



การพัฒนาตัวป่งค์คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21



โดย
นางปาริชาติ ไทยเจริญ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต

ภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2560

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

THE
DEVELOPMENT OF SCIENCE TEACHERS CHARACTERISTICS INDICATORS IN
21ST CENTURY



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for Master of Education (EDUCATIONAL RESEARCH METHODOLOGY)

Department of Education Foundations

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2017

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษ ที่ 21
โดย	ปาริชาติ ไทยเจริญ
สาขาวิชา	วิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญา มหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุวรี ญาณปรีชาเศรษฐ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. พิทักษ์ สุพรรณโณภาพ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุวรี ญาณปรีชาเศรษฐ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร. ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(อาจารย์ ดร. มิ่งขวัญ ภาคส์ญไชย)

57264307 : วิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโท

นาง ปารีชาต ไทยเจริญ: การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยูวรี ญาณปรีชาเศรษฐ์

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ ครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8, 9 และ 10 จำนวน 800 คน ได้มาจากการสุ่มแบบชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) และผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 15 คน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง 2) แบบสอบถามการวิจัยเรื่อง การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ การวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) การใช้สถิติบรรยาย (Descriptive Statistic) การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis) และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis)

ผลการวิจัยพบว่า

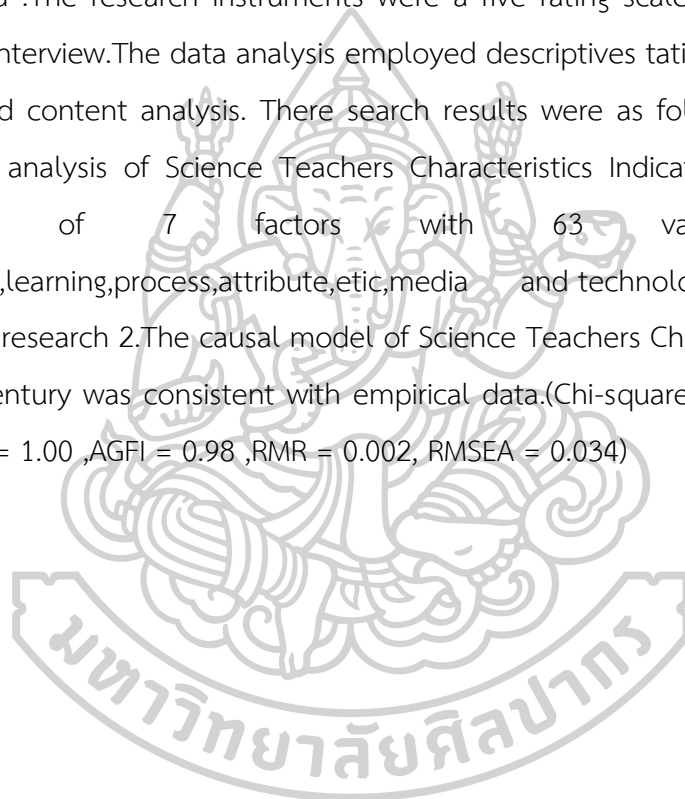
1. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 มีจำนวนองค์ประกอบที่ชัดเจนจำนวน 7 องค์ประกอบ 63 ตัวแปร ประกอบด้วย 1) ความรู้ 2) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 3) คุณลักษณะความเป็นครู 4) จรรยาบรรณ 5) สื่อและเทคโนโลยี 6) การวัดและการประเมินผล 7) การวิจัย

2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์มีค่า Chi-square = 13.48, df = 7, P = .061, GFI = 1.00, AGFI = .98, RMR = .002 และ RMSEA = .034

57264307 : Major (EDUCATIONAL RESEARCH METHODOLOGY)

MRS. PARICHART THAICHAROEN : THE DEVELOPMENT OF SCIENCE TEACHERS CHARACTERISTICS INDICATORS IN 21ST CENTURY THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR YUWAREE YANPRECHASET, Ph.D.

The purpose of this research were to development of Science Teachers Characteristics Indicators in 21 st Century.The sample consists of 800 science Teachers in by stratified random sampling and 15 distinguished scholars were interviewed .The research instruments were a five rating scale questionnaire and a construct interview.The data analysis employed descriptives tatistic,exploratory factor analysis,and content analysis. There search results were as follows. 1.The result of the factor analysis of Science Teachers Characteristics Indicators in 21 st Century consisted of 7 factors with 63 variables including knowledge,learning,process,attribute,etic,media and technology,assessment and evaluation,research 2.The causal model of Science Teachers Characteristics Indicators in 21 st Century was consistent with empirical data.(Chi-square = 13.48 ,df = 7 ,p = 0.061 ,GFI = 1.00 ,AGFI = 0.98 ,RMR = 0.002, RMSEA = 0.034)



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความเมตตากรุณาอย่างยิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยური ญาณปรีชาเศรษฐ และรองศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม ที่ให้ความรู้ แนวคิด แนะนำ และตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องในการทำวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.พิทักษ์ สุพรรณโณภาพ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร.มิ่งขวัญ ภาคสัญญา ผู้ทรงคุณวุฒิในการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำชี้แนะ ตรวจทาน และแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้อันเป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ดวงหทัย โสมไชยวงค์ ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาธิต จันทรวินิจ ภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิราพร รามศิริ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน และ ดร.ศศิธร ศรีพรหม ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 ผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ประจำสาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา คณาจารย์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ถ่ายทอดความรู้ ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้ข้อคิดในการดำเนินชีวิต

ขอขอบพระคุณผู้ให้ข้อมูลในการสัมภาษณ์เป็นอย่างสูง ที่ท่านเสียสละเวลาอันมีค่า ในการช่วยเหลือให้ข้อมูลสำคัญอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษา คณะครูทุกท่านของโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่ได้ให้ความร่วมมือตอบแบบสอบถามในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ เพื่อนและน้อง สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา รุ่นที่ 1 พี่ลี่ พี่เอก พี่พัช น้อยหน้า น้องโยและน้องปาม ที่คอยให้กำลังใจ ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ และครอบครัวที่สนับสนุนทุนการศึกษาในการศึกษาต่อครั้งนี้ อีกทั้งคอยเป็นกำลังใจ ให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านแก่ผู้วิจัยเสมอมา และขอบคุณกัลยาณมิตรทุกท่าน ที่ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ.....	ฐ
บทที่ 1	
บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	5
คำถามการวิจัย.....	6
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
สมมติฐานการวิจัย.....	6
ขอบเขตการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
บทที่ 2.....	9
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	9
ตอนที่ 1 คุณลักษณะและมาตรฐานครุวิทยาศาสตร์.....	9
ตอนที่ 2 คุณลักษณะของครูในยุคศตวรรษที่ 21.....	36
ตอนที่ 3 คุณลักษณะผู้เรียนในยุคศตวรรษที่ 21.....	52

ตอนที่ 4 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับตัวบ่งชี้ทางการศึกษา	56
ตอนที่ 5 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบ	62
ตอนที่ 6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	71
บทที่ 3	79
วิธีดำเนินการวิจัย	79
ขั้นตอนการวิจัย	80
ระยะที่ 1 การวิจัยเชิงคุณภาพ	81
ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key Informant)	81
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	81
ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์	82
การเก็บรวบรวมข้อมูล	82
การวิเคราะห์ข้อมูล	82
ระยะที่ 2 การวิจัยเชิงปริมาณ	83
ประชากร	83
กลุ่มตัวอย่าง	83
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	85
ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถาม	86
การวิเคราะห์ข้อมูล	89
บทที่ 4	
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	91
ตอนที่ 1 ผลการสังเคราะห์คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21	91
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย	106
บทที่ 5	165
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	165

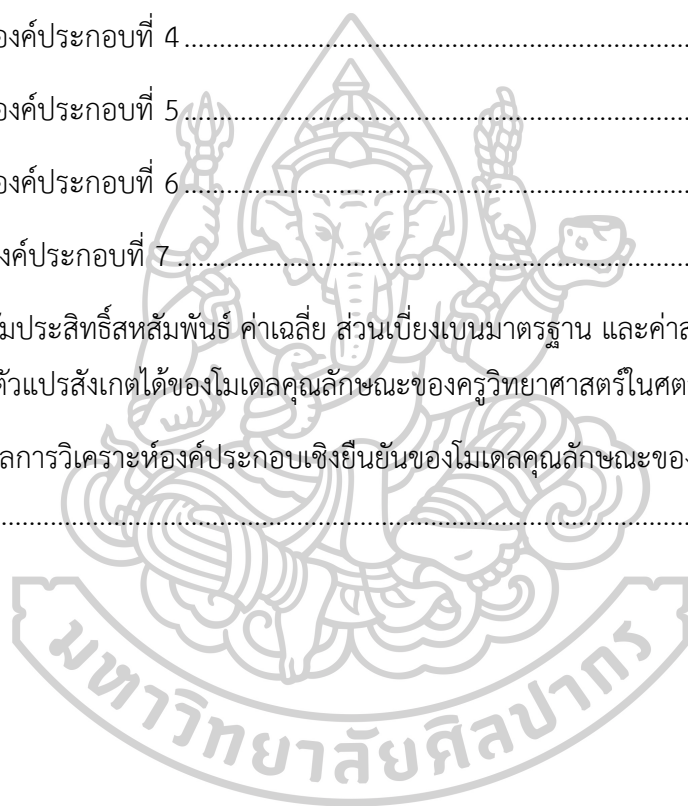
สรุปผลการวิจัย.....	166
อภิปรายผลการวิจัย.....	168
ข้อเสนอแนะ.....	173
ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้.....	173
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป.....	173
รายการอ้างอิง.....	175
ภาคผนวก.....	180
ภาคผนวก ก หนังสือขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือและ รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจ เครื่องมือ.....	181
ภาคผนวก ข หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลวิจัยเชิงคุณภาพ และรายชื่อผู้ให้ข้อมูลสำคัญจากการสัมภาษณ์.....	188
ภาคผนวก ค หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลวิจัยเชิงปริมาณ.....	192
ภาคผนวก ง หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทดลองเครื่องมือ.....	194
ภาคผนวก จ แบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย.....	196
ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์โมเดลตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21.....	205
ประวัติผู้เขียน.....	226

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แนวคิดการใช้ขนาดตัวอย่าง สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบในการวิจัย ..	66
ตารางที่ 2 จำนวนครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนสังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8,9,10.....	83
ตารางที่ 3 ขนาดโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8,9,10.....	84
ตารางที่ 4 จำนวนโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8,9,10.....	84
ตารางที่ 5 จำนวนกลุ่มตัวอย่างครูวิทยาศาสตร์ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8,9,10.....	85
ตารางที่ 6 โครงสร้างของแบบสอบถาม.....	87
ตารางที่ 7 จำนวนข้อคำถามก่อนและหลังการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา.....	87
ตารางที่ 8 ข้อคำถามที่ได้รับการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ.....	87
ตารางที่ 9 ค่าความเที่ยงของแบบสอบถามจำแนกตามคุณลักษณะที่มุ่งวัด.....	88
ตารางที่ 10 สรุปประเด็นสำคัญจากข้อมูลการสัมภาษณ์และการวิเคราะห์เอกสาร.....	103
ตารางที่ 11 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	106
ตารางที่ 12 สถิติพื้นฐานขององค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21... 109	109
ตารางที่ 13 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ข้อคำถามในการวิเคราะห์องค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21.....	114
ตารางที่ 14 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญของเมทริกส์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถาม โดยการวิเคราะห์ KMO (The Kaiser-Meyer-Olkin) และสหสัมพันธ์ Bartlett's Test of Sphericity....	125
ตารางที่ 15 ค่าการร่วมกันก่อนและหลังการสกัดองค์ประกอบ (Communality Analysis).....	126
ตารางที่ 16 จำนวนองค์ประกอบ ค่าไอเกน ค่าร้อยละของความแปรปรวน และค่าร้อยละของความแปรปรวนสะสมในแต่ละองค์ประกอบของแบบสอบถามเกี่ยวกับตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21.....	130

ตารางที่ 17 เมตริกซ์องค์ประกอบก่อนหมุนแกน	131
ตารางที่ 18 เมตริกซ์องค์ประกอบภายหลังการหมุนแกน	134
ตารางที่ 19 ตัวแปรที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ .50 ขึ้นไป	137
ตารางที่ 20 องค์ประกอบที่ 1	141
ตารางที่ 21 องค์ประกอบที่ 2	142
ตารางที่ 22 องค์ประกอบที่ 3	142
ตารางที่ 23 องค์ประกอบที่ 4	143
ตารางที่ 24 องค์ประกอบที่ 5	144
ตารางที่ 25 องค์ประกอบที่ 6	145
ตารางที่ 26 องค์ประกอบที่ 7	146
ตารางที่ 27 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบ ความสัมพันธ์ตัวแปรสังเกตได้ของโมเดลคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21	161
ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ใน ศตวรรษที่ 21	163



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	5
ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ภายในระหว่าง 3 ตัวแปร.....	59
ภาพที่ 3 สรุปรูปแบบการวิเคราะห์ตัวประกอบ.....	64
ภาพที่ 4 แสดงโมเดลใหญ่ในโปรแกรมลิสเรล.....	69
ภาพที่ 5 ขั้นตอนการวิจัยเพื่อตอบคำถามของการวิจัย.....	80
ภาพที่ 6 ไอเท็มขององค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21.....	140
ภาพที่ 7 องค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน.....	164



วิทยานิพนธ์นี้

ได้รับทุนอุดหนุนการทำวิทยานิพนธ์ จากเงินรับฝากโครงการบริการวิชาการ

(โครงการอบรมภาษาอังกฤษเข้ม)

ของบัณฑิตวิทยาลัย ประจำปีงบประมาณ 2561

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในโลกปัจจุบันและโลกอนาคตที่กำลังจะเกิดขึ้น วิทยาศาสตร์มีความจำเป็นและจะเพิ่มความสำคัญเป็นลำดับมากขึ้น เนื่องจากวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ตลอดจนเทคโนโลยี วิทยาการทางด้านความรู้ต่างๆ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยกระตุ้นให้มนุษย์รู้จักวิธีการพัฒนาทางความคิด มีการคิดเป็นเหตุเป็นผล การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ และการคิดเชิงวิจารณ์ รวมถึงการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่มากขึ้นเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าทุกคนจำเป็นที่จะต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อจะได้มีความรู้และความเข้าใจในธรรมชาติ และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551)

ในประเทศที่พัฒนาแล้ว ปัจจัยที่จำเป็นต่อการพัฒนาประเทศ และพัฒนาคุณภาพชีวิต ไปสู่การกินดีอยู่ดีของประชากรโดยส่วนรวมนั้น คือ การมีฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เข้มแข็ง มีการนำเทคโนโลยีไปใช้ในการดำเนินชีวิต เพื่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจ และสังคม ดังคำกล่าวที่ว่า “ผู้ใดครองเทคโนโลยี ผู้นั้นครองเศรษฐกิจ ผู้ใดครองเทคโนโลยี ผู้นั้นครองอำนาจ” ทั้งนี้ถึงแม้ว่าการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะก้าวล้ำเพียงใดก็ตาม หากไม่เรียนรู้ควบคู่กับคุณธรรม จริยธรรม และคุณค่าของวัฒนธรรมในสังคมของตนเองแล้ว ย่อมส่งผลให้คนในสังคมขาดสมดุล ดังนั้นการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีควบคู่กับการพัฒนาทางด้านสังคม แบบบูรณาการร่วมกันแล้ว ย่อมส่งผลให้คุณภาพชีวิตของคนในสังคมนั้นๆ พัฒนาไปอย่างยั่งยืน (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2553)

ท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงบริบทสังคม วัฒนธรรม เศรษฐกิจ การเมืองการปกครอง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการสื่อสารปัจจุบัน บนโลกไร้พรมแดนที่เป็นไปอย่างต่อเนื่อง รวดเร็ว และรุนแรง การศึกษายังคงเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาคุณภาพชีวิตมนุษย์และการพัฒนาประเทศที่เชื่อมโยงกันทั่วโลก ให้สามารถดำรงชีวิตท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงนี้ได้อย่างยั่งยืน ทั้งที่เป็นการศึกษาในระบบ นอกกระบบและตามอัธยาศัย รวมทั้งการศึกษาตลอดชีวิต การจัดระบบการศึกษาที่

สนองตอบความต้องการของบุคคล สังคม และประเทศชาติมากเท่าไร ย่อมหมายถึง การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีศักยภาพมากขึ้นเพียงเท่านั้น บุคคลสำคัญที่สุดในกระบวนการพัฒนาการศึกษาและการพัฒนาการเรียนรู้ ก็คือ “ครู” ครูยังคงเป็นผู้ที่มีความหมายและปัจจัยสำคัญมากที่สุดในห้องเรียน และเป็นผู้ที่มีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษา ทั้งนี้เพราะคุณภาพของผู้เรียนขึ้นอยู่กับคุณภาพของครู (McKinsey 2007, วรากรณ์ สามโกเศศ 2553, ดิเรก พรสีมา 2554) ครูเป็นปัจจัยสำคัญในระดับโรงเรียนที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนมากที่สุด จากการทดสอบระดับนานาชาติประเทศที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้สูง จะมีแนวโน้มการเติบโตทางเศรษฐกิจสูงกว่า ขณะเดียวกันประเทศที่มีประชากรมีการศึกษามีคุณภาพจะมีความเป็นประชาธิปไตยและเสถียรภาพทางการเมืองและสังคมสูงกว่า (Hanushek and Steven G. Rivkin 2012) ทำอย่างไร ที่จะให้ครูได้รับการพัฒนาคุณภาพมีศักยภาพ เป็น “ครูเพื่อศิษย์” อย่างสมบูรณ์ มีทักษะการเรียนรู้ และต้องเรียนรู้ตลอดชีวิต เพราะเป็นการเรียนรู้เพื่อชีวิตของตนเอง ระหว่างเป็นครูเป็นการเรียนรู้ และมีศักดิ์ศรีสำหรับการเป็นครูเพื่อศิษย์และเพื่อการดำรงชีวิตของตนเอง (วิจารณ์ พานิช 2555) มีสมรรถนะและความเชี่ยวชาญในการทำงานที่ประกอบด้วย ความรู้ทักษะ และทัศนคติที่ดีต่อการทำงานที่เน้นทักษะมากกว่าความรู้ (กฤษพงษ์ กิรติกร 2557) เปลี่ยนวิธีการสอนที่เน้น “วิชาเป็นตัวตั้ง” เป็น “เน้นชีวิตผู้เรียนเป็นตัวตั้ง” (ประเวศ วะสี 2553) หรือมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ 2542) อย่างจริงจัง มีการพัฒนาวิชาชีพเป็นที่ยอมรับของสังคม (ไพฑูรย์ สีนลรัตน์ 2555) เป็นครูที่มีค่าคือ เป็น ครูที่ทำงานแต่ไม่ทำเงิน คิดถึงส่วนรวมมากกว่าส่วนตน คำนวณเพิ่มพูนปัญญา และเปี่ยมไปด้วยเมตตากรุณา (สุมน อมรวิวัฒน์ 2555)

เป้าหมายหลักของการพัฒนาการศึกษาของประเทศไทย คือ การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นบุคคลที่มีคุณภาพ ด้วยกระบวนการเรียนรู้ เพื่อความเจริญของงานของบุคคลและสังคม โดยถ่ายทอดความรู้ การฝึก การอบรม การสืบสานทางวัฒนธรรม การสร้างสรรค์จรรโลง ความก้าวหน้าทางวิชาการ การสร้างองค์ ความรู้อันเกิดจากการจัดสภาพแวดล้อม สังคม การเรียนรู้และปัจจัยเกื้อหนุนให้บุคคลเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ตลอดชีวิต (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ 2553) การที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามวัตถุประสงค์ดังกล่าวต้องอาศัยครูผู้สอนที่มีทักษะในการจัดการเรียนรู้ มีเจตคติต่อวิชาชีพครูที่ดี มีแรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์สูง โดยเฉพาะในยุคศตวรรษที่ 21 เป็นทักษะแห่งอนาคตใหม่ที่ครูควรมีทักษะและคุณลักษณะที่รองรับเข้าถึงเพื่อสร้างนวัตกรรมบริหารจัดการชั้นเรียนแนวใหม่ในการที่จะพัฒนาผู้เรียนที่เป็นเยาวชนในยุคใหม่ได้ อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน สอดคล้องกับหลักการจัดการศึกษาตาม มาตรา 22 ที่ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการ จัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ ในศตวรรษที่ 21 คือ พุทธศักราช 2544-2644 ต่อเนื่องกับการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (2552-2561) กำหนดให้ “คนไทยได้เรียนรู้ตลอด

ชีวิตอย่างมีคุณภาพ” โดยมีจุดเน้นการปฏิรูป 3 เรื่อง ได้แก่ 1. พัฒนาคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ 2. โอกาสทางการศึกษา เปิดโอกาสให้คนไทยเข้าถึงการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ 3. การมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนของสังคม คุณภาพของการศึกษาและการเรียนรู้จะต้องบรรลุ 4 คุณภาพ คือ 1) คุณภาพคนไทยยุคใหม่ 2) คุณภาพครู ยุคใหม่ 3) คุณภาพแหล่งเรียนรู้/สถานศึกษายุคใหม่ 4) คุณภาพการบริหารจัดการใหม่ เป้าหมายยุทธศาสตร์การปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง ไว้ดังนี้ 1. คนไทยและการศึกษาไทยมีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล 2. คนไทยใฝ่รู้ สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองรักการอ่านและแสวงหาความรู้ 3. คนไทยใฝ่ดี มีคุณธรรมพื้นฐาน มีจิตสำนึกและค่านิยมที่พึงประสงค์เห็นประโยชน์ส่วนรวม มีจิตสาธารณะ มีวัฒนธรรมประชาธิปไตย 4. คนไทยคิดเป็นทำเป็น แก้ปัญหาได้ มีทักษะในการคิดและปฏิบัติ มีความสามารถในการ แก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความสามารถในการแข่งขันนโยบายหลักเพื่อขับเคลื่อนในประเด็นหลักที่ 1 คือ กระบวนการเรียนรู้ใหม่ เช่น นโยบายพัฒนา ผู้เรียนให้มีทักษะวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และภาษาต่างประเทศอื่น และเทคโนโลยีสารสนเทศ นโยบายการปรับหลักสูตร การเรียนการสอนเน้นกิจกรรมมากขึ้น นโยบาย ส่งเสริมการสอนแบบใหม่โดยใช้วิจัย โครงการ และกิจกรรม อีกทั้งยังกำหนดประเด็นหลักที่ 2 การพัฒนาครูยุคใหม่ โดยพัฒนาครูด้าน วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และภาษาต่างประเทศ อื่น และเทคโนโลยีสารสนเทศ พัฒนาครูประจำการให้เป็นครูยุคใหม่ จะเห็นได้ว่าประเด็นหลักการพัฒนาครู จึงเป็นประเด็นหลักที่สำคัญในการขับเคลื่อนส่งผลให้การพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา 2552)

จุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษา 3 ยุค คือยุคเกษตรกรรม ยุคอุตสาหกรรม และยุคความรู้ มีความแตกต่างกันมากหากเราต้องการให้สังคมไทยดำรงศักดิ์ศรี และคนไทยสามารถอยู่ในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข การศึกษาไทยต้องก้าวไปสู่ เป้าหมายในสู่ “ยุคความรู้” จุดท้าทายในการจัดการศึกษาควรไปในทิศทางของความสุขในการทำงานอย่าง มีเป้าหมายเพื่อชีวิตที่ดีลูกศิษย์ในยุคความรู้กระตุ้นให้ศิษย์เรียนรู้ตลอดชีวิต ครูจึงต้องยึดหลัก “สอนน้อย เรียนมาก” ด้วยจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้ผู้เรียน ครูต้องตอบได้ว่า ศิษย์ได้เรียนอะไร และเพื่อให้ศิษย์ได้อะไร การประสบผลสำเร็จได้นั้น ครูต้องทำอะไร ไม่ทำอะไร การทำหน้าที่ครูจึงไม่ผิดทาง ปัจจุบันการเรียนรู้สาระวิชาควรเป็นการเรียนจากการค้นคว้าเองของศิษย์โดยครู ช่วยแนะนำ และช่วยออกแบบกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนแต่ละคนสามารถประเมินความก้าวหน้าของการ เรียนรู้ของตนเองได้ สอดคล้องกับ (สุปรียา ศิริพัฒนกุลขจร 2555) ได้ให้ความเห็นว่า การเปลี่ยนแปลงวิธีการเรียนรู้และเปลี่ยนแปลงวิถีคิด ให้สอดคล้องและสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของโลกที่นับวันจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงมากขึ้น แต่การเปลี่ยนแปลงวิธีการเรียนรู้และการเปลี่ยนแปลงวิถีคิดครั้งนี้ถือว่า เป็นเรื่องที่จะต้องอยู่คู่กันต้องเกื้อกูลกันจะแยกออกจากกันไม่ได้ เมื่อมีการเรียนรู้ในศตวรรษใหม่ ดังนั้นการเรียนรู้จึงจะต้องเรียนให้เลยจากเนื้อหา

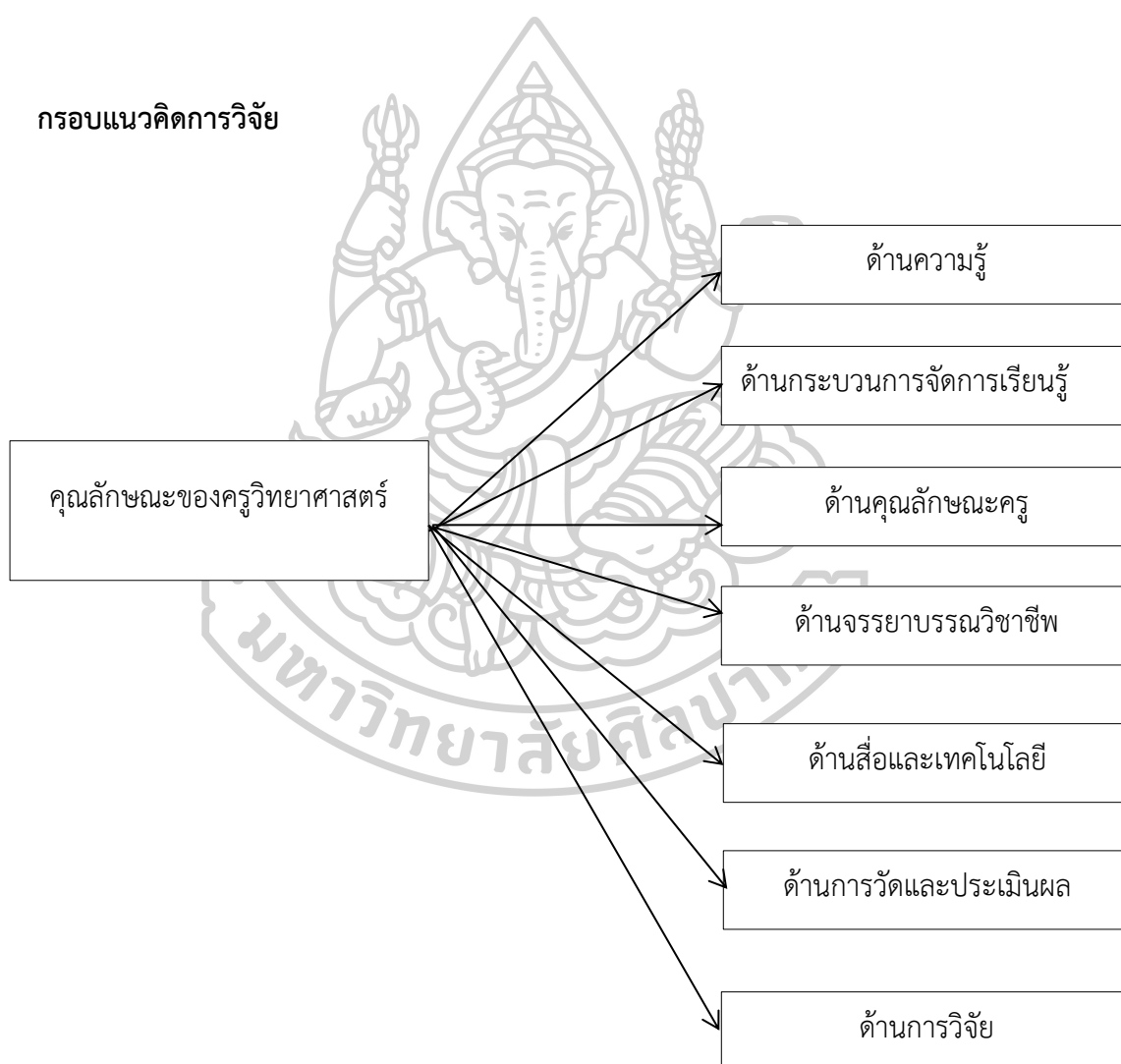
หลายส่วนก็ไม่จำเป็นต้องสอนผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เอง แต่ต้องสร้าง “ทักษะและเจตคติ” กับตัวของผู้เรียนขึ้นมาให้ได้ การเรียนรู้ใน ศตวรรษที่ 21 จึงเป็นการเรียนรู้ร่วมกันมากกว่าการเรียนรู้แบบตัวใครตัวมัน (Individual Learning) เพราะ การเรียนรู้ในแบบใหม่ต้องเป็นการเรียนรู้ที่แบ่งปันกัน ช่วยเหลือเกื้อกูลกัน การเรียนในปัจจุบันควรให้ผู้เรียนได้ ฝึกปฏิบัติพร้อมเรียนทฤษฎีไปพร้อม ๆ กันไม่ใช่แยกส่วนกันเรียน ห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 ควรเปลี่ยนจาก ห้องเรียนธรรมดา (Class Room) เป็นสตูดิโอ (Studio) เป็นที่ทำงานเป็นกลุ่มๆ ซึ่ง หมายความว่า การเรียนจะ เปลี่ยนจาก Lecture Based เป็น Project Based เป็นการเปลี่ยนผู้เรียนจาก “กรรม” จากเดิมเป็นผู้เรียน เป็น “ประธาน” และเป็น “กริยา” ด้วยพร้อมกัน (วิจารณ์ พานิช 2555)

สถานการณ์ในโลกปัจจุบันยุคศตวรรษที่ 21 ที่เต็มไปด้วยการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งการเรียนรู้อันในศตวรรษที่ 21 ต้อง “ก้าวข้ามสาระวิชา” ไปสู่การเรียนรู้ “ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21” (21st Century Skills) ที่ครูสอนไม่ได้ นักเรียนต้องเรียนเอง หรือพูดใหม่ว่าครูต้องไม่สอน แต่ต้องออกแบบการเรียนรู้ และอำนวยความสะดวก (facilitate) ในการเรียนรู้ ให้นักเรียนเรียนรู้จากการเรียนแบบลงมือทำ แล้วการเรียนรู้ก็จะเกิดจากภายในใจและสมองของตนเอง (วิจารณ์ พานิช, 2555) บุคคลสำคัญที่มีบทบาทต่อการพัฒนานักเรียนให้เกิดทักษะจำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 คือ ครู ครูจึงต้องตระหนักถึงความสำคัญของตนและทำความเข้าใจถึงทักษะจำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 และออกแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้เกิดทักษะดังกล่าว สถาบันผลิตครูมีหน้าที่โดยตรงในการผลิตครูจึงต้องพิจารณาว่าสมรรถนะครูที่กำหนดไว้นั้นสอดคล้องกับศตวรรษที่ 21 และควรปรับหลักสูตรให้สอดคล้องกับการเป็นครูแห่งศตวรรษที่ 21

ด้วยเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8, 9, 10 จึงมีความสำคัญอย่างมากอันจะนำไปสู่ การประเมินคุณลักษณะครูในศตวรรษที่ 21 ซึ่งจะยังเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษาในปัจจุบันและในอนาคต และสอดคล้องกับแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2545-2559 และแผนการศึกษาแห่งชาติฉบับปรับปรุง(พ.ศ. 2552-2559) ดังนั้นผู้วิจัย จึงสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8, 9, 10 ซึ่งเป็นการศึกษาค้นคว้าจากทฤษฎี ไปสู่การสร้างโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างตัวบ่งชี้ ที่พัฒนาขึ้นจากทฤษฎี งานวิจัย และการสัมภาษณ์เชิงลึกกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถนำโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ที่ได้จากการวิจัย ไปใช้ประเมินแนวทางในการวางแผน หรือสร้างเกณฑ์ประเมินครูในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ได้อย่างสอดคล้องกับสภาพปัจจุบันในศตวรรษที่ 21 ซึ่งจะส่งเสริมประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของครูวิทยาศาสตร์ที่จะส่งผลต่อการจัดการเรียนการสอน และพัฒนาการศึกษาที่มีคุณภาพ นอกจากนี้สถานศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา และ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง กับการพัฒนาครู สามารถนำ โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ที่เป็นผลจาก การวิจัยไปใช้ประโยชน์ในด้านการติดตามภารกิจ (Monitoring) เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ และใช้ ประโยชน์ในการประเมินผล (Evaluation) การดำเนินงานวาระบูรณาการที่ต้งไว้มากน้อย เพียงใด ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผลต่อไป อีกทั้งเป็นแนวทางในการเตรียมความพร้อม ในด้านต่างๆของครูวิทยาศาสตร์ ทั้งในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการปฏิบัติตน ซึ่งเป็น ส่วนสำคัญที่มีผลต่อการประสบความสำเร็จของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในอนาคต

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

คำถามการวิจัย

1. องค์ประกอบและตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครุวิทยาการในศตวรรษที่ 21 มีองค์ประกอบใดบ้าง
2. โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครุวิทยาการในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครุวิทยาการในศตวรรษที่ 21
2. เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครุวิทยาการในศตวรรษที่ 21

สมมติฐานการวิจัย

โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครุวิทยาการในศตวรรษที่ 21 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครุวิทยาการในศตวรรษที่ 21 โดยเป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods Research) ระหว่างการวิจัยเชิงคุณภาพและการวิจัยเชิงปริมาณ โดยการวิจัยเชิงคุณภาพนั้นจะเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครุวิทยาการในศตวรรษที่ 21 โดยการวิเคราะห์เอกสารและการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) และการวิจัยเชิงปริมาณโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis) และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง (Secondary Confirmatory Factor Analysis) เพื่อยืนยันองค์ประกอบที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ โดยมีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1. ผู้ให้ข้อมูลสำคัญในการสัมภาษณ์เชิงลึก ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิสำหรับการสัมภาษณ์ จำนวน 15 คน โดยมีคุณสมบัติดังนี้ 1. ครุวิทยาการดีเด่น สาขาครุวิทยาการ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ประจำปี พ.ศ. 2555 – 2558 จำนวน 5 คน 2. ครุวิทยาการ วิทยฐานะ เชี่ยวชาญหรือสำเร็จการศึกษาปริญญาเอกด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 คน 3. ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาที่มีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป จำนวน 5 คน

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร คือ ครูวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 8,9,10 จำนวน 176 โรงเรียน ทั้งหมด 1,720 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 8,9,10 จำนวน 800 คน ได้มาจากการสุ่มแบบชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **การพัฒนาตัวบ่งชี้** หมายถึง กระบวนการเพื่อให้ได้มาซึ่งสารสนเทศที่ใช้บ่งบอกถึง คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ด้วยวิธีการศึกษาจากทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การ สัมภาษณ์เชิงลึก

2. **คุณลักษณะ** หมายถึง สิ่งที่แสดงออกทางบุคลิกภาพ พฤติกรรม ลักษณะท่าที อุปนิสัย คุณสมบัติ ความสามารถ สมรรถภาพ ความรู้ ทักษะ ทักษะคิดด้านต่างๆ ความสามารถ โดยการปฏิบัติ หรือสัมพันธ์กับผู้อื่น

3. **ครูวิทยาศาสตร์** หมายถึง บุคลากรผู้ทำหน้าที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป วิชาเคมี วิชา ฟิสิกส์และวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8,9,10

4. **คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21** หมายถึง สิ่งที่แสดงออกทางบุคลิกภาพ พฤติกรรม ลักษณะท่าที อุปนิสัย คุณสมบัติ ความสามารถ สมรรถภาพ ความรู้ ทักษะ ทักษะคิดด้าน ต่าง ๆ ของบุคคล ที่จะ เป็นบุคลากรผู้ทำหน้าที่สอนในวิชาวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2544 – 2644 ซึ่งแบ่งออกเป็น 7 ด้าน ดังนี้

4.1 **ด้านความรู้** หมายถึง ครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 มีความรู้ ความเข้าใจใน วิชาวิทยาศาสตร์ทั้งในด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติ มีความรู้ในด้านหลักสูตรและสามารถจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรได้อย่างเหมาะสม สามารถนำความรู้ ทางวิทยาศาสตร์มาบูรณาการภายในสาระวิชาวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นตามความเหมาะสมได้ โดย คำนึงถึงคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนและสอดคล้องกับความต้องการของชุมชน

4.2 **ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้** หมายถึง ครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 มี การวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนโดยคำนึงถึงพัฒนาการของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีส่วน ร่วมในการเรียน มีการจัดบรรยากาศให้เอื้อต่อการเรียนรู้ ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายผ่าน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนส่งเสริมทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

4.3 ด้านคุณลักษณะครู หมายถึง ครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 มีคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์และคิดวิจารณ์ มีทักษะในการสื่อสาร มีความสนใจใฝ่เรียนรู้เพื่อพัฒนาวิชาชีพของตนเอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีมนุษยสัมพันธ์กับบุคลากรทั้งเพื่อนครู นักเรียน ผู้บริหาร ผู้ปกครองและคนในชุมชน มีจิตวิทยาการเรียนรู้เพื่อเข้าใจถึงแรงกระตุ้นและแรงจูงใจ

4.4 ด้านจรรยาบรรณวิชาชีพ หมายถึง ครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 มีความเป็นครูตามสมรรถนะและจรรยาบรรณวิชาชีพครู มีจิตวิญญาณในความเป็นครู

4.5 ด้านสื่อและเทคโนโลยี หมายถึง ครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 มีความรู้ในการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัย สามารถผลิตสื่อที่ทันสมัยและหลากหลายเพื่อให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนและสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.6 ด้านการวัดและประเมินผล หมายถึง ครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 เข้าใจหลักการและวิธีการวัดผลและประเมินผล มีการตรวจสอบและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องโดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย

4.7 ด้านการวิจัย หมายถึง ข้อ ครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ต้องสามารถทำวิจัยและสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมสอดคล้องกับศตวรรษที่ 21
2. เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยพัฒนาครูวิทยาศาสตร์

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยดำเนินการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งออกเป็น 6 ตอน ได้แก่ 1) คุณลักษณะและมาตรฐานครุวิทยาศาสตร์ 2) คุณลักษณะของครูในยุคศตวรรษที่ 21 3) คุณลักษณะผู้เรียนในยุคศตวรรษที่ 21 4) แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับตัวบ่งชี้ทางการศึกษา 5) แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบ 6) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 คุณลักษณะและมาตรฐานครุวิทยาศาสตร์

ตามมาตรฐานวิชาชีพ แห่งพระราชบัญญัติสภาครูและบุคลากรทางการศึกษา พ.ศ.2556 (ครูสภา, 2556) หมวดที่ 1 ผู้ประกอบวิชาชีพครู กำหนดให้มีมาตรฐานวิชาชีพ มาตรฐานวิชาชีพทางการศึกษา คือ ข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณลักษณะและคุณภาพที่พึงประสงค์ในการประกอบวิชาชีพทางการศึกษา ซึ่งผู้ประกอบวิชาชีพทางการศึกษาต้องประพฤติปฏิบัติตาม ประกอบด้วย

1. มาตรฐานความรู้และประสบการณ์วิชาชีพ หมายถึง ข้อกำหนดเกี่ยวกับความรู้และประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ และประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ หรือการจัดการศึกษา ซึ่งผู้ต้องการประกอบวิชาชีพทางการศึกษาต้องมีเพียงพอที่สามารถนำไปใช้ในการประกอบวิชาชีพได้

- ผู้ประกอบวิชาชีพครู ต้องมีคุณวุฒิไม่ต่ำกว่าปริญญาตรีทางการศึกษา หรือเทียบเท่าหรือมีคุณวุฒิอื่นที่คุรุสภารับรอง โดยมีมาตรฐานความรู้และประสบการณ์วิชาชีพ ดังต่อไปนี้

(ก) มาตรฐานความรู้

1) ความเป็นครู ประกอบด้วย

(ก) สาระความรู้

(1) สภาพงานครู คุณลักษณะ และมาตรฐานวิชาชีพครู

(2) การปลูกฝังจิตวิญญาณความเป็นครู

(3) กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับครูและวิชาชีพครู

(4) การจัดการความรู้เกี่ยวกับวิชาชีพครู

(5) การสร้างความก้าวหน้าและพัฒนาวิชาชีพครูอย่างต่อเนื่อง

(ข) สมรรถนะ

(1) รอบรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอนและกลยุทธ์การสอน เพื่อให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ได้

(2) แสวงหาและเลือกใช้ข้อมูลข่าวสารความรู้เพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลง

(3) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียนที่ส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพผู้เรียน

(4) มีจิตวิญญาณความเป็นครู

2. ปรัชญาการศึกษา ประกอบด้วย

(ก) สารະความรู้

(1) ปรัชญา แนวคิด และทฤษฎีทางการศึกษา ศาสนา เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม

(2) แนวคิด และกลวิธีการจัดการศึกษา เพื่อเสริมสร้างการพัฒนาที่ยั่งยืน

(ข) สมรรถนะ

(1) ประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาสถานศึกษา

(2) วิเคราะห์เกี่ยวกับการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

3. ภาษาและวัฒนธรรม ประกอบด้วย

(ก) สารະความรู้

(1) ภาษาและวัฒนธรรมไทยเพื่อการเป็นครู

(2) ภาษาต่างประเทศเพื่อพัฒนาวิชาชีพครู

(ข) สมรรถนะ

(1) สามารถใช้ทักษะการฟัง การพูด การอ่าน การเขียนภาษาไทย และภาษาต่างประเทศ เพื่อการสื่อความหมายอย่างถูกต้อง

(2) ใช้ภาษาและวัฒนธรรมเพื่อการอยู่ร่วมกันอย่างสันติ

4. จิตวิทยาสำหรับครู ประกอบด้วย

(ก) สารະความรู้

(1) จิตวิทยาพื้นฐานและจิตวิทยาพัฒนาการของมนุษย์

(2) จิตวิทยาการเรียนรู้และจิตวิทยาการศึกษา

(3) จิตวิทยาการแนะแนวและการให้คำปรึกษา

(ข) สมรรถนะ

(1) สามารถให้คำแนะนำช่วยเหลือผู้เรียนให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

(2) ใช้จิตวิทยาเพื่อความเข้าใจและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เต็มศักยภาพ

5. หลักสูตร ประกอบด้วย

(ก) สารະความรู้

(1) หลักการ แนวคิดในการจัดทำหลักสูตร

(2) การนำหลักสูตรไปใช้

(3) การพัฒนาหลักสูตร

(ข) สมรรถนะ

- (1) วิเคราะห์หลักสูตรและสามารถจัดทำหลักสูตรได้
 - (2) ปฏิบัติการประเมินหลักสูตรและนำผลการประเมินไปใช้ในการพัฒนาหลักสูตร
6. การจัดการเรียนรู้และการจัดการชั้นเรียน ประกอบด้วย
- (ก) สาระความรู้
 - (1) หลักการ แนวคิด แนวปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดทำแผนการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้
 - (2) ทฤษฎีและรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และแก้ปัญหาได้
 - (3) การบูรณาการการเรียนรู้แบบเรียนรวม
 - (4) การจัดการชั้นเรียน
 - (5) การพัฒนาศูนย์การเรียนรู้ในสถานศึกษา
 - (ข) สมรรถนะ
 - (1) สามารถจัดทำแผนการเรียนรู้และนำไปสู่การปฏิบัติให้เกิดผลจริง
 - (2) สามารถสร้างบรรยากาศการจัดการชั้นเรียนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้
7. การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ประกอบด้วย
- (ก) สาระความรู้
 - (1) หลักการ แนวคิด แนวปฏิบัติในการวิจัย
 - (2) การใช้และผลิตงานวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้
 - (ข) สมรรถนะ
 - (1) สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน
 - (2) สามารถทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและพัฒนาผู้เรียน
8. นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา ประกอบด้วย
- (ก) สาระความรู้
 - (1) หลักการ แนวคิด การออกแบบ การประยุกต์ใช้ และการประเมินสื่อ นวัตกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้
 - (2) เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการสื่อสาร
 - (ข) สมรรถนะ
 - (1) ประยุกต์ใช้ และประเมินสื่อ นวัตกรรม เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้
 - (2) สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการสื่อสาร
9. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ประกอบด้วย
- (ก) สาระความรู้

- (1) หลักการ แนวคิด และแนวปฏิบัติในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน
- (2) ปฏิบัติการวัดและการประเมินผล

(ข) สมรรถนะ

- (1) สามารถวัดและประเมินผลได้
- (2) สามารถนำผลการประเมินไปใช้ในการพัฒนาผู้เรียน

10. การประกันคุณภาพการศึกษา ประกอบด้วย

(ก) สารະความรู้

- (1) หลักการ แนวคิด แนวปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการคุณภาพการศึกษา
- (2) การประกันคุณภาพการศึกษา

(ข) สมรรถนะ

- (1) สามารถจัดการคุณภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้
- (2) สามารถดำเนินการจัดกิจกรรมประเมินคุณภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้

อย่างต่อเนื่อง

11. คุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณ ประกอบด้วย

(ก) สารະความรู้

- (1) หลักธรรมาภิบาล และความซื่อสัตย์สุจริต
- (2) คุณธรรม และจริยธรรมของวิชาชีพครู
- (3) จรรยาบรรณของวิชาชีพที่คุรุสภากำหนด

(ข) สมรรถนะ

- (1) ปฏิบัติตนเป็นแบบอย่างที่ดี มีจิตสำนึกสาธารณะ และเสียสละให้สังคม
- (2) ปฏิบัติตนตามจรรยาบรรณของวิชาชีพ สารະการฝึกทักษะและสมรรถนะของผู้

ประกอบวิชาชีพครูตามมาตรฐานประกอบวิชาชีพ

2. มาตรฐานการปฏิบัติงาน หมายถึง ข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณลักษณะหรือการแสดงพฤติกรรม การปฏิบัติงานและการพัฒนางาน ซึ่งผู้ประกอบวิชาชีพทางการศึกษาต้องปฏิบัติตามเพื่อให้เกิดผล ตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายการเรียนรู้ หรือการจัดการศึกษา รวมทั้งต้องฝึกฝนให้มีทักษะหรือ ความชำนาญสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

- ผู้ประกอบวิชาชีพครู ต้องมีมาตรฐานการปฏิบัติงานดังนี้

- 1) ปฏิบัติกิจกรรมทางวิชาการเพื่อพัฒนาวิชาชีพครูให้ก้าวหน้าอยู่เสมอ
- 2) ตัดสินใจปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ โดยคำนึงถึงผลที่จะเกิดแก่ผู้เรียน
- 3) มุ่งมั่นพัฒนาผู้เรียนให้เติบโตเต็มตามศักยภาพ
- 4) พัฒนาแผนการสอนให้สามารถปฏิบัติได้จริงในชั้นเรียน

5) พัฒนาสื่อการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพอยู่เสมอ

6) จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์โดยเน้นผล

ถาวรที่เกิดแก่ผู้เรียน

7) รายงานผลการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนได้อย่างมีระบบ

8) ปฏิบัติตนเป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้เรียน

9) ร่วมมือกับผู้อื่นในสถานศึกษาอย่างสร้างสรรค์

10) ร่วมมือกับผู้อื่นในชุมชนอย่างสร้างสรรค์

11) แสวงหาและใช้ข้อมูลข่าวสารในการพัฒนา

12) สร้างโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในทุกสถานการณ์

3. มาตรฐานการปฏิบัติตน หมายถึง จรรยาบรรณของวิชาชีพที่กำหนดขึ้นเป็นแบบแผนในการประพฤติตน ซึ่งผู้ประกอบวิชาชีพทางการศึกษาต้องปฏิบัติตาม เพื่อรักษาและส่งเสริมเกียรติคุณชื่อเสียง และฐานะของผู้ประกอบวิชาชีพทางการศึกษาให้เป็นที่เชื่อถือศรัทธาแก่ผู้รับบริการและสังคม อันจะนำมาซึ่งเกียรติและศักดิ์ศรีแห่งวิชาชีพ

ครูมีบทบาทและหน้าที่ที่สำคัญ คือ การอบรมสั่งสอนถ่ายทอดศิลปวิทยาการต่าง ๆ อีกทั้งยังเป็นผู้อบรม ปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม วัฒนธรรมอันดีงามของชาติและจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความเจริญก้าวหน้าแก่นักเรียนอีกด้วย มีหลายท่านได้กล่าวถึงคุณลักษณะครูที่ดีไว้ดังนี้

Ryans. (1960) ได้สำรวจและวิเคราะห์คุณลักษณะของครู ไว้ดังนี้

1. มีความเข้าใจ และให้ความเป็นมิตร
2. การทำงานเป็นระบบ และมีความรับผิดชอบ
3. มีการกระตุ้นช่วย และมีความคิดสร้างสรรค์
4. มีความใส่ใจในความคิดของนักเรียน
5. มีจิตใจและพฤติกรรมแบบประชาธิปไตย
6. มีทัศนคติที่ดีต่อการบริหาร
7. ถือการเรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งตรงข้ามกับการถือเด็กเป็นศูนย์กลาง
8. เขาใจในภาษาพูดได้ดี
9. มีความมั่นคงทางอารมณ์ และสามารถปรับตัวได้ดี
10. มีการตอบสนองที่ถูกต้อง

พุทธทาสภิกข (2559) ได้แสดงทัศนะเกี่ยวกับครูที่ดีไว้ในการบรรยาย ณ สวนโมกขพลาราม อำเภอไชยา จังหวัด สุราษฎร์ธานี วันที่ 4-9 กันยายน 2527 สรุปได้ดังนี้คือ (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2529 : 109-124)

1. ครูดี คือ ผู้นำทางวัตถุ หมายถึง การเป็นผู้นำใน 4 ประการดังนี้ คือ

1.1 เป็นผู้นำในการแสวงหาอย่างถูกต้อง ยึดหลักการแสวงหาอย่างสัตบุรุษไม่ก่อให้เกิดทุกข์ ทั้งแก่ตนเองและ ผู้อื่น ไม่กระทบกระทั่งให้ผู้อื่นเดือดร้อน

1.2 เป็นผู้นำในการแสวงหาอย่างถูกต้อง หมายถึง ไม่ผูกขาดเอาผลที่ได้รับจากการแสวงหามาเป็นของตนแต่ ผู้เดียว แต่จะต้องเผื่อแผ่ไปให้แก่ผู้อื่นโดยรอบด้าน

1.3 เป็นผู้นำในการเป็นอยู่อย่างถูกต้อง คือ ดำเนินชีวิตโดยปฏิบัติตามอริยมรรคอันมีองค์แปด ซึ่งเมื่อปฏิบัติ จนถึงที่สุดแล้วจะเกิดปัญญาเห็นธรรมชาติ ตามสภาพที่เป็นจริง คือ ความไม่มีตัวตน ทุกสิ่งเป็นเพียง ผลการปรุง แต่งของธาตุต่างๆ ตามธรรมชาติ และจะต้องเกิด-ดับ ไปตามสภาพ จึงไม่ควรยึดมั่นถือมั่นว่าเป็นตัวเราของเรา อันจะก่อให้เกิดความเห็นแก่ตัว และเบียดเบียนซึ่งกันและกัน

1.4 เป็นผู้นำในการใช้ชีวิตให้เป็นประโยชน์ทั้งแก่ตนเองและผู้อื่น

2. เป็นผู้นำทางวิญญาณ หมายถึง ความเป็นผู้นำในเรื่องจิตใจ 4 ประการดังนี้คือ

2.1 มีความเข้าใจในกฎอภิปัจจยตา คือ มองเห็นตามความเป็นจริงว่า ทุกสิ่งในโลกนี้เป็นไปตามเหตุตาม ปัจจย เมื่อมีเหตุมีปัจจัยอย่างไรก็มีผลไปตามเหตุตามปัจจัย

2.2 มีความเข้าใจกฎตถตา ตถตาเป็นภาษาบาลี แปลว่า เป็นเช่นนั้นเอง คือ ทุกสิ่งเป็นเช่นนั้นเองตามธรรมชาติ เช่น มีการเกิดก็ต้องมีตาย ในความสบายก็มีความเจ็บไข้ช้อนอยู่ การเจ็บการตายล้วนเป็นเช่นนั้นเอง ตามธรรมชาติ ไม่ใช่โชคร้ายหรือเคราะห์ภัยอะไรทั้งสิ้น เป็นต้น

2.3 ความเป็นอยู่อย่างไม่มีอุปสรรค คือ ไม่ถือเอาอุปสรรคเป็นสิ่งขัดขวางหรือทำให้ท้อถอย แต่ให้ยินดีรับเอา อุปสรรคที่เกิดขึ้นในชีวิต ในการทำงานหรือในจิตใจมาเป็นบทเรียนที่จะช่วยให้มีความรู้มีประสบการณ์ และมีความ สามารถในเรื่องนั้นๆ ดียิ่งขึ้น

2.4 ความเป็นอยู่อย่างไม่มีทุกข์ ความทุกข์เกิดจากความไม่รู้ เช่น เมื่อมีความต้องการแล้วไม่เป็น ไปตาม ความต้องการที่เกิดความทุกข์ ถ้าไม่ต้องการให้เกิดทุกข์ก็ต้องให้ทุกอย่าง เป็นไปตามเหตุตามปัจจัย ไม่ต้องการให้มาก ไป กว่าความเป็นไปตามเหตุตามปัจจัยนั้น

3. มี ชีวิตเป็นธรรม คือ อยู่ด้วยธรรมและเพื่อธรรม หมายถึง ใช้กรรมเป็นเครื่องมือในการดำเนินชีวิตเพื่อให้ได้ผลคือธรรมที่พึงปรารถนา เช่น การดับทุกข์ ธรรมที่เป็นเครื่องมืออยู่มากมายเช่น ฆราวาสธรรม อัน เป็นธรรม สำหรับผู้ครองเรือนมี 4 ประการคือ 1. สัจจะ ความจริง 2. ทมะ ความข่มใจ 3. ขันติ ความอดทน 4. จาคะ การเสียสละ การให้ อิทธิบาท 4 คือ ธรรมที่ช่วยให้สำเร็จประโยชน์มี 4 ประการคือ 1. ฉันทะ ความพอใจในสิ่งนั้น 2. วิริยะ ความพากเพียรในสิ่งนั้น 3. จิตตะ ความเอาใจใส่ในสิ่งนั้น 4. วิมังสา ความสอดส่องค้นคว้าในสิ่งนั้น

4. มีอุตมคติ ครูดีจะต้องมีอุตมคติ 4 ประการ คือ

4.1 ทำงานเกินค่า คือทำงานให้แก่โลกเกินค่าที่ได้รับตอบแทนจากสังคม เพราะครูเป็นผู้สร้างทางจิตใจ ซึ่งมีค่าเกินกว่าจะตีค่าเป็นเงิน

4.2 ทำงานเพื่อหน้าที่มิใช่เพื่อตนเอง ไม่เห็นแก่ตัว และไม่หวังประโยชน์ส่วนตน

4.3 ทำตนให้เป็นแบบอย่างที่ดีแก่สังคม ไม่หลงใหลในความสุขทางกาม ไม่ฟุ้งเฟ้อ
ฟุ้งเพื่อ

4.4 ทำงานเพื่อให้ได้สิ่งที่ดีที่สุดในที่ที่มนุษย์ควรจะได้

นอกจากนั้น บรรจง ชูสกุลชาติ (2557) ได้ให้ทัศนะในเรื่องนี้ไว้ว่า ผู้ที่จะมีวิญญานแห่งการ
เป็นครูนั้นจะต้องประกอบด้วยคุณสมบัติ 14 ประการ ซึ่งกล่าวโดยสรุปมีสาระสำคัญดังต่อไปนี้

1. ต้องเป็นผู้ที่เชื่อถือได้ (Trustworthy) คนที่พูดจริง ทำจริง มีความจริงใจและมีคุณธรรม
ยอมเป็นผู้ที่เชื่อถือได้ ครูที่มีวิญญานแห่งการเป็นครูต้องเป็นผู้ที่เชื่อถือได้

2. ต้องเป็นผู้ที่มีมารยาท (Etiquette) ในฐานะที่ครูเป็นสื่อและเป็นสารแห่งจริยธรรมไทย
ครูต้องเป็นผู้มีมารยาท ความเป็นผู้มีมารยาทนั้นเป็นคุณสมบัติสำคัญประการหนึ่งของผู้มีวิญญานครู

3. ต้องเป็นผู้มีความใฝ่สูง (Ambition) ความใฝ่สูงเป็นลักษณะของผู้มีจิตใจสูง ผู้ที่มีจิตใจสูง
ก็คือ ผู้ที่แสวงหาสิ่งที่ดีกว่าอยู่เสมอในชีวิต เช่นเดียวกันนั้น ครูได้ชื่อว่าเป็นผู้นำความคิด และ
วิญญานของศิษย์ ครูต้องมีความใฝ่สูง ความใฝ่สูงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่งของผู้มี
วิญญานครู

4. ต้องเป็นผู้เห็นเด็กนั้นมีความสำคัญ (Children) ครูผู้อยากเห็นเด็กทุกคนมีความสำคัญต้อง
รู้จักและเข้าใจเด็ก การรู้จักเด็กนั้น เป็นคุณสมบัติของผู้มีวิญญานครู

5. ต้องรู้จักรักษาสุขภาพอนามัย (Health) การไม่มีโรคนั้น คือ ลาภอันประเสริฐ เป็นพุทธ
ภาษิตที่เพน ความจริง การระมัดระวังสุขภาพเป็นสิ่งสำคัญมาก ซึ่งเรื่องนี้ครูจำเป็นต้องคำนึงถึง
สุขภาพ ระมัดระวังรักษาสุขภาพไว้ให้ดีเสมอ

6. ต้องเป็นผู้มีอุดมคติ (Ideal) โดยวัฒนธรรมไทย และโดยอาชีพ ครูไทยจึงต้องเป็นผู้ที่มีอุดม
คติ อุดมคตินั้นก็คือ หลักใจ และหลักชีวิต ตลอดจนเป็นหลักแห่งความคิด หลักแห่งการพูดและการ
กระทำของบุคคลเปรียบได้กับเข็มทิศและหางเสือของเรือ คือ ชีวิตนั้นไปสู่จุดหมายปลายทางได้โดย
ตลอดปลอดภัย ครูที่มีวิญญานแห่งการ เป็นครู จึงต้องเป็นผู้มีอุดมคติ

7. ต้องไม่เล่นพรรคเล่นพวก (Nonpartisan) ครูจะต้องไม่แบ่งพวก แต่ต้องถือว่าทุกคนเป็นพ
วเดียวกัน ซึ่งต่างก็เป็นคนไทยด้วยกัน

8. ต้องรวมกิจกรรมต่าง ๆ เสมอ (Game) กิจกรรมต่าง ๆ ที่จัดขึ้นในชุมชนหรือสถาบันต่าง ๆ
ที่เกี่ยวข้อง ไม่ควรจะจัดขึ้นตามขนบธรรมเนียม ประเพณีและวัฒนธรรม หรือกิจกรรมส่งเสริมการเรียน
การสอนและอาจเป็น กิจกรรมทางการเมือง เศรษฐกิจและสังคม ครูที่มีวิญญานแห่งการเป็นครู
จะต้องรวมกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้เสมอ และรวมด้วยความเต็มใจ รวมด้วยความสบายใจสนุกสนาน
สะดวกใจและเสียสละ

