคัญ คุ่มค่า และพัฒนา มาอย่างเหมาะสมสำหรับระดับชั้น
- 2) ครูแสดงให้นักเรียนประจักษ์อย่างชัดเจนว่าสิ่งที่เรียนมีความสำคัญอย่างไรต่อการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

## 2. เครื่องมือประเมินเชิงคุณภาพ

2.1 แบบการสัมภาษณ์กระบวนการจัดการเรียนรู้ของครู ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดคำถามให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์เชิงลึกแบบกึ่งโครงสร้าง (semi-structural interview) ประกอบด้วยคำถามปลายเปิดที่แบ่งตามตัวชี้วัดได้ 3 ด้าน ได้แก่

2.1.1 ตัวชี้วัดด้านระยะเวลาเตรียมบทเรียน ประกอบด้วย การประเมินความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน ความจำเป็นของเนื้อหาของบทเรียนที่นักเรียนต้องเรียนรู้ การเตรียมตัวสอนบทเรียนนี้และประยุกต์ใช้กับแผนการสอน และการเข้าร่วมกิจกรรมเครือข่ายสังคมการเรียนรู้ (PLC)

2.1.2 ตัวชี้วัดด้านกระบวนการสอน ประกอบด้วย จุดประสงค์สำหรับการสอนในบทเรียนในวันนี้ วิธีการสอนที่ใช้กับบทเรียนในวันนี้ กลวิธีการกระตุ้นนักเรียน การประยุกต์ใช้กับโลกของการทำงานจริงอย่างไร และประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน

2.1.3 ตัวชี้วัดด้านการพัฒนาสำหรับบทเรียนต่อไป ประกอบด้วย ความพอใจกับการจัดการเรียนรู้ในวันนี้อย่างไร และการวางแผนการเปลี่ยนแปลงบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนในอนาคต

ระยะที่ 2 ทดสอบและพัฒนาชุดเครื่องมือการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

### 1. ขั้นการนำเครื่องมือไปทดลองใช้

#### 1.1 แบบการประเมินตนเองด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

นำแบบการประเมินตนเองฯ ไปตรวจสอบคุณภาพทางสถิติด้วยค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นโดยแยกตรวจสอบตามตัวชี้วัดและโดยภาพรวมของเครื่องมือ รายละเอียดดังแสดงในตาราง 1

**ตาราง 1** แสดงค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือจำแนกตามรายด้าน

ตัวชี้วัด	r*	$\alpha^*$
ด้านที่ 1 ทักษะคิดของครูวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์	0.52	0.84
ด้านที่ 2 การจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์	0.57	0.94
ด้านที่ 3 ความมั่นใจในวิชาชีพของครูวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์	0.56	0.85
<b>ภาพรวม</b>	<b>0.67</b>	<b>0.83</b>

\*จำนวนแบบสอบถามที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั้งหมด เท่ากับ 412 ฉบับ

### 1.2 แบบการประเมินการรับรู้ของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครู

นำแบบการประเมินการรับรู้ของผู้เรียนฯ ไปตรวจสอบคุณภาพทางสถิติด้วยค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นโดยแยกตรวจสอบตามตัวชี้วัดและโดยภาพรวมของเครื่องมือ รายละเอียดดังแสดงในตาราง 2

**ตาราง 2** แสดงค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือจำแนกตามรายด้าน

ตัวชี้วัด	r*	$\alpha^*$
ด้านที่ 1 การจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์	0.48	0.85
ด้านที่ 2 ทักษะคิดต่อความสนใจในการเรียนรู้และพฤติกรรมในการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์	0.53	0.72
ด้านที่ 3 การรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับความสามารถของตนเองและ การเรียนรู้จากผู้ปกครอง	0.54	0.79
ด้านที่ 4 การรับรู้ของนักเรียนต่อการเลือกศึกษาต่อในสาขาสะเต็ม	0.51	0.76
<b>ภาพรวม</b>	<b>0.51</b>	<b>0.78</b>

\*จำนวนแบบสอบถามที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั้งหมด เท่ากับ 432 ฉบับ

