การวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา

นางสาวภัณฑิรา ดวงจินดา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FACTORS ANALYSIS AND INDICATORS OF SECONDARY SCIENCE TEACHER COMPETENCY

Miss Pantira Doungjinda

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Educational Measurement and Evaluation
Department of Educational Research and Psychology
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2017

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา
โดย	นางสาวภัณฑิรา ดวงจินดา
สาขาวิชา	การวัดและประเมินผลการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พินดา วราสุนันท์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภัณฑิรา ดวงจินดา : การวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา (FACTORS ANALYSIS AND INDICATORS OF SECONDARY SCIENCE TEACHER COMPETENCY) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.ศิริเดช สุชีวะ, 301 หน้า.

การวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา เป็นงานวิจัยเชิงบรรยาย มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. วิเคราะห์องค์ประกอบและพัฒนาตัวชี้วัดในการวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ 2. ตรวจสอบคุณภาพตัวชี้วัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ในเขตกรุงเทพ จำนวน 468 คนที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ และจำนวน 658 คนที่ใช้เพื่อในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ คือแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย 3 ตอน คือ ข้อมูลพื้นฐานของครูวิทยาศาสตร์ผู้ตอบ แบบวัดความรู้พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อคำถาม และแบบวัดสมรรถภาพของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 53 ข้อ โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS for windows ส่วนเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน คือแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย 3 ตอน คือ ข้อมูลพื้นฐานของครูวิทยาศาสตร์ผู้ตอบ แบบวัดความรู้พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 ข้อคำถาม และแบบวัดสมรรถภาพของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 26 ข้อ โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Lisrel version 8.80 ผลการวิจัยพบว่า

(1) สมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ 1) สมรรถภาพด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน 2) ความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) 3) สมรรถภาพด้านการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 4) สมรรถภาพด้านการสื่อสารและการใช้ภาษา และ 5) สมรรถภาพด้านบุคลิกลักษณะความเป็นครู

(2) การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน พบว่า โมเดลสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาทุกด้านมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาจากค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ของแต่ละโมเดลพบว่ามีค่าน้อยกว่า 2.00 คือมีค่าตั้งแต่ 0.00 – 1.12 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) ของแต่ละโมเดลมีค่ามากกว่า 0.95 คือมีค่าอยู่ระหว่าง 0.99 – 1.00 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) ของแต่ละโมเดลมีค่ามากกว่า 0.95 คือมีค่าอยู่ระหว่าง 0.98 – 1.00 ค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือ (RMR) มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ คือมีค่าตั้งแต่ 0.00 – 0.013 และค่าค่าดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือมาตรฐาน (RMSEA) มีค่าน้อยกว่า 0.05 คือมีค่าระหว่าง 0.00-0.013 และเมื่อเปรียบเทียบโมเดลทั้งหมดพบว่าโมเดลการสื่อสารและการใช้ภาษาสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากที่สุด (Chi-square = 0.00, df = 0, Relative Chi-Square = 0.00, GFI = 1.00, AGFI = 1.00, RMR = 0.00, RMSEA = 0.00)

ภาควิชา วิจัยและจิตวิทยาการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา การวัดและประเมินผลการศึกษา ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2560

5783853727 : MAJOR EDUCATIONAL MEASUREMENT AND EVALUATION
KEYWORDS: FACTORS ANALYSIS / INDICATORS / SCIENCE TEACHER COMPETENCY

PANTIRA DOUNGJINDA: FACTORS ANALYSIS AND INDICATORS OF SECONDARY SCIENCE TEACHER COMPETENCY. ADVISOR: ASSOC. PROF. SIRIDEJ SUJIVA, Ph.D., 301 pp.

A study on the factors analysis and indicators of secondary science teacher competency is a descriptive research. The purposes of this research were 1. to study the components and indicators of competencies of secondary science teachers and, 2. to validate the indicators of competencies of secondary science teachers. The sample was the 468 of secondary science teachers in the secondary schools under Basic Education Commission in Bangkok for analyzing Exploratory Factor Analysis and 658 of secondary science teachers for analyzing Confirmatory Factor Analysis. Instrumentation for analyzing Exploratory Factor Analysis consists of 3 parts; 1) Science teacher's basic data 2) Science knowledge of measurement by 15 items 3) Science teacher competency of measurement by 53 items. The SPSS programs were used for data analyzing. Instrumentation for analyzing Confirmatory Factor Analysis consists of 3 parts; 1) Science teacher's basic data 2) Science knowledge of measurement by 10 3) Science teacher competency of measurement by 26 items. The Lisrel version 8.80 programs were used in analyzing the data. Results were as follows:

(1) Secondary science teacher competency consisted of 5 factors: 1) Student-centered science learning management and relate to family and community 2) Ability to manage learning in STEM education 3) Developing learner into 21st century learner 4) Communication and language 5) Teacher characteristic

(2) The result showed the confirmatory factor analysis with reasonable criteria for evaluating the fitness of measurement model. All model fit statistics fell within acceptable range, which indicated that the measurement model fit was reasonable. Consider from Relative Chi-Square less than 2.00, GFI > 0.95, AGFI > 0.95, RMR almost equal 0.00 and RMSEA < 0.05 so Communication and language is the most fit. (Chi-square = 0.00, df = 0, Relative Chi-Square = 0.00, GFI = 1.00, AGFI = 1.00, RMR = 0.00, RMSEA = 0.00)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department:	Educational Research and Psychology	Student's Signature .....
		Advisor's Signature .....
Field of Study:	Educational Measurement and Evaluation	
Academic Year:	2017	

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาของรองศาสตราจารย์ ดร. ศิริเดช สุชีวะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่เสียสละเวลาให้ความรู้ทางด้านต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ ให้คำปรึกษา ให้แนวคิด และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา ตลอดจนตรวจทานข้อบกพร่องพร้อมแนะแนวทางการพัฒนาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ให้เป็นวิทยานิพนธ์ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณและกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พินดา วราสุนันท์ ที่ได้กรุณาเสียสละเวลามาเป็นคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ คอยติดตามการจัดทำวิทยานิพนธ์และให้คำปรึกษา ให้ข้อเสนอแนะต่างๆ แก่ผู้วิจัยจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้กลายเป็นวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่คอยอบรมสั่งสอน และสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาสละเวลาให้ความรู้ทางด้านสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา คำชี้แนะ แนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์ และตรวจความตรงเชิงเนื้อหาความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณผู้อำนวยการและเพื่อนครูโรงเรียนเทพศิรินทร์ สมุทรปราการ ดร. อนุสรณ์ เกิดศรี นางสาวสายถวิล แซ่ฮ่ำ นางสาวชนนิกานต์ สุขใจ เพื่อนๆ พี่ๆ ทั้งในระดับปริญญาโท และปริญญาเอก และทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดทำวิจัยในครั้งนี้ที่คอยช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา และให้กำลังใจเสมอมา

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณบุคคลที่ให้ชีวิตและการศึกษาและเป็นบุคคลอันเป็นที่รักยิ่งของผู้วิจัย คือ คุณพ่อธวัชชัย ดวงจินดา และคุณแม่บุญตุ้ม ดวงจินดาที่คอยให้การสนับสนุนทุกๆ ด้าน คอยให้กำลังใจ และเป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยเสมอมาจนผู้วิจัยจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ 1

บทที่ 1 บทนำ 2

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 2

คำถามในการวิจัย 7

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 7

ขอบเขตของการวิจัย 7

คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย 8

ประโยชน์ที่ได้รับ 9

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์องค์ประกอบ 10

1.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploration Factor Analysis หรือ EFA) 13

1.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis หรือ CFA) 20

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับตัวชี้วัดและการพัฒนาตัวชี้วัด 25

2.1 ความหมายและลักษณะสำคัญของตัวชี้วัด 25

2.2 ประเภทของตัวชี้วัดทางการศึกษา 27

2.3 คุณสมบัติของตัวชี้วัดที่ดี 30

2.4 การสร้างและพัฒนาตัวชี้วัดทางการศึกษา 30

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

2.5 การตรวจสอบคุณภาพของตัวชี้วัด 34
2.6 ประโยชน์ของตัวชี้วัดทางการศึกษา 35
ตอนที่ 3 ความหมายของสมรรถภาพ สมรรถภาพครูและสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ 36
3.1 ความหมายของสมรรถภาพ (Competency) 36
3.2 ความหมายของสมรรถภาพครูและสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ 38
ตอนที่ 4 มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์ 57
ตอนที่ 5 การทดสอบวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศและระดับนานาชาติ 79
ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดในการวิจัย 82
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 86
ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ตัวชี้วัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ 86
ขั้นตอนที่ 2 การสร้างเครื่องมือและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 87
ประชากรและตัวอย่าง 87
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 89
ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ 90
ขั้นตอนที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อพัฒนาตัวชี้วัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ 105
ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล 106
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 107
ตอนที่ 1 ค่าสถิติข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง 108
ตอนที่ 2 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ตอนที่ 2 แบบวัดองค์ความรู้พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ 110
ตอนที่ 3 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ตอนที่ 3 แบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา 113
ตอนที่ 4 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ 118

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

ตอนที่ 5 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน 124
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 139
สรุปผลการวิจัย 140
อภิปรายผล 145
ข้อเสนอแนะ 150
รายการอ้างอิง 152
ภาคผนวก 163
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการสัมภาษณ์และ รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ 164
ภาคผนวก ข แบบสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ 167
ภาคผนวก ค ตารางผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) 175
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ 196
ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน 208
ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันด้วยโปรแกรม LISREL 217
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 301

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจและการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน 24

ตารางที่ 2 ผลการสังเคราะห์ตัวแปรสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัย 53

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะด้านความรู้ 61

ตารางที่ 4 เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะด้านการแสดงออก 62

ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะด้านความสามารถ 63

ตารางที่ 6 คุณลักษณะ และตัวชี้บ่งตามมาตรฐานที่ 1ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 68

ตารางที่ 7 คุณลักษณะ และตัวชี้บ่งตามมาตรฐานที่ 5 การนำวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมมาใช้พัฒนากระบวนการคิดและการเรียนรู้ของผู้เรียน 73

ตารางที่ 8 คุณลักษณะ และตัวชี้บ่งตามมาตรฐานที่ 7 การใช้ทักษะการสื่อสารเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ 77

ตารางที่ 9 แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ขนาดโรงเรียนที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) 88

ตารางที่ 10 แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาขนาดโรงเรียนที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) 89

ตารางที่ 11 สรุปสาระการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ 10 ท่านเกี่ยวกับสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มเติมจากการสังเคราะห์เอกสาร 91

ตารางที่ 12 ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) และการปรับปรุงข้อคำถาม ตอนที่ 2 94

ตารางที่ 13 ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของข้อคำถาม ตอนที่ 3 101

ตารางที่ 14 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามตัวแปร 109

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ตอนที่ 2 แบบวัดองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ 111

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ตอนที่ 2 แบบวัดองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ 112

ตารางที่ 17 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์สมรรถภาพของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา 113

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา 119

ตารางที่ 19 องค์ประกอบที่ 1 “การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน” 120

ตารางที่ 20 องค์ประกอบที่ 2 “ความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM)” 121

ตารางที่ 21 องค์ประกอบที่ 3 “การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21” 121

ตารางที่ 22 องค์ประกอบที่ 4 “การสื่อสารและการใช้ภาษา” 122

ตารางที่ 23 องค์ประกอบที่ 5 “บุคลิกลักษณะความเป็นครู” 123

ตารางที่ 24 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันของข้อคำถามด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน (Q1) 125

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของตัวชี้วัดในองค์ประกอบด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน (Q1) 125

ตารางที่ 26 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันของข้อคำถามด้านความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) (Q2) 127

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของตัวชี้วัดในองค์ประกอบด้านความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) (Q2) 128

ตารางที่ 28 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันของข้อคำถามด้านการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (Q3) 130

ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของตัวชี้วัดในองค์ประกอบด้านการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (Q3) 130

ตารางที่ 30 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันของข้อคำถามด้านการสื่อสารและการใช้ภาษา ... 132

ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของตัวชี้วัดในองค์ประกอบด้านการสื่อสารและการใช้ภาษา (Q4) 132

ตารางที่ 32 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันของข้อคำถามด้านบุคลิกลักษณะความเป็นครู 134

ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของตัวชี้วัดในองค์ประกอบด้าน
บุคลิกลักษณะความเป็นครู (Q5)..... 134

ตารางที่ 34 การประมาณค่าความตรง 136

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 แบบจำลองตัวประกอบร่วม 14

ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย 83

ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดในการวิจัย ด้านองค์ประกอบด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน 84

ภาพที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย ด้านความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) 84

ภาพที่ 5 กรอบแนวคิดในการวิจัย ด้านการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 85

ภาพที่ 6 กรอบแนวคิดในการวิจัย ด้านการสื่อสารและการใช้ภาษา 85

ภาพที่ 7 กรอบแนวคิดในการวิจัย ด้านบุคลิกลักษณะความเป็นครู 85

ภาพที่ 8 โมเดลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน 126

ภาพที่ 9 โมเดลความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) 129

ภาพที่ 10 โมเดลการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 131

ภาพที่ 11 โมเดลการสื่อสารและการใช้ภาษา 133

ภาพที่ 12 โมเดลบุคลิกลักษณะความเป็นครู 135

ภาพที่ 13 องค์ประกอบและตัวชี้วัดที่ได้จากการพัฒนาแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา 138

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งเป็นองค์กรหลักเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีได้ให้ความสำคัญกับการศึกษาแนวใหม่ คือ สะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งเป็นการบูรณาการระหว่างเนื้อหาและทักษะด้านวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) คณิตศาสตร์ (Mathematics) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และเทคโนโลยี (Technology) เพื่อให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกยุคศตวรรษที่ 21 (รักษพล ธนานุวงศ์ 2556) ซึ่งมนุษย์มีความจำเป็นที่จะต้องมีทักษะต่าง ๆ ในการดำรงชีวิตเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ เนื่องจากเมื่อยุคสมัยเปลี่ยนไปวิทยาการต่าง ๆ ก็มีความก้าวหน้ามากขึ้น ทำให้การใช้ชีวิตของผู้คนนั้นสลับซับซ้อน และหนึ่งในทักษะสำคัญที่มนุษย์ศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องมี คือ ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข 2557) เนื่องจากเทคโนโลยีเป็นสิ่งสำคัญ สำหรับการใช้ชีวิตของผู้คนมากจนอาจเรียกได้ว่าเทคโนโลยีเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตที่ผู้คนในยุคปัจจุบันไม่สามารถขาดได้ เทคโนโลยีนั้นได้ถูกนำมาประกอบเป็นเครื่องใช้และผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตและการทำงานของมนุษย์ ทั้งนี้ เทคโนโลยีต่างๆ นั้น ล้วนมีที่มาจากพื้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น

เมื่อกล่าวถึงวิทยาศาสตร์แล้ว อาจกล่าวได้ว่า วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งทำให้สังคมมนุษย์เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ให้มีความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์และวิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้(American Association for the Advancement of Science 1993, National Research Council 1996, Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] 2013) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2556) นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่ช่วยให้มนุษย์มีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติเท่านั้นแต่ยังช่วยให้มนุษย์สามารถอธิบายถึงเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้นได้ด้วย ดังนั้น มนุษย์จึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับเยาวชน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประเทศไทยได้เข้าร่วมโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 (PISA 2000) และดำเนินการต่อเนื่องมาในPISA 2003 PISA 2006 PISA 2009 และ PISA 2012 โดยจัดการประเมินต่อเนื่องทุกสามปี ซึ่งขณะนี้อยู่ในช่วงดำเนินงานในโครงการ PISA 2015 ปัจจุบันนี้มีประเทศจากทั่วโลกเข้าร่วมโครงการมากกว่า 70 ประเทศ โครงการ PISA มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้ประชาชนมีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง PISA ประเมินสมรรถนะที่เรียกว่า Literacy หรือ “การรู้เรื่อง” และ PISA เลือกประเมินการรู้เรื่องใน 3 ด้าน ได้แก่ การรู้เรื่องการอ่าน (Reading Literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งในการประเมินผลนักเรียนจะวัดความรู้เรื่องทั้ง 3 ด้าน แต่ในการประเมินแต่ละครั้งจะเน้นประเมินผลในด้านใดด้านหนึ่งเป็นหลักตามระยะการประเมินที่กำหนดไว้(นันทวัน นันทวนิช 2558) โดยในปี 2015 (PISA 2015) ที่ได้ประเมินผ่านไปแล้วนั้นเป็นการประเมินผลระยะที่สาม เน้นด้านวิทยาศาสตร์ มีการกำหนดน้ำหนักแบบสอบด้านวิทยาศาสตร์ 60% และด้านการอ่านและคณิตศาสตร์อย่างละ 20% ผลจากการประเมินผลของโครงการ PISA ทำให้ประเทศไทยสามารถตรวจสอบคุณภาพของระบบการศึกษา และสมรรถนะของผู้เรียนเกี่ยวกับความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับอนาคต โดยใช้มาตรฐานของประเทศที่พัฒนาแล้วเป็นเกณฑ์ชี้วัดผลสัมฤทธิ์ รวมทั้งข้อมูลนโยบาย การบริหารจัดการ และการจัดการเรียนการสอนจากผู้บริหารของโรงเรียนทำให้ได้ข้อมูลคุณภาพการศึกษาของประเทศเพื่อนำไปสู่การประเมินและพัฒนานโยบายทางการศึกษาการพัฒนาหลักสูตร พัฒนาการจัดการเรียนการสอน พัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาให้มีคุณภาพทัดเทียมกับนานาชาติ(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2558) จะเห็นได้ว่าในปี 2015 นี้ทางการทดสอบที่มีมาตรฐานสากลในระดับนานาชาตินั้นได้เห็นถึงความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการยืนยันอีกทางหนึ่งว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นสำหรับโลกอนาคต ซึ่งจากการทดสอบ PISA 2012 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) พบว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยยังคงต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD มากกว่าครึ่งระดับ ผลการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำซึ่งไม่ถึงระดับพื้นฐาน จากผลการประเมินดังกล่าวทำให้ทราบว่าเยาวชนไทยยังไม่ได้รับการปลูกฝังความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร

การปลูกฝังให้เยาวชนมีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์นั้นสามารถทำได้จากทั้งที่บ้านและโรงเรียน ซึ่งในระดับโรงเรียนจะมีการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนนั้น ผู้เรียนจะ

มีความรู้ความเข้าใจทางด้านวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องและลึกซึ้งได้หรือไม่นั้น นอกจากจะขึ้นอยู่กับเนื้อหาที่ทางโรงเรียนจัดการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียนแล้วส่วนสำคัญส่วนหนึ่งยังขึ้นอยู่กับเทคนิควิธีการจัดการเรียนการสอน และความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาของครูวิทยาศาสตร์ด้วย ดังนั้นจุดเน้นที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์บทบาทหลักจึงอยู่ที่ครู โดยครูเป็นผู้สร้างโอกาสในการเรียนรู้ที่เหมาะสมแก่เด็ก(พงษ์จันทร์ จันทยศ 2543) ครูวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 (แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 3 พุทธศักราช 2553) มาตรา 22 กล่าวว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ซึ่งการที่ผู้เรียนจะสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพได้นั้น ผู้เรียนจะต้องมีผู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาอย่างเต็มศักยภาพนั่นคือ ครู และในการที่กล่าวว่าผู้เรียนสำคัญที่สุดนั้นไม่ได้หมายถึงครูลดบทบาทหน้าที่ของตนเองลง แต่ตรงข้ามครูกลับมีบทบาทและความสำคัญมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้สุวิมล ว่องวาณิช (2546) ยังกล่าวอีกว่า ครูจัดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อความสำเร็จของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และครูทำหน้าที่ในการถ่ายทอดวิชาการและวิชาชีพในด้านต่างๆ ช่วยเสริมสร้างและพัฒนาเยาวชนของชาติ ครูจึงเป็นผู้มีบทบาทสำคัญและจัดได้ว่าเป็นหัวใจของการศึกษา(ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา 2530) ซึ่งแนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของไพบูลย์ แจ่มพงษ์ (2543) กาญจนา ไชยพันธุ์ (2545) และอารียา บุญทวีคุณ (2546) ที่ว่า ครูควรมีทักษะความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ การจัดสรรทรัพยากรสำหรับผู้เรียน การสอน การจัดการสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวกับการสร้างวัฒนธรรม ดังนั้นครูคือบุคคลที่สำคัญในการจัดการศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเต็มตามศักยภาพ ตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร และจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษา นอกจากนี้ในมาตรา 52 ยังให้ความสำคัญกับการผลิต และพัฒนาครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษาให้มีคุณภาพและมาตรฐานที่เหมาะสมกับการเป็นวิชาชีพชั้นสูง โดยการกำกับและประสานให้สถาบันที่ทำหน้าที่ผลิตและพัฒนาครู คณาจารย์ รวมทั้งบุคลากรทางการศึกษาให้มีความพร้อม และมีความเข้มแข็งในการเตรียมบุคลากรใหม่และการพัฒนาบุคลากรประจำการอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นจะเห็นว่าครูเป็นบุคลากรที่สำคัญยิ่งเป็นผู้ที่ให้ความรู้แก่เยาวชนเพื่อให้เยาวชนเป็นบุคคลที่มีทั้งความรู้ความสามารถ คุณธรรมจริยธรรมที่เหมาะสม ผู้ที่สามารถเป็นต้นแบบกระตุ้นให้เยาวชนเกิดการแสวงหาความรู้ควรได้รับการสนับสนุนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและสมรรถภาพในการทำงานสุพจน์ เต็มแย้ม (2541) ได้ศึกษาความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับการพัฒนาสมรรถภาพด้านการสอนของครูในโรงเรียนมัธยมศึกษา กรมสามัญ

ศึกษา กรุงเทพมหานคร โดยเป็นการศึกษาความเกี่ยวกับการเพิ่มสมรรถภาพด้านการสอนของครู ทั้งหมด 3 ด้าน คือ สมรรถภาพด้านความรู้ ด้านทักษะ และด้านคุณลักษณะและทัศนคติ ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ครูในโรงเรียนมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร จำนวน 1,849 คน พบว่า ครูมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการเพิ่มสมรรถภาพด้านการสอนอยู่ในระดับมากทุกด้าน เมื่อเรียงลำดับความต้องการจากมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด พบว่า ครูมีความต้องการเพิ่มสมรรถภาพด้านคุณลักษณะและทัศนคติ ด้านทักษะ และด้านความรู้ตามลำดับ

ส่วนงานวิจัยที่เกี่ยวกับสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ได้มีผู้ศึกษาไว้ เช่น สมศักดิ์ ภูจริต (2544) ได้ศึกษาความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนเกี่ยวกับสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเอกชน ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยศึกษาทั้งหมด 5 ด้าน คือ ด้านวิชาการ ด้านทักษะภาคปฏิบัติ ด้านการจัดการเรียนการสอน ด้านการวัดและประเมินผล และด้านมนุษยสัมพันธ์ พบว่าสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ด้านอยู่ในระดับมาก ส่วนอภิญญา วงศ์ประทุม (2544) ได้ศึกษาความต้องการเพิ่มสมรรถภาพการสอนวิทยาศาสตร์ของครูสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดสกลนคร ทั้งหมด 7 ด้าน คือ ด้านการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการวินิจฉัยและประเมินผลนักเรียน ด้านการวางแผนการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการบริหารวัสดุอุปกรณ์และด้านการปรับปรุงความสามารถในการเป็นครูสอนวิทยาศาสตร์ โดยพบว่าครูในโรงเรียนที่มีขนาดต่างกัน มีความต้องการเพิ่มสมรรถภาพการสอนวิทยาศาสตร์ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และรัศมี เลิศอารมย์ (2549) ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนในเครือมูลนิธิคณะเซนต์คาเบรียล แห่งประเทศไทย ประจำปีการศึกษา 2549 จำนวน 14 โรงเรียน 233 คน พบว่า ตัวแปรระดับครูที่ส่งผลต่อสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ คือ อายุและบุคลิกภาพของครู ส่วนตัวแปรระดับโรงเรียนที่ส่งผลต่อสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ คือ ลักษณะของโรงเรียนและภาวะผู้นำของผู้บริหาร

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่ายังขาดความเป็นเอกภาพ ล้าสมัยยังไม่เป็นไปตามที่ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ให้ความสำคัญกับการเรียนการสอนที่เน้นสะเต็มศึกษา และไม่สามารถตอบโจทย์การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้องการครูวิทยาศาสตร์ที่มีสมรรถภาพอยู่ในโลกยุคปัจจุบันได้ เพราะวิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งทำให้สังคมมนุษย์เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(knowledge-based society) ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในโลกปัจจุบันอาจจะยังขาดความรู้เข้าใจเนื้อหาสาระ เข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังไม่ครอบคลุมหลักสูตรที่เป็นปัจจุบัน ขาดความเข้าใจหลักการเรียนรู้และการใช้วิธีการเรียนรู้อย่างหลากหลายซึ่งมีผลทำให้การส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ การแก้ปัญหา และพัฒนาทักษะปฏิบัติไม่มีประสิทธิภาพ รวมถึงไม่สามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่จูงใจให้ผู้เรียนสนใจและเกิดแรงบันดาลใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กระบวนการสอนของครูไม่สามารถนำนักเรียนไปถึงเป้าหมายแห่งความสำเร็จของการแข่งขันทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับนานาชาติได้ ผลจากการประเมินชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการปฏิรูปการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยพัฒนาครูให้มีความรู้ความเข้าใจกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (อัญชลี สิรินทร์วราวงศ์ 2543) ปัจจัยส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวคือ การที่ครูวิทยาศาสตร์ยังขาดสมรรถภาพในการทำงาน สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งเป็นองค์กรหลักระดับประเทศที่มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงได้ร่วมมือกับกระทรวงศึกษาธิการ และทบวงมหาวิทยาลัย (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา - สกอ. ในปัจจุบัน) ร่วมกันดำเนินโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ระยะที่ 1 (พ.ศ. 2539-2547) ขึ้น เพื่อผลิตครูที่มีคุณธรรมและจริยธรรม มีจิตวิญญาณความเป็นครูและเป็นครูมืออาชีพ มีความรู้ความสามารถและเชี่ยวชาญในการจัดการเรียนรู้ทางการศึกษาคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์ หรือคอมพิวเตอร์ มีความสามารถใช้ภาษาต่างประเทศเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้และถ่ายทอดความรู้ เป็นครูนักวิจัยที่สามารถพัฒนาความรู้ในศาสตร์ที่เชี่ยวชาญหรือพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษาโดยใช้กระบวนการวิจัย เป็นครูนักคิดอย่างเป็นระบบ สามารถคิดสร้างสรรค์ คิดวิจารณญาณ คิดแก้ปัญหาและสามารถตัดสินใจ เป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลงการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ยุคใหม่ และมีการจัดการเรียนการสอนสอดคล้องกับมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยให้ทุนผู้ที่สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เข้าศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ในคณะวิทยาศาสตร์ แล้วศึกษาต่อหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู (ป.บัณฑิต) ในคณะศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์ ซึ่งในปัจจุบันโครงการดังกล่าวอยู่ในระยะที่ 3 (พ.ศ. 2556-2561) (ระบบสารสนเทศจัดการทุน สควค. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) โดยเมื่อสำเร็จการศึกษาแล้วผู้ที่ได้รับทุนจากโครงการดังกล่าวจะได้เข้ารับราชการครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กระทรวงศึกษาธิการ โดยไม่ต้องเข้ารับการสอบบรรจุ(พรพรรณ ไวทยางกูร และคณะ 2558) จากประกาศคุรุสภา เรื่องการรับรองปริญญาและประกาศนียบัตรทางการศึกษาเพื่อการประกอบวิชาชีพ (2549) ที่ว่าครูวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการรับรองจากคุรุสภาเป็นครูที่จบหลักสูตรปริญญาตรีทางการศึกษา (หลักสูตร 5 ปี) ซึ่งต่างจากครูวิทยาศาสตร์ที่มาจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

จากประเด็นดังกล่าวข้างต้นจะเห็นว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการผลิตและพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ให้มีสมรรถภาพเป็นไปอย่างมีมาตรฐานและทัดเทียมกับนานาประเทศอย่างเป็นปัจจุบัน เช่นการวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ที่ต้องมีสมรรถภาพในการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) และมีความสามารถในการสอนทักษะในศตวรรษที่ 21 ให้กับผู้เรียน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยในครั้งนี้จะทำให้ได้สารสนเทศเพื่อใช้ในการสร้างเครื่องมือวัด โดยสามารถนำสารสนเทศดังกล่าวไปวางแผนผลิตและพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ ให้เป็นบุคลากรที่มีคุณภาพและมีมาตรฐาน สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีศักยภาพตามความมุ่งหมายของการจัดการศึกษาแห่งชาติได้ต่อไป

คำถามในการวิจัย

1. สมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ควรประกอบไปด้วยองค์ประกอบใดบ้าง

2. แบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นมีคุณภาพหรือไม่อย่างไร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบและพัฒนาตัวชี้วัดในการวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา

2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้มีขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ ครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาในโรงเรียนที่ตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยสังเคราะห์แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพครู สมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และจากสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

สมรรถภาพ หมายถึง คุณลักษณะภายในของบุคคลที่ประกอบไปด้วยความรู้ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทำงาน ทักษะระหว่างบุคคล เจตคติที่มีอยู่ในตัวบุคคล การเป็นผู้นำ ความมีส่วนร่วมในการทำงาน การประกอบอาชีพ การจัดการตนเอง และการจัดการระบบการทำงานซึ่งสัมพันธ์กับผลการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพ สามารถปฏิบัติงานได้อย่างโดดเด่นและบรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ของงานได้

สมรรถภาพครู หมายถึง ความสามารถด้านความรู้ ความคิด ทักษะ และเจตคติที่ต้องมีในการปฏิบัติงาน โดยสามารถนำเอาวิธีการไปประยุกต์ใช้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญา

ครูวิทยาศาสตร์ หมายถึง ครูที่ทำหน้าที่สอนผู้เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา หรือวิชาอื่นๆ ที่อยู่ในความรับผิดชอบของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ทักษะ ความสามารถ และคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ซึ่งส่งผลให้การเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นไปอย่างมีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

ตัวชี้วัดสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ หมายถึง ตัวแปรหรือค่าที่สังเกตได้ซึ่งแสดงสารสนเทศที่สำคัญเกี่ยวกับสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัดสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ หมายถึง ตัวแปรหรือค่าที่สังเกตได้ซึ่งแสดงสารสนเทศที่สำคัญเกี่ยวกับสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์

สมรรถภาพด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน หมายถึง ทักษะ ความรู้ ความสามารถในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เหมาะกับภูมิหลังของครอบครัว และชุมชนของผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สมรรถภาพด้านความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) หมายถึง ทักษะ ความรู้ ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์อย่างน้อย 2 วิชาซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน

สมรรถภาพด้านการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 หมายถึง ทักษะ ความรู้ ความสามารถในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 หมายถึง ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะสารสนเทศ สื่อ เทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ

สมรรถภาพด้านการสื่อสารและการใช้ภาษา หมายถึง ทักษะ ความรู้ ความสามารถในการฟัง พูด อ่าน เขียน อธิบาย และการตั้งคำถามทั้งในภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ

สมรรถภาพด้านบุคลิกลักษณะความเป็นครู หมายถึง ทักษะ ความรู้ ความสามารถในการปฏิบัติตนทั่วไปของการเป็นครูที่ดี และเป็นตัวอย่างที่ดีแก่ผู้เรียน

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้องค์ประกอบและตัวชี้วัดในการวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ที่วิเคราะห์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพครู สมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์ และจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิ

2. หน่วยงานทางการศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชนสามารถนำผลการวิจัยไปเป็นแนวทางในการวางแผนกลยุทธ์ และกำหนดนโยบายเพื่อส่งเสริมสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาสาระสำคัญจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้วิจัยจะนำเสนอเนื้อหาสาระทั้งหมด 3 ตอน โดยในแต่ละตอนมีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับประเด็นต่างๆ ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์องค์ประกอบ
ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับตัวชี้วัดและการพัฒนาตัวชี้วัด
ตอนที่ 3 ความหมายของสมรรถภาพ สมรรถภาพครูและสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์
    3.1 ความหมายของสมรรถภาพ
    3.2 ความหมายของสมรรถภาพครูและสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์
ตอนที่ 4 มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์
ตอนที่ 5 การทดสอบวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศและระดับนานาชาติ
ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์องค์ประกอบ

การวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นวิธีการที่ซับซ้อนและเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์จนได้รับการยกย่องว่าเป็นราชินีของการวิเคราะห์สถิติทั้งปวง (Kerlinger, 1973 อ้างถึงในนงลักษณ์ วิรัชชัย (2542) นักวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ต้องการศึกษาคุณลักษณะภายในของบุคคลซึ่งเป็นตัวแปรแฝงที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง จึงต้องศึกษาจากพฤติกรรมการแสดงออกด้วยการวัด การสังเกตพฤติกรรมเหล่านั้นแทน โดยนักวิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่สังเกตได้มาเป็นตัวแปรสังเกตได้หลายตัว และใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้กับตัวแปรแฝง โดยการรวมกลุ่มตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันอยู่กลุ่มเดียวกันหรือเป็นองค์ประกอบเดียวกัน จะได้เป็นองค์ประกอบที่เป็นคุณลักษณะภายในที่นักวิจัยต้องการศึกษานั่นเอง

การวิเคราะห์องค์ประกอบมีข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญ 3 ข้อ คือ

1) ข้อตกลงเบื้องต้นว่าด้วยความสัมพันธ์เชิงสาเหตุขององค์ประกอบ โดยตามข้อตกลงเบื้องต้นตัวแปรสังเกตได้แต่ละตัวมีความแปรผันเนื่องจากองค์ประกอบร่วม (Common factor = F) และองค์ประกอบเฉพาะ (Unique factor = U) กล่าวคือ ความแปรปรวนในตัวแปรสังเกตได้เป็นผลมาจากตัวแปรสาเหตุ คือ องค์ประกอบร่วม และองค์ประกอบเฉพาะ เมื่อตัวแปรเหล่านี้มีองค์ประกอบร่วมเป็นตัวเดียวกันจะทำให้ตัวแปรสังเกตได้มีความสัมพันธ์กัน เมื่อพิจารณาค่าตัวแปรสังเกตได้แต่ละตัวที่วัดในรูปแบบคะแนนมาตรฐาน (Standard score) จะเป็นโมเดลสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบในรูปสมการ ดังนี้

$$Z = (a1)(F1) + (a2)(F2). \ . \ . + U = \sum aF + U$$

ตัวแปร Z คือ ผลบวกเชิงเส้นขององค์ประกอบร่วม F1, F2, ... และองค์ประกอบเฉพาะ U โดยมี a1, a2, ... เป็นน้ำหนัก (Weight) ขององค์ประกอบร่วมแต่ละองค์ประกอบ เรียก น้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading)

2) ข้อตกลงเบื้อต้นว่าด้วยความเป็นอิสระระหว่างองค์ประกอบ คือองค์ประกอบร่วมและองค์ประกอบเฉพาะของตัวแปรสังเกตได้แต่ละตัวเป็นอิสระต่อกัน หรือมีความแปรปรวนร่วมกันเป็นศูนย์

