

การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21
โรงเรียนประถมศึกษาจังหวัดอุดรธานี

Development indicator features elementary science teacher in 21st century
schools under the Primary Education Service Area Office, Udon Thani

สุรศักดิ์ สุทธิวรรณ¹ และ ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน²
Surasak suddiwan¹ and Songsak Phusee-orn²

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21 โรงเรียนประถมศึกษาจังหวัดอุดรธานี 2) เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1,109 คน ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis : EFA) จำนวน 507 คน และใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA) จำนวน 602 คน โดยการสุ่มหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสอบถามการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21 โรงเรียนประถมศึกษาจังหวัดอุดรธานี เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) จำนวน 46 ข้อ ค่าความตรงของแบบสอบถาม (IOC) เท่ากับ 0.80 ถึง 1.00 ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ ตั้งแต่ .270 ถึง .720 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.915 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์สถิติพื้นฐาน การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis : EFA) และองค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิจัยพบว่า ตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21 โรงเรียนประถมศึกษาจังหวัดอุดรธานี ประกอบด้วย 7 ด้าน 46 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ ด้านความรู้ความเข้าใจ, ด้านการสอนวิทยาศาสตร์, ด้านความรู้ความสามารถในศตวรรษที่ 21, ด้านความรู้การวัดและประเมินผลผู้เรียน, ด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ด้านความรู้กระบวนการจัดทำและพัฒนาหลักสูตร,

¹ นิสิตปริญญาโท สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

¹ M.Ed. student, Major of Educational Research and Development, Faculty of Education, Mahasarakham University

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

² Asst. Prof., Department of Educational Research and development, Faculty of Education, Mahasarakham University

ด้านคุณธรรมจริยธรรมต่อผู้เรียนและด้านความสามารถการใช้สื่อเทคโนโลยีสมัยใหม่ โดยค่าน้ำหนักองค์ประกอบเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ด้านความสามารถการใช้สื่อเทคโนโลยีสมัยใหม่ (0.878), ด้านความรู้ความสามารถในศตวรรษที่ 21 (0.844), ด้านความรู้ความเข้าใจด้านการสอนวิทยาศาสตร์ (0.835), ด้านความรู้การวัดและประเมินผลผู้เรียน (0.830), ด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (0.827), ด้านความรู้กระบวนการจัดทำและพัฒนาหลักสูตร (0.811) และด้านคุณธรรม จริยธรรมต่อผู้เรียน (0.592)

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง จากการตรวจสอบความสอดคล้อง กลมกลืนของโมเดลองค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21 โรงเรียนประถมศึกษาจังหวัดอุดรธานี ที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ อยู่ในเกณฑ์กำหนด ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 1002.88 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 954 ค่าความน่าจะเป็น (P-value) เท่ากับ 0.13229 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน GFI = 0.933 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับค่าแล้ว AGFI = 0.924 ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของเศษเหลือในรูปของคะแนนมาตรฐาน SRMR = 0.0166 ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ RMSEA = 0.00923

คำสำคัญ องค์ประกอบ คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21
ครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา

Abstract

The purposes of this research were to: 1) to development indicator features elementary science teachers in 21st century schools under the Primary Education Service Area Office, Udon Thani 2) confirmatory factor analysis of elementary science teachers in 21st century schools by the hypothetical model based on empirical data. The samples used in this study was Primary school science studies teachers in basic education ministry of education 1,109 multi-use sampling. Used in the Exploratory Factor Analysis: EFA 507 people and used in the Confirmatory Factor Analysis: CFA 602 people random by Multistage Random Sampling. Instruments used in research query indicator features elementary science teachers in 21st century were as follow ; estimation rating scale were 46 items. The content validity (IOC) is 0.80 to 1.00. The discrimination is the verse from .270 to .720 and the reliability is 0.915, for data analysis by basic statistical analysis Exploratory Factor Analysis (EFA) and Confirmatory Factor Analysis (CFA) using a computer program.

The findings indicated that the analysis model development indicator features elementary science teachers in 21st century schools under the Primary Education Service Area Office, Udon Thani composed of 7 in the 46 indicators aspects of Knowledge and

understanding for teaching science, Knowledge of 21st century, Measurement and evaluation of learners, Nature of science and technology, Process and development Curriculum, Use of modern technology media and Moral ethics to the learners. The factor loading is sorted descending by the weight of the sort from high to low is to Use of modern technology media (0.878) , Knowledge of 21st century (0.844) , Knowledge and understanding for teaching science (0.835) , Measurement and evaluation of learners (0.830) , Nature of science and technology (0.827) , Process and development Curriculum (0.811) and Moral ethics to the learners (0.592).

The second confirmatory factor analysis check the consistency of elementary science teachers in 21st century schools under the Primary Education Service Area Office, Udon Thani by the hypothetical model based on empirical data. The chi-square value of 1002.88, df to 954 , The p-values was 0.13229 , which is not statistically significant at the .05 level of integration index (GFI) of 0.933 ,The index measures the harmonious adjustment then (AGFI) was 0.924, square root of the average quadratic of waste in the form of standard score (SRMR) was 0.0166, and the square root the average quadratic deviation estimated (RMSEA) is 0.00923 , indicating that the model has validity.

Keywords: factor, indicator features elementary science teachers in 21st century,
Elementary science teachers

บทนำ

วิทยาศาสตร์ ถือได้ว่ามีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาประเทศเป็นอย่างมากเพราะมีความเกี่ยวข้องกับทุกคนทุกอาชีพ อันเนื่องมาจากลักษณะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ที่มีกระบวนการและขั้นตอนในการศึกษาที่เป็นระบบ มีความซับซ้อนและต้องอาศัยศักยภาพการทำงานของสมอง ซึ่งเด็กจำเป็นต้องใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ในขั้นตอนต่างๆ ของการศึกษา เช่น การคิดวิเคราะห์ จำแนก แยกแยะองค์ประกอบของสิ่งต่างๆ หรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง ออกเป็นส่วนย่อยเพื่อพิจารณาว่า สิ่งนั้นหรือเหตุการณ์นั้นประกอบขึ้นมาจากอะไรและความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร หรือหาสาเหตุของสิ่งที่เกิดขึ้นต่อไป ซึ่งการคิดวิเคราะห์จะต้องใช้ความเป็นเหตุเป็นผลเป็นพื้นฐาน ซึ่งจะทำให้เด็กทราบข้อเท็จจริง เหตุผลของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมาเป็นไปของเหตุการณ์ต่างๆ ทราบองค์ประกอบและข้อเท็จจริงที่เป็นรากฐานของความรู้ที่จะนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหาต่อไปได้ ซึ่งเด็กในระดับชั้นประถมศึกษาถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญในการส่งเสริมและวางรากฐานกระบวนการคิดวิเคราะห์ตลอดจนการสร้างทัศนคติ ที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์จนทำให้เกิดความประทับใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ ส่งผลทำให้เด็กมีแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ซึ่งถือว่าเป็น

หัวใจสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎี ขอบเขต ธรรมชาติ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

สำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2557:5-10) กล่าวว่า การก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 และเป็นยุคของความก้าว หน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้พัฒนาเป็นไปอย่างรวดเร็ว เกิดการค้นพบ ข้อมูล องค์ความรู้ การสร้างสิ่งต่างๆ อย่างเท่าเทียมและถูกกระจายออกไปทั่วทุกมุมโลกอย่างไร้ขอบเขต การเข้าถึงข้อมูลองค์ความรู้ต่างๆ ในรูปแบบข้อมูลสารสนเทศหรือนโยบายแบบดิจิทัล ทั้งในเชิงวิชาการและ บ้านทั้ง การสืบเสาะค้นคว้าข้อมูลเป็นเรื่องง่ายไม่ยุ่งยาก การเรียนรู้ภาษาและวัฒนธรรมต่างๆ ผ่านระบบสังคมออนไลน์ตลอดจนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดกันและกันอย่างอิสระเสรี ทั้งหมดนี้ส่งผลโดยตรงต่อเยาวชนที่อยู่ในวัยศึกษาเล่าเรียนการเปลี่ยนแปลงวิถีการดำเนินชีวิตและการเรียนในแต่ละวันอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ สภาพแวดล้อมและสังคมรอบด้านของผู้เรียนที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างชัดเจนและต่อเนื่อง ชี้ให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เปลี่ยนแปลงและแตกต่างจากผู้เรียนในศตวรรษที่ 20 อย่างชัดเจน โดยกลุ่มผู้เรียนดังกล่าวนี้เกิดมาพร้อมกับความเจริญก้าวหน้าของคอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต เครื่องมือสื่อสาร โทรศัพท์มือถือ เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ อุปกรณ์เหล่านี้ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญและเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวัน

สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา (2558 : 4-5) ได้จัดทำรายงานสถานการณ์การผลิตและพัฒนาครูในประเทศไทย และกล่าวถึง การพัฒนาคุณภาพครูยุคใหม่ เป็นส่วนหนึ่งในกรอบแนวทางการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (พ.ศ. 2552-2561) ซึ่งการดำเนินการพัฒนาครูอย่างเป็นระบบต่อเนื่องทั่วถึงย่อมต้องส่งผลต่อคุณภาพผู้เรียน เพราะครูเป็นด่านหน้าและกลไกสำคัญในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาครูและเตรียมเข้าสู่วิชาชีพ ให้มีความสอดคล้องกับสถานการณ์โลกปัจจุบันทั้งรูปแบบหลักสูตรสำหรับการผลิตครูและข้าราชการครูในระบบมีอยู่เดิมแล้วสามแสนกว่าคนให้มีคุณลักษณะสอดคล้องกับศตวรรษที่ 21 โสภณ นุ่มทอง (2559:16-20) ได้กล่าวไว้ในบทความเรื่อง “จะให้ข้าราชการครูในศตวรรษที่ 21 มีคุณลักษณะอย่างไร” เกี่ยวกับองค์ประกอบหลักสูตรการผลิตครูสำหรับศตวรรษที่ 21 ควรมี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1. ความสามารถพื้นฐานทางจริยธรรม 2. ความรู้ที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต 3. ความสามารถในการคิด 4. ความสามารถในการนำตนเอง และ 5.ความสามารถที่จำเป็นในการประกอบวิชาชีพครู ความสำคัญดังกล่าวประกอบกับการรับเอาแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มาใช้เป็นส่วนหนึ่งของฐานคิดการพัฒนาหลักสูตรและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนในการเป็นพลเมืองของสังคมในศตวรรษที่ 21 ประกอบกับลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 แปรเปลี่ยนไปจากเดิมอีกทั้งบทบาทหน้าที่ครูย่อมต้องแปรเปลี่ยนไปตามยุคสมัยโดยตัวผู้เรียนจำเป็นต้องมีทักษะในด้านการคิด ทักษะในด้านภาษาเพื่อการสื่อสารในระดับสากล ทักษะในด้านการบริหารจัดการกับข้อมูลสารสนเทศที่มีอยู่อย่างมากมายมหาศาล รวมทั้งความสามารถในการใช้และเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และสื่อสารโทรคมนาคม ทำให้ผู้วิจัยสนใจในการทำวิจัยในหัวข้อ การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาศตวรรษที่ 21 โรงเรียนประถมศึกษาจังหวัดอุดรธานี เพราะในโลกยุคใหม่เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้และเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา คุณลักษณะของผู้เรียนก็แตกต่างจากเดิม ดังนั้นคุณลักษณะของครูผู้สอนย่อมต้องแปรเปลี่ยนให้สอดคล้องเกี่ยวเนื่องกัน บทบาทหน้าที่ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ครูต้องมีความรู้ ประสบการณ์และก้าวทันต่อสถานการณ์

จากการศึกษาเกี่ยวกับตัวบ่งชี้คุณภาพการปฏิบัติการสอน เอกสาร งานวิจัย ทฤษฎี ตัวบ่งชี้องค์ประกอบ (Component Indicator) งานวิจัยปัจจุบัน ยังไม่พบการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้น ประถมศึกษาศตวรรษที่ 21 ในระดับชั้นประถมศึกษา เหตุผลดังกล่าวนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาศตวรรษที่ 21 โรงเรียนประถมศึกษาจังหวัดอุดรธานี เพื่อให้ได้ตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาศตวรรษที่ 21 ที่สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอน และเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ในประถมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา อุดรธานี และสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอื่นต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21 โรงเรียนประถมศึกษาจังหวัดอุดรธานี
2. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21 โรงเรียนประถมศึกษาจังหวัดอุดรธานีตามโมเดลสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี ในปีการศึกษา 2559 จำนวน 4,836 คน จากจำนวนโรงเรียน 806 โรงเรียน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ 15 เท่าของจำนวนตัวแปร ในการวิจัยมีจำนวนแปร 63 ตัวแปร คิดเป็นกลุ่มตัวอย่างไม่น้อยกว่า 945 คน เพื่อให้การวิเคราะห์โมเดลมีความแข็งแกร่งมากยิ่งขึ้นและให้ได้แบบสอบถามกลับมาไม่น้อยกว่ากลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำตามที่กำหนด ประกอบกับการศึกษาข้อมูลอัตราการส่งกลับของแบบสอบถามมีค่าประมาณร้อยละ 80 ของจำนวนที่ส่งไป (นงลักษณ์ วิรัชชัย. 542) ผู้วิจัยจึงปรับเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้น ทำให้ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 1,109 คน วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling) ตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 จำแนกโรงเรียน แบ่งออกเป็น 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก 371 โรงเรียน ขนาดกลาง 401 โรงเรียน ขนาดใหญ่ 34 โรงเรียน