9. ต้องมีความรักโรงเรียน (School) หรือสถานศึกษา เพราะเป็นสถานที่ประกอบอาชีพ ดำเนินชีวิต และได้ปฏิบัติสิ่งที่เป็นอุดมคติ ตลอดจนบำเพ็ญประโยชน์เพื่อตนเองและเพื่อผู้อื่น โรงเรียนนั้นยอมเป็นบ้านที่สองของผู้มีอาชีพครู เป็นสถานที่ที่ให้ออกาสได้แสดงวิถุญาณแห่งการเป็นครู ครูที่มีวิถุญาณครู จะต้องเป็นครูที่มีความรักโรงเรียน

10. ต้องมีความอดทน (Patience) ครูจะต้องประสบกับสิ่งที่พึงปรารถนาและสิ่งที่ไม่พึงปรารถนาอยู่เสมอในการฝึกอบรมเด็ก ในเรื่องความรักโรงเรียน และในเรื่องการรวมกิจกรรมต่าง ๆ ผู้ที่มีความอดทนได้มากที่สุด เท่านั้นที่จะแสดงความเป็นมนุษย์ได้มากที่สุด ครูที่มีวิถุญาณครูจะต้องเป็นผู้ที่มีความอดทนเป็นพิเศษ

11. ต้องเป็นผู้ที่มีความสุจริตใจ (Integrity) ครูที่มีวิถุญาณครูนั้น ต้องเป็นผู้ที่มีความสุจริตในวิชาการศึกษา ต้องสุจริตในปรัชญาการศึกษาของตน ต้องสุจริตต่อหลักจิตวิทยาที่ตนรำเรียนมาต้องสุจริตต่อหลักวิชาการทั่วไป และในหัวใจจะต้องมีความสุจริตต่อเด็กที่ตนสอน ครูที่มีวิถุญาณครูจะต้องมีความสุจริตต่ออาชีพ และต่อชาติบ้านเมืองด้วย

12. ต้องเป็นผู้รู้จักอบกู้ (Rehabilitation) อาชีพครูเป็นอาชีพที่เปนนานบุญ และทำบาบให้เห็นกันน้อยกวาอาชีพอื่น ครูที่มีวิถุญาณครูต้องรู้จักอบกู้อาชีพของงาน และภูมิใจในอาชีพของตน

13. ต้องเป็นผู้มีไหวพริบ (Intelligence) ครูจะต้องมีไหวพริบในการสั่งสอนอบรมนักเรียน เพราะครูมักพบปัญหาที่เด็กถามอย่างคาดไม่ถึงอยู่เสมอ

14. ต้องเป็นผู้ร่วมงานเป็นคณะได้ (Team-work) ครูที่มีวิถุญาณของการเป็นครู ต้องเป็นผู้ร่วมงานเป็นคณะได้ และอาศัยสวนรวมเป็นเกณฑ์

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2529) ได้สังเคราะห์คุณลักษณะของครูสอนเด็กที่มีความสามารถพิเศษไว้ดังนี้

1. ลักษณะส่วนตัว

- 1.1 มีความเข้าใจ ยอมรับ เคารพ ใจในตนเอง
- 1.2 คำนึงถึงความรู้สึกของผู้อื่น รู้จักสนับสนุน เคารพ และไวใจผู้อื่น
- 1.3 มีความสามารถทางสมองสูงกว่าเกณฑ์เฉลี่ย แสดงให้เห็นถึงความเฉลียวฉลาดในด้านต่าง ๆ เช่น ริเริ่มจัดระบบ สรุบนัยสำคัญทั่วไป การใช้จินตนาการ
- 1.4 ยืดหยุ่น ยอมรับความคิดใหม่
- 1.5 กระจายใใครเรียนรู้ ต้องการสัมฤทธิ์ผลสูง
- 1.6 มีความกระตือรือร้น
- 1.7 มีการหยั่งรู้
- 1.8 ต้องการทำให้ดีเสมอ
- 1.9 ยอมรับผิดชอบในพฤติกรรม และผลการกระทำของตน

2. ลักษณะสวนตัวเชิงวิชาชีพ

- 2.1 แน่แนวทางมากกว่าผู้เชี่ยวชาญบังคับ
- 2.2 เปนประชาธิปไตยมากกว่าอัตตาริปไตย
- 2.3 เนนที่กระบวนการเช่นเดียวกับผลิตผล
- 2.4 กลาคิดกลาทำมากกว่ายึดถือแต่สิ่งเกา ๆ
- 2.5 ใช่วิธีการแก้ปัญหามากกว่าสรุปผลทันทีทันใดโดยไม่มีหลักฐานแนนอน

3. พฤติกรรมการสอน

- 3.1 พัฒนาโปรแกรมที่ยืดหยุ่นและเปนรายบุคคล
- 3.2 สรางบรรยากาศที่อบอุ่น ปลอดภัยและใหโอกาส
- 3.3 ใหม้การสนองตอบ
- 3.4 ใชยุทธศาสตร์การสอนหลาย ๆ วิธี
- 3.5 เคารพและยอมรับในคุณค่าของบุคคล
- 3.6 ยอมรับการสรางสรรคและการใชจินตนาการ
- 3.7 กระตุ้นใหใ้กระบวนการคิดระดับสูง

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2552) ได้กำหนดลักษณะของครูที่ดีตามเกณฑ์มาตรฐานของคุรุสภา มีรายละเอียดเกี่ยวกับคุณลักษณะ พฤติกรรมหลัก และพฤติกรรมบ่งชี้ตามเกณฑ์มาตรฐานวิชาชีพครู ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 หมวด มีดังต่อไปนี้

หมวดที่ 1 รอบรู้ สอนดี ประกอบด้วย คุณลักษณะ พฤติกรรมหลัก และ พฤติกรรมบ่งชี้ดังต่อไปนี้

1. ด้านความรู้และความสามารถในวิชาชีพครู ได้แก่

- 1) รู้แผนการศึกษาแห่งชาติ: รู้นโยบายการศึกษาที่ตนรับผิดชอบ, รู้จุดมุ่งหมายของการศึกษา
 - 2) รู้หลักสูตร คือ
 - รู้หลักการ รู้จุดมุ่งหมาย และโครงสร้างของหลักสูตร
 - รู้แผนพัฒนาและนโยบายหลักของท้องถิ่น หรือจังหวัดที่ปฏิบัติ
 - สามารถปรับหลักสูตรการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาสภาพแวดล้อมของท้องถิ่น
 - เข้าใจหลักสูตรและสามารถเชื่อมโยงหลักสูตรกับการสอนในระดับ ต่าง ๆ ได้
 - 3) รู้เนื้อหาวิชาที่สอน คือ

อยู่เสมอ

- มีความแม่นยำ และละเอียดลึกซึ้งในเนื้อหาวิชา และปรับปรุง ให้ทันสมัย

ผู้เรียน

- ผ่านการศึกษาหรือผ่านการอบรมในวิชาที่สอน
- จัดทำเอกสารประกอบการสอนและคู่มือในวิชาที่ตนรับผิดชอบ
- ศึกษาหาความรู้ใหม่ ๆ ที่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่สอน
- สามารถประยุกต์ความรู้ไปใช้ในการสอน

ผู้เรียน

- 4) ทำการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ คือ
- เตรียมการสอนล่วงหน้าอย่างเป็นระบบ ครบทุกขั้นตอน
 - วางแผนและจัดสภาพแวดล้อมของห้องเรียนได้เหมาะสมกับการเรียนรู้ ของ

ถ่ายทอดความรู้ การ ใช้คำถาม การออกความคิดเห็น และการอภิปราย

- นำหลักจิตวิทยามาใช้ในการเรียนการสอน สอดคล้องกับพัฒนาการ ของ

- ใช้ภาษาไทยสื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง ทั้งการพูด การเขียน การ

- ใช้สื่อการเรียนการสอนได้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาที่
- รู้วิธีสอนหลายรูปแบบและเลือกมาสอนได้ถูกต้องและเหมาะสมกับผู้เรียน
- ใช้คำถามทำให้เด็กคิดเป็น
- จัดทำกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- 5) รู้หลักการวัด และประเมินผล คือ

และสามารถออกข้อสอบและปรับปรุงแบบทดสอบ รวมทั้งนำมาใช้ได้ จริง เหมาะสมกับระดับชั้นของ

ผู้เรียน

- ใช้การวัดและประเมินผลหลาย ๆ วิธีให้เหมาะสมกับสภาพการเรียนรู้
- ดำเนินการวัดผลและประเมินผลได้ถูกต้อง มีคุณภาพ
- นำผลการวัดและประเมินผลมาปรับปรุงการเรียนการสอน

- 6) สอนซ่อมเสริม คือ

- วิเคราะห์วินิจฉัยปัญหาและความต้องการจำเป็นของผู้เรียน
- สามารถใช้วิธีสอนซ่อมเสริมเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

- 7) การพัฒนาการสอน คือ

- ใช้ระบบข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนการสอนให้เป็นประโยชน์
- วิจัยการเรียนการสอนและหรือนำผลการวิจัยมาใช้ปรับปรุงวิธีการสอน

แก้ปัญหาการเรียนการสอน

- เผยแพร่เทคนิควิธีการสอนใหม่ๆ ตลอดจนผลงานทางวิชาการให้แก่เพื่อน

ครูตามสมควร

2. ด้านสนับสนุนการเรียนการสอน

1) บริการเชิงแนะแนว

- สังเกตและรู้จักนักเรียนเป็นรายบุคคล
- บันทึกระเบียบประวัตินักเรียน
- จัดกิจกรรมเพื่อสร้างประสบการณ์ในการแก้ปัญหา
- ใช้เทคนิคต่าง ๆ ในการให้คำปรึกษา และแก้ปัญหาให้นักเรียน
- ให้ความสนใจดูแลและช่วยเหลือด้านสุขภาพ อนามัย และความปลอดภัย

ของนักเรียน

- บริการสนเทศ

2) บริการด้านกิจการนักเรียน

- เป็นอาจารย์ที่ปรึกษากิจกรรมชมรมของนักเรียน และกิจกรรมพิเศษ
- จัดกิจกรรมเพื่อสร้างคุณลักษณะประชาธิปไตย
- จัดกิจกรรมเพื่อสร้างเสริมจริยธรรม
- จัดกิจกรรมเพื่อสร้างเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3) บริการด้านสื่อการเรียนการสอน

- ดูแลบำรุงรักษาอุปกรณ์และสื่อการเรียนการสอนให้อยู่ในลักษณะ ใช้งานได้

ได้

- จัดมุมห้องสมุดหรือมุมเสริมประสบการณ์

- จัดสื่อที่ส่งเสริมความถนัด ศิลปะ ดนตรี กีฬา แก่ผู้เรียน

4) งานธุรการ

- ทำเอกสารประจำชั้นได้ดี และเป็นปัจจุบัน
- จัดเก็บระเบียบสะสมนักเรียน เอกสาร เป็นหมวดหมู่และเป็นระบบ
- มีเอกสารหลักฐานการติดต่อระหว่างครูกับผู้ปกครอง

3. ด้านรอบรู้สถานการณ์บ้านเมืองและความเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ

1. ติดตามความเคลื่อนไหวและสถานการณ์ของบ้านเมืองในปัจจุบัน

- ติดตามข่าวความเคลื่อนไหวต่าง ๆ ทั้งด้านการศึกษา การเมือง เศรษฐกิจ

และสังคม

2. จับประเด็นปัญหาและความเปลี่ยนแปลงที่สำคัญของสังคมได้

- วิเคราะห์และให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับข่าวสารและประเด็นปัญหาต่าง ๆ ได้
- พยายามใช้ประโยชน์จากข้อมูลข่าวสาร และการสรุปประเด็นปัญหา ที่

สำคัญมาใช้ในการเรียนการสอน

หมวดที่ 2 มีคุณธรรม จรรยาบรรณ ประกอบด้วย คุณลักษณะ พฤติกรรมหลัก และ พฤติกรรมบ่งชี้ ดังต่อไปนี้

1. มีความเมตตากรุณา

- มีความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ช่วยเหลือเพื่อนร่วมงานและสังคม ไม่นิ่งดูดายและ เต็มใจช่วยเหลือตามกำลังความสามารถ

- มีความสนใจและห่วงใยในการเรียนและความประพฤติของผู้เรียน แนะนำ เอาใจใส่ช่วยเหลือเด็ก และเพื่อนร่วมงานให้ได้รับความสุข และพึงทุกข์ เป็นกันเองกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้สึกเปิดเผย ไว้วางใจและเป็นที่ พึ่งของผู้เรียนได้

2. มีความยุติธรรม

- มีความเป็นธรรมต่อนักเรียน เอาใจใส่และปฏิบัติต่อผู้เรียนและเพื่อน ร่วมงานทุกคนอย่างเสมอภาคและไม่ลำเอียงตัดสินปัญหาของผู้เรียนด้วยความเป็นธรรมมีความเป็น กลาง ยินดีช่วยเหลือผู้เรียน ผู้ร่วมงานและ ผู้บริหารโดยไม่เลือกที่รักมักที่ชัง

3. มีความรับผิดชอบ

- มุ่งมั่นในผลงานมีวิธีการที่จะปฏิบัติงานให้บรรลุวัตถุประสงค์ วางแผนการ ใช้เวลาอย่างเหมาะสมและปฏิบัติงานได้ทันเวลา ใช้เวลาอย่างคุ้มค่าและมี ประสิทธิภาพ

4. มีวินัย

- มีวินัยในตนเอง ควบคุมตนเองให้ปฏิบัติตนอย่างถูกต้องตามทำนองคลอง ธรรม มีวิธีทำงานที่เป็นแบบอย่างที่ดีแก่บุคคลอื่นได้

- ปฏิบัติตามกฎหมายและระเบียบของหน่วยงานและสถานศึกษา

5. มีความขยัน

- มีความตั้งใจกระตือรือร้นและปฏิบัติงานเต็มความสามารถอย่างสม่ำเสมอ ไม่ทอดทิ้งต่ออุปสรรคในการทำงาน

- มีความพยายามที่จะสอนเด็กให้บรรลุจุดมุ่งหมาย

6. มีความอดทน

- อดทนเมื่อเกิดอุปสรรค ปฏิบัติงานเต็มที่ไม่ว่าจะข้างกลางคัน

- มีความสามารถในการควบคุมอารมณ์ ไม่โกรธง่ายและสามารถควบคุม อารมณ์ได้อย่างเหมาะสม อดทนอดกลั้นต่อคำวิพากษ์วิจารณ์

7. มีความประหยัด

- รู้จัก ประหยัดดอดออม ช่วยรักษาและใช้ของส่วนรวมอย่างประหยัดไม่ใช้จ่ายฟุ่มเฟือยเกินฐานะของตน รู้จักเก็บออมทรัพย์ เพื่อความมั่นคงของฐานะ
- ใช้ของคุ้มค่าช่วยรักษาและใช้ของส่วนรวมอย่างประหยัด

8. มีความรักและศรัทธาในอาชีพครู

- เห็นความสำคัญของอาชีพครูสนับสนุนการดำเนินงานขององค์กรวิชาชีพครู เข้าร่วมกิจกรรมทางวิชาชีพครู ร่วมมือและส่งเสริมให้มีการพัฒนา มาตรฐานวิชาชีพครู
- รักษาชื่อเสียงวิชาชีพครูตั้งใจปฏิบัติหน้าที่ให้เกิดผลดีและเกิดประโยชน์ต่อส่วนรวมเป็นสำคัญ รักษาความสามัคคีและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ในหน้าที่ การงานปกป้องและสร้างความเข้าใจอันดีต่อสังคมเกี่ยวกับวิชาชีพครู
- เกิดความสำนึกและตระหนักที่จะเป็นครูที่ดี ปฏิบัติตนให้เหมาะสมที่เป็นปูชนียบุคคล

9. มีความเป็นประชาธิปไตยในการปฏิบัติงานและการดำรงชีวิต

- รับฟังความคิดเห็นและข้อโต้แย้งของผู้อื่น เปิดโอกาสให้ผู้อื่นแสดงความคิดเห็น
 - มีเหตุผล ยอมรับและปฏิบัติตามความคิดเห็นที่มีเหตุผลโดยคิดถึงประโยชน์ส่วนรวมเป็นหลักใช้หลักการและเหตุผลในการตัดสินใจและแก้ปัญหา
- หมวดที่ 3 มุ่งมั่นพัฒนา ประกอบด้วยคุณลักษณะ พฤติกรรมหลักและพฤติกรรมบ่งชี้ดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาตนเอง

1. รู้จักสำรวจและปรับปรุงตนเองอยู่เสมอ
 - รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์และนำมาปรับปรุงตนเอง
 - ประเมินผลและปรับปรุงการทำงานของตนเองตลอดเวลา
 - ยอมรับความเปลี่ยนแปลงและปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมอย่างมีเหตุผล
- ทางคุณธรรม

2) สนใจใฝ่รู้

- ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองจากแหล่งความรู้ต่างๆ
- เข้าร่วมประชุมสัมมนาเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และความคิด
- สนใจติดตามเหตุการณ์ปัจจุบัน และติดตามความเคลื่อนไหวทางการศึกษา

3) เพิ่มพูนวิทยฐานะ

- สนใจกระตือรือร้นในการที่จะเข้ารับราชการอบรมเพื่อเพิ่มพูนความรู้ที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอน

4) คิดค้นคว้าวิทยาการใหม่ ๆ

- คิดเทคนิควิธีการสอนหรือประดิษฐ์ผลงานแปลกใหม่มาใช้ในการเรียนการสอน

- นำผลที่ได้จากการทดลองมาปรับปรุงใช้พัฒนางานและเผยแพร่ให้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน

2. การพัฒนาชุมชน

- บำเพ็ญประโยชน์แก่ชุมชน

- เข้าร่วมประชุมกิจกรรมของชุมชนตามความเหมาะสม

ยนต์ ชุ่มจิต (2531) กล่าวว่า ครูที่ดีนั้นจะต้องประกอบด้วยคุณลักษณะที่สำคัญ ๆ ดังต่อไปนี้

1. บุคลิกภาพดี บุคลิกภาพที่ดีของครูในที่นี้ หมายถึง บุคลิกภาพทั้งทางกายและจิตใจ เช่น รูปร่างหน้าตาดี ท่าทางสง่างาม เผย แต่งกายเรียบร้อย พูดจาไพเราะนุ่มนวล สงบเสงี่ยม มีลักษณะเป็นผู้นำ น้ำเสียงชัดเจน เป็นต้น

2. คุณสมบัติส่วนตัวดี เช่น สติปัญญาดี มีความเฉลียวฉลาด มีความรู้กว้างขวางเชื่อมั่นในตนเอง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ กระตือรือร้น และสุขภาพอนามัยดี

3. ความสามารถในการสอนและการปกครอง หรือพูดอีกนัยหนึ่งว่า สอนดี และปกครองนักเรียนได้ดี เช่น อธิบายได้แจ่มชัด เด็กปฏิบัติตามได้ สอนแล้วเด็กสามารถคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ สอนสนุกและสามารถปกครองนักเรียนให้อยู่ในระเบียบวินัยตลอดเวลา เป็นต้น

4. ประพฤติดี เช่น ละเว้นการกระทำที่เป็นอายุมุขทั้งปวง กระทำแต่สิ่งที่เป็นกายสุจริต วจีสุจริต และมโนสุจริต

5. มีจรรยาครูและคุณธรรมสูง เช่น ซื่อสัตย์ต่อวิชาชีพครู เสียสละ มีเมตตากรุณายุติธรรมมานะอดทน เป็นต้น

6. มนุษย์สัมพันธ์ดี ทั้งต่อผู้ปกครองนักเรียนและนักเรียน เป็นต้น

ทิตนา เขมณี (2536) กล่าวว่า คุณลักษณะครูที่พึงมีหรือพัฒนาให้เกิดขึ้นในตนเอง มีดังนี้

1. เคารพในความเป้นปัจเจกบุคคลของนักเรียน ไม่ดูถูกนักเรียน ยอมรับในความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. รับฟังและพิจารณาความคิดเห็นของนักเรียนโดยไขหลักเหตุผล

3. เปิดโอกาสให้เด็กได้ไขปัญหา ความคิด และแสดงออกอย่างเหมาะสม

4. มีความยุติธรรม ตัดสินใจบนหลักเหตุผล
5. เคารพในสิทธิของผู้อื่น ไม่ละเมิดสิทธิ์ของผู้อื่นทั้งทางกาย วาจา
6. เคารพในกฎระเบียบของสังคม และใช้เสรีภาพในขอบเขตของกฎหมายและ
ขนบธรรมเนียมประเพณี
7. ให้ความร่วมมือกับผู้อื่น รับผิดชอบต่อนหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย รู้จักเสียสละคำนึงถึงประ
โยชน์ส่วนรวม
8. สามารถแก้ไขปัญหาโดยสันติวิธี
9. ไขปัญหา เหตุผล และความถูกต้องในการตัดสินใจและตัดสินใจปัญหาต่าง ๆ

ลักษณะครูที่ดีตามแนวคิดของนักการศึกษาตะวันตก

Hessong, Thomas H. Weeks et al. (1987) ได้สรุปแนวความคิดของครูที่ดีไว้เป็นระบบ
และครอบคลุมคุณลักษณะของครูอย่างกว้างขวาง ดังนี้

1. เป็นผู้มีความรอบรู้
2. เป็นผู้มีอารมณ์ขัน
3. เป็นผู้มีความยืดหยุ่นผ่อนปรน
4. เป็นผู้มีความตั้งใจในการทำงาน
5. เป็นผู้มีความซื่อสัตย์
6. เป็นผู้มีความสามารถสร้างความชัดเจน
7. เป็นคนเปิดเผย
8. เป็นผู้มีความอดทน
9. เป็นแบบอย่างที่ดี
10. เป็นผู้สามารถประยุกต์ทฤษฎีไปปฏิบัติได้
11. เป็นผู้มีความเชื่อมั่นในตนเองสูง
12. เป็นผู้มีความสามารถในศิลปะวิทยาการหลายๆด้าน
13. เป็นผู้แต่งกายเหมาะสมและมีสุขอนามัยส่วนบุคคลดี

นอกจากนี้ คุณลักษณะของครูตามแนวการจัดการศึกษา ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่ง
ชาติ พุทธศักราช 2542 ที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ หมวดที่ 4 มาตราที่ 22 -
30 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551) มีดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจ ในการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
2. มีความรู้ และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. สามารถฝึกทักษะและกระบวนการคิดให้แกผู้เรียนจนพร้อมที่จะเผชิญกับสถานการณ์และ
แก้ปัญหาได้

4. สามารถปลูกฝัง และสร้างลักษณะที่พึงประสงค์ให้แกผู้เรียนโดยเน้น ความรู้ คุณธรรม
ค่านิยม และบูรณาการความรู้ในเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างสมดุล

5. สามารถจัดเนื้อหาสาระ และกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ และความถนัดของผู้
เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

6. สามารถจัดกิจกรรมใหญ่เรียน ได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้คิดเป
น ทำเป็นรักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

7. สามารถวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู และใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้

8. สามารถจัดทำสาระของหลักสูตรให้สอดคล้องกับสภาพของชุมชน ท้องถิ่น และความต้อง
การของนักเรียน เป็นหลักสูตรสถานศึกษา

9. สามารถประเมินพัฒนาการของผู้เรียน จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนควบคู่กับการ
ทดสอบ

10. สามารถจัดบรรยากาศ สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้
ทุกเวลา และทุกสถานที่

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2551) ได้กำหนดตัวชี้ลักษณะครูที่ดี ไวดังนี้

1. ต้องมีความรัก และความเข้าใจเด็ก มีความเมตตา ปรารถนาดี รักเด็ก
2. ยิ้มแย้มแจ่มใส น่ารักน่าชัง มองโลกในแง่ดี
3. เสียสละ อุทิศเวลา เป็นผู้ใหญ่มากกว่าผู้รับ เห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวม และประโยชน์ที่เกิด
กับตัวเด็กมากกว่าส่วนตัว

4. พัฒนาตนเองเสมอ ใฝ่รู้ใฝ่เรียน มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

5. มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี อยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข

6. ซื่อสัตย์ อดทน ขยันหมั่นเพียร จริงใจ ตั้งใจคนหาศักยภาพของเด็ก

7. ตั้งใจสอน มีความสามารถในการปฏิบัติงานสอน มีการพัฒนาผลงานอย่างต่อเนื่อง

8. มีวิสัยทัศน์กว้างไกล สามารถวิเคราะห์หลักสูตรเชื่อมโยงกับสิ่งแวดล้อมในชีวิตจริงในการ
จัดการเรียนการสอน

9. ตรงต่อเวลา จัดสรรเวลาและกิจกรรมอย่างเป็นระบบ

10. มีความรับผิดชอบ มุ่งมั่นแก้ปัญหาให้นักเรียนรายบุคคล

11. รักและศรัทธาในวิชาชีพ

12. ประพฤติตนเป็นแบบอย่างที่ดี แต่งกายและวางตนเหมาะสม

13. ยอมรับความคิดเห็น และความสามารถของคนอื่น

14. ยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลและเชื่อว่าเด็กทุกคนมีศักยภาพในการเรียนรู้

15. เป็นนักประสาน รวมมือกับชุมชนได้อย่างสร้างสรรค์

คุณลักษณะของครูตามมาตรฐานการศึกษาเพื่อการประเมินคุณภาพภายนอกระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2543) มีดังนี้

1. มีวิญญูณความเพียร มีคุณธรรม จริยธรรม
2. มีความสามารถในการจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
3. มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ คิดวิเคราะห์ และสังเคราะห์องค์ความรู้เพื่อ

พัฒนาการเรียนการสอน

4. มีคุณวุฒิ/ความรู้ ความสามารถตรงกับงานที่รับผิดชอบ

จากผลการวิจัยและแนวคิดต่างๆ พิจารณาแล้วสามารถสรุปได้ว่าคุณลักษณะของครูที่ดีนั้นจะมีลักษณะที่สำคัญๆดังต่อไปนี้

1. คุณสมบัติส่วนตัวดี เช่น บุคลิกภาพดี มีความรู้ ความสามารถและมีความประพฤติดีเป็นคน
2. สอนดี กล่าวคือ มีความสามารถในการสอน เช่น การเตรียมการสอน การใช้สื่ออุปกรณ์ต่างๆอย่างเหมาะสมและทันสมัย ทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้แจ่มชัด ปฏิบัติตามได้ เป็นต้น
3. มีคุณธรรมและจรรยาบรรณ เช่น มีเมตตา กรุณา ยุติธรรม มีความรักและศรัทธาในอาชีพครู เป็นต้น
4. มีความมุ่งมั่นในการพัฒนา เช่น การศึกษาหาความรู้อยู่เสมอ หวังผลเลิศในงานที่ปฏิบัติเข้าร่วมกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม
5. มีมนุษยสัมพันธ์ดีทั้งกับเพื่อนครู ผู้ปกครอง นักเรียนและประชาชนทั่วไป

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2559) กล่าวว่า ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพ หมายถึง ครูที่มีความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ดี โดยมีความรู้ในส่วนที่เป็นเนื้อหาความรู้ที่สอนในด้านเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์ทั่วไป และความรู้ในส่วนที่เป็นศาสตร์การสอน มีความสามารถในการปฏิบัติการสอน ถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียนได้ดี เป็นผู้ที่มีคุณธรรมจริยธรรมความเป็นครู สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ และเป็นผู้ที่พัฒนาความรู้ตนเองอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ

รายละเอียดของคุณลักษณะด้านต่างๆ มีดังนี้

1. มีความรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ดี โดยความรู้ที่มีเป็นไปตามวิชาเอกที่เรียนจบ หรือวิชาที่สอน ได้แก่ เนื้อหาทางเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ หรือเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ในส่วนที่เป็นทางด้านวิทยาศาสตร์ไม่ใช่มีความรู้เฉพาะเนื้อหาวิชาจึงจะเพียงพอ ยังต้องรู้ในเรื่อง STEM ธรรมชาติ

วิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย

เนื้อหาทางการสอนวิทยาศาสตร์เป็นส่วนของศาสตร์การสอน เป็นสิ่งสำคัญเพราะจะช่วยให้ครูสามารถถ่ายทอดเนื้อหาความรู้ได้อย่างดี ความรู้ในด้านนี้ ได้แก่ กลุ่มสาขาวิชาชีพครูด้านการศึกษาศาสตร์ หลักสูตรวิทยาศาสตร์ หลักการสอน ทักษะและกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสอนที่เน้นการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสอนปฏิบัติการ จิตวิทยาพัฒนาการ จิตวิทยาการศึกษา ทฤษฎีการเรียนรู้ ทฤษฎีการสอน แหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ การวัดผลและประเมินผล การสร้างการใช้และเก็บรักษาสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ การปกครองชั้นเรียน และการวิจัยในชั้นเรียน ครูที่มีความรู้ดี จะติดตามความก้าวหน้าขอความรู้ในศาสตร์นั้น เพราะปัจจุบันความรู้โดยเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว ครูวิทยาศาสตร์จึงไม่หยุดที่จะหาความรู้ในศาสตร์ของตนอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ

1.1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science; NOS) เป็นลักษณะเฉพาะ ซึ่งจะบ่งบอกถึงความแตกต่างระหว่างตัววิทยาศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ ธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะของค่านิยม ข้อสรุป แนวคิดหรือแม้แต่คำอธิบายที่จะบอกว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร มีส่วนเกี่ยวข้องกับอะไรบ้างและอย่างไร คำอธิบายเหล่านี้จะผสมผสานกลมกลืนอยู่ในตัววิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการมองสิ่งเหล่านี้ในเชิงปรัชญาเกี่ยวกับการกำเนิด ธรรมชาติ วิธีการละขอบเขตของความรู้ของมนุษย์ (Epistemology) และในเชิงสังคมวิทยา (Sociology) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วยแนวคิดเกี่ยวกับตัววิทยาศาสตร์อยู่หลายแนวคิด ซึ่งในที่นี้อาจจัดหมวดหมู่ของแนวคิดเหล่านั้นได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ตามการจัดของ The American Association for the Advancement of Science (AAAs) ได้แก่ การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (scientific worldview) และกิจการทางวิทยาศาสตร์ (scientific enterprise) โดยอธิบายได้ดังนี้

1.1.1 การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนควรจะมี ความเข้าใจการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ลักษณะ (AAAs, 1990) ได้แก่

- 1) วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน แนวคิดทางวิทยาศาสตร์พัฒนามาจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น
- 2) วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์และจินตนาการ
- 3) วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำงาน นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายปรากฏการณ์ที่สังเกตโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับซึ่งความน่าเชื่อถือของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มาจากความสามารถในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและปรากฏการณ์

4) นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความเสี่ยงข้อมูลหลักฐาน

5) วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น (authority) และเชื่อว่าไม่มีบุคคลใดหรือนักวิทยาศาสตร์คนไหนไม่ว่าจะมีชื่อเสียงหรือตำแหน่งหน้าที่การงานสูงเพียงใดที่จะมีอำนาจตัดสินว่าอะไรคือความจริงหรือมีสิทธิพิเศษในการเข้าถึงความจริงมากกว่าคนอื่น ๆ ได้

สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ได้มีนักการศึกษาในกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) เสนอกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นสร้างความสนใจ Engagement (2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ (5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) เพื่อเน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

1.1.2 ธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์

การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน และปรากฏในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของหลายๆประเทศ มีการอธิบายลักษณะหรือประเด็นของธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เข้าใจตรงกันมากขึ้นประเด็นต่างๆที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พอสรุปได้ดังนี้ (AAAs,1990)

1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้เชิงประจักษ์ (empirical knowledge) ซึ่งได้มาจากการสังเกต

2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นปรนัย (objectivity)

3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับความผิดชอบชั่วดี กล่าวคือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ต่อมนุษย์หลายประการ แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถชี้ว่ามนุษย์ว่าควรนำความรู้นั้นไปใช้อย่างไร

4) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะสากล (universal) กล่าวคือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะทั่วไปไม่เป็นความรู้เฉพาะคนใดคนหนึ่ง หรือเฉพาะกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

5) วิทยาศาสตร์มีความเป็นสาธารณะ กล่าวคือความจริงที่วิทยาศาสตร์ค้นพบนั้นจะต้องแสดงหรือทดลองให้ทุกคนเห็นได้เหมือนกับผู้อื่น

6) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายหรือพยากรณ์ปรากฏการณ์ธรรมชาติ

7) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน (durable) แม้ว่านักวิทยาศาสตร์จะมีความเชื่อว่าจะไม่มีความจริงใดที่สมบูรณ์ที่สุด และยอมรับเรื่องความไม่แน่นอน (uncertainty) ที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความคงทน

8) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะพลวัต (dynamic) กล่าวคือ แม้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะมีความคงทน และเชื่อถือได้ แต่อย่างไรก็ตาม ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นความจริงชั่วคราว สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือพัฒนาต่อไปได้เมื่อมีข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เปลี่ยนแปลงไป

9) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีความสอดคล้องต้องกัน (consistency) และเป็นเอกภาพ

(unity)

- 10) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์
- 11) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับสังคมและวัฒนธรรม
- 12) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากความเชื่อ ความรู้เดิมของนักวิทยาศาสตร์และทฤษฎีที่มีอยู่

1.1.3. กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในหลักสูตร เป็นหนึ่งในสามองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน Benchmarks for Science Literacy ของสมาคมครูวิทยาศาสตร์สหรัฐอเมริกา (AAAs, 1990) โดยกล่าวถึงกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกิจกรรมที่มีหลายมิติ เป็นทั้งรายบุคคล สังคม และสถาบัน มีความสำคัญมาก เนื่องจากทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างอดีตและปัจจุบันเป็นอย่างมาก โดยระบุถึงกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

- 1) วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน
- 2) วิทยาศาสตร์แตกแขนงเป็นสาขาต่างๆและมีการดำเนินการในหลายองค์กร
- 3) วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมที่ยอมรับกันโดยทั่วไป ในการดำเนินการ นักวิทยาศาสตร์ต้องทำงานโดยมีจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
- 4) นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญและพลเมือง

2. มีความสามารถในการปฏิบัติการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบด้านการปฏิบัติการสอนมีองค์ประกอบนี้ ได้แก่ ความสามารถทางการจัดการเรียนการสอน และการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ เช่น การวางแผนการจัดการเรียนรู้ การใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ สามารถเลือกใช้รูปแบบการสอนได้เหมาะสมอาจเป็นการสอนแบบสืบเสาะ การสืบค้น การค้นคว้า การสอนซ่อมเสริม การสอนเป็นรายบุคคล การสอนแบบการสร้างองค์ความรู้ การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 5E แบบ 7E การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นต้น จัดกิจกรรมให้กับผู้เรียนได้ดี เลือกใช้แหล่งการเรียนรู้และสื่อการเรียนการสอน วัตถุประสงค์และประเมินผลได้ดี และนำผลจากการประเมินมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

นอกจากนี้ครูวิทยาศาสตร์ยังต้องมีความสามารถในเรื่อง TPACK และการสอนที่จะพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ความรู้ในสองส่วนนี้มีดังนี้

TPCK; TPACK เป็นความรู้เนื้อหาพหุสาขาวินิจฉัยและเทคโนโลยี TPACK Technological

Pedagogical Content Knowledge) (ราชบัณฑิตยสถาน, 2558) เป็นความสามารถบูรณาการระหว่างเนื้อหาวิชากับศาสตร์การสอนได้เหมาะสม สามารถพหุสาขาคำความรู้ 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านการสอน และความรู้ด้านเทคโนโลยี เพื่อช่วยให้การสอนโดยใช้เทคโนโลยีเกิดประสิทธิผลมากขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีและรวดเร็วขึ้น

ความรู้ด้านเนื้อหาหรือซีเค (Content Knowledge-CK) หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจของ ครูผู้สอนในวิชาหรือเนื้อหาที่สอน ลักษณะและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของ เนื้อหา มโนทัศน์สำคัญ หลักการ ทฤษฎี โครงสร้างและกรอบความคิดของเนื้อหาที่สอน รวมถึง ข้อมูล หลักฐาน กระบวนการ สืบสวนและพัฒนาความรู้ในเนื้อหาสาระนั้น

ความรู้ด้านการสอนหรือพีเค (Pedagogical Knowledge-PK) หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับผู้เรียน วัตถุประสงค์ กลยุทธ์ วิธีการและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การจัดการชั้นเรียน การจัดประสบการณ์เสริมการเรียนรู้และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ความรู้ด้าน เทคโนโลยีหรือทีเค (Technological Knowledge-TK) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีแบบต่าง ๆ ทั้งในระบบแอนะล็อก (analog system) และระบบดิจิทัล (digital system) รวมถึงการใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศหรือไอที (Information Technology-IT) เพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ แต่เนื่องจาก ความรู้ด้านเทคโนโลยีกำลังอยู่ในสถานะของการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอย่างรวดเร็ว ความรู้ทั้งหลาย จึงอาจล้ำสมัย Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) หรือที่นิยมเรียกว่า ที แพ็ก (TPACK) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการสอนเนื้อหาสาระด้วยวิธีการ ต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์และผู้เรียน โดยสามารถปรับหรือประยุกต์เทคโนโลยีที่มีอยู่ให้ สามารถใช้งานได้เหมาะสมกับบริบทและวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

ครูวิทยาศาสตร์ที่มีความรู้ด้านเทคโนโลยีสามารถนำเนื้อหาสาระที่เตรียมไว้ผนวกกับความรู้ที่ ค้นคว้าผ่านระบบเครือข่ายสารสนเทศดังกล่าว ซึ่งมีผู้อื่นจัดทำไว้ในรูป สติติ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวที่มีสีสันสวยงาม มีเสียงประกอบมาสร้างเป็นบทเรียน หรือสื่อดแทรกในบทเรียน ทำให้บทเรียนและการสอนแต่ละครั้งมีความน่าสนใจ และสามารถสื่อความหมายของผู้สอนได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ความรู้ด้านเทคโนโลยีจะช่วยกระบวนการสอนตามเนื้อหาที่เตรียมไว้น่าสนใจยิ่งขึ้นแล้ว ความรู้ด้านเทคโนโลยีแสวงหาข้อมูลและเรื่องที่เป็นประโยชน์ผ่านเครือข่ายที่มีความเร็วสูง จะ ประหยัดเวลาในการเตรียมบทเรียนเป็นอย่างมาก รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีช่วยเตรียมบทเรียนจะช่วยให้สามารถนำเสนอบทเรียนได้อีกหลายครั้ง และสามารถแก้ไข ปรับปรุงเพื่อให้เนื้อหาสาระมีความ ทันสมัย เหมาะสมยิ่งขึ้นได้โดยง่าย

3. มีคุณธรรมจริยธรรมความเป็นครู การเป็นผู้นำทางด้านจิตใจเป็นคุณลักษณะที่สำคัญยิ่งอีก ประการหนึ่งของครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพ ซึ่งมีความสามารถในการพัฒนาตนและบุคคลอื่นให้เป็นคน ที่มีจิตใจดี การมีจิตใจดีเป็นเกณฑ์หลักในการตัดสินการเป็นคนดี ทั้งเกณฑ์ทางวิชาชีพและเกณฑ์ทาง สังคม ทั้งเกณฑ์ทางทางตะวันตกและตะวันออก ครูทุกคนจึงต้องเป็นผู้นำทางจิตใจ องค์ประกอบด้าน คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพ ได้แก่ 1) มีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพครู 2) มีเจตคติที่ดีต่อการ ปฏิบัติงานวิชาชีพครู 3) มีเจตคติที่ดีต่อศิลปวัฒนธรรมไทย 4) ความเป็นผู้นำ และ 5) มีคุณธรรม จริยธรรม ใจกว้าง มีเหตุผล รักความยุติธรรม รักความสามัคคี

ครูที่มีคุณธรรมจริยธรรม จะได้รับการเคารพจากศิษย์ ได้รับการยอมรับจากผู้ปกครอง ได้รับการสนับสนุนจากเพื่อนและผู้บังคับบัญชา ทำให้มีความก้าวหน้าในการทำงานและการประกอบอาชีพ ซึ่งอาจได้รับการยกย่องประกาศเกียรติคุณให้เป็นตัวอย่างที่ดีของบุคลากรในวิชาชีพ ในด้านภาระงาน การเป็นผู้นำของสังคม ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพควรเป็นผู้นำในด้านการใช้เหตุผลได้อย่างเหมาะสม กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในสังคมหรือชุมชน ไม่ปล่อยให้สังคมเกิดความมั่งงายต่อความเชื่อผิดๆ ที่ขาด หลักการทางวิทยาศาสตร์ ครูจึงเป็นตัวแทนที่ดีของสังคม สามารถนำให้สังคมมีคุณธรรมจริยธรรมที่ดี และได้รับการยกย่องให้เป็นผู้นำที่ดีของสังคม

4. มีมนุษยสัมพันธ์ดี ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี สามารถสร้างมนุษยสัมพันธ์กับบุคลากรภายในสถานศึกษาทั้งเพื่อนครู นักเรียน ผู้บริหาร และยังสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับบุคคลภายนอกด้วย ได้แก่ ผู้ปกครองและคนในชุมชน

1) ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพมีแนวทางในการสร้างมนุษยสัมพันธ์กับผู้เรียน ดังนี้ (ทักษิณี ชาติไทย, 2535) รักนักเรียนและตั้งใจสอนนักเรียน รับฟังปัญหาของนักเรียน ให้ความสนับสนุนกับนักเรียน ให้กำลังใจนักเรียน ชยันอบรมจริยธรรมให้นักเรียน ชยันดูแลเอาใจใส่ให้นักเรียน ทำตนให้เป็นตัวอย่างที่ดีของนักเรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้กว้างขวาง เป็นผู้มีเมตตา อดทนในกิจกรรมต่างๆ ที่ทำร่วมกับผู้เรียน ใช้หลักประชาธิปไตยในการจัดกิจกรรมต่างๆ ร่วมกับผู้เรียน

2) ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพมีแนวทางในการสร้างมนุษยสัมพันธ์กับผู้ร่วมงาน ดังนี้ (ธนรัชฎ์ ศิริสวัสดิ์ , 2549) ทักทายและพบปะกันในโอกาสอันควรจริงใจต่อกัน เลี่ยงการนินทา ไม่ขัดทอดความผิดให้คนอื่นเมื่อเป็นความผิดของตน ยกย่องตามโอกาสอันควร ด้วยความจริงใจ ใจกว้างเอื้อเฟื้อ และให้ความร่วมมือกับเพื่อนด้วยความเต็มใจ รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ทำตนเสมอต้นเสมอปลาย และไม่ทำตัวเหนือเพื่อน เห็นใจและช่วยเหลือเพื่อนในยามทุกข์ ให้เกียรติเพื่อนร่วมงานทุกระดับ

3) ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพมีแนวทางในการสร้างมนุษยสัมพันธ์กับผู้บังคับบัญชา ดังนี้ (ธนรัชฎ์ ศิริสวัสดิ์ , 2549) เข้าใจความคิดของผู้บังคับบัญชา พยายามหาทางให้ความคิดของผู้บังคับบัญชาให้เป็นความจริงและเกิดผลดี เรียนรู้นิสัยการทำงานของผู้บังคับบัญชา ทำงานให้ดีและเต็มความสามารถพยายามทำความเข้าใจของผู้บังคับบัญชาให้เป็นความจริงและเกิดผลดี เลี่ยงการประจบยกย่องและสรรเสริญ ผู้บังคับบัญชาตามโอกาสอันควร เข้าพบและปรึกษาผู้บังคับบัญชาในโอกาสและเวลาที่เหมาะสม ทำงานโดยใช้เหตุผลเป็นสำคัญ ไม่นินทาผู้บังคับบัญชา และไม่รบกวนในเรื่องเล็กน้อยๆ ตลอดจนไม่กล่าวถึงความยากลำบากในการปฏิบัติงานกับผู้บังคับบัญชา ประเมินการทำงานของตนเป็นระยะๆ

4) ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพมีแนวทางในการสร้างมนุษยสัมพันธ์กับผู้ปกครองและชุมชน ดังนี้ (ธนรัชฎ์ ศิริสวัสดิ์, 2549) เข้าใจความต้องการของชุมชนและสังคม พยายามศึกษาความเปลี่ยนแปลงของชุมชนอยู่เสมอ ประชาสัมพันธ์กิจกรรมที่สถานศึกษาจัดให้ชุมชนรับทราบ และช่วยประชาสัมพันธ์

กิจกรรมของชุมชนด้วย พยายามใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการศึกษาของสถานศึกษาและให้ชุมชนมีโอกาสมาใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในสถานศึกษาด้วยการรับฟังความคิดเห็นของประชาชนในชุมชนอยู่เสมอ มีความตื่นตัวในการพัฒนาสถานศึกษาและท้องถิ่นอยู่เสมอ

5. พัฒนาความรู้ตนเองอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพเป็นผู้นำในวิชาชีพเป็นผู้ที่พัฒนาตนเองอย่างสม่ำเสมอ โดยพัฒนาทั้งด้านปัญญา ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านจิตใจ และคุณลักษณะในวิชาชีพครู เป็นการพัฒนาด้านรอบด้าน การพัฒนาตนเองมีได้หลายแบบ เช่น โดยการอ่านจะต้องพัฒนาการอ่านทางวิชาการทั้งด้านเทคนิคการอ่านและขอบข่ายของการอ่าน โดยการประชุมสัมมนาทางวิชาการ และโดยการศึกษาอบรมโดยระบบทางไกลและระบบทางไกล การศึกษาอบรมโดยระบบทางไกลเป็นการศึกษาอบรมที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับการศึกษาต่อ หรือการเข้ารับการอบรมในหน่วยงานเป็นวิธีที่ปฏิบัติกันมากทั้งในอดีตและปัจจุบัน การศึกษาอบรมทางไกลเป็นการศึกษาที่ผู้ให้และผู้รับความรู้มีการพบปะกันโดยตรงน้อยกว่าการศึกษาอบรมทางไกล ปัจจุบันมีการศึกษาอบรมทางไกลได้หลายรูปแบบและสามารถหาความรู้จากเว็บในระบบต่างๆ ได้เช่น MOOC (Massive Open Online Course) เป็นต้น

ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพนอกจากจะต้องพัฒนาคุณลักษณะในการแสวงหาความรู้แล้ว ยังต้องพัฒนาคุณลักษณะในการผลิตผลงานทางวิชาการ เช่น ตำรา เอกสารประกอบการสอน บทความทางวิชาการงานวิจัย รวมทั้งต้องมีคุณลักษณะในการวิพากษ์ และ นำเสนอผลงานวิชาการด้วยการพัฒนานี้จะเน้นการพัฒนาด้วยตนเอง ครูมีอาชีพจึงต้องเป็นผู้มีวัฒนธรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องที่จะสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้และมีการเรียนรู้ตลอดชีวิตทั้งในวิชาการด้านเนื้อหา วิชาการด้านวิชาชีพครู วิชาการด้านการเป็นผู้นำ

มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์ขึ้นเพื่อเป็นแนวทางพัฒนาคุณภาพและประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของครูให้ครูได้ตรวจสอบและประเมินตนเองและให้สถานศึกษานำไปใช้เพื่อเป็นแนวทางในการเตรียมความพร้อมของครูวิทยาศาสตร์ มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์นี้ประกอบด้วยมาตรฐานหลัก 10 มาตรฐาน จำแนกเป็นมาตรฐานเฉพาะสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ 2 มาตรฐานและมาตรฐานทั่วไปที่ใช้ร่วมกันทั้งวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์อีก 8 มาตรฐาน มาตรฐานนี้ได้พัฒนามาจากมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีของนานาประเทศที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้เหมาะสมกับระบบการศึกษาของไทย มุ่งเน้นให้การจัดการเรียนการสอนได้พัฒนาผู้เรียนให้มีทั้งความรู้ ความคิด เกิดทักษะกระบวนการเรียนรู้ เจตคติ มีคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ได้ตามมาตรฐาน มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์ 10 มาตรฐาน มีดังนี้

มาตรฐานที่ 1 ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เข้าใจในธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ประกอบด้วยโครงสร้างเนื้อหาตามหลักสูตรและสาระความรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แนวคิดด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา รวมทั้งสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ทำให้เนื้อหาวิชามีความหมายต่อผู้เรียน

มาตรฐานที่ 2 การนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้อย่างมีคุณธรรมและมีความสนใจใฝ่พัฒนาวิชาชีพของตนเอง ใช้วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิตโดยคำนึงถึงความปลอดภัยต่อสุขภาพ รวมทั้งเป็นผู้ที่เฝ้าหาโอกาสในการพัฒนาวิชาชีพของตนเอง

มาตรฐานที่ 3 การจัดโอกาสในการเรียนรู้ตามระดับการเรียนรู้และพัฒนาการของผู้เรียน เข้าใจถึงระดับการเรียนรู้และพัฒนาการเรียนของผู้เรียน จัดโอกาสในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนเพื่อส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาทางสติปัญญา สังคมและบุคลิกภาพ

มาตรฐานที่ 4 การจัดกระบวนการเรียนรู้ตามความแตกต่างของผู้เรียน เข้าใจถึงความแตกต่างของผู้เรียนและใช้ความแตกต่างดังกล่าวเป็นพื้นฐานในการจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาโอกาสในการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับผู้เรียน

มาตรฐานที่ 5 การใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมเพื่อช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน เข้าใจและใช้วิธีการสอนอย่างหลากหลาย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดด้านการวิเคราะห์วิจารณ์ การแก้ปัญหาและทักษะปฏิบัติ

มาตรฐานที่ 6 การสร้างแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงบันดาลใจ เข้าใจถึงแรงกระตุ้นและพฤติกรรมของผู้เรียนหรือกลุ่มของผู้เรียน และสามารถสร้างสภาพแวดล้อมของกาเรียนรู้ที่ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์กันในทางบวก เพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้และแรงบันดาลใจ

มาตรฐานที่ 7 พัฒนาทักษะการสื่อสารเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ มีทักษะการสื่อสารและสามารถใช้ภาษาอย่างถูกต้องทั้งการพูด การเขียน และการแสดงออก ใช้วิธีการสื่อสารเพื่อกระตุ้นให้มีการสืบหาความรู้ การมีปฏิสัมพันธ์และการทำงานร่วมกัน

มาตรฐานที่ 8 การพัฒนาหลักสูตร สาระการเรียนรู้และการวางแผนการสอน พัฒนาหลักสูตรที่อยู่บนพื้นฐานของสาระและมาตรฐานการเรียนรู้อย่างสอดคล้องกับความต้องการของชุมชนและพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ

มาตรฐานที่ 9 การประเมินผลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ครูต้องมีความรู้ ความเข้าใจและใช้กลวิธีในการประเมินผลตามสภาพจริง และนำผลการประเมินไปใช้เพื่อยืนยันถึงพัฒนาการเรียนรู้ของต่อเนื่องของผู้เรียนทั้งทางสติปัญญา สังคม และร่างกาย

มาตรฐานที่ 10 การนำชุมชนมาร่วมจัดการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้แก่ผู้เรียน ครูต้องสามารถส่งเสริมความสัมพันธ์กับผู้ร่วมงานในโรงเรียน ผู้ปกครอง และองค์กรในชุมชน เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้และพัฒนาการเรียนรู้แก่ผู้เรียน

ดังนั้นมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นมาตรฐานกำหนดคุณภาพและประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของครูวิทยาศาสตร์ กำหนดให้ครูวิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการเรียนการสอน พัฒนาส่งเสริมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาด้านการคิดวิเคราะห์ วิจัย การแก้ปัญหาและทักษะปฏิบัติ สามารถสร้างสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ กระตุ้นการสืบเสาะหาความรู้ สามารถพัฒนาหลักสูตร ประเมินผลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ และนำชุมชนมาร่วมจัดการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้แก่ผู้เรียน มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์ทั้ง 10 มาตรฐานนี้ใช้เป็นแนวทางในการผลิตครูเพื่อทำหน้าที่ครูวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพด้วยเช่นกัน โดยใช้กำหนดเป้าหมายของการฝึกหัดครู และแจ้งให้นักศึกษาครู ทราบมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเตรียมความพร้อมนักศึกษาในทุกด้านเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนด สามารถดำเนินการตามมาตรฐานได้ดีในการประกอบวิชาชีพครู และใช้เป็นกรอบการปฏิบัติงาน กำหนดสมรรถภาพของครู ใช้เป็นเกณฑ์กำหนดการจบการศึกษาและการมอบใบประกอบวิชาชีพ และควรเชื่อมโยงมาตรฐานครูกับมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ (Baird, 1998 อ้างถึงใน ญัฐวิทย์ พจนตันติ , 2546)

(Duggan-Haas, 2000) ได้กำหนดมาตรฐานการผลิตครูวิทยาศาสตร์ (NSTA Standards for science teacher preparation) เพื่อผลิตครูที่มีคุณภาพ มีความรู้ ความเข้าใจทั้งความรู้ด้านวิชาชีพครู ด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ และการส่งเสริมการเรียนรู้ สามารถจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้เหมาะสมกับนักเรียนทุกคน ให้นักเรียนเห็นคุณค่า คุณประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งรู้เป้าหมายของการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาที่ต้องการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นหนักด้านเนื้อหาแต่จัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจอย่างลึกซึ้งและสามารถนำความรู้นั้นไปใช้ประโยชน์ได้

มาตรฐานการผลิตครูวิทยาศาสตร์ของ NSTA เป็นแนวทางที่เหมาะสมกับการผลิตครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา แต่ก็สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางได้ในทุกระดับการศึกษาตั้งแต่ก่อนอนุบาลจนถึงระดับมหาวิทยาลัย รวมถึงบุคลากรที่ทำงานด้านการศึกษา และนักการศึกษาที่ทำหน้าที่ผลิตครู มาตรฐานการผลิตครูทั้ง 10 มาตรฐานนี้ ได้แก่

1. มาตรฐานด้านเนื้อหา (Content)

การผลิตครูวิทยาศาสตร์ต้องให้นักศึกษาเรียนรู้แนวคิด ความคิด และความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ตามกรอบมาตรฐานของชาติและของรัฐ เนื้อหาที่เรียนประกอบด้วย

1.1 แนวคิดและหลักการทางวิทยาศาสตร์

1.2 แนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิด

1.3 กระบวนการสำรวจตรวจสอบ

1.4 การนำคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิจัยทางวิทยาศาสตร์

2. มาตรฐานด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of science)

การผลิตครูต้องให้นักศึกษาเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ลักษณะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่แตกต่างจากการเรียนรู้วิชาอื่นๆ

2.2 ลักษณะพื้นฐานที่เด่นชัดของวิทยาศาสตร์ และการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี

2.3 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.4 การยอมรับหลักฐานที่เชื่อถือได้ และการอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3. มาตรฐานด้านการจัดการเรียนการสอนด้วยการสืบเสาะ (Teaching science through inquiry)

การผลิตครูต้องเตรียมและผลิตให้นักศึกษาครู มีความรู้ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science inquiry) รวมถึงต้องเข้าใจและบทบาทการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องเรียนรู้ ได้แก่

3.1 การตั้งคำถามและการพิสูจน์หาคำตอบ

3.2 การสร้างความรูจากข้อมูล

3.3 การร่วมมือและการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารขณะหาคำตอบ

3.4 การสร้างแนวคิดและการหาความสัมพันธ์จากหลักฐานเชิงประจักษ์

4. มาตรฐานด้านบริบทของวิทยาศาสตร์ (The context of science)

การผลิตครูต้องเตรียมและผลิตให้นักศึกษาครู เห็นถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ กับชีวิตประจำวันและความสนใจของนักเรียน และกรอบความคิด ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งบริบทของวิทยาศาสตร์ที่ต้องเรียนรู้ หมายถึง

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ สังคมและค่านิยมทางวัฒนธรรม

4.3 ความสัมพันธ์และความสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อนักเรียนแต่ละคน

5. มาตรฐานด้านการจัดการเรียนการสอน (Pedagogy)

การผลิตครูต้องเตรียมและผลิตให้นักศึกษาครูสามารถจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความ หลากหลายของนักเรียน จัดให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการสร้างความรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ และส่งเสริมให้เรียนรู้จากการสืบเสาะความรู้ ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ หรือวิชาครูที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่

- 5.1 การปฏิบัติการสอน ยุทธวิธีการสอนและวิธีการสอน
 - 5.2 ปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้
 - 5.3 การจัดชั้นเรียน
 - 5.4 การใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้
 - 5.5 การใช้ความรู้อุเต็มและความสนใจของนักเรียนส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องใหม่
6. มาตรฐานด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science curriculum)

การผลิตครูต้องเตรียมและผลิตให้ศึกษาคณาจารย์สามารถสร้าง และประยุกต์หลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา และสอดคล้องกับความต้องการความสามารถและความสนใจของนักเรียน มาตรฐานด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์ หมายถึง

- 6.1 กรอบของเป้าหมาย แผนการดำเนินงาน วัสดุหลักสูตร วัสดุอุปกรณ์ สื่อการเรียนการสอนและแหล่งเรียนรู้
- 6.2 บริบทของการจัดการเรียนการสอนทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน

7. มาตรฐานด้านบริบททางสังคมของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (The social context of science teaching)

การผลิตครูต้องเตรียมและผลิตให้ศึกษาคณาจารย์สามารถเชื่อมโยงวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้ออกไปกับชุมชน และสามารถเลือกใช้ทรัพยากรบุคคลและสถาบันด้านวิทยาศาสตร์ในชุมชนเป็นแหล่งเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งบริบททางสังคมในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ หมายถึง

- 7.1 เครือข่ายในสังคมและชุมชนที่สามารถสนับสนุนและส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนและการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์
- 7.2 ความสัมพันธ์ของการจัดการเรียนการสอนและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับความต้องการและค่านิยมในชุมชน
- 7.3 ความสัมพันธ์ของคนและสถาบันในชุมชนกับการจัดการเรียนการสอนและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

8. มาตรฐานด้านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู (Professional practice)

โปรแกรมการฝึกหัดครูต้องวางแผนและเตรียมการจัดประสบการณ์การพัฒนา และฝึกทักษะในวิชาชีพครูของนักศึกษาเพื่อให้นักศึกษามีความพร้อมในการเข้าสู่วิชาชีพครู ซึ่งการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในมาตรฐานนี้ หมายถึง

- 8.1 ความรู้และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมของวิชาชีพครู
- 8.2 คุณธรรม จริยธรรมที่เป็นแบบอย่างที่ดีแก่นักเรียนและชุมชน
- 8.3 การฝึกฝน และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง

8.4 ความพร้อมและยินดี เรียนรูรรวมกับนักเรียน และการทำงานร่วมกับครูคนใหม่ที่เพิ่งเขารวมงานในวิชาชีพครู

9. มาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ (The environment for learning)

โปรแกรมการฝึกหัดครูต้องออกแบบและจัดสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียน ประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้อย่างสูงสุด ซึ่งสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ในมาตรฐานนี้ หมายถึง

- 9.1 สภาพแวดล้อมทางกายภาพในการจัดการเรียนการสอน
- 9.2 จิตวิทยาและสภาพแวดล้อมทางสังคมของนักเรียนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- 9.3 การมีคุณธรรมในการนำสิ่งมีชีวิตมาไขทำการทดลอง
- 9.4 คำนึงและตระหนักถึงความปลอดภัยในการจัดการเรียนการสอน

10. มาตรฐานด้านการวัดและประเมินผล (Assessment)

โปรแกรมการฝึกหัดครูต้องใช่วิธีวิธีหลากหลายในการวัดและประเมินผลที่ต้องวัด และประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้งด้านสติปัญญา ด้านสังคม และพัฒนาการของผู้เรียน การวัด และประเมินผลตามมาตรฐานนี้ หมายถึง