3) ข้อตกลงเบื้องต้นว่าด้วยคุณสมบัติด้านการบวกของความแปรปรวนขององค์ประกอบ ตามข้อตกลงจะวิเคราะห์ความแปรปรวนในตัวแปรสังเกตได้เป็นผลบวกความแปรปรวนขององค์ประกอบเฉพาะ และความแปรปรวนขององค์ประกอบร่วม นั่นคือ เมื่อมีตัวแปรสังเกตได้ในรูปคะแนนมาตรฐานมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์และความแปรปรวนเป็นหนึ่ง จากโมเดลสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบนำสมการมายกกำลังสอง และหาผลรวมจะได้ความแปรปรวนของตัวแปร Z ซึ่งมีค่าเท่ากับหนึ่ง มีค่าเท่ากับผลบวกความแปรปรวนจากแหล่งต่าง ๆ ดังนี้ (เทอมความแปรปรวนทุกตัวเป็นศูนย์ตามข้อ 2)

$$V(Z) = 1 = (a1)^2 V(F1) + (a2)^2 V(F2) + \ldots + V(U)$$

เนื่องจากองค์ประกอบ F1, F2 ... อยู่ในรูปคะแนนมาตรฐานด้วย ดังนั้นค่าความแปรปรวนจึงเป็นหนึ่ง ส่วนความแปรปรวนขององค์ประกอบเฉพาะประกอบด้วยส่วนที่เป็นความแปรปรวนเนื่องจากลักษณะวัด (หรือความคลาดเคลื่อนในการวัด) แทนด้วย e^2 และส่วนที่เป็นความแปรปรวนเนื่องจากลักษณะเฉพาะของตัวแปร จะแทนด้วย p^2 ดังนั้นจะได้สมการแสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปร Z ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

$$1 = [(a1)^2 + (a2)^2 + ...] + p^2 + e^2$$
$$= [h]^2 + p^2 + e^2$$

จากสมการจะเห็นว่าความแปรปรวนในตัวแปรจะแยกออกเป็น 3 ส่วน ซึ่งค่าความเที่ยงของตัวแปรสามารถวัดได้จากอัตราส่วนระหว่าง ($h^2 + p^2$) กับความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปร ส่วนค่าความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของตัวแปร คือ อัตราส่วนระหว่าง (h^2) กับความแปรปรวนตัวแปรร่วมของตัวแปรส่วนที่เป็นองค์ประกอบร่วมกับตัวแปรที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการวัด

ในการวิเคราะห์องค์ประกอบ h^2 เรียก ค่าการร่วม (Communality) ของตัวแปร ซึ่งค่าการร่วมของตัวแปรใดหมายถึง ปริมาณความแปรปรวนของตัวแปรนั้นที่สามารถอธิบายได้ด้วยองค์ประกอบนั่นเอง เมื่อเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนจริงในตัวแปรกับค่าการร่วม จะเห็นว่าถ้าค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบเฉพาะเป็นศูนย์แล้ว ค่าการร่วมจะเท่ากับค่าความแปรปรวนของคะแนนจริง จึงสรุปได้ว่าค่าการร่วมของตัวแปรจะมีค่าสูงสุดไม่เกิดค่าความเที่ยงของตัวแปรนั้น

ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบไม่ได้มีตัวแปรสังเกตเพียงตัวเดียวแต่มีได้หลายตัว ดังนั้นจึงสามารถแสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรแต่ละตัวเท่ากับจำนวนตัวแปร เมื่อนำค่า $(a1)^2$ จากทุกสมการมารวมกัน จะได้สัดส่วนความแปรปรวนในองค์ประกอบร่วม F1 ที่อธิบายได้ด้วยตัวแปรสังเกตได้ทุกตัว ค่าความแปรปรวนนี้เรียกว่า ค่าไอเกน หรือค่าเจาะจง (Eigen value) ของคะแนนองค์ประกอบ F1 (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542)

จุดมุ่งหมายในการวิเคราะห์องค์ประกอบนั้น ถ้าจำแนกตามโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบจะพบว่ามีวัตถุประสงค์ใหญ่ๆ อยู่ 2 ประการ คือ ประการแรกเพื่อศึกษาว่าตัวประกอบร่วมที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างตัวแปรต่างๆ นั้นมีตัวประกอบร่วมใดบ้าง โดยที่จำนวนตัวประกอบร่วมที่หาได้จะมีจำนวนน้อยกว่าจำนวนตัวแปรนั้น ซึ่งโมเดลนี้เรียกว่า Exploration Factor Analysis Model และประการที่สองเพื่อต้องการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับโครงสร้างขององค์ประกอบว่าแต่ละองค์ประกอบนั้นประกอบด้วยตัวแปรใดบ้าง แต่ตัวแปรแต่ละตัวควรมีน้ำหนักหรืออัตราความสัมพันธ์กับตัวประกอบมากน้อยเพียงใด ตรงตามที่คาดคะเนไว้หรือไม่ หรือสรุปได้ว่าเพื่อต้องการทดสอบว่าองค์ประกอบแบบที่นักวิจัยสร้างขึ้นตรงกับโมเดลหรือตรงกับทฤษฎีที่มีอยู่หรือไม่ โมเดลนี้เรียกว่า Confirmatory Factor Analysis Model (สำราญ มีแจ้ง 2544) ซึ่งมีรายละเอียดแต่ละโมเดล ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploration Factor Analysis หรือ EFA)

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อสำรวจและระบุองค์ประกอบร่วมที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทำให้นักวิจัยลดจำนวนตัวแปรสังเกตได้ลง โดยการสร้างตัวแปรใหม่ในรูปขององค์ประกอบร่วม (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจจะใช้ในการสำรวจข้อมูล กำหนดองค์ประกอบอธิบายความแปรปรวนระหว่างตัวแปร เมื่อผู้วิจัยไม่มีหลักฐานอ้างอิงเพียงพอสำหรับเป็นกรอบของสมมติฐานเกี่ยวกับจำนวนขององค์ประกอบภายใต้ข้อมูลที่วัดได้ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจสามารถใช้ในการตอบคำถามที่เกี่ยวกับความตรงเชิงโครงสร้าง เช่นแบบทดสอบที่นำไปใช้สอบเก็บคะแนนมาสามารถวัดอะไรได้บ้าง (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ 2541)

ขั้นตอนในการวิเคราะห์องค์ประกอบอาจแบ่งได้คร่าวๆ ทั้งหมด 5 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การเตรียมเมตริกสหสัมพันธ์ (Correlation Matrix) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ใช้ในการคำนวณเมตริกสหสัมพันธ์นั้นขึ้นอยู่กับปัญหาวิจัย เมตริกส่วนใหญ่ที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบ คือ เมตริกสหสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์โปรดักโมเมนต์(Product-moment correlation coefficient) การวิเคราะห์องค์ประกอบขึ้นอยู่กับการกำหนดเป้าหมายของความสัมพันธ์ที่ต้องการศึกษา โดยถ้าต้องการศึกษาความสัมพันธ์ของหน่วยตัวอย่างแต่ละคู่ จำนวนหน่วยของคะแนนที่นำมาหาค่าสหสัมพันธ์ คือ คุณลักษณะของหน่วยตัวอย่างแต่ละคน ใช้เมตริกสหสัมพันธ์แบบอาร์ (R-Type) เพื่อศึกษาตัวแปรแฝงที่แสดงออกมาเป็นตัวแปรสังเกตได้ หรือถ้าต้องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละคู่ จำนวนหน่วยคะแนนที่นำมาหาค่าสหสัมพันธ์แต่ละคู่คือจำนวนหน่วยตัวอย่าง ใช้เมตริกสหสัมพันธ์แบบอาร์ (R-Type)

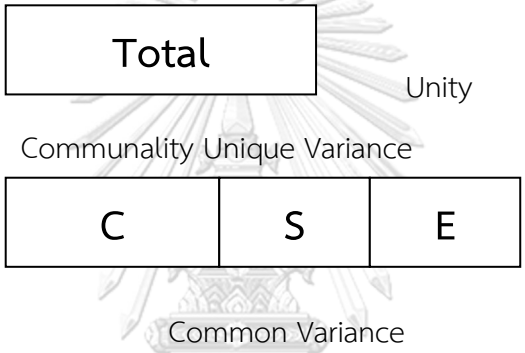
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) การสกัดองค์ประกอบขั้นต้น (Extraction of the Initial Factor) เป็นการลดจำนวนข้อมูลด้วยการได้โครงสร้างของตัวแปรใหม่ที่มีความสัมพันธ์กันเป็นองค์ประกอบ มีเป้าหมายในการแยกองค์ประกอบร่วมให้มีจำนวนองค์ประกอบน้อยที่สุดที่สามารถนำค่าน้ำหนักองค์ประกอบไปคำนวณเมตริกสหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้อันเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ วิธีการสกัดองค์ประกอบขึ้นอยู่กับแบบจำลองการวิเคราะห์องค์ประกอบ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบจำลองที่ว่าด้วยตัวประกอบหลัก (Component factor model) และแบบจำลองที่ว่าด้วยตัวประกอบร่วม (Common factor model)

2.1 แบบจำลองที่ว่าด้วยตัวประกอบหลัก (Component factor model) เป็นแบบจำลองที่เน้นเรื่องมิติที่ครอบคลุมความแปรปรวนของตัวแปรทั้งหมด เป็นความพยายามสกัดตัวประกอบจากความแปรปรวนของตัวแปรที่มีอยู่โดยไม่คำนึงถึงส่วนของความแปรปรวนร่วมหรือความแปรปรวนเฉพาะ และความแปรปรวนคลาดเคลื่อน วิธีที่ใช้สกัดตัวประกอบประเภทนี้ ได้แก่ Principle component analysis PC PA_1

2.2 แบบจำลองที่ว่าด้วยตัวประกอบร่วม (Common factor model) โดยโมเดลนี้กำหนดให้แบ่งตัวแปรออกเป็น 2 ส่วนย่อย คือ ส่วนที่ร่วมกับตัวแปรอื่น และส่วนเฉพาะของตัวเอง ซึ่งแสดงดังภาพ

ภาพที่ 1 แบบจำลองตัวประกอบร่วม



จะเห็นว่าความแปรปรวนทั้งหมด (total variance) ของตัวแปร แต่ละตัวนั้นอาจถูกแบ่งออกเป็น ความแปรปรวนที่ร่วมกับตัวแปรอื่น (common variance) เขียนเป็นสมการเส้นตรงได้ ดังนี้

$T = C + U$

โดยที่ T แทน ความแปรปรวนทั้งหมด

C แทน ความแปรปรวนที่ร่วมกับตัวแปรอื่น

U แทน ความแปรปรวนพิเศษ หรือความแปรปรวนที่เหลือ

สำหรับความแปรปรวนพิเศษ หรือความแปรปรวนที่เหลือสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ความแปรปรวนเฉพาะตัว (specific variance) กับความแปรปรวนที่มาจากความคลาดเคลื่อน (error variance) ซึ่งเขียนเป็นสมการเส้นตรงได้ ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

$$U = S + E$$

โดยที่ U แทน ความแปรปรวนพิเศษ หรือความแปรปรวนที่เหลือ

S แทน ความแปรปรวนเฉพาะตัว

E แทน ความแปรปรวนที่มาจากความคลาดเคลื่อน

ซึ่งวิธีการที่ใช้สกัดตัวประกอบประเภทนี้ ได้แก่

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบแกนมุขสำคัญ (Principal axis factoring : PAF หรือ PA_2)

2. วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least squares method)

3. วิธีไลด์ลิฮู้ดสูงสุด (Maximum likelihood method)

4. วิธีการวิเคราะห์ภาพพจน์ หรือการวิเคราะห์แบบเงา (Image analysis)

5. การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบแอลฟา (Alpha factor analysis)

ความแตกต่างของแบบจำลองทั้งสองในการวิเคราะห์ตัวประกอบ (อุทุมพร จามรมาน, 2532)

1. ในแบบจำลองที่ว่าด้วยองค์ประกอบร่วม ผู้วิจัยต้องตั้งข้อตกลงเบื้อต้นเกี่ยวกับค่าร่วมกัน (commonality : h^2) แต่ไม่จำเป็นในแบบจำลองที่ว่าด้วยตัวประกอบหลัก

2. การวิเคราะห์ตัวประกอบซึ่งเริ่มเมตริกสหสัมพันธ์ (Correlation matrix) ค่าในแนวทแยงของแบบจำลองที่ว่าด้วยตัวประกอบร่วมจะต้องประมาณค่าร่วมกันก่อน แต่ในแบบจำลองที่ว่าด้วยตัวประกอบหลักจะใส่ค่า 1.00 ไว้ในแนวทแยงของเมตริกสหสัมพันธ์แทน

3. แบบจำลองทั้งสองจะเหมือนกันในกรณีที่ส่วนเฉพาะ (specific part) ของตัวแปรมีค่าเป็น 0 นั่นคือ ตัวแปรจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนที่ร่วมกันกับส่วนที่คลาดเคลื่อนเท่านั้น

4. แบบจำลองที่ว่าด้วยตัวประกอบร่วม จำนวนตัวแปรจะเท่ากับจำนวนตัวประกอบที่สามารถอธิบายได้ว่า ตัวประกอบจะอธิบายความแปรปรวนของตัวแปร Z_j ได้ทั้งหมด ตัวประกอบในแบบจำลองตัวประกอบร่วมอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ซึ่งจำนวนตัวประกอบจะน้อยกว่าตัวแปรมาก เมื่อสกัดองค์ประกอบแล้วจะได้ผลของการจัดรวมกลุ่มตัวแปรเป็นองค์ประกอบต่างๆ แต่ผลของการสกัดองค์ประกอบที่ได้ยังมีลักษณะการจัดรวมกลุ่มเป็นองค์ประกอบที่ยังซับซ้อนและตีความได้ยาก จึงมีการจัดรวมกลุ่มตัวแปรให้ดูง่ายขึ้น และมีความหมายมากขึ้นโดยใช้เทคนิคการหมุนแกน

3. วิธีการหมุนแกน (Method of Rotation) การหมุนแกนจะทำให้ตัวแปรบางตัวที่เป็นสมาชิกหลายองค์ประกอบกลายเป็นสมาชิกในองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จะพิจารณาจากน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading) การหมุนแกนใช้หลักการหมุนแกนอ้าง (Reference axes) ซึ่งเป็นแกนองค์ประกอบให้แกนอ้างอิงผ่านจุดพิกัดของตัวแปรให้มากที่สุดเพื่อให้ได้องค์ประกอบที่มีโครงสร้างง่าย (Simple structure) ไม่ซับซ้อน ซึ่งการหมุนแกนอ้างอิงทำได้ 3 วิธี

3.1 การหมุนแกนโดยใช้กราฟ (Graphic Rotation) มีวิธีการหมุนแกน 2 แบบ คือ แบบตั้งฉาก (Orthogonal Rotation) และแบบมุมแหลม (Oblique Rotation) การหมุนแกนแบบตั้งฉาก คือ แกนอ้างอิงขององค์ประกอบก่อนมีการหมุนแกนที่เป็นลักษณะตั้งฉากกัน ซึ่งแสดงว่าองค์ประกอบทั้งสองเป็นอิสระต่อกัน การหมุนแกนแบบตั้งฉากหรือการหมุนแกนอ้างอิงทั้งสองไปพร้อมๆ กันโดยแกนทั้งสองยังคงตั้งฉากกันเหมือนเดิม ส่วนการหมุนแกนแบบมุมแหลมนั้นนักวิจัยอาจเลื่อนหมุนแกนทั้งสองด้วยมุมที่ต่างกัน ผลจากการหมุนแกนแบบตั้งฉาก จะทำให้องค์ประกอบทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กัน ส่วนการหมุนแกนแบบมุมแหลมจะทำให้องค์ประกอบทั้งสองมีความสัมพันธ์กัน และสัมประสิทธิ์ในเมตริกแบบแผนจะไม่ตรงกับเมตริกโครงสร้าง

3.2 การหมุนแกนโดยใช้การวิเคราะห์ (Analytical Rotation) ซึ่งมีหลักการ คือ นำหลักการของ Thurstone มาสร้างเกณฑ์เพื่อปรับค่าสัมประสิทธิ์ในเมตริกองค์ประกอบให้ตีความได้ง่ายขึ้น โดยใช้หลักที่ว่าองค์ประกอบจะมีโครงสร้างง่ายเมื่อพิกัดของตัวแปรอยู่บนแกนอ้างอิงเดียว หมายถึง สมาชิกแต่ละแถวของเมตริกองค์ประกอบควรมีค่าสูงเฉพาะในองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งเท่านั้น ส่วนองค์ประกอบที่เหลือควรมีค่าต่ำ ถ้ากำลังสองของน้ำหนักเฉพาะองค์ประกอบหนึ่งมีค่าเท่ากับค่าการร่วมของตัวแปรนั้น หมายความว่าตัวแปรนั้นวัดได้องค์ประกอบเดียว จะทำให้ตีความหมายของตัวแปรนั้นได้ง่ายขึ้น วิธีนี้เป็นการหมุนแกนเชิงวิเคราะห์ให้กำลังสองของน้ำหนักองค์ประกอบแต่ละแถวมีค่าสูงสุด ทำให้ได้องค์ประกอบเฉพาะส่งผลให้ตีความหมายจากองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบได้ง่าย ซึ่งนำไปสู่การหมุนแกนเชิงวิเคราะห์แบบต่างๆ ซึ่งแยกเป็น 2 แบบ คือ

3.2.1 การหมุนแกนแบบตั้งฉาก (Orthogonal Rotation) ซึ่งมีวิธีย่อยแบ่งตามเกณฑ์ที่ใช้และหาได้ทั่วไปในโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows ได้ดังนี้