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดขนาดโรงเรียนที่ได้ในขั้นที่ 1 เป็นหน่วยในการสุ่ม สุ่มแต่ละขนาดมาร้อยละ 24 โดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย (Stratified Random Sampling) ได้ดังนี้ ขนาดเล็ก 89 โรงเรียน ขนาดกลาง 96 โรงเรียน ขนาดใหญ่ 8 โรงเรียน

ขั้นตอนที่ 3 ใช้อำเภอในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจังหวัดอุดรธานี เป็นหน่วยในการสุ่ม จากจำนวนอำเภอทั้งหมด 20 อำเภอ ด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster

Random Sampling) โดยใช้ข้อมูลผลการสุ่มขนาดโรงเรียนชั้นตอนที่ 2 มาขนาดร้อยละ 50 ทุกขนาดโรงเรียน ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 อำเภอ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ(Exploratory Factor Analysis : EFA)

ขั้นตอนที่ 4 ใช้อำเภอในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจังหวัดอุดรธานี ที่เหลืออีก 10 อำเภอ จากขั้นตอนวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis : EFA) เป็นหน่วยในการสุ่มขนาดร้อยละ 50 ทุกขนาดโรงเรียน กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 อำเภอ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ฉบับที่ 1 แบบสอบถาม ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) เป็นแบบสอบถามตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยครอบคลุมตามโครงสร้างของนิยามปฏิบัติการที่ได้กำหนดไว้แนะนำให้ผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความถูกต้อง ความครอบคลุม และความสอดคล้องตามนิยามไว้ แบบสอบถามฉบับที่ 1 ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis : EFA) เพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21 และสร้างตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ใหม่เรียกว่า องค์ประกอบ โดยองค์ประกอบที่สร้างขึ้นจะเป็นการนำตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กันหรือมีความสัมพันธ์ร่วมกันสูงมารวมกันเป็นองค์ประกอบเดียวกัน

ฉบับที่ 2 แบบสอบถาม ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) เป็นแบบสอบถามตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่นำตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กันหรือมีความสัมพันธ์ร่วมกันสูงมารวมกันเป็นองค์ประกอบเดียวกัน เพื่อต้องการทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับโครงสร้างขององค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์แบบสอบถามฉบับที่ 2 ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA) ของครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา จังหวัดอุดรธานี

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว ไปดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. ทำหนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลจากครูที่ทำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์
2. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างโดยส่งแบบสอบถามเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลทางไปรษณีย์ และประสานเครือข่ายเพื่อนครูในโรงเรียน กลุ่มตัวอย่างหรือโรงเรียนใกล้เคียงในการให้ความอนุเคราะห์ติดตามรวบรวมแบบสอบถาม
3. ได้รับแบบสอบถามกลับมา จำนวนทั้งสิ้น 1109 ฉบับ คิดเป็น 95.68 เปอร์เซ็นต์

4. ตรวจสอบแบบสอบถามที่ได้รับกลับคืนมาและคัดเลือกเฉพาะฉบับที่สมบูรณ์นำข้อมูลมาบันทึกลงในแบบรหัส (Coding Form)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. การคำนวณค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมาคำนวณหา ค่าเฉลี่ย คำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของตัวบ่งชี้ในแต่ละ องค์ประกอบ เพื่อให้ทราบลักษณะความสัมพันธ์ของตัวบ่งชี้สำหรับการใช้ในการพิจารณาความเหมาะสมของ เมทริกซ์สหสัมพันธ์

2. การกำหนด น้ำหนักตัวบ่งชี้ และรวมตัวบ่งชี้เป็นขั้นตอนได้จากการหมุนแกนองค์ประกอบ (Factor Rotation) แบบอโรทอนอล เพื่อให้ได้องค์ประกอบที่เป็นอิสระต่อกันด้วยวิธีวาริแมกซ์ (Varimax)

3. ตรวจสอบความกลมกลืน ความสอดคล้องของโมเดลการวิจัยกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้วย ค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi-Square) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index = GFI) ค่าดัชนี วัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index = AGFI)

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ 46 ตัวบ่งชี้ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ด้านความรู้ความเข้าใจด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 12 ตัวบ่งชี้

องค์ประกอบที่ 2 ด้านความรู้ความสามารถในศตวรรษที่ 21 จำนวน 7 ตัวบ่งชี้

องค์ประกอบที่ 3 ด้านความรู้การวัดและประเมินผลผู้เรียน จำนวน 8 ตัวบ่งชี้

องค์ประกอบที่ 4 ด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 8 ตัวบ่งชี้

องค์ประกอบที่ 5 ด้านความรู้กระบวนการจัดทำและพัฒนาหลักสูตร จำนวน 5 ตัวบ่งชี้

องค์ประกอบที่ 6 ด้านคุณธรรมจริยธรรมต่อผู้เรียน จำนวน 3 ตัวบ่งชี้

องค์ประกอบที่ 7 ด้านความสามารถสื่อเทคโนโลยีสมัยใหม่ จำนวน 3 ตัวบ่งชี้

โดยพิจารณาตามเกณฑ์ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และมีตัวบ่งชี้ อย่างน้อย 3 ตัวขึ้นไป ค่า Communalities (h^2) มีค่าตั้งแต่ 0.54 ถึง 0.77 ค่า Eigen Value สามารถอธิบาย ความแปรปรวนได้ร้อยละ 63.22 ของความแปรปรวนของตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา ในศตวรรษที่ 21

2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้คุณลักษณะ ครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา อุตรดิตถ์ ทั้ง 7 ด้าน มีค่าเป็นบวก มีค่าตั้งแต่ 0.59 ถึง 0.87 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า โดยค่า น้ำหนักองค์ประกอบเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ด้านความสามารถการใช้สื่อเทคโนโลยีสมัยใหม่ ด้านความรู้ ความสามารถในการศตวรรษที่ 21 ด้านความรู้ความเข้าใจด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้การวัดและ ประเมินผลผู้เรียน ด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความรู้กระบวนการจัดทำ