- 10.1 ความสอดคล้องของเป้าหมาย วิธีจัดกิจกรรมการเรียนรู้และผลจากการเรียนรู้
- 10.2 วัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนในทุกด้าน
- 10.3 การใช้อยู่ข้อมูลจากการวัดและประเมินผล ปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียน

การสอน

ตอนที่ 2 คุณลักษณะของครูในยุคศตวรรษที่ 21

อ่องจิต เมธยะประภาส (2557) กล่าวถึง คุณลักษณะของครูในยุคศตวรรษที่ 21 หรือเรียกว่า e-Teacher จะประกอบไปด้วย 9 คุณลักษณะที่ครูพึงปฏิบัติ มีดังนี้

1. Experience คือ มีประสบการณ์การเรียนรู้แบบใหม่ ใช้เครื่องมือต่างๆ เช่น Internet , e-Mail การใช้ CD
2. Extended คือ มีทักษะการค้นหาความรู้ได้ตลอดเวลา เพราะ เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต สามารถใช้ได้ตลอด 24 ชั่วโมง ที่ไหนก็ได้ ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ในการหาความรู้ด้วยเทคโนโลยี
3. Expanded คือ การขยายผลของความรู้ที่ส่งนักเรียน ประชาชนทั่วไป และชุมชน สามารถถ่ายทอดความรู้ลง CD , VDO โทรทัศน์หรือบน Web เพื่อให้เกิดการเพิ่มความรู้ที่เป็นประโยชน์ของบุคลากรโดยรวม
4. Exploration คือ สามารถเลือกเนื้อหาที่ทันสมัย เอกสารอ้างอิง ค้นคว้าทั้งสาระและบันเทิง เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำมาออกแบบการเรียนการสอน

5. Evaluation คือ เป็นนักประเมินที่ดี สามารถใช้เทคโนโลยีในการประเมินผล

6. End-User คือ เป็นผู้ใช้ปลายทางที่ดี เช่น สามารถ Browse ไป Web Site ที่มีคุณค่าบน อินเทอร์เน็ตและเป็นผู้ใช้เทคโนโลยีได้อย่างหลากหลาย

7. Enabler คือ สามารถใช้เทคโนโลยีสร้างบทเรียนและเนื้อหาเพิ่มเติมมาใช้ในการ ประกอบการเรียนการสอน สามารถใช้ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์มาสร้างบทเรียน อย่างน้อยที่สุดก็ สามารถสร้างการนำเสนอเนื้อหาด้วย Power Point เป็นการจูงใจให้นักเรียนสนใจในการเรียนมากขึ้น หรือการใช้ Authoring tool ต่างๆ มาสร้างบทเรียนในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์

8. Engagement คือ ครูที่ร่วมมือกันแลกเปลี่ยนความเห็น หาแนวร่วม เพื่อให้เกิดชุมชน เช่น การคุยกันบน Web ทำให้มีความคิดใหม่ๆ มีข้อเสนอแนะ เกิดชุมชนครูบน Web

9. Efficient and Effective คือ ครูที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล จะต้องเป็นผู้ใช้ เทคโนโลยีได้อย่างคล่องแคล่ว เป็นผู้ผลิต ผู้กระจาย และผู้ใช้ความรู้

พิณสุดา สิริธรงค์ศรี (2557) เสนอรายงานการสังเคราะห์องค์ความรู้ในหัวข้อ"การยกระดับ คุณภาพครูไทยในศตวรรษที่ 21 สรุปลักษณะครูไทยที่มีคุณภาพ จะต้องมึลักษณะดังต่อไปนี้

1. เป็นผู้ที่มีจิตวิญญาณของความเป็นครูและผู้ให้
2. มีความรู้ ความสามารถและทักษะการจัดการเรียนรู้
3. มีทักษะการสื่อสาร
4. อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ
5. ตื่นรู้ ทันสมัยทันเหตุการณ์
6. ตามทันเทคโนโลยีและข่าวสาร
7. สร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน
8. ใฝ่คว้าและแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่อง
9. เป็นแบบอย่างทางคุณธรรมจริยธรรมและศีลธรรม
10. รู้และเข้าใจในอัตลักษณ์ความเป็นชนชาติไทยที่หลากหลาย

11. ภาคภูมิใจในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก
12. ยอมรับและเป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลง
13. มีความพร้อมและปรับปรุงต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกและประชาคมอาเซียน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (กล่าวถึงคุณลักษณะของครูในศตวรรษที่ 21 หมายถึง คุณลักษณะที่จำเป็นสำหรับครูไทยในอนาคต (C-Teacher) ซึ่งมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 8 ประการ คือ

1. C-Content หมายถึง การที่ผู้สอนต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาที่ตนรับผิดชอบในการสอน C-Content ถือเป็นลักษณะที่จำเป็นอย่างที่สุดและขาดไม่ได้สำหรับผู้สอน เพราะถึงแม้ผู้สอนจะมีทักษะ C อื่นที่เหลือทั้งหมด แต่หากขาดซึ่งความเชี่ยวชาญในเนื้อหาการสอนของตนแล้ว เป็นไปไม่ได้เลยที่ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้จากกิจกรรมที่เกิดขึ้นจากผู้สอนที่ไม่แม่นยำในเนื้อหา หรือไม่เข้าใจในสิ่งที่ตนพยายามถ่ายทอด/ส่งผ่านให้แก่ผู้เรียน

2. C-Computer (ICT) Integration หมายถึง การที่ผู้สอนมีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์ ในการบูรณาการกับการเรียนการสอนในชั้นเรียน เหตุผลสำคัญที่ผู้สอนจำเป็นต้อง มีทักษะด้านการประยุกต์คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือหนึ่งในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ นอกจากจะเป็นการติดอาวุธด้านทักษะในการใช้ ICT โดยทางอ้อมให้แก่ผู้เรียนแล้ว หากมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพก็ยังสามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการคิด ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

3. C-Constructionist หมายถึง การที่ผู้สอนเป็นผู้สร้างสรรค์มีความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด Constructionism ซึ่งมุ่งเน้นว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้นั้นเป็นเรื่องภายในของตัวบุคคลจากการที่ได้ลงมือทำกิจกรรมใดๆ ให้เกิดการสร้างสรรค์ความรู้ใหม่ที่เชื่อมโยงกับประสบการณ์หรือความรู้เดิมที่อยู่ในตัวบุคคลนั้นมาก่อน ผู้สอนที่เป็นผู้สร้างสรรค์ไม่เพียงแต่ใช้ทักษะนี้ในการพัฒนาในด้านของเนื้อหาความรู้ใหม่สำหรับผู้เรียน หากยังสามารถนำไปใช้ในการสร้างแผนการเรียนรู้ต่างๆ ซึ่งครอบคลุมกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นในตนเอง ผ่านการลงมือผลิตชิ้นงานต่างๆ เช่น งานศิลปะ การเขียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ฯลฯ

4. C-Connectivity หมายถึง การที่ผู้สอนมีทักษะในการจัดกิจกรรมที่เชื่อมโยงระหว่างผู้เรียนด้วยกัน เพื่อนอาจารย์ทั้งในสถานศึกษาเดียวกันและต่างสถานศึกษา หรือเชื่อมโยงสถานศึกษา บ้าน และ/หรือชุมชนเข้าเป็นส่วนหนึ่งของสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ของผู้เรียน เนื่องจากแนวคิดที่ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้อย่างดี เมื่อสิ่งที่เรียนรู้มีความสัมพันธ์โดยตรง หรือเกี่ยวข้องกับความสนใจ ประสบการณ์ ความเชื่อ สังคม และวัฒนธรรมของผู้เรียน การที่ผู้สอนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ผู้เรียนเรียนรู้ในชั้นเรียนกับเพื่อน อาจารย์ในสถานศึกษา บ้าน และสังคมแวดล้อมที่ผู้เรียนเป็นส่วนหนึ่ง

ได้มากเท่าใด ก็ย่อมทำให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เรารู้กับประสบการณ์ตรง ได้มากเท่านั้น

5. C-Collaboration หมายถึง การที่ผู้สอนมีความสามารถในการเรียนรู้แบบร่วมมือกันกับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือ ผู้สอนจะต้องมีทักษะในบทบาทของการเป็นโค้ช หรือ ที่ปรึกษาที่ดีในการเรียนรู้ (ส่วนใหญ่จะอยู่ในลักษณะของการเรียนรู้ด้วยตนเอง) ของผู้เรียน รวมทั้งการเป็นผู้เรียนเองในบางครั้ง ทักษะสำคัญของการเป็นโค้ชหรือที่ปรึกษาที่ดีนั้น ได้แก่ การสร้างฐานการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนเป็นระยะ อย่างเหมาะสม อำนาจให้ผู้เรียนเกิดฐานการเรียนรู้ที่จะต่อยอดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมขึ้นได้ ทั้งนี้การเรียนรู้จะเกิดขึ้นในผู้เรียนได้อย่างจำกัดหากปราศจาก ฐานการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้สอน

6. C-Communication หมายถึง การที่ผู้สอนมีทักษะในการสื่อสารกับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีใช่เฉพาะการพัฒนาให้เกิดทักษะของเทคนิคการสื่อสารที่ดี เช่น การอธิบายด้วยคำพูด ข้อความ ยกตัวอย่าง ฯลฯ เท่านั้น หากยังหมายรวมถึงการเลือกใช้สื่อ (Media) ที่หลากหลายที่ช่วยให้ผู้สอนสามารถส่งผ่านเนื้อหาสาระที่ต้องการจะนำเสนอ หรือสร้างสิ่งแวดล้อมที่เอื้อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างเหมาะสม

7. C-Creativity หมายถึง การที่ผู้สอนเป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ เพราะบทบาทของผู้สอนในยุคสมัยนี้นั้นไม่ได้มุ่งเน้นการเป็นผู้ป้อน/ส่งผ่านความรู้ให้กับผู้เรียนโดยตรง หากมุ่งไปสู่บทบาทของการสร้างสรรค์ ออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่เอื้อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน ผู้สอนจะได้รับการคาดหวังให้สามารถที่จะรังสรรค์กิจกรรมใหม่ๆ ต่างๆ ที่ส่งเสริม การเรียนรู้ของผู้เรียน

8. C-Caring หมายถึง การที่ผู้สอนจะต้องมีความมูทิตา ความรัก ความปรารถนา และความห่วงใยอย่างจริงใจแก่ผู้เรียน ในทักษะทั้งหมดที่ได้กล่าวมานั้น ทักษะ Caring นับว่าเป็นทักษะ ที่สำคัญที่สุด ทั้งนี้เพราะความมีมูทิตา รัก ปรารถนาดี และห่วงใยกับผู้เรียนของผู้สอนนั้นจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเชื่อใจต่อผู้สอน ส่งผลให้เกิดสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ในลักษณะการตื่นตัวอย่างผ่อนคลาย แทนความรู้สึกรัดกักงวลในสิ่งที่จะเรียนรู้ ซึ่งการตื่นตัวอย่างผ่อนคลาย ถือว่า เป็นสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุดที่จะทำให้สมองเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูตามเกณฑ์มาตรฐานการศึกษาด้านปัจจัยเพื่อประเมินภายนอก 4 มาตรฐาน 12 ตัวบ่งชี้ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2543) ได้กำหนดไว้ดังนี้

1. มาตรฐานด้านมีวิญญูณความเป็นครู มีคุณธรรมจริยธรรม ประกอบด้วย

- ตัวบ่งชี้ 1 ครูมีความเอื้ออาทร เข้าใจและเอาใจใส่ผู้เรียนทุกคนอย่างสม่ำเสมอและเท่าเทียมกัน
- ตัวบ่งชี้ 2 ครูมีมนุษยสัมพันธ์ ควบคุมอารมณ์ได้และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
- ตัวบ่งชี้ 3 ครูมีความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ตรงต่อเวลา อุทิศตนให้กับการพัฒนาผู้เรียน
- ตัวบ่งชี้ 4 ครูวางตนเหมาะสม เป็นแบบอย่างที่ดีในเรื่องความประพฤติและบุคลิกภาพ
- ตัวบ่งชี้ 5 ครูมีทัศนคติที่ดีต่ออาชีพครู

2. มาตรฐานด้านความสามารถในการจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ประกอบด้วย

- ตัวบ่งชี้ 1 ครูรู้เป้าหมายของหลักสูตรและเป้าหมายการจัดการศึกษา
- ตัวบ่งชี้ 2 ครูมีความรู้ความสามารถในการประเมินผลการเรียนการสอน จัดทำแผนและกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- ตัวบ่งชี้ 3 ครูมีความรู้ความสามารถในการเรียนการสอนและการนำผลการประเมินมาใช้พัฒนาคุณภาพ

3. มาตรฐานด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้ คิดวิเคราะห์และสร้างองค์ความรู้เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนประกอบด้วย

- ตัวบ่งชี้ 1 ครูมีนิสัยรักการแสวงหาความรู้และข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เพื่อนำมาพัฒนาการเรียนสอน
- ตัวบ่งชี้ 2 ครูมีความสามารถในการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอน
- ตัวบ่งชี้ 3 ครูมีความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขสถานการณ์ได้

4. มาตรฐานด้านคุณวุฒิ ความรู้ ความสามารถตรงกับงานที่รับผิดชอบ

ตัวบ่งชี้ 1 ครูมีคุณวุฒิ มีความถนัด มีความเชี่ยวชาญตรงกับงานที่ปฏิบัติการสอนหลักและมาตรฐานคุณลักษณะตามเกณฑ์การประเมินครูใหม่ 10 ประการเพื่อการออกไปประกอบวิชาชีพครู มาตรฐานนี้เทียบเท่าวุฒิบัตรขั้นสูงของสภาแห่งชาติด้านมาตรฐานวิชาชีพการสอน (NBPTS) ได้แก่

หลักประการที่ 1 ครูต้องเข้าใจความคิดหลัก เครื่องมือที่จะใช้หาความรู้และโครงสร้างของหลักการที่ใช้สอน และสามารถสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ทำให้ลักษณะต่าง ๆ นี้มีความหมายแก่นักเรียน

หลักประการที่ 2 ครูต้องเข้าใจว่าเด็กเรียนรู้รู้อย่างไรและพัฒนาอย่างไรและสามารถตระเตรียมโอกาสแห่งการเรียนรู้ที่สนับสนุนการพัฒนาทางสติปัญญาและสังคมส่วนบุคคล

หลักประการที่ 3 ครูต้องเข้าใจว่านักเรียนแตกต่างกันอย่างไรในการมีแนวทางเรียนรู้และครูต้องสร้างโอกาสทางการสอนที่มีการปรับให้เข้ากับนักเรียนที่มีความหลากหลาย

หลักประการที่ 4 ครูต้องเข้าใจและใช้ยุทธศาสตร์การสอนต่าง ๆ ที่จะช่วยเร่งรัดการพัฒนาของนักเรียนให้มีความคิด รู้จักวิพากษ์วิจารณ์ แก้ปัญหาและแสดงทักษะได้

หลักประการที่ 5 ครูต้องให้ความสนใจเกี่ยวกับการบันทึกลงใจและพฤติกรรมของกลุ่มและส่วนบุคคลที่จะสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เร่งรัดการพบปะสังสรรค์ทางสังคม การเข้าไปเกี่ยวข้องในการเรียนรู้และการสร้างพลังใจของตนเอง

หลักประการที่ 6 ครูต้องใช้ความรู้ที่มีประสิทธิภาพในหลักการนิเทศด้านการใช้คำพูด การไม่ใช้ถ้อยคำและสื่อที่จะให้มีการเรียนรู้อย่างจริงจัง มีการร่วมมือ การพบปะสังสรรค์ในชั้นเรียน

หลักประการที่ 7 ครูต้องวางแผนการสอนโดยมีพื้นฐานทางความรู้ในเรื่องราวที่สอน ประชาคม และเป้าหมายในหลักสูตร

หลักประการที่ 8 ครูต้องเข้าใจและใช้ยุทธศาสตร์การประเมินอย่างเป็นทางการและไม่เป็นทางการในการวัดผลและให้มั่นใจว่านักเรียนได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในทางปัญญา ทางสังคมและทางกายภาพ

หลักประการที่ 9 ครูต้องเป็นนักปฏิบัติที่มีการทบทวนตนเอง โดยวัดผลอย่างต่อเนื่องในผลของทางเลือกและการปฏิบัติต่อคนอื่น ๆ (นักเรียน ผู้ปกครองและผู้มีวิชาชีพในประชาคมแห่งการเรียนรู้) และเป็นผู้แสวงหาโอกาสที่จะมีการเติบโตในทางวิชาชีพ

หลักประการที่ 10 ครูต้องสร้างความสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงานในโรงเรียน ผู้ปกครอง และองค์กรในประชาคมที่กว้างขวางมากขึ้น เพื่อช่วยสนับสนุนการเรียนรู้และความเป็นอยู่ที่ดีของนักเรียน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540)

คุณสมบัติ 6 ประการตามมาตรฐานครูแห่งชาติของสหราชอาณาจักร (Advanced Skills Teacher)

1. ครูมีผลงานเป็นเลิศ โดยมีผลการสอนที่ปรากฏที่ตัวนักเรียนโดยนักเรียนแสดงผลการเรียนรู้และพฤติกรรมอย่างสูง อย่างสม่ำเสมอ มีหลักฐานแสดงผลร่วมกับผู้ปกครองและผู้ปกครองมีความพอใจ
2. ครูมีความเป็นเลิศในวิชาที่สอนหรือความรู้ในสาขาวิชาพิเศษ โดยมีความรู้ในวิชาที่ตนสอนอย่างเชี่ยวชาญ ลึกซึ้ง กว้างขวาง ทันตามความก้าวหน้าของวิชาการ ครูมีความเข้าใจการใช้ข้อมูลระบบสารสนเทศและเทคโนโลยีการสื่อสารในการสอนวิชาของตนอย่างเชี่ยวชาญ
3. ครูมีความสามารถในการวางแผนอย่างดี โดยเตรียมบทเรียน และลำดับการสอนอย่างมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน มุ่งให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างประสบผลสำเร็จ มีความคาดหวังสูงให้กับนักเรียน และครูสามารถวางแผนการสอนโดยใช้ประโยชน์จากผลการเรียนของนักเรียนทั้งในอดีตและปัจจุบัน
4. ครูมีความสามารถเป็นเลิศในการสอน การจัดการนักเรียนและการรักษาวินัยในห้องเรียนอย่าง สร้างสรรค์ ทำทนายและมีความสุขโดยครูมีความสามารถใช้วิธีสอนที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถทำทนายให้กลุ่มนักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความคิดสร้างสรรค์ กระตือรือร้น สามารถใช้คำถามและอธิบายยกตัวอย่าง สาธิต อย่างชำนาญการเพื่อให้เกิดความก้าวหน้าสูงสุด มีความสามารถในการช่วยเหลือนักเรียนที่มีความยุ่งยากในการเรียนและความประพฤติ ครูสามารถรักษาความเคารพนับถือและรักษาวินัยในห้องเรียนได้อย่างยุติธรรม
5. ครูมีความเป็นเลิศในการประเมิน โดยใช้วิธีการประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งของการสอนและปรับปรุงการสอนจากผลการประเมิน ให้สัมพันธ์กับความก้าวหน้าของนักเรียนและเป้าหมาย
6. ครูมีความเป็นเลิศในการให้คำแนะนำและสนับสนุนเพื่อนครู โดยสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับไปให้การสนับสนุน คำแนะนำอย่างดีแก่เพื่อนครู สามารถทำตัวเป็นแบบอย่างในการสอน สาธิต ฝึกอบรม ให้ความร่วมมือ ทั้งในโรงเรียนของตนและสถานการณ์อื่นอย่างมีคุณค่า รู้

วิธีการวางแผนและจัดลำดับความสำคัญของเวลาและกิจกรรมต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพได้รับการยอมรับจากผู้ร่วมงาน (สุรศักดิ์ หลาบมาลา 2543) Available from URL:<http://www.dfee.gov.uk/ast/index.htm>)

คุณลักษณะครูรุ่นใหม่ที่สำคัญและเป็นจุดเด่นในศตวรรษที่ 21 ควรมีคุณลักษณะดังนี้

1. มีความสนใจแสวงหาความรู้ กระตือรือร้นที่อยากเรียนรู้และเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้
2. มีความรอบรู้ด้านปรัชญาการศึกษา นโยบายทางการศึกษา กฎหมาย การศึกษา มาตรฐานวิชาชีพครู มาตรฐานการศึกษา จิตวิทยาการศึกษาและหลักสูตรการสอนทั่วไป
3. มีความรอบรู้ความสามารถที่ทันสมัย ทันเหตุการณ์และทันต่อการเปลี่ยนแปลง โดยสามารถเชื่อมโยงสภาพท้องถิ่นเข้ากับมาตรฐานสากลในลักษณะสหวิทยาการ
4. มีความรู้ความสามารถในวิธีการแสวงหาความรู้
5. รู้จักและเข้าใจพัฒนาการของผู้เรียน
6. มีความรู้และทักษะในวิชาชีพที่สอนอย่างลุ่มลึก ชัดเจน สามารถสอนแล้วผู้เรียนเข้าใจมีความสามารถเรียนรู้ได้และสนุกกับการ เรียนรู้ สอนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเต็ม ความสามารถ เต็มเวลา และเต็มหลักสูตร
7. มีความสามารถในการสร้างบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่กระตุ้นความสนใจใฝ่รู้ และมีความสุข สนุกในการเรียนการสอนมีความสามารถในการสังเกตและรู้จักแก้ไขพฤติกรรม การเสริมแรงและการลงโทษที่เหมาะสม
8. มีทักษะในการสอนอย่างเชี่ยวชาญและสร้างสรรค์การเรียนรู้จนสามารถพัฒนาผู้เรียนได้เต็มศักยภาพตามความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยปลูกเร้าให้ผู้เรียนแสดงความสามารถอย่างเต็มที่ เน้นการจัดกิจกรรมที่หลากหลายเพื่อสนองผู้เรียนเป็นสำคัญ
9. มีความรู้และความเข้าใจในเป้าหมายและวิธีการของหลักสูตรและการสอน

10. มีความสามารถในการออกแบบ วางแผนการสอนการบริหารจัดการชั้นเรียน วิจัยและพัฒนาการสอน มีความเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลงทางวิชาการที่มีประสิทธิภาพและมีความสามารถวัดผลประเมินผลพัฒนาการของการเรียนรู้ได้หลายวิธีได้อย่างเหมาะสม สม่่าเสมอ

11. มีความรัก ศรัทธาที่จะเป็นครู มีความเมตตากรุณาและเป็นกัลยาณมิตรของศิษย์

12. มีจริยธรรม มีกิริยามารยาทสุภาพเรียบร้อย วางตนอยู่ในศีลธรรมอันดีเปี่ยมด้วยคุณธรรมฝึกหัดปฏิบัติตนยึดมั่นในจรรยาบรรณวิชาชีพครูโดยชี้แนะทางถูกต้องแก้ไขสิ่งผิดและยึดมั่นตามหลักศาสนา

13. มีบุคลิกภาพดีเป็นแบบอย่างที่ดีสำหรับเด็กและสาธารณชน ในด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และการดำรงชีวิต

14. มีความรับผิดชอบในหน้าที่มุ่งมั่นในการทำงานทำงานเป็นระบบและพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง

15. มีความสามารถในการปลูกฝังวินัย คุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่ดี และถูกต้องต่อผู้เรียน

16. ความสามารถในการจัดระเบียบเนื้อหาสาระการเรียนรู้ และจัดกิจกรรมกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ให้สอดคล้องกับพัฒนาการผู้เรียนและมีความสามารถพัฒนาหลักสูตรท้องถิ่นได้ตรงความต้องการของท้องถิ่น

ปฏิญญาสากลว่าด้วยการจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษาศตวรรษที่ 21 ณ กรุงปารีส (5-9 ต.ค. 2541) ได้บัญญัติไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเห็นผลผลิตคุณภาพของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาจะต้องมุ่งพัฒนาด้านสำคัญและให้บรรลุคุณลักษณะของผู้เรียนรู้อย่างนี้

1. จะต้องมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความคิดและการตัดสินใจด้วยตนเอง

2. จะมุ่งแสวงหาความรู้ด้วยการศึกษาด้วยตนเอง การศึกษาที่ต่อเนื่องและการศึกษาเพื่อการดำรงชีวิตและเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ (Learning Person) มีทักษะชีวิตที่เข้มแข็งและมีประสิทธิภาพ

3. มีความรู้ลึกอย่างลึกซึ้ง ประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมีทักษะกระบวนการแก้ปัญหา
4. การใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมผ่านเครือข่ายได้อย่างชำนาญและมีทักษะการสื่อสารสารสนเทศด้านภาษาและเครือข่าย
5. การเรียนรู้ร่วมกันเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Learning Society) (ปฏิญญาสากลปารีส October, 1998 ; Education Goal, 2000)

จากการวิจัยพฤติกรรมการสอนของครูผู้เชี่ยวชาญตามโมเดลการสอน STS ที่รัฐไอโอวา ประเทศสหรัฐอเมริกา (Yutakom 1997) พบว่าครูผู้เชี่ยวชาญในการสอนวิทยาศาสตร์แสดงพฤติกรรมดังต่อไปนี้

1. ใช้หัวข้อ (themes) ที่เป็นประเด็นในท้องถิ่น ที่สัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ของนักเรียน
2. การกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม วางแผนหาคำตอบ และค้นหาแหล่งความรู้หลากหลายในการหาคำตอบ
3. ให้โอกาสนักเรียนเลือกตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ได้แก่ การกำหนดหัวข้อเรื่องที่จะเรียน กิจกรรมที่จะทำ วิธีการค้นคว้าหาข้อมูล แหล่งความรู้ที่ใช้ วิธีการเสนองาน และครูเองก็ใช้วิธีการสอนที่หลากหลายเพื่อสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน
4. ทำกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดระดับสูง การแก้ปัญหา และการตัดสินใจ เช่น งานที่นักเรียนจะต้องนำความรู้ไปใช้ ต้องใช้ทักษะการคิดระดับสูง การทำโครงการ การเสนองานหน้าชั้น กิจกรรมการแก้ปัญหา การทดลองที่ต้องใช้เวลาพอสมควรการวิพากษ์วิจารณ์งานของเพื่อน การทำเอกสาร แผ่นพับ ใบปลิว ทำหนังสือคู่มือต่าง ๆ รวมทั้งการอภิปรายในประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับจริยธรรม
5. ใช้คำถามและยุทธวิธีในการกระตุ้นความสนใจและความคิดของนักเรียน โดยการถามคำถามระดับสูง การถามเพื่อให้นักเรียนได้รายละเอียดเพิ่มเติม รวมทั้งการใช้การทดลองโมเดลและแผนภาพ
6. ให้เวลารอคอยคำตอบ (wait-time) ที่เหมาะสม ถ้าครูหยุดรอคอยคำตอบของนักเรียน หลังจากการถามคำถามประมาณ 3-5 วินาที เพื่อให้เวลานักเรียนคิด นักเรียนจะตอบคำถามได้ และเป็นคำตอบที่มีลักษณะการอธิบายมากกว่าเป็นคำตอบสั้น ๆ
7. ใช้วิธีการประเมินผลหลากหลาย โดยการใช้เครื่องมือและวิธีการวัดผลที่ทำให้นักเรียนสามารถแสดงออกว่าตนเองมีความรู้ความสามารถทำอะไรได้บ้าง มากกว่าการใช้ข้อทดสอบวัด

ความรู้ความเข้าใจเท่านั้น และครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนไปพร้อมกับการเรียนการสอน ทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

8. เสนอบทเรียนและกิจกรรมที่ส่งเสริมความตระหนักในอาชีพทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาความสนใจส่วนบุคคล การแสดงบทบาทพลเมืองดี และการมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม โดยครูไม่ยึดติดกับเนื้อหาในแบบเรียน แต่จะใช้กิจกรรมที่หลากหลายที่ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ต่าง ๆ เช่น การสัมภาษณ์พ่อแม่ นักวิทยาศาสตร์ และช่างเทคนิค ในการค้นหาคำตอบ การศึกษานอกสถานที่ เช่น สถานที่ทำงานของผู้ปกครอง สถาบันทางวิทยาศาสตร์ การใช้ข่าวในหนังสือพิมพ์และโทรทัศน์ที่เกี่ยวกับหัวข้อที่กำลังศึกษา เป็นต้น

9. ใช้วิธีสอนที่หลากหลายในแต่ละคาบ ส่วนใหญ่เป็นวิธีสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ในห้องเรียนของครูเหล่านี้ไม่พบว่ามีการใช้การบรรยาย มีการอภิปรายระหว่างนักเรียนเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติมากกว่าครูอธิบาย วิธีการสอนที่เน้นครูเป็นศูนย์กลาง เช่น การใช้การอภิปรายทั้งชั้นการใช้คำถามและการสาธิตของครู แต่ส่วนใหญ่เป็นวิธีการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

10. ยอมรับคำตอบของนักเรียนทุกคำตอบโดยไม่มีการประเมินว่าถูกหรือผิด ครูใช้เทคนิคการระดมความคิด การใช้แผนผังมโนคติ (Concept mapping) การใช้แบบสอบถามก่อนเรียนเพื่อต้องการรู้ว่าคุณนักเรียนรู้อะไรมาบ้างแล้วบ้าง และคาดหวังว่าคุณนักเรียนจะตอบได้ดีขึ้นเมื่อจบบทเรียน ครูจะใช้อุปกรณ์อื่นช่วยให้นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องมากกว่าที่ครูอธิบายเอง เช่น การใช้รูปภาพหรือของจริง เป็นต้น

11. ใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ ให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันโดยใช้การทำงานเป็นกลุ่มย่อยในการช่วยตั้งคำถาม การวางแผนการค้นหาคำตอบ การทำการทดลองหรือการค้นคว้าหาคำตอบ การแลกเปลี่ยนข้อค้นพบของแต่ละกลุ่ม การตัดสินใจในการลงมือปฏิบัติ เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในสถานการณ์จริง

12. ใช้ความคิดของนักเรียนในการดำเนินบทเรียน โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการวางแผนบทเรียนและการประเมินผล นั่นคือ ครูปรับบทเรียนและกิจกรรมการสอน รวมทั้งประเมินผลตามที่นักเรียนเสนอแนะ

13. ใช้แหล่งความรู้ท้องถิ่นหลากหลาย รวมทั้งบุคคล สถานที่ สิ่งพิมพ์ และเทคโนโลยี เช่นนักเรียนหาความรู้จากพ่อแม่หรือญาติ การพานักเรียนไปศึกษานอกสถานที่ เช่น เชื้อน ลำธาร โรงงาน และสถาบันทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชุมชน นอกจากนั้น นักเรียนจะใช้ CD-ROM หรืออินเทอร์เน็ตในการค้นหาความรู้ รวมทั้งการใช้คอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

จันทวรรณ ปิยะวัฒน์ (2556) สิ่งที่คุณครูไทยในศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องพัฒนามีดังนี้

- 1) ทักษะในการตั้งคำถาม การตั้งคำถามเป็นการกระตุ้นความสนใจอยากรู้ของผู้เรียน นักเรียนจะได้ฝึกคิดและค้นหาคำตอบด้วยตนเองตามทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning) ดังนั้นครูจึงควรเรียนรู้และฝึกฝนทักษะการใช้คำถามในการเรียนการสอนให้ชำนาญ
- 2) ทักษะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry Learning) ที่สอนให้เด็กหาความรู้ด้วยตัวเองจากการลงมือปฏิบัติ เพราะความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติจะเป็นความรู้ที่คงทน อีกทั้งผู้เรียนยังสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นได้อีกด้วย ครูจึงต้องเข้าใจบทบาทของตนเองและฝึกฝนอยู่เสมอ
- 3) ทักษะในการคัดเลือกความรู้ เป็นทักษะที่สอนให้ผู้เรียนสามารถจำแนกแยกแยะแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือและไม่น่าเชื่อถือ รวมถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อกลับกรองข้อมูลความรู้ก่อนนำข้อมูลนั้นมาเป็นความรู้หรือนำเสนอ ดังนั้นครูต้องสามารถชี้แนะแนวทางในการคัดเลือกความรู้ให้แก่ผู้เรียนได้
- 4) ทักษะในการประเมินผลตามสภาพจริง ในการเรียนการสอนสมัยใหม่ ครูต้องให้ความสำคัญต่อกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนควบคู่ไปกับความรู้ที่นักเรียนได้รับ ดังนั้นครูต้องกำหนดเกณฑ์การประเมินกระบวนการเรียนรู้ เกณฑ์การทดสอบความรู้ รวมถึงเจตคติของนักเรียน ที่ชัดเจนและเป็นรูปธรรม
- 5) ทักษะการสอนคิด ครูต้องสามารถจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้นักเรียนฝึกฝนการคิด หรือตกผลึกทางความคิด ออกแบบการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับระดับพัฒนาการของเด็ก ส่งเสริมความสามารถที่แตกต่างกันของนักเรียน (multiple intelligences) และประเมินความก้าวหน้าของเด็กแต่ละกลุ่มได้อย่างเหมาะสม โดยใช้เหตุการณ์ปัจจุบันรอบตัวมาเป็นกรณีศึกษาให้นักเรียนค้นหาคำตอบ
- 6) ทักษะการบูรณาการการสอน ครูต้องสามารถจัดการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงความรู้หลายแขนงไว้ด้วยกันเพราะในชีวิตจริงนักเรียนต้องประยุกต์ใช้ความรู้ที่หลากหลายในการดำเนินชีวิตและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น
- 7) ทักษะในการประเมินผล เนื่องจากนักเรียนมีความแตกต่างระหว่างบุคคล เพราะฉะนั้น ครูจึงต้องออกแบบการประเมินผลการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับธรรมชาติของวิชา และให้เหมาะสมกับตามความต่างนั้นๆ
- 8) มีจิตวิญญาณความเป็นครู ครูไม่ได้มีหน้าที่เฉพาะถ่ายทอดวิชาความรู้หรือจัดการเรียนการสอนให้กับเป็นพลเมืองที่ดีมีคุณภาพของประเทศต่อไป

9) ต้องเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ข้อมูลข่าวสารเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ความรู้มีอยู่มากมายรอบตัว ให้แสวงหาด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศที่ก้าวหน้า ครูจึงไม่อาจหยุดนิ่งที่จะแสวงหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อพัฒนาตนเองอยู่เสมอ

10) เปิดใจรับการเปลี่ยนแปลง ทักษะการปรับตัวให้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง เป็นสิ่งสำคัญที่ทั้งครูและนักเรียนพึงมีหลายสิ่งรอบ ๆ ตัวเกิดการเปลี่ยนแปลง ครูต้องเปิดใจยอมรับและรู้จักปรับตัวเพื่อทำหน้าที่ครูและดำเนินชีวิตอย่างมีความสุข

11) เป็นแบบอย่างด้านคุณธรรม คุณธรรมจริยธรรมสำคัญไม่แพ้จิตวิญญาณความเป็นครู ครูต้องประพฤติปฏิบัติตนให้เป็นแบบอย่างที่ดีแก่นักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในปัจจุบันที่กระแสข้อมูลข่าวสารถาโถมเข้าสู่ตัวนักเรียน การเป็นแบบอย่างและการชี้แนะด้านคุณธรรมจึงเป็นสิ่งสำคัญ

12) เป็นที่ปรึกษาที่ดีให้กับนักเรียน ครูต้องเป็นทั้งผู้ถ่ายทอดวิชาความรู้และผู้ให้คำปรึกษแก่นักเรียนได้ทุกเรื่อง

13) มีความคิดสร้างสรรค์ (Creativity, Creation, Creating, Creative Thinking) เป็นหนึ่งในทักษะสำคัญของครู ที่ได้รับการกำหนดให้เป็นทักษะที่จำเป็นจะต้องนำไปใช้ ในกระบวนการพัฒนาผู้เรียนในช่วงศตวรรษที่ 21

14) ครูต้องทำตนให้ศิษย์รัก การปฏิบัติต่อนักเรียนอย่างกัลยาณมิตร จะทำให้นักเรียนไม่เกิดความกลัวและวิตกกังวล ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้

15) ยึดหลักแห่งความพอเพียง ครูต้องไม่ใช้จ่ายเกินตัว ไม่ฟุ้งเฟ้อตามสังคมนิยมบริโภค เป็นแบบอย่างที่ดีให้กับนักเรียน

ประกาศ อิศรปริดา (2549) แนวการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ในศตวรรษที่ 21 (2558) มิติของผู้สอนที่ต้องปรับความคิด เปลี่ยนความเชื่อต่อการออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 โดยตระหนักว่าการเรียนการสอนย่อมต้องเปลี่ยนแปลงตามกระแสของโลกาภิวัตน์ การทำความเข้าใจธรรมชาติการเรียนรู้ การปฏิวัติทางเทคโนโลยีสารสนเทศ การปรับเปลี่ยนกระบวนการทัศน์ต่อทักษะที่จำเป็นของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ดังนั้นการเอาเนื้อหาวิชาเป็นตัวตั้งและการประเมินผลการเรียนเพื่อตัดสินจึงอาจไม่เหมาะสมในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สำหรับยุคนี้ซึ่งสามารถสรุปบทบาทของผู้สอนได้ ดังนี้

1) ผู้สอนคือผู้ที่ออกแบบการเรียนรู้ อย่างเหมาะสม เพราะผู้สอนคือหนังสือเรียนเล่มใหญ่ที่ได้บรรจุความรู้และทักษะต่างๆ ไว้อย่างมหาศาล

2) ผู้สอนคือผู้ตั้งคำถามและเร้าความสนใจในการเรียน

3) ผู้สอนคือผู้สร้างแรงบันดาลใจทางการเรียนรู้ เป็นตัวแบบ (Role Model) ที่ผู้เรียนสามารถยึดเป็นแบบอย่างในการดำรงชีวิตและอยู่ร่วมกับสังคมได้อย่างปกติสุข

4) ผู้สอนคือผู้ที่ชี้แนะกระบวนการเรียนรู้ แหล่งเรียนรู้ และวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสมผู้สอนคือผู้ที่อำนวยความสะดวกในการเรียน

5) ผู้สอนต้องทำหน้าที่ในการให้เครื่องมือเพื่อสร้างความรู้สำหรับผู้เรียน

6) ผู้สอนคือผู้ที่จัดสถานการณ์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

7) ผู้สอนคือผู้ผลิต จัดหา คัดสรร สื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดการปรับและขยายโครงสร้างทางปัญญาผู้สอนคือผู้ที่ประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยสร้างเครื่องมือประเมินการเรียนรู้และสะท้อนผลเพื่อการพัฒนามากกว่าการตัดสิน

ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills) (วิจารณ์ พานิช 2555) ได้กล่าวถึง ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ดังนี้ สารวิชาที่มีความสำคัญ แต่ไม่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้เพื่อมีชีวิตในโลกยุคศตวรรษที่ ๒๑ ปัจจุบันการเรียนรู้สารวิชา (content หรือ subject matter) ควรเป็นการเรียนจากการค้นคว้าเองของศิษย์ โดยครูช่วยแนะนำ และช่วยออกแบบกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนแต่ละคนสามารถประเมินความก้าวหน้าของการเรียนรู้ของตนเองได้

สาระวิชาหลัก (Core Subjects) ประกอบด้วย ภาษาแม่ และภาษาสำคัญของโลก ศิลปะ คณิตศาสตร์การปกครองและหน้าที่พลเมือง เศรษฐศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ โดยวิชาแกนหลักนี้จะนำมาสู่การกำหนดเป็นกรอบแนวคิดและยุทธศาสตร์สำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ ในเนื้อหาเชิงสหวิทยาการ (Interdisciplinary) หรือหัวข้อสำหรับศตวรรษที่ 21 โดยการส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาวิชาแกนหลัก และสอดแทรกทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้าไปในทุกวิชาแกนหลัก ดังนี้

ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

ความรู้เกี่ยวกับโลก (Global Awareness)

ความรู้เกี่ยวกับการเงิน เศรษฐศาสตร์ ธุรกิจ และการเป็นผู้ประกอบการ (Financial, Economics, Business and Entrepreneurial Literacy)

ความรู้ด้านการเป็นพลเมืองที่ดี (Civic Literacy)

ความรู้ด้านสุขภาพ (Health Literacy)

ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Literacy)

ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม จะเป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน ได้แก่

ความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรม

การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

การสื่อสารและการร่วมมือ

ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี เนื่องด้วยในปัจจุบันมีการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารผ่านทางสื่อและเทคโนโลยีมากมาย ผู้เรียนจึงต้องมีความสามารถในการแสดงทักษะการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณและปฏิบัติงานได้หลากหลาย โดยอาศัยความรู้ในหลายด้าน ดังนี้

ความรู้ด้านสารสนเทศ

ความรู้เกี่ยวกับสื่อ

ความรู้ด้านเทคโนโลยี

ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ ในการดำรงชีวิตและทำงานในยุคปัจจุบันให้ประสบความสำเร็จ นักเรียนจะต้องพัฒนาทักษะชีวิตที่สำคัญดังต่อไปนี้

ความยืดหยุ่นและการปรับตัว

การริเริ่มสร้างสรรค์และเป็นตัวของตัวเอง

ทักษะสังคมและสังคมข้ามวัฒนธรรม

การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต (Productivity) และความรับผิดชอบเชื่อถือได้ (Accountability)

ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ (Responsibility)

ทักษะของคนในศตวรรษที่ 21 ที่ทุกคนจะต้องเรียนรู้ตลอดชีวิต คือ การเรียนรู้ 3R x 7C 3R คือ Reading (อ่านออก), (W)Riting (เขียนได้), และ (A)Rithmetics (คิดเลขเป็น) 7C ได้แก่

Critical Thinking and Problem Solving (ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา)

Creativity and Innovation (ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม)

Cross-cultural Understanding (ทักษะด้านความเข้าใจความต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์)

Collaboration, Teamwork and Leadership (ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ)

Communications, Information, and Media Literacy (ทักษะด้านการสื่อสารสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ)

Computing and ICT Literacy (ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร)

Career and Learning Skills (ทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้)

แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

การเรียนรู้ที่มีพลังต้องเกิดจากแรงบันดาลใจของผู้เรียน เมื่อได้เห็น สัมผัส เข้าใจ และสนุก

กับกิจกรรมตามที่คุณสอนได้ออกแบบการเรียนรู้ และผู้สอนก็คือแรงบันดาลใจหนึ่งของผู้เรียน เพื่อที่จะเป็นหรืออยากจะเป็นบุคคลที่มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ถึงแม้ว่าความรู้ทั้งหลายได้แพร่กระจายในโลกอินเทอร์เน็ต ผู้เรียนสามารถเข้าถึงความรู้ได้ทุกที่ ทุกเวลา เรียนรู้ที่จะเสพข้อมูลอันเป็นประโยชน์ ประกอบกับมีทักษะการคิดขั้นสูง รู้จักวิเคราะห์วิจารณ์ข้อมูลข่าวสารและนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ แต่อย่างไรก็ดี คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตไม่สามารถสอนความเป็นมนุษย์ได้ เป็นเพียงแค่สื่อและเครื่องมือที่นำพาผู้เรียนเข้าถึงแหล่งความรู้ ผู้สอนจึงยังมีบทบาทสำคัญในกระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุขและสร้างสรรค์ การออกแบบการเรียนรู้ควรเกิดจากการสื่อสารทั้งสองทางคือผู้เรียนและผู้สอน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมกับการออกแบบและประเมินการเรียนรู้ตามความต้องการที่เหมาะสม (ไตรรงค์ เจนการ 2550, ประสาท เนื่องเฉลิม 2550) เมื่อการมีส่วนร่วมเกิดขึ้นก็จะเกิดความรับผิดชอบร่วมกันในกระบวนการเรียนการสอน ผู้เรียนจะรู้สึกเป็นเจ้าของกระบวนการเรียนการสอนด้วยเรียนรู้ที่จะปรับความคิดปรับตัวให้กลมกลืนกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ การมอบหมายงาน บทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบ จึงถือเป็นการฝึกภาวะผู้นำและผู้ตาม และการดำเนินชีวิตแบบประชาธิปไตยในวิถีทางที่ควรจะเป็น ซึ่งการออกแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับ ผู้ เรี ย น ใน ศ ต ว ร ร ช ที่ 21(TrillingandFadel,2009)ค ว ร มี ลั ก ษ ณะ ดั ง นั้

1.การเรียนรู้ตามสภาพจริง(Authentic Learning)ผู้เรียนคือผู้สร้างความรู้ การเรียนรู้ก็ควรจะมีคุณค่าและความหมายที่แท้จริงต่อชีวิต การเรียนการสอนควรสะท้อนความเป็นจริงของชีวิต โดยที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ให้มีความน่าสนใจและให้ความรู้ที่สามารถนำไปปรับใช้ได้สถานการณ์ประจำวัน เนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์จึงไม่ควรห่างไกลจากความเป็นจริงของชีวิต บางครั้งการเรียนทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ยากไปจับต้องไม่ได้ ผู้เรียนไม่เห็นความรู้อันแท้จริงก็จะเกิดความเบื่อหน่ายและพัฒนาไปเป็นเจตคติที่ไม่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (ภพ เลหาไพบูลย์ 2542) การเรียนเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนยังไม่ใช่การเรียนรู้ที่แท้จริงทั้งหมด เป็นเพียงกรณีศึกษาหรือการสมมติสถานการณ์ ผู้สอนต้องออกแบบการเรียนรู้ที่ใกล้เคียงชีวิตจริงที่สุด การเรียนรู้จึงขึ้นอยู่กับบริบทหรือสภาพแวดล้อมในขณะที่เรียนรู้ (ประสาท เนื่องเฉลิม 2550) การสมมติที่คล้ายจะเกิดในชีวิตจริงก็เปรียบได้กับความสมจริงเพียงบางส่วนแต่การเรียนวิทยาศาสตร์ที่เน้นเชิงประสบการณ์ (Experiential Learning) จะต้องพาผู้เรียนออกจากกรอบทฤษฎีที่ไม่เกิดประโยชน์ต่อการนำไปใช้จริง การเรียนรู้ที่แท้จริงต้องนำพาผู้เรียนสู่ความคิดให้กว้างไกลและลงมือทำโดยใช้ทักษะที่จำเป็นได้อย่าง ลี ก ชั้ ง ป ฎิ บั ตั ดั ว ย ค ว า ม เ ช้ า ไ จ แ ลະ น้ า ไป ป ร ะ บ ั ใ ช้ ไ ต้ ใน สถานการณ์จริง(Meyers&Jones,1993)

2. การสร้างมโนธรรมสำนึก (Mental Model Building) การเรียนรู้ในเนื้อหาสาระวิชา เพื่อให้สร้างความรู้หรือต่อยอดเป็นภูมิปัญญา ก็อาศัยการเรียนการสอนเป็นเครื่องมือในการพัฒนา

ด้านพุทธิปัญญาแก่ผู้เรียน พัฒนาให้เป็นคนเก่ง มีความรู้ ความสามารถ แต่การจะเติมความเป็นมนุษย์ให้สมบูรณ์ก็คือการอบรมบ่มนิสัย การปลูกฝังความเชื่อหรือค่านิยมในคุณงามความดี การเรียนการสอนจึงต้องบูรณาการมโนธรรมสำนึกเข้าไปด้วย เรียนรู้ตนเอง เข้าใจตนเอง เรียนรู้คนอื่น เข้าใจคนอื่น ก็ จะ ทำ ให้ เกิด การ ส รั ้าง โลก ท ั ศ น์ ท ั้ง แ น ว ก ว ้า ง และแนวลึก ไม่ตึงเดี๋ยวมองเอาความเก่งเป็นตัวตั้ง เรียนรู้ในสิ่งที่รู้และไม่รู้ไปพร้อมๆ กัน ให้เกียรติและเคารพในความไม่รู้ เปิดใจให้กว้างยอมรับข้อมูลหลักฐานใหม่ๆและให้เกียรติแก่บุคคลรอบข้าง

3. แรงจูงใจภายใน (Internal Motivation) การเรียนรู้ที่แท้จริงต้องเกิดจากฉันทะซึ่งเป็นปัจจัยภายใน (Intrinsic Factor) เป็นกลไกสำคัญในการผลักดันให้เกิดความกระหายใคร่รู้ อยากเรียนรู้ โลกรอบตัวอย่างต่อเนื่อง ซึ่งแรงจูงใจภายในควรได้รับการบ่มเพาะตั้งแต่วัยเด็ก (Weiten, 2007) ผู้เรียนจะเกิดแรงขับภายใน และวางเป้าหมาย ลงมือกระทำอย่างมุ่งมั่น เพื่อให้สำเร็จตามสิ่งที่คาดหวัง เช่น เด็กบางคนอยากเป็นครู เพราะเห็นตัวอย่างต้นแบบที่ดี เห็นครูเก่ง น่ารัก พุดจาไพเราะ และเป็นบุคคลที่น่าเคารพนับถือ เมื่อเด็กเห็นอย่างไรก็จะส่งสมความรู้สึกล้นนั้นมากขึ้นจนกลายเป็นเจตคติที่ดีต่อครู ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน และนำไปสู่การสร้างแรงบันดาลใจที่จะเรียนรู้

4. พหุปัญญา (Multiple Intelligences) แนวคิดเรื่องความสามารถหรือเก่งที่ไม่ได้จำกัดแค่สมองซีกซ้ายอย่างเดียวหรือเรียนเก่งในเนื้อหาสาระที่กำหนดไว้ในหลักสูตรเท่านั้นซึ่งประเด็นนี้ได้รับการอภิปรายอย่างกว้างขวาง นักการศึกษาได้นำมาใช้ในการออกแบบการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลนักการศึกษายุคใหม่เชื่อว่าแต่ละคนมีความถนัดหรือปัญญาที่ติดตัวมาแต่กำเนิดแตกต่างกัน สไตล์การเรียนรู้ก็แตกต่างกัน ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีเพียงแค่วิธีเดียวก็ไม่สามารถตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียนได้ทั้งชั้นเรียน

5. การเรียนรู้ทางสังคม (Social Learning) การเรียนรู้เป็นกิจกรรมทางสังคม ทุกคนมีบทบาทหน้าที่และมีปฏิสัมพันธ์การเรียนรู้ร่วมกัน (Engestrom 1999) การทำความเข้าใจในสัจใจคอผู้อื่นจะช่วยให้รู้เขา รู้เรา เข้าใจปรับตัวให้อยู่ร่วมกับคนอื่นได้ การสร้างสังคมทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูลร่วมกันเรียนรู้ความเป็นมนุษย์ รู้จักรักเกลียดแพ้ชนะให้อภัยและเข้าใจความเป็นไปของชีวิตมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

ตอนที่ 3 คุณลักษณะผู้เรียนในยุคศตวรรษที่ 21

ผู้เรียนในยุคศตวรรษที่ 21 เรียกว่าผู้เรียนยุค Gen Net หรือผู้เรียนยุค Tweenies หมายถึงผู้เรียนที่เกิดในช่วงปลายของสหัสวรรษที่แล้วถึงช่วงต้นของสหัสวรรษปัจจุบัน ได้แก่ ผู้เรียน/เยาวชนที่มีช่วงอายุไม่เกิน 10 ปี ผู้เรียนกลุ่มนี้ถือเป็นผู้เรียนในยุคแห่งอนาคตซึ่งได้รับการมองว่ามีคุณสมบัติที่แตกต่างจากผู้เรียนในยุคที่ผ่านมาค่อนข้างชัดเจน เนื่องจากการที่ผู้เรียนในกลุ่มดังกล่าวเกิดมาพร้อม

กับยุคที่คอมพิวเตอร์อินเทอร์เน็ต เครื่องมือสื่อสาร โทรศัพท์มือถือ และเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ได้เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวัน การใช้งานเครื่องมือดังกล่าวของผู้เรียน Gen Net ถือเป็นเรื่องปรกติ โดยที่ผู้เรียนกลุ่มนี้จะรู้สึกแปลกใจหากพูดถึงช่วงเวลาของผู้คนที่ใช้ชีวิตโดยปราศจากคอมพิวเตอร์อินเทอร์เน็ต หรือไอพ็อด นอกจากนี้ผู้เรียนในยุคนี้ มักจะมีแนวโน้มที่จะมองโลกในแง่ดี ชอบทำงานเป็นทีม ชอบการเรียนรู้แต่ มักจำกัดเฉพาะในเรื่องที่สนใจ อาจเป็นเพราะเกิดมาในยุคของครอบครัวลูกน้อย (Fewer Children Family) ส่งผลถึงการได้รับความเอาใจใส่มากขึ้นจาก การเรียนรู้ให้ตอบสนองกับสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป และรูปแบบการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้คำขวัญหรือสโลแกนของผู้เรียน Gen Net/Tweenies ได้แก่ “I, me first, I-Pod, myself, my own needs” สะท้อนให้เห็นถึงความ คลั่งไคล้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์การถือความต้องการจำเป็น ความ ถนัด และ ความสนใจของตนเองเป็นสำคัญในการตัดสินใจดำเนินการใดๆ ในด้านที่ เกี่ยวข้องกับการ เรียนรู้นั้น ผู้เรียน Gen Net/Tweenies มักให้ความสนใจกับ การเรียนรู้จากเครือข่ายหรือจากชุมชน ทั้งรอบตัวและออนไลน์โดยเฉพาะ กลุ่มคนที่มีความสนใจเดียวกัน มากกว่าการเรียนรู้จากครูผู้สอน คุณลักษณะจำเป็น 8 ประการสำหรับผู้เรียนยุค Gen Net/Tweenies

1) ความรับผิดชอบและพึ่งพาตนเองในการเรียนรู้ (Autonomous Learning) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการวางแผนการเรียนรู้ของตนเอง ตั้งเป้าหมายการเรียนรู้ของตน รู้จักวิธีการในการไปถึงเป้าหมายนั้นๆ อย่างยืดหยุ่น ตลอดจนการมีวินัยในการเรียนรู้ ของตนเอง โดยที่ไม่ ต้องให้มีผู้ใดมาบังคับ รวมทั้งการมีความเป็น ผู้ใหญ่ภายในตนเอง ทักษะประการแรกนี้ ถือว่ามี ความสำคัญมาก เป็นอันดับแรกและเป็นทักษะที่ต้องการ การปลูกฝังไม่เพียงแต่ จากครูผู้สอน จาก ระบบการศึกษา หรือจากสังคมเท่านั้น หากยัง ต้องอาศัยสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลูกฝัง จากครอบครัวเป็นสำคัญ

2) ทักษะด้านการคิด (Thinking Skills) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถพัฒนาหรือได้รับการ ฝึกฝนทักษะ การคิดอย่างมีระบบ ส่งผลให้สามารถคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ การฝึกฝนทักษะด้าน การคิดนั้นประกอบไปด้วยการคิดในหลายลักษณะ แต่ที่สำคัญมากสำหรับผู้เรียนยุค Gen Net/Tweenies ได้แก่ การพัฒนาทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์ (Creative Learners) การคิด วิเคราะห์ (Analytical Thinkers) การคิดไตร่ตรอง (Reflective Thinking) รวมทั้ง ทักษะในการคิด แก้ปัญหา (Problem Solvers)

3) ทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพ (Effective Collaborators) หมายถึง การที่ผู้เรียนมีความสามารถในการประสานงานกับผู้อื่น ได้เป็นอย่างดี มีทักษะของการเป็น ผู้นำ รวมทั้งการเป็นผู้ตามที่ดี สามารถสื่อสารกับผู้อื่นในการดำเนินงานต่างๆ เช่น การมอบ หมายงาน การถ่ายทอดความรู้ ประสบการณ์ เป้าหมายร่วมกัน ให้กับผู้ร่วมงานอื่นๆ ได้ รวมทั้งการเป็นผู้ฟังและ ผู้ร่วมปฏิบัติงาน ที่ดี โดยผู้เรียน Gen Net/Tweenies ควรได้รับการฝึกให้มีทักษะ ในการเรียนรู้แบบ

มีส่วนร่วม (Collaborative Learning) โดยทักษะที่ ต้องมุ่งเน้น ได้แก่ ทักษะพื้นฐานด้านการสื่อสาร (Communication Skill) อย่างมีประสิทธิภาพ

4) ทักษะในการสืบเสาะค้นหา (Enquirers) หมายถึง การที่ผู้เรียนมีคุณลักษณะของการเป็น นักสำรวจที่ดี ชอบที่จะศึกษาค้นคว้าสิ่งต่างๆ เพื่อพิสูจน์สมมติฐานของตน โดย สังเกตเปรียบเทียบ ความเหมือนความแตกต่าง รวมทั้งสืบค้นเพื่อ การศึกษาค้นคว้า ความรู้ ข้อมูล สารสนเทศที่มีอยู่อย่าง มหาศาล ทั้งในปัจจุบันและในอนาคต ทักษะสำหรับการสืบเสาะค้นหานี้ ครอบคลุมการที่ผู้เรียน จะต้องมีความสามารถในการเลือกสรร/คัดกรอง สารสนเทศที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถค้นหาสารสนเทศที่ ต้องการ ได้อย่างเที่ยงตรง รวดเร็ว อย่างมีประสิทธิภาพ

5) ความกระตือรือร้น (Active Learners) หมายถึง การที่ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้เรียนใน ลักษณะเชิงรุก กล่าวคือ ไม่เป็นเพียงผู้ฟัง (นิ่งๆ) ที่ดีในชั้นเรียนหรือในการเรียนออนไลน์ ผู้เรียนเชิงรุก หมายถึงการที่ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ร่วมมือที่ดีของ ผู้เชี่ยวชาญในการเรียนรู้ด้วยตนเอง สำหรับในการ เรียนจาก ผู้เชี่ยวชาญนั้น ผู้เรียนควรให้ความสนใจในการเรียนรู้ (Attentive) ศึกษาเนื้อหา รู้จักถาม/ ตอบคำถามในบริบทที่เอื้ออำนวยต่อการ เรียนรู้ที่มีความหมายให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งการฝึกฝนทักษะใน ด้าน การแสดงออกหรือแสดงความคิดเห็นอย่างเหมาะสมและถูก กาลเทศะ

6) ทักษะพื้นฐานด้านไอซีที(ICT Skills) ในที่นี้ไม่ได้หมายถึงเฉพาะถึงการที่ผู้เรียนมีทักษะ พื้นฐานในด้าน การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ปฏิบัติการ หรือโปรแกรมสำนักงาน เท่านั้น หากหมาย รวมถึงการที่ผู้เรียนสามารถดูแลรักษาเครื่องมือ และ/หรือระบบต่างๆ ได้ในระดับพื้นฐาน นอกจากนี้ ยังหมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และ สื่อสารโทรคมนาคมในการ เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ครอบคลุม ทักษะต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ทักษะในการสืบค้น (Search Skills) ทักษะในด้านการใช้เครื่องมือติดต่อสื่อสารผ่าน ICT และ/ หรือ ทักษะในการเลือกใช้ ซอฟต์แวร์ที่เหมาะสม เป็นต้น

7) ทักษะในด้านการใช้ภาษาสากล (Second Language Skills) หมายถึง การพัฒนาผู้เรียน ให้มีทักษะ ความรู้และความสามารถ ในการใช้ภาษาที่สอง เป็นภาษาที่ไม่ใช่ภาษาแม่หรือภาษาหลัก ของสังคมที่ตนอาศัยอยู่ในระดับที่สามารถติดต่อสื่อสารกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี ภาษาสากลสำหรับ สังคมไทยที่ถือได้ว่าสำคัญมากที่สุด คือภาษาอังกฤษ เพราะถือเป็นภาษาสากลที่ได้รับการ นำไปใช้ อย่างแพร่หลายมากที่สุดในโลกอินเทอร์เน็ต ดังนั้น ใน การเตรียมความพร้อมของผู้เรียนสำหรับการ เรียนรู้ในยุคสมัย หน้านั้น ควรมีการเตรียมพร้อมผู้เรียนในด้านภาษาอังกฤษ