ก. การหมุนแกนแบบควอติแมกซ์ (Quartimax Rotation) การหมุนแกนแบบนี้ทำให้ได้องค์ประกอบทั่วไป เนื่องจากเป็นวิธีการหมุนแกนโดยให้กำลังสองของน้ำหนักองค์ประกอบแต่ละแถวในเมตริกองค์ประกอบมีค่าสูงสุด ส่งผลให้องค์ประกอบที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมีค่าสูงบางตัวแปรและมีค่ากลาง ต่ำในบางตัวแปร

ข. การหมุนแกนแบบแวร์ริแมกซ์ (Varimax Rotation) การหมุนแกนแบบนี้ทำให้ได้องค์ประกอบเฉพาะ ส่งผลให้มีการแปลความหมายองค์ประกอบได้สะดวกขึ้น เนื่องจากการหมุนแกน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบนี้เป็นวิธีการหมุนแกนโดยให้กำลังสองของน้ำหนักองค์ประกอบแต่ละสดมภ์ (Column) ในเมตริกองค์ประกอบมีค่าสูงสุด

ค. การหมุนแกนแบบอีควอแมกซ์ (Equamax Rotation) การหมุนแกนแบบนี้จะได้องค์ประกอบที่มีลักษณะกลางๆ เนื่องจากเป็นวิธีที่เกิดจากการผสมระหว่างวิธีควอติแมกซ์และวิธีแวร์ริแมกซ์

3.2.2 การหมุนแกนแบบควอร์ติมิน (Quartimin Rotation) แบ่งเป็นวิธีย่อยตามเกณฑ์ที่ใช้และหาได้ทั่วไปในโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows ได้ดังนี้

ก. การหมุนแกนแบบควอร์ติมิน (Quartimin Rotation) ใช้หลักการเดียวกับการหมุนแกนแบบควอติแมกซ์ แต่ยอมให้องค์ประกอบมีความสัมพันธ์กัน ผลที่ได้จะได้องค์ประกอบที่เป็นองค์ประกอบทั่วไป

ข. การหมุนแกนแบบโคแวร์ริมิน (Covarimin Rotation) ใช้หลักการเดียวกับการหมุนแกนแบบแวร์ริแมกซ์ แต่ยอมให้องค์ประกอบมีความสัมพันธ์กัน ผลที่ได้จะได้องค์ประกอบเฉพาะ

ค. การหมุนแกนแบบอ๊อบลิมิน (Oblimin Rotation) เป็นวิธีผสมผสานระหว่างวิธีควอร์ติมินและโคแวร์ริมินทำให้ผลการวิเคราะห์ดีขึ้น มีหลักการคือใช้การทำให้ค่าความแปรปรวนร่วมของกำลังสองของสัมประสิทธิ์ ที่เป็นภาพฉายน้ำหนักองค์ประกอบบนแกนอ้างอิงมีค่าน้อยที่สุด

3.3 การหมุนแกนเข้าสู่เมตริกเป้าหมาย (Rotation to a Target Matrix) ทำได้ด้วยการกำหนดเมตริกน้ำหนักองค์ประกอบเป็นเมตริกเป้าหมาย แล้วหมุนแกนแบบตั้งฉากหรือแบบแหลมก็ได้จนได้เมตริกองค์ประกอบที่มีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับเมตริกเป้าหมาย จากนั้นใช้เกณฑ์กำลังสองน้อยที่สุดเป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนระหว่างเมตริกทั้งสอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลักการหมุนแกนที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ได้องค์ประกอบที่มีโครงสร้างง่ายกว่าองค์ประกอบก่อนการหมุนแกน ผลจากการหมุนแกนไม่ทำให้ค่าการร่วม ค่าไอเกนและปริมาณความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบเปลี่ยนแปลง แต่มีผลทำให้สัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบในเมตริกองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบเปลี่ยนแปลง การใช้วิธีการหมุนแกนที่แตกต่างกันจะให้ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยควรเลือกวิธีการวิเคราะห์ที่ให้ผลสอดคล้องกับทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย

4. การสร้างตัวแปรหรือสเกลองค์ประกอบ

เมื่อหมุนแกนและได้เมตริกองค์ประกอบจากการวิเคราะห์องค์ประกอบแล้ว สิ่งต่อมาที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ การสร้างตัวแปรองค์ประกอบ (Composite variable) หรือสเกลองค์ประกอบ (Factor scale) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 การสร้างตัวแปรประกอบ (Component Variables) ตัวแปรประกอบเป็นผลบวกเชิงเส้นของตัวแปรสังเกตได้ ดังนั้นการสร้างตัวแปรประกอบจึงสร้างจากผลบวกเชิงเส้นของตัวแปรสังเกตได้ ดังสมการ

$$F = (W1)(Z1) + (W2)(Z2) + \ldots + (Wn)(Zn)$$

ในที่นี้ n คือจำนวนตัวแปรสังเกตได้ และ W1, W2, ... , Wn คือสัมประสิทธิ์คะแนนตัวประกอบ (Component score coefficients) ซึ่งเป็นฟังก์ชันของน้ำหนักองค์ประกอบในเมตริกองค์ประกอบ โดยโปรแกรม SPSS จะให้สัมประสิทธิ์คะแนนตัวประกอบในเมตริกชื่อ เมตริกสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบ (Factor score coefficient matrix)

4.2 การสร้างสเกลองค์ประกอบ (Factor scales) เนื่องจากองค์ประกอบร่วมมีส่วนที่กำหนดไม่ได้ ในการวิจัยมีความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง และสเกลองค์ประกอบที่สร้างขึ้นจะแตกต่างจากองค์ประกอบร่วมที่ควรจะเป็นตามทฤษฎี ดังนั้นการสร้างสเกลองค์ประกอบต้องมีเกณฑ์ในการสร้างให้สเกลองค์ประกอบใกล้เคียงกับองค์ประกอบร่วมมากที่สุด ซึ่งมีวิธีการสร้าง ดังนี้

4.2.1 วิธีการสร้างตามหลักการถดถอย เป็นวิธีการสร้างโดยให้ความสัมพันธ์ระหว่างสเกลองค์ประกอบที่สร้างขึ้นกับองค์ประกอบร่วมตามทฤษฎีที่ค่าสูงสุด

4.2.2 วิธีการสร้างตามหลักกำลังสองน้อยที่สุด เป็นวิธีการสร้างโดยให้ผลรวมกำลังสองของผลต่างระหว่างตัวแปรสังเกตได้ และส่วนที่เป็นองค์ประกอบร่วมคำนวณจากสเกลองค์ประกอบที่มีค่าน้อยที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.3 วิธีการสร้างตามเกณฑ์ของ Bartlett วิธีนี้นำความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่างมาพิจารณาด้วย ในการสร้างสเกลองค์ประกอบตัวแปรที่มีความคลาดเคลื่อนมากจะถูกถ่วงน้ำหนักด้วยค่าน้อยกว่าตัวแปรที่มีความคลาดเคลื่อนน้อย

4.2.4 วิธีการสร้างตามวิธีของ Anderson และ Rubin เป็นวิธีที่พัฒนาวิธีการของ Bartlett ให้ดีขึ้นด้วยการสร้างสเกลองค์ประกอบตามวิธีการของ Bartlett ภายใต้ข้อกำหนดว่า สเกลองค์ประกอบต้องเป็นอิสระต่อกัน การสร้างสเกลโดยใช้องค์ประกอบพื้นฐาน (Factor-Based scales) โยที่ในการวิจัยมีความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง ทำให้ผู้วิจัยหลายคนเชื่อว่าการสร้างสเกลองค์ประกอบมาจากสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบนั้นควรเลือกมาเฉพาะบางตัวแปร โดย Kim

และ Mueller (1978) อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย (2537) เสนอว่าควรใช้ตัวแปรที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเกิน 0.30 เท่านั้น

ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์องค์ประกอบจะให้ข้อมูลที่หลากหลาย จะช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับจำนวนองค์ประกอบเพื่อเก็บไว้ใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป กฎที่ดีที่สุดสำหรับการกำหนดจำนวนองค์ประกอบคือ “Eigenvalue > 1” ค่า Eigenvalue เป็นค่าที่บอกถึงความสามารถขององค์ประกอบว่าจะอธิบายความแปรปรวนของกลุ่มตัวแปรได้มากน้อยเพียงใด โดยปกติถ้าอธิบายความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างได้น้อยกว่า 1 ก็จะไม่มีประโยชน์ที่จะนำองค์ประกอบนั้นมาใช้ หากตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์มีจำนวนน้อย การวิเคราะห์อาจจะให้ผลแค่ 2-3 องค์ประกอบ แต่ผู้วิจัยสามารถกำหนดเกณฑ์อื่นๆ ในการเลือกจำนวนองค์ประกอบได้ ซึ่ง Eigenvalue > 1 นี้เป็นเกณฑ์ที่ถูกกำหนดไว้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทุกโปรแกรม

5. การตั้งชื่อองค์ประกอบ การตั้งชื่อองค์ประกอบจะกระทำหลังจากรู้ค่า Loading แล้ว ซึ่งในการตั้งชื่อแต่ละองค์ประกอบมีกฎในการตั้งชื่อ คือ ชื่อองค์ประกอบควรสั้น อาจมีเพียง 1-2 คำ และมีความหมายสอดคล้องกับโครงสร้างขององค์ประกอบ โดยพิจารณาจากความคล้ายคลึงกันระหว่างตัวแปรที่อยู่ในองค์ประกอบ ถ้าผู้วิจัยค้นคว้ามาตามโครงสร้างของทฤษฎีผู้วิจัยสามารถตั้งชื่อตามทฤษฎีที่ได้ค้นคว้ามาหรืออาจตั้งชื่อใหม่ที่สอดคล้องกับแนวความคิดของผู้วิจัยเองก็ได้

สำหรับการกำหนดน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบหรือตัวชี้วัดในการประเมินนั้นเป็นการให้ความสำคัญในแต่ละองค์ประกอบว่ามีมากน้อยเพียงใด องค์ประกอบใดควรพิจารณาเป็นอันดับแรก และองค์ประกอบใดควรพิจารณาเป็นอันดับรองลงมา ค่าน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบที่ต่างกันย่อมส่งผลให้ผลการประเมินต่างกันด้วย วิธีกำหนดน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรไม่มีเกณฑ์ตายตัวว่าควรใช้วิธีการใดจึงจะมีความเหมาะสมมากที่สุด ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของตัวแปรที่พัฒนาขึ้น โดยในการกำหนดน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรแต่ละตัวทำได้โดยให้น้ำหนักของตัวแปรเท่ากันทุกตัวหรือให้มีความแตกต่างกันในแต่ละตัว โดยมีวิธีการหลัก 3 วิธี คือ

5.1 วิธีการตัดสินโดยผู้เชี่ยวชาญ (Expert judgment) เป็นการพิจารณาลงความเห็นในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ โดยให้สมาชิกแต่ละคนเสนอค่าน้ำหนักของตัวแปรแล้วพิจารณาหาข้อยุติด้วยการหาค่าเฉลี่ย การอภิปรายลงความเห็น หรือใช้แบบสอบถามเพื่อตรวจสอบค่าร้อยละของผู้ตอบที่เห็นด้วยกับความสำคัญของตัวแปรนั้น นอกจากนี้ยังมีวิธีที่เป็นระบบมากขึ้น โดยการสัมภาษณ์หรือตอบแบบสอบถามความคิดเห็นจนได้คำตอบที่ชัดเจนแล้วนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้หาค่าน้ำหนักของตัวแปร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2 วิธีการวัดจากความพยายามของการได้มาของตัวแปร (Measure effort required) โดยพิจารณาจากเวลาที่ใช้ หรือค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับตัวแปร ถ้าตัวแปรใดมีการใช้เวลาหรือค่าใช้จ่ายสูง หรือใช้ความพยายามมากกว่า ตัวแปรนั้นควรมีน้ำหนักมากกว่า (หรือน้อยกว่า) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบริบทของสิ่งที่ต้องการศึกษา

5.3 วิธีการใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ (Empirical data) เป็นการใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้น้ำหนักของแต่ละตัวแปร โดยอาจใช้หลักการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ การวิเคราะห์องค์ประกอบ การวิเคราะห์จำแนก หรือการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล

ในทางปฏิบัติมักใช้ทฤษฎีควบคู่กับการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติวิธีการใช้ข้อมูลเชิงทฤษฎีให้ผู้เชี่ยวชาญตัดสิน ซึ่งอาจทำให้เกิดความลำเอียงได้ แต่เป็นวิธีการที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน และมีความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล ใช้ค่าใช้จ่ายน้อย ส่วนวิธีการใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์เป็นการใช้หลักการทางสถิติในการวิเคราะห์ อาจมีความยุ่งยากซับซ้อน ใช้ค่าใช้จ่ายสูง แต่ช่วยลดความลำเอียงของข้อมูล มีความเที่ยงและความตรงของข้อมูล โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นวิธีที่ดีที่สุด(จอมทัพ ขวัญราช 2548)

1.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis หรือ CFA)

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบทฤษฎีที่ใช้เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์องค์ประกอบ เพื่อสำรวจและระบุองค์ประกอบร่วมที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ และเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างตัวแปรใหม่ โดยวัตถุประสงค์ของการใช้ CFA มีทั้งหมด 3 ข้อ คือ เพื่อตรวจสอบทฤษฎีที่ใช้เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์องค์ประกอบ เพื่อสำรวจและระบุองค์ประกอบ และใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างตัวแปรใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันมีขั้นตอนคล้ายกับการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ คือ มีขั้นการเตรียมเมทริกซ์สหสัมพันธ์ การสกัดองค์ประกอบขั้นต้น การหมุนแกนและการสร้างสเกลองค์ประกอบ ในขั้นการเตรียมเมทริกซ์สหสัมพันธ์ หรือเตรียมข้อมูลวิเคราะห์ด้วย CFA นอกจากจะเตรียมแบบเดียวกับ EFA แล้ว นักวิจัยต้องกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดล และระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดลก่อนจะวิเคราะห์ข้อมูล ในขั้นการสกัดองค์ประกอบ และการหมุนแกนเป็นการทำงานของคอมพิวเตอร์ และในขั้นสุดท้าย คือ การสร้างสเกลองค์ประกอบนั้น เป็นแบบเดียวกับเทคนิค EFA ดังนั้นในการเสนอสาระการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค CFA นี้ ผู้วิจัยจึงขอเสนอสาระในส่วนที่แตกต่างกัน คือ เรื่องการกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดล และการระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดล

1. การกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดล CFA

เมื่อได้โมเดล CFA แล้วจึงนำโมเดลมากำหนดข้อมูลจำเพาะเพื่อใส่เป็นข้อมูลให้โปรแกรมลิสเรลทำงาน ข้อมูลจำเพาะที่นักวิจัยต้องกำหนดตามโมเดลมีดังนี้

ก. จำนวนองค์ประกอบร่วม

ข. ค่าของความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม ระหว่างองค์ประกอบร่วมหรือค่าของสมาชิกในเมทริกซ์ PH (เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างองค์ประกอบ K) ของโปรแกรมลิสเรล ถ้าต้องการองค์ประกอบที่เป็นอิสระต่อกันค่าของความแปรปรวนระหว่างองค์ประกอบนั้นต้องเป็นศูนย์ ถ้าต้องการองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กัน (มีการหมุนแกนแบบมุมแหลม) ผู้วิจัยต้องกำหนดค่าสมาชิกระหว่างองค์ประกอบคู่นั้นในเมทริกซ์ PH ให้เป็นพารามิเตอร์อิสระให้โปรแกรมลิสเรลประมาณค่า

ค. เส้นทางแสดงอิทธิพลระหว่างองค์ประกอบร่วม K และตัวแปรสังเกตได้ X หรือค่าของสมาชิกในเมทริกซ์ LX (เมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของ X บน K) ของโปรแกรมลิสเรล ถ้าผู้วิจัยมีโมเดล CFA กำหนดค่าตัวแปร X1, X2, X3 ได้รับอิทธิพลจากองค์ประกอบร่วม K สมาชิกที่แทนสัมประสิทธิ์การถดถอยของ K บน X1, X2, X3 ต้องกำหนดเป็นพารามิเตอร์อิสระ ส่วนตัวแปร X4, X5 ที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากองค์ประกอบร่วม K จะมีค่าพารามิเตอร์กำหนดเป็นศูนย์

ง. ค่าของความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างเทอมความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้ X หรือค่าของสมาชิกในเมทริกซ์ TD (เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างเทอมความคลาดเคลื่อน d ของตัวแปร X) ของโปรแกรมลิสเรล ถ้านักวิจัยมีโมเดล CFA กำหนดว่าตัวแปร X1 เป็นตัวแปรที่วัดโดยไม่มีความคลาดเคลื่อนนักวิจัยต้องกำหนดค่าความแปรปรวนของเทอมความคลาดเคลื่อนตัวแปร X1 ในเมทริกซ์ TD และความแปรปรวนร่วมของเทอมความคลาดเคลื่อนตัวแปร X1 กับเทอมความคลาดเคลื่อนทั้งหมดเป็นอิสระต่อกัน (ตามข้อตกลงเบื้องต้นที่ใช้ใน EFA) ผู้วิจัยต้องกำหนดพารามิเตอร์นอกแนวทแยงของเมทริกซ์ TD เป็นศูนย์ทั้งหมด แต่ในเทคนิค CFA ผู้วิจัยผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้นนี้ และยอมให้เทอมความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กันได้โดยกำหนดให้พารามิเตอร์ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนคู่นั้นเป็นพารามิเตอร์อิสระ การกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดล CFA จะช่วยลดจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่าให้น้อยลงทำให้โปรแกรมลิสเรลสามารถแก้สมการหาค่าตัวไม่ทราบค่า (unknown) ได้เป็นค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ต้องการได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. การระบุความเป็นได้ค่าเดียวของ CFA