และพัฒนาหลักสูตร และด้านคุณธรรม จริยธรรมต่อผู้เรียน น้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.87, 0.84, 0.83, 0.83, 0.82, 0.81 และ 0.59 ตามลำดับ มีดัชนีวัดระดับความกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ได้ ค่าไค-สแควร์ เท่ากับ 1002.88 ค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.13 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 954 ค่า GFI = 0.93 ค่า AGFI = 0.92 ค่า SRMR = 0.01 ค่า RMSEA = 0.009 แสดงว่า โมเดลมีความตรงเชิงโครงสร้าง ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงค่าผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง

องค์ประกอบ	เมทริกซ์น้ำหนัก องค์ประกอบ		β	สัมประสิทธิ์คะแนน องค์ประกอบ	R^2
	b (SE)	t			
องค์ประกอบที่ 1 ด้านความรู้ความเข้าใจด้านการสอนวิทยาศาสตร์	0.37(0.02)	16.18	0.83	0.30	0.69
ตัวบ่งชี้ที่ 1 มีความรู้ความสามารถในการสร้างบรรยากาศและ สิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่กระตุ้นความ สนใจใฝ่รู้และมีความสุข สนุกใน การเรียนการสอน สามารถการสังเกตและรู้จักแก้ไขพฤติกรรม เสริมแรงและการลงโทษที่เหมาะสม	<--->	<--->	0.67	0.04	0.45
ตัวบ่งชี้ที่ 2 มีความรู้ความสามารถเข้าใจเนื้อหา ธรรมชาติของเนื้อหาวิชาที่ สอนอย่างลุ่มลึก ชัดเจน สามารถสอนแล้วผู้เรียนเข้าใจ เรียนรู้ได้และสนุกกับ การเรียนรู้	1.12(0.05)	20.01	0.72	0.03	0.52
ตัวบ่งชี้ที่ 3 มีความรู้ เข้าใจ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวความคิด Constructionism โดยเชื่อมโยงประสบการณ์ หรือความรู้เดิมที่อยู่ใน ในตัวบุคคล/ผู้เรียนนั้นมาก่อน	1.14(0.06)	17.86	0.72	0.05	0.52
ตัวบ่งชี้ที่ 4 มีความเข้าใจในเป้าหมายและจุดประสงค์การสอน วิธีการ ของหลักสูตรและการสอนที่ชัดเจน	1.24(0.07)	17.34	0.76	0.07	0.57
ตัวบ่งชี้ที่ 5 มีความรู้ เข้าใจ และสามารถจัดกิจกรรมที่เชื่อมโยง ระหว่างผู้เรียนด้วยกัน สถานศึกษาเดียวกันและต่างสถานศึกษา หรือ เชื่อมโยงสถานศึกษา บ้าน และชุมชนเข้าเป็นส่วนหนึ่งของ สิ่งแวดล้อมในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	1.08(0.06)	16.32	0.72	0.06	0.52
ตัวบ่งชี้ที่ 6 มีความสามารถในการจัดระเบียบเนื้อหาสาระการเรียนรู้ และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้สอดคล้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	1.17(0.06)	17.03	0.74	0.06	0.54
ตัวบ่งชี้ที่ 7 มีความรู้ เข้าใจและความสามารถในการบทบาทของการเป็น โค้ช หรือที่ปรึกษาที่ดี อำนวยให้ผู้เรียนเกิดฐานการเรียนรู้ที่จะต่อยอด การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมขึ้นได้	1.05(0.06)	15.78	0.69	0.05	0.47
ตัวบ่งชี้ที่ 8 มีความรู้ เข้าใจและความสามารถในการสื่อสารกับผู้เรียนที่หลากหลาย เพื่อส่งผ่านเนื้อหาสาระที่ต้องการจะนำเสนอได้อย่างมีประสิทธิภาพ	1.27(0.07)	18.15	0.80	0.09	0.64
ตัวบ่งชี้ที่ 9 มีทักษะการจัดการเชิงบวกในห้องเรียน สถานศึกษา ชุมชน และท้องถิ่นที่จัดการเรียนการสอน	1.05(0.06)	16.36	0.71	0.07	0.51