### 1.3 แบบการสังเกตชั้นเรียน (UTOP)

นำแบบการสังเกตชั้นเรียน (UTOP) ไปตรวจสอบคุณภาพทางสถิติด้วยค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นโดยแยกตรวจสอบตามตัวชี้วัดและโดยภาพรวมของเครื่องมือ รายละเอียดดังแสดงในตาราง 3

**ตาราง 3** แสดงค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบการสังเกต UTOP จำแนกตามรายด้าน

ตัวชี้วัด	r*	$\alpha^*$
ด้านที่ 1 บรรยากาศในชั้นเรียน	0.41	0.70
ด้านที่ 2 โครงสร้างบทเรียน	0.53	0.75
ด้านที่ 3 การจัดการสอน	0.63	0.81
ด้านที่ 4 เนื้อหาด้านคณิตศาสตร์/วิทยาศาสตร์	0.44	0.71
<b>ภาพรวม</b>	<b>0.57</b>	<b>0.85</b>

\*จำนวนแบบสังเกต UTOP ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั้งหมด เท่ากับ 421 ฉบับ

## 2. ขั้นตอนการนำเครื่องมือไปใช้จริง

### 2.1 แบบการประเมินตนเองด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

นำแบบการประเมินตนเองฯ ไปตรวจสอบคุณภาพทางสถิติด้วยค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นโดยแยกตรวจสอบตามตัวชี้วัดและโดยภาพรวมของเครื่องมือ รายละเอียดดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 แสดงค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือจำแนกตามรายด้าน

ตัวชี้วัด	$r^*$	$\alpha^*$
ด้านที่ 1 ทักษะคิดของครูวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์	0.47	0.81
ด้านที่ 2 การจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์	0.28	0.58
ด้านที่ 3 ความมั่นใจในวิชาชีพของครูวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์	0.48	0.81
ภาพรวม	0.42	0.78

\*จำนวนแบบสอบถามที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั้งหมด เท่ากับ 412 ฉบับ

### 2.2 แบบการประเมินการรับรู้ของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครู

นำแบบการประเมินการรับรู้ของผู้เรียนฯ ไปตรวจสอบคุณภาพทางสถิติด้วยค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นโดยแยกตรวจสอบตามตัวชี้วัดและโดยภาพรวมของเครื่องมือ รายละเอียดดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 แสดงค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือจำแนกตามรายด้าน

ตัวชี้วัด	$r^*$	$\alpha^*$
ด้านที่ 1 การจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์	0.50	0.81
ด้านที่ 2 ทักษะคิดต่อความสนใจในการเรียนรู้และพฤติกรรมในการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์	0.39	0.68
ด้านที่ 3 การรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับความสามารถของตนเองและการ สนับสนุนการเรียนรู้จากผู้ปกครอง	0.51	0.81
ด้านที่ 4 การรับรู้ของนักเรียนต่อการเลือกศึกษาต่อในสาขาสะเต็ม	0.33	0.68
ภาพรวม	0.48	0.73

\*จำนวนแบบสอบถามที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั้งหมด เท่ากับ 432 ฉบับ

### 2.3 แบบการสังเกตชั้นเรียน (UTOP)

นำแบบการสังเกตชั้นเรียน (UTOP) ไปตรวจสอบคุณภาพทางสถิติด้วยค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นโดยแยกตรวจสอบตามตัวชี้วัดและโดยภาพรวมของเครื่องมือ รายละเอียดดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 แสดงค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบการสังเกต UTOP จำแนกตามรายด้าน

ตัวชี้วัด	$r^*$	$\alpha^*$
ด้านที่ 1 บรรยากาศในชั้นเรียน	0.42	0.71
ด้านที่ 2 โครงสร้างบทเรียน	0.55	0.77
ด้านที่ 3 การจัดการสอน	0.66	0.84
ด้านที่ 4 เนื้อหาด้านคณิตศาสตร์/วิทยาศาสตร์	0.64	0.82
ภาพรวม	0.65	0.88

\*จำนวนแบบสังเกต UTOP ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั้งหมด เท่ากับ 449 ฉบับ