สำหรับการวิเคราะห์โมเดล CFA และโมเดลลิสเรลทุกชนิด การระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดลมีความสำคัญต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดล เพราะการประมาณค่าพารามิเตอร์จะทำได้ต่อเมื่อโมเดลระบุความเป็นได้ค่าเดียวพอดี ซึ่งหมายความว่าการแก้สมการหาค่าตัวไม่ทราบค่าจะได้รากของสมการที่เป็นได้ค่าเดียว ถ้าผู้วิจัยประมาณค่าพารามิเตอร์โดยที่โมเดลระบุความเป็นได้ค่าเดียวไม่ได้จะได้รากของสมการที่ไม่มีความหมาย การระบุความเป็นได้ค่าเดียวนี้เป็นสิ่งจำเป็นทั้งในการวิเคราะห์ด้วย EFA และ CFA แต่ในการวิเคราะห์ EFA นักสถิติได้กำหนดเงื่อนไขบังคับตายตัวไว้ทำให้การวิเคราะห์ EFA มีลักษณะระบุความเป็นได้ค่าเดียวพอดี ส่วน CFA การกำหนดเงื่อนไขบังคับทำโดยนักวิจัยซึ่งกำหนดเงื่อนไขแตกต่างกันไปตามโมเดลของแต่ละคน จึงเป็นหน้าที่ของผู้วิจัยที่ต้องตรวจสอบเพื่อระบุความเป็นได้ค่าเดียว

การกำหนดเงื่อนไขบังคับ (conatraints) ในการวิเคราะห์ CFA ทำได้ 2 แบบ คือ การตั้งเงื่อนไขให้พารามิเตอร์เป็นพารามิเตอร์กำหนด และการตั้งเงื่อนไขให้พารามิเตอร์เท่ากัน วิธีการตรวจสอบว่าโมเดล CFA ระบุได้ค่าเดียวหรือไม่นั้นเป็นการตรวจสอบตามเงื่อนไข ดังนี้

2.1 เงื่อนไขจำเป็นของการระบุได้พอดี ซึ่งเงื่อนไขจำเป็นของการระบุได้พอดีของโมเดลลิสเรล คือ กฎที ซึ่งมีความว่า โมเดลลิสเรลระบุได้พอดีเมื่อจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่ามีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนสมาชิกในเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม Kim และ Mueller (1987 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) เสนอเงื่อนไขกำหนดในการตรวจสอบระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดล CFA ไว้ 2 แบบให้ผลเหมือนกัน แบบแรกคือ การตรวจจากค่าลำดับชั้น (r) ของเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่เป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ CFA เงื่อนไขจำเป็น คือ ค่าลำดับของเมทริกซ์สหสัมพันธ์ ซึ่งมีค่าการร่วมเป็นสมาชิกในแนวทแยงต้องเท่ากับจำนวนองค์ประกอบ แบบที่สองคือ การตรวจนับค่าองศาอิสระ (degrees of freedom) ในการทดสอบความกลมกลืนของโมเดล CFA กับข้อมูลเชิงประจักษ์ เงื่อนไขจำเป็น คือ องศาอิสระที่คำนวณตามสูตรต้องมีค่าเป็นบวก สูตรนี้คำนวณจากเงื่อนไขบังคับที่ต้องมี โดยที่เงื่อนไขบังคับเท่ากับจำนวนค่าสหสัมพันธ์ลบด้วยจำนวนพารามิเตอร์อิสระ ถ้าองค์ประกอบเป็นอิสระต่อกัน เมทริกซ์สหสัมพันธ์ PH จะมีค่าสหสัมพันธ์นอกแนวทแยงเป็นศูนย์ และในแนวทแยงเป็นหนึ่งทั้งหมด จำนวนพารามิเตอร์อิสระจะลดลง

2.2 เงื่อนไขพอเพียงของการระบุได้พอดี กฎที่ใช้เป็นเงื่อนไขพอเพียงในการตรวจระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดล ซึ่งนงลักษณ์ วิรัชชัย (2542) ได้เสนอกฎทั่ว ๆ ไปไว้ คือ ก) เมทริกซ์ PH

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ต้องเป็นเมทริกซ์สมมาตร และเป็นบวกแน่นอน ข) เมทริกซ์ TD ต้องเป็นเมทริกซ์แนวทแยง และ ค) เมทริกซ์ LX ต้องมีค่าลำดับชั้น (rank) เท่ากับจำนวนองค์ประกอบลบด้วยหนึ่ง

2.3 เงื่อนไขจำเป็นและพอเพียงของการระบุได้พอดี เงื่อนไขนี้ได้แก่การแสดงให้เห็นว่าการแก้สมการหาค่าตัวพารามิเตอร์อิสระที่ไม่ทราบค่าโดยวิธีพีชคณิตสามารถทำได้ การตรวจสอบตามเงื่อนไขนี้ทำได้ยาก อย่างไรก็ดี Joreskog และSorbom (1989 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย,2542) ได้พัฒนาโปรแกรมลิสเรลให้คำนวณเมทริกซ์สารสนเทศ (information matrix) สำหรับพารามิเตอร์ไว้ ถ้าเมทริกซ์สารสนเทศเป็นบวกแน่นอนแสดงว่าโมเดลระบุได้พอดี ด้วยเหตุนี้การตรวจสอบระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดล CFA จึงทำได้ง่ายและสะดวก

ลักษณะข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันต้องการข้อมูลที่มีลักษณะ ดังนี้ (เสรี ชัดแช้ม 2547)

1. ข้อมูลควรวัดเป็นค่าต่อเนื่อง (continuous) และมีลักษณะการแจกแจงเป็นแบบปกติ แต่ในเรื่องนี้โปรแกรมลิสเรล 8.50 มีวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์และการสร้างมาตรให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกประเภท (categorical data) ได้ รวมทั้งมีวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์แบบพิเศษที่มีความแกร่ง (robustness) ต่อการฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นเรื่องลักษณะการแจกแจงข้อมูลเป็นแบบปกติ

2. ควรใช้ข้อมูลจำนวนมาก วิธี CFA ต้องการข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ เนื่องจากผู้วิจัยส่วนมากใช้วิธีการประมาณค่าความเป็นไปได้สูงสุด (maximum likelihood: ML) โดยปกติวิธี ML มีข้อแนะนำว่า ควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างต่ำ 100-200 หน่วยตัวอย่าง หรือกรณีที่ผู้วิจัยต้องการเปรียบเทียบคุณสมบัติของเครื่องมือระหว่างกลุ่มตัวอย่างต่างกลุ่ม กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มควรมี 100-200 หน่วยตัวอย่าง แฟนและแวง(Fan & Wang , 1998) ได้ศึกษาขนาดกลุ่มตัวอย่างในโมเดล 3 องค์ประกอบโดยใช้สถานการณ์จำลอง พบว่า การใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 100-200 หน่วยตัวอย่าง อาจได้คำตอบไม่เหมาะสมหรือได้ค่าสถิติที่เป็นไปไม่ได้ เช่น ค่าความแปรปรวนติดลบ เป็นต้น แต่ถ้าใช้กลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 500 หน่วยตัวอย่างขึ้นไป กลับไม่พบค่าที่ไม่เหมาะสม

ในเรื่องขนาดกลุ่มตัวอย่างยังไม่มีกฎเกณฑ์ที่ตายตัว โบลเลน (Bollen and K.A. 1989) ได้เสนอแนะไว้กว้าง ๆ ว่า การประมาณค่าพารามิเตอร์อิสระ 1 ตัว ต้องใช้หลายหน่วยตัวอย่าง ลินเดแมน มีเรนดาและโกลด์(Lindeman RH, Merenda et al. 1980) เสนอแนะหลักทั่ว ๆ ไปว่า อัตราส่วนระหว่างจำนวนหน่วยตัวอย่างกับจำนวนพารามิเตอร์หรือตัวแปรควรเป็น 20 : 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ฮูและเบนท์เลอร์ (Hu and Bentler 1999) เสนอหลักปฏิบัติในเรื่องนี้ว่า ควรมีจำนวนหน่วยตัวอย่างมากกว่า 15 เท่าของจำนวนพารามิเตอร์อิสระ ถ้าลักษณะการแจกแจงข้อมูลเป็นแบบปกติพหุนามและความตรง ความเที่ยงของเครื่องมืออยู่ในเกณฑ์ดี ส่วนเวสท์และคณะ (West, Finch et al. 1995) แนะนำว่า ผู้วิจัยควรตรวจสอบความเบ้และความโด่งของตัวแปรสังเกตได้แต่ละตัว ถ้ามีค่าความเบ้มากกว่า 2.00 และมีค่าความโด่งมากกว่า 7.00 แสดงว่าลักษณะการแจกแจงข้อมูลไม่เป็นแบบปกติ ควรใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ขึ้น แต่ในกรณีที่ผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่มาก (มากกว่า 1,000 คน) ไม่ต้องห่วงเรื่องลักษณะการแจกแจงข้อมูลไม่เป็นแบบปกติ นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังต้องพิจารณาว่า ถ้าโมเดลองค์ประกอบที่ศึกษามีความซับซ้อน (ประมาณค่าพารามิเตอร์หลายตัว) ก็ต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ขึ้น

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิสเรลสำหรับเทคนิค CFA เหมือนกับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิสเรลสำหรับโมเดลลิสเรลทั่วๆไป เมื่อผู้วิจัยได้เตรียมข้อมูล กำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดล และตรวจสอบการระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดลแล้ว ขั้นต่อไปเป็นหน้าที่ของคอมพิวเตอร์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ และการตรวจสอบความตรงของโมเดล จากนั้นผุ้วิจัยจึงนำผลการวิเคราะห์มาสร้างสเกลองค์ประกอบ

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจและการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ ทฤษฎีทั่วไป	การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ทฤษฎีการทดสอบ
1. อยู่บนพื้นฐานของจุดอ่อนในการค้นคว้าเอกสาร	1. อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีที่มีผู้วิจัยแล้ว
2. ใช้ตัดสินใจเกี่ยวกับจำนวนองค์ประกอบ	2. จำนวนองค์ประกอบถูกกำหนดไว้แล้ว
3. ใช้ตัดสินใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์หรือความไม่สัมพันธ์ขององค์ประกอบ	3. องค์ประกอบถูกกำหนดให้สัมพันธ์กันหรือไม่สัมพันธ์กัน
4. ตัวแปรจะถูกบรรจุอย่างอิสระในทุกองค์ประกอบ	4. ตัวแปรถูกกำหนดให้บรรจุอยู่ในองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่ง

กล่าวคือ การวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้และตัวแปรแฝง โดยการรวมกลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องในเรื่องเดียวกันมีความสัมพันธ์กันเป็นองค์ประกอบเดียวกัน และแต่ละองค์ประกอบคือตัวแปรแฝงซึ่งเป็นคุณลักษณะ

ที่ผู้วิจัยต้องการศึกษานั่นเอง ในงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ เนื่องจากยังไม่มีหลักฐานเพียงพอสำหรับเป็นกรอบของสมมติฐานเกี่ยวกับองค์ประกอบของสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับตัวชี้วัดและการพัฒนาตัวชี้วัด

2.1 ความหมายและลักษณะสำคัญของตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด (indicators) เป็นสิ่งที่สะท้อนหรือแสดงให้เห็นถึงสภาพการณ์ที่เกิดขึ้นหรือเปลี่ยนแปลงไปในการดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งในภาษาไทยมีคำที่ใช้ความหมายเดียวกับคำว่า “ตัวชี้วัด” อยู่หลายคำ เช่น เครื่องชี้วัด ตัวบ่งชี้ ดัชนี และตัวชี้นำ เป็นต้น โดยมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของตัวชี้วัดไว้ต่างๆ กัน ได้แก่ราชบัณฑิตยสถาน (2544) บัญญัติศัพท์ทางวิชาการว่า “ตัวชี้บอก” นักวิชาการทางการศึกษา เช่น นงลักษณ์ วิรัชชัย (2541) ใช้คำว่า “ตัวบ่งชี้” โดยให้เหตุผลประกอบว่ามีลักษณะคล้ายตัวแปร จึงมีลักษณะนามว่า “ตัว” โดยทำหน้าที่ระบุให้เห็นถึงภาพรวม แต่ไม่ได้ทำหน้าที่วัดโดยตรง และไม่ได้บอกด้วยการแสดงออก จึงไม่ควรใช้คำว่า “ชี้วัด” และ “ชี้บอก” และเป็นการระบุถึงสารสนเทศเท่านั้น จึงเหมาะสมใช้คำว่า “ตัวบ่งชี้” มากที่สุด ศิริชัย กาญจนวาสี (2545) ใช้คำว่า “ตัวชี้วัด” นักวิชาการทางสังคมศาสตร์และมานุษยวิทยา เช่น อนุชาติ พวงสำลี (2541) ใช้คำว่า “เครื่องชี้วัด”

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงขอใช้คำว่า “ตัวชี้วัด” ในงานวิจัยครั้งนี้ และเพื่อให้เข้าใจถึงความหมายของคำว่า “ตัวชี้วัด” ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาความหมายของคำว่าตัวชี้วัด (indicator) จากนักวิชาการต่างๆ โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Johnstone (1981) กล่าวว่า ตัวชี้วัด หมายถึง สารสนเทศที่บ่งบอกปริมาณเชิงสัมพันธ์หรือสภาวะของสิ่งที่จะวัดในเวลาใดเวลาหนึ่ง ที่แสดงสารสนเทศออกมาในรูปขององค์ประกอบของตัวแปรที่แสดงสภาพที่ศึกษาเป็นตัวเลขหรือเชิงปริมาณเท่านั้น โดยกำหนดความหมายและเกณฑ์ของตัวชี้วัดอย่างชัดเจน ว่าเป็นการแสดงค่า ณ จุดหรือช่วงเวลาใดช่วงเวลาหนึ่งซึ่งสามารถบ่งบอกหรือสะท้อนภาพของสถานการณ์ที่สนใจอย่างกว้างๆ และอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ในอนาคต

วรรณี แกมเกตุ (2540) กล่าวว่า ตัวชี้วัด เป็นสารสนเทศหรือค่าที่สังเกตได้เชิงปริมาณ หรือเป็นสารสนเทศเชิงคุณภาพซึ่งใช้บ่งบอกสภาวะของสิ่งที่มุ่งวัด หรือสะท้อนลักษณะรวมทั้งปัญหาอุปสรรคของการดำเนินงานอย่างกว้างๆ ในช่วงเวลาหนึ่ง

ศักดิ์ชาย เพชรช่วย (2541) กล่าวว่า ตัวชี้วัด เป็นสารสนเทศเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่บ่งบอกสถานการณ์หรือสภาวะอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งสารสนเทศจะอยู่ในรูปของค่าที่สังเกตได้ เช่น เป็น

ตัวเลข ข้อความ องค์ประกอบ ตัวแปร หรือปัญหา โดยนำตัวแปรหรือข้อเท็จจริงมาสัมพันธ์กันเพื่อให้เกิดสิ่งที่สามารถชี้ให้เห็นถึงสภาพการณ์การดำเนินงานที่ต้องการเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

เอมอร จังศิริพรปกรณ์ (2541)) ให้ความหมายว่า ตัวชี้วัด เป็นสารสนเทศเชิงปริมาณหรือตัวประกอบ ตัวแปรที่บอกถึงสิ่งที่ต้องการตรวจสอบ หรือสถานการณ์ที่สะท้อนลักษณะการดำเนินงาน ช่วยให้สามารถวินิจฉัยสภาวะและชี้บอกหน้าที่ ปัญหา อุปสรรคของการดำเนินงานในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งได้

จุฬาลักษณ์ ขันธบุตร (2544) กล่าวว่า ตัวชี้วัด หมายถึงสารสนเทศเชิงปริมาณและคุณภาพที่แสดงถึงสภาพหรือสภาวะอย่างใดอย่างหนึ่งซึ่งอยู่ในรูปของค่าที่สังเกตได้ อาจจะเป็นตัวแปร ตัวเลข องค์ประกอบ ซึ่งเกิดขึ้นช่วงเวลาใดช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการนำข้อเท็จจริงต่างๆ มาสัมพันธ์กันเพื่อให้เกิดคุณค่า ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นสภาพการณ์ที่ต้องการศึกษาโดยรวม

ศิริชัย กาญจนวาสี (2545) ได้กล่าวถึงตัวชี้วัดไว้ว่า ตัวชี้วัด หมายถึงตัวประกอบ ตัวแปร หรือค่าที่สังเกตได้ ที่สามารถใช้บ่งบอกสถานภาพหรือสะท้อนลักษณะทรัพยากร การดำเนินงานหรือผลของการดำเนินงานได้

เศรษฐภรณ์ หน่อคำ (2548) กล่าวว่า ตัวชี้วัด หมายถึง สารสนเทศในเชิงปริมาณหรือคุณภาพที่สามารถสังเกตได้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของตัวเลข ตัวแปร องค์ประกอบ หรือข้อความที่บ่งบอกถึงสถานการณ์ หรือลักษณะการดำเนินงานของสิ่งที่ต้องการจะวัด หรือตรวจสอบในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ซึ่งชี้ให้เห็นถึงข้อเท็จจริงรวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากความหมายของตัวชี้วัดที่นักพัฒนาตัวชี้วัดได้กำหนดไว้นั้น สามารถสรุปเป็นลักษณะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้ (Johnstone 1981)

1) ตัวชี้วัดต้องให้สารสนเทศเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษา หรือสภาพที่ศึกษาในภาพกว้างเชิงสรุปโดยทั่วไปมากกว่าที่จะเป็นภาพเฉพาะเจาะจงในรายละเอียดส่วนย่อย และตัวชี้วัดต้องให้สารสนเทศที่ถูกต้องแม่นยำในระดับหนึ่ง