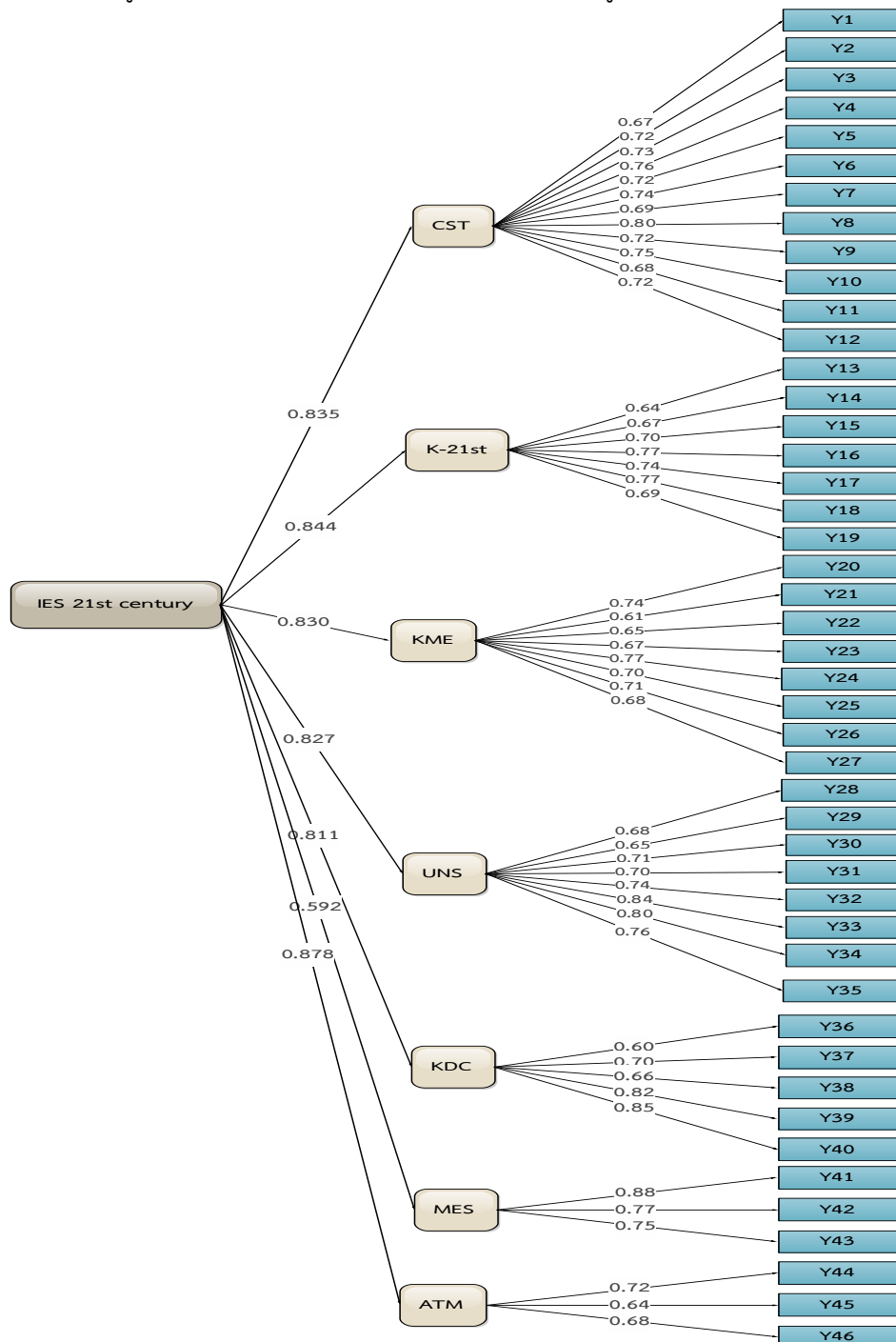
องค์ประกอบ	เมทริกซ์น้ำหนัก องค์ประกอบ		β	สัมประสิทธิ์อิสระ องค์ประกอบ	R^2
	b (SE)	t			
ตัวบ่งชี้ที่ 10 มีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	1.24(0.07)	17.12	0.75	0.07	0.56
ตัวบ่งชี้ที่ 11 มีความรู้ความเข้าใจในระดับการเรียนรู้และพัฒนาการของผู้เรียน	1.04(0.06)	16.35	0.68	0.02	0.46
ตัวบ่งชี้ที่ 12 มีความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการและหลักการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ	1.16(0.07)	16.39	0.71	0.03	0.51
องค์ประกอบที่ 2 ด้านความรู้ความสามารถในศตวรรษที่ 21	0.39(0.02)	15.06	0.84	0.28	0.71
ตัวบ่งชี้ที่ 1 มีความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต ด้านการเรียนรู้ตลอดชีวิต (ภาษา คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีและสารสนเทศ)	<--->	<--->	0.64	0.07	0.41
ตัวบ่งชี้ที่ 2 มีความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ (ศิลปะ วัฒนธรรม สุขภาพ การเงิน เศรษฐกิจ ธุรกิจ และการเป็นผู้ประกอบการ)	1.07(0.06)	17.31	0.66	0.07	0.44
ตัวบ่งชี้ที่ 3 มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับวิธีการแสวงหาความรู้สมัยใหม่หรือความรู้ที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในศตวรรษที่ 21	1.02(0.07)	14.27	0.70	0.10	0.49
ตัวบ่งชี้ที่ 4 มีความสามารถในการบริหารจัดการคน และการบริหารจัดการตนเอง และการกำกับตัวเอง ในสถานการณ์ต่างๆได้	1.16(0.07)	15.78	0.77	0.14	0.59
ตัวบ่งชี้ที่ 5 สามารถนำเอาข้อมูล กฎเกณฑ์ หลักการมาประยุกต์ใช้ในการคิดแก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่างๆ ได้	1.13(0.07)	14.62	0.73	0.10	0.54
ตัวบ่งชี้ที่ 6 มีความสามารถด้านการคิดเชิงวิเคราะห์ที่ใคร่ครวญ ไตร่ตรอง จำแนกองค์ประกอบของสิ่งต่างๆและระบุถึงความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการขององค์ประกอบสิ่งต่างๆได้	1.16(0.07)	14.99	0.76	0.09	0.58
ตัวบ่งชี้ที่ 7 มีความสามารถด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์โดยนำเอาส่วนประกอบย่อย หรือรายละเอียดสิ่งต่างๆมารวมกันเพื่อสร้างความรู้เป็นชิ้นงาน แผนงานหรือหลักการใหม่	1.05(0.07)	14.49	0.69	0.07	0.47
องค์ประกอบที่ 3 ด้านความรู้การวัดและประเมินผลผู้เรียน	0.42(0.02)	17.11	0.83	0.31	0.68
ตัวบ่งชี้ที่ 1 มีการประเมินผลการเรียนรู้ผู้เรียนเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม	<--->	<--->	0.73	0.19	0.54
ตัวบ่งชี้ที่ 2 มีบันทึกผลการพัฒนา และความก้าวหน้าในการเรียนรู้ผู้เรียน	0.87(0.04)	19.18	0.61	-0.04	0.37
ตัวบ่งชี้ที่ 3 จัดทำเครื่องมือวัดผลและประเมินผลที่สนองความต้องการของผู้เรียน	0.93(0.05)	17.58	0.65	0.05	0.42
ตัวบ่งชี้ที่ 4 ใช้สถานการณ์เป็นฐาน ในการวัดประเมินเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด	0.91(0.05)	16.71	0.67	0.09	0.44
ตัวบ่งชี้ที่ 5 สามารถวินิจฉัย/ประเมินระดับความรู้ ความคิด กระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การนำความรู้ไปใช้ การใช้เทคโนโลยีและนำผลที่ได้จากการประเมินเป็นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียน	1.05(0.06)	17.13	0.76	0.18	0.58