8) ความสนใจในวัฒนธรรม (Engaged with Cultures) และ ความตระหนักถึงความเป็นไป ในโลก (World Awareness) หมายถึง การปลูกฝังให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่ใส่ใจและเห็นคุณค่าใน วัฒนธรรม ของตนเอง อย่างน้อยในระดับที่เพียงพอที่จะทำให้รู้จัก ตนเอง รู้จัก “ราก” หรือประวัติศาสตร์ของ ตนเองและสังคมที่อาศัยอยู่ (Self-Identity) เพื่อจะได้สามารถเปรียบเทียบความเหมือนหรือ ต่าง

กับสังคม/โลกรอบตนเองได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคแห่ง โลกาภิวัตน์ (Globalization) ซึ่งการเชื่อมต่อกันบนโลกสามารถ เกิดขึ้นได้ภายในพริบตา ความแตกต่างทางวัฒนธรรมนับวันจะ น้อยลง ทุกที่การที่พลเมืองในสังคมใดสามารถจะคงไว้ในวัฒนธรรม ที่ดีของตนเองไว้ได้ ในขณะที่เดียวกันก็สามารถเปิดรับวัฒนธรรม และความเป็นไปในทางที่ดีของโลกภายนอกได้ก็จะทำให้สังคม นั้นมีความ ได้เปรียบเหนือสังคมที่ไม่รู้จักเห็นคุณค่าในวัฒนธรรม ของตนเอง และคอยที่จะรับเอาวัฒนธรรมของ คนอื่นๆ เข้ามา เพียงทางเดียว

ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ควรมีลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

1. เป็นนักคิดวิเคราะห์
2. เป็นนักแก้ปัญหา
3. เป็นนักสร้างสรรค์
4. เป็นนักประสานความร่วมมือ
5. รู้จักใช้ข้อมูลและข่าวสาร
6. เป็นผู้เรียนรู้ด้วยตนเอง
7. เป็นนักสื่อสาร ครูพูดน้อยและเด็กพูดมาก
8. ตระหนัก รับผิดชอบต่อโลก
9. เป็นพลเมืองทรงคุณค่า
10. มีพื้นฐานความรู้เศรษฐกิจและการคลัง

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ต้องเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพราะความรู้ เกิดได้จากกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมไม่ว่าจะเป็นกระบวนการทางการศึกษา การมีส่วนร่วมทางการเรียนรู้ การจัดประสบการณ์ที่หลากหลาย แต่ที่สำคัญก็คือการเรียนรู้เป็นมิติที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน โดยสามารถสรุปบทบาทผู้เรียนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ได้ดังนี้

ผู้เรียนคือผู้ที่ตั้งคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ได้รับการกระตุ้นจากบทเรียนหรือสภาพแวดล้อมทางสังคมและสิ่งแวดล้อม

ผู้เรียนคือผู้ที่วางแผนการเรียนรู้ ซึ่งอาจเป็นทั้งการวางแผนร่วมกับผู้สอนหรือกลุ่มผู้เรียนด้วยกัน การวางแผนจะช่วยกระตุ้นกระบวนการคิดและการทำงานกลุ่ม การเรียนรู้ และมีความเข้าใจผู้อื่น

ผู้เรียนคือผู้ที่ร่วมกันเรียนรู้ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ การลงมือกระทำ และการแก้ปัญหา ร่วมกันผู้เรียนคือผู้สรุปความรู้และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในสิ่งที่ได้คิด และลงมือกระทำ

ผู้เรียนคือผู้ที่สะท้อนคิดที่มีต่อบทเรียนและที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้เรียนคือผู้ที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างการศึกษา กับชุมชน ก่อให้เกิดกระบวนการมีส่วนร่วม

ร่วมทางการศึกษาผ่านผู้ปกครอง ชุมชน และสถาบันการศึกษาผู้เรียนคือผู้ที่มีส่วนร่วมในการกำหนดทิศทางการเรียนรู้และพัฒนาสังคม โดยอาศัยการศึกษาแบบประชาธิปไตย

ตอนที่ 4 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับตัวบ่งชี้ทางการศึกษา

ความหมายและลักษณะสำคัญของตัวบ่งชี้ทางการศึกษา

ตัวบ่งชี้ (indicator) มีนักวิชาการได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Johnstone (1981) กล่าวว่า ตัวบ่งชี้หมายถึง สารสนเทศที่บ่งบอกปริมาณเชิงสัมพันธ์ หรือสถานะของสิ่งที่มุ่งวัดในเวลาใดเวลาหนึ่ง โดยไม่จำเป็นต้องบ่งบอกสถานะที่จงใจหรือชัดเจน แต่บ่งบอกหรือสะท้อนภาพของสถานการณ์ที่เราสนใจเข้าไปตรวจสอบอย่างกว้างๆ หรือให้ภาพเชิงสรุปโดยทั่วไป ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ในอนาคต

วรรณิ แกมเกตุ (2540) กล่าวว่า ตัวบ่งชี้เป็นสิ่งที่แสดงสถานะ หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นหรือเปลี่ยนแปลงไปหรือสะท้อนลักษณะการดำเนินงานอย่างใดอย่างหนึ่ง ในภาษาไทยมีคำที่ นำมาใช้ในความหมายเดียวกับคำว่า “ตัวบ่งชี้” หลายคำ เช่น ดัชนีตัวชี้หน้า และตัวชี้วัด เป็นต้น

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2541) ได้สรุปความหมายของตัวบ่งชี้ไว้ว่า ตัวบ่งชี้หมายถึง ตัวแปรประกอบหรือองค์ประกอบที่มีค่าแสดงถึงลักษณะหรือปริมาณของสภาพที่ต้องการศึกษา ณ จุดเวลาหรือช่วงเวลาหนึ่ง ค่าของตัวบ่งชี้แสดง / ระบุ / บ่งบอกถึงสภาพที่ต้องการศึกษาเป็นองค์รวมอย่างกว้าง ๆ แต่มีความชัดเจนเพียงพอที่จะใช้ในการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้เพื่อประเมินสภาพที่ต้องการศึกษาได้และใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างจุดเวลา/ช่วงเวลา ที่ต่างกันเพื่อให้ทราบถึงความเปลี่ยนแปลงของสภาพที่ต้องการศึกษา

เอมอร จังศิริพรกรณ์ (2541) ให้ความหมายตัวบ่งชี้ว่า ตัวบ่งชี้ คือ สารสนเทศเชิง ปริมาณหรือตัวประกอบ ตัวแปรที่บ่งบอกถึงสิ่งที่ต้องการตรวจสอบ หรือสถานการณ์ที่สะท้อนลักษณะการดำเนินงาน ทำให้สามารถวินิจฉัยชี้สถานะและช่วยชี้บทบาทหน้าที่ที่ตลอดจนสภาพปัญหา อุปสรรคของการดำเนินงานในเวลาใดเวลาหนึ่ง

จากที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่า ตัวบ่งชี้ หมายถึง สารสนเทศที่บ่งบอกถึงสภาพ หรือ ทิศทางหรือผลการดำเนินงาน ตลอดจนปัญหาอุปสรรคของการดำเนินงาน ซึ่งทำให้สามารถวินิจฉัยชี้สถานะและช่วยชี้บทบาทหน้าที่ที่ตลอดจนสภาพปัญหาอุปสรรคของการดำเนินงาน ในเวลาใดเวลาหนึ่งได้

ลักษณะที่ดีของตัวบ่งชี้

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ (อ้างจาก โชคชัย สิริพนมณี 2540) กล่าวถึงคุณสมบัติที่ดีของ ตัวบ่งชี้มีดังนี้

1. ความเป็นกลางของตัวบ่งชี้ (Neutrality) หมายถึง ความไม่ลำเอียง (Bias) ของตัวบ่งชี้ ที่มี

ผลของการประเมินอาจเกื้อกูลต่อกิจกรรม โครงการหรือแผนงานที่เป็นประเภทเดียวกัน แต่จัดทำโดยหน่วยงานที่แตกต่างกัน

2. ความเป็นวัตถุวิสัยของตัวบ่งชี้ (Objectivity) หมายถึงการตัดสินใจเกี่ยวกับค่าของตัวบ่งชี้มิได้เกิดจากการคิดเอาเองตามความรู้สึกของผู้ประเมิน หรือเรียกกันว่าตามจิตวิสัย (Subjectivity) แต่อยู่ กับสถานะที่เป็นอยู่หรือเป็นรูปธรรมของคุณสมบัติที่ผู้ประเมินจะประเมิน

3. ความไวต่อความแตกต่างของตัวบ่งชี้ (Sensitivity) หมายถึงความสามารถของตัวบ่งชี้ที่จะวัดความแตกต่างระหว่างหน่วยวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง เช่น ในการประเมินผลโครงการที่ให้ประชาชนร่วมประเมิน เช่น เรื่องอัตราความพึงพอใจ แทนที่จะให้ระบุเพียงความพอใจ หรือ ไม่พอใจ ซึ่งมีความผันแปรแคบมาก คือ 1 เท่านั้น ควรจะให้กลุ่มที่มีความพอใจและไม่พอใจนั้น บอกว่ามี ความพอใจและไม่พอใจมากน้อยเท่าใด

4. ค่าของมาตรวัด หรือตัวบ่งชี้ที่ได้ควรมีความหมาย หรือตีความหมายได้อย่างสะดวก (Meaningfulness and Interpretability) กล่าวคือ ค่าของมาตรวัดควรมีจุดสูงสุดและต่ำสุดง่ายแก่ การเข้าใจ

5. ความถูกต้องในเนื้อหาของตัวบ่งชี้ที่นำมาใช้ในการประเมินผลการปฏิบัติงาน (Content Validity) ไม่มีปัญหาสำหรับการประเมินสิ่งที่เป็นกายภาพ แต่มีปัญหาค่อนข้างมากในการประเมินสิ่งที่ไม่ใช่กายภาพ เช่น การประเมินผลเกี่ยวกับการพึ่งพาตนเอง (Self Reliance) อะไรคือเนื้อหาของ การ พึ่งพาตนเอง

6. ความถูกต้องในการสร้างตัวบ่งชี้ (Construct Validity) เป็นประเด็นปัญหาทันทีที่ตัวบ่งชี้ ผลการปฏิบัติงานต้องประกอบด้วยตัวแปรหลายๆ ตัวด้วยกัน ในการสร้างตัวบ่งชี้หรือการนำตัวแปร หลายตัวเหล่านี้มารวมกัน วิธีการรวมตัวแปรหลายตัวเข้าด้วยกัน ไม่ว่าจะนำมาบวกกัน หารกัน หรือ คูณกันนั้นถูกต้องหรือไม่และตีความอย่างไร

จากที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่า ตัวบ่งชี้ที่ดีควรเป็นตัวบ่งชี้ที่มีความเป็นกลาง ซึ่งจะมีผลต่อการ ประเมินกิจกรรมหรือโครงการ และต้องมีความถูกต้องในเนื้อหา จึงจะสามารถบ่งบอกถึงสภาพ หรือ ทิศทาง หรือผลการดำเนินงาน ตลอดจนปัญหาอุปสรรคของการดำเนินงานได้

การสร้างและพัฒนาตัวบ่งชี้ทางการศึกษา

วิธีการสร้างและพัฒนาตัวบ่งชี้ทางการศึกษามีสิ่งที่ควรคำนึงถึง 4 ประการ (วรรรณิ แกมเกตุ 2540)

1. การกำหนดนิยามของตัวแปร
2. การคัดเลือกตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งที่มุ่งศึกษา
3. การสังเคราะห์ตัวแปรต่างๆ เข้าด้วยกัน
4. การกำหนดน้ำหนักของตัวแปร

Johnstone (1981) กล่าวถึงวิธีการสร้างและพัฒนาตัวบ่งชี้ทางการศึกษา มี 3 วิธีคือ

1. การสร้างตัวบ่งชี้เพื่อประโยชน์ของการใช้ (The Pragmatic Definition of an Indicator)
การสร้างตัวบ่งชี้ประเภทนี้มี 2 แบบ คือ

1.1. การเลือกตัวแปรจำนวนหนึ่งที่ทำให้หรือที่มีอยู่มาใช้ วิธีนี้เป็นวิธีจัดทำตัวบ่งชี้
ในลักษณะที่เป็นตัวบ่งชี้ตัวแทน (Representative Indicator)

1.2. การเลือกเอาตัวแปรจำนวนหนึ่งมาผสมผสานรวมกัน ซึ่งวิธีการรวมกันนี้มาจากข้อ สมมติฐานบางประการว่า ตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์กัน การรวมตัวแปรประเภทนี้มีกำหนดขึ้น เพื่อใช้ในงานวิจัยงานใดงานหนึ่งโดยเฉพาะ

2. การสร้างตัวบ่งชี้โดยอาศัยนิยามเชิงทฤษฎี (The Theoretical Definition of an Indicator) สร้างโดยเลือกตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับสภาวะหรือคุณลักษณะที่สนใจ แล้วจัดลำดับความสำคัญของตัวแปร โดยอาศัยน้ำหนักของตัวแปรตามเหตุผลหรือพื้นฐานทางทฤษฎีเพื่อวิเคราะห์ตัวแปรขึ้นเป็นตัวบ่งชี้

3. การสร้างตัวบ่งชี้โดยอาศัยข้อมูลเชิงประจักษ์ (The Empirical Definition of an Indicator) สร้างโดยอาศัยข้อมูลเชิงประจักษ์โดยการจัดกลุ่มความสัมพันธ์ของตัวแปร การกำหนดน้ำหนักของตัวแปรใช้วิธีการทางสถิติเป็นหลัก เช่น การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) การวิเคราะห์จำแนก (Discriminant Analysis) และการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล (Canonical Correlation Analysis) เป็นต้น

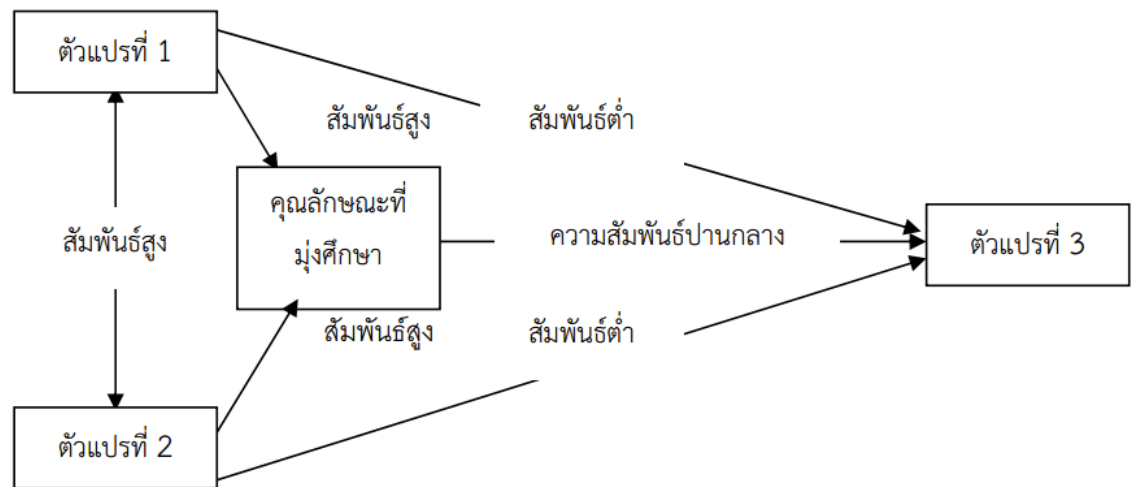
จากที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่าวิธีการสร้างและพัฒนาตัวบ่งชี้ทางการศึกษา ควรคำนึงถึงการกำหนดนิยามของตัวแปร การคัดเลือกตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการศึกษา การสังเคราะห์ตัวแปรต่างๆ เข้าด้วยกัน และการกำหนดน้ำหนักของตัวแปร

หลักในการสร้างตัวบ่งชี้ทางการศึกษา

เจือจันทร์ จงสถิตย์อยู่ และแสวง ปิ่นมณี (2529) กล่าวว่า เนื่องจากวิธีที่ 1 มีจุดอ่อนมาก การพัฒนาตัวบ่งชี้จึงควรใช้ 2 วิธีหลัง ซึ่งทั้ง 2 วิธีมีสิ่งที่จะต้องคำนึง ในการพัฒนาตัวบ่งชี้อยู่ 3 ประการ

1. การคัดเลือกองค์ประกอบของตัวแปรหรือกลุ่มตัวแปร (Component Variables)

การคัดเลือกกลุ่มตัวแปรเพื่อสังเคราะห์เป็นตัวบ่งชี้เริ่มจากการระบุหรืออธิบายคุณลักษณะของตัวบ่งชี้อย่างชัดเจน โดยอาศัยเอกสารข้อเสนอเชิงทฤษฎีหรือจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้ตัวแปรหลักที่สำคัญ จึงควรหลีกเลี่ยงตัวแปรจำนวนมาก เพราะทำให้มิติของสิ่ง ที่มุ่งศึกษามีความซับซ้อน และยากในการแปลความหมาย ดังนั้นโดยทั่วไปแล้ว ถ้าตัวแปร 2 ตัวขึ้นไปมีความสัมพันธ์กันสูงจะไม่นิยมใช้ตัวแปรเหล่านั้นทั้งหมด เพราะผลที่ได้อาจจะมีความคลาดเคลื่อน และยังเป็นการไม่ประหยัดด้วย น่าจะนำตัวแปรอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์ภายในต่ำแต่มีแนวโน้มว่าสามารถอธิบายสภาพการณ์หรือคุณลักษณะที่มุ่งศึกษาได้ในระดับสูงแทน ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ภายในระหว่าง 3 ตัวแปร

จากภาพที่ 2 จะเห็นได้ว่า ตัวแปรที่ 1 และตัวแปรที่ 2 มีแนวโน้มว่ามีความสัมพันธ์สูง กับคุณลักษณะที่มุ่งศึกษา ในขณะที่ตัวแปรทั้ง 2 มีความสัมพันธ์กันเองสูง หรือที่เรียกว่า มีความสัมพันธ์กันภายในสูง เนื่องจากตัวแปรทั้ง 2 ตัว อาจจะมีคุณลักษณะที่คล้ายคลึงกันนั่นเอง จึงไม่สมควรคัดตัวแปรไว้ทั้ง 2 ตัว แต่ควรเลือกไว้ตัวใดตัวหนึ่ง ส่วนตัวแปรที่ 3 มีความสัมพันธ์ภายในกับตัวแปรที่ 1 และ 2 ในระดับต่ำ แต่มีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะที่มุ่งศึกษาในระดับปานกลาง จากกรณีดังกล่าวควรเลือกตัวแปรที่ 1 หรือ 2 ตัวใดตัวหนึ่งร่วมกับตัวแปรที่ 3

จากที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่า การคัดเลือกองค์ประกอบตัวแปร หรือกลุ่มตัวแปรนั้นต้องอธิบายคุณลักษณะของตัวบ่งชี้ได้อย่างชัดเจน โดยอาศัยเอกสารข้อเสนอเชิงทฤษฎีหรือความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้ตัวแปรหลักที่สำคัญ

การสังเคราะห์ตัวแปรองค์ประกอบ

วิธีสังเคราะห์ตัวแปรองค์ประกอบเข้าด้วยกัน โดยทั่วไปใช้กัน 2 วิธีคือ การรวมทางพีชคณิต (Additive) และการรวมแบบทวีคูณ (Multiplicative) มีข้อแตกต่างกันดังนี้

1.การรวมทางพีชคณิต (Additive) มีข้อตกลงเบื้องต้น คือ ความสำคัญของตัวแปรแต่ละ ตัวแปรสามารถทดแทน หรือชดเชยกันได้กล่าวคือ ถ้าตัวแปร V_1 มีค่าต่ำก็สามารถทดแทนได้ด้วยค่า V_2 ที่สูง เป็นผลให้ค่าตัวบ่งชี้ (I) ไม่เปลี่ยนแปลง เช่น กรณีที่ 1 $V_1 = 20, V_2 = 20$ จะมีผลเท่ากับกรณี ที่ 2 เมื่อ $V_1 = 5, V_2 = 35$ ตัวบ่งชี้ที่สร้างขึ้นจากการรวมตัวองค์ประกอบ V_1 และ V_2 ดังสมการ

$$I = V_1 + V_2$$

เมื่อ I แทน ตัวบ่งชี้

V_1 แทน ตัวแปรที่ 1

V_2 แทน ตัวแปรที่ 2

การรวมตัวแปรองค์ประกอบด้วยวิธีนี้มีกมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระบบตั้งแต่ 2 ระบบขึ้นไปว่ามีความแตกต่างกันที่หน่วยในเรื่องที่ศึกษา

การหาค่าตัวบ่งชี้ในรูปของค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) ของตัวแปรหาได้จาก สมการ

$$I = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}{N}$$

กรณีที่ตัวแปร มีค่าน้ำหนักต่างกัน

$$I = \frac{W_1 V_1 + W_2 V_2 + W_3 V_3 + \dots + W_n V_n}{\sum N_i}$$

เมื่อ n แทน จำนวนตัวแปร

$\sum N_i$ แทน ผลรวมของน้ำหนักของตัวแปรที่ $I (V_i)$

2.การรวมแบบทวีคูณ (Multiplicative) มีข้อตกลงเบื้องต้น คือ การเปลี่ยนแปลงค่าของ ตัวแปรหนึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของอีกตัวแปรหนึ่งไม่อาจทดแทนหรือชดเชยได้กล่าวคือ ตัวบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้นจะมีค่าสูงได้ก็ต่อเมื่อตัวแปรองค์ประกอบทุกตัวมีค่าสูงทั้งหมด และตัวแปรองค์ประกอบ แต่ละตัวจะต้องเสริมซึ่งกันและกัน จึงจะส่งผลต่อค่าตัวบ่งชี้เช่น จากกรณีตัวอย่าง ที่กล่าวถึง ข้างต้น ตัวบ่งชี้ในกรณีที่ 1 มีค่าเท่ากับ 400 (20×20) ส่วนกรณีที่ 2 มีค่าเท่ากับ 175 (5×35) แสดงว่าค่า V_1 และ V_2 เป็นดังนี้

$$I = V_1 \times V_2$$

การรวมแบบทวีคูณนี้มักจะใช้เมื่อต้องการเปรียบเทียบระบบตั้งแต่ 2 ระบบขึ้นไป ว่าระบบหนึ่งมีค่าตัวบ่งชี้สูงกว่าอีกระบบหนึ่งอยู่ที่เท่า

การหาค่าตัวบ่งชี้ในรูปค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean) ของตัวแปรหาได้จาก สมการ กรณีที่ตัวแปร มีค่าน้ำหนักเท่ากัน

$$I = (V_1 \cdot V_2 \cdot V_3 \cdot \dots \cdot V_n)^{1/n}$$

กรณีที่ตัวแปร มีค่าน้ำหนักต่างกัน

$$I = (V_1 w_1 \cdot V_2 w_2 \cdot V_3 w_3 \cdot \dots \cdot V_n w_n)^{1/n}$$

การคำนวณค่าในสมการข้างต้น สามารถคำนวณได้ด้วยวิธีการหาค่า Logarithm ดังนี้

$$\text{Log GM} = \frac{\sum_{i=1}^n \log V_i}{n}$$

$$\text{Log GM} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \log V_i}{n}$$

จากที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่า วิธีการสังเคราะห์ตัวประกอบประกอบเข้าด้วยกัน นิยม ใช้กัน 2 วิธีคือ การรวมทางพีชคณิต (Additive) และการรวมแบบทวีคูณ (Multiplicative)

การกำหนดน้ำหนักของตัวแปร

Johnstone (1981) กล่าวว่า การกำหนดน้ำหนักของตัวแปรแต่ละตัว สามารถทำได้โดยให้น้ำหนักของตัวแปรเท่ากันทุกตัว หรือ ให้ความแตกต่างกันในแต่ละตัว โดยวิธีการหลัก 3 วิธีคือ

1. วิธีตัดสินโดยผู้เชี่ยวชาญ (Expert Judgment) เป็นการพิจารณาความเห็นในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ ซึ่งอาจเป็นนักวิจัยหรือนักวางแผน โดยให้สมาชิกแต่ละคนเสนอค่าน้ำหนักของตัวแปร แล้วจึงพิจารณาหาข้อยุติด้วยการใช้ค่าเฉลี่ย หรือการอภิปรายลงความเห็น ซึ่งอาจใช้แบบสอบถามเพื่อตรวจสอบดูคำร้อยละผู้ตอบเห็นด้วยกับสำคัญของตัวแปรนั้น นอกจากนี้ยังมีวิธีการที่เป็นระบบมากขึ้น เช่น การใช้เทคนิคเดลฟาย (Delphi) เพื่อสำรวจความคิดเห็นจากกลุ่มคนที่ได้คัดเลือกเป็นพิเศษ โดยการสัมภาษณ์หรือตอบแบบสอบถามความคิดเห็นจนได้คำตอบที่ชัดเจนแล้วจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้หาค่าน้ำหนักของตัวแปร

2. วิธีวัดจากความพยายามของการได้มาของตัวแปร (Measure Effort Required) โดยพิจารณาจากเวลาที่ใช้หรือค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับตัวแปร ถ้าตัวแปรใดมีการใช้เวลา หรือค่าใช้จ่ายสูง คือ มีการใช้ความพยายามมากกว่าอีกตัวแปรหนึ่ง ตัวแปรนั้นควรมีน้ำหนักมากกว่า (หรือน้อยกว่า) อีกตัวแปรหนึ่ง ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับบริบทของสิ่งที่ต้องการศึกษา

3. วิธีการใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ (Empirical Data) เป็นการใช้วิธีทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้ได้น้ำหนักของแต่ละตัวแปร โดยอาจใช้หลักการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) การวิเคราะห์จำแนก (Discriminant Analysis) หรือวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอล (Canonical Correlation Analysis)

จากที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่า การกำหนดน้ำหนักของตัวแปรแต่ละตัว สามารถทำได้โดยวิธีการตัดสินโดยผู้เชี่ยวชาญ วิธีการวัดจากความพยายามของการได้มาของตัวแปร และวิธีการใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์

ประโยชน์ของตัวบ่งชี้ทางการศึกษา

วรรณิ แกมเกตุ (2540) กล่าวถึงประโยชน์ของตัวบ่งชี้ทางการศึกษา ดังนี้ 1. ใช้ในการกำหนดเป้าหมายของนโยบายทางการศึกษา ซึ่งจะช่วยให้เห็นภาพของการ ผลิตที่เกิดจากนโยบายนั้น ตลอดจนสามารถกำกับ ติดตามและประเมินผลการดำเนินงานได้

2. ใช้ประโยชน์ในการติดตามสถานะทางการศึกษา ในการค้นหาความผิดพลาดของการจัดการศึกษา ซึ่งช่วยให้ผู้บริหารมีความตื่นตัวต่อปัญหาอยู่ตลอดเวลา

3. ใช้เป็นตัวแทนของตัวแปรอิสระหลายๆ ตัว เช่น การใช้ตัวบ่งชี้รวม (Composite Indicator) เพื่อช่วยให้เห็นภาพที่กว้างขึ้น และลดความซับซ้อนของข้อมูลให้น้อยลง

4. การใช้ตัวบ่งชี้ทางการศึกษา เพื่อเปรียบเทียบระหว่างองค์กร (สังกัด) และระหว่าง ภูมิภาค ซึ่งจะช่วยให้เห็นถึงแหล่งของปัญหาที่ต้องการแก้ไขอย่างเร่งด่วน

จากที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่า ตัวบ่งชี้ทางการศึกษามีประโยชน์ในการกำหนดเป้าหมายของนโยบายทางการศึกษา การติดตามสถานะทางการศึกษา เพื่อติดตามและประเมินผลการดำเนินงานได้

ตอนที่ 5 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบ

การวิเคราะห์องค์ประกอบ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้

การวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นเทคนิคทางสถิติ สำหรับวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัว (Multivariate analysis techniques) ที่ออกแบบมาเพื่อช่วยให้นักวิจัยได้ใช้แสวงหาความรู้ความจริงดังกล่าว เช่น นักวิจัยสามารถใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis หรือ EFA) ในการพัฒนาทฤษฎี หรือนักวิจัยสามารถใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis หรือ CFA) ในการทดสอบหรือยืนยันทฤษฎี (เพชรรัตน์ สายนำพามีลาภ 2555)

การวิเคราะห์องค์ประกอบ เป็นการวิเคราะห์หลายตัวแปรเทคนิคหนึ่งเพื่อการสรุปรายละเอียดของตัวแปรหลายตัว หรือเรียกว่าเป็นเทคนิคที่ใช้ในการลดจำนวนตัวแปรเทคนิคหนึ่งโดยการศึกษาถึงโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปร และสร้างตัวแปรใหม่เรียกว่า องค์ประกอบ โดยองค์ประกอบที่สร้างขึ้นจะเป็นการนำตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันหรือมีความร่วมกันสูงมารวมกันเป็นองค์ประกอบเดียวกัน ส่วนตัวแปรที่อยู่คนละองค์ประกอบมีความร่วมกันน้อย หรือไม่มีความสัมพันธ์กันเลย (กัลยา วานิชย์บัญชา 2551)

Coughlin and William Knight (2007) ได้สรุปว่า เป็นการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลาย ๆ ตัว เพื่อค้นหาว่า ตัวแปรนี้สามารถรวมกลุ่มกันได้หรือไม่ ซึ่งจะกลายเป็นองค์ประกอบเดียวกัน

โดยสรุปการวิเคราะห์องค์ประกอบ หมายถึง เทคนิควิธีทางสถิติที่จะจับกลุ่มหรือรวมกลุ่มหรือรวมตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งความสัมพันธ์เป็นไปได้ทั้งทางบวกและทาง

ลบ ตัวแปรภายในองค์ประกอบเดียวกัน จะมีความสัมพันธ์กันสูง ส่วนตัวแปรที่ต่างองค์ประกอบ จะสัมพันธ์กันน้อยหรือไม่มี สามารถใช้ได้ทั้งการพัฒนาทฤษฎีใหม่ หรือการทดสอบหรือยืนยันทฤษฎีเดิม

ประเภทของเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ

เทคนิคของการวิเคราะห์องค์ประกอบ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis)

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจจะใช้ในกรณีที่ผู้ศึกษาไม่มีความรู้ หรือมีความรู้น้อยมากเกี่ยวกับโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อศึกษาโครงสร้างของตัวแปร และลดจำนวนตัวแปรที่มีอยู่เดิมให้มีการรวมกันได้

2. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis)

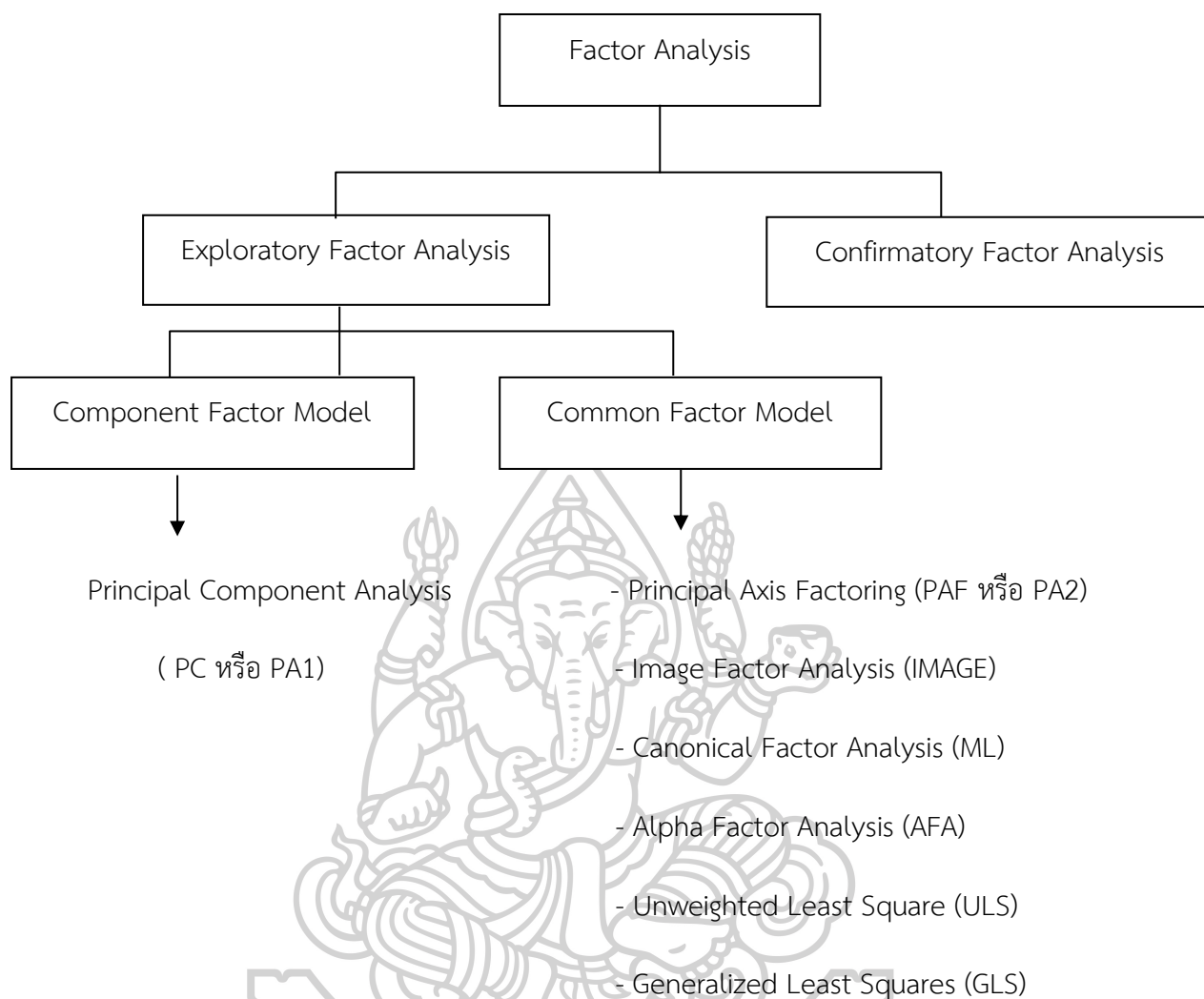
การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันจะใช้กรณีที่ผู้ศึกษาทราบโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปร หรือคาดว่าโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรควรจะเป็นรูปแบบใด หรือคาดว่าตัวแปรใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กันมากและควรอยู่ในองค์ประกอบเดียวกัน หรือคาดว่าไม่มีตัวแปรใดที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน ควรจะอยู่ต่างองค์ประกอบกัน หรือกล่าวได้ว่า ผู้ศึกษาทราบโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปร หรือคาดว่าโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นอย่างไรและจะใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันมาตรวจสอบหรือยืนยันความสัมพันธ์ว่าเป็นอย่างที่คาดไว้หรือไม่ โดยการวิเคราะห์หาความตรงเชิงโครงสร้างนั่นเอง

3. วัตถุประสงค์ของเทคนิค Factor Analysis

1) เพื่อศึกษาว่าองค์ประกอบรวมที่จะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างตัวแปรต่าง ๆ โดยที่จำนวนองค์ประกอบรวมที่หาได้จะมีจำนวนน้อยกว่าจำนวนตัวแปรนั้น จึงทำให้ทราบว่าเมื่อองค์ประกอบรวมอะไรบ้าง โมเดลนี้ เรียกว่า Exploratory Factor Analysis Model :

EFA

2) เพื่อต้องการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับโครงสร้างขององค์ประกอบว่า องค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบด้วยตัวแปรอะไรบ้าง และตัวแปรแต่ละตัวควรมีน้ำหนักหรืออัตราความสัมพันธ์กับองค์ประกอบมากน้อยเพียงใด ตรงกับที่คาดคะเนไว้หรือไม่ หรือสรุปได้ว่าเพื่อต้องการทดสอบว่าตัวประกอบอย่างนี้ตรงกับโมเดลหรือตรงกับทฤษฎีที่มีอยู่หรือไม่ โมเดลนี้เรียกว่า Confirmatory Factor Analysis Model: CFA ซึ่งเทคนิคของ Factor Analysis สามารถสรุปได้เป็นรูปแบบดังนี้



ภาพที่ 3 สรุปรูปแบบการวิเคราะห์ตัวประกอบ

4. ประโยชน์ของเทคนิค Factor Analysis

1) ลดจำนวนตัวแปร โดยการรวมตัวแปรหลาย ๆ ตัวให้อยู่ในองค์ประกอบเดียวกัน องค์ประกอบที่ได้ถือเป็นตัวแปรใหม่ ที่สามารถหาค่าข้อมูลขององค์ประกอบที่สร้างขึ้นได้ เรียกว่า Factor Score จึงสามารถนำองค์ประกอบดังกล่าวไปเป็นตัวแปรสำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป เช่น การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์ (Regression and Correlation Analysis) การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) การทดสอบสมมุติฐาน T – test Z – test และการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Discriminant Analysis) เป็นต้น

2) ใช้ในการแก้ปัญหาอันเนื่องมาจากการที่ตัวแปรอิสระของเทคนิคการวิเคราะห์สมการความถดถอยมีความสัมพันธ์กัน (Multicollinearity) ซึ่งวิธีการอย่างหนึ่งในการแก้ปัญหานี้ คือ การรวมตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์ไว้ด้วยกัน โดยการสร้างเป็นตัวแปรใหม่หรือเรียกว่า

องค์ประกอบ โดยใช้เทคนิค Factor Analysis แล้วนำองค์ประกอบดังกล่าวไปเป็นตัวแปรอิสระในการวิเคราะห์ความถดถอยต่อไป

3) ทำให้เห็นโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษา เนื่องจากเทคนิค Factor Analysis จะหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation) ของตัวแปรทีละคู่ แล้วรวมตัวแปรที่สัมพันธ์กันมากไว้ในองค์ประกอบเดียวกัน จึงสามารถวิเคราะห์โครงสร้างที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในองค์ประกอบเดียวกันได้ ทำให้สามารถอธิบายความหมายของแต่ละองค์ประกอบได้ ตามความหมายของตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในองค์ประกอบนั้น ทำให้สามารถนำไปใช้ในการวางแผนได้

5. ข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบ

สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบ มีข้อตกลงเบื้องต้น (Stevens 1992, Tabachnick and Fidell 2001)

1) ตัวแปรที่คัดเลือกมาวิเคราะห์องค์ประกอบ ต้องเป็นตัวแปรที่มีค่าต่อเนื่อง หรือมีค่าในมาตราระดับช่วง (Interval scale) และมาตราอัตราส่วน (Ratio scale) เนื่องจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ ตัวแปรที่คัดเลือกมาวิเคราะห์องค์ประกอบควรมีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

2) ตัวแปรที่คัดเลือกมาวิเคราะห์องค์ประกอบ ควรมีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในระดับสูง ($r = 0.30 - 0.70$) รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบและตัวแปรที่อยู่ในรูปเชิงเส้น (linear) เท่านั้น

3) จำนวนตัวแปรที่คัดเลือกมาวิเคราะห์องค์ประกอบ ควรมีจำนวนมากกว่า 30 ตัวแปร

4) กลุ่มตัวอย่าง ควรมีขนาดใหญ่และควรมีมากกว่าจำนวนตัวแปร ซึ่งมักมีคำถามว่าควรมากกว่ากี่เท่า มีบางแนวคิดที่เสนอแนะให้ใช้จำนวนข้อมูลมากกว่าจำนวนตัวแปรอย่างน้อย 5 - 10 เท่า หรืออย่างน้อยที่สุด สัดส่วนจำนวนตัวอย่าง 3 ราย ต่อ 1 ตัวแปร

5) กรณีที่ใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principle component analysis) ตัวแปรแต่ละตัวหรือข้อมูล ไม่จำเป็นต้องมีการแจกแจงแบบปกติ แต่ถ้าตัวแปรบางตัวมีการแจกแจงเบ้ค่อนข้างมาก และมีค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดผิดปกติ (Outlier) ผลลัพธ์ที่ได้อาจจะไม่ถูกต้อง

6. ข้อจำกัดและปัญหาของการใช้สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบ

1) ข้อจำกัดเรื่องจำนวนตัวอย่าง เนื่องจากการใช้สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบต้องใช้จำนวนตัวอย่าง (sample size) จำนวนมาก หากใช้ตัวอย่างน้อยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะต่ำ

การประมาณจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบมีหลายแนวคิด สามารถสรุปตามแนวคิดของนักสถิติ ดังตาราง 1

ตารางที่ 1 แนวคิดการใช้ขนาดตัวอย่าง สำหรับการใช้สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบในการวิจัย

แนวคิดการใช้ขนาดตัวอย่าง	เสนอแนะขนาดตัวอย่าง (n) และเหตุผล
<p>1. พิจารณาการใช้ขนาดตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบอย่างเดี่ยว</p> <p>1.1 คอมเลย์และลี (Comrey & Lee, 1992)</p> <p>1.2) ตามกฎหัวแม่มือหรือกฎอย่างง่าย (rule of thumb)</p>	<p>1.1) ได้เสนอแนะขนาดตัวอย่างดังนี้</p> <p>จำนวน 50 ราย ถือว่า แย่มาก (very poor)</p> <p>จำนวน 100 ราย ถือว่า ไม่ดี (poor)</p> <p>จำนวน 200 ราย ถือว่า พอใช้ได้ (fair)</p> <p>จำนวน 300 ราย ถือว่า ดี (as a good)</p> <p>จำนวน 500 ราย ถือว่า ดีมาก (as excellent)</p> <p>1.2) การวิเคราะห์องค์ประกอบควรมีขนาดตัวอย่างอย่างน้อย 300 ราย</p>
<p>2. การใช้ขนาดตัวอย่างขึ้นอยู่กับจำนวนองค์ประกอบที่ต้องการวิเคราะห์</p> <p>2.1) ถ้าการวิจัยนั้นมีจำนวนองค์ประกอบน้อย (2-3 องค์ประกอบ) และ/หรือมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบต่ำมาก</p> <p>2.2) กรณีมีจำนวนองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ หรือมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมากกว่า 0.6 หรือ</p> <p>2.3) จำนวนองค์ประกอบมีเท่ากับ 10 องค์ประกอบหรือน้ำหนักองค์ประกอบน้อยกว่า 0.4</p> <p>2.4) การวิจัยนั้นมีจำนวนองค์ประกอบน้อย (2 – 3 องค์ประกอบ) และ/หรือมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบต่ำมาก</p>	<p>2.1) ขนาดตัวอย่างแค่ 150 รายก็เพียงพอ</p> <p>2.2) ไม่จำเป็นต้องระบุจำนวนตัวอย่าง</p> <p>2.3) ตัวอย่างควรมีมากกว่า 150 ราย</p> <p>2.4) ขนาดตัวอย่าง ควรมีอย่างน้อย 300</p>

จากตาราง 1 เป็นการสรุปเกี่ยวกับการใช้ขนาดตัวอย่าง สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบจากหลายแนวคิด แต่ทั้งนี้ นักวิจัยควรใช้ขนาดตัวอย่างให้สอดคล้องกับหลักการคิดขนาดตัวอย่างตามหลักสถิติ นั่นคือ ขนาดตัวอย่างต้องมีความเป็นตัวแทนของประชากรที่ศึกษา

2) ข้อจำกัดเกี่ยวกับระดับข้อมูลในการวิเคราะห์องค์ประกอบ ข้อมูลต้องมีระดับการวัดประเภทมาตราวัดอันดับ (Interval scale) และมาตราอัตราส่วน (Ratio scale) ส่วนตัวแปรที่มีระดับการวัดแบบกลุ่ม นักวิจัยต้องทำให้เป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) เสียก่อน นอกจากนี้ลักษณะข้อมูลต้องมีการกระจายเป็นโค้งปกติ

2) ปัญหาการวิเคราะห์องค์ประกอบมี 3 ประเด็น ดังนี้

1) การวิเคราะห์องค์ประกอบไม่มีตัวแปรตาม ซึ่งแตกต่างกับการทดสอบสถิติการวิเคราะห์ถดถอยเชิงพหุแบบปกติ สถิติการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก สถิติการวิเคราะห์จำแนกประเภท และการวิเคราะห์เส้นทาง ดังนั้น สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบ จึงไม่สามารถใช้แก้ปัญหาการวิจัยที่ต้องการหาตัวทำนายได้

2) ขั้นตอนการสกัดองค์ประกอบไม่สามารถระบุจำนวนรอบของการสกัดได้ ดังนั้นหลังจากขั้นตอนการสกัดองค์ประกอบนักวิจัยจึงไม่สามารถระบุจำนวนรอบของการสกัดองค์ประกอบได้ว่ามีกี่รอบจึงจะพอดี

3) ในปัจจุบันการวิจัยที่ต้องการทดสอบเพื่อลดจำนวนตัวแปร มีเพียงสถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบเท่านั้น เนื่องจากสถิตินี้สามารถรวมตัวแปรหลาย ๆ ตัวให้อยู่ในองค์ประกอบเดียวกัน และทำให้เห็นโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษา โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation) ของตัวแปรที่ละคู่ แล้วรวมตัวแปรที่สัมพันธ์กันมากไว้ในองค์ประกอบเดียวกัน หลังจากนั้นจึงสามารถวิเคราะห์ถึงโครงสร้างที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในองค์ประกอบเดียวกันได้ ดังนั้นเมื่อนักวิจัยต้องการวิเคราะห์ที่ได้ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวข้างต้น จึงมีสถิติให้เลือกใช้เฉพาะสถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบเพียงตัวเดียว แต่ยังไม่มียุทธศาสตร์ทางสถิติวิธีอื่น ๆ จึงทำให้นักวิจัยต้องเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบทั้ง ๆ ที่วิธีนี้มีข้อจำกัดดังกล่าวข้างต้น

7. ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบ

ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาการวิจัย ทบทวนองค์ประกอบตัวแปรจากทฤษฎี เก็บข้อมูล และเลือกวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบตามวัตถุประสงค์การวิจัย

ขั้นที่ 2 ตรวจสอบข้อมูลที่วิเคราะห์ว่าเป็นไปตามข้อตกลงหรือไม่ และสร้างเมทริกซ์ สหสัมพันธ์ (Correlation Matrix)

ขั้นที่ 3 สกัดองค์ประกอบ (Extraction Factor Analysis : Factor Extraction หรือ Initial Factors)

ขั้นที่ 4 เลือกวิธีการหมุนแกน (Factors Rotation)

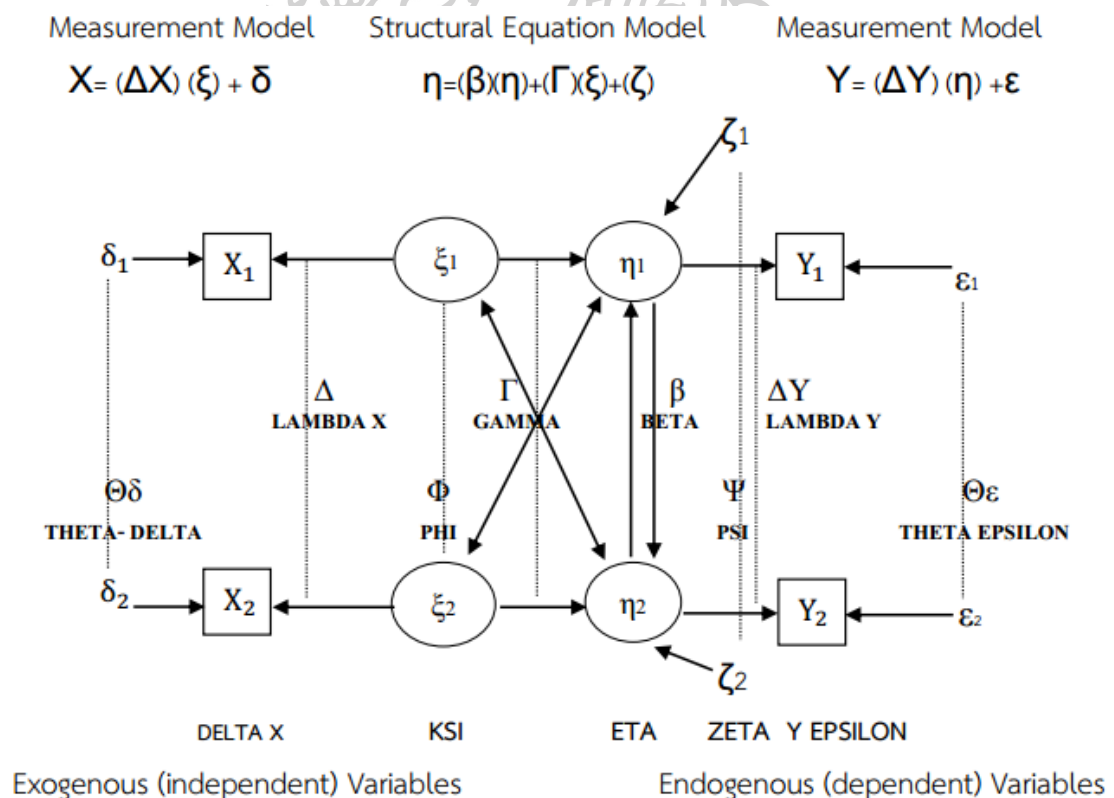
ขั้นที่ 5 เลือกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factors Score)

ขั้นที่ 6 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่วิเคราะห์ได้

โมเดลที่สืบทอดกับการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

โมเดลที่สืบทอด หรือโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น (Linear Structural Relationship Model or LISREL MODEL) หมายถึง โมเดลแสดงความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นระหว่างตัวแปรที่เป็นไปได้ ทั้งตัวแปรสังเกตได้ (Observed Variable) และตัวแปรแฝง (Latent Variable) โมเดลที่สืบทอดนี้พัฒนามาจากเทคนิคการวิเคราะห์ 2 เทคนิค คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบของเทอร์สตัน (Thurstonian Factor Analysis) และการวิเคราะห์เชิงสาเหตุ (Path Analysis)

โมเดลที่สืบทอดมี 2 ประเภท คือ โมเดลการวัด (Measurement Model) และโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Model) โมเดลการวัดจะแสดงความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นระหว่างตัวแปรแฝงกับตัวแปรสังเกตได้ แบ่งโมเดลการวัดออกเป็น การวัดสำหรับตัวแปรภายนอก หมายถึง ตัวแปรนั้นไม่ได้รับอิทธิพลจากตัวแปรอื่นในโมเดล และโมเดลการวัดสำหรับตัวแปรภายใน ประกอบด้วยตัวแปรที่ได้รับผลจากตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งในโมเดล ส่วนในโมเดลสมการโครงสร้างจะเป็นโมเดลที่แสดงความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นระหว่างตัวแปรแฝงจากโมเดลการวัดต่าง ๆ



ภาพที่ 4 แสดงโมเดลใหญ่ในโปรแกรมลิשראל

NX = จำนวนตัวแปรภายนอกสังเกตได้

NY = จำนวนตัวแปรภายในสังเกตได้

NK = จำนวนตัวแปรภายนอกแฝง

NE = จำนวนตัวแปรภายในแฝง

เวกเตอร์ของตัวแปรในโมเดลมีสัญลักษณ์อักษรกรีก คำอ่าน และความหมายดังต่อไปนี้

$X = Eks$ = เวกเตอร์ตัวแปรภายนอกสังเกตได้ X ขนาด ($NX \times 1$)

$Y = Wi$ = เวกเตอร์ตัวแปรภายในสังเกตได้ Y ขนาด ($NY \times 1$)

$\xi = Xi$ = เวกเตอร์ตัวแปรภายนอกแฝง K ขนาด ($NK \times 1$)

$\eta = Eta$ = เวกเตอร์ตัวแปรภายในแฝง E ขนาด ($NE \times 1$)

$\delta = Delta$ = เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อน d ในการวัดตัวแปร X ขนาด ($NX \times 1$)

$\epsilon = Epsilon$ = เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อน e ในการวัดตัวแปร Y ขนาด ($NY \times 1$)

$\zeta = Zeta$ = เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อน z ในการวัดตัวแปร E ขนาด ($NE \times 1$)

เมตริกซ์พารามิเตอร์อิทธิพลเชิงสาเหตุหรือสัมประสิทธิ์การถดถอย (Causal Effect or Regression Coefficients) รวม 4 เมตริกซ์และเมตริกซ์พารามิเตอร์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วม (Variance - Covariance) รวม 4 เมตริกซ์มีสัญลักษณ์ อักษรกรีก คำอ่าน ตัวย่อ ภาษาอังกฤษและความหมายมีดังนี้

$\Delta X = Lambda X = LX$ = เมตริกซ์ส.ป.ส. การถดถอยของ X บน K ขนาด ($NX \times NK$)

$\Delta Y = Lambda Y = LY$ = เมตริกซ์ส.ป.ส. การถดถอยของ Y บน E ขนาด ($NY \times NE$)

$\Gamma = Gamma = GA$ = เมตริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจาก K ไป E ขนาด ($NE \times NK$)

$\beta = Beta = BE$ = เมตริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่าง E ขนาด ($NE \times NE$)

$\phi = Phi = PH$ = เมตริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายในแฝง K ขนาด ($NK \times NK$)

$\psi = Psi = PS$ = เมตริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อน z ขนาด ($NE \times NE$)

$\theta\delta = Theta-delta = TD$ = เมตริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อน d ขนาด ($NX \times NX$)

$\theta\epsilon = Theta-epsilon = TE$ = เมตริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อน e ขนาด ($NY \times NY$)

การวิเคราะห์โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นตรงหรือโมเดลลิสเรลจะแตกต่างกันไปจากสถิติทั่วไปที่การวิเคราะห์ด้วยโมเดลลิสเรลจะเน้นความสำคัญของเมทริกซ์ความแปรปรวน – ความแปรปรวนร่วม (Variance – Covariance Matrix) ระหว่างตัวแปร การประมาณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในโมเดล อาศัยหลักการที่ว่าพยายามทำให้ค่าเมทริกซ์ความแปรปรวน – ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรที่สังเกตได้ซึ่งคำนวณได้จากโมเดลและข้อมูลเชิงประจักษ์มีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด และรายงานดัชนีความสอดคล้อง ในการวิเคราะห์โมเดลลิสเรลมีข้อตกลงเบื้องต้น 4 ประการ ดังนี้ (Joreskog and Sorbom ; Mueller 1988)

1. ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดภายในโมเดลเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้น แบบบวกและความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ
2. ลักษณะการแจกแจงของตัวแปรทั้งตัวภายนอกและตัวแปรภายใน รวมทั้งความคลาดเคลื่อนต้องเป็นการแจกแจงแบบปกติและความคลาดเคลื่อนต่างๆ ต้องมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์
3. ลักษณะความเป็นอิสระต่อกัน ระหว่างตัวแปรกับความคลาดเคลื่อนแบ่งออกเป็น ความเป็นอิสระระหว่างความคลาดเคลื่อนกับตัวแปรแฝง และความเป็นอิสระระหว่างความคลาดเคลื่อนด้วยกันเอง
4. กรณีการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการวัดมากกว่า 2 ครั้ง การวัดตัวแปรต้อง ไม่ได้รับอิทธิพลจากช่วงเวลาเหลือมระหว่างการวัด

โดยทั่วไปโมเดลการวัดจะเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบ ซึ่งถือว่าเป็นเครื่องมือในการวัดองค์ประกอบซึ่งเป็นตัวแปรแฝง นอกจากนั้นยังใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของตัวแปรว่ามีโครงสร้างตามทฤษฎีหรือไม่ มีความสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงอย่างไร วัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์องค์ประกอบมี 2 ประเด็น คือ ตัวแปรที่ 1 ใช้ในการสำรวจและระบุองค์ประกอบที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ผลจากการวิเคราะห์จะทำให้ได้ตัวแปรน้อยลงและได้องค์ประกอบร่วมการวิเคราะห์ในลักษณะนี้เรียกว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis : EFA) ซึ่งมีจุดอ่อนที่ทำให้ผลการวิเคราะห์ไม่ตรงตามสภาพความเป็นจริงเนื่องจากการไปกำหนดให้ตัวแปรทุกตัวในโมเดลเป็นผลมาจากองค์ประกอบร่วมทุกตัว และส่วนที่เป็นความคลาดเคลื่อนของตัวแปรที่ศึกษาไม่สัมพันธ์กัน ประเด็นที่ 2 ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับซึ่งการวิเคราะห์ลักษณะนี้เรียกว่า การวิเคราะห์เชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA) ซึ่งช่วยลดข้อดีของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจได้

จากที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่า ในการวิเคราะห์โมเดลลิสเรลจะต้องคำนึงถึงลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดภายในโมเดล ลักษณะการแจกแจงของตัวแปรทั้งตัวภายนอกและตัวแปรภายใน และลักษณะความเป็นอิสระต่อกันระหว่างตัวแปรกับความคลาดเคลื่อน

ตอนที่ 6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กำพล ธนะนิมิต (2550) ได้ศึกษา การวิเคราะห์องค์ประกอบของประสิทธิภาพการสอนของ ครุวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาปัตตานี วัดดูประสงค์เพื่อ ศึกษาองค์ประกอบของประสิทธิภาพการสอนของ ครุวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาปัตตานีตามการ ประเมินโดยครุวิทยาศาสตร์ และศึกษาความแตกต่าง ของประสิทธิภาพการสอนของครุวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนประถมศึกษาระหว่างเพศ วิชาเอก ประสบการณ์ในการสอนและขนาดของโรงเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ครุ วิทยาศาสตร์ที่สอนในโรงเรียนประถมศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 สังกัดสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษาปัตตานี จำนวนครู 314 คน เครื่องมือที่ใช้ ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามมาตราส่วน ประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 89 ข้อ การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบ และทดสอบ สมมติฐาน ผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบของประสิทธิภาพการสอนของครุวิทยาศาสตร์ได้ 8 องค์ประกอบ คือ ด้านความสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน ด้านความสามารถในการวัดและ ประเมินผล ด้านการพัฒนาตนเองของครู ด้านความรู้ความสามารถในเนื้อหาวิชา ด้านความสามารถ ทางกระบวนการเรียนการสอน ด้านการจัดบรรยากาศในการเรียนการสอน ด้านความรู้ความสามารถ ในหลักสูตร และด้านบุคลิกลักษณะที่เหมาะสมของครู ครุวิทยาศาสตร์ที่มีเพศ วิชาเอก และขนาด ของโรงเรียนต่างกัน มีประสิทธิภาพการ สอนไม่แตกต่างกัน ครุวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอน 16 ปีขึ้นไป มีประสิทธิภาพการสอนสูงกว่าครุวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอนไม่เกิน 5 ปี อย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรุณรัตน์ วันเพ็ญ (2552) ได้ศึกษา การวิเคราะห์องค์ประกอบประสิทธิภาพการสอนของครู วิทยาศาสตร์โรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาพิษณุโลก การวิจัยครั้งนี้มี จุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการสอนของครุวิทยาศาสตร์และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ประสิทธิภาพการสอนครุวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา จังหวัด พิษณุโลก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ ครุวิทยาศาสตร์ จำนวน 1,087 คน เครื่องมือที่ใช้ ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 40 ข้อ ครอบคลุม 8 องค์ประกอบ ได้แก่ บุคลิกลักษณะของครู การจัดการเรียนการสอน ความสัมพันธ์ระหว่างครูและ นักเรียน เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ การจัดสภาพแวดล้อม การวัดและประเมินผล การพัฒนาตนเอง ของครูและแรงจูงใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการสอนของครุวิทยาศาสตร์ใช้โปรแกรม SPSS for WINDOWS และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโดยใช้โปรแกรม LISREL ผลการวิจัยพบว่า 1. ผลการศึกษา