### 3. การหาความสัมพันธ์ของเครื่องมือการประเมินประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้

#### 3.1 ความสัมพันธ์รายด้านและภาพรวมของ UTOP กับแบบการประเมินตนเองฯ

นำตัวชี้วัดรายด้านและภาพรวมของแบบการประเมินตนเองฯ ไปหาความสัมพันธ์กับแบบสังเกต UTOP โดยการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน และแสดงระดับความสัมพันธ์ (Taweerat, 1997) รายละเอียดดังแสดงในตาราง 7

**ตาราง 7** แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันและระดับความสัมพันธ์รายด้านและภาพรวมของแบบการประเมินตนเองฯ กับ UTOP

ตัวชี้วัด	Pearson Correlation with UTOP (r)	ระดับความสัมพันธ์กัน
ด้านที่ 1 ทักษะคิดของครูวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์	.08*	ต่ำ
ด้านที่ 2 การจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์	.69*	ปานกลาง
ด้านที่ 3 ความมั่นใจในวิชาชีพของครูวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์	.36*	ต่ำ
<b>ภาพรวม</b>	<b>.44*</b>	<b>ปานกลาง</b>

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2-tailed)

#### 3.2 ความสัมพันธ์รายด้านและภาพรวมของ UTOP กับแบบการประเมินการรับรู้ของผู้เรียนฯ

นำตัวชี้วัดรายด้านและภาพรวมของแบบการประเมินการรับรู้ของผู้เรียนฯ ไปหาความสัมพันธ์กับแบบสังเกต UTOP โดยการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน และแสดงระดับความสัมพันธ์ (Taweerat, 1997) รายละเอียดดังแสดงในตาราง 8

**ตาราง 8** แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันและระดับความสัมพันธ์รายด้านและภาพรวมของแบบการประเมินการรับรู้ของผู้เรียนฯ กับ UTOP

ตัวชี้วัด	Pearson Correlation with UTOP (r)	ระดับความสัมพันธ์กัน
ด้านที่ 1 การจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์	.11*	ต่ำ
ด้านที่ 2 ทักษะคิดต่อความสนใจในการเรียนรู้และพฤติกรรมในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์	.49*	ปานกลาง
ด้านที่ 3 การรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับความสามารถของตนเองและการสนับสนุนการเรียนรู้จากผู้ปกครอง	.89*	สูง
ด้านที่ 4 การรับรู้ของนักเรียนต่อการเลือกศึกษาต่อในสาขาเพิ่มเติม	.19*	ต่ำ
<b>ภาพรวม</b>	<b>.17*</b>	<b>ต่ำ</b>

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2-tailed)