2) ตัวชี้วัดต่างจากตัวแปร ถึงแม้ว่าตัวชี้วัดและตัวแปรจะให้สารสนเทศเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษา แต่ตัวแปรจะให้สารสนเทศเพียงด้านเดียว (facet) ไม่สรุปเป็นภาพรวมโดยทุกด้านได้ ส่วนตัวชี้วัดเป็นการรวมตัวแปรที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันนำเสนอเป็นภาพรวมของสิ่งที่ต้องการศึกษาอย่างกว้างๆ จากความหมายดังกล่าวจึงหมายถึงว่าตัวชี้วัดเป็นตัวแปรประกอบ หรือองค์ประกอบก็ได้ และอาจมีหนึ่งตัวหรือหลายตัวก็ได้

3) ค่าของตัวชี้วัด (indicator value) แสดงถึงปริมาณ (quantity) ตัวชี้วัดต้องแสดงภาพที่ศึกษาออกมาเป็นตัวเลขหรือปริมาณ และในการตีความหมายค่าตัวเลขของตัวชี้วัดแต่ละตัวจะต้องนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่สร้าง ดังนั้นการสร้างตัวชี้วัดต้องมีการกำหนดความหมายและเกณฑ์เกี่ยวกับตัวชี้วัดอย่างชัดเจน

4) ค่าของตัวชี้วัดแสดงสารสนเทศ ณ จุดเวลาหรือช่วงเวลา (time point/ time period) ที่กำหนด ผันแปรตามเวลาและสถานที่ นั่นคือ ตัวชี้วัดจะบอกความหมายเฉพาะในช่วงเวลาใดช่วงเวลาหนึ่ง เขตพื้นที่หรือบริเวณใดบริเวณหนึ่งของระบบที่ต้องการตรวจสอบ โดยเมื่อเวลาผ่านไปค่าตัวชี้วัดอาจเปลี่ยนแปลงได้

5) ตัวชี้วัดเป็นหน่วยพื้นฐาน (basic units) ในการพัฒนาทฤษฎี ผู้วิจัยควรรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลตัวชี้วัด โดยมการดำเนินงานที่สำคัญเฉพาะส่วนที่เกี่ยวกับตัวแปร 4 ขั้นตอน คือ การบรรยายสภาพปรากฏการณ์ที่ศึกษา การสร้างนิยามสังกัปของปรากฏการณ์ที่ศึกษา การนิยามเชิงปฏิบัติการของปรากฏการณ์ที่ศึกษา และการวางแผนเก็บรวบรวมข้อมูลของปรากฏการณ์ที่ศึกษา

จากที่กล่าวมาทั้งหมดผู้วิจัยขอสรุปความหมายของคำว่า “ตัวชี้วัด” ว่า ตัวชี้วัด หมายถึงสารสนเทศในเชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพที่บ่งบอกถึงสภาพหรือลักษณะของสิ่งที่มุ่งศึกษาหรือวัดในช่วงเวลาใดช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งจะชี้ให้เห็นถึงข้อเท็จจริงรวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น เปลี่ยนแปลงได้ตามเวลาและพื้นที่ โดยจะอยู่ในรูปของตัวเลข ตัวแปร ตัวประกอบหรือข้อความ

2.2 ประเภทของตัวชี้วัดทางการศึกษา

การศึกษามีขอบข่ายกว้างขวางจึงมีการสร้างและพัฒนาตัวชี้วัดทางการศึกษาเป็นจำนวนมาก โดยขึ้นกับวิธีการและเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภท ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 7 แบบ (สำนักงานปฏิรูปการศึกษา 2545) ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) การจัดแยกประเภทตามทฤษฎีระบบ ตัวชีวัดการศึกษาแบ่งตามทฤษฎีระบบได้ 3 ประเภท

1.1 ตัวชี้วัดด้านปัจจัย (Input indicator) เป็นตัวชี้วัดที่แสดงถึงปัจจัยป้อนของระบบการศึกษา

1.2 ตัวชี้วัดด้านกระบวนการ (Process indicators) เป็นตัวชี้วัดที่แสดงถึงวิธีการดำเนินงานในขั้นตอนต่างๆ

1.3 ตัวชี้วัดด้านผลผลิต (Output indicators) เป็นตัวชี้วัดที่แสดงถึงผลลัพธ์ ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ

2) การจัดแยกประเภทตามลักษณะนิยาม ในกระบวนการสร้างและพัฒนาตัวชี้วัดต้องมีการให้นิยามตัวชี้วัด โดยมีการให้นิยามที่แตกต่างกันสามารถแบ่งตัวชี้วัดตามนิยามได้ 2 ประเภท คือ

2.1 ตัวชี้วัดแบบอัตนัย (Subjective indicators) ใช้ในกรณีที่ผู้วิจัยไม่มีความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษามากนัก หรือมีการให้นิยามตัวชี้วัดยังไม่ชัดเจน เพื่อใช้ในการศึกษาเฉพาะเรื่องตามที่ผู้วิจัยกำหนดนิยามเฉพาะในการศึกษาครั้งนั้นๆ

2.2 ตัวชี้วัดแบบปรนัย (Objective indicators) ใช้ในกรณีที่มีการนิยามตัวชี้วัดไว้อย่างชัดเจนและไม่มีส่วนที่ต้องใช้วิจารณญาณของนักวิชาการแต่อย่างใด ตัวชี้วัดประเภทนี้มักใช้ในการประเมินการติดตามและการเปรียบเทียบระบบการศึกษาระดับนานาชาติ

3) การจัดแยกประเภทตามวิธีการสร้าง ซึ่งเป็นวิธีที่สอดคล้องกับ Johnson (1981) สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

3.1 ตัวชี้วัดแทน (Representative indicators) เป็นตัวชี้วัดที่สร้างขึ้นจากตัวแปรเพียงตัวเดียวให้เป็นตัวแทนตัวแปรอื่นๆ ที่บอกลักษณะหรือปริมาณของสภาพที่ต้องการศึกษาได้

3.2 ตัวชี้วัดแยก (Disaggregative inbdicators) เป็นตัวชี้วัดที่มีลักษณะคล้ายตัวแปร หรือตัวชี้วัดย่อย โดยตัวชี้วัดแต่ละตัวชี้วัดลักษณะหรือสภาพที่ต้องการศึกษาเฉพาะด้านใดด้านหนึ่งเพียงด้านเดียว

3.3 ตัวชี้วัดรวม หรือตัวชี้วัดประกอบ (Composite indicator) เป็นตัวชี้วัดที่เกิดจากการรวมตัวแปรทางการศึกษาหลายตัวเข้าด้วยกัน โดยให้น้ำหนักความสำคัญของตัวแปรตามที่เป็นจริง ตัวชี้วัดชนิดนี้ให้สารสนเทศที่มีคุณค่า มีความเที่ยง และมีความตรงสูงกว่าตัวชี้วัดสองประเภทแรกจึงเป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน เพราะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการศึกษา การกำกับติดตามดูแลและการประเมินการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) การจัดแยกประเภทตามลักษณะตัวชี้วัดที่ใช้สร้างตัวชี้วัด ลักษณะตัวแปรที่นำมาใช้สร้างตัวชี้วัดทางการศึกษามีลักษณะแตกต่างกันแบ่งได้ 3 ประเภท ดังนี้

4.1 ตัวชี้วัดแยกประเภทตามระดับการวัดของตัวแปร ซึ่งวิธีนี้จัดแยกได้ 4 ประเภท คือ ตัวชี้วัดตามบัญญัติ (Nominal indicators) ตัวชี้วัดเรียงลำดับ (Ordinal indicators) ตัวชี้วัดอัตรภาค (Interval indicators) และตัวชี้วัดอัตราส่วน (Ratio indicators) ถ้าตัวชี้วัดทางการศึกษาสร้างจากตัวแปรระดับใด ตัวชี้วัดทางการศึกษาที่ได้จะมีระดับการวัดตามตัวแปรนั้น

4.2 ตัวชี้วัดแยกประเภทตามประเภทของตัวแปร ซึ่งจัดได้ 2 ประเภท คือ ตัวชี้วัดสต๊อก (Stock indicators) แสดงถึงสภาวะหรือปริมาณของระบบการศึกษา ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่งและ

ตัวชี้วัดการเลื่อนไหล (Flow indicators) แสดงถึงสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงในระบบการศึกษา ณ ช่วงเวลาใดช่วงเวลาหนึ่ง

4.3 ตัวชี้วัดแยกประเภทตามคุณสมบัติทางสถิติของตัวแปร วิธีนี้แบ่งได้ 2 ประเภท คือ ตัวชี้วัดเกี่ยวกับการแจกแจง (Distributive indicators) สร้างจากตัวชี้วัดที่เป็นค่าสถิติบอกลักษณะการกระจายของข้อมูล และตัวชี้วัดไม่เกี่ยวกับการแจกแจง (Non- distributive indicators) สร้างจากตัวชี้วัดที่เป็นปริมาณหรือเป็นค่าสถิติบอกลักษณะกลาง

5) การจัดแยกประเภทตามลักษณะค่าของตัวชี้วัด ซึ่งแบ่งตัวชี้วัดได้เป็น 2 ประเภท

5.1 ตัวชี้วัดสมบูรณ์ (Absolute indicators) เป็นตัวชี้วัดที่ค่าตัวชี้วัดบอกปริมาณที่แท้จริงและมีความหมายในตัวเอง เช่น จำนวนครู ใช้ในการเปรียบเทียบในกรณีที่ระบบมีขนาดและศักยภาพเท่ากัน

5.2 ตัวชี้วัดสัมพันธ์ หรือตัวชี้วัดอัตราส่วน (Relative or ratio indicators) เป็นตัวชี้วัดที่ต้องเอาค่าตัวชี้วัดไปเปรียบเทียบกับค่าอื่น เช่น จำนวนนักเรียนต่อครูหนึ่งคน

6) การจัดแยกประเภทตามฐานการแปลความหมาย การกำหนดนิยามหรือเกณฑ์ ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ประเภท

6.1 ตัวชี้วัดอิงกลุ่ม (Norm-referenced indicators) เป็นตัวชี้วัดที่แปลความหมายเทียบกับกลุ่ม

6.2 ตัวชี้วัดอิงเกณฑ์ (Criterion-referenced indicators) เป็นตัวชี้วัดที่มีการแปลความหมายเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้

6.3 ตัวชี้วัดอิงตน (Self-referenced indicators) เป็นตัวชี้วัดที่มีการแปลความหมายเทียบกับสภาพเดิมที่จุดหรือช่วงเวลาต่างกัน

7) การจัดแยกประเภทตามลักษณะการใช้ตัวชี้วัด ซึ่งแบ่งตัวชี้วัดได้เป็น 2 ประเภท

7.1 ตัวชี้วัดแสดงความหมาย (Expressive indicators) เป็นตัวชี้วัดที่มีการบรรยายสภาพของระบบการศึกษา

7.2 ตัวชี้วัดทำนาย (Predictive indicators) เป็นตัวชี้วัดที่ใช้ทำนายตัวชี้วัดประเภทต่างๆ ที่ได้จากการจัดแยกประเภทตัวชี้วัดทั้ง 7 แบบที่กล่าวมา เป็นตัวชี้วัดที่ใช้ในวงการศึกษา นอกจากนี้ยังเป็นตัวชี้วัดที่เกิดจากการจัดแยกโดยใช้เกณฑ์แบบผสมผสาน การจัดแยกตัวชี้วัดที่สำคัญอีกแบบหนึ่ง คือ การจัดแยกตัวชี้วัดตามสาขาหรือเนื้อหาสาระ ซึ่งไม่มีหลักที่แน่นอนตายตัวขึ้นอยู่กับความสนใจและจุดมุ่งหมายในการพัฒนาตัวชี้วัด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3 คุณสมบัติของตัวชี้วัดที่ดี

ศิริชัย กาญจนวาสี (2545) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของตัวชี้วัดที่ดีไว้ดังนี้

1) ความตรง (Validity) ตัวชี้วัดที่ดีจะต้องบ่งชี้ตามคุณลักษณะที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ซึ่งตัวชี้วัดที่มีความตรงสามารถวัดได้อย่างแม่นยำนั้น ควรมีลักษณะ ดังนี้

1.1 มีความตรงประเด็น (Relevant) ตัวชี้วัดที่วัดได้ตรงประเด็นมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องโดยตรงกับคุณลักษณะที่มุ่งวัด

1.2 มีความเป็นตัวแทน (Representative) ตัวชี้วัดต้องมีความเป็นตัวแทนคุณลักษณะที่มุ่งวัดหรือมีมุมมองที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญของคุณลักษณะที่มุ่งวัดอย่างครบถ้วน

2) ความเที่ยง (Reliability) ตัวชี้วัดที่ดีต้องวัดคุณลักษณะที่ต้องการมุ่งวัดได้อย่างคงเส้นคงวา สามารถวัดได้คงที่เมื่อมีการวัดซ้ำหลายๆครั้ง และมีความน่าเชื่อถือในการวัด ซึ่งตัวชี้วัดที่วัดได้อย่างคงเส้นคงว่าควรมีลักษณะ ดังนี้

2.1 มีความเป็นปรนัย (Objective) ตัวชี้วัดต้องวัดได้อย่างเป็นปรนัย ค่าของตัวชี้วัดควรขึ้นอยู่กับสภาวะที่เป็นอยู่หรือคุณสมบัติของสิ่งที่วัดมากกว่าขึ้นอยู่กับความรู้สึกของผู้วัด

2.2 มีความคลาดเคลื่อนต่ำ (Minimum error) ตัวชี้วัดต้องวัดได้อย่างมีความคลาดเคลื่อนต่ำ ค่าที่ได้ต้องมาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ

3) ความเป็นกลาง (Neutrality) ตัวชี้วัดที่ดีจะต้องมีความเป็นกลาง ไม่โน้มเอียงไปยังฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง ไม่ชี้นำโดยการบ่งชี้เฉพาะลักษณะความสำเร็จ ความไม่ยุติธรรมหรือไม่มีความลำเอียง (Bias) นั่นเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) ความไว (Sensitivity) ตัวชี้วัดที่ดีจะต้องมีความไวต่อคุณลักษณะที่มุ่งวัด สามารถแสดงความผันแปรหรือความแตกต่างระหว่างหน่วยวิเคราะห์ได้อย่างชัดเจน โดยตัวชี้วัดจะต้องมีเกณฑ์หรือมาตรวัดที่มีความละเอียดมากพอ

5) ความสะดวกในการนำไปใช้ (Practicality) ตัวชี้วัดที่ดีจะต้องมีความสะดวกในการนำไปใช้ ซึ่งควรมีลักษณะ ดังนี้

5.1 เก็บข้อมูลง่าย (Availability) ตัวชี้วัดที่ดีจะต้องมีความสะดวกในการนำไปเก็บข้อมูล สามารถรวบรวมข้อมูลได้จากการตรวจ นับ วัด หรือสังเกตได้ง่าย

5.2 แปลความหมายได้ง่าย (Interpretability) ตัวชี้วัดที่ดีควรให้ค่าการวัดที่มีจุดสูงสุดและจุดต่ำสุด เข้าใจง่ายและสามารถสร้างเกณฑ์ในการตัดสินคุณภาพได้ง่าย

2.4 การสร้างและพัฒนาตัวชี้วัดทางการศึกษา

หลักการพัฒนาตัวชี้วัดทางการศึกษามีอยู่ 2 วิธี (Johnstone, 1981) ดังนี้

1) การจัดกลุ่มตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับสภาวะที่ต้องการแสดงโดยยึดหลักเหตุผลทางทฤษฎี แล้วจัดลำดับความสำคัญของตัวแปรเหล่านั้นตามเกณฑ์เพื่อสังเคราะห์ขึ้นเป็นตัวชี้วัด

2) การสร้างความบ่งชี้โดยอาศัยข้อมูลเชิงประจักษ์ที่นำมาวิเคราะห์แล้วจัดกลุ่มตัวแปรโดยใช้หลักการทางสถิติเป็นพื้นฐานในการสร้าง

ในการสร้างตัวชี้วัดทางการศึกษานั้น ขั้นตอนที่สำคัญ คือขั้นตอนในการสร้าง โดยในขั้นนี้ต้องมีความรอบคอบในการดำเนินการ เพื่อให้ตัวชี้วัดมีประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ซึ่งหลักการสร้างตัวชี้วัดทางการศึกษามีดังนี้

1) วิธีการกำหนดนิยามตัวชี้วัด

วิธีการกำหนดนิยามของตัวชี้วัด แบ่งได้เป็น 3 วิธี ได้แก่ การนิยามเชิงทฤษฎี การนิยามเชิงประจักษ์ และการนิยามเชิงปฏิบัติการ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2541) ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

1.1 การพัฒนาตัวชี้วัดโดยใช้นิยามเชิงทฤษฎี (Theoretical definition) เป็นการนิยามที่ผู้วิจัยใช้ทฤษฎีรองรอบโดยใช้วิจารณญาณของผู้วิจัยเองน้อยกว่าการนิยามแบบอื่นๆ การนิยามวิธีนี้นักวิจัยอาจทำได้ 2 แบบ คือ

ก. ใช้ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยเป็นพื้นฐานสนับสนุนทั้งหมด ตั้งแต่การกำหนดตัวแปรย่อย การกำหนดวิธีการรวมตัวแปรย่อย และกำหนดน้ำหนักตัวแปรย่อย นั้นหมายถึงผู้วิจัยใช้โมเดลหรือสูตรในการสร้างตัวชี้วัดตามที่มีผู้พัฒนาไว้แล้วทั้งหมด

ข. การใช้ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยเป็นพื้นฐานสนับสนุนการคัดเลือกตัวแปรย่อยและกำหนดวิธีการรวมตัวแปรย่อยเท่านั้น ส่วนในขั้นตอนการกำหนดน้ำหนักตัวแปรย่อยแต่ละตัวนั้นผู้วิจัยใช้ความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญประกอบในการตัดสินใจ ผู้วิจัยใช้ความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิประกอบในการตัดสินใจ ซึ่งวิธีแบบนี้ใช้ในกรณีที่ยังไม่มีผู้ใดกำหนดสูตรหรือโมเดลไว้ก่อน ไม่มีความลำเอียง มีความเป็นกลาง ไม่โน้มเอียงไปยังฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง ไม่ชี้นำโดยการบ่งชี้เฉพาะลักษณะความสำเร็จ ความไม่ยุติธรรม