ประสิทธิผลการสอนครุวิทยาศาสตร์โรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา พิษณุโลก ทั้งโดยภาพรวมและแยกเป็นรายด้าน มีประสิทธิผลการสอนอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก 2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันด้วยโปรแกรมสลิเรล พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาจากค่าไค-สแควร์สัมพันธ์ (Relative Chi-Square : χ^2 / df) มีค่าเท่ากับ 1.85 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Index : GFI) มีค่าเท่ากับ .90 ค่าความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error Of Approximation : RMSEA) มีค่าเท่ากับ .028 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index : AGFI) มีค่าเท่ากับ .90 สามารถเรียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ได้ดังนี้ การพัฒนาตนเองของครู มีประสิทธิผลการสอนมากที่สุด การจัดการเรียนการสอน บุคลิกลักษณะของครู ความสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน และแรงจูงใจตามลำดับ

อภิสิทธิ์พร สติธยภาศิกุล (2556) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรการพัฒนาครูในศตวรรษที่ 21 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาบริบทและองค์ความรู้เกี่ยวกับการผลิตครูในปัจจุบันและในอนาคต 2) วิจัยและพัฒนาหลักสูตรการผลิตครูในศตวรรษที่ 21 ของคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 3) ประเมินผลการทดลองใช้หลักสูตรการผลิตครูในศตวรรษที่ 21 ที่ได้พัฒนาขึ้น และ 4) ถอดบทเรียนการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรการผลิตครูในศตวรรษที่ 21 กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) ผู้ให้ข้อมูลในการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร 2) ประชากรในการทดลองใช้หลักสูตร คือ นักศึกษาปริญญาตรี ปีที่ 1 และ 2 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 6 ห้องเรียน การวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ชั้น R1: ชั้นศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรการผลิตครู ชั้น D1: ชั้นยกรางหลักสูตร R2: ชั้นทดลองใช้หลักสูตร และชั้น D2: ชั้นปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรและจัดทำข้อเสนอเชิงนโยบายการผลิตครูในศตวรรษที่ 21 โดยทดลอง ใช้หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นใน 4 รายวิชา แบบครอบคลุมโครงสร้างของหลักสูตร เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย แผนบริหารการสอน รายวิชาละ 10 แผน แบบประเมินคุณลักษณะผู้เรียนตามกรอบแนวคิดของ หลักสูตรการผลิตครูในศตวรรษที่ 21 แบบประเมินแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับการเรียนรู้ในรายวิชา แนวสนทนากลุ่มผู้สอน และแบบสอบถามประสิทธิผลการทดลองใช้ หลักสูตร วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าดัชนี IOC ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความถี่ ร้อยละ ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลง และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ผลการวิจัยพบว่า 1 หลักสูตรผลิตครูในปัจจุบันอยู่ภายใต้เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรและกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ ระดับอุดมศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และมาตรฐานวิชาชีพครูของคุรุสภา ผลการเปรียบเทียบหลักสูตรผลิตครูปัจจุบันกับแนวคิดการผลิตครูในศตวรรษที่ 21 พบว่าส่วนใหญ่มีความสอดคล้องกันในระดับมากที่สุด แต่ยังมีบางส่วนที่สอดคล้องน้อย ซึ่งต้องนำมาปรับปรุงเพิ่มในการพัฒนาหลักสูตร 2. หลักสูตรการผลิตครูในศตวรรษที่

21 ที่พัฒนาขึ้นมีเป้าหมายและองค์ประกอบที่เอื้อต่อการสร้างครุติ ครูเก่ง ให้สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ คุณลักษณะและทักษะในศตวรรษที่ 21 ตามที่สังคมคาดหวัง มีรายละเอียดตามองค์ประกอบ E (K+Bs+Ps) โดย E (Ethic) คุณธรรม จริยธรรมพื้นฐานและตามจรรยาบรรณวิชาชีพครู Bs (Basic skills) ทักษะพื้นฐานในศตวรรษที่ 21 มี 5 ข้อ K (Knowledge) ความรู้ทั่วไป 8 ข้อ ความรู้เฉพาะด้านวิชาเอก ความรู้ในวิชาชีพครู มี 11 ข้อ และ Ps (Professional Skills) ทักษะวิชาชีพครู 8 ข้อ ตามกรอบครุสภา องค์ประกอบต่างๆของ หลักสูตรเป็นไปตามกรอบ มคอ.2 ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา หลักสูตรผ่านการ วิชาฯโดยผู้ทรงวุฒิ คุณภาพหลักสูตรด้านความสอดคล้องระหว่าง .60-1.00 และคุณภาพด้าน อื่นๆอยู่ในระดับมากที่สุด 3.ผลการทดลองใช้หลักสูตรการผลิตครูในศตวรรษที่21 พบว่า ใช้กระบวนการ PDCA ในการทดลองใช้หลักสูตร มีประสิทธิภาพของการบริหารจัดการหลักสูตรโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ด้านกระบวนการทดลองใช้หลักสูตร อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านความพร้อมของผู้สอนและด้าน คุณภาพการจัดปัจจัยสนับสนุนอยู่ในระดับมาก ตามลำดับ ประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน พบว่า ด้านกลยุทธ์การสอน พบว่า เน้นการพัฒนา ผู้เรียน ด้านทักษะการคิด มากที่สุด โดยกิจกรรมในหมวดวิชาเฉพาะ/ วิชาชีพครู (หลักการจัดการ เรียนรู้) ครอบคลุมการพัฒนาผู้เรียนตามกรอบของหลักสูตรมากที่สุด สำหรับความพึงพอใจของผู้เรียน ต่อการเรียนในรายวิชา ทุกรายวิชาอยู่ในระดับมากที่สุด ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียน การสอน บุคลิกภาพของผู้สอน ประสิทธิภาพของผู้เรียนในรายวิชาที่ทำการทดลองโดยภาพรวมผู้เรียนได้รับการพัฒนา คุณลักษณะ/ ทักษะตามกรอบของหลักสูตรทุกด้าน โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้านคุณธรรมพื้นฐาน มากที่สุด และมีการเปลี่ยนแปลงตามกรอบของหลักสูตรโดยภาพรวมอยู่ในระดับน้อยถึงปานกลาง 4.บทเรียนการทดลองใช้หลักสูตรการผลิตครูในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ด้านปัจจัยเอื้อต่อ ความสำเร็จ ปัญหาและอุปสรรค การเรียนรู้ของผู้ร่วมวิจัย และข้อเสนอเชิงนโยบายเพื่อการผลิตครูใน ศตวรรษที่ 21

สุเทพ ธรรมะตระกูล (2555) ได้ทำการศึกษาคุณลักษณะของครูยุคใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณลักษณะของครูยุคใหม่และ เพื่อวิเคราะห์ องค์ประกอบเชิงยืนยันของครูยุคใหม่ตามโมเดลสมมุติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา มีทั้งหมด 1,388 คน ประกอบด้วย นักศึกษา คณะครุศาสตร์จำนวน 386 คน ครูผู้สอน จำนวน 602 คน และ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 400 คน ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาขั้นพื้นฐาน จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) เครื่องมือที่ใช้ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือแบบสอบถามคุณลักษณะของครูยุคใหม่ วิเคราะห์องค์ประกอบขั้นต้น โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ โดยวิธีหมุนแกนแบบตั้งฉาก และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันคุณลักษณะของครูยุคใหม่ด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ผลการวิจัยพบว่า ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory factor analysis) ของคุณลักษณะของครูยุคใหม่ ได้จำนวนองค์ประกอบ 5

องค์ประกอบ คือ ด้านคุณธรรมจริยธรรม ด้านบุคลิกภาพ ด้านทักษะการสอน ด้านอารมณ์และ ด้านความรู้ความสามารถ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง (Second order confirmatory analysis) พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์มีค่าน้ำหนัก ระหว่าง 0.78 ถึง 0.93 ตามลำดับ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบจากมากไปน้อย ดังนี้ ด้านคุณธรรม จริยธรรม ด้านบุคลิกภาพ ด้านทักษะการสอน ด้านอารมณ์และด้านความรู้ ความสามารถ มีค่า น้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.93, 0.92, 0.90, 0.85 และ 0.78 ตามลำดับ ผลการ ตรวจสอบความ สอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์พบว่า มีค่าไคแอสควร์เท่ากับ 563.22 ค่าองศาอิสระ เท่ากับ 532 ค่าความน่าจะเป็น (P-value) เท่ากับ 0.17 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.96 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับค่าแล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.94 ค่ารากของ ค่าเฉลี่ยกำลังสองของ เศษเหลือในรูปของคะแนนมาตรฐาน (SRMR) เท่ากับ 0.03 และ ค่ารากของ ค่าเฉลี่ยกำลังสองของ ความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.01

จริภา ภูพินนา (2556) ได้ทำการวิจัยศึกษาคุณลักษณะของครูคณิตศาสตร์ในยุคศตวรรษที่ 21 ที่นักเรียนต้องการ ผลการวิจัย พบว่า 1. นักเรียนมีความต้องการคุณลักษณะของครูคณิตศาสตร์ ในศตวรรษที่ 21 ดังนี้ 1) ด้านคุณลักษณะอยู่ในระดับมากที่สุด 7 ข้อ เช่น ข้าพเจ้าชอบครูที่มีหน้าตา ยิ้มแย้มแจ่มใส อยู่ในระดับมาก 1 ข้อ 2) ด้านความรู้ อยู่ในระดับมากที่สุดทุกข้อ เช่น ข้าพเจ้าอยากให้ครู สอนวิธีลัดในการคิดเลขเร็ว 3) ด้านการถ่ายทอดความรู้ อยู่ในระดับมากที่สุดและในระดับมากอย่าง ละ 6 ข้อ เช่น ข้าพเจ้าชอบครูคณิตศาสตร์ที่สอนเข้าใจง่ายและสอนได้ละเอียด 2. คุณลักษณะของครู คณิตศาสตร์ในยุคศตวรรษที่ 21 ที่นักเรียนต้องการ ประกอบด้วย 5 ด้าน คือ 1) ด้านการถ่ายทอด ความรู้ของครู ประกอบด้วยข้อคำถาม 8 ข้อ 2) ด้านความรู้ ของครู ประกอบด้วยข้อคำถาม 6 ข้อ 3) ด้านความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ประกอบด้วยข้อคำถาม 4 ข้อ 4) ด้านบุคลิกภาพ ของครู ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 ข้อ 5) ด้านการสื่อสารของครูประกอบด้วยข้อคำถาม 4 ข้อ

สุรศักดิ์ ปาเฮ (2556) การพัฒนาสมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษาแพร่เขต 1-2 การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะ ครูในศตวรรษที่ 21 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในจังหวัดพิษณุโลกกลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้และมีความเชี่ยวชาญทางด้านการบริหารการศึกษา การบริหาร สถานศึกษา และการพัฒนาทักษะครู ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีประสบการณ์การทำงานไม่ต่ำกว่า 10 ปี หรือระดับการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาโท จำนวน 9 คน โดยการเลือกกลุ่มผู้ให้ข้อมูลแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง การวิเคราะห์ข้อมูล คือ การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัย พบว่าแนวทางการพัฒนาทักษะครูในศตวรรษที่ 21 สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในจังหวัดพิษณุโลก ด้วยวงจรคุณภาพ (PDCA) พบว่า ใน ภาพรวม แนวทางการพัฒนาทักษะสารสนเทศ สื่อ เทคโนโลยี ครอบบรมเชิงปฏิบัติการ/สัมมนา ให้

วิทยากรที่มีความสามารถมาให้ความรู้และส่งเสริมทักษะ โดยใช้วิธีการพัฒนาแบบใช้โรงเรียนเป็นฐาน ในการจัดการ (School Based Management -SBM) เรียนรู้แบบ learning by doing โดยเน้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ และสร้างผลงานผ่านระบบเครือข่าย เมื่อพิจารณาเป็นรายทักษะ พบว่า 1. ประเด็นทักษะการจัดการจัดเรียนรู้และนวัตกรรม มีแนวทางการพัฒนาทักษะครูในศตวรรษที่ 21 ดังนี้ 1) ด้านความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมควรสนับสนุนการสร้างสรรคและเผยแพร่ นวัตกรรม การสอน โดยใช้หลักการบริหารจัดการแบบ Bench marking มาปรับใช้ อบรมเชิงปฏิบัติการ ให้ครูสร้างสรรค์ผลงาน Best Practice เพิ่มผลผลิตทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ 2) ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ไขปัญหา ควรเน้นทักษะการคิดเพื่อสร้างรูปแบบ อบรม/สร้างเครื่องมือเน้นทักษะ กระบวนการคิด เพื่อพัฒนาทักษะการคิดด้วยกระบวนการวิจัย และกระบวนการเรียนรู้แบบโครงการ ฝึกปฏิบัติโดยใช้กรณีศึกษา (case study) เพื่อส่งเสริมให้ครูได้รับการพัฒนาตามรูปแบบและขั้นตอน ของทักษะการคิดที่เป็นระบบ มีเครื่องมือวัดและประเมินผล 2. ประเด็นทักษะสารสนเทศ สื่อ และ เทคโนโลยี มีแนวทางการพัฒนาทักษะครูในศตวรรษที่ 21 ดังนี้ 1) ด้านเทคโนโลยี ควรสัมมนา/อบรม/ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย ให้ครูได้เรียนรู้จากการปฏิบัติ เพื่อเสริมสร้าง ทักษะและสมรรถนะทางด้านเทคโนโลยีมากขึ้น ประเมินผลจากพฤติกรรมการใช้และผลงาน โดยตั้ง เกณฑ์การเปรียบเทียบที่ยอมรับได้ เพื่อให้ครูได้เรียนรู้ และใช้อ้างอิง เพื่อเทียบระดับ (bench marking) 2) ด้านสื่อ ควรจัดสรรงบประมาณ กำหนดแนวทางการพัฒนา ฝึกฝนทักษะในการผลิตสื่อ ออกแบบและใช้สื่อได้ตรงกับตัวชี้วัดและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และจัดเก็บสื่อได้อย่างเป็นระบบ ส่งเสริมต่อกระบวนการเรียนรู้ ประเมินผลจากคุณภาพของสื่อและวัตถุประสงค์การใช้ 3. ประเด็น ทักษะชีวิตและอาชีพ มีแนวทางการพัฒนาทักษะครูในศตวรรษที่ 21 ดังนี้ 1) ด้านการเป็นผู้สร้างและ ผู้ผลิต ควรตระหนักในบทบาทครู (Teacher model) ฝึกฝนการพัฒนาตนเอง ใช้กระบวนการวิจัย เป็นฐานของการพัฒนาและการแก้ไขปัญหา ตรวจสอบประเมินผลจากรูปแบบการส่งเสริมและพัฒนา การปฏิบัติงานตามหน้าที่ตน นิเทศ ติดตาม ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขเป็นระยะอย่างต่อเนื่อง 2) ด้านการริเริ่มสร้างสรรค์และเป็นตัวของตัวเอง ควรสร้างเสริมประสบการณ์ เพื่อพัฒนาศักยภาพด้าน ความรู้ ทักษะ ความสามารถ เพื่อพัฒนาทักษะและเพิ่มพูนความรู้ให้กับตนเอง

ลัดดาวัลย์ สืบจิต (2557) การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21 สังกัดสำนักงาน คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานมีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้างและพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูใน ศตวรรษที่ 21 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และเพื่อทดสอบความสอดคล้อง ของโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างตัวบ่งชี้ที่สร้างและพัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ กลุ่มตัวอย่าง ได้ แก่ ครูสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 600 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่าง แบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ มีค่า ความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.971 มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.78-1.00 วิเคราะห์ข้อมูลโดย

ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ผลการวิจัย พบว่า ผลการสร้างและพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่า มีองค์ประกอบหลัก 3 องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ จำนวน 53 ตัวบ่งชี้ ดังนี้ 1) องค์ประกอบหลักด้านการปฏิบัติตนตามมาตรฐานวิชาชีพ จำนวน 20 ตัวบ่งชี้ 2) องค์ประกอบหลักด้านภาวะผู้นำและการบริหารจัดการ จำนวน 21 ตัวบ่งชี้ และ 3) องค์ประกอบหลักด้านประสิทธิผลส่วนบุคคล จำนวน 12 ตัวบ่งชี้ 2. ผลการทดสอบความสอดคล้องของ โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างตัวบ่งชี้ สมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Chi-square = 73.58 , ค่า df = 39 , ค่า P = 0.07, ค่า GFI = 0.98, ค่า AGFI = 0.96, ค่า RMSEA = 0.04)

เพชรรัตน์ สายนำพามีลาภ (2555) การวิเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะของครูคุณภาพในยุคปฏิรูปการศึกษาตามการรับรู้ของครู ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะของครูคุณภาพในยุคปฏิรูปการศึกษาตามการรับรู้ของครูในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับคุณลักษณะของครูคุณภาพในยุคปฏิรูปการศึกษา ตามการรับรู้ของครูในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.98 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 จำนวน 422 คน นำข้อมูลมาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจโดยสกัดองค์ประกอบด้วยวิธีองค์ประกอบหลักและหมุนแกนองค์ประกอบแบบมูมฉาก ด้วยวิธีแวนริแมกซ์ ผลการวิจัย พบว่า องค์ประกอบคุณลักษณะของครูคุณภาพในยุคปฏิรูปการศึกษา ตามการรับรู้ของครูในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 มี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 ด้านความรู้และความสามารถ องค์ประกอบที่ 2 ด้านคุณธรรมและจริยธรรม องค์ประกอบที่ 3 ด้านมนุษยสัมพันธ์ และองค์ประกอบที่ 4 ด้านความรัก และความศรัทธาต่อวิชาชีพครู

ศุภลักษณ์ แป้นเพชร (2558) การวิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39, 41 และ 42 การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาสมรรถนะของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39, 41 และ 42) ศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลสมรรถนะครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39, 41 และ 42 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูวิทยาศาสตร์ที่สอนในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 39, 41 และ 42 จำนวน 360 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแบบสอบถามสมรรถนะครูวิทยาศาสตร์ ครอบคลุม 4 องค์ประกอบ คือ ด้าน

คุณลักษณะของความเป็นครู ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ และด้านปฏิบัติการสอน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย ค่าความเบ้ ค่าความโด่งของข้อมูลและวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันด้วยโปรแกรมลิสเรล(LISREL) ผลการวิจัยพบว่า ผลการศึกษาสมรรถนะครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39, 41 และ 42 โดยภาพรวมและแยกเป็นรายด้าน มีสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ระดับดี ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สองด้วยโปรแกรมลิสเรล พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์เป็นอย่างดี ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้ ด้านคุณลักษณะของความเป็นครู ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ และด้านปฏิบัติการสอนเท่ากับ 1.00, 0.96, 0.94 และ 0.66 ตามลำดับ ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (Relative chi-square : χ^2/df) เท่ากับ 1.19 ค่าความน่าจะเป็น (P-value) เท่ากับ 0.12549 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ .97 ค่าความคลาดเคลื่อน (RMSEA) เท่ากับ 0.023 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ .95 และ ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 1.00

วรัลักษณ์ คำหว่าง (2560) การศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะครูในศตวรรษที่ 21 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในจังหวัดพิษณุโลก การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะครูในศตวรรษที่ 21 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในจังหวัดพิษณุโลกกลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้และมีความเชี่ยวชาญทางการบริหาร การศึกษา การบริหารสถานศึกษา และการพัฒนาทักษะครู ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีประสบการณ์การทำงานไม่ต่ำกว่า 10 ปี หรือระดับการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาโท จำนวน 9 คน โดยการเลือกกลุ่มผู้ให้ข้อมูลแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง การวิเคราะห์ข้อมูล คือ การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัย พบว่าแนวทางการพัฒนาทักษะครูในศตวรรษที่ 21 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในจังหวัดพิษณุโลก ด้วยวงจรคุณภาพ (PDCA) พบว่า ในภาพรวม แนวทางการพัฒนาทักษะสารสนเทศ สื่อ เทคโนโลยี ครอบบรมเชิงปฏิบัติการ/สัมมนา ให้วิทยากรที่มีความสามารถมาให้ความรู้และส่งเสริมทักษะ โดยใช้วิธีการพัฒนาแบบใช้โรงเรียนเป็นฐานในการจัดการ (School Based Management -SBM) เรียนรู้แบบ learning by doing โดยเน้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ และสร้างผลงานผ่านระบบเครือข่าย เมื่อพิจารณาเป็นรายทักษะ พบว่า 1.ประเด็นทักษะการจัดการเรียนรู้และนวัตกรรม มีแนวทางการพัฒนาทักษะครูในศตวรรษที่ 21 ดังนี้ 1) ด้านความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมควรสนับสนุนการสร้างสรรคและเผยแพร่นวัตกรรมการสอน โดยใช้หลักการบริหารจัดการแบบ Bench marking มาปรับใช้ อบรมเชิงปฏิบัติการ ให้ครูสร้างสรรคผลงาน Best Practice เพิ่มผลผลิตทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ 2) ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ไขปัญหา ควรเน้นทักษะการคิดเพื่อสร้างรูปแบบ อบรม/สร้าง

เครื่องมือเน้นทักษะกระบวนการคิด เพื่อพัฒนาทักษะการคิดด้วยกระบวนการวิจัย และกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงาน ฝึกปฏิบัติโดยใช้กรณีศึกษา (case study) เพื่อส่งเสริมให้ครูได้รับการพัฒนาตามรูปแบบและขั้นตอนของทักษะการคิดที่เป็นระบบ มีเครื่องมือวัดและประเมินผล 2. ประเด็นทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี มีแนวทางการพัฒนาทักษะครูในศตวรรษที่ 21 ดังนี้ 1) ด้านเทคโนโลยี ควรสัมมนา/อบรม/จัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย ให้ครูได้เรียนรู้จากการปฏิบัติ เพื่อเสริมสร้างทักษะและสมรรถนะทางด้านเทคโนโลยีมากขึ้น ประเมินผลจากพฤติกรรมการใช้และผลงาน โดยตั้งเกณฑ์การเปรียบเทียบที่ยอมรับได้ เพื่อให้ครูได้เรียนรู้ และใช้อ้างอิง เพื่อเทียบระดับ (bench marking) 2) ด้านสื่อ ควรจัดสรรงบประมาณ กำหนดแนวทางการพัฒนา ฝึกฝนทักษะในการผลิตสื่อ ออกแบบและใช้สื่อได้ตรงกับตัวชี้วัดและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และจัดเก็บสื่อได้อย่างเป็นระบบ ส่งเสริมต่อกระบวนการเรียนรู้ ประเมินผลจากคุณภาพของสื่อและวัตถุประสงค์การใช้ 3. ประเด็นทักษะชีวิตและอาชีพ มีแนวทางการพัฒนาทักษะครูในศตวรรษที่ 21 ดังนี้ 1) ด้านการเป็นผู้สร้างและผู้ผลิต ควรตระหนักในบทบาทครู (Teacher model) ฝึกฝนการพัฒนาตนเอง ใช้กระบวนการวิจัยเป็นฐานของการพัฒนาและการแก้ไขปัญหา ตรวจสอบประเมินผลจากรูปแบบการส่งเสริมและพัฒนา การปฏิบัติงานตามหน้าที่ตน นิเทศ ติดตาม ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขเป็นระยะอย่างต่อเนื่อง 2) ด้านการริเริ่มสร้างสรรค์และเป็นตัวของตัวเอง ควรสร้างเสริมประสบการณ์ เพื่อพัฒนาศักยภาพด้านความรู้ ทักษะ ความสามารถ เพื่อพัฒนาทักษะและเพิ่มพูนความรู้ให้กับตนเอง



บทที่ 3

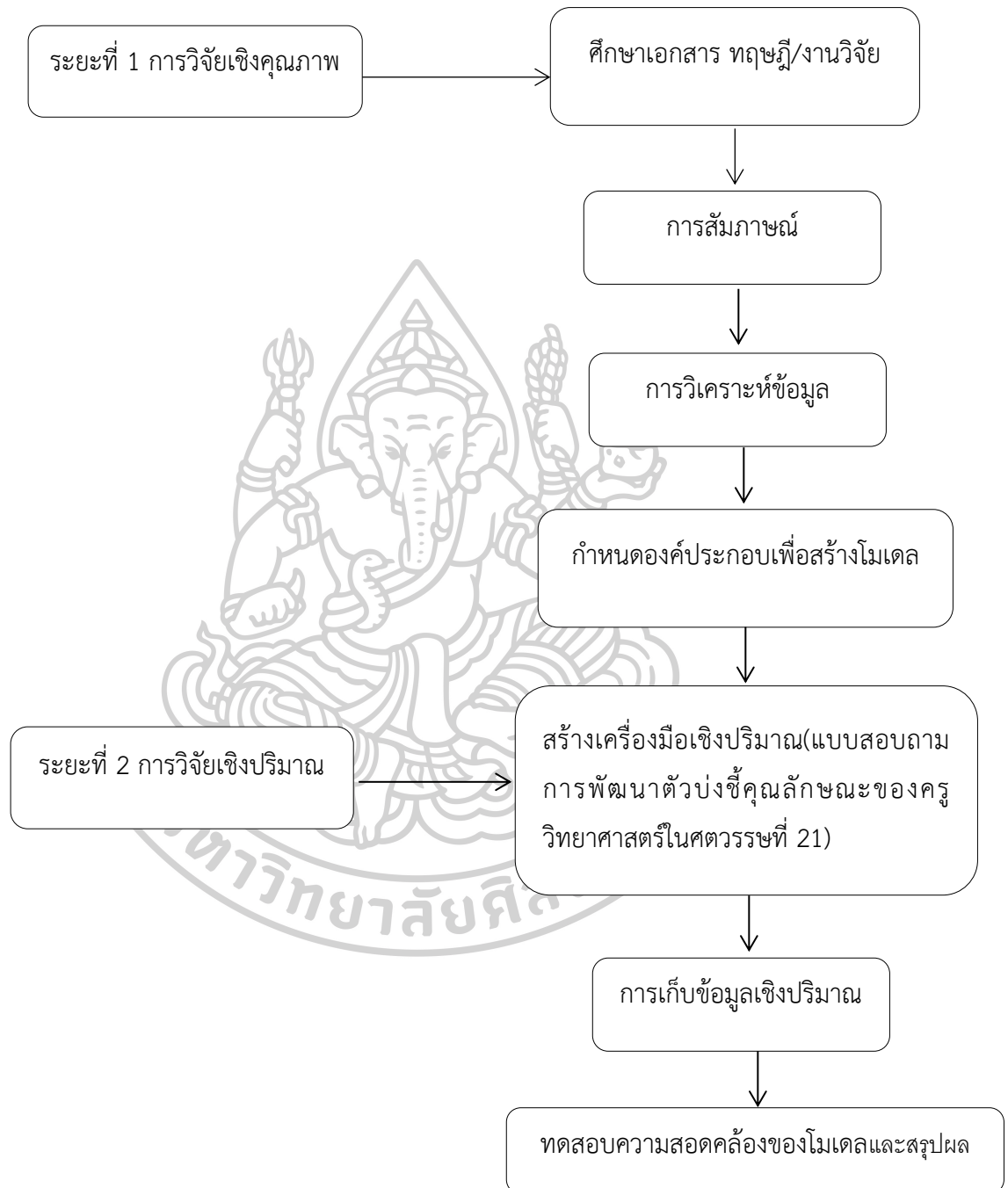
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1)พัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 2) ทดสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ขั้นตอนการวิจัย สามารถแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (qualitative research) เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยเริ่มจากการศึกษาเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดแนวทางและขอบเขตของเรื่องที่ต้องการศึกษามาสร้างกรอบแนวคิดในการวิจัยขึ้น จากนั้นนำข้อมูลสารสนเทศที่ได้จากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ มาสร้างแนวข้อคำถามสำหรับการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพในการเก็บข้อมูลในระยะนี้ ได้แก่ การสัมภาษณ์รายกรณี (individual case interview)

ระยะที่ 2 เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (quantitative research) เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 และเพื่อพัฒนาและตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยอาศัยข้อมูลสารสนเทศจากการศึกษาในระยะที่ 1 มาพัฒนาเครื่องมือวิจัยเชิงปริมาณ ได้แก่ แบบสอบถามการวิจัยเรื่อง การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

ขั้นตอนการวิจัย



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการวิจัยเพื่อตอบคำถามของการวิจัย

ระยะที่ 1 การวิจัยเชิงคุณภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยในขั้นตอนนี้ เพื่อศึกษาคุณลักษณะของครุวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 รายละเอียดของการวิจัยเชิงคุณภาพมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเอกสาร ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบบันทึกข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครุวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ รวมทั้งศึกษาเอกสารเกี่ยวกับมาตรฐานครุวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2553
2. ผู้วิจัยนำข้อสรุปที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์ และสังเคราะห์เพื่อกำหนดเป็นองค์ประกอบสำหรับการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครุวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

ขั้นตอนที่ 2 การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key Informant) ที่ใช้สำหรับการวิจัยในขั้นตอนนี้

ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 15 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญที่ผู้วิจัยเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยมีคุณสมบัติดังนี้

1. ครุวิทยาศาสตร์ดีเด่น สาขาครุวิทยาศาสตร์ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ประจำปี พ.ศ. 2555 – 2560 จำนวน 5 ท่าน
2. ครุวิทยาศาสตร์ วิทยฐานะ เชี่ยวชาญ (ค.ศ.4) ขึ้นไป หรือสำเร็จการศึกษาปริญญาเอกด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน
3. ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา มีประสบการณ์ในการสอนมากกว่า 10 ปี มีวุฒิการศึกษาตั้งแต่ระดับปริญญาโทขึ้นไป จำนวน 5 ท่าน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured interview) สำหรับให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 15 คน พิจารณาให้ความคิดเห็นในประเด็นต่างๆเกี่ยวกับการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครุวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูล มีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์ปลายเปิด แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

ตอนที่ 2 คำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์มี 9 ข้อคำถาม เกี่ยวกับคุณลักษณะ
ครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ในแต่ละด้าน

ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการเกี่ยวกับการสัมภาษณ์ คุณลักษณะของครู
วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 เพื่อนำมาเป็นกรอบแนวทางและประเด็นในการสร้างแบบสัมภาษณ์
2. สร้างแบบสัมภาษณ์ให้ครอบคลุม ตรงตามเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการ
สัมภาษณ์ตามขอบข่ายที่กำหนดไว้
3. ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา(Content Validity) ใช้วิธีการหาค่าดัชนีความ
สอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดย
ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มีค่าเท่ากับ 1.00
4. ทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและนำแบบสัมภาษณ์ที่ได้
เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาและตรวจสอบอีกครั้ง เพื่อให้แบบสัมภาษณ์ มีความ
สมบูรณ์มากที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การเตรียมตัวก่อนสัมภาษณ์ โดยการเตรียมแบบสัมภาษณ์ อุปกรณ์จัดบันทึก
และอุปกรณ์บันทึกเสียง
2. การติดต่อขอสัมภาษณ์ ผู้วิจัยติดต่อกับผู้ให้ข้อมูลสำคัญที่ต้องการสัมภาษณ์
โดยตรงพร้อมส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการสัมภาษณ์ และนัด วัน เวลา และสถานที่สัมภาษณ์
3. ลงภาคสนามเพื่อสัมภาษณ์รายกรณี โดยผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์ตาม
วัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ที่กำหนดไว้
4. นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์ผลเพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการ
วิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. นำผลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์เนื้อหา(Content Analysis)ใน
ทุกประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็น
2. นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 มาสังเคราะห์เพื่อกำหนดเป็น
องค์ประกอบสำหรับการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

ระยะที่ 2 การวิจัยเชิงปริมาณ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยในขั้นตอนนี้ เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 และเพื่อพัฒนาและตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ รายละเอียดของการวิจัยเชิงคุณภาพมีดังนี้

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ ครูวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนสังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8,9,10 จำนวน 176 โรงเรียน ทั้งหมด 1,720 คน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนสังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8,9,10

โรงเรียน	จำนวนโรงเรียน	จำนวนครูวิทยาศาสตร์ (คน)
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8 (จังหวัดราชบุรี, จังหวัดกาญจนบุรี)	55	490
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 (จังหวัดนครปฐม, จังหวัดสุพรรณบุรี)	61	557
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 10 (จังหวัดเพชรบุรี, จังหวัดประจวบคีรีขันธ์, จังหวัดสมุทรสาคร, จังหวัดสมุทรสงคราม)	60	673
รวม	176	1,720

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ครูวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8,9,10 ได้มาโดยการสุ่มแบบชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) เนื่องจากงานวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์ห้อยค์ประกอบ สถิติการวิเคราะห์ห้อยค์ประกอบมีข้อตกลงเบื้องต้นว่าขนาดของกลุ่มตัวอย่างสำหรับใช้กับสถิติการวิเคราะห์ห้อยค์ประกอบเท่ากับ 10 เท่า

ของจำนวนข้อคำถามที่ใช้ (Stevens, 1992, 1996; Tabachnick & Fidell, 2001; Munro, 2001)
เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้มีข้อคำถามจำนวน 80 ข้อ จึงใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 800 คน ดังนี้

ขั้นที่ 1 สุ่มโรงเรียนจากแต่ละเขตโดยการสุ่มแบบชั้นภูมิตามสัดส่วน(Proportional Stratified Random Sampling) มีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น และมีโรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม โดยแบ่งโรงเรียนออกเป็น 4 ขนาด คือ โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ โรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนขนาดกลางและโรงเรียนขนาดเล็ก ตามเกณฑ์ ดังตารางที่ 3

โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ	จำนวนนักเรียน 2,501 คนขึ้นไป
โรงเรียนขนาดใหญ่	จำนวนนักเรียน 1,501 – 2,500 คน
โรงเรียนขนาดกลาง	จำนวนนักเรียน 501 – 1,500 คน
โรงเรียนขนาดเล็ก	จำนวนนักเรียน 500 คนลงมา

ตารางที่ 3 ขนาดโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8,9,10

สังกัด	โรงเรียน ขนาดเล็ก	โรงเรียน ขนาดกลาง	โรงเรียน ขนาดใหญ่	โรงเรียน ขนาดใหญ่ พิเศษ	จำนวน โรงเรียน ทั้งหมด
สพม. 8	19	26	4	6	55
สพม. 9	21	20	12	8	61
สพม.10	26	21	4	4	60

ทำการสุ่มชั้นละ 30 % ได้จำนวนโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษจำนวน 9 โรงเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่จำนวน 8 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลางจำนวน 17 โรงเรียน โรงเรียนขนาดเล็กจำนวน 18 โรงเรียน รวมทั้งสิ้น 52โรงเรียน ได้จำนวนครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 900 คน ดังตารางที่ 4-5
ตารางที่ 4 จำนวนโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8,9,10

สังกัด	โรงเรียน ขนาดเล็ก	โรงเรียน ขนาดกลาง	โรงเรียน ขนาดใหญ่	โรงเรียน ขนาดใหญ่ พิเศษ	จำนวน โรงเรียน ทั้งหมด
สพม. 8	5	6	2	3	16
สพม. 9	5	5	4	4	18
สพม.10	8	6	2	2	18
รวม	18	17	8	9	52

ตารางที่ 5 จำนวนกลุ่มตัวอย่างครุวิทยาสตรในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8,9,10

สังกัด	โรงเรียน ขนาดเล็ก	โรงเรียน ขนาดกลาง	โรงเรียน ขนาดใหญ่	โรงเรียน ขนาดใหญ่ พิเศษ	จำนวนครู (คน)
สพม. 8	25	90	40	105	260
สพม. 9	25	75	160	140	400
สพม.10	40	90	40	70	240
รวม	90	255	240	315	900

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มี 1 ฉบับ แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งเป็นคำถามแบบตรวจสอบรายการ (check list) ประกอบไปด้วยคำถามเกี่ยวกับเพศ สถานภาพ อายุ วุฒิการศึกษา ประสบการณ์การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ วิทยฐานะ ระดับชั้นที่สอน สังกัดของโรงเรียน และประเภทโรงเรียน

ตอนที่ 2 แบบสอบถามการพัฒนาคำถามที่วัดคุณลักษณะของครุวิทยาสตรในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มี 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด จำนวน 80 ข้อ ประกอบไปด้วยข้อคำถามที่เป็นทางบวกมีเกณฑ์การให้คะแนนดังต่อไปนี้

5	หมายถึงท่านควรปฏิบัติหรือควรมีคุณสมบัติอยู่ในระดับมากที่สุด	ให้ 5 คะแนน
4	หมายถึงท่านควรปฏิบัติหรือควรมีคุณสมบัติอยู่ในระดับมาก	ให้ 4 คะแนน
3	หมายถึงท่านควรปฏิบัติหรือควรมีคุณสมบัติอยู่ในระดับปานกลาง	ให้ 3 คะแนน
2	หมายถึงท่านควรปฏิบัติหรือควรมีคุณสมบัติอยู่ในระดับน้อย	ให้ 2 คะแนน
1	หมายถึงท่านควรปฏิบัติหรือควรมีคุณสมบัติอยู่ในระดับน้อยที่สุด	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การแปลความหมาย

หลังจากที่ได้วิเคราะห์ข้อมูลแล้ว ผู้วิจัยทำการหาค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 โดยแบ่งช่วงของคะแนนเฉลี่ยและเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้ (Best, 1970)

4.50 – 5.00	หมายถึง	ควรปฏิบัติหรือควรมีคุณสมบัติอยู่ในระดับมากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายถึง	ควรปฏิบัติหรือควรมีคุณสมบัติอยู่ในระดับมาก
2.50 – 3.49	หมายถึง	ควรปฏิบัติหรือควรมีคุณสมบัติอยู่ในระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง	ควรปฏิบัติหรือควรมีคุณสมบัติอยู่ในระดับน้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง	ควรปฏิบัติหรือควรมีคุณสมบัติอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถาม

เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนา ได้แก่ แบบสอบถามการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 มีวิธีการสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 เพื่อนำมาเป็นกรอบแนวทางในการวิจัยและโครงสร้างของเนื้อหาที่ต้องการจะวัดในแบบสอบถาม
2. นำประเด็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสารและความคิดเห็นจากการสัมภาษณ์ของผู้เชี่ยวชาญ มาสร้างเป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (Rating scale) โดยมีโครงสร้างของแบบสอบถามดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 โครงสร้างของแบบสอบถาม

ตอนที่	เนื้อหาที่จะวัด	จำนวนข้อ	ข้อที่
1	ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม	9	1-9
2	ข้อมูลตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 แบ่งเป็น 7 ด้าน ดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> - ด้านความรู้ - ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ - ด้านคุณลักษณะครู - ด้านจรรยาบรรณ - ด้านสื่อและเทคโนโลยี - ด้านการวัดและการประเมินผล - ด้านการวิจัย 	11 14 18 7 10 13 7	1-11 12-25 26-43 44-50 51-60 61-73 74-80

3. ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา(Content Validity) ใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิธีวิทยาการวิจัย 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางด้าน การวัดและการประเมินผล 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ 1 ท่าน (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก) โดยข้อคำถามทั้งหมดมีคะแนนตั้งแต่ 0.67 ถึง 1.00 และได้มีการปรับปรุงข้อคำถามตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 จำนวนข้อคำถามก่อนและหลังการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

	ผ่านเกณฑ์ IOC (ข้อ)	คิดเป็นร้อยละ	ไม่ผ่าน เกณฑ์ IOC และตัดทิ้ง (ข้อ)	คิดเป็นร้อยละ	ผ่านเกณฑ์ และปรับข้อคำถาม (ข้อ)	คิดเป็นร้อยละ
ตอนที่ 2 (80 ข้อ)	80	100	-	-	4	5.00

4. ทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและนำแบบสอบถามที่ได้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาและตรวจสอบอีกครั้ง ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ข้อคำถามที่ได้รับการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่	ข้อที่	ข้อความเดิม	ข้อความที่ปรับปรุง
2	28	สามารถแสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อย่างมีหลักการและรวดเร็ว	สามารถแสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อย่างมีหลักการ
	38	สามารถส่งเสริมความถนัดและความสนใจของผู้เรียน	สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน
	41	เข้ารับการอบรม หรือร่วมประชุม วิชาการที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง โดยนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน	เข้ารับการอบรม หรือร่วมประชุมวิชาการที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง
	42	เข้ารับการอบรม แลกเปลี่ยน และสร้างเครือข่ายความรู้ เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แบบ Professional Learning Community (PLC) ภายในสถานศึกษาเดียวกันหรือต่างสถานศึกษา	มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แบบ Professional Learning Community (PLC) ทั้งภายในและภายนอกสถาบัน

5. นำแบบสอบถามที่ถูกต้องไปทดลองใช้ (Try - out) กับครูที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อนำผลการทดลองใช้มาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient)

6. จัดพิมพ์เป็นฉบับจริงเพื่อนำไปไว้ใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ตารางที่ 9 ค่าความเที่ยงของแบบสอบถามจำแนกตามคุณลักษณะที่มุ่งวัด

ประเด็นหลัก	ประเด็นย่อย	จำนวนข้อ	ความเที่ยง
คุณลักษณะครู วิทยาศาสตร์	ด้านความรู้	8	.915
	ด้านกระบวนการ	9	.874
	ด้านคุณลักษณะความเป็นครู	9	.883
	ด้านจรรยาบรรณ	7	.906
	ด้านสื่อและเทคโนโลยี	9	.929
	ด้านการวัดและประเมินผล	10	.914
	ด้านการวิจัย	8	.923
	รวม	60	.971

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยขอหนังสือจากงานบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศิลปากร เพื่อขออนุญาตและขอความอนุเคราะห์เสนอต่อผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8,9,10 เพื่อขออนุญาตเก็บข้อมูลจากครูวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษา
2. ผู้วิจัยส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถามพร้อมส่งแบบสอบถามไปยังกลุ่มตัวอย่างทางไปรษณีย์ และกลุ่มตัวอย่างบางแห่งเก็บแบบสอบถามด้วยตนเอง
3. ตรวจสอบและคัดแยกแบบสอบถามที่สมบูรณ์เพื่อนำแบบสอบถามที่ได้รับไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ตรวจสอบจำนวนและความสมบูรณ์ของแบบสอบถามที่ได้รับคืนมาแต่ละฉบับ
2. นำแบบสอบถามที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้
 - 2.1 วิเคราะห์สถิติเชิงบรรยาย (Descriptive Statistic) ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้ ค่าความโด่ง เพื่อบรรยายคุณลักษณะตัวแปรพื้นฐาน
 - 2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis) องค์ประกอบคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 โดยวิเคราะห์องค์ประกอบแบบส่วนประกอบสำคัญ(Principle Component Analysis) และหมุนแกนแบบมุมฉาก (Orthogonal) โดยวิธีแวนริแมกซ์ (Varimax Method) โดย
 - 2.2.1 สกัตองค์ประกอบโดยพิจารณาค่าไอเกน (Eigen Value) มากกว่าหรือเท่ากับ 1.00
 - 2.2.2 การหมุนแกนโดยหมุนแกนแบบมุมฉาก (Orthogonal) โดยวิธีแวนริแมกซ์ (Varimax Method) และพิจารณาเลือกองค์ประกอบที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ .50
 - 2.2.3 ตั้งชื่อองค์ประกอบ
 - 2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยใช้โปรแกรมลิสเรล (LISREL) พิจารณาความตรงเชิงโครงสร้างจากค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of fit Measures) ได้แก่ ค่าสถิติ ไคสแควร์ (Chi-Square) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index : GFI) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index: AGFI) ดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (Root Mean Squared Residual : RMR) และดัชนีรากที่สองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (Root Mean Square Error of Approximation: RMSEA)

สถิติวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural equation modeling:SEM) โดย
การตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ มีดังนี้ (สุภมาศ อังศุโชติ ,
2557)

ดัชนีความกลมกลืน	เกณฑ์
χ^2 - test	ไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)
χ^2 / df	< 2.00 สอดคล้องกลมกลืนดี
RMSEA และ Standardized RMR	< 0.05
NFI NNFI CFI IFI RFI GFI AGFI	> 0.95
PNFI PGFI	> 0.5
NCP	มีค่าเข้าใกล้ 0
ECVI	มีค่าน้อยกว่า ECVI for Saturate Model และ ECVI for Independence Model
Largest and smallest standardized residual	ไม่เกิน 12.001
Q - Plot	มีความชันมากกว่าเส้นในแนวทแยง
Model AIC	มีค่าน้อยกว่า Saturate AIC และ Independence AIC
Model CAIC	มีค่าน้อยกว่า Saturate CAIC และ Independence CAIC
Critical N (CN)	มากกว่า 200

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 และเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ รายละเอียดการนำเสนอข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ผลการสังเคราะห์คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 จากแหล่งเอกสารและจากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ ประกอบด้วย 1.1 ข้อมูลจากการสังเคราะห์เอกสาร 1.2 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ และ 1.3 ผลการวิเคราะห์ประเด็นสำคัญจากข้อมูลการสัมภาษณ์และการวิเคราะห์เอกสาร

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม 2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวบ่งชี้ที่ใช้ในการศึกษา

ตอนที่ 1 ผลการสังเคราะห์คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

ผู้วิจัยสังเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 จากการวิเคราะห์เอกสารประกอบกับการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อนำข้อมูลการสังเคราะห์มาสร้างเครื่องมือเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาตัวบ่งชี้ คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ข้อมูลจากการสังเคราะห์เอกสาร

การสังเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยศึกษาเอกสารเกี่ยวกับ ตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดดังนี้

แนวคิดเกี่ยวกับคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

จากแนวคิดทวิศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2559) กล่าวว่า ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพมีคุณลักษณะ ดังนี้ ด้านความรู้ ครูต้องมีความรู้ที่มีเป็นไปตามวิชาเอกที่เรียนจบ หรือวิชาที่สอน ต้องรู้ในเรื่อง STEM ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ครูมีความสามารถทางการจัดการเรียนการสอน และการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ เช่น การวางแผนการจัดการเรียนรู้ การใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ สามารถเลือกใช้รูปแบบการสอนได้เหมาะสม จัดกิจกรรมให้กับผู้เรียนได้ดี เลือกใช้แหล่งการเรียนรู้และสื่อการเรียนการสอน วัดผลและประเมินผลได้ดี และนำผลจากการ

ประเมินมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป นอกจากนี้ครูวิทยาศาสตร์ยังต้องมีความสามารถในเรื่อง TPCK และ การสอนที่จะพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 **ด้านจรรยาบรรณวิชาชีพ** ได้แก่ 1) มีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพครู 2) มีเจตคติที่ดีต่อการปฏิบัติงานวิชาชีพครู 3)มีเจตคติที่ดีต่อศิลปวัฒนธรรมไทย 4) มีความเป็นผู้นำ และ5) มีคุณธรรม จริยธรรม ใจกว้าง มีเหตุผล รักความยุติธรรม รักความสามัคคี **ด้านคุณลักษณะครู** ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี สามารถสร้างมนุษยสัมพันธ์กับบุคลากรภายในสถานศึกษาทั้งเพื่อนครู นักเรียน ผู้บริหาร และยังสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับบุคคลภายนอกด้วย ได้แก่ ผู้ปกครองและคนในชุมชน พัฒนาความรู้ โดยพัฒนาทั้งด้านปัญญา ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านจิตใจ และคุณลักษณะในวิชาชีพครู เป็นการพัฒนาตนอย่างรอบด้าน ตามมาตรฐานวิชาชีพ แห่งพระราชบัญญัติสภาครูและบุคลากรทางการศึกษา พ.ศ.2556 กำหนดให้มีข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณลักษณะและคุณภาพที่พึงประสงค์ของครูประกอบด้วย **ด้านคุณลักษณะครู** ครูต้องรอบรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอนและกลยุทธ์การสอน เพื่อให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ได้ แสวงหาและเลือกใช้ข้อมูลข่าวสารความรู้เพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลง ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียนที่ส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพผู้เรียน มีจิตวิญญาณความเป็นครู รู้และเข้าใจปรัชญา แนวคิด และทฤษฎีทางการศึกษา ศาสนา เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และกลวิธีการจัดการศึกษา เพื่อเสริมสร้างการพัฒนาที่ยั่งยืน **ด้านความรู้** ครูสามารถวิเคราะห์ หลักสูตรและสามารถจัดทำหลักสูตรได้ ปฏิบัติการประเมินหลักสูตรและนำผลการประเมินไปใช้ในการพัฒนาหลักสูตร **ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้** ครูสามารถจัดทำแผนการเรียนรู้และนำไปสู่การปฏิบัติให้เกิดผลจริง สามารถสร้างบรรยากาศการจัดการชั้นเรียนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ **ด้านการวิจัย** ครูสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนและสามารถทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและพัฒนาผู้เรียน **ด้านสื่อและเทคโนโลยี** ครูต้องประยุกต์ใช้ และประเมินสื่อนวัตกรรม เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการสื่อสารได้ **ด้านการวัดและประเมินผล** ครูสามารถวัดและประเมินผลได้และนำผลการประเมินไปใช้ในการพัฒนาผู้เรียน **ด้านจรรยาบรรณวิชาชีพ** ครูปฏิบัติตนเป็นแบบอย่างที่ดี มีจิตสำนึกสาธารณะ และเสียสละให้สังคม ปฏิบัติตนตามจรรยาบรรณของวิชาชีพ

แนวคิดเกี่ยวกับมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์ขึ้นเพื่อเป็นแนวทางพัฒนาคุณภาพและประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของครูให้ครูได้ตรวจสอบและประเมินตนเองและให้สถานศึกษานำไปใช้เพื่อเป็นแนวทางในการเตรียมความพร้อมของครูวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยมาตรฐานหลัก 10 มาตรฐาน มุ่งเน้นให้การจัดการเรียนการสอนได้พัฒนาผู้

เรียนใหม่ทั้งความรู้ ความคิด เกิดทักษะกระบวนการเรียนรู้ เจตคติ มีคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ มีดังนี้ **ด้านความรู้** ครูต้องเข้าใจในธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ประกอบด้วยโครงสร้างเนื้อหาตามหลักสูตรและสาระความรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แนวคิดด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา รวมทั้งสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ทำให้เนื้อหาวิชามีความหมายต่อผู้เรียนครูเข้าใจสาระการเรียนรู้และการวางแผนการสอน พัฒนาหลักสูตรที่อยู่บนพื้นฐานของสาระและมาตรฐานการเรียนรู้อย่างสอดคล้องกับความต้องการของชุมชนและพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ **ด้านสื่อและเทคโนโลยี** ครูต้องใช้วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตโดยคำนึงถึงความปลอดภัยต่อสุขภาพ รวมทั้งเป็นผู้ที่เฝ้าหาโอกาสในการพัฒนาวิชาชีพของตนเอง **ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้** ครูต้องเข้าใจถึงระดับการเรียนรู้และการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน จัดโอกาสในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนเพื่อส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาทางสติปัญญา สังคมและบุคลิกภาพ ครูต้องเข้าใจถึงความแตกต่างของผู้เรียนและใช้ความแตกต่างดังกล่าวเป็นพื้นฐานในการจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาโอกาสในการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับผู้เรียน ครูต้องเข้าใจและใช้วิธีการสอนอย่างหลากหลาย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดด้านการวิเคราะห์ วิจารณ์ การแก้ปัญหาและทักษะปฏิบัติ ครูเข้าใจถึงแรงกระตุ้นและพฤติกรรมของผู้เรียนหรือกลุ่มของผู้เรียน และสามารถสร้างสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์กันในทางบวกเพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้และแรงบันดาลใจ **ด้านคุณลักษณะครู** ครูมีทักษะการสื่อสารและสามารถใช้ภาษาอย่างถูกต้องทั้งการพูด การเขียน และการแสดงออก ใช้วิธีการสื่อสารเพื่อกระตุ้นให้มีการสืบหาความรู้ การมีปฏิสัมพันธ์และการทำงานร่วมกัน **ด้านการวัดและประเมินผล** ครูต้องมีความรู้ความเข้าใจและใช้กลวิธีในการประเมินผลตามสภาพจริง และนำผลการประเมินไปใช้เพื่อยืนยันถึงพัฒนาการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องของผู้เรียนทั้งทางสติปัญญา สังคม และร่างกาย นอกจากนั้นผู้วิจัยยังนำมาตรฐานการผลิตครูวิทยาศาสตร์ National Science Teachers Association (NSTA) (Duggan-Haas, 2000) เพื่อผลิตครูที่มีคุณภาพ มีความรู้ ความเข้าใจทั้งความรู้ด้านวิชาชีพครู ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และการส่งเสริมการเรียนรู้ สามารถจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้เหมาะสมกับนักเรียนทุกคน ให้นักเรียนเห็นคุณค่า คุณประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งรู้เป้าหมายของการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาที่ต้องการจัดการเรียนรู้ที่ไมเน้นหนักด้านเนื้อหาแต่จัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเขาใจอย่างลึกซึ้งและสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ ไต่แก ด้านความรู้ ต้องให้นักศึกษาเรียนรู้แนวคิด ความคิด และความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ตามกรอบมาตรฐานของชาติ เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ สามารถสร้าง และประยุกต์หลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา และสอดคล้องกับความต้องการความสามารถและความสนใจของนักเรียนด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ มีความรู้ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยา

ศาสตร์ (Science inquiry) รวมถึงต้องเข้าใจและรูปบทบาทการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความ หลากหลายของนักเรียน จัดให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการ สร้างความรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ และส่งเสริมให้เรียนรู้จากการสืบเสาะหาความรู้ ด้านคุณลักษณะครู เพื่อให้นักศึกษามีความพร้อมในการเข้าสู่วิชาชีพครู มีความรู้และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมของวิชาชีพครู คุณธรรม จริยธรรมที่ เป็นแบบอย่างที่ดีแก่นักเรียนและชุมชน การฝึกฝน และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง ความพร้อมและยินดี เรียนรู้ร่วมกับนักเรียน และการทำงานร่วมกับครูคนใหม่ที่เพิ่งเข้าร่วม งานในวิชาชีพครู ด้านจรรยาบรรณวิชาชีพ ต้องออกแบบและจัดสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียน ประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้อย่างสูงสุด ซึ่งสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ในมาตรฐานนี้ หมายถึง สภาพแวดล้อมทางกายภาพในการจัดการเรียนการสอนจิตวิทยาและสภาพแวดล้อมทางสังคมของนักเรียน ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การมีคุณธรรมในการนำสิ่งมีชีวิตมาใช้ทำการทดลอง คำนึงและตระหนัก ถึงความปลอดภัยในการจัดการเรียนการสอน ด้านการวัดและประเมินผล ต้องใช้ยุทธวิธีหลากหลาย ในการวัดและประเมินผลที่ต้องวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้งด้านสติปัญญา ด้าน สังคม และพัฒนาการของผู้เรียน การวัดและประเมินผลตามมาตรฐานนี้ หมายถึง ความสอดคล้อง ของเป้าหมาย วิธีจัดกิจกรรมการเรียนรู้และผลจากการเรียนรู้ วัดและประเมินผลการเรียนรู้ของ นักเรียนในทุกด้าน การใช้ข้อมูลจากการวัดและประเมินผล ปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียน การสอน

1.2 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ

จากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 15 ท่าน ได้ให้ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณลักษณะ ของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ในด้านความรู้ ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้านคุณลักษณะ ครู ด้านจรรยาบรรณวิชาชีพ ด้านการใช้สื่อและเทคโนโลยี ด้านการวัดและประเมินผล และด้านการ วิจัย มีรายละเอียดแต่ละด้านดังนี้

ด้านความรู้

ผู้ให้สัมภาษณ์มีความคิดว่าครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ควรเป็นผู้แสวงหาความรู้ใน วิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องตลอดเวลาและมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ เข้าใจในธรรมชาติ วิชาทั้งด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติ มีความรู้ในหลักสูตรเพื่อที่จะสามารถวิเคราะห์ผู้เรียนได้อย่างแท้จริง มีความรอบรู้ในทุกศาสตร์เพราะวิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีหลายแขนงและมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์ กับทุกสาขาวิชา ตัวอย่างข้อมูลการสัมภาษณ์มีดังนี้

“ ครูวิทยาศาสตร์เป็นครูที่แสวงหาความรู้ในวิทยาศาสตร์ตลอดเวลา เพราะเนื้อหาวิชาต้องมีมูลเหตุต้องมีการพิสูจน์ ตรวจสอบค้นคิดตลอดเวลาเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ เพราะต้องใช้การสอนที่ใช้กระบวนการ สืบเสาะตลอดเวลาเพื่อได้ความรู้เชิงประจักษ์ ตามธรรมชาติของวิชา”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 1, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ ครูวิทยาศาสตร์ต้องรอบรู้ครอบคลุมทุกศาสตร์เพื่อเป็นพื้นฐานต่อเด็กไทยในอนาคต ครูวิทยาศาสตร์เป็นผู้วางรากฐานให้เด็กมีพัฒนาการที่ดี รวมทั้งต้องมีความรู้ในด้านเทคโนโลยีที่พัฒนาไปพร้อมกับวิทยาศาสตร์ด้วย ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 7, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ มีความแม่นยำในเนื้อหาวิชาทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 8, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ ควรเป็นผู้มีความรอบรู้ ทั้งทักษะวิชาการ เทคโนโลยีการสื่อสาร การบูรณาการ การใช้ชีวิต การทำงานการปรับตัวในการเข้าสังคม และเป็นแบบอย่างที่ดีในฐานะการเป็นครูวิทยาศาสตร์ ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 10, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้

ผู้ให้สัมภาษณ์มีความคิดว่าครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ควรจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 สอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยสอนให้นักเรียนมีทักษะและกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการทดลอง และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายเน้นการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม มีส่วนร่วมในการคิดโต้ตอบ สอนโดยใช้แนวทางการค้นพบเพื่อให้นักเรียนได้ค้นพบปัญหา มีประสบการณ์ผ่านการทดลอง การพิสูจน์ การตรวจสอบ สมมติฐาน มีขั้นตอนจากปัญหา จนเกิดเป็นความคิดสร้างสรรค์ในการคิดที่มีเหตุผล มีการสอนแบบสอดแทรกคุณธรรมเพื่อให้เด็กเป็นคนดีมีวินัย มีความรับผิดชอบ ตัวอย่างข้อมูลการสัมภาษณ์มีดังนี้

“ ครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ควรจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดย สอนวิทยาศาสตร์แบบที่วิทยาศาสตร์เป็น ตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science) ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 2, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ ต้องสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ หมายถึง การที่ครูทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยเหลือ สนับสนุนให้ผู้เรียนพัฒนาตนได้เต็มตามศักยภาพของเขาโดยสอดคล้องกับความจำเป็นเพื่อ การดำรงชีวิตในสังคมยุคใหม่และส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต เพราะความรู้และเทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงเร็วและล้ำสมัยเร็ว ผู้คนในยุคใหม่ต้องเรียนรู้สิ่งใหม่ตลอดเวลา ครู จะต้องฝึกนิสัยให้ผู้เรียนรักการเรียนรู้ปรับเปลี่ยนความคิดได้ง่าย มีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และสอนวิธีเรียนมากกว่าสอนเนื้อหา เพราะเนื้อหาในยุคสมัยนี้จะมากเกินกว่าที่จะเรียนรู้ได้ อย่างพอเพียง และข้อมูลและเนื้อหาที่เปลี่ยนแปลงเร็วทำให้การจดจำเนื้อหาความรู้เป็นสิ่งที่ ใช้ได้และมีประโยชน์น้อย ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 3, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ ครูวิทยาศาสตร์เป็นผู้สอนที่ฝึกเด็กให้เน้นการปฏิบัติเพื่อให้เกิดความเชี่ยวชาญ มี ทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ ครูวิทยาศาสตร์เป็นผู้มีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จัดการ เรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้เกิดการคิดและแก้ปัญหาตามกระบวนการวิทยาศาสตร์ ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 7, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ มีวิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างเป็น ระบบเป็นขั้นตอน คิดอย่างสร้างสรรค์และสามารถนำทักษะทางวิทยาศาสตร์มาแก้ไขปัญหา เฉพาะหน้าได้ทั้งในเวลาเรียนและในชีวิตประจำวัน ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 8, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ ครูวิทยาศาสตร์ต้องใช้ทักษะกระบวนการคิด การสังเกต และสามารถถ่ายทอด แนวทางในการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียนได้อย่างเป็นรูปธรรม และสามารถนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 10, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ครูวิทยาศาสตร์จะต้องมีหน้าที่กระตุ้นและใช้เทคนิควิธีการสอนแบบหลากหลาย เพื่อให้นักเรียนสามารถคิดค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเอง”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 11, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ ครูวิทยาศาสตร์ต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการสอนให้มีความท้าทาย สร้างสรรค์ มีการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มตามศักยภาพ ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 15, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