## อภิปรายผล

### 1. สร้างชุดเครื่องมือประเมินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ผลจากการสนทนากลุ่ม พบว่า ชุดเครื่องมือการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้สร้างขึ้นตามแนวทางการวิเคราะห์ถึงปัจจัยของการพัฒนาประสิทธิภาพจัดการเรียนรู้ของครู เนื่องจากพบว่าครูที่มีคุณภาพในการจัดการเรียนการสอน จะส่งผลไม่เพียงแต่เพิ่มระดับคะแนนของนักเรียน แต่ยังสามารถสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่สนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Blazar และ Kraft (2017) และยังสอดคล้องกับแนวคิดที่ว่า ครูที่มีคุณภาพสูงจะได้รับการคาดหวังไม่เพียงแค่ว่าจะเพิ่มคะแนนการทดสอบ แต่ยังสามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ควบคุมพฤติกรรมในห้องเรียน ถ่ายทอดเนื้อหาที่ถูกต้อง และสนับสนุนการคิดเชิงวิพากษ์ของนักเรียน (Pianta & Hamre, 2009) ดังนั้น อันดับแรกครูต้องยอมรับจุดอ่อน/จุดแข็งในการจัดการเรียนรู้ของตนเอง นั่นคือ ครูต้องได้รับการประเมินตนเอง (self-assessment) ผู้วิจัยจึงได้สร้างแบบการประเมินตนเองฯ ขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Beard et al. (2010) การรับรู้ความสามารถของตนเองในการจัดการเรียนรู้เป็นหนึ่งองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้เชิงบวกในแนวทางแบบใหม่ (new construct ; academic optimism) อย่างไรก็ตามเพื่อให้ครูประเมินตนเองต่ำหรือสูงกว่ามาตรฐาน จึงมีความจำเป็นต้องประเมินการรับรู้ของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ของครูด้วย ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Blazar and Kraft (2017) ที่กล่าวไว้ว่า ทักษะคติและพฤติกรรมของนักเรียนได้สะท้อนการสอนของครู ดังนั้น แบบการประเมินการรับรู้ของผู้เรียนฯ จึงเป็นเครื่องมือในการประเมินการจัดการเรียนรู้ของครูผ่านมุมมองของผู้เรียน นอกจากนี้เพื่อให้เห็นความสอดคล้องกันระหว่างผลการประเมินตนเองของครู และการรับรู้ของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ของครู การสังเกตการจัดการเรียนรู้ของครูตามสภาพจริงในชั้นเรียน จึงเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคุณภาพการสอนด้านต่างๆ ของการเรียนรู้และปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนและครู หากผู้ประเมินสังเกตชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก็จะสามารถตรวจพบข้อมูลที่ได้รับจากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ของครูในชั้นเรียน (Goe et al. 2008) อีกทั้งการสังเกตในชั้นเรียนถือว่าเป็นสะพานเชื่อมระหว่างโลกของทฤษฎีและการปฏิบัติเข้าด้วยกัน (Reed & Bergemann, 2001) ดังนั้น การวิจัยนี้จึงใช้แบบสังเกตชั้นเรียน UTOP เป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินคุณภาพแบบองค์รวมของการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ยังเน้นด้านเนื้อหาขณะเดียวกันก็คำนึงถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างลึกซึ้งกับแนวคิดอีกด้วย (Walkington & Marder, 2018) และเพื่อสนับสนุนและอธิบายถึงเหตุผลที่ชัดเจนยิ่งขึ้นจากข้อมูลที่ได้รับจากเครื่องมือเชิงปริมาณ พร้อมทั้งใช้วิเคราะห์รูปแบบการสอนที่หลากหลายเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์ถูกต้อง (Goe et al., 2008) ข้อมูลเชิงคุณภาพจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง สุดท้ายคณะผู้วิจัยจึงได้ตัดสินใจเลือกแบบการสัมภาษณ์กระบวนการจัดการเรียนรู้ของครูเป็นเครื่องมือเชิงคุณภาพในการทำวิจัยในครั้งนี้

### 2. ทดสอบและพัฒนาชุดเครื่องมือการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ผลการวิจัย พบว่า ชุดเครื่องมือประเมินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่สังเคราะห์ขึ้นประกอบด้วย 4 เครื่องมือ ได้แก่ 1) แบบการประเมินตนเองฯ 2) แบบการประเมินการรับรู้ของผู้เรียนฯ

3) การสังเกตชั้นเรียน UTOP และ 4) แบบการสัมภาษณ์ฯ ซึ่งเป็นชุดเครื่องมือการประเมินประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ของครูที่มีความหลากหลาย สามารถเก็บข้อมูลได้ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ (Goe et al. 2008) ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการประเมินเชิงปริมาณ พบว่า คุณภาพเครื่องมือมีค่าอำนาจจำแนกรายตัวชี้วัดตั้งแต่ 0.28 – 0.66 และภาพรวมตั้งแต่ 0.42 – 0.67 ซึ่งมีค่าเป็นบวก และมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ถือว่าเป็นตัวชี้วัดที่มีค่าอำนาจจำแนกใช้ได้ (Punthai, 2016) และมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟารายตัวชี้วัดตั้งแต่ 0.58 – 0.94 แสดงว่า ตัวชี้วัดของเครื่องมือมีความเชื่อมั่นหรือความสอดคล้องภายในอยู่ในระดับค่อนข้างพอใช้ถึงดีมาก และภาพรวมมีค่าตั้งแต่ 0.73 – 0.88 แสดงว่า เครื่องมือมีความเชื่อมั่นหรือความสอดคล้องภายในอยู่ในระดับพอใช้ถึงดี (Kanjanawasee, 2001)

