

การพัฒนาตัวบ่งชี้ทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21 Indications Development of Instructional Science Management Skill for Teachers in 21st Century

ปวีณา คงสี¹ ชำนาญ ปาณาวงษ์²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้ทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21 กลุ่มตัวอย่างได้แก่ ครูวิทยาศาสตร์สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38 จำนวน 277 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถามทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สองด้วยโปรแกรม Mplus

ผลการวิจัยพบว่าองค์ประกอบและทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21 มีองค์ประกอบทั้งสิ้น 4 องค์ประกอบ 21 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1) องค์ประกอบทักษะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ประกอบด้วย 6 ตัวบ่งชี้ 2) องค์ประกอบทักษะการออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการทักษะในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 7 ตัวบ่งชี้ 3) องค์ประกอบทักษะการใช้สื่อ นวัตกรรมการเรียนการสอน ประกอบด้วย 4 ตัวบ่งชี้ และ 4) องค์ประกอบทักษะการวัดประเมินผลการเรียนรู้ประกอบด้วย 4 ตัวบ่งชี้ โดยตัวบ่งชี้ทั้ง 21 ตัวบ่งชี้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และโมเดลองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21 ที่พัฒนาขึ้นนั้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ($\chi^2 = 175.675$, $df = 148$, $\chi^2/df = 1.187$, $p = 0.0598$, $CFI = 0.995$, $TLI = 0.993$, $RMSEA = 0.026$, $SRMR = 0.027$)

คำสำคัญ: การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน, ตัวบ่งชี้, การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

Abstract

The purpose of this study was the indication development of instructional science management skill for teachers in 21st century. The samples of this research were 277 science teachers in Secondary Educational Service Area Office 38 which were

¹ นิสิตปริญญาโท สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

E-mail: krubeepaweena@gmail.com

² (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.) ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

selected by multi-stage random sampling. The research instrument consisted of a questionnaire about instructional science management skill for teachers in 21st century which was 5 level rating scales. It consisted of data analysis by second confirmatory factory analysis by using Mplus program.

The research of instructional science management skill for teachers in 21st century finding found that there were 4 factors and 21 indicators as the following 1) child center learning skill has 6 indicators, 2) design skill and integrated learning in 21st century had 7 indicators 3) using instructional media skill and innovation had 4 indicators, 4) evaluation skill had 4 indicators and statistically significant at the .01 level for all indicators. The factor model and skill indicators that develop by the researcher was agreeable with empirical data. ($\chi^2 = 175.675$, $df = 148$, $\chi^2/df = 1.187$, $p = 0.0598$, $CFI = 0.995$, $TLI = 0.993$, $RMSEA = 0.026$, $SRMR = 0.027$)

Keyword: confirmatory factor analysis, Indicators, teaching science in 21st century

บทนำ

เมื่อประเทศไทยเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นช่วงเวลาในโลกที่มีการขยายตัวทางเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมสูงสุด ซึ่งนำความเปลี่ยนแปลงมาสู่การเมือง เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อมทั่วโลกทำให้มนุษย์กลายเป็นฐานทรัพยากรหลักของโลก การเตรียมทรัพยากรบุคคลจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้รับมือการเปลี่ยนแปลงของโลก ดังนั้นการพัฒนาด้านการศึกษาจึงเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งที่จะเป็นเครื่องมือในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เหล่านี้ จุดเน้นและประเด็นพัฒนาหลักในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 12 ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา คือการพัฒนาทักษะความรู้ความสามารถของคน มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะที่เหมาะสมในแต่ละช่วงวัยเพื่อวางรากฐานให้เป็นคนมีคุณภาพในอนาคต การพัฒนาทักษะสอดคล้องกับความต้องการในตลาดแรงงานและทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 การพัฒนาคุณภาพครูทั้งระบบรวมทั้งการยกระดับคุณภาพการศึกษาสู่ความเป็นเลิศในสาขาวิชาที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน นอกจากนี้ต้องให้ความสำคัญกับการสร้างปัจจัยแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตทั้งสื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560)

ดังนั้น การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานจะต้องสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วเพื่อพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคนของชาติให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ การให้การศึกษาสำหรับศตวรรษที่ 21 ต้องเปลี่ยนแปลงใหม่ วิจารย์ พานิช (2555) ได้กล่าวถึงครูต้องยึดหลัก “สอนน้อย เรียนมาก” การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ต้อง “ก้าวข้ามสาระ