ด้านคุณลักษณะครู

ผู้ให้สัมภาษณ์มีความคิดว่าครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ควรมีความพร้อมทั้งร่างกายและจิตใจ มีคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์และคิดวิจารณ์มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ต้องพัฒนาตนเองตลอดเวลาในการแสวงหาทักษะวิธีการแนวทางในการสอน มีความอดทนต่อสภาพนักเรียน สภาพปัญหา รับผิดชอบในการสอน รับผิดชอบในบทบาทของตนเอง มีความมุ่งมั่น เปิดใจตนเองเพื่อที่จะพร้อมสนับสนุนชี้แนะแนวทางให้นักเรียนเป็นผู้นำในการแสวงหาความรู้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี สามารถสร้างมนุษยสัมพันธ์กับบุคลากรทั้งเพื่อนครู นักเรียน ผู้บริหาร ผู้ปกครองและคนในชุมชน ตัวอย่างข้อมูลการสัมภาษณ์มีดังนี้

“ มีความพร้อมทั้งร่างกายจิตใจ ครูที่เตรียมพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนมีส่วนร่วมคิดโต้ตอบ ใช้แบบคำตอบที่เป็นปลายเปิดไม่เอาคำตอบที่วางใจ ไม่ใช่ หรือคำตอบที่ตายตัวจนเกินไป ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 1, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ มีคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์เข้ามาเพิ่มเติม (Nature of Science) และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes) ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 2, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ เป็นคนมีเหตุผล มีความสนใจอยากจะค้นคว้าหาคำตอบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถปลูกฝังนักเรียนให้รู้จักการแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ใน

การค้นหาคำตอบ ไม่ใช่การอนุมานหรือ ความน่าจะเป็น จะต้องมีขั้นตอนที่ชัดเจนและสามารถพิสูจน์ได้จริง ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 8, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ ต้องเป็นบุคคลที่สนใจใฝ่รู้ ใฝ่หา มีทักษะรอบรู้ มีทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยมีการแสวงหาความรู้เพื่อเพิ่มความรู้ที่ทันต่อความก้าวหน้าด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสม่ำเสมอ ใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาและอธิบายในสิ่งที่เป็นเหตุเป็นผล มีทักษะในการตั้งคำถามให้เกิดกระบวนการคิดและเป็นผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 9, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ หมั่นหาความรู้ให้ตนเองอย่างสม่ำเสมอ มีความกระตือรือร้น คล่องตัว ในทุกเรื่อง มีความคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์และคิดวิจารณ์ สามารถแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 14, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ เป็นผู้คอยดูแลแนะนำนักเรียนให้อ่านออก เขียนได้ คิดเลขเป็น ครูต้องมีการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง โดยศึกษาหลักสูตรวิเคราะห์ผู้เรียนอย่างแท้จริง เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการปฏิบัติ และมีทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 15, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

ด้านจรรยาบรรณวิชาชีพ

ผู้ให้สัมภาษณ์มีความคิดว่าครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ควรมีความเป็นครูตามสมรรถนะและจรรยาบรรณวิชาชีพครู มีจิตวิญญาณในความเป็นครู ตัวอย่างข้อมูลการสัมภาษณ์มีดังนี้

“ มีความเป็นครูตามสมรรถนะและจรรยาบรรณ วิชาชีพครู ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 2, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ มีจรรยาบรรณวิชาชีพครู รักเมตตาศิษย์ จิตใจอ่อนโยน ...มีจิตวิญญาณในความ
เป็นครู เพื่อสอนให้เด็กเป็นคนดี มีการสอนแบบสอดแทรกคุณธรรม เพื่อให้เด็กเป็นคนดี มี
วินัย มีความรับผิดชอบ ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 6, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ เป็นผู้ที่มีจิตวิญญาณของความเป็นครูและผู้ให้ ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 9, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ มีจิตวิญญาณความเป็นครูประกอบด้วย 1) มีคุณลักษณะส่วนตัวและการมี
คุณธรรมจริยธรรม เช่น วิริยะอุตสาหะ เมตตากรุณา ซื่อสัตย์ มีเหตุผล 2) การตระหนักถึงและ
ปฏิบัติตามบรรทัดฐานความเป็นครู เช่น ทำงานเพื่อเด็ก ปฏิบัติตามจรรยาบรรณวิชาชีพครู เป็น
แบบอย่างที่ดี 3) รักและศรัทธาในวิชาชีพครู 4) ความเชี่ยวชาญในการสอน 5) การพัฒนา
ตนเองอย่างต่อเนื่อง ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 11, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ ครูต้องรู้ศิลป์ คือ เป็นผู้มีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ กล่อม
เกล้าจิตใจ มีความประพฤติคุณลักษณะ บุคลิกภาพและคุณธรรมที่เป้นแบบอย่างได้ มีจิต
วิญญาณความเป็นครู มีใจเมตตาต่อศิษย์ รักศิษย์ดังลูก ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 13, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

ด้านสื่อและเทคโนโลยี

ผู้ให้สัมภาษณ์มีความคิดว่าครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ควรมีทักษะในการใช้สื่อและ
สร้างสื่อที่เป็นสื่อเทคโนโลยีที่มีความหลากหลายสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ควรคำนึงถึงวัยของผู้เรียน ตัวอย่างข้อมูลการสัมภาษณ์มีดังนี้

“ มีทักษะในการใช้สื่อและสร้างสื่อที่เป็นสื่อเทคโนโลยี ที่มีความหลากหลายที่
สอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 1, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ ครูในศตวรรษที่ ๒๑ ต้องมีความคิดที่กว้างไกลมีการใช้สื่อเทคโนโลยีในการสอน
และควรคำนึงถึงวัยของผู้เรียนและความเข้าใจในสื่อที่จะนำมาถ่ายทอด ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 3, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ ครูวิทยาศาสตร์ควรมีความรู้ในเรื่องของเทคโนโลยี สามารถใช้เทคโนโลยีในการแสวงหาความรู้ให้กับตนเองและผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม มีความทันสมัยในเรื่องของความรู้ การผลิตสื่อที่เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละวัย

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 14, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

ด้านการวัดและประเมินผล

ผู้ให้สัมภาษณ์มีความคิดว่าครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ควรมีทักษะในการวัดและประเมินผล ศึกษาการวัดการประเมินผลการเรียนของนักเรียน และของตนเองโดยใช้วิธีที่หลากหลาย ตัวอย่างข้อมูลการสัมภาษณ์มีดังนี้

“ มีทักษะและ ศึกษาการวัดประเมินผลการเรียนของนักเรียนและการสอนของตนเอง ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 1, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ มีการวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนาผู้เรียน โดยใช้เทคนิควิธีที่หลากหลายเพื่อให้สามารถวัดและประเมินผลผู้เรียนได้อย่างรอบด้าน ด้านความรู้ กระบวนการคิด พฤติกรรม และเจตคติ ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 11, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ มีการวัดและประเมินผลผู้เรียนเพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน มีการวัดและประเมินผลเป็นระยะๆเพื่อจะได้ทราบความก้าวหน้าและปัญหาในการเรียนเรื่องนั้นๆจะได้แก้ไขก่อนที่จะเริ่มเรียนเรื่องใหม่ ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 13, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ ผู้สอน คือ ผู้ที่ประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยสร้างเครื่องมือประเมินการเรียนรู้และสะท้อนผลเพื่อพัฒนามากกว่าการตัดสิน ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 15, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

ด้านการวิจัย

ผู้ให้สัมภาษณ์มีความคิดว่าครุวิทยาสาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ต้องสามารถทำวิจัยและสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ได้ ตัวอย่างข้อมูลการสัมภาษณ์มีดังนี้

“สามารถทำวิจัยในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 4, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ครูมีความจำเป็นอย่างสูงในการพัฒนาองค์ความรู้ของตัวเองด้วยการทำวิจัย และพัฒนาความรู้จากการทำวิจัย ซึ่งเป็นศาสตร์ที่สามารถวัดได้ และ ยอมรับได้จากสากล ในการนำมาพัฒนาตนเองให้เป็นที่ยอมรับ ตลอดจน ทำวิจัยเพื่อนำองค์ความรู้ในตัวของคุณ มาพัฒนาสู่สังคม ด้วยตัวหนังสือ บทความ และ วารสารต่างๆ ที่สามารถเผยแพร่สู่สังคมได้”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 6, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“ครูต้องทำวิจัยเพื่อค้นหา วิธีการใหม่ๆ สำหรับใช้ ปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาการเรียนรู้นักเรียน และการวิจัยเป็นวิธีการที่ช่วยให้ได้วิธีการพัฒนาการเรียนรู้นักเรียนที่น่าเชื่อถือมากที่สุด”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 9, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

“การวิจัย ทำให้ครุวิทยาสาสตร์มีกระบวนการคิดที่เป็นวิทยาศาสตร์มากขึ้นและคิดได้ชัดเจนมากขึ้น และ การทำวิจัยจะเป็นการเพิ่มองค์ความรู้ในสาสตร์นั้นๆ ผลการวิจัยก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม การศึกษา ”

(ผู้ให้ข้อมูลท่านที่ 14, ข้อมูลการสัมภาษณ์)

1.3 ผลการวิเคราะห์ประเด็นสำคัญจากข้อมูลการสัมภาษณ์และการวิเคราะห์เอกสาร

จากข้อมูลการวิเคราะห์เอกสารและข้อมูลการสัมภาษณ์ทำให้ผู้วิจัยได้ประเด็นสำคัญในการสร้างเครื่องมือเพื่อสำรวจองค์ประกอบคุณลักษณะของครุวิทยาสาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ประเด็นเกี่ยวกับด้านความรู้ การมีความรู้ ความเข้าใจในวิชาวิทยาสาสตร์ทั้งในด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติ มีความรู้ในด้านหลักสูตรและสามารถจัดการเรียนรู้อาษาวิทยาสาสตร์ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้อของหลักสูตรได้อย่างเหมาะสมสามารถนำความรู้ทางวิทยาสาสตร์มาบูรณาการภายในสาระวิชา

วิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นตามความเหมาะสมได้ โดยคำนึงถึงคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนและสอดคล้องกับความต้องการของชุมชน ประเด็นเกี่ยวกับด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ การวางแผน การจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนโดยคำนึงถึงพัฒนาการของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน มีการจัดบรรยากาศให้เอื้อต่อการเรียนรู้ ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนส่งเสริมทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ประเด็นเกี่ยวกับด้านคุณลักษณะ ครู มีคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์และคิดวิจารณ์ มีทักษะในการสื่อสาร มีความสนใจใฝ่เรียนรู้เพื่อพัฒนาริชาชีพของตนเอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีมนุษยสัมพันธ์กับบุคลากรทั้งเพื่อน ครู นักเรียน ผู้บริหาร ผู้ปกครองและคนในชุมชน มีจิตวิทยาการเรียนรู้เพื่อเข้าใจถึงแรงกระตุ้นและแรงจูงใจของผู้เรียน ประเด็นเกี่ยวกับการมีจิตวิญญาณในความเป็นครู มีจรรยาบรรณวิชาชีพครู มีจิตวิญญาณในความเป็นครู ประเด็นเกี่ยวกับสื่อและเทคโนโลยี มีความรู้ในการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัย สามารถผลิตสื่อที่ทันสมัยและหลากหลายเพื่อให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนและสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประเด็นเกี่ยวกับการวัดและการประเมินผล เข้าใจหลักการและวิธีการวัดผลและประเมินผล มีการตรวจสอบและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องโดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย ประเด็นเกี่ยวกับการวิจัย สามารถทำวิจัยเพื่อค้นหา วิธีการใหม่ๆ สำหรับใช้ ปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน นำการวิจัยมาพัฒนาตนเองให้เป็นที่ยอมรับ ตลอดจน ทำวิจัยเพื่อนำองค์ความรู้ในตัวของคุณครูมาพัฒนาสู่สังคม

ตารางที่ 10 สรุปประเด็นสำคัญจากข้อมูลการสัมภาษณ์และการวิเคราะห์เอกสาร

ประเด็น	ข้อมูลจากการวิเคราะห์เอกสาร	ข้อมูลจากการสัมภาษณ์	ผลการวิเคราะห์ประเด็นสำคัญจากข้อมูลการสัมภาษณ์และการวิเคราะห์เอกสาร
ด้านความรู้	<p>ครุมีความรู้ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งในด้านความรู้และกระบวนการเรียนรู้ ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ จัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาบูรณาการภายในสาระวิชาวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นตามความเหมาะสมได้ โดยคำนึงถึงคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนและสอดคล้องกับความต้องการของชุมชน</p>	<p>เป็นผู้แสวงหาความรู้ในวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตลอดเวลาและมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ เข้าใจในธรรมชาติวิชาทั้งด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติ มีความรู้ในหลักสูตรเพื่อที่จะสามารถวิเคราะห์ผู้เรียนได้อย่างแท้จริง มีความรอบรู้ในทุกศาสตร์เพราะวิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีหลายแขนงและมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กับทุกสาขาวิชา</p>	<p>ประเด็นเกี่ยวกับด้านความรู้ การมีความรู้ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งในด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติ มีความรู้ในด้านหลักสูตรและสามารถจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรได้อย่างเหมาะสม สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาบูรณาการภายในสาระวิชาวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นตามความเหมาะสมได้ โดยคำนึงถึงคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนและสอดคล้องกับความต้องการของชุมชน</p>
ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้	<p>มีการวางแผนการจัดการเรียนรู้และกำหนดภาระงานตามสาระการเรียนรู้โดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรมจริยธรรม และคำนึงถึงระดับการเรียนรู้ พัฒนาการของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาทางสติปัญญา สังคม ร่างกายและบุคลิกภาพ จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง มีวิธีการที่หลากหลายโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ สืบค้น ตรวจสอบและแก้ปัญหา จัดจัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจและมีแรงบันดาลใจในการเรียนรู้</p>	<p>จัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 สอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยสอนให้นักเรียนมีทักษะและกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการทดลอง และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายเน้นการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม เน้นนักเรียนมีส่วนร่วมในการคิดโต้ตอบสอนโดยใช้แนวทางการค้นพบเพื่อให้นักเรียนได้ค้นพบปัญหา มีประสบการณ์ผ่านการทดลอง การพิสูจน์ การตรวจสอบสมมติฐาน มีขั้นตอนจากปัญหา จนเกิดเป็นความคิดสร้างสรรค์ในการคิดที่มีเหตุผล มีการสอนแบบสอดแทรกคุณธรรม เพื่อให้เด็กเป็นคนดีมีวินัย มีความรับผิดชอบ</p>	<p>ประเด็นเกี่ยวกับด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ การวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนโดยคำนึงถึงพัฒนาการของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน มีการจัดบรรยากาศให้เอื้อต่อการเรียนรู้ ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนส่งเสริมทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21</p>

ประเด็น	ข้อมูลจากการวิเคราะห์เอกสาร	ข้อมูลจากการสัมภาษณ์	ผลการวิเคราะห์ประเด็นสำคัญจากข้อมูลการสัมภาษณ์และการวิเคราะห์เอกสาร
ด้านคุณลักษณะครู	มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ กระตือรือร้นและอุทิศเวลาเพื่อพัฒนาวิชาชีพของตนเองอย่างต่อเนื่อง มีทักษะการสื่อสารและสามารถใช้ภาษาได้อย่างถูกต้อง ทั้งการพูดและการเขียน รู้และเข้าใจหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ เพื่อเข้าใจถึงแรงกระตุ้นและแรงจูงใจของผู้เรียน	มีความพร้อมทั้งร่างกายและจิตใจ มีคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์และคิดวิจารณ์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ต้องพัฒนาตนเองตลอดเวลาในการแสวงหาทักษะวิธีการแนวทางการสอน มีความอดทนต่อสภาพนักเรียน สภาพปัญหา รับผิดชอบในการสอน รับผิดชอบในตัวเอง ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี สามารถสร้างมนุษยสัมพันธ์กับบุคลากรทั้งเพื่อนครู นักเรียน ผู้บริหาร ผู้ปกครองและคนในชุมชน	ประเด็นเกี่ยวกับด้านคุณลักษณะครู มีคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์และคิดวิจารณ์ มีทักษะในการสื่อสาร มีความสนใจใฝ่เรียนรู้เพื่อพัฒนาวิชาชีพของตนเอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีมนุษยสัมพันธ์กับบุคลากรทั้งเพื่อนครู นักเรียน ผู้บริหาร ผู้ปกครองและคนในชุมชน มีจิตวิทยาการเรียนรู้เพื่อเข้าใจถึงแรงกระตุ้นและแรงจูงใจของผู้เรียน
ด้านจรรยาบรรณวิชาชีพ	-	มีความเป็นครูตามสมรรถนะ และจรรยาบรรณวิชาชีพครู มีจิตวิญญาณในความเป็นครู	ประเด็นเกี่ยวกับการมีจิตวิญญาณในความเป็นครู มีจรรยาบรรณวิชาชีพครู มีจิตวิญญาณในความเป็นครู
ด้านสื่อและเทคโนโลยี	มีการแสวงหา พัฒนานวัตกรรม การเรียนรู้และจัดหาแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายให้เหมาะสมกับผู้เรียน เพื่อส่งเสริมผู้เรียนให้มีความรู้ที่ทันสมัยตามความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ครูวิทยาศาสตร์ควรมีทักษะในการใช้สื่อและสร้างสื่อที่เป็นสื่อเทคโนโลยีที่มีความหลากหลาย สอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ควรคำนึงถึงวัยของผู้เรียน	ประเด็นเกี่ยวกับสื่อและเทคโนโลยี มีความรู้ในการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัย สามารถผลิตสื่อที่ทันสมัยและหลากหลายเพื่อให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนและสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ประเด็น	ข้อมูลจากการวิเคราะห์เอกสาร	ข้อมูลจากการสัมภาษณ์	ผลการวิเคราะห์ประเด็นสำคัญจากข้อมูลการสัมภาษณ์และการวิเคราะห์เอกสาร
ด้านการวัดและประเมินผล	<p>เข้าใจหลักการและวิธีการวัดผลและประเมินผล</p> <p>ตรวจสอบและประเมินผล การเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีการประเมินผลตามสภาพจริง ด้วยวิธีการและเครื่องมือที่หลากหลายเพื่อให้ครอบคลุมสมรรถภาพของผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ เจตคติและนำผลการประเมินไปใช้พัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง</p>	<p>มีทักษะในการวัดและประเมินผลการเรียนของนักเรียน และของตนเอง โดยใช้วิธีที่หลากหลาย</p>	<p>ประเด็นเกี่ยวกับการวัดและการประเมินผล</p> <p>เข้าใจหลักการและวิธีการวัดผลและประเมินผล</p> <p>มีการตรวจสอบและประเมินผล การเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องโดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย</p>
ด้านการวิจัย	-	<p>สามารถทำวิจัยในชั้นเรียน เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถทำวิจัยเพื่อค้นหา วิธีการใหม่ๆ สำหรับใช้ ปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน นำการวิจัยมาพัฒนาตนเองให้เป็นที่ยอมรับ ตลอดจน ทำวิจัยเพื่อนำองค์ความรู้ในตัวของครู มาพัฒนาสู่สังคม</p>	<p>ประเด็นเกี่ยวกับการวิจัย</p> <p>สามารถทำวิจัยเพื่อค้นหา วิธีการใหม่ๆ สำหรับใช้ ปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน นำการวิจัยมาพัฒนาตนเองให้เป็นที่ยอมรับ ตลอดจน ทำวิจัยเพื่อนำองค์ความรู้ในตัวของครู มาพัฒนาสู่สังคม</p>

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยการนำเสนอค่าสถิติการแจกแจงความถี่และร้อยละ ส่วนที่ 2 คือ ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวบ่งชี้ที่ใช้ในการศึกษา โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ค่าต่ำสุด (MIN) ค่าสูงสุด (MAX) ค่าความเบ้ (Sk) ค่าความโด่ง (Ku)

2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงยืนยันคุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ครั้งนี้ มีคุณลักษณะพื้นฐาน ดังแสดงตาราง 11

ตารางที่ 11 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

คุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	232	29.00
หญิง	568	71.00
รวม	800	100.00
สถานภาพ		
โสด	414	51.75
สมรส	376	47.00
หย่าร้าง	8	1.00
ไม่ระบุ	2	0.25
รวม	800	100.00
อายุ		
21-30	250	31.25
31-40	346	43.25
41-50	108	13.50
51 ปีขึ้นไป	96	12.00
รวม	800	100.00

ตาราง 11 (ต่อ)

คุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	ร้อยละ
วุฒิการศึกษา		
ต่ำกว่าปริญญาตรี	2	0.25
ปริญญาตรี	471	58.87
ปริญญาโท	324	40.50
ปริญญาเอก	3	0.38
รวม	800	100.00
ประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์		
1-5 ปี	282	35.25
6-10 ปี	244	30.50
11-15 ปี	102	12.75
16-20 ปี	35	4.38
21 ปีขึ้นไป	137	17.12
รวม	800	100.00
วิทยฐานะ		
ชำนาญการ	277	34.63
ชำนาญการพิเศษ	147	18.37
เชี่ยวชาญ	1	0.12
ไม่มีวิทยฐานะ	209	26.13
ครูผู้ช่วย	166	20.75
รวม	800	100.00
ระดับชั้นที่สอน		
มัธยมศึกษาปีที่ 1-3	439	54.87
มัธยมศึกษาปีที่ 4-6	361	45.13
รวม	800	100.00
ประเภทโรงเรียน		
โรงเรียนมัธยมศึกษา	800	100.00
รวม	800	100.00

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย เพศ สถานภาพ อายุ วุฒิการศึกษา ประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์ วิทยฐานะ ระดับชั้นที่สอน และประเภทของโรงเรียน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นครูวิทยาศาสตร์ สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8-10 จำนวน 800 คน

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน พบว่า กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นครูส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 71.00) ส่วนที่เหลือเป็นเพศชาย (ร้อยละ 29.00) ส่วนใหญ่มีสถานภาพโสด (ร้อยละ 51.75) รองลงมาก็คือสมรส (ร้อยละ 47.00) เมื่อพิจารณาถึงอายุพบว่า ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 31-40 ปี (ร้อยละ 43.25) รองลงมาก็คือ 21-30 ปี (ร้อยละ 31.25) ในส่วนของวุฒิการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่มีวุฒิ การศึกษาในระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 58.87) รองลงมาก็คือปริญญาโท (ร้อยละ 40.50) โดย ประสบการณ์การสอนพบว่า ส่วนใหญ่มีประสบการณ์การสอนในช่วง 1-5 ปีมากที่สุด (ร้อยละ 35.25) รองลงมาก็คือ 6-10 ปี (ร้อยละ 30.50) โดยมีวิทยฐานะชำนาญการมากที่สุด (ร้อยละ 34.63) รองลงมา คือ ไม่มีวิทยฐานะ (ร้อยละ 26.13) และครูผู้ช่วย (ร้อยละ 20.75) ในส่วนของระดับชั้นที่สอนพบว่า ส่วนใหญ่สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 มากที่สุด (ร้อยละ 54.87) รองลงมาก็คือ ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4-6 (ร้อยละ 45.13) โดยพบว่าเป็นครูที่สังกัดในโรงเรียนสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้น พื้นฐาน มากที่สุด (ร้อยละ 100) และเป็นครูที่สอนในโรงเรียนมัธยมศึกษามากที่สุด (ร้อยละ 100)



2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวบ่งชี้ที่ใช้ในการศึกษา

ตารางที่ 12 สถิติพื้นฐานองค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

ข้อ	ข้อความ	Mean	S.D.	Sk	Ku	C.V.	แปลความ
1	มีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งใน ด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติ	4.33	.60	-.30	-.65	13.97	มาก
2	มีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องใน ระดับชั้นที่สอน และระดับชั้นอื่นที่สัมพันธ์กัน	4.34	.57	-.18	-.69	13.15	มาก
3	มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามมาตรฐานหลักสูตร และตัวชี้วัด	4.30	.64	-.51	.01	14.90	มาก
4	มีความรู้ ความเข้าใจเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์	4.29	.63	-.32	-.67	14.68	มาก
5	มีความรู้ ความเข้าใจแนวคิด หลักการและทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์	4.26	.61	-.21	-.58	14.34	มาก
6	มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์และมีจิตวิทยาศาสตร์	4.24	.59	-.12	-.48	14.00	มาก
7	มีความเข้าใจในหลักการบูรณาการความรู้ภายในกลุ่ม สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และข้ามกลุ่มสาระการ เรียนรู้	4.18	.61	-.16	-.35	14.73	มาก
8	มีความรู้ในสาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	4.28	.64	-.36	-.58	15.09	มาก
9	สามารถจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามสาระและ มาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรได้อย่างเหมาะสม	4.26	.63	-.30	-.52	14.85	มาก
10	สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาบูรณาการภายใน สาระวิชาวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นตามความเหมาะสมได้ โดยคำนึงถึงคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนและ สอดคล้องกับความต้องการของชุมชน	4.16	.66	-.27	-.48	16.05	มาก
11	มีความรู้ ความเข้าใจในการใช้วิทยาศาสตร์อย่างมี คุณธรรม	4.35	.57	-.19	-.69	13.19	มาก
12	สามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงพัฒนาการของผู้เรียน	4.31	.60	-.26	-.63	13.96	มาก
13	ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน ได้ปฏิบัติจริง	4.35	.62	-.41	-.66	14.34	มาก
14	มีการจัดบรรยากาศให้เอื้อต่อการเรียนรู้	4.25	.64	-.28	-.69	15.10	มาก
15	จัดสื่อการเรียนรู้ อุปกรณ์ สภาพห้องเรียน ห้องปฏิบัติการให้เป็นแหล่งเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์	4.24	.67	-.54	.40	15.96	มาก

ข้อ	ข้อความ	Mean	S.D.	Sk	Ku	C.V.	แปลความ
16	ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายตามระบบการสอน ในศตวรรษที่ 21 โดยให้นักเรียนได้เป็นผู้สร้างความรู้ ด้วยตนเอง	4.17	.69	-.28	-.73	16.59	มาก
17	ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	4.26	.61	-.23	-.61	14.50	มาก
18	ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผู้เรียนตามทักษะที่ จำเป็นในศตวรรษที่ 21	4.18	.68	-.31	-.59	16.36	มาก
19	สามารถควบคุมชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.28	.63	-.35	-.37	14.74	มาก
20	มีความรู้ในการทำโครงการและเป็นที่ปรึกษาโครงการ วิทยาศาสตร์ได้	4.10	.69	-.31	-.27	16.85	มาก
21	จัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการทำโครงการวิทยาศาสตร์ เชื่อมโยงการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง	4.08	.72	-.27	-.57	17.74	มาก
22	จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับ มาตรฐาน ตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	4.28	.65	-.39	-.61	15.30	มาก
23	จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีลำดับของ กิจกรรมที่เหมาะสมกับกระบวนการเรียนรู้	4.21	.63	-.22	-.47	14.96	มาก
24	จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงบูรณาการตาม แนวทางสะเต็มศึกษาที่สอดแทรกเทคนิค/กลวิธีการสอน ที่เหมาะสมในการพัฒนาการคิดขั้นสูง	4.04	.72	-.28	-.351	17.99	มาก
25	มีความรู้ ความเข้าใจระดับการเรียนรู้และพัฒนาการของ ผู้เรียน	4.24	.62	-.25	-.46	14.74	มาก
26	มีคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์	4.28	.61	-.23	-.60	14.25	มาก
27	มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์	4.37	.58	-.29	-.70	13.36	มาก
28	สามารถแสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อย่างมี หลักการ	4.31	.59	-.24	-.41	13.71	มาก
29	มีความคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์และคิดวิจารณ์	4.25	.64	-.29	-.70	15.20	มาก
30	มีทักษะในการสื่อสาร เพื่อถ่ายทอดความรู้ได้เป็นอย่างดี	4.30	.64	-.39	-.55	14.88	มาก
31	มีความสนใจใฝ่เรียนรู้เพื่อพัฒนาวิชาชีพของตนเอง	4.37	.59	-.35	-.47	13.50	มาก
32	มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	4.34	.61	-.40	-.48	14.21	มาก
33	มีมนุษยสัมพันธ์กับบุคลากรทั้งเพื่อนครู นักเรียน ผู้บริหาร ผู้ปกครองและคนในชุมชน	4.33	.59	-.34	-.25	13.78	มาก
34	มีจิตวิทยาการเรียนรู้เพื่อเข้าใจถึงแรงกระตุ้นและ แรงจูงใจของผู้เรียน	4.27	.61	-.30	-.29	14.42	มาก
35	มีความเชื่อมั่นในตนเอง	4.29	.61	-.29	-.45	14.24	มาก

ข้อ	ข้อความ	Mean	S.D.	Sk	Ku	C.V.	แปลความ
36	มีความกระตือรือร้นและอุทิศเวลาใฝ่หาความรู้	4.43	.58	-.48	-.67	13.27	มาก
37	มีระเบียบวินัยและวางตนอย่างเหมาะสม	4.44	.58	-.48	-.67	13.22	มาก
38	สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน	4.32	.59	-.26	-.64	13.81	มาก
39	ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีและเกิดจิตวิทยาศาสตร์	4.40	.58	-.34	-.73	13.20	มาก
40	มีความรับผิดชอบในหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย	4.48	.56	-.50	-.73	12.67	มาก
41	เข้ารับการอบรม หรือร่วมประชุมวิชาการที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง	4.24	.65	-.48	.13	15.37	มาก
42	มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แบบ Professional Learning Community (PLC) ทั้งภายในและภายนอกสถาบัน	4.00	.71	-.39	.33	17.77	มาก
43	ศึกษาค้นคว้าริเริ่มสร้างสรรค์กิจกรรมสื่อและกระบวนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนและงานในวิชาชีพ	4.22	.60	-.18	-.35	14.38	มาก
44	ปฏิบัติตามจรรยาบรรณวิชาชีพครู	4.60	.54	-.93	-.20	11.80	มากที่สุด
45	มีจิตวิญญาณในความเป็นครู	4.61	.53	-.96	.13	11.51	มากที่สุด
46	มีความรัก เมตตากรุณาต่อศิษย์	4.63	.52	-.93	-.31	11.25	มากที่สุด
47	มีความเสียสละ อุทิศเวลาเพื่องาน	4.63	.53	-1.02	-.04	11.44	มากที่สุด
48	มีความรักและศรัทธาในวิชาชีพครู	4.62	.53	-1.04	.03	11.64	มากที่สุด
49	เชื่อมั่น ชื่นชม ภูมิใจในความเป็นครูและองค์กรวิชาชีพครู	4.60	.53	-.89	-.30	11.71	มากที่สุด
50	ประพฤติปฏิบัติตนเป็นแบบอย่างที่ดีต่อศิษย์ เพื่อนร่วมงาน และบุคคลในองค์กร	4.56	.56	-.83	-.32	12.34	มากที่สุด
51	มีความรู้ในการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัยมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน	4.41	.57	-.36	-.75	13.08	มาก
52	สามารถผลิตสื่อที่ทันสมัยและหลากหลายเพื่อให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.37	.60	-.47	-.27	13.98	มาก
53	สามารถใช้เทคโนโลยี สื่อมัลติมีเดียเป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการเรียนรู้	4.23	.57	-.05	-.38	13.61	มาก
54	สร้างแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมสอดคล้องกับศตวรรษที่ 21	4.17	.60	-.12	-.23	14.43	มาก
55	สามารถเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.27	.61	-.23	-.60	14.33	มาก
56	สามารถเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.30	.62	-.30	-.65	14.46	มาก
57	สามารถใช้สื่อและเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	4.25	.65	-.32	-.60	15.29	มาก

ข้อ	ข้อความ	Mean	S.D.	Sk	Ku	C.V.	แปลความ
58	เข้าใจหลักการและวิธีการวัดผลและประเมินผล	4.23	.59	-.12	-.47	14.04	มาก
59	ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือช่วยในการพัฒนาตนเอง เรียนรู้เทคนิค และวิธีการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียน	4.29	.61	-.30	-.47	14.35	มาก
60	สนับสนุนให้นักเรียนได้ใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	4.30	.63	-.37	-.54	14.76	มาก
61	เข้าใจหลักการและวิธีการวัดผลและประเมินผล	4.31	.62	-.37	-.51	14.57	มาก
62	รู้เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบทางวิทยาศาสตร์ที่ดี	4.25	.63	-.30	-.53	14.96	มาก
63	รู้และเข้าใจหลักการวัดผลและการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์	4.31	.64	-.41	-.56	14.89	มาก
64	สร้างมาตรฐานของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ได้	4.26	.62	-.26	-.64	14.69	มาก
65	สามารถสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลที่มีประสิทธิภาพได้	4.26	.63	-.29	-.68	15.00	มาก
66	มีการตรวจสอบและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องโดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย	4.29	.63	-.33	-.68	14.82	มาก
67	กำหนดเกณฑ์ที่ชัดเจนและเหมาะสมตามหลักการวัดและประเมินผล	4.35	.60	-.34	-.66	13.83	มาก
68	สามารถประเมินผลตามสภาพจริงได้	4.35	.60	-.35	-.66	13.90	มาก
69	นำผลการประเมินมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน	4.35	.60	-.33	-.66	13.86	มาก
70	มีการวัดผลประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.38	.57	-.26	-.75	13.08	มาก
71	มีการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนและตัดสินผลการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสม	4.33	.59	-.23	-.64	13.62	มาก
72	สามารถออกแบบการวัดและประเมินที่รองรับการประเมินผลอย่างต่อเนื่องของการพัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียน	4.25	.63	-.29	-.52	14.94	มาก
73	มีการวัดผลประเมินผลหลายมิติอย่างเหมาะสม	4.23	.64	-.32	-.45	15.29	มาก
74	มีความรู้ในการทำวิจัยเพื่อแก้ปัญหาในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์	4.20	.66	-.32	-.47	15.90	มาก
75	มีการทำวิจัยในชั้นเรียน เพื่อศึกษาปัญหาและแก้ปัญหาเพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้	4.22	.63	-.25	-.50	15.04	มาก
76	มีนวัตกรรมที่เป็นต้นแบบการจัดการเรียนรู้	4.13	.69	-.22	-.57	16.73	มาก

ข้อ	ข้อความ	Mean	S.D.	Sk	Ku	C.V.	แปลความ
77	มีการนำผลงานวิจัย/นวัตกรรมด้านการจัดการเรียนรู้ไปใช้พัฒนาผู้เรียนได้จริง โดยมีหลักฐานเชิงประจักษ์	4.12	.69	-.25	-.57	16.74	มาก
78	สามารถนำปัญหาที่พบในชั้นเรียนไปเป็นปัญหาในการวิจัยเพื่อหาแนวทางการแก้ไข หรือแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป	4.19	.65	-.29	-.37	15.60	มาก
79	สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้	4.19	.65	-.38	-.040	15.63	มาก
80	ทำวิจัยทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์และแปลผลข้อมูลโดยใช้คณิตศาสตร์และสถิติที่เหมาะสม	4.12	.65	-.24	-.30	15.94	มาก
	เฉลี่ย	4.30	.62	-.36	-.46	14.45	มาก

จากตาราง 12 พบว่าคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .62 นอกจากนี้ยังพบว่า ในรายการข้อความทั้ง 80 ข้อ นั้น มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.00 ถึง 4.63 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่าง .53 ถึง .72 โดยครูที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมีคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด

เมื่อศึกษาลักษณะการแจกแจงของข้อมูล โดยพิจารณาจากค่าความเบ้ พบว่า ตัวแปรส่วนใหญ่มีการแจกแจงของข้อมูลแบบเบ้ซ้าย (ค่าความเบ้เป็นลบ) ซึ่งมีค่าความเบ้อยู่ระหว่าง -.96 ถึง -.05 แสดงว่า กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 สูงกว่าค่าเฉลี่ย เมื่อศึกษาลักษณะการกระจายของข้อมูล โดยพิจารณาค่าความโด่ง พบว่า ตัวแปรมีลักษณะการกระจายของข้อมูลหลากหลาย ทั้งกระจายมาก (ค่าความโด่งเป็นลบ) กระจายแบบโค้งปกติ (ค่าความโด่งเข้าใกล้ศูนย์) และการกระจายน้อย (ค่าความโด่งเป็นบวก) ซึ่งมีค่าความโด่งอยู่ระหว่าง -.75 ถึง .40 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายพบว่า ตัวแปรจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่สอดแทรกเทคนิค/กลวิธีการสอนที่เหมาะสมในการพัฒนาการคิดขั้นสูง มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายสูงที่สุด (ร้อยละ 17.995) และตัวแปร มีความรักเมตตากรุณาต่อศิษย์ มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายต่ำที่สุด (ร้อยละ 11.252) แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นเกี่ยวกับตัวแปรใกล้เคียง

ตารางที่ 13 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ค่าถ้ามในการวิเคราะห์องค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยุศึกษาสตรีในศตวรรษที่ 21

ข้อ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	1.00																						
2	.74	1.00																					
3	.72	.70	1.00																				
4	.67	.70	.72	1.00																			
5	.68	.62	.60	.76	1.00																		
6	.61	.56	.62	.66	.68	1.00																	
7	.58	.51	.59	.61	.56	.60	1.00																
8	.63	.57	.70	.66	.64	.65	.62	1.00															
9	.64	.56	.65	.64	.61	.62	.59	.73	1.00														
10	.57	.48	.54	.47	.50	.52	.63	.52	.62	1.00													
11	.55	.46	.50	.57	.51	.55	.52	.55	.59	.52	1.00												
12	.51	.44	.49	.49	.47	.47	.50	.56	.62	.63	.57	1.00											
13	.46	.36	.45	.49	.46	.48	.49	.55	.60	.57	.55	.68	1.00										
14	.43	.32	.40	.44	.41	.48	.49	.50	.56	.52	.48	.57	.66	1.00									
15	.46	.33	.48	.49	.45	.49	.51	.54	.57	.47	.50	.54	.60	.62	1.00								
16	.49	.36	.44	.47	.48	.50	.55	.55	.56	.61	.46	.61	.63	.65	.65	1.00							
17	.52	.42	.49	.53	.54	.51	.50	.57	.59	.53	.52	.61	.68	.62	.70	.69	1.00						
18	.53	.43	.53	.54	.52	.51	.54	.56	.61	.62	.51	.58	.61	.64	.62	.76	.71	1.00					

ข้อ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
19	.52	.44	.56	.50	.51	.51	.49	.54	.57	.53	.44	.56	.52	.53	.53	.57	.64	.60	1.00			
20	.50	.48	.48	.48	.48	.48	.51	.45	.47	.42	.38	.40	.42	.38	.42	.42	.47	.53	.42	1.00		
21	.53	.43	.45	.44	.45	.48	.52	.48	.52	.53	.41	.50	.51	.48	.45	.48	.51	.57	.43	.72	1.00	
22	.53	.50	.59	.55	.55	.54	.52	.49	.63	.53	.45	.55	.48	.48	.51	.56	.55	.61	.50	.53	.59	1.00
23	.59	.45	.57	.56	.56	.52	.52	.59	.61	.51	.46	.54	.53	.53	.56	.52	.59	.64	.58	.56	.60	.71
24	.51	.40	.46	.43	.46	.45	.51	.46	.52	.54	.34	.44	.46	.46	.40	.50	.50	.57	.47	.49	.63	.52
25	.55	.44	.53	.49	.49	.53	.57	.55	.53	.51	.44	.56	.44	.45	.49	.51	.53	.55	.53	.46	.54	.60
26	.47	.43	.48	.50	.51	.52	.54	.49	.48	.45	.49	.47	.41	.44	.44	.42	.48	.51	.44	.47	.51	.53
27	.52	.45	.53	.56	.54	.54	.50	.53	.58	.42	.56	.48	.44	.50	.51	.43	.55	.52	.44	.49	.44	.52
28	.57	.48	.49	.54	.57	.54	.56	.52	.54	.51	.54	.57	.50	.49	.52	.50	.55	.55	.48	.49	.54	.54
29	.56	.42	.50	.47	.48	.45	.50	.50	.50	.51	.47	.50	.44	.48	.43	.47	.48	.53	.47	.44	.52	.51
30	.53	.45	.58	.52	.49	.51	.49	.54	.56	.49	.55	.48	.50	.47	.47	.47	.49	.54	.53	.46	.50	.58
31	.47	.42	.47	.48	.43	.43	.42	.45	.49	.40	.51	.49	.46	.41	.44	.38	.50	.48	.45	.44	.41	.46
32	.55	.49	.53	.49	.52	.49	.45	.52	.59	.45	.46	.50	.45	.46	.47	.46	.52	.50	.46	.43	.45	.52
33	.46	.38	.48	.45	.38	.46	.39	.48	.50	.34	.51	.49	.45	.46	.47	.41	.45	.41	.46	.36	.36	.45
34	.47	.40	.51	.48	.43	.51	.45	.51	.52	.41	.44	.48	.49	.52	.47	.49	.49	.51	.48	.33	.40	.46
35	.47	.37	.46	.48	.46	.52	.41	.51	.53	.40	.53	.42	.47	.52	.43	.40	.46	.42	.46	.33	.40	.47
36	.46	.37	.47	.46	.40	.47	.39	.48	.49	.39	.48	.46	.44	.48	.41	.38	.48	.46	.42	.33	.40	.46
37	.49	.37	.44	.43	.39	.43	.43	.44	.51	.39	.48	.43	.40	.48	.43	.40	.46	.45	.44	.34	.37	.49

ข้อ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
38	.49	.39	.47	.49	.41	.48	.47	.48	.54	.47	.48	.49	.53	.57	.49	.46	.49	.49	.49	.34	.43	.51
39	.50	.40	.49	.52	.46	.51	.50	.51	.53	.49	.50	.54	.53	.59	.49	.54	.53	.56	.55	.40	.40	.51
40	.45	.37	.44	.49	.50	.47	.40	.48	.49	.36	.47	.47	.43	.43	.41	.39	.46	.46	.51	.38	.30	.45
41	.37	.35	.40	.40	.38	.42	.39	.44	.45	.40	.42	.42	.43	.45	.41	.39	.45	.44	.36	.44	.44	.46
42	.44	.34	.35	.38	.37	.36	.36	.39	.40	.37	.34	.32	.36	.41	.32	.38	.40	.44	.28	.38	.47	.38
43	.51	.40	.43	.47	.47	.47	.46	.52	.53	.47	.45	.42	.48	.45	.44	.46	.49	.53	.38	.40	.48	.53
44	.42	.38	.42	.41	.36	.39	.38	.39	.38	.32	.45	.39	.40	.40	.38	.36	.43	.41	.42	.29	.30	.42
45	.38	.35	.48	.44	.38	.42	.35	.45	.40	.31	.45	.38	.39	.38	.40	.38	.42	.42	.46	.28	.27	.43
46	.37	.31	.40	.35	.33	.32	.34	.36	.32	.27	.43	.38	.41	.35	.39	.32	.35	.38	.37	.29	.31	.34
47	.35	.34	.39	.36	.33	.31	.36	.38	.39	.31	.43	.40	.41	.37	.39	.36	.43	.43	.38	.30	.29	.38
48	.35	.31	.39	.39	.35	.33	.35	.41	.38	.29	.45	.41	.47	.40	.44	.40	.46	.42	.40	.27	.28	.38
49	.39	.35	.42	.42	.41	.37	.39	.45	.39	.33	.46	.43	.42	.41	.43	.41	.49	.44	.45	.33	.33	.42
50	.39	.37	.41	.43	.40	.41	.34	.44	.41	.33	.41	.42	.44	.40	.40	.42	.46	.44	.42	.25	.28	.44
51	.44	.37	.38	.35	.39	.34	.39	.38	.42	.38	.37	.37	.40	.43	.39	.37	.41	.47	.38	.34	.45	.41
52	.48	.36	.39	.35	.41	.40	.41	.41	.48	.41	.39	.41	.42	.45	.42	.41	.47	.52	.39	.34	.47	.44
53	.39	.35	.34	.37	.34	.40	.33	.36	.39	.36	.40	.35	.41	.37	.44	.35	.42	.42	.32	.42	.47	.38
54	.45	.35	.40	.37	.37	.34	.40	.41	.43	.44	.30	.45	.45	.38	.42	.50	.45	.50	.36	.37	.47	.49
55	.49	.42	.45	.48	.44	.47	.44	.49	.48	.47	.42	.51	.48	.43	.47	.50	.49	.54	.41	.40	.49	.53
56	.51	.43	.47	.46	.44	.46	.47	.49	.48	.45	.45	.48	.50	.42	.46	.49	.51	.55	.42	.41	.47	.54

ข้อ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
57	.48	.41	.45	.46	.39	.36	.46	.43	.46	.41	.37	.42	.41	.43	.45	.47	.44	.56	.33	.41	.48	.48
58	.52	.42	.44	.44	.43	.46	.47	.49	.44	.42	.38	.36	.51	.47	.49	.52	.47	.53	.43	.42	.50	.51
59	.50	.42	.48	.41	.44	.49	.43	.54	.47	.42	.42	.46	.51	.47	.48	.52	.47	.53	.44	.39	.44	.56
60	.52	.44	.48	.45	.45	.47	.49	.52	.50	.46	.39	.53	.54	.51	.46	.53	.50	.57	.49	.40	.50	.54
61	.46	.42	.49	.55	.49	.51	.44	.53	.52	.43	.50	.52	.53	.50	.47	.50	.50	.52	.49	.44	.45	.56
62	.48	.43	.46	.50	.47	.51	.43	.51	.57	.45	.49	.50	.52	.47	.39	.48	.50	.50	.46	.38	.48	.56
63	.50	.43	.48	.49	.43	.48	.46	.50	.55	.46	.48	.49	.53	.44	.41	.50	.47	.48	.45	.39	.47	.52
64	.51	.43	.49	.51	.46	.49	.46	.53	.54	.45	.46	.52	.47	.46	.43	.53	.48	.51	.45	.38	.47	.52
65	.50	.43	.52	.51	.47	.48	.46	.55	.56	.44	.46	.54	.47	.41	.44	.48	.50	.53	.46	.38	.47	.55
66	.44	.42	.48	.48	.41	.47	.45	.50	.54	.42	.40	.41	.39	.42	.42	.44	.42	.54	.38	.38	.42	.53
67	.43	.37	.45	.46	.42	.47	.43	.48	.51	.43	.40	.43	.44	.42	.40	.45	.42	.51	.41	.37	.42	.54
68	.44	.41	.49	.49	.39	.46	.41	.53	.51	.37	.43	.45	.46	.40	.39	.45	.42	.50	.37	.39	.41	.48
69	.40	.38	.48	.46	.37	.47	.40	.49	.55	.41	.43	.48	.47	.48	.43	.46	.45	.51	.40	.32	.37	.50
70	.49	.39	.51	.51	.50	.53	.40	.55	.56	.38	.47	.43	.50	.47	.48	.47	.52	.54	.46	.38	.39	.55
71	.44	.39	.46	.41	.36	.44	.40	.53	.55	.48	.42	.49	.50	.49	.45	.52	.51	.51	.44	.30	.38	.51
72	.40	.33	.40	.40	.37	.41	.36	.41	.47	.41	.35	.42	.41	.43	.40	.51	.46	.55	.36	.32	.40	.48
73	.44	.36	.50	.47	.39	.46	.41	.47	.50	.45	.36	.40	.44	.44	.45	.49	.47	.57	.45	.35	.46	.50
74	.45	.43	.49	.46	.44	.49	.43	.40	.52	.43	.38	.45	.43	.39	.42	.44	.44	.52	.44	.47	.47	.47

ข้อ	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44		
35	.49	.37	.46	.48	.53	.50	.49	.53	.47	.57	.56	.58	1.00											
36	.49	.40	.51	.49	.54	.56	.56	.53	.62	.54	.48	.55	.63	1.00										
37	.51	.42	.50	.48	.52	.54	.54	.61	.52	.56	.52	.53	.60	.67	1.00									
38	.51	.46	.56	.55	.57	.51	.53	.60	.51	.54	.56	.61	.58	.59	.64	1.00								
39	.54	.43	.60	.59	.61	.57	.57	.59	.55	.55	.60	.58	.57	.64	.65	.75	1.00							
40	.52	.33	.48	.48	.58	.51	.47	.53	.54	.50	.52	.50	.53	.57	.61	.57	.65	1.00						
41	.44	.43	.47	.47	.51	.50	.46	.48	.44	.44	.47	.50	.47	.47	.50	.56	.52	.54	1.00					
42	.37	.51	.41	.41	.36	.37	.41	.39	.33	.37	.34	.37	.37	.41	.39	.42	.43	.34	.54	1.00				
43	.53	.54	.56	.54	.49	.50	.54	.55	.48	.49	.42	.50	.47	.48	.53	.53	.54	.43	.53	.62	1.00			
44	.43	.27	.44	.46	.46	.43	.43	.52	.48	.45	.43	.39	.46	.51	.54	.43	.51	.61	.39	.26	.42	.42	1.00	
45	.43	.26	.46	.44	.48	.41	.41	.51	.48	.47	.51	.45	.45	.46	.49	.41	.52	.56	.41	.22	.40	.40	.81	
46	.37	.20	.40	.39	.45	.39	.37	.50	.51	.43	.47	.39	.38	.46	.49	.43	.45	.49	.37	.23	.34	.67		
47	.40	.26	.44	.41	.45	.43	.36	.48	.50	.42	.48	.42	.39	.46	.52	.42	.49	.47	.40	.28	.42	.67		
48	.39	.24	.43	.38	.48	.42	.37	.48	.52	.46	.50	.45	.42	.48	.49	.47	.50	.55	.41	.25	.38	.71		
49	.44	.28	.44	.46	.47	.45	.39	.49	.50	.43	.49	.42	.42	.49	.51	.43	.54	.58	.42	.28	.41	.67		
50	.41	.30	.43	.41	.48	.44	.39	.49	.48	.46	.48	.44	.45	.42	.50	.46	.55	.56	.44	.31	.43	.64		
51	.47	.44	.48	.48	.47	.52	.49	.48	.42	.43	.43	.52	.42	.42	.47	.46	.48	.42	.50	.43	.49	.38		
52	.53	.46	.52	.53	.51	.52	.54	.51	.45	.44	.42	.55	.40	.44	.45	.49	.50	.42	.45	.46	.52	.39		
53	.47	.42	.43	.39	.42	.42	.40	.45	.43	.38	.38	.39	.39	.38	.36	.42	.40	.35	.48	.38	.38	.29		
54	.49	.45	.48	.44	.38	.47	.43	.43	.39	.44	.39	.44	.38	.45	.41	.42	.47	.37	.40	.39	.42	.34		

55	.59	.43	.53	.45	.46	.51	.48	.46	.49	.38	.42	.40	.51	.46	.48	.51	.45	.41	.41	.41	.48	.42
56	.56	.41	.49	.45	.48	.51	.50	.46	.50	.38	.42	.38	.49	.45	.47	.52	.46	.38	.37	.38	.48	.43
57	.50	.44	.48	.49	.46	.51	.45	.46	.49	.37	.43	.31	.45	.37	.44	.45	.35	.36	.35	.36	.41	.38
58	.59	.47	.55	.50	.48	.56	.53	.45	.47	.38	.49	.40	.47	.45	.48	.51	.37	.42	.44	.44	.48	.38
59	.54	.42	.53	.47	.52	.53	.51	.45	.50	.47	.51	.49	.48	.46	.52	.54	.47	.44	.39	.44	.48	.43
60	.56	.50	.57	.50	.51	.57	.51	.48	.52	.44	.53	.44	.51	.43	.51	.53	.47	.40	.40	.40	.50	.45
61	.54	.41	.52	.49	.49	.52	.50	.48	.50	.46	.49	.49	.52	.50	.53	.52	.49	.46	.39	.46	.44	.40
62	.55	.44	.53	.52	.54	.56	.50	.47	.51	.48	.52	.50	.49	.48	.53	.54	.49	.50	.44	.44	.48	.45
63	.50	.44	.48	.47	.47	.53	.46	.54	.43	.46	.53	.51	.47	.50	.50	.50	.44	.44	.39	.44	.46	.40
64	.56	.45	.54	.52	.51	.58	.54	.47	.53	.48	.55	.48	.50	.47	.53	.55	.44	.44	.41	.44	.48	.42
65	.57	.44	.58	.50	.49	.54	.54	.51	.57	.44	.51	.44	.50	.48	.49	.51	.44	.41	.38	.41	.48	.40
66	.51	.41	.51	.49	.48	.52	.51	.47	.54	.41	.49	.45	.54	.49	.53	.52	.39	.41	.41	.41	.51	.36
67	.51	.37	.51	.47	.52	.54	.47	.54	.41	.47	.46	.46	.53	.50	.51	.55	.40	.38	.34	.38	.46	.39
68	.48	.35	.46	.40	.47	.50	.47	.55	.47	.44	.46	.43	.49	.48	.50	.51	.41	.41	.38	.45	.45	.39
69	.44	.37	.46	.45	.50	.47	.49	.49	.43	.44	.48	.46	.52	.49	.48	.56	.40	.39	.41	.47	.47	.33
70	.51	.39	.48	.50	.55	.52	.51	.47	.52	.47	.48	.47	.51	.49	.49	.58	.47	.43	.45	.50	.50	.44
71	.48	.40	.49	.45	.51	.51	.48	.49	.48	.44	.48	.47	.53	.47	.53	.57	.45	.42	.37	.45	.45	.35
72	.42	.46	.46	.46	.45	.49	.43	.44	.43	.42	.51	.43	.46	.40	.47	.50	.34	.36	.41	.45	.45	.27
73	.51	.50	.52	.47	.45	.49	.49	.48	.40	.52	.47	.47	.51	.44	.48	.55	.37	.40	.46	.53	.53	.31
74	.48	.48	.50	.48	.45	.53	.48	.48	.44	.54	.48	.44	.45	.46	.46	.51	.40	.47	.50	.47	.47	.26

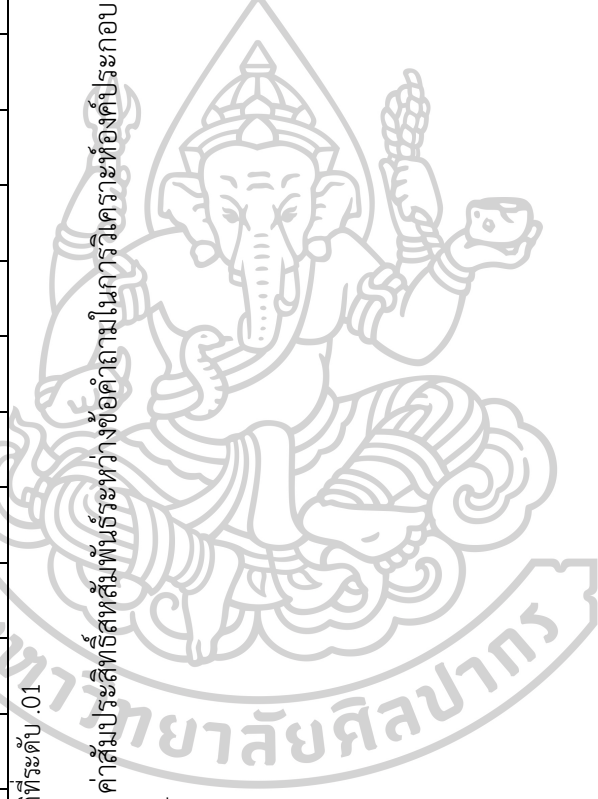
ข้อ	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	
57	.30	.34	.34	.35	.37	.42	.52	.56	.56	.66	.68	.69	1.00										
58	.35	.36	.35	.37	.38	.42	.53	.58	.58	.63	.67	.64	.63	1.00									
59	.43	.36	.39	.42	.44	.51	.51	.54	.53	.56	.63	.64	.57	.71	1.00								
60	.44	.41	.42	.43	.44	.47	.50	.55	.46	.56	.62	.61	.58	.63	.71	1.00							
61	.43	.41	.37	.41	.42	.45	.44	.44	.50	.54	.56	.55	.53	.53	.55	.61	1.00						
62	.46	.37	.39	.41	.41	.49	.44	.47	.46	.50	.54	.51	.50	.51	.52	.58	.70	1.00					
63	.44	.34	.33	.37	.40	.43	.38	.41	.45	.54	.53	.52	.51	.53	.53	.57	.70	.79	1.00				
64	.47	.35	.38	.38	.39	.44	.39	.44	.44	.54	.56	.53	.50	.55	.51	.58	.65	.75	.79	1.00			
65	.43	.36	.38	.38	.41	.45	.41	.47	.43	.52	.55	.56	.52	.56	.54	.58	.62	.67	.70	.79	1.00		
66	.38	.33	.40	.35	.35	.38	.39	.43	.40	.49	.52	.51	.54	.54	.49	.56	.56	.57	.57	.66	.71	1.00	
67	.44	.38	.40	.40	.37	.39	.35	.40	.37	.48	.49	.48	.46	.53	.54	.57	.55	.56	.58	.64	.67	.71	
68	.43	.38	.40	.41	.39	.43	.38	.41	.35	.40	.48	.48	.45	.54	.49	.54	.53	.55	.54	.60	.60	.63	
69	.36	.26	.33	.33	.32	.38	.38	.42	.37	.43	.49	.46	.42	.54	.54	.54	.55	.57	.56	.64	.64	.64	
70	.44	.34	.37	.39	.39	.41	.41	.45	.40	.40	.50	.48	.43	.52	.54	.55	.56	.61	.59	.61	.64	.62	
71	.35	.33	.37	.39	.41	.43	.40	.43	.43	.46	.51	.50	.46	.56	.57	.58	.56	.56	.63	.59	.59	.59	
72	.28	.26	.31	.32	.30	.36	.41	.43	.35	.49	.43	.42	.49	.46	.42	.50	.47	.53	.52	.57	.54	.56	
73	.35	.27	.31	.31	.32	.37	.45	.47	.41	.54	.54	.48	.51	.55	.47	.52	.54	.53	.54	.59	.58	.64	
74	.31	.30	.32	.30	.30	.36	.43	.43	.43	.49	.48	.48	.48	.51	.49	.50	.56	.58	.57	.59	.59	.61	
75	.27	.27	.29	.30	.29	.33	.38	.40	.41	.47	.42	.43	.45	.48	.47	.45	.51	.47	.52	.53	.50	.50	

ข้อ	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80					
77	.49	.51	.50	.50	.52	.57	.58	.65	.64	.77	1.00								
78	.51	.51	.54	.54	.55	.58	.57	.67	.63	.68	.81	1.00							
79	.49	.51	.57	.53	.54	.58	.58	.66	.63	.67	.74	.84	1.00						
80	.51	.46	.49	.51	.47	.56	.55	.60	.59	.63	.71	.73	.78	1.00					

หมายเหตุ ค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 13 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามในการวิเคราะห์องค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ใน

ศตวรรษที่ 21 มีค่าระหว่าง .20 ถึง .84



2.2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามมาดำเนินการวิเคราะห์องค์ประกอบ โดยการสกัดองค์ประกอบด้วย วิธีวิเคราะห์ส่วนประกอบสำคัญ (Principal Component Analysis) และวิเคราะห์หมุนแกนแบบมุมฉาก (Orthogonal Rotation) โดยวิธีแวนริแมกซ์ (Varimax Method) ทั้งนี้ผู้วิจัยนำเสนอผลโดยมีรายละเอียดดังนี้