1.2 การพัฒนาตัวชี้วัดด้วยการใช้นิยามเชิงประจักษ์ (Empirical definition) เป็นนิยามที่มีลักษณะคล้ายกับนิยามเชิงทฤษฎี โดยผู้วิจัยเป็นผู้กำหนดว่าตัวชี้วัดประกอบด้วยตัวแปรย่อยใด และกำหนดรูปแบบวิธีการรวมตัวแปรให้ได้ตัวชี้วัดโดยมีทฤษฎี เอกสารงานวิจัยเป็นพื้นฐาน แต่การกำหนดน้ำหนักของตัวแปรแต่ละตัวที่จะนำมารวมกันในการพัฒนาตัวชี้วัดไม่ได้อาศัยแนวคิดทฤษฎีโดยตรง แต่อาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงประจักษ์ การนิยามแบบนี้มีความเหมาะสมและเป็นวิธีที่นิยมกันมากในปัจจุบัน (Johnstone, 1981)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3 การนิยามตัวชี้วัดโดยใช้นิยามเชิงปฏิบัติการ (Pragmatic definition) เป็นนิยามที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรย่อยที่เกี่ยวข้องกับตัวชี้วัดไว้แล้ว มีฐานข้อมูลแล้วหรือมีการสร้างตัวแปรประกอบจากตัวแปรย่อยๆ หลายตัวไว้แล้ว ผู้วิจัยเพียงแต่ใช้วิจารณญาณคัดเลือกตัวแปรจากฐานข้อมูลที่มีอยู่ และนำมาพัฒนาตัวชี้วัด โดยกำหนดวิธีการรวมและน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรย่อย ซึ่งอาจทำให้ได้นิยามที่ลำเอียงเพราะไม่มีการอ้างทฤษฎีหรือตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่อย่างไร นิยามเชิงปฏิบัติการจึงเป็นนิยามที่มีจุดอ่อนมากที่สุด และไม่ค่อยได้รับความนิยม

2) การคัดเลือกตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งที่มุ่งศึกษา

ในขั้นตอนของการคัดเลือกตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งที่มุ่งศึกษาจะต้องมีการศึกษาทฤษฎี เอกสารที่เกี่ยวข้องหรือการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญอย่างละเอียดมารวมกันแล้วสร้างเป็นตัวชี้วัดเพื่อให้สามารถระบุสิ่งที่ต้องการศึกษาได้อย่างชัดเจน ควรหลีกเลี่ยงการใช้ตัวแปรจำนวนมาก เพราะอาจทำให้มโนทัศน์ของสิ่งที่ต้องการศึกษามีความซับซ้อนและแปลความหมายได้ยาก แต่ควรกลั่นกรองตัวแปรให้เหลือเพียงตัวแปรที่สำคัญ และสมบูรณ์ที่สุดเท่านั้น โดยตัวแปรที่สมบูรณ์เป็นตัวแปรที่ไม่มีปัญหาเรื่องความคลาดเคลื่อนในการวัด มีความสัมพันธ์ภายในต่ำ แต่มีแนวโน้มว่าสามารถอธิบายสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ในระดับสูง

3) การกำหนดวิธีการรวมตัวแปร

วิธีการรวมตัวแปรเข้าด้วยกันที่นิยมใช้มีอยู่ 2 วิธี คือ การรวมทางพีชคณิต (Additive) และการรวมแบบทวีคูณ (Multiplicative) ซึ่งทั้งสองวิธีมีแนวคิดที่แตกต่างกัน ดังนี้

3.1 การรวมทางพีชคณิต (Additive) มีแนวคิดว่าตัวแปรแต่ละตัวสามารถทดแทนหรือชดเชยได้ด้วยตัวแปรอีกตัวแปรหนึ่ง ซึ่งทำให้ตัวชี้วัดมีค่าไม่เปลี่ยนแปลง ดังสมการ

$$I = V_1 + V_2$$

เมื่อ I คือ ตัวชี้วัด

V_1 คือ ค่าของตัวแปรที่ 1

V_2 คือ ค่าของตัวแปรที่ 2

การรวมตัวแปรองค์ประกอบด้วยวิธีทางพีชคณิตนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระบบตั้งแต่ 2 ระบบขึ้นไป ว่ามีความแตกต่างกันกี่หน่วยในเรื่องที่ต้องการศึกษา

3.2 การรวมแบบทวีคูณ (Multiplicative) มีแนวคิดตรงข้ามกับการรวมทางพีชคณิต กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรตั้งหนึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของตัวแปรอีกตัวหนึ่งที่ไม่สามารถทดแทนหรือชดเชยกันได้ กล่าวได้ว่าตัวชี้วัดที่พัฒนาขึ้นจะมีค่าสูงได้ต่อเมื่อตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบทุกตัวมีค่าสูงทั้งหมดโดยที่ตัวแปรองค์ประกอบทุกตัวเสริมซึ่งกันและกันจึงจะส่งผลต่อค่าของตัวชี้วัด สมการการรวมแบบทวีคูณของตัวแปร V_1 และ V_2 ดังสมการ

$$I = V_1 . V_2$$

เมื่อ I คือ ตัวชี้วัด

V_1 คือ ค่าของตัวแปรที่ 1

V_2 คือ ค่าของตัวแปรที่ 2

การรวมตัวแปรแบบทวีคูณจะใช้เมื่อต้องการเปรียบเทียบระบบตั้งแต่ 2 ระบบขึ้นไปว่าระบบหนึ่งมีค่าตัวชี้วัดสูงกว่าอีกระบบหนึ่งอยู่กี่เท่า หรือคิดเป็นร้อยละเท่าไร

4) การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรสามารถทำได้ 2 วิธี คือ กำหนดน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรให้เท่ากัน (Equal weight) และให้ต่างกัน (Differential weight) สำหรับการกำหนดน้ำหนักของตัวแปรให้ต่างกันนั้น อาจใช้การพิจารณาตัดสินโดยผู้เชี่ยวชาญ (Expert judgment) ด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 วิธีการตัดสินโดยผู้เชี่ยวชาญ (Expert judgment) โดยผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะเสนอค่าน้ำหนักของตัวแปร แล้วหาข้อยุติด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ย ใช้แบบสอบถามหาค่าร้อยละ ใช้เทคนิคเดลฟาย (Delphi technique) ใช้การอภิปรายลงความเห็น สัมภาษณ์ หรือสอบถามความคิดเห็นแล้วนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้หาค่าน้ำหนักของตัวแปรองค์ประกอบ

4.2 วิธีการวัดความสำคัญของตัวแปร (Measurement effort required) โดยพิจารณาจากค่าใช้จ่าย และเวลาของการกระทำกิจกรรมใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปร คือ ถ้าในการกระทำกิจกรรมบางอย่างสำหรับตัวแปรหนึ่งใช้เวลาและค่าใช้จ่ายมากกว่าอีกตัวแปรหนึ่ง ตัวแปรนั้นควรมีการกำหนดน้ำหนักมากกว่าหรือน้อยกว่า ทั้งนี้ขึ้นกับบริบทของสิ่งที่ต้องการศึกษา

4.3 การใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ (Empirical data) เพื่อกำหนดค่าน้ำหนัก ซึ่งวิธีนี้เป็นการใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดค่าน้ำหนักของตัวแปร เช่น การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิเคราะห์จำแนก (Discriminant analysis) เพื่อการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล (Cannical correlation analysis) เป็นต้น

2.5 การตรวจสอบคุณภาพของตัวชี้วัด

การตรวจสอบคุณภาพของตัวชี้วัดเป็นขั้นตอนสำคัญอีกขั้นหนึ่งของการพัฒนาตัวชี้วัด ซึ่งประกอบไปด้วยหลักการกว้างๆ 2 ประเด็น (ศักดิ์ชาย เพชรช่วย 2541) คือ

1) การตรวจสอบคุณภาพของตัวชี้วัดภายใต้กรอบแนวคิดทฤษฎี ซึ่งถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก เพราะถ้าหากการพัฒนาตัวชี้วัดเริ่มจากกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีที่ขาดคุณภาพแล้ว ไม่ว่าจะใช้เทคนิคทางสถิติที่ดีอย่างไร ผลที่ได้จากการพัฒนาย่อมด้อยคุณภาพไปด้วย

2) การตรวจสอบด้วยวิธีการทาสถิติ ในขั้นตอนนี้มีความสำคัญรองลงมาจากขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของตัวชี้วัดภายใต้กรอบแนวคิดทฤษฎี เพราะเป็นเพียงการนำข้อมูลที่ได้มาสนับสนุนคุณภาพของตัวชี้วัดเท่านั้น

จากการพัฒนาตัวชี้วัดดังกล่าวข้างต้น สามารถตรวจสอบและควบคุมคุณภาพของตัวชี้วัดในแต่ละขั้นตอน (วรรณี แกมเกตุ 2540) ดังนี้

1) การตรวจสอบคุณภาพในเรื่องตัวแปรและการคัดเลือกตัวแปร สิ่งที่จะช่วยให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพและตัวชี้วัดที่มีคามตรงภายใน (Internal validity) สูง คือ ผู้พัฒนาตัวชี้วัดจะต้องมีกรอบแนวคิดทฤษฎีที่ชัดเจน มีคุณภาพ มีนิยามเชิงปฏิบัติการที่ถูกต้อง รัดกุม สอดคล้องกับเป้าหมายในการนำตัวชี้วัดไปใช้ มีลักษณะ ประเภท ระดับการวัด กรอบแนวคิดในการเลือกตัวแปร และการสร้างโมเดล หรือมีการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยสิ่งที่จะทำให้ความตรงภายในมีค่าลดลงมี 3 แหล่ง คือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.1 ความครอบคลุมในการวัดตัวแปร การตัดตัวแปรเพียงบางส่วนซึ่งไม่ครอบคลุมมิติต่างๆ ของสิ่งที่ต้องการศึกษา อาจเกิดจากนิยามเชิงปฏิบัติการไม่รัดกุมเพียงพอ หรือเครื่องมือวัดไม่สามารถวัดสิ่งที่นิยามได้

1.2 ความหมายของมโนทัศน์ที่ต้องการศึกษามีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพเวลาหรือระบบการศึกษา

1.3 ความเป็นตัวแทนของตัวแปร กล่าวคือ นิยามของตัวแปรที่ใช้ไม่ได้เป็นตัวแทนที่ดีของมโนทัศน์ที่ต้องการศึกษา นอกจากนี้ยังมีประเด็นที่ต้องการตรวจสอบเพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการวัด และให้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ เช่น ความสอดคล้องระหว่างนิยามเชิงปฏิบัติการที่ไปใช้ในการวัด

ตัวแปร กระบวนการเก็บข้อมูล เครื่องมือและคุณภาพของเครื่องมือ กระบวนการจัดทำข้อมูล ความเป็นอิสระของมโนทัศน์ต่างๆ ที่อาจจะมีบางตัวแปรร่วมกันอยู่ เพื่อให้ได้ตัวชี้วัดที่มีความตรงมากขึ้น

2) การตรวจสอบคุณภาพการรวมหรือการสังเคราะห์ตัวแปรมีอยู่หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีมีเงื่อนไขและความเหมาะสมในการนำไปใช้ต่างกัน ซึ่งการศึกษาและพิจารณารายละเอียดเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นให้ได้ตัวชี้วัดที่มีคุณภาพสอดคล้องกับเป้าหมายของการนำไปใช้

3) การตรวจสอบคุณภาพการกำหนดน้ำหนักความสำคัญของตัวแปร แม้จะไม่มีหลักเกณฑ์ตายตัว แต่การเลือกวิธีที่เหมาะสมกับธรรมชาติของตัวแปร และเป้าหมายของการนำไปใช้เป็นประเด็นที่ต้องได้รับการพิจารณา

2.6 ประโยชน์ของตัวชี้วัดทางการศึกษา

ประโยชน์ของตัวชี้วัดทางการศึกษามี 6 ด้าน (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2541) ดังนี้

1) ด้านการกำหนดนโยบายและวัตถุประสงค์การศึกษา ตัวชี้วัดทำให้การกำหนดนโยบายและวัตถุประสงค์การศึกษามีความชัดเจน คงที่ ตรวจสอบง่ายและสะดวกในการตรวจสอบมากยิ่งขึ้น

2) ด้านการกำกับ และการประเมินระบบการศึกษา เพราะการรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาค่าของตัวชี้วัดการศึกษาในแต่ละช่วงทำให้ติดตามสภาพการเปลี่ยนแปลงของระบบการศึกษาได้อย่างถูกต้อง ทำให้ทราบได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงตามที่กำหนดไว้เพียงใด มีผลกระทบโดยไม่ได้คาดหมายหรือไม่ อย่างไร

3) ด้านการจัดลำดับและประเภทของการศึกษา เนื่องจากการจัดลำดับระบบการศึกษาในแต่ละภูมิภาค แต่ละประเภททำให้เห็นภาพรวมว่าการศึกษาภูมิภาคใด ประเภทใดมีระดับการพัฒนาเป็นอย่างไร ต่ำกว่าเกณฑ์หรือไม่ มีความต้องการได้รับการพัฒนาในด้านใด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) ด้านการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบการศึกษา ถึงแม้ว่าตัวชี้วัดไม่สามารถให้สารสนเทศความสัมพันธ์เชิงสาเหตุได้ แต่มีประโยชน์ต่อกรวิจัยเชิงอนาคตโดยให้ข้อเสนอแนะ หรือสมมติฐานสำหรับนักวิจัยได้ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวชี้วัดทางการศึกษา

5) ด้านการแสดงความรับผิดชอบต่อหน้าที่และการประกันคุณภาพ ในประเด็นนี้เป็นด้านของการใช้ประโยชน์ตามหลักการประเมินแบบใหม่โดยใช้ผลผลิตเป็นตัวกำกับหน่วยงานและองค์กรทุกระดับมีส่วนกำหนดเกณฑ์เกี่ยวกับผลผลิตร่วมกัน และมีอิสระในการกำหนดวิธีการบริหาร การดำเนินงานให้ได้ผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ซึ่งการประเมินผลเป็นหน้าที่ของบุคลากรในหน่วยงาน

6) ด้านการกำหนดเป้าหมายที่ตรวจสอบได้ โดยต้องเริ่มจากการพัฒนาตัวชี้วัดทางการศึกษาเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน และใช้ในการตรวจสอบว่าการดำเนินการได้ผลตามเป้าหมายและขั้นที่กำหนดไว้หรือไม่ ได้ผลตามเกณฑ์มาตรฐานส่วนกลางหรือไม่ อย่างไร

ตัวชี้วัดทางการศึกษาเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อระบบการศึกษาโดยสารสนเทศที่ได้การจากนำตัวชี้วัดทางการศึกษาไปใช้จะช่วยให้ทราบความเปลี่ยนแปลงของการศึกษาว่าการศึกษานั้นๆมีสภาพเป็นอย่างไร ได้มาตรฐานตามเกณฑ์หรือไม่ ควรได้รับการพัฒนาในด้านใดบ้าง ซึ่งเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาในด้านตัวชี้วัดทางการศึกษา

ตอนที่ 3 ความหมายของสมรรถภาพ สมรรถภาพครูและสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของสมรรถภาพ (Competency)

“สมรรถภาพ” หรือ “Competency” บางท่านเรียกว่า “สมรรถนะ” บางท่านเรียก “ขีดความสามารถ” หรือ “ศักยภาพ” ซึ่งมีพจนานุกรมหลายเล่ม (ทัศนวรรณ แก้วศรีหน่อ 2555)) และนักวิชาการหลายท่านได้ใช้ความหมายไว้อย่างแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ ดังนี้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2531) ให้ความหมายว่า สมรรถภาพ หมายถึง ความสามารถ

ปรียาพร บุษบา (2538) ให้ความหมายว่า สมรรถภาพ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ เจตคติ ทักษะ และบุคลิกภาพของครูที่มีต่อการสอนเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

กรรณิการ์ บารมี (2539) ให้ความหมายว่า สมรรถภาพ หมายถึง ทักษะ ความรู้ ความสามารถที่ครูพึงมีอย่างเพียงพอและสามารถแสดงออกได้อย่างเหมาะสมจนสามารถปฏิบัติงานตามหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อนงค์นารถ วงศ์อัครางกูร (2539) ให้ความหมายว่า สมรรถภาพ หมายถึง ทักษะ ความสามารถ ทัศนคติและพฤติกรรมของครูที่มีต่อการปฏิบัติหน้าที่และการพัฒนาผู้เรียนด้านสติปัญญา สังคม อารมณ์และร่างกาย

สุรพล พลเยี่ยม (2544) ให้ความหมายว่า สมรรถภาพ หมายถึง ความสามารถที่แสดงออกผ่านการกระทำซึ่งแสดงถึงผลงานที่สอดคล้องกับความต้องการของหลักสูตรโดยคุณภาพแต่ละสมรรถภาพ ประกอบด้วย

1. มีความรู้ในวิชาที่สอนอย่างกว้างขวางและทันสมัย
2. สามารถสอนให้ผู้เรียนเข้าใจในบทเรียนได้อย่างชัดเจน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. สามารถสอนได้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของรายวิชา
4. สามารถเสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหาทางวิชาการแก่ผู้เรียนได้
5. พัฒนาผู้เรียนให้สามารถช่วยเหลือตนเองในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ
6. รู้เรื่องระเบียบวินัย และความรับผิดชอบในการปฏิบัติงาน
7. สามารถถ่ายทอดวิชาได้กว้างขวางกว่าตำราที่ใช้ในการประกอบการสอน
8. มีบุคลิกภาพเป็นผู้นำทางวิชาการ
9. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอน
10. มีความรู้ในการวัดและประเมินผลเป็นอย่างดี
11. มีความคิดสร้างสรรค์ในทางวิชาการ
12. สามารถวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อประโยชน์ในการสอนได้
13. สามารถพัฒนาเนื้อหาให้มีประโยชน์ต่อการนำไปปรับปรุงการปฏิบัติงาน
14. มีความสามารถในการบริการชุมชน