วิชา” ไปสู่การเรียนรู้ “ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ผู้เรียนต้องเรียนเองหรือพูดใหม่ว่าครูต้องไม่สอนแต่ต้องออกแบบการเรียนรู้และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการเรียนแบบลงมือทำแล้วการเรียนรู้ก็จะเกิดจากภายในใจและสมองของตนเอง” การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เริ่มเปลี่ยนแปลงไปเป็นอย่างมากในช่วงต้นศตวรรษที่ 21 เนื่องด้วยบริบทของปัจจัยสนับสนุนการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงสู่สังคมออนไลน์และโลกแห่งความรู้ที่ไร้พรมแดน ธรรมชาติการเรียนรู้ก็เปลี่ยนแปลงไปภายใต้เงื่อนไขของเวลาที่มีจำกัดมากขึ้นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 จึงเป็นการเรียนรู้เพื่อรู้อย่างเท่าทันการเปลี่ยนแปลง ปรับเปลี่ยนผู้เรียนให้รู้จักปรับตัวแสวงหาความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยทักษะที่จำเป็นมากขึ้น (ประสาธน์เนืองเฉลิม, 2558) และการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันควรจัดการเรียนรู้โดยวิธีการที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถนะสำคัญ คือนำความรู้เดิมจากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาสร้างความรู้ใหม่ในบริบทที่แตกต่างกัน (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2556) ครูจึงจะต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียน การสอน ตลอดจนการเตรียมความพร้อมด้านต่างๆ ที่เป็นปัจจัยสนับสนุนที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

ด้วยเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 จะต้องมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงที่จะมาถึง ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นบุคคลที่จะสนับสนุนทำให้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สอดคล้องกับบริบทในศตวรรษที่ 21 นั้นเป็นไปอย่างมีมาตรฐาน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่ศึกษาถึงทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21 ซึ่งจะมีความสำคัญที่จะนำไปสู่การประเมินทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21 ซึ่งจะยังเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญและสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาตัวบ่งชี้การพัฒนาตัวบ่งชี้ทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21 ตัวบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้นจากทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนหรือสร้างเกณฑ์ประเมินครูเพื่อการพัฒนาครูได้อย่างสอดคล้องกับสภาพปัจจุบันในศตวรรษที่ 21

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้ทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ของครูที่ทำการสอนในระดับมัธยมศึกษา
2. เพื่อวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบตัวบ่งชี้ทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ของครูที่ทำการสอนในระดับมัธยมศึกษา

สมมติฐานการวิจัย

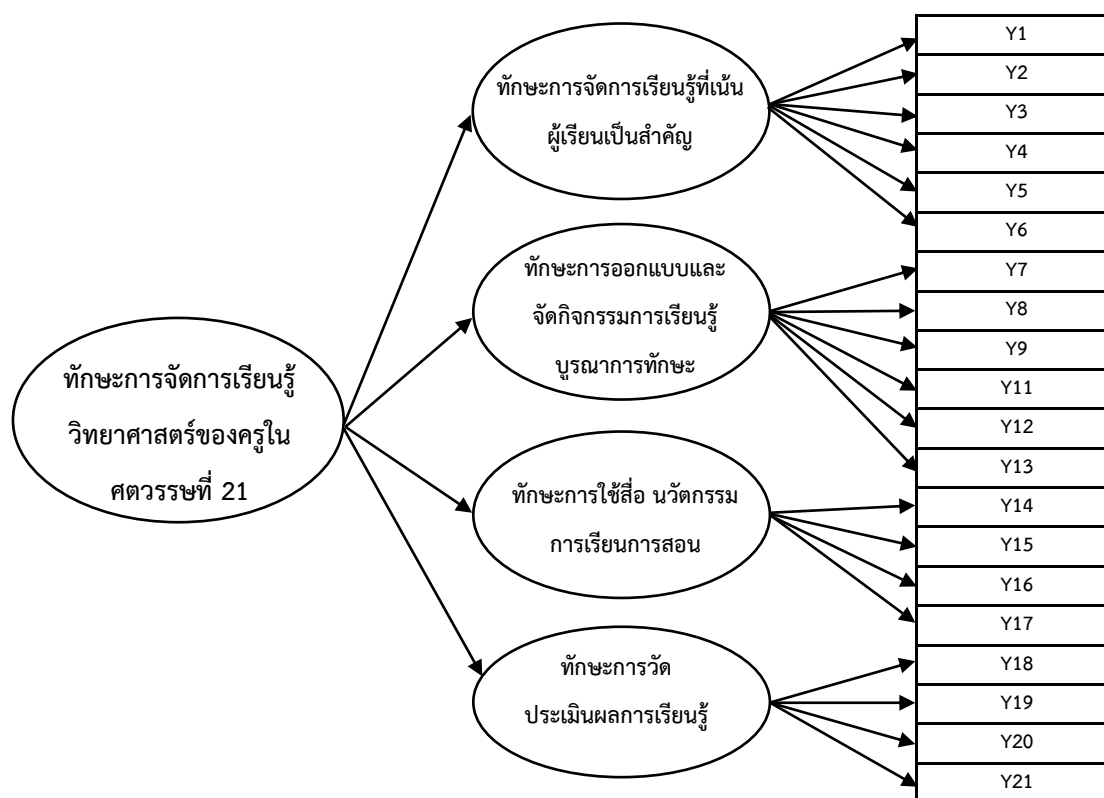
ตัวบ่งชี้ทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21 ที่พัฒนาขึ้นจาก ทฤษฎีเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ขอบเขตของปัญหา