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือเชิงปริมาณโดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน พบว่า ตัวชี้วัดในแบบการประเมินตนเองฯ ประกอบด้วยตัวชี้วัดด้านทัศนคติของครู ด้านการจัดการเรียนรู้ของครู ด้านความมั่นใจในวิชาชีพของครู และโดยภาพรวมของเครื่องมือมีความสัมพันธ์ทางบวกกับแบบสังเกต UTOP โดยมีความสัมพันธ์ในระดับต่ำจนถึงปานกลาง (Sourachai & Lileekpal, 2011) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีผลการศึกษานี้เป็นไปในทิศทางเดียวกับการทดสอบความสัมพันธ์ของแบบสังเกต UTOP กับแบบประเมินการรับรู้ของผู้เรียนฯ ที่แสดงความสัมพันธ์เชิงบวกทั้งรายตัวชี้วัด ได้แก่ ด้านการจัดการเรียนรู้ของครู ด้านทัศนคติต่อความสนใจและพฤติกรรมในการเรียนรู้ ด้านการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับความสามารถของตนเองและการสนับสนุนการเรียนรู้จากผู้ปกครอง และด้านการรับรู้ของนักเรียนต่อการเลือกศึกษาต่อในสาขาเพิ่มเติม รวมถึงภาพรวมของเครื่องมือ โดยมีความสัมพันธ์ในระดับต่ำจนถึงสูง (Sourachai & Lileekpal, 2011) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นกัน ซึ่งจากผลการศึกษาสะท้อนให้เห็นว่า เมื่อผลการประเมินจากแบบประเมินตนเองของครูและจากแบบประเมินการรับรู้ของผู้เรียนฯ เพิ่มขึ้น ผลของการประเมินจากแบบสังเกตชั้นเรียน UTOP จะเพิ่มขึ้นหรือเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นในระดับต่ำจนถึงปานกลางสำหรับแบบประเมินตนเองของครู และในระดับระดับต่ำจนถึงสูงสำหรับแบบประเมินการรับรู้ของผู้เรียน จากความสัมพันธ์ดังกล่าวหากต้องการข้อมูลเชิงปริมาณของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาควรใช้เครื่องทั้งสามด้วยกันเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สนับสนุนกันและได้ข้อมูลครบถ้วนมากขึ้น ลดการลำเอียง

แม้ว่าแบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอนของครูจะไม่ได้นำมาศึกษาหาความสัมพันธ์ร่วมกับเครื่องมืออื่น เนื่องจากติดข้อจำกัดเรื่องการหาความสัมพันธ์โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันนั้นเหมาะสมสำหรับเครื่องมือเชิงปริมาณเท่านั้น อย่างไรก็ตาม เพื่อให้ได้คำตอบของการวิจัยที่มีความครอบคลุม ลุ่มลึกและชัดเจน ถูกต้อง และน่าเชื่อถือมากที่สุด ควรใช้การวิจัยทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ (Chalabang, 2017; Jituea & Pasunon, 2018) ดังนั้น ในการทำการวิจัยแบบผสมผสานซึ่งผลจากการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณยังจำเป็นต้องสนับสนุนด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพด้วย

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1) ควรนำผลการพัฒนาชุดเครื่องมือประเมินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไปใช้ในการออกแบบชุดเครื่องมือการประเมินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2) ชุดเครื่องมือประเมินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ประเมินการจัดการเรียนรู้ของครูทั้งครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดเครื่องมือให้ครบทั้ง 4 เครื่องมือไม่ควรละทิ้งอย่างหนึ่งอย่างใด เพื่อให้ได้ข้อมูลการประเมินที่ครบถ้วน สมบูรณ์ และน่าเชื่อถือ

### 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการจัดทำวิจัยพัฒนาชุดเครื่องมือประเมินการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบการสอนอื่น ๆ เพื่อให้ได้ชุดเครื่องมือประเมินประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนให้ครอบคลุมและรอบด้านมากขึ้น