องค์ประกอบ	เมทริกซ์น้ำหนัก องค์ประกอบ		β	สัมประสิทธิ์อิสระใน องค์ประกอบ	R^2
	b (SE)	t			
ตัวบ่งชี้ที่ 6 ตรวจสอบผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามมาตรฐานและตัวบ่งชี้การเรียนรู้ ของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลบ่งชี้คุณภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์	0.93(0.06)	15.63	0.70	0.14	0.49
ตัวบ่งชี้ที่ 7 มีความรู้ ความเข้าใจหลักการและวิธีการประเมินตามสภาพจริง	0.99(0.58)	17.18	0.71	0.04	0.51
ตัวบ่งชี้ที่ 8 มีความรู้ ความเข้าใจหลักการและวิธีการประเมินสมรรถภาพ/พหุปัญญาของผู้เรียน ครอบคลุมด้านความรู้ความคิด กระบวนการเรียนรู้ เจตคติ	0.84(0.56)	15.18	0.67	0.07	0.45
ตัวบ่งชี้ที่ 6 ตรวจสอบผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามมาตรฐานและตัวบ่งชี้การเรียนรู้ ของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลบ่งชี้คุณภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์	0.93(0.06)	15.63	0.70	0.14	0.49
องค์ประกอบที่ 4 ด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	0.38(0.02)	16.04	0.82	0.31	0.68
ตัวบ่งชี้ที่ 1 มีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี	<-->	<-->	0.68	0.08	0.46
ตัวบ่งชี้ที่ 2 มีความรู้ความเข้าใจในระดับการเรียนรู้และพัฒนาการของผู้เรียนระดับที่สอนเป็นอย่างดี	0.94(0.05)	18.37	0.64	0.02	0.42
ตัวบ่งชี้ที่ 3 มีความรู้ความเข้าใจในโครงสร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาที่สอนเป็นอย่างดี	1.02(0.05)	19.39	0.71	0.07	0.50
ตัวบ่งชี้ที่ 4 มีความรู้ความเข้าใจหลักการ มโนคติ ปรัชญาพื้นฐานของรายวิชาวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง	1.04(0.06)	16.88	0.69	0.08	0.48
ตัวบ่งชี้ที่ 5 มีความรู้ ความเข้าใจและทักษะการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์อย่างปลอดภัย	1.20(0.07)	16.99	0.74	0.08	0.55
ตัวบ่งชี้ที่ 6 มีความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้แนวคิดของตนเองโดยอ้างอิงจากทฤษฎี หลักการ ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม	1.26(0.07)	16.38	0.83	0.22	0.69
ตัวบ่งชี้ที่ 7 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการฝึกการสังเกต ตั้งสมมติฐาน ทดลอง บันทึก อภิปราย สรุปความรู้ นำเสนอผลงานหรือเขียนรายงาน	1.27(0.07)	17.26	0.80	0.11	0.64
ตัวบ่งชี้ที่ 8 ตระหนักและเห็นคุณค่าความสำคัญของรายวิชา วิทยาศาสตร์ที่สอน โดยสามารถวิจัยและพัฒนารายวิชาวิทยาศาสตร์ที่สอนนำไปใช้ประโยชน์และแก้ปัญหาการเรียนที่เกิดขึ้นได้	1.13(0.06)	17.26	0.75	0.03	0.57
องค์ประกอบที่ 5 ด้านความรู้กระบวนการจัดทำและพัฒนาหลักสูตร	0.32(0.02)	13.59	0.81	0.34	0.65
ตัวบ่งชี้ที่ 1 มีความรู้ ความเข้าใจหลักการ กระบวนการจัดทำและพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาและนำความรู้ไปใช้ในการพัฒนาหลักสูตร	<-->	<-->	0.60	0.03	0.36

องค์ประกอบ	เมทริกซ์น้ำหนัก องค์ประกอบ		β	สัมประสิทธิ์ที่คะแนน องค์ประกอบ	R^2
	b (SE)	t			
วิทยาศาสตร์ให้มีความสอดคล้องกับศตวรรษที่ 21					
ตัวบ่งชี้ที่ 2 มีความสามารถด้านการคิดเชิงวิพากษ์โดยใช้เหตุผล ข้อมูล การลงข้อสรุปหรือตัดสินใจ	1.17(0.07)	16.59	0.69	0.05	0.48
ตัวบ่งชี้ที่ 3 สามารถจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาและเชื่อมโยงการจัดการเรียน การสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์เข้ากับชุมชนท้องถิ่นของผู้เรียน	1.16(0.07)	15.06	0.67	0.05	0.43
ตัวบ่งชี้ที่ 4 จัดทำรายชื้อแหล่งเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีระบบ พร้อมทั้ง ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเองจากแหล่งเรียนรู้ที่มีในท้องถิ่น	1.46(0.09)	15.04	0.72	0.17	0.67
ตัวบ่งชี้ที่ 5 สามารถวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษา และนำมากำหนดมาตรฐาน การเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดระดับสูง	1.40(0.09)	15.25	0.85	0.21	0.71
องค์ประกอบที่ 6 ด้านคุณธรรม จริยธรรมต่อผู้เรียน	0.35(0.02)	13.17	0.59	0.65	0.35
ตัวบ่งชี้ที่ 1 มีความรู้และเข้าใจพื้นฐานทางจริยธรรมและการดำรงอยู่ ร่วมกันในสังคมวัฒนธรรมที่แตกต่างกันไปได้	<-->	<-->	0.88	0.52	0.76
ตัวบ่งชี้ที่ 2 มีความสามารถในการปลูกฝังวินัย คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่ดี และถูกต้องต่อผู้เรียน	0.97(0.06)	15.39	0.77	0.17	0.59
ตัวบ่งชี้ที่ 3 มีความรัก ความใส่ใจดูแลผู้เรียน	0.81(0.05)	15.16	0.75	0.19	0.56
องค์ประกอบที่ 7 ความสามารถด้านสื่อเทคโนโลยีสมัยใหม่	0.43(0.02)	16.78	0.87	0.22	0.77
ตัวบ่งชี้ที่ 1 สามารถใช้เทคโนโลยีเชื่อมโยงความรู้สมัยใหม่ เหตุการณ์ และการเปลี่ยนแปลง ในลักษณะสหวิทยาการ ให้สอดคล้องกับสภาพ ท้องถิ่นได้อย่างมีมาตรฐานสากล	<-->	<-->	0.71	0.17	0.51
ตัวบ่งชี้ที่ 2 สามารถเป็นผู้นำตนเองในทุกสถานการณ์ ทั้งในชั้นเรียน สถานที่ทำงาน ชุมชน และสังคม	0.95(0.05)	18.08	0.64	0.08	0.41
ตัวบ่งชี้ที่ 3 มีความรู้ความเข้าใจในเลือกใช้สื่อเทคโนโลยี (Media) หรือสร้าง สิ่งแวดล้อมที่เอื้อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างเหมาะสม	0.95(0.06)	14.65	0.67	0.17	0.45

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่ 2 (Secondary Confirmatory Factor Analysis) พบว่า โมเดลการพัฒนาคุณลักษณะตัวบ่งชี้ครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยมีค่าดัชนีการทดสอบประสิทธิภาพวัดระดับความกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ได้ค่าไค-สแควร์ เท่ากับ 1002.88 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 954 ค่าความน่าจะเป็น (P-value) เท่ากับ 0.13 แสดงว่าค่าไค-สแควร์ แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าดัชนีวัดระดับ ความกลมกลืน Goodness of Fit Index: GFI = 0.93 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับค่าแล้ว Adjusted Goodness of Fit Index: AGFI = 0.92 ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของเศษเหลือในรูปของ

คะแนนมาตรฐาน SRMR = 0.016 ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ RMSEA = 0.0092 ซึ่งค่าสถิติดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ผลการวิเคราะห์ข้างต้นเป็นการยืนยันความเที่ยงตรงโครงสร้าง (Construct validity) ของโมเดลการพัฒนาคุณลักษณะตัวบ่งชี้ครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเหมาะสมกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังภาพประกอบที่ 1



Chi-square = 1002.88 , df = 954 , P-value = 0.13229 , SRMSEA = 0.00923 , R² = 0.35 - 0.77

ภาพประกอบ 1 โมเดลผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง ตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี

อภิปรายผล

การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21 โรงเรียนประถมศึกษาจังหวัดอุดรธานี พบว่า ตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ 46 ตัวบ่งชี้ ค่าเป็นบวก มีค่าตั้งแต่ 0.59 ถึง 0.87 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า โดยค่าน้ำหนักองค์ประกอบเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ด้านความสามารถการใช้สื่อเทคโนโลยีสมัยใหม่ ด้านความรู้ความสามารถในศตวรรษที่ 21 ด้านความรู้ความเข้าใจด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้การวัดและประเมินผลผู้เรียน ด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความรู้กระบวนการจัดทำและพัฒนาหลักสูตร และด้านคุณธรรม จริยธรรมต่อผู้เรียน น้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.87, 0.84, 0.83, 0.83, 0.82, 0.81 และ 0.59 ตามลำดับ โดยค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่มีค่าสูงคือด้านความสามารถการใช้สื่อเทคโนโลยีสมัยใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับกรอบแนวคิดการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ด้านผลลัพธ์เกี่ยวกับทักษะที่มีความจำเป็นในการพัฒนาผู้เรียนใน ศตวรรษที่ 21 วิจารณ์ถาวรดีและณมน จีรังสุวรรณ (2558 :13-14) กล่าวว่าทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี (Information Media and Technology Skills) เกี่ยวกับความสามารถในการเข้าถึงพร้อมทั้งประเมินสารสนเทศ และการจัดการสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความรู้พื้นฐานด้านสื่อสามารถวิเคราะห์สื่อและผลิตสื่อได้อย่างสร้างสรรค์ รวมถึงมีความรู้พื้นฐานด้านไอซีที สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือเพื่อการวิจัย การประเมินและการสื่อสารทางสารสนเทศได้อย่างเหมาะสมและเป็นไปตามกรอบแห่งคุณธรรมจริยธรรม เช่นเดียวกันกับแนวคิด วิจารณ์ พานิช (2556: 14-16) มนุษย์ในศตวรรษที่ 21 ต้องเป็นบุคคลที่มีความพร้อมในการเรียนรู้ และเป็นคนทำงานที่ใช้ความรู้ การศึกษาในศตวรรษที่ 21 ต้องเตรียมคนไปเผชิญกับการเปลี่ยนแปลง ที่รวดเร็ว รุนแรง พลิกผัน และคาดไม่ถึง ซึ่งทักษะการดำรงชีวิตที่คนในศตวรรษที่ 21 ทุกคนต้องเรียนรู้ตั้งแต่ชั้นอนุบาล ไปจนถึงมหาวิทยาลัยและตลอดชีวิต คือ 3Rs x 8Cs + 2Ls ได้กล่าวถึงทักษะด้าน Communication, Information & Media Literacy : มีทักษะการสื่อสารหลากหลายรูปแบบหลากหลาย ภาษา ได้แก่ การพูด การฟัง การเขียน การอ่านและการสื่อสารผ่านทางเทคโนโลยีสารสนเทศ รู้เท่าทันสื่อ รู้ว่าข้อความในสื่อเชื่อถือได้หรือไม่ รู้ว่าข้อความในสื่อซ่อนความหมายอะไรไว้เบื้องหลัง และ Computing & Media Literacy : ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

ค่าน้ำหนักองค์ประกอบในลำดับถัดมารองจากลำดับคือด้านความรู้ความสามารถในศตวรรษที่ 21 และด้านความรู้ความเข้าใจด้านการสอนวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับภูตินันท์ สมุทร์ทัย (2556 :135-136) เกี่ยวกับผล “การวิจัยนาร่องการพัฒนาหลักสูตรการผลิตครูสำหรับศตวรรษที่ 21” โดยสังเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับการผลิตครูสำหรับศตวรรษที่ 21 พบว่าองค์ประกอบของหลักสูตรการผลิตครูสำหรับศตวรรษที่ 21 ควรมี 5 องค์ประกอบ ซึ่งจะขอกล่าวเฉพาะหัวข้อที่ตรงประเด็นกับคุณลักษณะองค์ประกอบด้านความรู้ความสามารถในศตวรรษที่ 21 คือความสามารถพื้นฐานทางจริยธรรม (Ethical Underpinning) ในการอยู่ร่วมกันและมีความสัมพันธ์อันดีกับบุคคลอื่นที่มีความแตกต่างทางวัฒนธรรม สามารถตระหนักถึงความสวยงามของการอยู่ร่วมกันในวัฒนธรรมที่หลากหลาย ซึ่งถือเป็นพื้นฐานทางจริยธรรมที่สำคัญของการดำรงชีวิตในโลกอนาคต ความรู้ (Knowledge) ที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในอนาคต ได้แก่ ความรู้ที่เป็นพื้นฐานในการ