- 1) ประชากร ได้แก่ ครูปฏิบัติการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 38
- 2) กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูปฏิบัติการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 38 จำนวน 277 คน
- 3) ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัย เรื่องการพัฒนาตัวบ่งชี้ทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21 การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยการศึกษาเอกสาร แนวคิด หลักการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามนักวิชาการทางการศึกษา ได้แก่ James Bellanca and Ron Brandt (2554), สุพรรณิ ขาญประเสริฐ (2556), สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2556), Simmons (อ้างใน วิโรจน์ สารัตนะ, 2556), อนุอมพร เลหาจรัสแสง (อ้างใน ภาสกร เรืองรอง และคณะ, 2557) ปราณี อ่อนศรี (2558), ประสาท เนืองเฉลิม (2558), สุคนธ์ สินธพานนท์ (2558), พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2558) และ ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2560) จากนั้นนำมาสังเคราะห์ห่อองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21 ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดโมเดลสมมติฐาน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยการพัฒนาตัวบ่งชี้ทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 เป็นการวิจัยเชิงบรรยาย โดยแบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21 จำนวน 1 ฉบับ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21

การเก็บรวบรวมข้อมูล

วิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21 ได้ 4 องค์ประกอบ 21 ตัวบ่งชี้ นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 6 ท่าน เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ การคำนวณค่ามัธยฐาน และคำนวณค่าพิสัยระหว่างควอไทล์

ขั้นตอนที่ 2 การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ ครูสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38 จำนวน 277 คน กำหนดขนาดโดยใช้สัดส่วนจำนวนตัวแปรต่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างเป็น 1 : 15 สุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบประเมินทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21 จำนวน 1 ฉบับ โดยมีขั้นตอนการหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. คำนวณหาความตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้วิธีการคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ซึ่งคัดเลือกเฉพาะข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป ได้ข้อคำถามเข้าเกณฑ์จำนวน 72 ข้อ

2. นำไปทดลองใช้ (Try out) กับครูที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อนำผลมาคำนวณหาความน่าเชื่อถือ ด้วยการหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมข้อที่เหลือ (Item - Total Correlation) ได้ค่าความน่าเชื่อถืออยู่ระหว่าง 0.279 - 0.777 และหาความเที่ยงของแบบสอบถาม (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha - Coefficient) ตามวิธีการของครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.971

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับครูที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ส่งแบบประเมินทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21 ให้กับครูที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทางไปรษณีย์

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น โดยใช้สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้ ค่าความโด่ง และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

2. การตรวจสอบความเหมาะสมของข้อมูลและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์องค์ประกอบ วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ แสดงด้วยค่าสถิติไคเซอร์ - เมเยอร์ - ออลกิน (KMO) และค่าสถิติของบาร์ทเลตต์ (Bartlett's test)

3. การวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21 ที่สร้างขึ้นโดยใช้โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สองด้วยโดยใช้โปรแกรม Mplus Version 7 พิจารณาความตรงเชิงโครงสร้างจากค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืน ได้แก่ค่า 1) สถิติไค-สแควร์ (Chi-square statistics: χ^2) 2) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) 3) ดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือ (Root of mean square residual: RMR) 4) ดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (Root mean square of approximation: RMSEA) 5) ดัชนีวัดระดับความสอดคล้องเปรียบเทียบของ Tucker และ Lewis (Trucker Lewis index: TLI) และ 6) ดัชนี วัดระดับความสอดคล้องเปรียบเทียบ (Comparative fit index: CFI)