2.2.2.1 การสกัดองค์ประกอบ

ในการสกัดองค์ประกอบด้วยวิธีวิเคราะห์ส่วนประกอบสำคัญ (Principal Component Analysis) ได้จำนวนองค์ประกอบ (Factors) ค่าไอเกน (Eigen Value) ค่าร้อยละของความแปรปรวน (Percentage of Variance) ค่าร้อยละของความแปรปรวนสะสมในแต่ละองค์ประกอบ (Cumulative Percentage of Variance) และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ของแบบสอบถามเกี่ยวกับองค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ดังนิตารายที่ 14 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญของเมตริกสหสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถาม โดยการวิเคราะห์ KMO (The Kaiser-Meyer-Olkin) และสหสัมพันธ์ Bartlett's Test of Sphericity

ค่าสถิติ	ผล
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy	.97
Bartlett's Test of Sphericity Approx. Chi-Square	30133.30
df	3160.00
Sig	.00

จากตาราง 14 ผลการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นทั้ง 2 วิธี ประกอบด้วยค่า KMO ซึ่งเป็นการตรวจสอบความเหมาะสมของกลุ่มตัวอย่าง โดยค่า KMO ควรค่ามากกว่า .50 จะถือว่ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดเหมาะสม และค่า Bartlett's Test เป็นการตรวจสอบเมตริกสหสัมพันธ์ของกลุ่มประชากร ว่าเป็นเมตริกเอกลักษณ์หรือไม่ (Identity Matrix) ทั้งนี้ค่า Bartlett's Test ควรมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งหมายความว่าเมตริกสหสัมพันธ์ไม่เป็นเมตริกเอกลักษณ์ ผลการทดสอบพบว่า ค่า KMO มีค่าเท่ากับ .97 (ซึ่งมากกว่า .50) และค่า Bartlett's Test มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .00 (ซึ่งน้อยกว่า .05) จึงกล่าวได้ว่า ข้อมูลที่ได้จากการเก็บกลุ่มตัวอย่างมีความเหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

ตารางที่ 15 ค่าการร่วมกันก่อนและหลังการสกัดองค์ประกอบ (Communality Analysis)

ข้อ	ข้อความ	ค่าการร่วมกันของการสกัดองค์ประกอบ	
		ก่อน	หลัง
1	มีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งในด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติ	1.00	.75
2	มีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องในระดับชั้นที่สอน และระดับชั้นอื่นที่สัมพันธ์กัน	1.00	.74
3	มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานหลักสูตร และตัวชี้วัด	1.00	.74
4	มีความรู้ ความเข้าใจเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	1.00	.77
5	มีความรู้ ความเข้าใจแนวคิด หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	1.00	.71
6	มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และมีจิตวิทยา	1.00	.66
7	มีความเข้าใจในหลักการบูรณาการความรู้ภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้	1.00	.61
8	มีความรู้ในสาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	1.00	.70
9	สามารถจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรได้อย่างเหมาะสม	1.00	.71
10	สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาบูรณาการภายในสาระวิชาวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นตามความเหมาะสมได้โดยคำนึงถึงคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนและสอดคล้องกับความต้องการของชุมชน	1.00	.60
11	มีความรู้ ความเข้าใจในการใช้วิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม	1.00	.55
12	สามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนโดยคำนึงถึงพัฒนาการของผู้เรียน	1.00	.65
13	ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน ได้ปฏิบัติจริง	1.00	.73
14	มีการจัดบรรยากาศให้เอื้อต่อการเรียนรู้	1.00	.71
15	จัดสื่อการเรียนรู้ อุปกรณ์ สภาพห้องเรียน ห้องปฏิบัติการให้เป็นแหล่งเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์	1.00	.65
16	ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายตามระบบการสอนในศตวรรษที่ 21 โดยให้นักเรียนได้เป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง	1.00	.76
17	ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	1.00	.71
18	ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผู้เรียนตามทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21	1.00	.74
19	สามารถควบคุมชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ	1.00	.58

ข้อ	ข้อความ	ค่าการร่วมกันของการสกัดองค์ประกอบ	
		ก่อน	หลัง
20	มีความรู้ในการทำโครงการและเป็นทีปปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ได้	1.00	.65
21	จัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการทำโครงการวิทยาศาสตร์เชื่อมโยงการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง	1.00	.75
22	จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับมาตรฐาน ตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	1.00	.61
23	จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีลำดับของกิจกรรมที่เหมาะสมกับกระบวนการเรียนรู้	1.00	.69
24	จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่สอดแทรกเทคนิค/กลวิธีการสอนที่เหมาะสมในการพัฒนาการคิดขั้นสูง	1.00	.65
25	มีความรู้ ความเข้าใจระดับการเรียนรู้และพัฒนาการของผู้เรียน	1.00	.66
26	มีคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์	1.00	.65
27	มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์	1.00	.66
28	สามารถแสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อย่างมีหลักการ	1.00	.68
29	มีความคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์และคิดวิจารณ์	1.00	.68
30	มีทักษะในการสื่อสาร เพื่อถ่ายทอดความรู้ได้เป็นอย่างดี	1.00	.64
31	มีความสนใจใฝ่เรียนรู้เพื่อพัฒนาวิชาชีพของตนเอง	1.00	.59
32	มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	1.00	.60
33	มีมนุษยสัมพันธ์กับบุคลากรทั้งเพื่อนครู นักเรียน ผู้บริหาร ผู้ปกครองและคนในชุมชน	1.00	.56
34	มีจิตวิทยาการเรียนรู้เพื่อเข้าใจถึงแรงกระตุ้นและแรงจูงใจของผู้เรียน	1.00	.61
35	มีความเชื่อมั่นในตนเอง	1.00	.62
36	มีความกระตือรือร้นและอุทิศเวลาใฝ่หาความรู้	1.00	.62
37	มีระเบียบวินัยและวางตนอย่างเหมาะสม	1.00	.64
38	สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน	1.00	.66
39	ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีและเกิดจิตวิทยาศาสตร์	1.00	.71
40	มีความรับผิดชอบในหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย	1.00	.60
41	เข้ารับการอบรม หรือร่วมประชุมวิชาการที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง	1.00	.65
42	มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แบบ Professional Learning Community (PLC) ทั้งภายในและภายนอกสถาบัน	1.00	.69
43	ศึกษาค้นคว้าริเริ่มสร้างสรรค์กิจกรรมสื่อและกระบวนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนและงานในวิชาชีพ	1.00	.59

ข้อ	ข้อความ	ค่าการร่วมกันของการสกัดองค์ประกอบ	
		ก่อน	หลัง
44	ปฏิบัติตามจรรยาบรรณวิชาชีพครู	1.00	.70
45	มีจิตวิญญาณในความเป็นครู	1.00	.77
46	มีความรัก เมตตากรุณาต่อศิษย์	1.00	.81
47	มีความเสียสละ อุทิศเวลาเพื่องาน	1.00	.80
48	มีความรักและศรัทธาในวิชาชีพครู	1.00	.86
49	เชื่อมั่น ชื่นชม ภูมิใจในความเป็นครูและองค์กรวิชาชีพครู	1.00	.81
50	ประพฤติปฏิบัติตนเป็นแบบอย่างที่ดีต่อศิษย์ เพื่อนร่วมงาน และบุคคลในองค์กร	1.00	.73
51	มีความรู้ในการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัยมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน	1.00	.70
52	สามารถผลิตสื่อที่ทันสมัยและหลากหลายเพื่อให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	1.00	.69
53	สามารถใช้เทคโนโลยี สื่อมัลติมีเดียเป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการเรียนรู้	1.00	.57
54	สร้างแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมสอดคล้องกับศตวรรษที่ 21	1.00	.66
55	สามารถเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	1.00	.73
56	สามารถเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	1.00	.73
57	สามารถใช้สื่อและเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	1.00	.71
58	เข้าใจหลักการและวิธีการวัดผลและประเมินผล	1.00	.70
59	ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือช่วยในการพัฒนาตนเอง เรียนรู้เทคนิค และวิธีการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียน	1.00	.67
60	สนับสนุนให้นักเรียนได้ใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	1.00	.65
61	เข้าใจหลักการและวิธีการวัดผลและประเมินผล	1.00	.65
62	รู้เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบทางวิทยาศาสตร์ที่ดี	1.00	.75
63	รู้และเข้าใจหลักการวัดผลการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์	1.00	.75
64	สร้างมาตรฐานของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ได้	1.00	.78
65	สามารถสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลที่มีประสิทธิภาพได้	1.00	.74
66	มีการตรวจสอบและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องโดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย	1.00	.68
67	กำหนดเกณฑ์ที่ชัดเจนและเหมาะสมตามหลักการวัดและประเมินผล	1.00	.69
68	สามารถประเมินผลตามสภาพจริงได้	1.00	.63
69	นำผลการประเมินมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน	1.00	.69
70	มีการวัดผลประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1.00	.68
71	มีการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนและตัดสินผลการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสม	1.00	.67

ข้อ	ข้อความ	ค่าการร่วมกันของการสกัดองค์ประกอบ	
		ก่อน	หลัง
72	สามารถออกแบบการวัดและประเมินที่รองรับการประเมินผลอย่างต่อเนื่องของการพัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียน	1.00	.63
73	มีการวัดผลประเมินผลหลายมิติอย่างเหมาะสม	1.00	.67
74	มีความรู้ในการทำวิจัยเพื่อแก้ปัญหาในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์	1.00	.71
75	มีการทำวิจัยในชั้นเรียน เพื่อศึกษาปัญหาและแก้ปัญหา เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้	1.00	.63
76	มีนวัตกรรมที่เป็นต้นแบบการจัดการเรียนรู้	1.00	.72
77	มีการนำผลงานวิจัย/นวัตกรรมด้านการจัดการเรียนรู้ไปใช้พัฒนาผู้เรียนได้จริง โดยมีหลักฐานเชิงประจักษ์	1.00	.79
78	สามารถนำปัญหาที่พบในชั้นเรียนไปเป็นปัญหาในการวิจัย เพื่อหาแนวทางการแก้ไขหรือแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป	1.00	.79
79	สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้	1.00	.78
80	ทำวิจัยทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์และแปลผลข้อมูลโดยใช้คณิตศาสตร์และสถิติที่เหมาะสม	1.00	.71

จากตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ค่าการร่วม (Communalities) พบว่า ค่าการร่วมเริ่มแรกก่อนสกัดองค์ประกอบที่ได้จากวิธี Principal Component Analysis (PCA) ของทุกข้อความมีค่าเท่ากับ 1.00 และภายหลังจากการสกัดองค์ประกอบแล้วมีค่าระหว่าง .55 - .86 ซึ่งมีค่ามากกว่า .20 แสดงว่าข้อความมีความเหมาะสมในการวิเคราะห์องค์ประกอบต่อไป

ตารางที่ 16 จำนวนองค์ประกอบ ค่าไอเกน ค่าร้อยละของความแปรปรวน และค่าร้อยละของความแปรปรวน สะสมในแต่ละองค์ประกอบของแบบสอบถามเกี่ยวกับตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

องค์ประกอบ	ค่าไอเกน	ร้อยละของความแปรปรวน	ร้อยละของความแปรปรวนสะสม
1	38.32	47.89	47.89
2	4.18	5.22	53.12
3	2.87	3.59	56.71
4	2.14	2.67	59.38
5	1.89	2.36	61.75
6	1.74	2.18	63.93
7	1.61	2.02	65.94
8	1.14	1.43	67.37
9	1.09	1.36	68.73

จากตาราง 16 พบว่า เมื่อพิจารณาค่าไอเกน (Eigen Value) ตั้งแต่ 1.00 ขึ้นไป ซึ่งเป็นผลรวมกำลังสองของสัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบในแต่ละองค์ประกอบมีค่าไอเกนมากกว่า 1.00 ขึ้นไป จะได้องค์ประกอบจำนวน 9 องค์ประกอบ เมื่อพิจารณาทั้ง 9 องค์ประกอบพบว่าความแปรปรวนสะสมของทั้ง 9 องค์ประกอบเท่ากับร้อยละ 68.73 ของความแปรปรวนทั้งหมด สามารถอธิบายได้ว่า ตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ประกอบไปด้วย 9 องค์ประกอบ โดยองค์ประกอบทั้ง 9 องค์ประกอบสามารถเป็นองค์ประกอบของตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ได้ร้อยละ 68.73

2.2.2.2 การหมุนแกน

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ก่อนการหมุนแกน

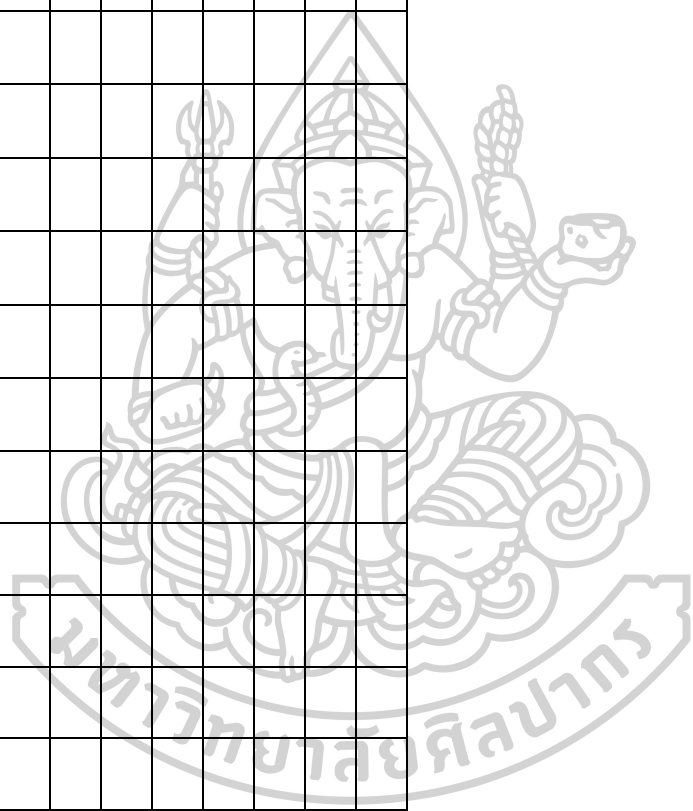
องค์ประกอบ	ชื่อ													
	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
1	.71	.70	.70	.74	.72	.67	.72	.71	.66	.68	.67	.68	.68	.63
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์หาแกนแบบหมุนฉาก (Orthogonal Rotation) โดยวิธีแวนแมกซ์ (Varimax Method) เพื่อให้ตัวแปรสัมพันธ์กับองค์ประกอบ
 ในลักษณะที่ชัดเจนขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

องค์ประกอบ	ข้อ													
	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
1						.56	.54	.62	.64	.71	.78	.78	.78	.74
2														
3														
4														
5	.58	.53	.55	.52	.47									
6														
7														
8														
9														

จากตาราง 18 พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบแต่ละข้อ จำนวน 80 ข้อ มีจำนวนองค์ประกอบ 9 องค์ประกอบ เมื่อพิจารณาเลือกข้อที่มีค่าน้ำหนัก
 องค์ประกอบมากกว่า .50 ขึ้นไป และองค์ประกอบที่ถือว่ามีความชัดเจนตามเกณฑ์จะต้องมีจำนวนข้อในองค์ประกอบนั้นไม่น้อยกว่า 3 ตัวแปร จึงจัดว่าเป็น 1
 องค์ประกอบปรากฏผลดังตาราง 19

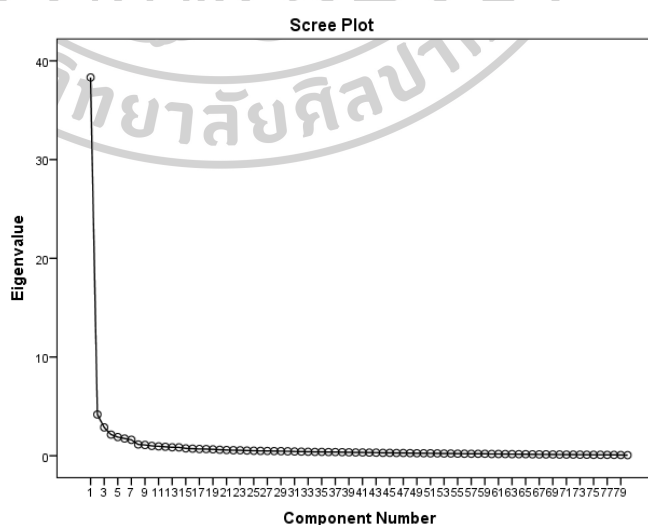
องค์ประกอบ	ข้อ													
	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
1						.56	.54	.62	.64	.71	.78	.78	.78	.74
2														
3														
4														
5	.58	.53	.55	.52										
6														
7														
8														
9														



จากตาราง 19 พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบภายหลังการหมุนแกนแบบมุมฉาก (Orthogonal Rotation) ด้วยวิธีแวนิแมกซ์ (Varimax Method) ในตัวแปรที่อยู่ในเกณฑ์ (คือมีค่า Loading มากกว่า .50) จำนวน 9 องค์ประกอบ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 มีจำนวน 8 ตัวแปร คือ ข้อที่ 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79 และ 80
 องค์ประกอบที่ 2 มีจำนวน 7 ตัวแปร คือ ข้อที่ 44, 45, 46, 47, 48, 49 และ 50
 องค์ประกอบที่ 3 มีจำนวน 9 ตัวแปร คือ ข้อที่ 27, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38 และ 39
 องค์ประกอบที่ 4 มีจำนวน 8 ตัวแปร คือ ข้อที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, และ 9
 องค์ประกอบที่ 5 มีจำนวน 10 ตัวแปร คือ ข้อที่ 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70 และ 71
 องค์ประกอบที่ 6 มีจำนวน 9 ตัวแปร คือ ข้อที่ 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59 และ 60
 องค์ประกอบที่ 7 มีจำนวน 9 ตัวแปร คือ ข้อที่ 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 และ 19
 องค์ประกอบที่ 8 มีจำนวน 2 ตัวแปร คือ ข้อที่ 20 และ 21
 องค์ประกอบที่ 9 มีจำนวน 2 ตัวแปร คือ ข้อที่ 41 และ 42

จากการพิจารณาแบบสอบถามเกี่ยวกับองค์ประกอบ จำนวน 80 ตัวแปร ปรากฏว่า มีจำนวน 9 องค์ประกอบที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากกว่า .50 แต่มีตัวแปรต่ำกว่า 3 ตัวแปร ได้แก่ องค์ประกอบที่ 8, 9 ซึ่งน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ต้องมีจำนวนไม่น้อยกว่า 3 ตัวแปรใน องค์ประกอบนั้นๆ ผู้วิจัยจึงดำเนินการตัดออก ดังนั้นจึงมีจำนวนองค์ประกอบที่ชัดเจนจำนวน 7 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, และ 7 รวมจำนวน 60 ตัวแปร จากนั้นผู้วิจัยได้วิเคราะห์องค์ประกอบจากการพิจารณาโดยใช้ Scree test ดังแผนภาพ 6



ภาพที่ 6 ไอแกนขององค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

ผลการวิเคราะห์จากแผนภาพ 6 พบว่า ค่าไอเกนขององค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครู วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 เมื่อพิจารณาโดยใช้ Scree-test มีองค์ประกอบที่ชัดเจน 7 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ค่าน้ำหนัก องค์ประกอบภายหลังการหมุนแกนแบบมุมฉาก (Orthogonal Rotation) โดยวิธีแวนริแมกซ์ (Varimax Method)

2.2.2.3 การตั้งชื่อองค์ประกอบ

ผู้วิจัยตั้งชื่อองค์ประกอบตามที่วิเคราะห์ได้ชัดเจน 7 องค์ประกอบ โดยพิจารณาค่าน้ำหนัก องค์ประกอบและพิจารณาข้อความโดยรวมทั้งหมดที่อยู่ในองค์ประกอบนั้น โดยมีรายละเอียดดัง ตารางที่ 20 องค์ประกอบที่ 1

ตัวแปร(ข้อ)	ข้อความ	น้ำหนักองค์ประกอบ
72	สามารถออกแบบการวัดและประเมินที่รองรับการประเมินผลอย่างต่อเนื่องของการพัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียน	.56
74	มีความรู้ในการทำวิจัยเพื่อแก้ปัญหาในการจัดการเรียนรู้วิชา วิทยาศาสตร์	.62
75	มีการทำวิจัยในชั้นเรียน เพื่อศึกษาปัญหาและแก้ปัญหา เพื่อปรับปรุง การจัดการเรียนรู้	.63
76	มีนวัตกรรมที่เป็นต้นแบบการจัดการเรียนรู้	.71
77	มีการนำผลงานวิจัย/นวัตกรรมด้านการจัดการเรียนรู้ไปใช้พัฒนาผู้เรียน ได้จริง โดยมีหลักฐานเชิงประจักษ์	.78
78	สามารถนำปัญหาที่พบในชั้นเรียนไปเป็นปัญหาในการวิจัย เพื่อหาแนว ทางการแก้ไข หรือแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป	.78
79	สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้	.78
80	ทำวิจัยทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์และแปลผลข้อมูลโดยใช้คณิตศาสตร์ และสถิติที่เหมาะสม	.74
ค่าไอเกน(Eigen Value)		38.32
ค่าร้อยละของความแปรปรวน		47.89

จากตาราง 20 พบว่า องค์ประกอบที่ 1 มีจำนวน 8 ตัวแปร มีน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง .54 ถึง.78 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 38.32 ตั้งชื่อองค์ประกอบนี้ว่า “การวิจัย”

ตารางที่ 21 องค์ประกอบที่ 2

ตัวแปร(ข้อ)	ข้อความ	น้ำหนักองค์ประกอบ
44	ปฏิบัติตามจรรยาบรรณวิชาชีพครู	.73
45	มีจิตวิญญาณในความเป็นครู	.77
46	มีความรัก เมตตากรุณาต่อศิษย์	.85
47	มีความเสียสละ อุทิศเวลาเพื่องาน	.83
48	มีความรักและศรัทธาในวิชาชีพครู	.86
49	เชื่อมั่น ชื่นชม ภูมิใจในความเป็นครูและองค์กรวิชาชีพครู	.81
50	ประพฤติปฏิบัติตนเป็นแบบอย่างที่ดีต่อศิษย์ เพื่อนร่วมงาน และบุคคลในองค์กร	.71
ค่าไอเกน(Eigen Value)		4.18
ค่าร้อยละของความแปรปรวน		5.22

จากตาราง 21 พบว่า องค์ประกอบที่ 2 มีจำนวน 7 ตัวแปร มีน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง .71 ถึง.86 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 4.18 ตั้งชื่อองค์ประกอบนี้ว่า “จรรยาบรรณ”

ตารางที่ 22 องค์ประกอบที่ 3

ตัวแปร(ข้อ)	ข้อความ	น้ำหนักองค์ประกอบ
27	มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์	.56
29	มีความคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์และคิดวิจารณ์	.53
33	มีมนุษยสัมพันธ์กับบุคลากรทั้งเพื่อนครู นักเรียน ผู้บริหาร ผู้ปกครอง และคนในชุมชน	.52
34	มีจิตวิทยาการเรียนรู้เพื่อเข้าใจถึงแรงกระตุ้นและแรงจูงใจของผู้เรียน	.60
35	มีความเชื่อมั่นในตนเอง	.57
36	มีความกระตือรือร้นและอุทิศเวลาใฝ่หาความรู้	.57
37	มีระเบียบวินัยและวางตนอย่างเหมาะสม	.57
38	สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน	.58
39	ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีและเกิดจิตวิทยาาสตร์	.57
ค่าไอเกน(Eigen Value)		2.87
ค่าร้อยละของความแปรปรวน		3.59

จากตาราง 22 พบว่า องค์ประกอบที่ 3 มีจำนวน 9 ตัวแปร มีน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง .52 ถึง.60 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 2.87 ตั้งชื่อองค์ประกอบนี้ว่า “คุณลักษณะความเป็นครู

ตารางที่ 23 องค์ประกอบที่ 4

ตัวแปร(ข้อ)	ข้อความ	น้ำหนักองค์ประกอบ
1	มีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งในด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติ	.70
2	มีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องในระดับชั้นที่สอน และระดับชั้นอื่นที่สัมพันธ์กัน	.77
3	มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานหลักสูตร และตัวชี้วัด	.71
4	มีความรู้ ความเข้าใจเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	.74
5	มีความรู้ ความเข้าใจแนวคิด หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	.71
6	มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมีจิตวิทยาศาสตร์	.62
8	มีความรู้ในสาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	.60
9	สามารถจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรได้อย่างเหมาะสม	.52
ค่าไอเกน(Eigen Value)		2.14
ค่าร้อยละของความแปรปรวน		2.67

จากตาราง 23 พบว่า องค์ประกอบที่ 4 มีจำนวน 8 ตัวแปร มีน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง .52ถึง.77 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 2.14 ตั้งชื่อองค์ประกอบนี้ว่า “ความรู้”

ตารางที่ 24 องค์ประกอบที่ 5

ตัวแปร(ข้อ)	ข้อความ	น้ำหนักองค์ประกอบ
62	รู้เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบทางวิทยาศาสตร์ที่ดี	.64
63	รู้และเข้าใจหลักการวัดผลการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์	.68
64	สร้างมาตรฐานของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ได้	.67
65	สามารถสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลที่มีประสิทธิภาพได้	.63
66	มีการตรวจสอบและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องโดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย	.53
67	กำหนดเกณฑ์ที่ชัดเจนและเหมาะสมตามหลักการวัดและประเมินผล	.58
68	สามารถประเมินผลตามสภาพจริงได้	.53
69	นำผลการประเมินมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน	.55
70	มีการวัดผลประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	.52
71	มีการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนและตัดสินผลการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสม	.47
ค่าไอเกน(Eigen Value)		1.89
ค่าร้อยละของความแปรปรวน		2.36

จากตาราง 24 พบว่า องค์ประกอบที่ 5 มีจำนวน 10 ตัวแปร มีน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง .52 ถึง .68 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 1.89 ตั้งชื่อองค์ประกอบนี้ว่า “การวัดและการประเมินผล”



ตารางที่ 25 องค์ประกอบที่ 6

ตัวแปร(ข้อ)	ข้อความ	น้ำหนักองค์ประกอบ
51	มีความรู้ในการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัยมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน	.56
52	สามารถผลิตสื่อที่ทันสมัยและหลากหลายเพื่อให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	.58
53	สามารถใช้เทคโนโลยี สื่อมัลติมีเดียเป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการเรียนรู้	.57
54	สร้างแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมสอดคล้องกับศตวรรษที่ 21	.65
55	สามารถเลือกใช้สื่อการเรียนรู้อันหลากหลายเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	.67
56	สามารถเลือกใช้สื่อการเรียนรู้อันเหมาะสมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	.67
57	สามารถใช้สื่อและเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	.68
59	ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือช่วยในการพัฒนาตนเอง เรียนรู้เทคนิครูปแบบ และวิธีการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียน	.58
60	สนับสนุนให้นักเรียนได้ใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	.51
ค่าไอเกน(Eigen Value)		1.74
ค่าร้อยละของความแปรปรวน		2.18

จากตาราง 25 พบว่า องค์ประกอบที่ 6 มีจำนวน 9 ตัวแปร มีน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง .51 ถึง.68 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 1.74 ตั้งชื่อองค์ประกอบนี้ว่า “สื่อและเทคโนโลยี

ตารางที่ 26 องค์ประกอบที่ 7

ตัวแปร(ข้อ)	ข้อความ	น้ำหนักองค์ประกอบ
10	สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาบูรณาการภายในสาระวิชา วิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นตามความเหมาะสมได้โดยคำนึงถึงคุณลักษณะที่ พึงประสงค์ของผู้เรียนและสอดคล้องกับความต้องการของชุมชน	.52
12	สามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนโดยคำนึงถึง พัฒนาการของผู้เรียน	.58
13	ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน ได้ปฏิบัติจริง	.68
14	มีการจัดบรรยากาศให้เอื้อต่อการเรียนรู้	.67
15	จัดสื่อการเรียนรู้ อุปกรณ์ สภาพห้องเรียน ห้องปฏิบัติการให้เป็นแหล่ง เรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์	.62
16	ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายตามระบบการสอนในศตวรรษที่ 21 โดยให้นักเรียนได้เป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง	.71
17	ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	.65
18	ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผู้เรียนตามทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21	.59
19	สามารถควบคุมชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ	.51
ค่าไอเกน(Eigen Value)		1.61
ค่าร้อยละของความแปรปรวน		2.02

จากตาราง 26 พบว่า องค์ประกอบที่ 7 มีจำนวน 9 ตัวแปร มีน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง
.51 ถึง.71 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 1.61 ตั้งชื่อองค์ประกอบนี้ว่า “กระบวนการจัดการเรียนรู้”

ตารางที่ 27 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบ ความสัมพันธ์ตัวแปรสังเกตได้ของโมเดลคุณลักษณะของครุวิทยาการในศตวรรษที่ 21

ตัวแปร	ความรู้ (Know)	กระบวนการ จัดการเรียนรู้ (Process)	คุณลักษณะ (Attribute)	จรรยาบรรณ (Ethics)	สื่อและ เทคโนโลยี (techno)	การวัดและ ประเมิน (Measure)	การวิจัย (Research)
ความรู้(Know)	1.00						
กระบวนการ จัดการเรียนรู้ (Process)	.728**	1.00					
คุณลักษณะ (Attribute)	.671**	.733**	1.00				
จรรยาบรรณ (Ethics)	.473**	.532**	.658**	1.00			
สื่อและ เทคโนโลยี (Techno)	.617**	.690**	.714**	.565**	1.00		
การวัดและ ประเมิน (Measure)	.662**	.706**	.756**	.568**	.756**	1.00	
การวิจัย (Research)	.568**	.661**	.650**	.388**	.697**	.764**	1.00
mean	4.29	4.24	4.34	4.61	4.29	4.31	4.18
S.D.	.513	.516	.466	.467	.476	.510	.556

หมายเหตุ **p < .01

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ จำนวน 7 ตัว โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมด 21 คู่ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จำนวน 21 คู่ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ ($r = .30$ ถึง $.50$) จำนวน 2 คู่ มีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง ($r = .50$ ถึง $.70$) จำนวน 12 คู่ มีความสัมพันธ์ในระดับสูง ($r = .70$ ถึง $.90$) จำนวน 7 คู่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้มีความสัมพันธ์ในทิศทางบวกแสดงว่าหากตัวแปรใดตัวแปรตัวแปรหนึ่งมีขนาดเพิ่มขึ้นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันจะมีขนาดเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ความสัมพันธ์ทางบวกมีขนาดความสัมพันธ์ตั้งแต่ .388 ถึง .764

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน เพื่อเป็นการตรวจสอบความตรงหรือความสอดคล้องของโมเดลตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งโมเดลคุณลักษณะของครุวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 (CHA) นี้ประกอบด้วย 60 ตัวแปร 7 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบด้านความรู้(Know) ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้(Process) คุณลักษณะความเป็นครู (Attribute) จรรยาบรรณ (Ethics) สื่อและเทคโนโลยี (techno) การวัด และประเมินผล (Measure) และด้านการวิจัย (Research) มีรายละเอียดดังนี้

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลคุณลักษณะของครุวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์พิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ ($\chi^2 = 11.04$, $df = 7$, $p = .14$ ค่าดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI) มีค่าเท่ากับ 1.00 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) มีค่าเท่ากับ .98 และค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือ (RMR) มีค่าเท่ากับ .002 แสดงว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ค่าน้ำหนักองค์ประกอบคะแนนมาตรฐาน (B) ของตัวแปรในองค์ประกอบอันดับที่หนึ่ง ทั้งหมดมีค่าเป็นบวกมีขนาดตั้งแต่ .65 ถึง .88 ตัวแปรที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดคือ การวัด และประเมิน(Measure) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .88 และมีความผันแปรร่วมกับคุณลักษณะของครุวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ร้อยละ 77 และตัวแปรที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญน้อยที่สุดคือ จรรยาบรรณ(Ethics) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .65 และมีความผันแปรร่วมกับคุณลักษณะของครุวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ร้อยละ 42

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบแต่ละด้าน พบว่า ด้านความรู้ (Know) ตัวแปรมีค่าน้ำหนักเท่ากับ .76 ด้านกระบวนการ(Process) มีค่าเท่ากับ .85 คุณลักษณะ(Attribute) มีค่าเท่ากับ .87 ด้านจรรยาบรรณ(Ethics) มีค่าเท่ากับ .65 ด้านสื่อและเทคโนโลยี(techno) มีค่าเท่ากับ .82 ด้านการวัด และประเมิน(Measure) มีค่าเท่ากับ .88 และด้านการวิจัย(Research) มีค่าเท่ากับ .7 ดังแสดงในตาราง 28 และแผนภาพ

ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

ตัวแปร	น.น.องค์ประกอบ			R ²	สปส.คะแนนองค์ประกอบ
	b(SE)	B	t		
วิเคราะห์องค์ประกอบอันดับที่หนึ่ง					
ความรู้(Know)	.39	.76	-	.58	.18
กระบวนการ(Process)	.44(0.02)	.85	28.51*	.72	.47
คุณลักษณะ(Attribute)	.40(0.02)	.87	25.35*	.75	.52
จรรยาบรรณ(Ethics)	.30(0.02)	.65	18.13*	.42	.12
สื่อและเทคโนโลยี(Techno)	.39(0.02)	.82	23.36*	.68	.29
การวัดและประเมิน(Measure)	.45(0.02)	.88	24.97*	.77	.56
การวิจัย(Research)	.42(0.02)	.77	21.51*	.59	.10
Chi-square = 11.04, df = 7, P-value = .14, GFI= 1.00, AGFI = .98, RMR = .002, RMSEA = .027					

หมายเหตุ * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

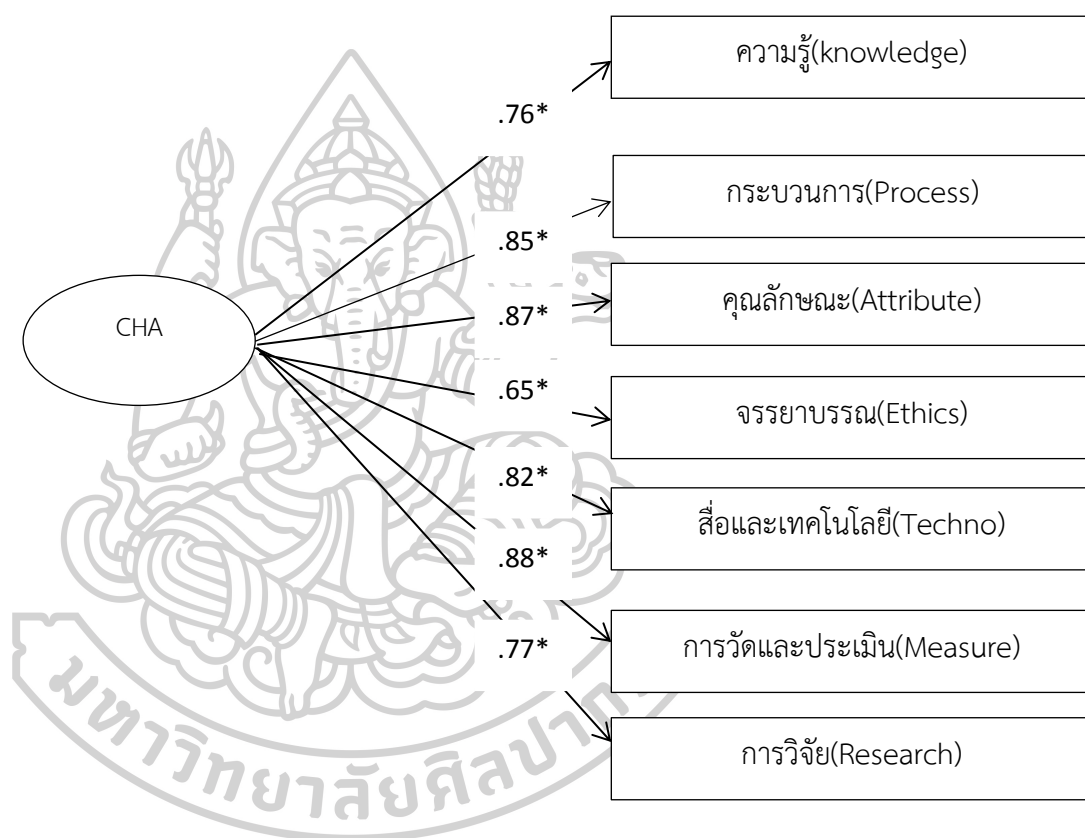
จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 สามารถสร้างสเกลองค์ประกอบในรูปสมการได้ดังนี้



คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

$$\text{CHA} = .18(\text{Know}) + .10(\text{Research}) + .47(\text{Process}) + .56(\text{Measure}) + .29(\text{techno})$$

$$+ .52(\text{Attribute}) + .12(\text{Ethics})$$



ภาพที่ 7 องค์ประกอบตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 2) ทดสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้ทรงคุณวุฒิสำหรับการสัมภาษณ์ 15 ท่าน และครูวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8,9,10 จำนวน 800 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม ได้รับแบบสอบถามคืนมาจำนวน 800 ฉบับ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ 1) แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured interview) 2) แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบไปด้วยคำถามเกี่ยวกับ เพศ สถานภาพ อายุ วุฒิการศึกษา ประสบการณ์การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ วิทยฐานะ ระดับชั้นที่สอน สังกัดของโรงเรียน และประเภทโรงเรียน มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ และตอนที่ 2 เป็นตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 มีลักษณะเป็นข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มี 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด จำนวน 80 ข้อ

การวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย ตอนที่ 1 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 จากแหล่งเอกสารและจากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 2.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง วิเคราะห์สถิติบรรยาย (Descriptive Statistic) ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้ ค่าความโด่ง เพื่อบรรยายคุณลักษณะตัวแปรพื้นฐาน และ 2.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis) คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

จากข้อมูลการวิเคราะห์เอกสารและข้อมูลการสัมภาษณ์ทำให้ผู้วิจัยได้ประเด็นสำคัญในการสร้างเครื่องมือเพื่อสำรวจองค์ประกอบคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ดังนี้ 1) **ด้านความรู้** การมีความรู้ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งในด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติ มีความรู้ในด้านหลักสูตรและสามารถจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรได้อย่างเหมาะสมสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาบูรณาการภายในสาระวิชาวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นตามความเหมาะสมได้ โดยคำนึงถึงคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนและสอดคล้องกับความต้องการของชุมชน 2) **ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้** การวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนโดยคำนึงถึงพัฒนาการของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน มีการจัดบรรยากาศให้เอื้อต่อการเรียนรู้ ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนส่งเสริมทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 3) **ด้านคุณลักษณะครู** มีคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์และคิดวิจารณ์ มีทักษะในการสื่อสาร มีความสนใจใฝ่เรียนรู้เพื่อพัฒนาวิชาชีพของตนเอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีมนุษยสัมพันธ์กับบุคลากรทั้งเพื่อนครู นักเรียน ผู้บริหาร ผู้ปกครอง และคนในชุมชน มีจิตวิทยาการเรียนรู้เพื่อเข้าใจถึงแรงกระตุ้นและแรงจูงใจของผู้เรียน 4) **ด้านจรรยาบรรณ** มีจิตวิญญาณในความเป็นครู มีจรรยาบรรณวิชาชีพครู 5) **ด้านสื่อและเทคโนโลยี** มีความรู้ในการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัย สามารถผลิตสื่อที่ทันสมัยและหลากหลายเพื่อให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนและสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 6) **ด้านการวัดและการประเมินผล** เข้าใจหลักการและวิธีการวัดผลและประเมินผล มีการตรวจสอบและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องโดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย 7) **ด้านการวิจัย** สามารถทำวิจัยเพื่อค้นหา วิธีการใหม่ๆ สำหรับใช้ ปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน นำการวิจัยมาพัฒนาตนเองให้เป็นที่ยอมรับ ตลอดจน ทำวิจัยเพื่อนำองค์ความรู้ในตัวของคุณครูมาพัฒนาสู่สังคม

2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 มีจำนวนองค์ประกอบที่ชัดเจนจำนวน 7 องค์ประกอบ 60 ตัวแปร

องค์ประกอบที่ 1 มีจำนวน 8 ตัวแปร มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.54 ถึง 0.78 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 38.32 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 1 ว่า “การวิจัย”

องค์ประกอบที่ 2 มีจำนวน 7 ตัวแปร มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.71 ถึง 0.86 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 4.18 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 2 ว่า “จรรยาบรรณ”

องค์ประกอบที่ 3 มีจำนวน 9 ตัวแปร มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.52 ถึง 0.60 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 2.87 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 3 ว่า “คุณลักษณะความเป็นครู”

องค์ประกอบที่ 4 มีจำนวน 11 ตัวแปร มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.52 ถึง 0.77 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 2.14 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 4 ว่า “ความรู้”

องค์ประกอบที่ 5 มีจำนวน 10 ตัวแปร มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.52 ถึง 0.68 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 1.89 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 5 ว่า “การวัดและการประเมินผล”

องค์ประกอบที่ 6 มีจำนวน 9 ตัวแปร มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.51 ถึง 0.68 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 1.74 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 6 ว่า “สื่อและเทคโนโลยี”

องค์ประกอบที่ 7 มีจำนวน 9 ตัวแปร มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.51 ถึง 0.71 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 1.61 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 7 ว่า “กระบวนการจัดการเรียนรู้”

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์พิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ ($\chi^2 = 11.04$, $df = 7$, $p = .14$ ค่าดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI) มีค่าเท่ากับ 1.00 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) มีค่าเท่ากับ .98 และค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือ (RMR) มีค่าเท่ากับ .002 แสดงว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ค่าน้ำหนักองค์ประกอบคะแนนมาตรฐาน (B) ของตัวแปรในองค์ประกอบอันดับที่หนึ่งทั้งหมดมีค่าเป็นบวกมีขนาดตั้งแต่ .65 ถึง .88 ตัวแปรที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดคือ การวัดและประเมิน(Measure) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .88 และมีความผันแปรร่วมกับคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ร้อยละ 77 และตัวแปรที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญน้อยที่สุดคือ จรรยาบรรณ(Ethics) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .65 และมีความผันแปรร่วมกับคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ร้อยละ 42

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบด้านเจตคติ (ATTITUDE) พบว่าตัวแปรที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด ได้แก่ คุณลักษณะ(Attribute) มีค่าเท่ากับ .92 รองลงมา ได้แก่ จรรยาบรรณ(Ethics) มี

ค่าเท่ากับ .71 ในส่วนขององค์ประกอบด้านทักษะ (PRACTICE) พบว่าตัวแปรที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด ได้แก่ การวัดและประเมิน(Measure) มีค่าเท่ากับ .94 รองลงมา ได้แก่ สื่อและเทคโนโลยี(techno) มีค่าเท่ากับ .87 การวิจัย(Research) มีค่าเท่ากับ .83 และตัวแปรที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญน้อยที่สุด ได้แก่ กระบวนการ(Process) มีค่าเท่ากับ .81 และองค์ประกอบด้านความรู้ (KNOWLEDGE) พบว่าตัวแปรที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด ได้แก่ ความรู้(Know) มีค่าเท่ากับ .79

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้มีประเด็นการอภิปรายประเด็นองค์ประกอบคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21ดังต่อไปนี้

1.จากการวิจัยที่พบว่าองค์ประกอบคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วยองค์ประกอบที่ 1 มีจำนวน 8 ตัวแปร มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.54 ถึง 0.78 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 38.32 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 1 ว่า “การวิจัย” แสดงให้เห็นว่าครูวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (2542) ได้กล่าวถึงครูผู้สอนที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยไว้ ดังต่อไปนี้มาตรา 24(5) ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อมสื่อการเรียนและอำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่างๆ มาตรา 30 ให้สถานศึกษาพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพรวมทั้งส่งเสริมให้ผู้สอนสามารถวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละระดับการศึกษา

องค์ประกอบที่ 2 มีจำนวน 7 ตัวแปร มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.71 ถึง 0.86 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 4.18 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 2 ว่า “จรรยาบรรณ” แสดงให้เห็นว่าครูวิทยาศาสตร์ควรมีมีจิตวิญญาณในความเป็นครู มีจรรยาบรรณวิชาชีพครู ผลการวิจัยสอดคล้องกับ วัชรภาพร ปุริมาตร์ (2544) ที่กล่าวไว้ว่า เจตคติต่อวิชาชีพครูมีความสัมพันธ์ทางบวกกับ พฤติกรรมตามจรรยาบรรณของข้าราชการครูนั้น คือเมื่อครูมีเจตคติต่อวิชาชีพทั้งในด้านของความคิด ความรู้สึกและพฤติกรรมที่ดี ย่อมส่งผลให้ครูปฏิบัติตามจรรยาบรรณวิชาชีพที่เหมาะสม ปัจจัยเชิงสาเหตุถัดมาคือความสัมพันธ์ระหว่าง บุคคลในหน่วยงาน เห็นได้ว่า ถ้าครูมีความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนร่วมงานและผู้บังคับบัญชาที่ดีก็สามารถปฏิบัติตามจรรยาบรรณวิชาชีพได้อย่างเหมาะสมเช่นกัน และปัจจัย

แรงจูงใจในการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับสุรศักดิ์ คະลีลวัน (2551) ซึ่งพบว่าแรงจูงใจในการปฏิบัติงานโดยรวมมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการปฏิบัติตนตามจรรยาบรรณวิชาชีพทางการศึกษาโดยรวมของผู้บริหารโรงเรียนและครูผู้สอนในโรงเรียน สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาหนองคายเขต 3 นัญจรงค์ เถลิมพงษ์ (2553) ที่กล่าวไว้ว่า แรงจูงใจในการปฏิบัติงานมีความสัมพันธ์กันทางบวกกับการปฏิบัติตนตามจรรยาบรรณวิชาชีพทางการศึกษาของครูในโรงเรียน สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรีแสดงให้เห็นว่า เมื่อครูมีแรงจูงใจในการปฏิบัติงานมากขึ้น จะส่งผลให้ครูปฏิบัติตามจรรยาบรรณวิชาชีพได้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น และปิยะวัฒน์ กรมระรวย (2560) ที่ศึกษาระดับจิตวิญญาณความเป็นครูพบว่าจิตวิญญาณความเป็นครูของข้าราชการครู สังกัดสำนักการศึกษากรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2559 โดยภาพรวมมีจิตวิญญาณความเป็นครูในระดับมากเช่นกัน

องค์ประกอบที่ 3 มีจำนวน 9 ตัวแปร มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.52 ถึง 0.60 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 2.87 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 3 ว่า “คุณลักษณะความเป็นครู” แสดงให้เห็นว่าครูวิทยาศาสตร์ควรมีคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์และคิดวิจารณ์ มีทักษะในการสื่อสาร มีความสนใจใฝ่เรียนรู้เพื่อพัฒนาวิชาชีพของตนเอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีมนุษยสัมพันธ์กับบุคลากรทั้งเพื่อนครู นักเรียน ผู้บริหาร ผู้ปกครองและคนในชุมชน มีจิตวิทยาการเรียนรู้เพื่อเข้าใจถึงแรงกระตุ้นและแรงจูงใจของผู้เรียน ผลการวิจัยสอดคล้องกับจุไรพร หุ่นทอง (2535) ได้ทำการวิจัยเรื่องสมรรถนะของครูวิทยาศาสตร์ในทัศนะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 4 ด้าน คือ ด้านวิชาชีพครู ด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าสมรรถนะของครูวิทยาศาสตร์ ด้านวิชาชีพครูในทัศนะของนักเรียนมีสมรรถนะสูงสุด รองลงมา คือ ด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ครูผู้สอน ควรพัฒนาให้มีสมรรถนะที่สูงขึ้นต่อไป นอกจากนี้ ถวิล มาตรเยี่ยม (2542) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะส่วนตัวของครูที่มีประสิทธิภาพควรมีความรับผิดชอบต่อวิชาชีพ ครูจะต้องเป็นผู้ที่รักการสอน รักวิชาชีพครูอย่างแท้จริง มีความต้องการส่งเสริมให้อาชีพก้าวหน้ามีเกียรติและมีความปรารถนาที่จะช่วยและบริการคนอื่น นอกจากนี้รัชณี ศิลปบรรเลง (2548) ได้สังเคราะห์คุณลักษณะที่บัณฑิตครูวิทยาศาสตร์พึงมี คือ มีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพครู มีความรักและศรัทธาในความเป็นครูวิทยาศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อการปฏิรูปการศึกษา โดยเฉพาะการปฏิรูปการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จนเกิดศรัทธาที่ดีต่อวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์มีความมุ่งมั่นที่จะ

พัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายของการปฏิรูปการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และศุภลักษณ์ แป้นเพชร (2558) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างของแต่ละองค์ประกอบของสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 องค์ประกอบ รวมทั้งหมด 16 ตัวแปร สมรรถนะด้านคุณลักษณะของความเป็นครูมีสมรรถนะสูงสุด รองลงมา คือ สมรรถนะด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะด้านความรู้ และสมรรถภาพด้านปฏิบัติการสอน

องค์ประกอบที่ 4 มีจำนวน 11 ตัวแปร มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.52 ถึง 0.77 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 2.14 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 4 ว่า “ความรู้” แสดงให้เห็นว่าครูวิทยาศาสตร์ควรมีความรู้ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งในด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติ มีความรู้ในด้านหลักสูตร และสามารถจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรได้อย่างเหมาะสม สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาบูรณาการภายในสาระวิชาวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นตามความเหมาะสมได้ โดยคำนึงถึงคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนและสอดคล้องกับความต้องการของชุมชนผลการวิจัยสอดคล้องกับแนวความคิดของ มาลีรัตน์ แซ่นิม (2538) กล่าวว่า ความรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถภาพที่สำคัญอันดับแรกที่ครูวิทยาศาสตร์จะต้องมีอย่างเพียงพอ และลึกซึ้งตลอดจนสามารถนำความรู้ที่ไปประยุกต์ใช้ได้เหมาะสม และสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมในปัจจุบันได้อย่างมีคุณภาพเพื่อจะได้สามารถถ่ายทอดความรู้ที่ถูกต้องให้กับนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับ รัชณี ศิลปบรรเลง (2548) กล่าวว่า คุณลักษณะครูตามแนวปฏิรูปการศึกษารวมทั้งบัณฑิตครูวิทยาศาสตร์พึงมี คือ มีความรู้ ความคิดในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 มีความรู้ความคิดในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสถานศึกษาได้

องค์ประกอบที่ 5 มีจำนวน 10 ตัวแปร มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.52 ถึง 0.68 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 1.89 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 5 ว่า “การวัดและการประเมินผล” แสดงให้เห็นว่าครูวิทยาศาสตร์เข้าใจหลักการและวิธีการวัดผลและประเมินผลมีการตรวจสอบและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องโดยใช้เครื่องมือที่หลากหลายผลการวิจัยสอดคล้องกับแนวความคิดของ สอดคล้องกับกรมวิชาการ (2544) ที่กล่าวถึงการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ว่า เป็นกระบวนการที่ให้ผู้สอนใช้พัฒนาคุณภาพผู้เรียน เพราะจะช่วยให้ได้ข้อมูลสารสนเทศที่แสดงพัฒนาการ ความก้าวหน้า และความสำเร็จทางการเรียนของผู้เรียนรวมทั้งข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อ

การส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้อย่างเต็มตามศักยภาพและสอดคล้องกับสำนักงาน
 วิชาการและมาตรฐานการศึกษา(2555)ที่กล่าวว่าการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องอยู่
 บนหลักการพื้นฐานสองประการคือการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนและเพื่อตัดสินผลการเรียน ในการ
 พัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ประสบผลสำเร็จนั้น ผู้เรียนจะต้องได้รับการพัฒนาและ
 ประเมินตามตัวชี้วัดเพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ สะท้อนสมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะ
 อันพึงประสงค์ของผู้เรียนซึ่งเป็นเป้าหมายหลักในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในทุกระดับไม่ว่าจะ
 เป็นระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษา ระดับเขตพื้นที่การศึกษา และระดับชาติ การวัดและ
 ประเมินผลการเรียนรู้ เป็นกระบวนการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนโดยใช้ผลการประเมินเป็นข้อมูลและ
 สารสนเทศที่แสดงพัฒนาการความก้าวหน้า และความสำเร็จทางการเรียนของผู้เรียน ตลอดจนข้อมูล
 ที่เป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้อย่างเต็มตามศักยภาพ

องค์ประกอบที่ 6 มีจำนวน 9 ตัวแปร มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.51 ถึง 0.68
 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 1.74 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 6 ว่า “สื่อและเทคโนโลยี” แสดงให้เห็นว่าครู
 วิทยาศาสตร์ควรมีความรู้ในการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัย สามารถผลิตสื่อที่ทันสมัยและ
 หลากหลายเพื่อให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนและสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 สอดคล้องกับ สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา(2555) ที่กล่าวว่า สื่อการเรียนรู้เป็น
 เครื่องมือส่งเสริมสนับสนุนการจัดการกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้ ทักษะกระบวนการ
 และคุณลักษณะตามมาตรฐานของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้มีหลากหลาย
 ประเภท ทั้งสื่อธรรมชาติ สื่อสิ่งพิมพ์ สื่อเทคโนโลยี และเครือข่ายการเรียนรู้ต่างๆ ที่มีในท้องถิ่น
 การเลือกใช้สื่อควรเลือกให้มีความเหมาะสมกับระดับพัฒนาการ และลีลาการเรียนรู้ที่หลากหลายของ
 ผู้เรียน และ ถนอมพร เลหาจรัสแสง (ได้เสนอทักษะที่จำเป็นสำหรับครูไทยในอนาคต (C-Teacher)
 ไว้ ดังนี้ Computer (ICT) Integration ครูต้องมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการจัดการ
 เรียนการสอน เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยีจะช่วยกระตุ้นความสนใจให้กับ
 นักเรียน และหากออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ จะช่วยส่งเสริมความรู้และ
 ทักษะที่ต้องการได้เป็นอย่างดี

องค์ประกอบที่ 7 มีจำนวน 9 ตัวแปร มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.51ถึง 0.71
 และมีค่าไอเกนเท่ากับ 1.61 ตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 7 ว่า “กระบวนการจัดการเรียนรู้” แสดงให้เห็นว่า
 ครูวิทยาศาสตร์ควรมีการวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนโดยคำนึงถึงพัฒนาการของ

ผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน มีการจัดบรรยากาศให้เอื้อต่อการเรียนรู้ ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนส่งเสริมทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ผลการวิจัยสอดคล้องกับแนวความคิดของ เดวียง ทองธรรมชาติ (2541) กล่าวว่า กลวิธีสอนมีหลายวิธี ผู้สอนควรเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การสอน เนื้อหาของบทเรียน ความสามารถ ความสนใจ ตามวัยของผู้เรียน เวลาและสถานที่ ตลอดจนสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ของการเรียน ในการเลือกใช้อาจใช้หลายวิธีผสมผสานกันได้ โดยคำนึงถึงจุดประสงค์การสอนและให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุผลสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ

และผลการวิจัยพบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโมเดลที่สร้างและพัฒนาขึ้นนี้มาจากแนวคิด เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและการสัมภาษณ์เพื่อยืนยันและสนับสนุนโมเดลที่พัฒนาขึ้น ก่อนการนำไปตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์จากแบบสอบถาม ซึ่งองค์ประกอบคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ที่พัฒนาขึ้นนั้นมีผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มีนัยสำคัญทางสถิติทุกค่า โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของศุภลักษณ์ แป้นเพชร (2558) โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์เป็นอย่างดี ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ซึ่งมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานเรียงลำดับค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานจากมากไปน้อย ดังนี้ ด้านคุณลักษณะของความเป็นครู ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ และด้านปฏิบัติการสอน มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของอรุณรัตน์ วันเพ็ญ (2552) ได้ศึกษาองค์ประกอบสมรรถนะด้านประสิทธิภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ พบว่าประกอบด้วย 8 สมรรถนะ คือ 1) บุคลิกลักษณะของความเป็นครู 2) การจัดการเรียนการสอน 3) ความสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน 4) เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ 5) การจัดสภาพแวดล้อม 6) การวัดและประเมินผล 7) การพัฒนาตนเอง และ 8) แรงจูงใจ ซึ่งเป็นแนวทางให้แก่ครูวิทยาศาสตร์ในการนำไปใช้พัฒนาและปรับปรุงตนเองในการพัฒนาสมรรถนะของตนเองใน 8 ด้านนี้ให้สูงขึ้นต่อไป จากงานวิจัยของพัชรินทร์ หาดทราย (2548) ได้ศึกษาองค์ประกอบสมรรถนะครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา พบว่าครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วยสมรรถนะ 3 ด้าน คือ 1) ความรู้และความสามารถในการสอน 2) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และ 3) การสำนึกในความเป็นครู ซึ่งสมรรถนะทั้ง 3 ด้านนี้ เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพิจารณาแนวทางคัดเลือกครูวิทยาศาสตร์ การเตรียมครูวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการสนับสนุนส่งเสริมและเพิ่มพูนสมรรถนะให้กับครูวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งผลต่อประสิทธิภาพทางการเรียนของผู้เรียน และนำไปพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะของครูวิทยาศาสตร์ได้อีกด้วย สำนักมาตรฐานวิชาชีพ (2543) ได้

นำเสนอเอกสารเกี่ยวกับสมรรถนะครูในศตวรรษที่21โดยแปลจากมาตรฐานครูในมลรัฐฟลอริดา (Florida Education Standards Commission) สรุปได้ว่า ครูต้องมีสมรรถนะดังนี้ 1) สามารถใช้ ยุทธศาสตร์การประเมินอย่างหลากหลาย 2) สามารถใช้เทคนิคการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ 3) สามารถเข้าร่วมกิจกรรมทางวิชาชีพอย่างต่อเนื่องเพื่อพัฒนาตนเองและสถานศึกษา 4) สามารถใช้ เทคนิคและยุทธศาสตร์ที่เหมาะสมในการส่งเสริมให้นักเรียนคิด 5) สามารถใช้ยุทธศาสตร์การเรียน การสอนที่หลากหลาย 6) มีจรรยาบรรณวิชาชีพครู 7) สามารถจัดสภาพแวดล้อมเพื่อส่งเสริม พัฒนาการทางการเรียนรู้ 8) มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา 9) สามารถสร้างสรรค์บรรยากาศ ทางการเรียนรู้ 10) สามารถวางแผนการสอนและดำเนินการตามแผนได้อย่างหลากหลาย 11) สามารถทำงานร่วมกับเพื่อนครู ผู้ปกครอง และผู้เกี่ยวข้องกับการศึกษา และ 12) สามารถใช้ เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการเรียนการสอน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะ ในการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ผลของการศึกษานี้ทำให้ทราบองค์ประกอบของคุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 โดยประกอบด้วย ด้านความรู้ ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้านคุณลักษณะของความเป็นครู ด้านจรรยาบรรณครู ด้านสื่อและเทคโนโลยี ด้านการวัดและประเมินผล และด้านการวิจัย จึงควรนำ ลักษณะเหล่านี้ไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพิจารณาแนวทางการคัดเลือกครูวิทยาศาสตร์ การเตรียม ครูวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการสนับสนุนส่งเสริมและเพิ่มพูนคุณลักษณะให้กับครูวิทยาศาสตร์ใน โรงเรียนให้สูงขึ้นต่อไป
2. นำโมเดลวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันที่ได้ไปพัฒนาเครื่องมือวัดคุณลักษณะของครู วิทยาศาสตร์
3. เป็นแนวทางในการพัฒนาคุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์เพื่อเตรียมพร้อมในการเข้าสู่ยุค ศตวรรษที่ 21 อย่างสมบูรณ์แบบต่อไป

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษาวิจัยและพัฒนา(Research and Development) โดยใช้โมเดลที่ได้รับ การทดสอบจากงานวิจัยนี้ เป็นแนวทางเพื่อให้ได้โปรแกรมในการผลิตครูในยุคศตวรรษที่ 21 และใน การฝึกอบรมพัฒนาครูให้มีสมรรถนะสูง อันจะส่งผลถึงคุณภาพการศึกษาเป็นประโยชน์สูงสุดต่อ

ผู้เรียนต่อไป

2. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับ การสร้างแบบวัดและประเมินคุณลักษณะครูในศตวรรษที่ 21 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานทั้ง 63 ตำบล เพื่อให้ได้เครื่องมือวัดคุณลักษณะครูในศตวรรษที่ 21 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และเพื่อให้ครูใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาตนเอง และผู้เรียนต่อไป

3. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูในศตวรรษที่ 21 ของครูในสังกัดอื่น เช่น สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน สังกัดอาชีวศึกษา หรือคุณลักษณะอาจารย์ในศตวรรษที่ 21 สังกัดการอุดมศึกษา เป็นต้น

4. สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดโมเดลโดยใช้วิธีวิทยาการวิจัยอื่นๆ เช่น การวิเคราะห์กลุ่มพหุ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบมีตัวแปรส่งผ่าน การวิเคราะห์พหุระดับ การวิเคราะห์



รายการอ้างอิง

- Coughlin, M. A. and William Knight (2007). "Structural Equation Modeling for Institutional." Researchers: Applications using SPSS and AMOS September , 24, 2015.
- Engestrom, Y. (1999). "Innovative learning in work teams: analysing cycles of knowledge creation in practice." 377-406.
- Hanushek and Steven G. Rivkin (2012). "The Distribution of Teacher Quality and Implications for Policy" The Annual Review of Economics 4: 131-157.
- Hessong, R. F., et al. (1987). "Introduction to Education."
- Johnstone (1981). " Indicators of Education System."
- McKinsey (2007). " Clinical Infectious Diseases." 45(7).
- Ryans. (1960). " Characteristics of Teachers science." 133: 456-b.
- Stevens, J. (1992). "Applied multivariate statistics for the social sciences " .
- Tabachnick, B. G. and L. S. Fidell (2001). "Using multivariate statistics " (4th Ed.). .
- Yutakom, N. (1997). "The congruence of perceptions and behaviors exhibited by twelve successful middle school teachers in implementing science/technology/society constructivist practices in Iowa scope, sequence, and coordination schools." Electronic Journal of Science Education 13.
- กรมวิชาการ (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กรุงเทพมหานคร, กรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ
- กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553). ทัศน์ะไอที. กรุงเทพฯ, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- กฤษพงษ์ กীরติกร (2557). "“การยกระดับคุณภาพครู” ใน การประชุมคณะกรรมการปฏิรูประบบผลิตและพัฒนาครู ครั้งที่ 2/2557." การยกระดับครูไทยในศตวรรษที่ 21.
- กัลยา วานิชย์บัญชา (2551). การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร กรุงเทพฯ, ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กำพล ธนะนิมิต (2550). การวิเคราะห์องค์ประกอบของประสิทธิภาพการสอนของครุวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาปัตตานี การวัดผลและวิจัยการศึกษา , มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

- จันทวรรณ ปิยะวัฒน์ (2556) สกัดความรู้จากโครงการ “สรว.ขอความรู้” ทักษะของครูในศตวรรษที่ 21.
- จุไรพร หุ่นทอง (2535). การศึกษาสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ในทัศนะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดพิษณุโลก มหาวิทยาลัยนเรศวร. ปรินูญานิพนธ์ (กศ.ม. เจื้อจันท์ จงสถิตย์อยู่ และแสง ปิ่นมณี (2529). ดัชนีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- เฉวียง ทองธรรมชาติ (2541). ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้อำนาจของผู้บริหารโรงเรียนกับประสิทธิภาพการสอนของครูโรงเรียนประถมศึกษาในสังกัด สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดยะลา, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช วิทยานิพนธ์ กศ.ม. .
- ดวงเดือน อ่อนน่วม (2529). การจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ. กรุงเทพฯ, คณะครูศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดิเรก พรลีมา (2554). แนวทางการพัฒนาวิชาชีพครู.
- ไตรรงค์ เจนการ (2550). การศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด โดยใช้ Backward Design เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนและประเมินผล. กรุงเทพมหานคร, สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.
- ถนอมพร เลาทจรัสแสง การเรียนรู้ในยุคสมัยหน้า: ตอนรูปแบบและทฤษฎี การเรียนรู้อนาคต.
- ถวิล มาตรฐาน (2542). "การบริหารจัดการโดยโรงเรียนเป็นฐาน." วารสารการปฏิรูปการศึกษา: หน้า 12-81.
- ทวีศักดิ์ จินตานุรักษ์ (2559). "ครู วิทยาศาสตร์มีอาชีพ." วารสารอิเล็กทรอนิกส์ การเรียนรู้ทางไกลเชิงนวัตกรรม.
- ทศนา เขมณี (2536). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย (2541). โมเดลลิสเรล: สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย. กรุงเทพฯ, โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- นัญจรค์ เฉลิมพงษ์ (2553). ความสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจในการปฏิบัติงานกับการปฏิบัติตน ตามจรรยาบรรณวิชาชีพทางการศึกษาและครูผู้สอนในโรงเรียนสังกัดองค์การบริหาร ส่วนตำบล, มหาวิทยาลัยบูรพา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต
- บรรจง ชูสกุลชาติ (2557). จักรวาลการศึกษา. กรุงเทพฯ, วัฒนาพานิช.
- ประเวศ วะสี (2553). "การศึกษาที่พาชาติออกจากวิกฤติ." มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
- ประสาธ เนืองเฉลิม (2550). "การออกแบบการเรียนรู้แบบย้อนกลับ(BackwardDesign)." วารสารมหาวิทยาลัย มหาสารคาม ฉบับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์: 82-88.