เรียนรู้ตลอดชีวิต ความรู้ที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตและความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับประเทศของตนและประชาคมโลก ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถในการคิด (Thinking) คิดแก้ปัญหา คิดเชิงวิเคราะห์ คิดเชิงสร้างสรรค์และการคิดเชิงวิพากษ์ เช่นเดียวกับกรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 กล่าวถึง 3 ทักษะที่มีความจำเป็นในการพัฒนาสำหรับศตวรรษที่ 21 โดยนำเสนอเพียง 2 ทักษะที่เกี่ยวข้อง คือ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) เน้นอยู่บนพื้นฐานแห่งการสร้างสรรค์ สามารถคิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนางานในเชิงสร้างสรรค์ สามารถสื่อสารได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง รวมทั้งสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ ทักษะชีวิตและงานอาชีพ (Life and Career Skills) ประกอบด้วย ความยืดหยุ่น การปรับตัวในการทำงานและการเปลี่ยนแปลงในอนาคต มีความคิดริเริ่มและมีความเป็นผู้นำ สามารถปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่น ยอมรับในข้อแตกต่างทางวัฒนธรรมในสังคมเดียวกันและสังคมอื่น นำข้อแตกต่างเชิงสังคมและวัฒนธรรมมาสร้างเป็นแนวคิดหรือนวัตกรรมใหม่ เรียนรู้ที่จะใช้ชีวิตเพื่อบ่มงูความสำเร็จตามที่ตนเองได้ตั้งเป้าหมายไว้ สอดคล้องกับบทความ James W. Pellegrino (2017 : 247) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะในการพัฒนาวิชาชีพที่สามารถช่วยให้ครูวิทยาศาสตร์ใช้แนวทางการสอนใหม่ ๆ ในการปลูกฝังความคิดของนักเรียนทักษะในศตวรรษที่ 21 คือการเรียนรู้ที่เน้นเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาวิชาชีพกับความรู้ ที่มีอยู่ของครูกับกิจกรรมการพัฒนาอื่น ๆ ด้วยหลักสูตรที่มีอยู่เชื่อมโยงกับบริบทของท้องถิ่น การพัฒนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน การมีส่วนร่วมของครูจากโรงเรียนเดียวกันระดับชั้นหรือสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ ตลอดจนต่างสาขาวิชา การวางแผนเวลาที่เหมาะสมและการใช้แนวทางการสอนใหม่ ๆ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัย พบว่า การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21 โรงเรียนประถมศึกษาจังหวัดอุดรธานี มี 7 องค์ประกอบ ประกอบด้วย ด้านความสามารถการใช้สื่อเทคโนโลยีสมัยใหม่ ด้านความรู้ความสามารถในศตวรรษที่ 21 ด้านความรู้ความเข้าใจด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้การวัดและประเมินผลผู้เรียน ด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความรู้กระบวนการจัดทำและพัฒนาหลักสูตร และด้านคุณธรรม จริยธรรมต่อผู้เรียน และหากพิจารณาคำนำหนักแต่ละตัวบ่งชี้ของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองแล้วพบว่า ตัวบ่งชี้ความรู้และเข้าใจพื้นฐานทางจริยธรรมและการดำรงอยู่ร่วมกันในสังคมวัฒนธรรมที่แตกต่างกันได้ (0.88) สามารถวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษา และนำมากำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดระดับสูง (0.85) มีความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้แนวคิดของตนเองโดยอ้างอิงจากทฤษฎี หลักการ ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม (0.84) จัดทำรายชื้อแหล่งเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีระบบ พร้อมทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเองจากแหล่งเรียนรู้ที่มีในท้องถิ่น (0.82) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการฝึกการสังเกต ตั้งสมมติฐาน ทดลอง บันทึก อภิปราย สรุปความรู้ นำเสนอผลงานหรือเขียนรายงาน (0.80) มีความรู้ เข้าใจและความสามารถในการสื่อสารกับผู้เรียนที่

หลากหลายเพื่อส่งผ่านเนื้อหาสาระที่ต้องการจะนำเสนอได้อย่างมีประสิทธิภาพ (0.80) ทั้ง 6 ตัวบ่งชี้ ผู้บริหารหรือหน่วยงานที่ผลิต และหน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับครู ใช้เป็นแนวทางการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา เพื่อปรับปรุงพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ให้เป็นไปตามแนวทาง ประพฤติปฏิบัติให้มีความเหมาะสม และทันต่อการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะการก้าวสู่ยุคแห่งการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21 โรงเรียนประถมศึกษาจังหวัด ควรมีการศึกษาต่อโดยการนำตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21 ในตัวบ่งชี้ด้านความรู้และเข้าใจพื้นฐานทางจริยธรรมและการดำรงอยู่ร่วมกันในสังคมวัฒนธรรมที่แตกต่างกันได้ ที่ผู้วิจัยได้ให้ข้อสังเกตซึ่งมีค่าน้ำหนักตัวบ่งชี้สูงที่สุด ตลอดจนตัวบ่งชี้ที่เหลืออีก 5 ตัวบ่งชี้ไปปรับปรุงและศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบ แนววิธีการอย่างไร จึงจะเกิดผลอย่างเป็นรูปธรรมและมีความเหมาะสมกับบริบทสภาพแวดล้อมของผู้เรียนและสอดคล้องกับศตวรรษที่ 21

เอกสารอ้างอิง

- นงลักษณ์ วิรัชชัย (2542). *โมเดลลิสเรล : สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่2). กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ว้จันารัตน์ ควรดีและณมน จีรังสุวรรณ (2558). “การปฏิรูปการศึกษาไทยเพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21”, *วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา* ปีที่ : 27 ฉบับที่ : 93 หน้า 13-14
- วิจารณ์ พานิช (2556). *การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21* มูลนิธิสยามกัมมาจล พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร โอเพ่นเวิลด์ส
- สำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2557:5-10) *ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เพื่อการพัฒนาอาจารย์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.pharmacy.cmu.ac.th/unit/unit_files/files_download/2014 [สืบค้นเมื่อ 10 กรกฎาคม 2559].
- สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา (2558 : 4-5) “สถานภาพการผลิตและพัฒนาครูในประเทศไทย” [ออนไลน์]. สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, ได้จาก: <http://backoffice.onec.go.th/uploads/Book/1442-file.pdf> [สืบค้นเมื่อ 29 ธันวาคม 2560]
- โสภณ นุ่มทอง (2559) “จะให้ข้าราชการครูในศตวรรษที่ 21 มีคุณลักษณะอย่างไร ”, *วารสารข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา* ,ปีที่ 36 ฉบับที่ 2 เดือนมกราคม-มีนาคม หน้า 16-20
- ฤตินันท์ สมุทรทัย (2556). *การวิจัยนำร่องการพัฒนาหลักสูตรการผลิตครูสำหรับศตวรรษที่ 21*, การประชุมทางวิชาการ การวิจัยทางการศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 15 “การศึกษาเพื่ออนาคตประเทศไทย” , วันที่ 23-24 มิถุนายน 2556 ณ โรงแรมเซ็นทาราแกรนด์ และบางกอกคอนเวนชันเซ็นเตอร์ เซ็นทรัลเวิลด์ กรุงเทพฯ , อีเลฟเว่น สตาร์ อินเตอร์เทรด หน้า 135-136

James W. Pellegrino . (Feb 2017). *Teaching, learning and assessing 21st century skills*.

Pedagogical Knowledge and the Changing Nature of the Teaching Profession OECD
2017 , Educational Research and Innovation Pedagogical Knowledge and the
Changing Nature of the Teaching Profession