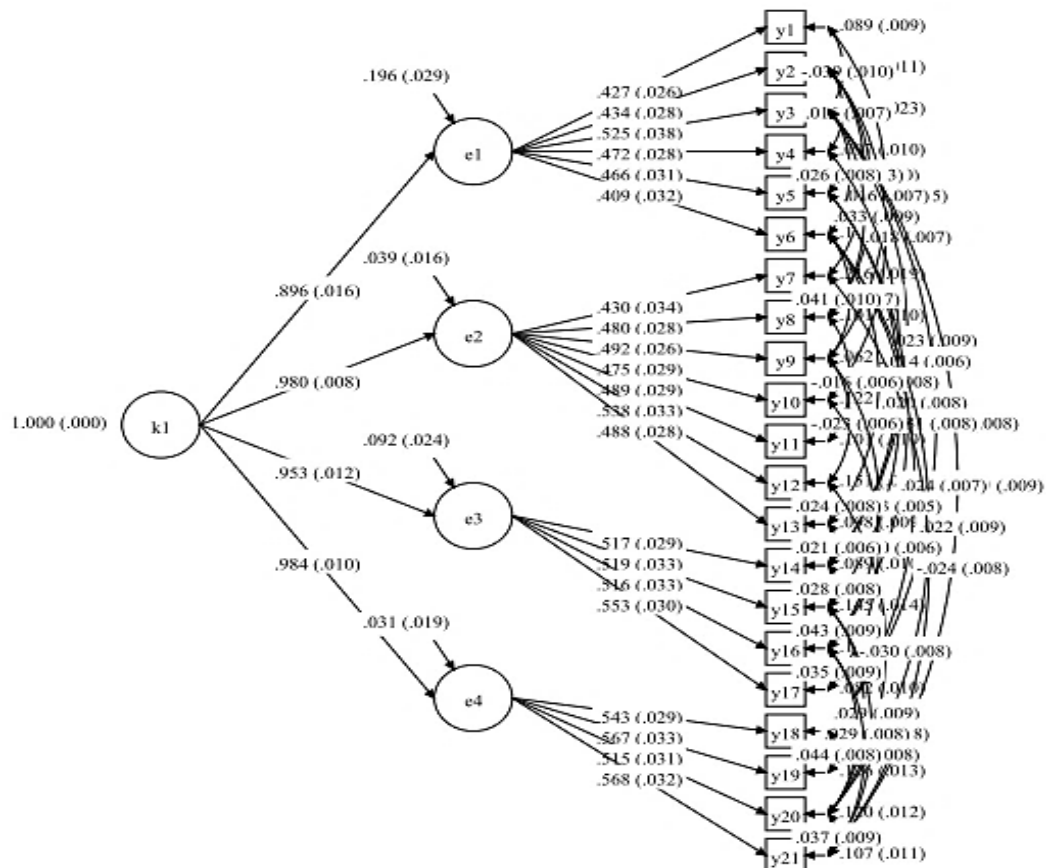
สรุปผลการวิจัย

1. ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 เมื่อผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมของตัวบ่งชี้ทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21 พบว่า องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ผ่านเกณฑ์การพิจารณาเรื่องความเหมาะสมทั้งหมด 4 องค์ประกอบ 21 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1) องค์ประกอบทักษะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ประกอบด้วย 6 ตัวบ่งชี้ 2) องค์ประกอบทักษะการออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการทักษะในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 7 ตัวบ่งชี้ 3) องค์ประกอบทักษะการใช้สื่อ นวัตกรรม การเรียนการสอน 21 ประกอบด้วย 4 ตัวบ่งชี้ และ 4) องค์ประกอบทักษะการวัดประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 4 ตัวบ่งชี้

2. ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21 ที่สร้างขึ้นโดยใช้โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง (Second-order confirmatory factor analysis) ดังนี้

1) ผลการตรวจสอบการวิเคราะห์ความเหมาะสมของข้อมูลได้ค่าสถิติไคเซอร์-เมเยอร์-ออลกิน (KMO) เท่ากับ 0.963 แสดงว่าข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างมีความเหมาะสมระดับดีมาก และค่า Bartlett's test of sphericity เท่ากับ 5650.567 df. = 210 และ Sig. = .000 แสดงว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรไม่เป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ (Identity matrix) หมายความว่า ตัวแปรที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบครั้งนี้มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2) ผลการวิเคราะห์โดยมีค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังนี้ ค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi-square) เท่ากับ 175.675 มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.0598$) ที่องศาอิสระ เท่ากับ 148 นอกจากนี้ยังพบว่าค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ เท่ากับ 1.187 CFI เท่ากับ 0.995 ค่าดัชนี TLI เท่ากับ 0.993 ค่าดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.026 ดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือมาตรฐาน (SRMR) เท่ากับ 0.027 แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์