## Reference

- Beard, K. S., Hoy, W. K., & Hoy, A. W. (2010). Academic optimism of individual teachers: Confirming a new construct. *Teaching and Teacher Education, 26*, 1136-1144. <http://doi:10.1016/j.tate.2010.02.003>
- Blazar, D., & Kraft M. A. (2017). Teacher and Teaching Effects on Students' Attitudes and Behaviors. *Educational Evaluation and Policy Analysis, 39*(1), 146-170. <http://doi:10.3102/0162373716670260>.
- Goe, L., Bell, C. & Little, O. (2008). *Approaches to Evaluating Teacher Effectiveness: A Research Synthesis*. National Comprehensive Center for Teacher Quality.
- King, Holly M. (2017). *Teacher Affective Attitudes Inventory: Development and Validation of a Teacher Self-Assessment Instrument* [Doctoral dissertation]. Antioch University <http://aura.antioch.edu/etds/352>  
[https://scholar.harvard.edu/files/mkraft/files/kraft\\_-\\_2019\\_-\\_teacher\\_effects\\_jhr.pdf](https://scholar.harvard.edu/files/mkraft/files/kraft_-_2019_-_teacher_effects_jhr.pdf)
- Pianta, R. C., & Hamre, B. K. (2009). Conceptualization, measurement, and improvement of classroom processes: Standardized observation can leverage capacity. *Educational Researcher, 38*(2), 109-119. <https://doi.org/10.3102/0013189X09332374>
- Reed, A. J. S. & Bergemann, V. E. (2001). *A Guide to Observation, Participation, and Reflection in the Classroom*. McGraw Hill.
- UTeach Professional Development. (2014). *UTeach Observation Protocol for Mathematics and Science*. <https://utop.uteach.utexas.edu/>
- Walkington, C. & Marder, M. (2018). Using the UTeach Observation Protocol (UTOP) to understand the quality of mathematics instruction. *ZDM Mathematics Education, 50*, 507-519. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0923-7>



### Translated Thai References

- Chalabang, W. (2017). Mixed Methods Research. *Nakhon Phanom University Journal*, 7(2), 124-132. (in Thai)
- Chulavatnatol, M. (2013). STEM Education Thailand and STEM Ambassador. *IPST Magazine*, 42(185), 14-18. (in Thai)
- Ekakul, T. (2000). *Research Methods in Behavioral and Social Science*. Ubon Ratchathani Rajabhat Institute. (in Thai)
- Jituea, N. & Pasunon, P. (2018). The use of tools to collect research data for education, the implementation of excellent schools. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, 11(2), 2118-2135. (in Thai)
- Kanjanawasee, S. (2001). *Traditional testing theory*. Chulalongkorn University. (in Thai)
- Kijkuakul, S. (2015). STEM Education. *Journal of Education Naresuan University*, 17(2), 201-207. [https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal\\_nu/article/view/126628/165379](https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/126628/165379)
- Klomim, K. (2016). Learning management based on stem education for student teachers. *Journal of Education Naresuan University*, 18(4), 334-348. [https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal\\_nu/article/view/70988](https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/70988) (in Thai)
- Office of the Basic Education Commission. (2015). *Time Management Guide Moderate Class More Knowledge*. Ministry of Education. (in Thai)
- Panich, V. (2012). Graduate production in the 21st century. *Suranaree Journal of Social Science*, 6(2), 130-152. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/sjss/article/view/20389/17707> (in Thai)
- Punthai, B. (2016). *Introduction to educational research methodology*. Ramkhamhaeng University Press. (in Thai)
- Sinthuwongsanont, M. (2006). The Supporting Factors of the Educational Management Affecting Students' Quality in the Northeastern Part of Thailand. *Journal of Education*, 18(2), 115-118. (in Thai)
- Siripatharachai, P. (2013). STEM Education and 21st Century Skills Development. *Executive Journal*, 33(2), 49-56. (in Thai)
- Sourachai, T & Lileekpal, P. (2011). *The Influence of the Improvement of Course Contents in ARC131 Architectural Drawing on Learning Outcome of ARC141 Materials and Construction (Bangkok)* [Research Report]. Sripatum University. (in Thai)
- Taweerat, P. (1997). *Research methods in behavioral and social science* (7th ed.). Office of Educational and Psychological Testing Srinakharinwirot University. (in Thai)
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2013). STEM Education Thailand and STEM Ambassadors, *IPST Magazine*, 42(185), 10-11. (in Thai)