ประสาธ อิศรปรีดา (2549). สารัตถะจิตวิทยาการศึกษา. ขอนแก่น, .คลังนานาวิทยา.

ปิยะวัฒน์ กรมระรวย (2560). "โมเดลเชิงสาเหตุปัจจัยที่ส่งผลต่อจิตวิญญาณความเป็นครู." วารสาร
เวริเดียนฉบับภาษาไทย มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ กันยายน – ธันวาคม
2560.

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (2542). ราชกิจจานุเบกษา.

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (2553). ราชกิจจานุเบกษา.

พัชรินทร์ หาดทราย (2548). การวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบสมรรถนะของครูวิทยาศาสตร์ระดับ
มัธยมศึกษา. การวิจัยและสถิติทางการศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. วิทยานิพนธ์
การศึกษามหาบัณฑิต.

พุทธทาสภิกข (2559). ธรรมสำหรับครู. กรุงเทพฯ, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ

เพชรรัตน์ สายนำพามีลาภ (2555). การวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบคุณลักษณะของครูคุณภาพในยุคปฏิรูป
การศึกษาตามการรับรู้ของครูในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39
พิษณุโลก, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ไพฑูรย์ สีนลารัตน์ (2555). "เพื่อความเป็นเลิศของการครูศึกษาไทย." มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

ภพ เลหาไฟบูลย์ (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ, ไทยวัฒนาพานิชย์.

ยนต์ ชุ่มจิต (2531). ความเป็นครู. กรุงเทพฯ, โอเดียนสโตร์.

รัชณี ศิลปบรรเลง (2548). ทิศทางการผลิตครูวิทยาศาสตร์ในช่วง 15 ปี (พ.ศ. 2545-2559),
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ดุขฎิบัณฑิต.

ลัดดาวัลย์ สืบจิต (2557). "การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21 สังกัดสำนักงาน
คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน วารสารศึกษาศาสตร์ " ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีที่ 8(ตุลาคม – ธันวาคม 2557): 142 – 149

วรรณิ์ แกมเกตุ (2540). วิธีวิทยาการวิจัยทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร, โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรลักษณ์ คำหว่าง (2560). "การศึกษาแนวทางพัฒนาทักษะครูในศตวรรษที่ 21 สังกัดสำนักงานเขต
พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในจังหวัดพิษณุโลก." วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

วรากรณ์ สามโกเศศ (2553). BEST edutainment essay. กรุงเทพฯ, openbook.

วัชรพร บุรีมาตร (2544). ปัจจัยทางจิตสังคมที่มีผลต่อพฤติกรรมตามจรรยาบรรณของข้าราชการครูใน
สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น..
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต.

วิจารณ์ พานิช (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ ๒๑. กรุงเทพฯ, โรงพิมพ์บริษัทสถา

พับลิเคชัน จำกัด

- ศุภลักษณ์ แป้นเพชร (2558). "การวิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39, 41 และ 42." วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ปีที่ 9(ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน): 90-108.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2552). สภาวะการขาดแคลนครู คณาจารย์และบุคลากรทางการศึกษา และข้อเสนอแนะทางแก้ไข. กรุงเทพฯ, พริกหวานกราฟฟิค.
- สำนักมาตรฐานวิชาชีพ, ส. (2543). มาตรฐานวิชาชีพทางการศึกษา.
- สุปรียา ศิริพัฒนกุลจร (2555). การพัฒนา รูปแบบการสอนโดยใช้ห้องเรียนเสมือนจริงแบบ ใช้ปัญหา เป็นหลักในระดับอุดมศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. วิทยานิพนธ์ การศึกษาดุษฎีบัณฑิต.
- สุมน อมรวิวัฒน์ (2555). "ครูว่าที่ มองครู มีใคร ที่ใช่ครู" เพื่อความ เป็น เลิศของการครุศึกษาไทย.
- สุรศักดิ์ คะลีล้วน (2551). ความสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจในการปฏิบัติงานกับการปฏิบัติตามจรรยาบรรณวิชาชีพทางการศึกษาของผู้บริหารและครูสอนในโรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาหนองคาย เขต 3, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต.
- สุรศักดิ์ ปาเฮ (2556). "การพัฒนาสมรรถนะครูในศตวรรษที่ 21." เอกสารประกอบการอบรมสัมมนาครู และบุคลากรทางการศึกษา: 1-10.
- สุรศักดิ์ หลาบมาลา (2543). ความสำคัญของการพัฒนาครู. กรุงเทพมหานคร, สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการครู
- อภิสิทธิ์พร สถิตย์ภาคีกุล (2556). รายงานการวิจัยการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรการผลิตครูในศตวรรษที่ 21 : กรณีศึกษาคณะครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. คณะครุศาสตร์มหา วิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.
- อรุณรัตน์ วันเพ็ญ (2552). การวิเคราะห์องค์ประกอบประสิทธิภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ โรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาพิษณุโลก. การวัดผลและ ประเมินผลการศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต.

อ่องจิต เมธยะประภาส (2557). E-Teacher, <https://www.gotoknow.org/posts/589309>
เอมอร จังศิริพรปกรณ์ (2541). การพัฒนาตัวบ่งชี้สถานภาพทางเศรษฐกิจสังคมของครอบครัว
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาของรัฐในกรุงเทพมหานคร, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยวิทยานิพนธ์
ปริญญาดุษฎีบัณฑิต.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก หนังสือขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือและ
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือ





บันทึกข้อความ

นางงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

โทร.034-218790

ศธ 6806(พศ)/๕๑๕3

วันที่ 22 ธันวาคม 2559

วง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

บน อาจารย์พิทักษ์ สุพรรณโณภาพ

ด้วย นางปาริชาติ ไทยเจริญ รหัสประจำตัว 57264307 นักศึกษาระดับปริญญาโท บัณฑิต
สาขา วิชา วิทยุทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนา
เบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้
ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาราชการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย





บันทึกข้อความ

วงงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

โทร.034-218790

ศธ 6806 (นส) / ๕๑๕๑

วันที่ 22 ธันวาคม 2559

อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

ชน ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาธิต จันทรวินิจ

ด้วย นายปริชาติ ไทยเจริญ รหัสประจำตัว 57264307 นักศึกษาระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต
สาขา วิชา วิทยุวิชาการวิจัยทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนา
บ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้
ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพชยศ ไพวิทยศิริธรรม)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาราชการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย





บันทึกข้อความ

งาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

โทร.034-218790

ธ 6806 (พฐ)/๕๙๕๑

วันที่ 22 ธันวาคม 2559

ขออนุญาตเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

ณ อาจารย์ ดร.ดวงหทัย โสมไชยวงศ์

ด้วย นางปาริชาติ ไทยเจริญ รหัสประจำตัว 57264307 นักศึกษาระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต
ภาควิชา วิชาวิจัยทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนา
เชิงคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้
ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาราชการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย





ที่ ศธ 6806 (พร) / ๙๔๑๒

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

18 ตุลาคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิราพร รามศิริ

ด้วย นางปาริชาติ ไทยเจริญ รหัสประจำตัว 57264307 นักศึกษาระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิชาวิทยาการวิจัยทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนา ตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยศ ไพวิทยศิริธรรม)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790



ที่ ศธ 6806 (ศธ) ๙๔๙๑

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

18 ตุลาคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.ศศิธร ศรีพรหม

ด้วย นางปาริชาติ ไทยเจริญ รหัสประจำตัว 57264307 นักศึกษาระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาลัยการวิจัยทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- | | |
|---|--|
| 1. อาจารย์ ดร. พิทักษ์ สุพรรณโณภาพ | อาจารย์ประจำภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาธิต จันทรวินิจ | อาจารย์ประจำภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร |
| 3. อาจารย์ ดร. ดวงหทัย โฮมไชยะวงศ์ | อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิราพร งามศิริ | อาจารย์โรงเรียนสาธิตแห่ง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน |
| 5. ดร.ศศิธร ศรีพรหม | ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
มัธยมศึกษาเขต 9 |



ภาคผนวก ข หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลวิจัยเชิงคุณภาพ
และรายชื่อผู้ให้ข้อมูลสำคัญจากการสัมภาษณ์



ที่ ศธ 6806 (น.จ.)/พิศษ



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

4 มกราคม 2560

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ข้อมูล

เรียน

ด้วย นางปาริชาติ ไทยเจริญ รหัสประจำตัว 57264307 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาวิธีวิทยา
การวิจัยทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของ
ครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 " มีความประสงค์จะขอข้อมูลกับ ท่าน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดให้ข้อมูลแก่นักศึกษา
ดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาราชการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

นครปฐม โทร.034-218790

รายชื่อผู้ให้ข้อมูลสำคัญจากการสัมภาษณ์

ที่	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งงาน	รางวัลที่ได้รับ/คุณสมบัติ
1	นางสาวร่าย พริ้มพราย	ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเทศบาล 1 วัดแก่นเหล็ก	-รางวัลครูวิทยาศาสตร์ดีเด่น พ.ศ.2555 จากสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
2	นายเจษฎา เนตรสว่างวิชา	ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสงวนหญิง	- รางวัลครูวิทยาศาสตร์ดีเด่น พ.ศ. 2551 จากสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ - โล่เชิดชูเกียรติให้เป็นยอดครูผู้มีอุดมการณ์ระดับจังหวัดประจำปี 2556 ตามโครงการ “ตามรอยเกียรติยศครูผู้มีอุดมการณ์และจิตวิญญาณครู”
3	นายพรจักษ์ อุ่นทิม	ครู คศ.๑ โรงเรียนวัดพุฒิปรางค์ปราโมทย์	-รางวัลครูวิทยาศาสตร์ ดีเด่น ของประเทศไทย โล่พระราชทานพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช - รางวัลเหรียญทอง ระดับชาติ รางวัลทรงคุณค่า สพฐ. (OBEC award) สาขานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4	นางสาวบุญยาพร ผิวขำ	ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนหนองแขงวิทยาคม	-รางวัลครูวิทยาศาสตร์ดีเด่น ระดับมัธยมศึกษา พ.ศ.2558 จากสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
5	นางสุพัตรา ไชยจันทอม	ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนท่าลี่วิทยา	-รางวัลโล่พระราชทานครูดีเด่น STEM Education
6	อาจารย์ ดร.ยศกิต เรืองทวีป	อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์	- ปริญญาเอกด้านวิทยาศาสตร์
7	อาจารย์ ดร.วุฒิชัย ไชยภักษา	อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์	- ปริญญาเอกด้านวิทยาศาสตร์
8	อาจารย์ ดร.นันทิยา แซ่เตียว	อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง	- ปริญญาเอกด้านวิทยาศาสตร์

ที่	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งงาน	รางวัลที่ได้รับ/คุณสมบัติ
9	อาจารย์ ดร.พุทธพร พุ่มโรจน์	อาจารย์ประจำภาควิชา วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ หมู่บ้านจอมบึง	- ปริญญาเอกด้านวิทยาศาสตร์
10	นางกัญญารัตน์ รอดอยู่	ครู วิทยฐานะเชี่ยวชาญ โรงเรียนเทศบาล 4 (เขาวน ปรีชาอุทิศ)	- ครูวิทยาศาสตร์ วิทยฐานะ เชี่ยวชาญ
11	นางสุรีย์พร จึงสง่าสม	ครู วิทยฐานะชำนาญการ พิเศษ โรงเรียนสวนแตง วิทยา	- ครูดีในดวงใจ ประสบการณ์ทำงาน 28 ปี
12	นางสาวปิยพร วงศ์อุบล	ครู วิทยฐานะชำนาญการ โรงเรียนกำแพงแสนวิทยา	- ครูดีในดวงใจ ,ครูผู้สอนดีเด่น ประสบการณ์ทำงาน 28 ปี
13	นางศิริประภา รัตนบุษย์	ครู วิทยฐานะชำนาญการ พิเศษ โรงเรียนกำแพงแสน วิทยา	- ครูแกนนำวิทยาศาสตร์ ,หนึ่งแสนครูดีปี 2556 ,ครูผู้ปฏิบัติหน้าที่ดีเด่นปี 2558 ประสบการณ์ทำงาน 26 ปี
14	นายวิสูตร ชีวสุขานนท์	ครู วิทยฐานะชำนาญการ พิเศษ โรงเรียนตลิ่งชัน วิทยา	- ครูดีในดวงใจ ,ครูผู้สอนดีเด่น ประสบการณ์ทำงาน 26 ปี
15	นางจิตฐิพร ณ ศรีโต	ครู วิทยฐานะชำนาญการ พิเศษ โรงเรียนสตรีวิทยา 2	- ครูสุดดี ,ครูผู้สอนดีเด่น ,Master teacher ประสบการณ์ทำงาน 24 ปี

ภาคผนวก ค หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลวิจัยเชิงปริมาณ





ที่ ศธ 6806 (นศ.) / พิเศษ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

18 ตุลาคม 2560

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน

ด้วย นางปาริชาติ ไทยเจริญ รหัสประจำตัว 57264307 นักศึกษาระดับปริญญาโท บัณฑิต
สาขาวิชา วิชาวิทยาการวิจัยทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนา
ตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 " มีความประสงค์ จะขอเก็บรวบรวมข้อมูลจาก ครู
วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดแจ้ง ครูวิทยาศาสตร์
ทราบ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้แก่ศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยช โภวิทย์ศิริธรรม)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790

ภาคผนวก ง หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทดลองเครื่องมือ





ที่ ศธ 6806 (น.ส.) / พิเศษ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

18 ตุลาคม 2560

เรื่อง ขอตกลงเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน

ด้วย นางปาริชาติ ไทยเจริญ รหัสประจำตัว 57264307 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต
สาขาวิชา วิชาวิทยาการวิจัยทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนา
ตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 " มีความประสงค์ จะขอตกลงเครื่องมือวิจัยกับ ครู
วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดอนุญาตให้นักศึกษา
ดังกล่าวได้ทดลองเครื่องมือวิจัยด้วย

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790

ภาคผนวก จ แบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย





แบบสัมภาษณ์

“ การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ ๒๑ ”

ตอนที่ ๑ ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

ชื่อ-สกุล.....

อายุ.....ปี ประสบการณ์ทำงาน.....ปี ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน.....

รางวัลที่ได้รับ.....

ตอนที่ ๒ คำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์

๑. ท่านคิดว่าครูวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างไรต่อการศึกษาในศตวรรษที่ ๒๑

.....

.....

.....

๒. ท่านคิดว่าคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ ๒๑ ควรมีความสามารถด้านความรู้เป็นอย่างไร

.....

.....

.....

๓. ท่านคิดว่าคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ ๒๑ ควรมีความสามารถด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างไร

.....

.....

.....

๔. ท่านคิดว่าคุณลักษณะของครุวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ ๒๑ ควรเป็นแบบใด ประกอบด้วยลักษณะใด

.....

.....

.....

๕. ท่านคิดว่าคุณลักษณะของครุวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ ๒๑ ควรมีความสามารถด้านจรรยาบรรณวิชาชีพเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

๖. ท่านคิดว่าคุณลักษณะของครุวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ ๒๑ ควรมีความสามารถด้านสื่อและเทคโนโลยีเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

๗. ท่านคิดว่าคุณลักษณะของครุวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ ๒๑ ควรมีความสามารถด้านการวัดและการประเมินผล การเรียนรู้เป็นอย่างไร

.....

.....

.....

๘. ท่านคิดว่าคุณลักษณะของครุวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ ๒๑ ควรมีความสามารถด้านการวิจัยเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

๙. ท่านคิดว่าแนวทางการพัฒนาวิชาชีพครุวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ ๒๑ ควรเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

กราบขอบพระคุณที่เสียสละเวลาให้ข้อมูลเป็นอย่างยิ่งค่ะ

แบบสอบถามการวิจัยเรื่อง

“การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21”

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 โดยข้อมูลที่ได้จากท่านจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับศตวรรษที่ 21 ดังนั้นขอความร่วมมือท่านได้โปรดตอบตามความเป็นจริง และขอขอบคุณที่ท่านให้ความร่วมมือและเสียสละเวลาอันมีค่าในการตอบแบบสอบถามนี้

ผู้วิจัย

ตอนที่ 1 สภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง หน้าข้อความหรือเติมข้อความลงในช่องว่างตามความเป็นจริงตอนที่

1 ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ

- 1) ชาย 2) หญิง

2. สถานภาพ

- 1) โสด 2) สมรส 3) หย่าร้าง
 อื่น ๆ โปรดระบุ

3. อายุ

- 1) 21 – 30 ปี 2) 31 – 40 ปี 3) 41 – 50 ปี
 4) 51 ปีขึ้นไป

4. วุฒิการศึกษา

- 1) ต่ำกว่าปริญญาตรี 2) ปริญญาตรี
 3) ปริญญาโท 4) ปริญญาเอก

5. ประสบการณ์สอนวิชาวิทยาศาสตร์

- 1) 1 – 5 ปี 2) 6 – 10 ปี 3) 11 – 15 ปี
 4) 16 – 20 ปี 5) 21 ปีขึ้นไป

6. วิทยฐานะ

- 1) ข้าราชการ 2) ข้าราชการพิเศษ 3) เชี่ยวชาญ
- 4) ไม่มีวิทยฐานะ 5) ครูผู้ช่วย

7. ระดับชั้นที่สอน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

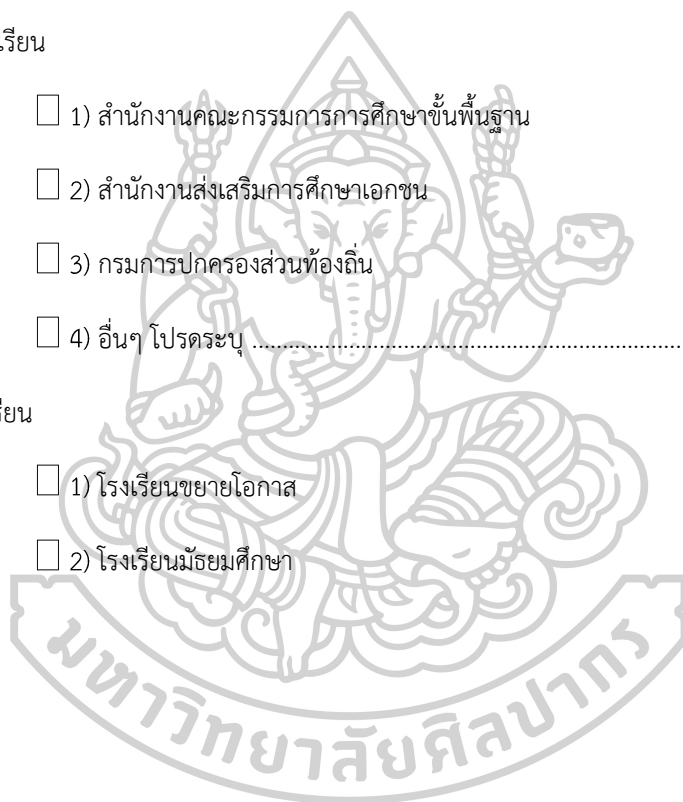
- 1) มัธยมศึกษาปีที่ 1-3 2) มัธยมศึกษาปีที่ 4-6
- 3) อื่น ๆ โปรดระบุ

8. สังกัดของโรงเรียน

- 1) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
- 2) สำนักงานส่งเสริมการศึกษาเอกชน
- 3) กรมการปกครองส่วนท้องถิ่น
- 4) อื่นๆ โปรดระบุ

9. ประเภทโรงเรียน

- 1) โรงเรียนขยายโอกาส
- 2) โรงเรียนมัธยมศึกษา



ตอนที่ 2 ตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

คำชี้แจง ท่านคิดว่าคุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ควรปฏิบัติหรือมีคุณสมบัติหรือมีลักษณะดัง
ข้อความต่อไปนี้ในระดับใด โปรดทำเครื่องหมาย \checkmark หรือ \times ในช่องที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

- 5 หมายถึง มีความรู้สึก/ความคิดเห็นในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความรู้สึก/ความคิดเห็นในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความรู้สึก/ความคิดเห็นในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความรู้สึก/ความคิดเห็นในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความรู้สึก/ความคิดเห็นในระดับน้อยที่สุด

ข้อ	ประเด็นคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	มีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งในด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติ					
2	มีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องในระดับชั้นที่สอน และระดับชั้นอื่นที่สัมพันธ์กัน					
3	มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานหลักสูตร และตัวชี้วัด					
4	มีความรู้ ความเข้าใจเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์					
5	มีความรู้ ความเข้าใจแนวคิด หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์					
6	มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และมีจิตวิทยาศาสตร์					
7	มีความเข้าใจในหลักการบูรณาการความรู้ภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้					
8	มีความรู้ในสาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน					
9	สามารถจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรได้อย่างเหมาะสม					
10	สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาบูรณาการภายในสาระวิชาวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นตามความเหมาะสมได้โดยคำนึงถึงคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนและสอดคล้องกับความต้องการของชุมชน					
11	มีความรู้ ความเข้าใจในการใช้วิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม					
12	สามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนโดยคำนึงถึงพัฒนาการของผู้เรียน					
13	ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน ได้ปฏิบัติจริง					
14	มีการจัดบรรยากาศให้เอื้อต่อการเรียนรู้					
15	จัดสื่อการเรียนรู้ อุปกรณ์ สภาพห้องเรียน ห้องปฏิบัติการให้เป็นแหล่งเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์					
16	ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายตามระบบการสอนในศตวรรษที่ 21 โดยให้นักเรียนได้เป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง					
17	ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
18	ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผู้เรียนตามที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21					
19	สามารถควบคุมชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ					
20	มีความรู้ในการทำโครงการและเป็นพี่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ได้					
21	จัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการทำโครงการวิทยาศาสตร์เชื่อมโยงการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง					
22	จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับมาตรฐาน ตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน					

ข้อ	ประเด็นคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
23	จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีลำดับของกิจกรรมที่เหมาะสมกับกระบวนการเรียนรู้					
24	จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่สอดแทรกเทคนิค/กลวิธีการสอนที่เหมาะสมในการพัฒนาการคิดขั้นสูง					
25	มีความรู้ ความเข้าใจระดับการเรียนรู้และพัฒนาการของผู้เรียน					
26	มีคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์					
27	มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์					
28	สามารถแสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อย่างมีหลักการ					
29	มีความคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์และคิดวิจารณ์					
30	มีทักษะในการสื่อสาร เพื่อถ่ายทอดความรู้ได้เป็นอย่างดี					
31	มีความสนใจใฝ่เรียนรู้เพื่อพัฒนาวิชาชีพของตนเอง					
32	มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
33	มีมนุษยสัมพันธ์กับบุคลากรทั้งเพื่อนครู นักเรียน ผู้บริหาร ผู้ปกครองและคนในชุมชน					
34	มีจิตวิทยาการเรียนรู้เพื่อเข้าใจถึงแรงกระตุ้นและแรงจูงใจของผู้เรียน					
35	มีความเชื่อมั่นในตนเอง					
36	มีความกระตือรือร้นและอุทิศเวลาใฝ่หาความรู้					
37	มีระเบียบวินัยและวางตนอย่างเหมาะสม					
38	สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน					
39	ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีและเกิดจิตวิทยาศาสตร์					
40	มีความรับผิดชอบในหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย					
41	เข้ารับการอบรม หรือร่วมประชุมวิชาการที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง					
42	มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แบบ Professional Learning Community (PLC) ทั้งภายในและภายนอกสถาบัน					
43	ศึกษาค้นคว้าริเริ่มสร้างสรรค์กิจกรรมสื่อและกระบวนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนและงานในวิชาชีพ					
44	ปฏิบัติตามจรรยาบรรณวิชาชีพครู					

ข้อ	ประเด็นคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
45	มีจิตวิญญาณในความเป็นครู					
46	มีความรัก เมตตากรุณาต่อศิษย์					
47	มีความเสียสละ อุทิศเวลาเพื่องาน					
48	มีความรักและศรัทธาในวิชาชีพครู					
49	เชื่อมั่น ชื่นชม ภูมิใจในความเป็นครูและองค์กรวิชาชีพครู					
50	ประพฤติปฏิบัติตนเป็นแบบอย่างที่ดีต่อศิษย์ เพื่อนร่วมงาน และบุคคลในองค์กร					
51	มีความรู้ในการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัยมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน					
52	สามารถผลิตสื่อที่ทันสมัยและหลากหลายเพื่อให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
53	สามารถใช้เทคโนโลยี สื่อมัลติมีเดียเป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการเรียนรู้					
54	สร้างแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมสอดคล้องกับศตวรรษที่ 21					
55	สามารถเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
56	สามารถเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
57	สามารถใช้สื่อและเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21					
58	ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือช่วยในการพัฒนาตนเอง เรียนรู้เทคนิค รูปแบบ และวิธีการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียน					
59	สนับสนุนให้นักเรียนได้ใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์					
60	กระตุ้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ด้วยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน และเผยแพร่ความรู้และนวัตกรรมที่ได้สู่สาธารณชน โดยอาศัยเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการเรียนการสอนและการปฏิบัติกิจกรรม					
61	เข้าใจหลักการและวิธีการวัดผลและประเมินผล					
62	รู้เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบทางวิทยาศาสตร์ที่ดี					
63	รู้และเข้าใจหลักการวัดผลการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์					
64	สร้างมาตรฐานของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ได้					
65	สามารถสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลที่มีประสิทธิภาพได้					
66	มีการตรวจสอบและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องโดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย					
67	กำหนดเกณฑ์ที่ชัดเจนและเหมาะสมตามหลักการวัดและประเมินผล					
68	สามารถประเมินผลตามสภาพจริงได้					
69	นำผลการประเมินมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน					
70	มีการวัดผลประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
71	มีการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนและตัดสินผลการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสม					
72	สามารถออกแบบการวัดและประเมินที่รองรับการประเมินผลอย่างต่อเนื่องของการพัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียน					
73	มีการวัดผลประเมินผลหลายมิติอย่างเหมาะสม					

ข้อ	ประเด็นคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
74	มีความรู้ในการทำวิจัยเพื่อแก้ปัญหาในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์					
75	มีการทำวิจัยในชั้นเรียน เพื่อศึกษาปัญหาและแก้ปัญหา เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้					
76	มีนวัตกรรมที่เป็นต้นแบบการจัดการเรียนรู้					
77	มีการนำผลงานวิจัย/นวัตกรรมด้านการจัดการเรียนรู้ไปใช้พัฒนาผู้เรียนได้จริง โดยมีหลักฐานเชิงประจักษ์					
78	สามารถนำปัญหาที่พบในชั้นเรียนไปเป็นปัญหาในการวิจัย เพื่อหาแนวทางการแก้ไข หรือแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป					
79	สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้					
80	ทำวิจัยทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์และแปลผลข้อมูลโดยใช้คณิตศาสตร์และสถิติที่เหมาะสม					



ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์โมเดลตัวบ่งชี้คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21



DATE: 7/31/2018

TIME: 13:52

L I S R E L 8.52

BY

Karl G. Jörreskog & Dag Sörbom

This program is published exclusively by

Scientific Software International, Inc.

7383 N. Lincoln Avenue, Suite 100

Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.

Phone: (800)247-6113, (847)675-0720, Fax: (847)675-2140

Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2002

Use of this program is subject to the terms specified in the

Universal Copyright Convention.

Website: www.ssicentral.com

The following lines were read from file

C:\Users\Administrator.PIJBN5EFQVZNPVU\Desktop\mo1.LPJ:

TI CFA

DA NI=7 NO=800 NG=1 MA=CM

RA FI='C:\Users\Administrator.PIJBN5EFQVZNPVU\Desktop\800CFA.psf'

SE

1 7 2 6 5 3 4 /

MO NY=7 NE=1 LY=FU,FI PS=DI,FR TE=SY

LE

Cha

FR LY(1,1) LY(2,1) LY(3,1) LY(4,1) LY(5,1) LY(6,1) LY(7,1)

FR TE(7,6) TE(3,1) TE(7,2) TE(4,2) TE(4,3) TE(5,2) TE(5,4)

PD

OU ME=ML AM PC RS EF FS SS SC IT=250

TI CFA

Number of Input Variables 7
 Number of Y - Variables 7
 Number of X - Variables 0
 Number of ETA - Variables 1
 Number of KSI - Variables 0
 Number of Observations 800

TI CFA

Covariance Matrix

	KNOWLEDG	RESEARCH	PROCESS	MEASURE	TECHNO	ATTRIBUT
KNOWLEDG	0.26					
RESEARCH	0.16	0.30				
PROCESS	0.19	0.19	0.27			
MEASURE	0.17	0.22	0.19	0.26		
TECHNO	0.15	0.19	0.17	0.19	0.22	
ATTRIBUT	0.16	0.17	0.18	0.18	0.16	0.22
ETHIC	0.11	0.10	0.13	0.14	0.12	0.14

Covariance Matrix

	ETHIC
ETHIC	0.22

TI CFA

Parameter Specifications

LAMBDA-Y

Cha

KNOWLEDG	0
RESEARCH	1
PROCESS	2
MEASURE	3
TECHNO	4

ATTRIBUT 5
 ETHIC 6

PSI

Cha

7

THETA-EPS

KNOWLEDG RESEARCH PROCESS MEASURE TECHNO ATTRIBUT

	KNOWLEDG	RESEARCH	PROCESS	MEASURE	TECHNO	ATTRIBUT
KNOWLEDG	8					
RESEARCH	0	9				
PROCESS	10	0	11			
MEASURE	0	12	13	14		
TECHNO	0	15	0	16	17	
ATTRIBUT	0	0	0	0	0	18
ETHIC	0	19	0	0	0	20

THETA-EPS

ETHIC

ETHIC 21

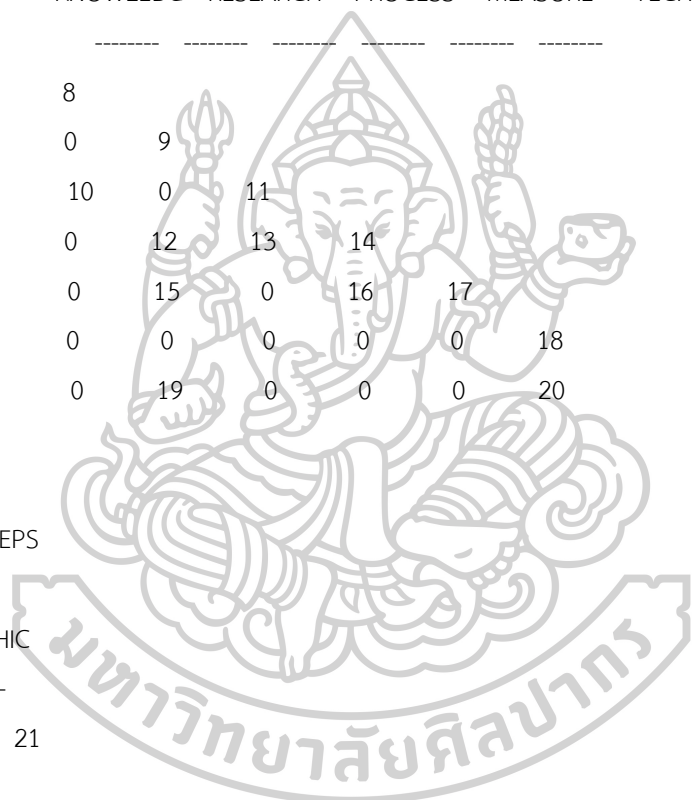
TI CFA

Number of Iterations = 8

LISREL Estimates (Maximum Likelihood)

LAMBDA-Y

Cha



KNOWLEDG 0.39
 RESEARCH 0.42
 (0.02)
 21.51
 PROCESS 0.44
 (0.02)
 28.51
 MEASURE 0.45
 (0.02)
 24.97

TECHNO 0.39
 (0.02)
 23.36

ATTRIBUT 0.40
 (0.02)
 25.35

ETHIC 0.30
 (0.02)
 18.13

Covariance Matrix of ETA

Cha

1.00

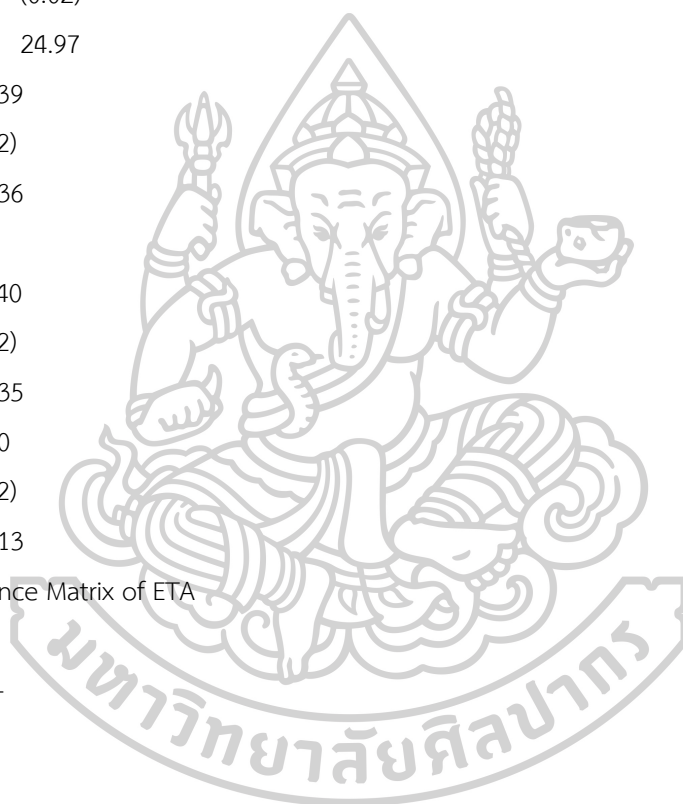
PSI

Cha

1.00

(0.08)

12.23



THETA-EPS

	KNOWLEDG	RESEARCH	PROCESS	MEASURE	TECHNO	ATTRIBUT
KNOWLEDG	0.11 (0.01) 16.84					
RESEARCH	-- 0.12 (0.01) 15.97					
PROCESS	0.02 (0.00) 4.77	-- 0.07 (0.01)				
MEASURE	-- 0.03 (0.01) 5.77	-0.01 (0.00) -3.24	0.06 (0.01) 10.86			
TECHNO	-- 0.02 (0.00) 4.64	-- 0.01 (0.00)	0.07 (0.00) 14.62			
ATTRIBUT	-- --	-- --	-- --	0.05 (0.00) 13.59		
ETHIC	-- -0.03 (0.00) -6.41	-- --	-- --	0.02 (0.00) 5.29		

THETA-EPS

ETHIC

ETHIC 0.13
(0.01)
18.29

Squared Multiple Correlations for Y - Variables

KNOWLEDG	RESEARCH	PROCESS	MEASURE	TECHNO	ATTRIBUT
0.58	0.59	0.72	0.77	0.68	0.75

Squared Multiple Correlations for Y - Variables

ETHIC

0.42

Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 7

Minimum Fit Function Chi-Square = 10.89 (P = 0.14)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 11.04 (P = 0.14)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 4.04

90 Percent Confidence Interval for NCP = (0.0 ; 17.23)

Minimum Fit Function Value = 0.014

Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.0051

90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.0 ; 0.022)

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.027

90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.0 ; 0.056)

P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 0.90

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 0.066

90 Percent Confidence Interval for ECVI = (0.061 ; 0.083)

ECVI for Saturated Model = 0.070

ECVI for Independence Model = 9.12

Chi-Square for Independence Model with 21 Degrees of Freedom = 7269.18

Independence AIC = 7283.18

Model AIC = 53.04

Saturated AIC = 56.00

Independence CAIC = 7322.98

Model CAIC = 172.41

Saturated CAIC = 215.17
 Normed Fit Index (NFI) = 1.00
 Non-Normed Fit Index (NNFI) = 1.00
 Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.33
 Comparative Fit Index (CFI) = 1.00
 Incremental Fit Index (IFI) = 1.00
 Relative Fit Index (RFI) = 1.00
 Critical N (CN) = 1356.37
 Root Mean Square Residual (RMR) = 0.0021
 Standardized RMR = 0.0084
 Goodness of Fit Index (GFI) = 1.00
 Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.98
 Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.25

TI CFA

Fitted Covariance Matrix

	KNOWLEDG	RESEARCH	PROCESS	MEASURE	TECHNO	ATTRIBUT
KNOWLEDG	0.26					
RESEARCH	0.16	0.30				
PROCESS	0.19	0.18	0.27			
MEASURE	0.17	0.22	0.19	0.26		
TECHNO	0.15	0.19	0.17	0.19	0.22	
ATTRIBUT	0.16	0.17	0.18	0.18	0.16	0.22
ETHIC	0.12	0.10	0.13	0.14	0.12	0.14

Fitted Covariance Matrix

ETHIC

ETHIC 0.22

Fitted Residuals

	KNOWLEDG	RESEARCH	PROCESS	MEASURE	TECHNO	ATTRIBUT
KNOWLEDG	0.00					
RESEARCH	0.00	0.00				
PROCESS	0.00	0.00	0.00			
MEASURE	0.00	0.00	0.00	0.00		
TECHNO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ATTRIBUT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETHIC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Fitted Residual

ETHIC

ETHIC 0.00

Summary Statistics for Fitted Residuals

Smallest Fitted Residual = -0.00

Median Fitted Residual = -0.00

Largest Fitted Residual = 0.01

Stemleaf Plot

```

- 4|4
- 2|88
- 0|862297644311000
  0|1345000
  2|9
  4|96
    
```

Standardized Residuals

	KNOWLEDG	RESEARCH	PROCESS	MEASURE	TECHNO	ATTRIBUT
KNOWLEDG	--					

RESEARCH	-0.84	-1.65				
PROCESS	-0.41	2.32	-0.41			
MEASURE	-0.24	-1.65	2.27	-2.22		
TECHNO	-0.69	-1.94	-0.85	0.55	--	
ATTRIBUT	1.84	-1.11	-0.46	-0.75	0.40	--
ETHIC	-1.23	0.79	-1.43	0.46	2.08	0.90

Standardized Residuals

ETHIC

ETHIC 0.90

Summary Statistics for Standardized Residuals

Smallest Standardized Residual = -2.22

Median Standardized Residual = -0.33

Largest Standardized Residual = 2.32

Stemleaf Plot

- 2|2
- 1|976
- 1|421
- 0|98775
- 0|442000
0|4
0|56899
1|
1|8
2|133

TI CFA

Qplot of Standardized Residuals

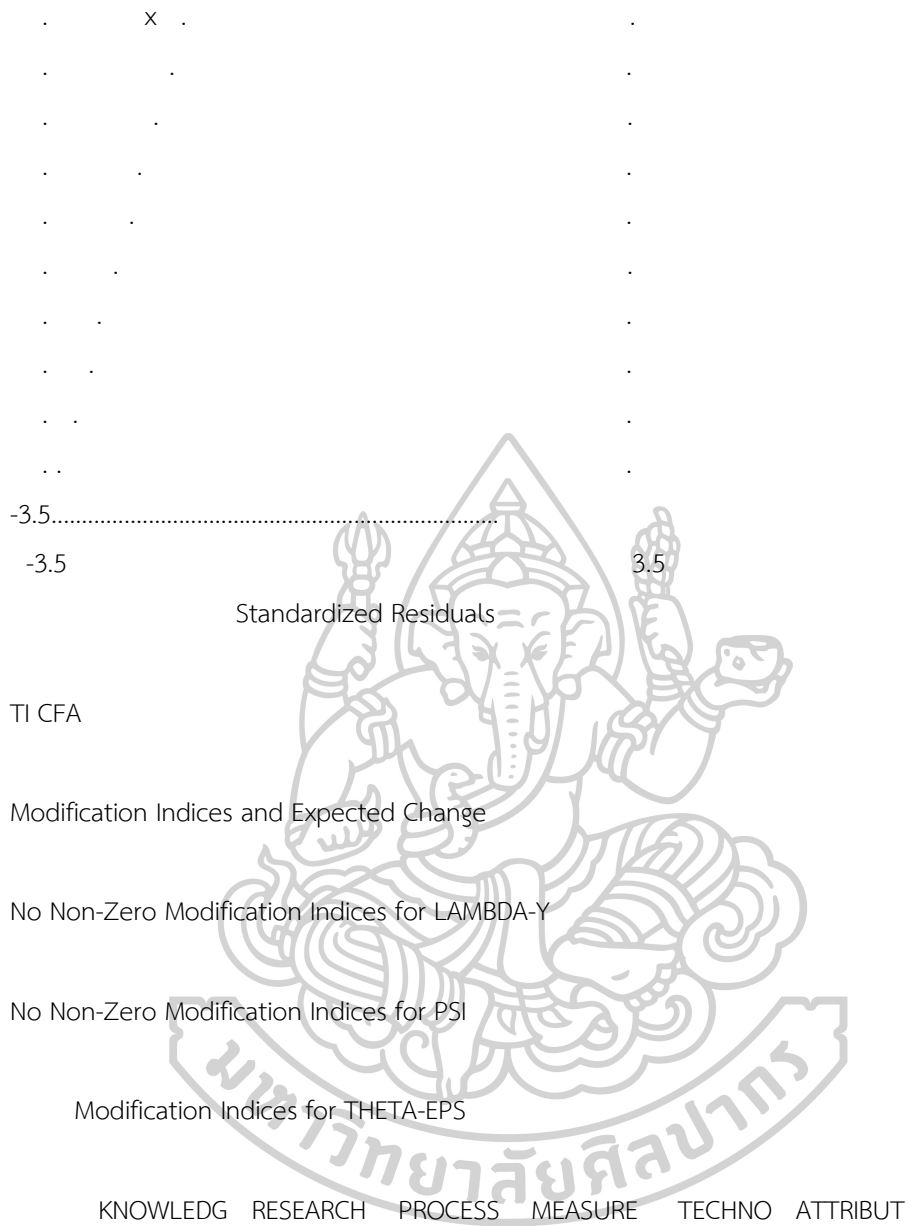
3.5.....



N
o
r
m
a
l

Q
u
a
n
t
i
l
e
s

x



	KNOWLEDG	RESEARCH	PROCESS	MEASURE	TECHNO	ATTRIBUT
KNOWLEDG	--					
RESEARCH	2.01	--				
PROCESS	--	4.89	--			
MEASURE	0.17	--	--	--		
TECHNO	0.02	--	1.08	--	--	
ATTRIBUT	3.89	0.82	0.39	0.10	0.00	--
ETHIC	2.22	--	0.22	0.00	3.20	--

Modification Indices for THETA-EPS

ETHIC

ETHIC --

Expected Change for THETA-EPS

	KNOWLEDG	RESEARCH	PROCESS	MEASURE	TECHNO	ATTRIBUT
KNOWLEDG	--					
RESEARCH	-0.01	--				
PROCESS	--	0.01	--			
MEASURE	0.00	--	--	--		
TECHNO	0.00	--	0.00	--	--	
ATTRIBUT	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	--
ETHIC	-0.01	--	0.00	0.00	0.01	--

Expected Change for THETA-EPS

ETHIC

ETHIC --

Completely Standardized Expected Change for THETA-EPS

	KNOWLEDG	RESEARCH	PROCESS	MEASURE	TECHNO	ATTRIBUT
KNOWLEDG	--					
RESEARCH	-0.02	--				
PROCESS	--	0.03	--			
MEASURE	0.01	--	--	--		
TECHNO	0.00	--	-0.01	--	--	
ATTRIBUT	0.03	-0.01	-0.01	0.00	0.00	--
ETHIC	-0.03	--	-0.01	0.00	0.03	--

Completely Standardized Expected Change for THETA-EPS

ETHIC

 ETHIC - -

Maximum Modification Index is 4.89 for Element (3, 2) of THETA-EPS

Covariance Matrix of Parameter Estimates

	LY 2,1	LY 3,1	LY 4,1	LY 5,1	LY 6,1	LY 7,1
LY 2,1	0.00					
LY 3,1	0.00	0.00				
LY 4,1	0.00	0.00	0.00			
LY 5,1	0.00	0.00	0.00	0.00		
LY 6,1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
LY 7,1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PS 1,1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 1,1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 2,2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 3,1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 3,3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 4,2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 4,3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 4,4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 5,2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 5,4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 5,5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 6,6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 7,2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 7,6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 7,7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Covariance Matrix of Parameter Estimates

	PS 1,1	TE 1,1	TE 2,2	TE 3,1	TE 3,3	TE 4,2
PS 1,1	0.01					
TE 1,1	0.00	0.00				
TE 2,2	0.00	0.00	0.00			
TE 3,1	0.00	0.00	0.00	0.00		
TE 3,3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TE 4,2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 4,3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 4,4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 5,2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 5,4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 5,5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 6,6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 7,2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 7,6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 7,7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Covariance Matrix of Parameter Estimates

	TE 4,3	TE 4,4	TE 5,2	TE 5,4	TE 5,5	TE 6,6
TE 4,3	0.00					
TE 4,4	0.00	0.00				
TE 5,2	0.00	0.00	0.00			
TE 5,4	0.00	0.00	0.00	0.00		
TE 5,5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TE 6,6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 7,2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 7,6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TE 7,7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Covariance Matrix of Parameter Estimates

	TE 7,2	TE 7,6	TE 7,7
TE 7,2	0.00		
TE 7,6	0.00	0.00	
TE 7,7	0.00	0.00	0.00

TI CFA

Correlation Matrix of Parameter Estimates

	LY 2,1	LY 3,1	LY 4,1	LY 5,1	LY 6,1	LY 7,1
LY 2,1	1.00					
LY 3,1	0.52	1.00				
LY 4,1	0.74	0.57	1.00			
LY 5,1	0.68	0.56	0.73	1.00		
LY 6,1	0.58	0.59	0.66	0.63	1.00	
LY 7,1	0.31	0.42	0.47	0.45	0.61	1.00
PS 1,1	-0.57	-0.59	-0.66	-0.62	-0.65	-0.47
TE 1,1	0.17	0.12	0.20	0.18	0.17	0.12
TE 2,2	-0.21	0.00	-0.12	-0.11	-0.01	-0.02
TE 3,1	0.21	0.04	0.21	0.22	0.22	0.16
TE 3,3	0.12	-0.12	0.10	0.13	0.13	0.10
TE 4,2	-0.26	-0.04	-0.25	-0.16	0.01	0.00
TE 4,3	-0.01	-0.14	-0.15	-0.02	0.07	0.06
TE 4,4	-0.17	-0.05	-0.30	-0.15	0.03	0.02
TE 5,2	-0.22	0.00	-0.16	-0.21	-0.01	-0.02
TE 5,4	-0.18	-0.04	-0.26	-0.25	0.02	0.01
TE 5,5	-0.12	0.00	-0.12	-0.22	0.00	0.00
TE 6,6	0.04	0.04	0.09	0.04	-0.18	-0.10
TE 7,2	-0.04	0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.03
TE 7,6	0.01	0.04	0.07	0.03	-0.13	-0.18
TE 7,7	0.01	0.02	0.03	0.01	-0.05	-0.12

Correlation Matrix of Parameter Estimates

	PS 1,1	TE 1,1	TE 2,2	TE 3,1	TE 3,3	TE 4,2
PS 1,1	1.00					
TE 1,1	-0.15	1.00				
TE 2,2	0.04	-0.08	1.00			
TE 3,1	-0.17	0.53	-0.13	1.00		
TE 3,3	-0.08	0.18	-0.12	0.57	1.00	
TE 4,2	0.07	-0.13	0.66	-0.14	-0.10	1.00
TE 4,3	0.01	-0.02	0.00	0.18	0.21	0.22
TE 4,4	0.07	-0.12	0.31	-0.08	-0.03	0.72
TE 5,2	0.06	-0.11	0.55	-0.18	-0.17	0.57
TE 5,4	0.07	-0.14	0.32	-0.14	-0.09	0.59
TE 5,5	0.05	-0.09	0.21	-0.14	-0.13	0.27
TE 6,6	0.01	-0.02	-0.11	-0.12	-0.15	-0.26
TE 7,2	0.01	-0.01	-0.13	-0.03	-0.04	0.06
TE 7,6	0.01	-0.03	-0.01	-0.12	-0.15	-0.13
TE 7,7	0.01	-0.01	0.04	-0.06	-0.07	-0.05

Correlation Matrix of Parameter Estimates

	TE 4,3	TE 4,4	TE 5,2	TE 5,4	TE 5,5	TE 6,6
TE 4,3	1.00					
TE 4,4	0.34	1.00				
TE 5,2	0.00	0.34	1.00			
TE 5,4	0.27	0.65	0.62	1.00		
TE 5,5	0.02	0.24	0.57	0.58	1.00	
TE 6,6	-0.27	-0.32	-0.16	-0.30	-0.15	1.00
TE 7,2	-0.06	-0.02	0.07	-0.01	0.00	0.02
TE 7,6	-0.26	-0.25	-0.06	-0.23	-0.11	0.55
TE 7,7	-0.12	-0.11	-0.02	-0.10	-0.05	0.18

Correlation Matrix of Parameter Estimates

	TE 7,2	TE 7,6	TE 7,7
TE 7,2	1.00		
TE 7,6	0.07	1.00	
TE 7,7	-0.23	0.48	1.00

TI CFA

Factor Scores Regressions

	ETA	KNOWLEDG	RESEARCH	PROCESS	MEASURE	TECHNO	ATTRIBUT
Cha	0.18	0.10	0.47	0.56	0.29	0.52	

	ETA	ETHIC
Cha	0.12	

TI CFA

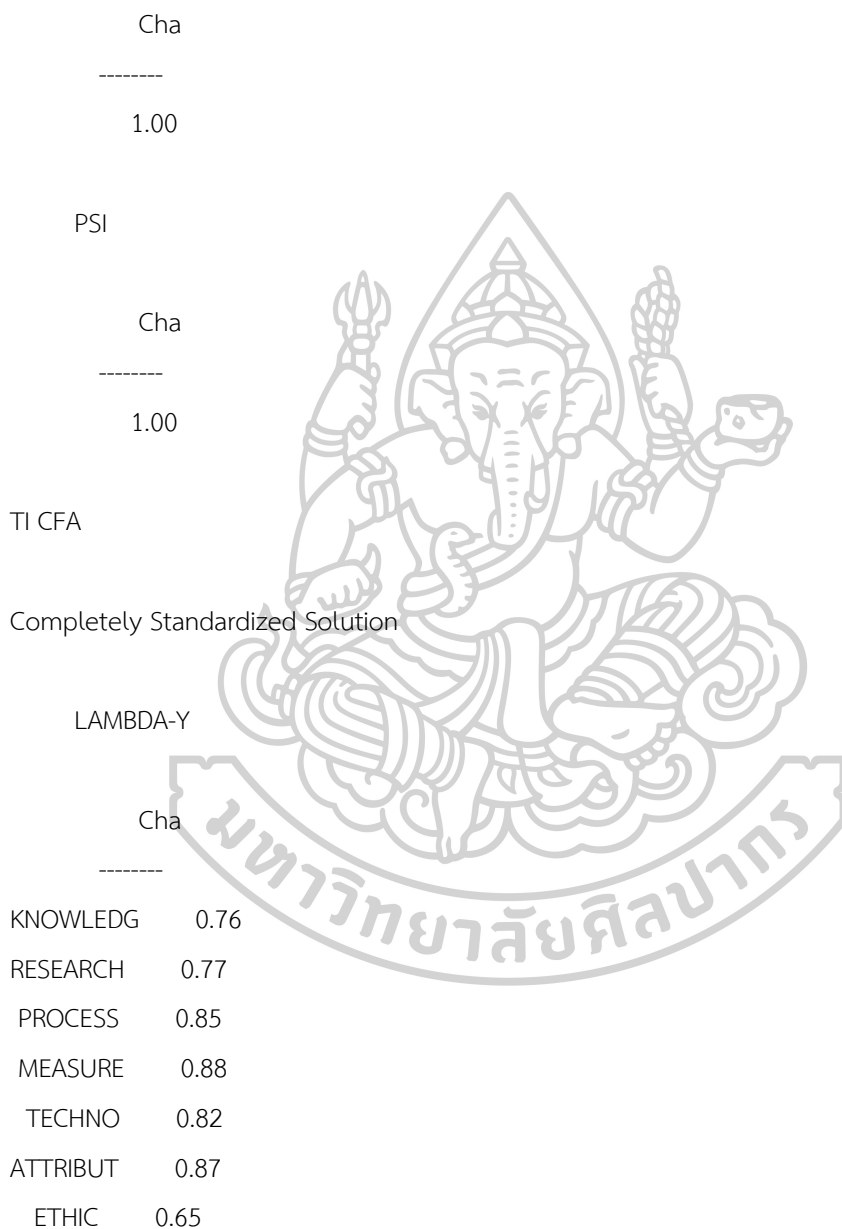
Standardized Solution

LAMBDA-Y

	Cha
KNOWLEDG	0.39
RESEARCH	0.42
PROCESS	0.44
MEASURE	0.45
TECHNO	0.39

ATTRIBUT 0.40
 ETHIC 0.30

Correlation Matrix of ETA



Correlation Matrix of ETA

Cha

1.00

PSI

Cha

1.00

THETA-EPS

	KNOWLEDG	RESEARCH	PROCESS	MEASURE	TECHNO	ATTRIBUT
KNOWLEDG	0.42					
RESEARCH	--	0.41				
PROCESS	0.08	--	0.28			
MEASURE	--	0.11	-0.04	0.23		
TECHNO	--	0.09	--	0.05	0.32	
ATTRIBUT	--	--	--	--	--	0.25
ETHIC	--	-0.10	--	--	--	0.10

THETA-EPS

ETHIC

ETHIC 0.58

TI CFA

Total and Indirect Effects

TI CFA

Standardized Total and Indirect Effects

Time used: 0.016 Seconds



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ปาริชาติ ไทยเจริญ
วัน เดือน ปี เกิด	5 กรกฎาคม 2529
สถานที่เกิด	นครปฐม
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2552 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี การศึกษบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 2) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ - ชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พ.ศ. 2557 ศึกษาต่อระดับปริญญาโท ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการวิจัยทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร 132 หมู่ 3 ตำบล จั้วราย อำเภอนครชัยศรี จังหวัด นครปฐม
ที่อยู่ปัจจุบัน	