ภาพที่ 2 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สองขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลการสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21 มีความสอดคล้องกับแนวคิดของ James Bellanca and Ron Brandt (2554; สุพรรณิ ขาญประเสริฐ, 2556; สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2556; ทิศนา แคมมณี, 2558) อ้างใน ปราณี อ่อนศรี, 2554; พิมพ์ธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข, 2558) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีลักษณะสำคัญคือลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สนองความต้องการของผู้เรียนเป็นรายบุคคลและใช้หลากหลายรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนได้เต็มศักยภาพ James Bellanca and Ron Brandt (2554; Simmons อ้างใน วิโรจน์ สารรัตน์, 2556; สุพรรณิ ขาญประเสริฐ, 2556; สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2556; ฌอนมพร เลาหจรัสแสง อ้างใน ภาสกร เรืองรอง และคณะ, 2557; ประสาท เนืองเฉลิม, 2558; พิมพ์ธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข, 2558; ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์, 2559) ครูสามารถจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการทักษะในศตวรรษที่ 21 ผู้สอนคือผู้ที่ออกแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้และทำงานแบบร่วมมือ มีส่วนร่วมในกระบวนการคิดที่ซับซ้อนเพื่อให้เรียนรู้ได้ลึกซึ้งขึ้นหรือรู้จักนำไปประยุกต์ใช้ การสอนควรใช้กิจกรรมเสริมหลากหลายที่ทำให้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องง่าย และสนุกสนาน นอกจากนี้ครูต้องมีความสามารถผลิต จัดหา คัดสรร สื่อและแหล่งการเรียนรู้มีทักษะใช้สื่อต่างๆ มีความสามารถนวัตกรรมเพื่อสร้างผู้เรียนให้เป็นผู้ที่มีทักษะการเรียนรู้เป็นไปตามเป้าหมายการปฏิรูปการศึกษาและเป็นบุคคลที่มีทักษะสำคัญในการอยู่ในสังคมศตวรรษที่ 21 ดังเช่นที่ Simmons (อ้างใน วิโรจน์ สารรัตน์, 2556; สุพรรณิ ขาญประเสริฐ, 2556; สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2556; ฌอนมพร เลาหจรัสแสง อ้างใน ภาสกร เรืองรอง และคณะ, 2557; ประสาท เนืองเฉลิม, 2558; สุคนธ์ สิ้นพานนท์, 2558; ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์, 2559) ได้กล่าวไว้ อีกทั้งครูสามารถออกแบบการวัดและประเมินผลที่รองรับการประเมินผลอย่างต่อเนื่องของการพัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนความสามารถในการวัดและประเมินผลผู้เรียนได้ตามหลักการวัดและประเมินผลและเป็นไปตามเป้าหมายการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ดังที่ สุพรรณิ ขาญประเสริฐ (2556; ประสาท เนืองเฉลิม, 2558; สุคนธ์ สิ้นพานนท์, 2558; ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์, 2559) ได้กล่าวไว้ ดังนั้นองค์ประกอบ ของทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญจึงประกอบไปด้วย องค์ประกอบทักษะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ องค์ประกอบทักษะการออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการทักษะในศตวรรษที่ 21 องค์ประกอบทักษะการใช้สื่อ นวัตกรรม การเรียนการสอน และองค์ประกอบทักษะการวัดประเมินผลการเรียนรู้

2. จากผลการวิจัยที่พบว่า องค์ประกอบของทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21 ทั้ง 4 ประการ มีค่านำหนักองค์ประกอบระหว่าง 0.896 - 0.984 และมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกองค์ประกอบ แสดงว่าองค์ประกอบทั้ง 4 องค์ประกอบมีความตรงเชิงโครงสร้างเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า

องค์ประกอบที่ 1 ทักษะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งประกอบด้วย 6 ตัวบ่งชี้ คือ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและได้เรียนรู้ด้วยตนเอง, กำหนดเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความแตกต่างของบุคคล, เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบการเรียนรู้, การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์, จัดกิจกรรมที่ผู้เรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบ เชื่อมโยงกับชีวิตจริง, การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้แบ่งปันสู่เพื่อนในชั้นเรียน ซึ่งตัวบ่งชี้ทั้ง 6 ตัวบ่งชี้ เมื่อนำไปทำการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง พบว่าเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบการเรียนรู้ เป็นตัวบ่งชี้ที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุดขององค์ประกอบ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่จะทำสอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มีลักษณะสำคัญคือการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การที่ผู้สอนจะสามารถสนองความต้องการของผู้เรียนเป็นรายบุคคลตามที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2553) กำหนดสมรรถนะการจัดการเรียนรู้การออกแบบการเรียนรู้อย่างสอดคล้องและเป็นระบบจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คือการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบการเรียนรู้ และในภาพรวมขององค์ประกอบที่ 1 ทักษะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งประกอบด้วย 6 ตัวบ่งชี้ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.409 - 0.525 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกตัวบ่งชี้ แสดงว่าองค์ประกอบที่ 1 ทักษะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมีความตรงเชิงโครงสร้าง ทั้งนี้สอดคล้องกับงานของ จุฑาพิชญ์ ธรรมศิลป์ (2557) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับสมรรถนะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ของครูพบว่าตัวบ่งชี้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและได้เรียนรู้ด้วยตนเองเป็นตัวบ่งชี้และสอดคล้องกับที่สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2547) กล่าวว่ารูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้ของครูต้นแบบตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 เป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่สอดคล้องตามแนวการจัดการศึกษา หมวด 4 มาตรา 24 ที่ระบุว่าการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการ จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และสอดคล้องกับประสาท เนืองเฉลิม (2558) กล่าวว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรเป็นไปเพื่อตอบสนองคุณค่าและความหมายที่แท้จริงของชีวิต ผู้เรียนได้คิด จินตนาการ ลงมือทำ และประสบพบเจอด้วยตนเอง สร้างความตระหนักต่อตนเอง การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ สอดคล้องกับมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ (2553) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในด้านผู้สอนมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) ว่าการเรียนการสอนวิชา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมหลากหลาย และสอดคล้องกับประสาท เนืองเฉลิม (2558) กล่าวว่า การเรียนการสอนที่สะท้อนความคิดบนพื้นฐานของการมีส่วนร่วมทางประสบการณ์การเรียนรู้ภายใต้บริบทที่แตกต่างกัน โดยที่ผู้เรียนสร้างความรู้จากสิ่งที่สัมผัสและสื่อสารออกมาเป็นความรู้สึกนึกคิดของตนเอง และสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้แบ่งปันสู่เพื่อนในชั้น

องค์ประกอบที่ 2 ทักษะการออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งประกอบด้วย 7 ตัวบ่งชี้ คือ จัดทำแผนการเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และให้สอดคล้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21, ออกแบบการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล และรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกันโดยเน้นความรู้และทักษะในศตวรรษที่ 21, จัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง, จัดการเรียนรู้ส่งเสริมการทำงานแบบร่วมมือ, จัดการเรียนรู้ได้หลากหลายแบบทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการตามสภาพจริง, ใช้กิจกรรมเสริมหลากหลายนอกเหนือจากกิจกรรมในชั้นเรียน, จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะความรู้ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน, สอนแบบบูรณาการ, การสอนแบบสืบเสาะ, การสอนแบบปัญหาเป็นฐาน, การสอนแบบวิจัยเป็นฐาน และ STEM เพื่อส่งเสริมทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิต ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งตัวบ่งชี้ทั้ง 6 ตัวบ่งชี้ เมื่อนำไปทำการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง พบว่าตัวบ่งชี้ใช้กิจกรรมเสริมหลากหลายนอกเหนือจากกิจกรรมในชั้นเรียน เป็นตัวบ่งชี้ที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุดขององค์ประกอบ ทั้งนี้อาจเนื่องจากแนวโน้มของหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ในด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ดังที่ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2559) ได้กล่าวว่าการสอนควรใช้กิจกรรมเสริมหลากหลายทำให้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องง่ายและสนุกสนาน เช่น การวาดภาพ ประกาดคำขวัญ บทความ ใ้ว่าที่ละคร และอภิปราย เป็นต้น และในภาพรวมขององค์ประกอบที่ 2 ทักษะการออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งประกอบด้วย 7 ตัวบ่งชี้ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.430 - 0.538 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกตัวบ่งชี้ แสดงว่า องค์ประกอบที่ 2 ทักษะการออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการทักษะในศตวรรษที่ 21 มีความตรงเชิงโครงสร้าง ทั้งนี้สอดคล้องกับลัดดาวลัย สืบจิต (2555) การจัดทำแผนการเรียนรู้ตามหลักสูตรให้สอดคล้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21 เป็นตัวบ่งชี้สมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21 ในด้านการจัดการเรียนรู้และสร้างนวัตกรรม และ Trilling and Fadel (2009 อ้างใน ประสาท เนืองเฉลิม, (2558) กล่าวว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีเพียงแค่แนวทางเดียวก็ไม่สามารถตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียนได้ทั้งชั้นเรียน สอดคล้องกับงานจุฑาพิชญ์ ธรรมศิลป์ (2557) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับสมรรถนะการออกแบบการเรียนรู้ว่าตัวบ่งชี้ออกแบบการเรียนรู้ได้อย่างหลากหลายโดยเน้นความรู้และทักษะในศตวรรษที่ 21 และสอดคล้องกับ ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2559) กล่าวว่า การสอนควรมุ่งพัฒนาภูมิปัญญาไทยเพื่อให้คนไทยสร้างองค์ความรู้ขึ้นเองได้โดยใช้กระบวนการเรียนการสอนที่เน้น

กระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองมากขึ้น มุ่งพัฒนาเจตคติและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องสุพรรณิ ขาญประเสริฐ (2556) กล่าวว่าศักยภาพครูในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ครูต้องมีความสามารถส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และทำงานแบบร่วมมือมีความเชี่ยวชาญในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะความรู้ และสอดคล้องกับ สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2556) กล่าวว่าการเรียนรู้ในบริบทศตวรรษที่ 21 อาจจัดการเรียนรู้ได้หลากหลายแบบทั้งที่เป็นทางการ และไม่เป็นทางการ

องค์ประกอบที่ 3 ทักษะการใช้สื่อ นวัตกรรมการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย 4 ตัวบ่งชี้ คือ ผลผลิต สื่อ นวัตกรรม และเทคโนโลยี ให้เหมาะสมตามจุดมุ่งหมายของรายวิชาวิทยาศาสตร์ ใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการผลิต สื่อ นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ สามารถใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การเลือกใช้สื่อ นวัตกรรม และเทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งตัวบ่งชี้ทั้ง 4 ตัวบ่งชี้เมื่อนำไปทำการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง พบว่าตัวบ่งชี้การเลือกใช้สื่อ นวัตกรรม และเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นตัวบ่งชี้ที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุดขององค์ประกอบ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยสรุปคือครูใช้สื่อต่างๆ เป็นองค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้ (Media-driven) ใช้สื่อการเรียนรู้ที่ผสมผสานระหว่างเทคโนโลยีแบบเดิม (Conventional technology) และเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital technology) เพื่อให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างเต็มศักยภาพ มีการใช้สื่อที่เหมาะสมเพื่อทำให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสมรรถนะที่ผู้เรียนควรมีดังที่สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2556) กล่าวไว้ และในภาพรวมขององค์ประกอบที่ 3 ทักษะการใช้สื่อ นวัตกรรมการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย 4 ตัวบ่งชี้ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.516 - 0.553 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกตัวบ่งชี้ แสดงว่าองค์ประกอบที่ 3 ทักษะการใช้สื่อ นวัตกรรมการเรียนการสอน มีความตรงเชิงโครงสร้าง ทั้งนี้สอดคล้องกับสุคนธ์ สินธพานนท์ (2558) ครูไทยในศตวรรษที่ 21 มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรม เพื่อสร้างผู้เรียนให้เป็นผู้ที่มีทักษะการเรียนรู้เป็นไปตามเป้าหมายการปฏิรูปการศึกษา และเป็นบุคคลที่มีทักษะสำคัญในการอยู่ในสังคมศตวรรษที่ 21 สอดคล้องกับ สุพรรณิ ขาญประเสริฐ (2561) ครูสามารถใช้เทคโนโลยี สื่อมัลติมีเดียเป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการเรียนรู้และสอดคล้องกับ ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2559) การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นการเรียนรู้ทั้งด้านพุทธิพิสัย และทักษะพิสัยโดยอาศัยสื่อการสอนประเภทต่างๆ ประกอบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้สามารถถ่ายทอดเนื้อหาสาระไปสู่ผู้เรียนตามจุดมุ่งหมายของรายวิชาให้มากที่สุด

องค์ประกอบที่ 4 ทักษะการวัดประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 4 ตัวบ่งชี้ คือ ออกแบบวิธีการวัดและประเมินผลได้อย่างหลากหลาย, ออกแบบวิธีการวัดและประเมินผลที่เหมาะสมกับเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้, สร้างเครื่องมือประเมินผลการเรียนรู้ใช้วิธีการวัด

ประเมินผลที่เหมาะสม วัดและประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริงเน้นการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งตัวบ่งชี้ทั้ง 4 ตัวบ่งชี้เมื่อนำไปทำการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง พบว่าตัวบ่งชี้วัดและประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริง เน้นการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นตัวบ่งชี้ที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุดขององค์ประกอบทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากวิธีการวัดและประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่เหมาะสมอย่างยิ่ง คือ การประเมินผลจากสิ่งที่ผู้เรียนได้แสดงให้เห็นถึงว่ามีความรู้ ทักษะและความสามารถ ซึ่งพิมพ์นิตยเดชคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2558) กล่าวว่าสมรรถนะการประเมินผลการเรียนรู้ว่าต้องมีทักษะในการประเมินผลการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันเป็นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริงดังนั้นการประเมินผลการเรียนรู้ต้องสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริงและในภาพรวมขององค์ประกอบที่ 4 ทักษะการวัดประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 4 ตัวบ่งชี้ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.515 - 0.568 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกตัวบ่งชี้ แสดงว่าองค์ประกอบที่ 4 ทักษะการวัดประเมินผลการเรียนรู้ มีความตรงเชิงโครงสร้าง ทั้งนี้สอดคล้องกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2553) ที่ได้กำหนดสมรรถนะประจำสายงานสมรรถนะการบริหารหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ ออกแบบวิธีการวัดและประเมินผลอย่างหลากหลายเหมาะสมกับเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้และผู้เรียน และสร้างและนำเครื่องมือวัดและประเมินผลไปใช้อย่างถูกต้องเหมาะสมสอดคล้องกับปราชญ์ อ่อนศรี (2558) ที่กล่าวว่าการประเมินผลผู้สอนควรคำนึงถึงความสอดคล้องกับจุดประสงค์

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ได้องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ที่ได้จากการพัฒนาทั้งสิ้น 4 องค์ประกอบ 21 ตัวบ่งชี้ สามารถนำไปใช้ในการวัดและประเมินทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาได้

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการประเมินทักษะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21 เพื่อเป็นการสร้างเครื่องมือและมาตรฐานในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูในศตวรรษที่ 21

บรรณานุกรม

- จุฬาพิชญ์ ธรรมศิลป์. (2557). การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูในศตวรรษที่ 21. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2560) ครูและนักเรียนในยุคการศึกษาไทย 4.0. วารสารอิเล็กทรอนิกส์การเรียนรู้ทางไกลเชิงนวัตกรรม. 7(2), 14-29.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปราณี อ่อนศรี. (2558). บทบาทผู้สอนต่อทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. วารสารพยาบาลทหารบก. 16(3), 8-13.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข. (2558). การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภาสกร เรืองรอง และคณะ. (2557). เทคโนโลยีการศึกษากับครูไทยในศตวรรษที่ 21. วารสารปัญญาภิวัฒน์. 5(พ.ค.), 195-205.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2553). คู่มือการจัดระบบการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 1). พระนครศรีอยุธยา: โรงพิมพ์เทียนวัฒนา พรินท์ติ้ง.
- ลัดดาวัลย์ สืบจิต. การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. วิทยานิพนธ์ ค.ด., มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรีสฤษดิ์วงศ์.
- วิโรจน์ สารรัตนะ. (2556). กระบวนทัศน์ใหม่ทางการศึกษากรณีศึกษาต่อการศึกษาศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: หจก.ทิพย์วิสุทธิ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (ม.ป.ป.). คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในอนาคต. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก <http://www.ipst.ac.th/files/curriculum2556/ManualScienceM2.pdf> เมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2560.
- สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2556). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. วารสารหน่วยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 4(1), 55–63.
- สุนันท์ สินธพานนท์. (2558). การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่ เพื่อพัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุพรรณิ ขาญประเสริฐ. (2556). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 42(185), 10-13.

- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักงานนายกรัฐมนตรี. (2560). **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564).** [ออนไลน์]. สืบค้นจาก <http://www.royalthaipolice.go.th/> เมื่อ 27 พฤศจิกายน 2561
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2553). **คู่มือเส้นทางครุมีอาชีพสำหรับครูผู้ช่วย.** กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2547). **แนวทางการพัฒนานครแห่งความรู้.** กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์.
- James Bellanca and Ron Brandt. (2554). **ทักษะแห่งอนาคตใหม่ : การศึกษาเพื่อศตวรรษที่ 21.** แปลโดย วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง และอธิป จิตตฤกษ์. กรุงเทพฯ: Openworlds.