วัฒนา พัฒนพงศ์ (2546) ให้ความหมายว่า สมรรถภาพ หมายถึง ระดับความสามารถในการปรับและใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนทัศน์ (Paradigm) ทัศนคติ และพฤติกรรมเพื่อการปฏิบัติงานให้เกิดคุณภาพ

สรามณี ทะสุวรรณ (2549)) ให้ความหมายว่า สมรรถภาพ หมายถึง การที่มีความรู้ ประสบการณ์ คุณลักษณะ และเจตคติที่เหมาะสมต่อการดำเนินงานให้บรรลุวัตถุประสงค์

อังศินันท์ อินทรกำแหง และทัศนา ทองภักดี (2549) ได้ให้ความหมายของสมรรถภาพไว้ว่า สมรรถภาพ หมายถึง ความรู้ ความสามารถ ทักษะ คุณลักษณะ ทัศนคติ และพฤติกรรมที่บุคคลต้องมีเพื่อนำมาใช้ทำงานตามหน้าที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ชาลี ไตรจันทร์ (2551) ให้ความหมายว่า สมรรถภาพ เป็นกลุ่มพฤติกรรมในการทำงาน ซึ่งเกิดจากการที่บุคคลมีความรู้ ทักษะ ความสามารถ หรือคุณลักษณะอื่นๆ ที่จำเป็นในการทำงานให้สำเร็จ และมีผลงานโดดเด่น

สำนักงานคณะกรรมการข้าราชพลเรือน (2552) ให้ความหมายว่า สมรรถภาพ หมายถึง กลุ่มของความรู้ ความสามารถ ทักษะ ทัศนคติที่จำเป็นในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

อนันต์ นามต้นทอง (2553) กล่าวว่า สมรรถภาพ คือ กลุ่มพฤติกรรมของบุคคลซึ่งประกอบไปด้วยอย่างน้อย 3 องค์ประกอบ คือ ความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่ซ่อนอยู่ เช่น ค่านิยม

จริยธรรม บุคลิกภาพ และคุณลักษณะทางกายภาพอื่นๆ ที่แสดงออกและส่งผลต่อการปฏิบัติงานจนทำให้การปฏิบัติงานนั้นๆ สำเร็จได้ตามเกณฑ์มาตรฐานหรือสูงกว่า

จิรประภา อัครบวร (2558) กล่าวว่า สมรรถภาพ หมายถึง ความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่จำเป็นในการทำงานใดงานหนึ่งให้สำเร็จและโดดเด่นกว่าคนอื่น

Boytzis (1982) ให้ความหมายของ Competencies (สมรรถภาพ) ว่าเป็นคุณลักษณะหรือความสามารถในการทำงานจนเกิดประสิทธิภาพ

McClelland and David C (1993) นักจิตวิทยาของมหาวิทยาลัย Harvard กล่าวว่า “Competency” เป็นคุณลักษณะเชิงพฤติกรรมของบุคคลในองค์กรที่ทำให้ได้ผลงานโดดเด่นกว่าคนอื่นๆ ซึ่งเกิดจากอุปนิสัย (Traits) ภาพลักษณ์ภายใน (Self-image) แรงผลักดันเบื้องลึก (Motives) และบทบาทที่มีต่อสังคม (Social role) และเป็นคุณลักษณะของบุคคลเกี่ยวกับผลการปฏิบัติงานประกอบด้วยความรู้ ทักษะ และความสามารถ

Spencer (1993) กล่าวว่า Competency คือ คุณลักษณะภายในของบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับกฎเกณฑ์ท้างอิงได้ และทำให้บุคคลนั้นมีผลการปฏิบัติงานที่สูง

B. Parry (2004) อ้างถึงใน สุกัญญา รัศมีธรรมโชติ (2548) กล่าวว่า สมรรถนะ คือ กลุ่มของความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับผลงาน และสามารถวัดเทียบมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับและเป็นสิ่งที่สามารถเสริมสร้างขึ้นจากการอบรมและการพัฒนาได้

จากการศึกษาความหมายของสมรรถภาพ สามารถสรุปได้ว่า สมรรถภาพ หมายถึง คุณลักษณะภายในของบุคคลที่ประกอบไปด้วยความรู้ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทำงาน ทักษะระหว่างบุคคล เจตคติที่มีอยู่ในตัวบุคคล การเป็นผู้นำ ความมีส่วนร่วมในการทำงาน การประกอบอาชีพ การจัดการตนเอง และการจัดการระบบการทำงานซึ่งสัมพันธ์กับผลการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพ สามารถปฏิบัติงานได้อย่างโดดเด่นและบรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ของงานได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2 ความหมายของสมรรถภาพครูและสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์

ความหมายของสมรรถภาพครู

นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของสรรถภาพครู (Teacher competencies) ไว้หลายประการ ดังนี้

Good (1973) บรรณาธิการ Dictionary of Education กล่าวว่า สมรรถภาพครู คือ ทักษะ (Skill) ความคิด (Concept) และทัศนคติ (Attitude) ที่ต้องมีในการทำงานทุกชนิด และนำเอาความรู้ วิธีการไปประยุกต์ใช้ แล้วก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ และสังคมแก่ผู้เรียน

Norman R. Dodl (1973) กล่าวว่า สมรรถภาพครู หมายถึงทัศนคติ ความเข้าใจ ทักษะ และพฤติกรรมของครูที่ทำให้เป็นผลดีแก่ความเจริญงอกงามของนักเรียนทางด้านร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญา

Coker (1979) ได้ให้ความหมายของ สมรรถภาพครูว่า หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาในด้านใดด้านหนึ่ง ซึ่งเรียกว่ามีสมรรถภาพในด้านนั้น โดยครูที่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอน เรียกว่ามีสมรรถภาพในการแก้ปัญหาสูง

สาโรช บัวศรี (2549) ให้ความหมายของ สมรรถภาพครู ไว้ว่าเป็นความสามารถในการทำการสอนซึ่งสามารถอบรม แนะแนวการปกครอง สร้างสัมพันธ์อันดีระหว่างโรงเรียนและชุมชน เป็นครูชั้นอาชีพ มีน้ำใจมุ่งสอนศิษย์อย่างเต็มที่ ฝึกอบรมเพื่อเป็นแบบอย่างที่ดีศิษย์ วางตนให้เกียรติสมกับการเป็นครูและทำกิจกรรมต่างๆ ของโรงเรียนได้เป็นอย่างดี

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2557) ได้เห็นถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และกล่าวว่าบุคคลที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือ ครู โดยครูในศตวรรษที่ 21 ควรจะมีสมรรถภาพ ดังนี้

1. สมรรถภาพด้านพัฒนาหลักสูตรรายวิชา (Curriculum Competency) โดยมีความรู้เรื่องหลักสูตร การพัฒนาหลักสูตร มีความสามารถพัฒนาหลักสูตรระดับต่าง ๆ ได้ รวมทั้งมีความตระหนักและเจตคติเชิงบวกต่อการสร้างหลักสูตร การวิเคราะห์หลักสูตร อันเป็นพื้นฐานสำคัญก่อนการนำหลักสูตรไปใช้

2. สมรรถภาพด้านการจัดการเรียนการสอน (Instructional Competency) เป็นลักษณะและพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถ ความชำนาญในการใช้ความรู้ ความเข้าใจและทักษะที่มีอยู่อย่างชำนาญเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้กลยุทธ์การสอนหลากหลาย ตลอดจนการใช้สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ กอปรด้วยการมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์และเจตคติเชิงบวกต่อการจัดการเรียนการสอน

3. สมรรถภาพด้านการประเมินผลการเรียนรู้สู่การทำวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Assessment Competency) โดยเป็นการประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริง (authentic learning) รวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพจากกระบวนการเรียนรู้การทำงาน การปฏิบัติงานและ

ผลผลิตที่ได้จากการเรียนรู้ในสภาพที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยนำข้อมูลเชิงประจักษ์ต่างๆ ที่รวบรวมได้มาระบุและวินิจฉัยปัญหาการเรียนรู้และให้ข้อติชมที่มีคุณภาพ

4. สมรรถภาพด้านการจัดการชั้นเรียนเพื่อสร้างบรรยากาศเชิงบวก (Classroom Management Competency) เป็นลักษณะและพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงความสามารถ ความชำนาญในการใช้ความรู้ ความเข้าใจและทักษะที่มีอยู่ในการจัดการชั้นเรียน สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ทางกายภาพและทางจิตใจ หรือกล่าวว่าเป็นบรรยากาศเชิงบวก กอปรด้วยความมีคุณลักษณะและเจตคติเชิงบวกต่อการจัดการชั้นเรียน

อัจฉราลักษณ์ วิเศษ (2558) กล่าวถึงสมรรถภาพโดยทั่วไปของครูว่าประกอบด้วย 5 ประการ คือ

1. มีสมรรถภาพด้านความรู้ ทักษะ เจตคติ
2. รู้จักใช้สมรรถภาพให้เกิดประโยชน์
3. สามารถประเมินผลนักเรียนได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ
4. สามารถปรับปรุงเนื้อหาให้พัฒนายิ่งขึ้น
5. ก่อให้เกิดการพัฒนาในตัวนักเรียน

จากการศึกษาความหมายของสมรรถภาพครู ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า สมรรถภาพครู เป็นความสามารถด้านความรู้ ความคิด ทักษะ และเจตคติที่ต้องมีในการปฏิบัติงาน โดยสามารถนำเอาวิธีการไปประยุกต์ใช้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ความหมายของสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญยิ่งในโลกยุคปัจจุบัน เนื่องจากวิทยาศาสตร์สามารถช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ดังนั้นมนุษย์ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียน นักศึกษาที่จะเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ให้มีความเจริญก้าวหน้าได้ ซึ่งในผู้ที่จะถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ให้แก่เยาวชนเหล่านั้นควรเป็นผู้ที่มีสมรรถภาพสำคัญของการเป็นครูสอน

วิทยาศาสตร์ที่ดี โดยครูสอนวิทยาศาสตร์ควรเป็นผู้ที่มีสมรรถภาพสำคัญ หรือบุคลิกสำคัญ โดยเริ่มจากการเป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์

จิตวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถภาพที่มีการพัฒนาขึ้นในตัวผู้เรียนจากการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ส่งผลให้ผู้เรียนมีสมรรถนะของการเป็นผู้ใฝ่รู้ในวิทยาศาสตร์สามารถนำ สิ่งที่ได้เรียนรู้ไป ใช้ในการคิดตัดสินใจ การค้นคว้าหาความรู้ การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และมีการนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์อย่างถูกต้องเหมาะสม สมรรถภาพของจิตวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคุณลักษณะ และ 10 สมรรถภาพ ตามที่กำหนดในคุณภาพผู้เรียนหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2551 ดังนี้

1) สมรรถภาพที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ ได้แก่ความอยากรู้อยากเห็น ความซื่อสัตย์ ความพยายามมุ่งมั่น ความรอบคอบ ความรับผิดชอบ ความสร้างสรรค์

2) สมรรถภาพที่ใช้ในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้แก่ความมีเหตุมีผล ความใจกว้าง ความร่วมมือช่วยเหลือ

3) สมรรถภาพที่ก่อให้เกิดการเห็นความสำคัญและใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ได้แก่ เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ครูวิทยาศาสตร์ควรเป็นผู้ที่มีพฤติกรรมที่เกิดจากการคิดและการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์จนเกิดความชำนาญและความคล่องแคล่วในการใช้เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ หรือเรียกว่าเป็นผู้ที่มี ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific process skills) ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะการคิดของนักวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการสืบเสาะ หาความรู้เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยสมาคมอเมริกาเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science – AAAS) ได้มีแนวทางเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific process skills) ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม 5 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ได้แก่

1.1 ทักษะการสังเกต (Observation)

ทักษะการสังเกตเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญที่สุดของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการสังเกตทำให้ได้มาซึ่งข้อมูล อาจเกิดจากประสาทสัมผัสเดียว หรือเกิดจากการรวมกันทำงานของประสาทสัมผัสทั้งห้า คือ การมองเห็น การได้ยิน การสัมผัส การได้รสชาติและการได้กลิ่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การสังเกตเป็นสิ่งที่เป็นกลางมากกว่าความคิดเห็น ยกตัวอย่างเช่น มีความเห็นว่า "จอห์นเป็นเด็กไม่ดี" ซึ่งไม่ได้เกิดจากการสังเกต แต่ในทางกลับกัน "จอห์นขว้างปาข้าวของออกไปนอกหน้าต่าง" เกิดจากพฤติกรรมของจอห์นที่เป็นลักษณะที่ไม่ดี ซึ่งเกิดจากการสังเกตทำให้ได้ข้อมูลว่าจอห์นเป็นเด็กที่ไม่ดี

ทักษะการสังเกตเป็นทักษะที่เกิดต่อจากทักษะทั่วๆไป ทำให้เกิดการเฉพาะเจาะจงมากยิ่งขึ้นโดยใช้ความสามารถในการวิเคราะห์เข้ามาร่วมด้วย

กล่าวโดยสรุปทักษะการสังเกตเป็นกระบวนการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลผ่านการใช้ประสาทสัมผัสพื้นฐานทั้งห้าร่วมกับความสามารถในการวิเคราะห์

1.2 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลเป็นกระบวนการสร้างสมมติฐานจากเหตุเพื่ออธิบายเหตุการณ์ที่สังเกตได้ ซึ่งทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลเป็นสิ่งที่ได้รับอิทธิพลมาจากวัฒนธรรมและทฤษฎีส่วนบุคคล

นอกจากนี้ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลยังมีอิทธิพลต่อการดำเนินการ เช่น การที่นักเรียนได้รับเกรดไม่ดีอยู่สองคน คนที่หนึ่งมีความเห็นว่าการที่ตนได้เกรดไม่ดีนั้นเกิดจากการที่ครูไม่ชอบตนเองส่วนอีกคนหนึ่งลงความเห็นว่าการที่ตนได้รับเกรดไม่ดีนั้นเกิดจากการที่ตนยังทุ่มเทให้กับการเรียนน้อยเกินไป จะเห็นว่าการลงข้อสรุปของเด็กทั้งสองคนแตกต่างกัน ทั้งที่สาเหตุของการได้เกรดไม่ดีนั้นเกิดจากสาเหตุเดียวกัน เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะเด็กทั้งสองคนมีวัฒนธรรมและทฤษฎีส่วนบุคคลที่แตกต่างกัน

1.3 ทักษะการจำแนกประเภท (Classification)

ทักษะการจำแนกประเภทเป็นกระบวนการจัดกลุ่มวัตถุที่มีลักษณะเดียวกันให้อยู่กลุ่มเดียวกัน โดยในการจำแนกประเภทของวัตถุนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะที่ผู้จัดกลุ่มสนใจอาจเหมือนกันหรือแตกต่างกันก็ได้ ซึ่งทักษะการจำแนกประเภทเป็นทักษะที่สำคัญของวิทยาศาสตร์เนื่องจากอาจก่อให้เกิดการนำไปต่อยอดในเรื่องอื่น ๆ ได้ ทางวิทยาศาสตร์ถือว่าในจักรวาลที่กว้างใหญ่นี้ทุกอย่างมีส่วนสัมพันธ์กัน ดังนั้นถ้าสามารถจัดกลุ่มสิ่งหนึ่งไว้ด้วยกันก็สามารถจัดกลุ่มสิ่งนั้นไว้กับสิ่งอื่น ๆ ได้

ทักษะการจำแนกประเภทมีอยู่สองส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนแรกต้องสามารถระบุลักษณะได้ และส่วนที่สองคือต้องสามารถอธิบายส่วนของลักษณะนั้น ๆ ที่ลงรายละเอียดได้

1.4 ทักษะการวัด (Measurement)

ทักษะการวัดเป็นการเลือกและการใช้เครื่องมือ ทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้เหมาะสม และถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

1.5. ทักษะการใช้ตัวเลข (Quantification)

ทักษะการใช้ตัวเลขเป็นการนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

1.6 ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล เป็นการนำข้อมูลที่ได้รับจากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยการนำเสนอในรูปของตารางแผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม กราฟสมการหรือการเขียนบรรยาย

1.7 ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)

ทักษะการพยากรณ์เป็นการาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้ว ในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป เช่น การพยากรณ์ข้อมูลที่เกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือ กราฟ ซึ่งทำได้ 2 แบบ คือ

1. การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูล
2. การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูล

1.8 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space / Space Relation and Space /Time Relation)

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา เป็นการจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งของที่อยู่ในประสบการณ์ โดยมีเกณฑ์ซึ่งเกณฑ์นั้นอาจใช้ความเหมือนความแตกต่างความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ได้แก่

2.1 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling variables)

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นการบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในการตั้ง สมมติฐานหนึ่งๆ

2.2 ทักษะการตั้งสมมุติฐาน (Hypothesizing)

ทักษะการตั้งสมมุติฐานเป็นการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นฐาน

2.3 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational definitions)

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการเป็นการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เกิดความเข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตได้หรือวัดได้ โดยให้คำตอบเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวกับการทดลองนั้น

2.4 ทักษะการทดลอง (Experimenting)

ทักษะการทดลอง เป็นกระบวนการปฏิบัติงานเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

2.4.1. การออกแบบการทดลอง

2.4.2. การปฏิบัติการทดลอง

2.4.3. การบันทึกผลการทดลอง

2.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting data)

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นการแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายของข้อมูล ในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น การสังเกต การคำนวณ เป็นต้น และการลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด การลงข้อสรุปสามารถทำได้ 2 ระดับ คือ

2.5.1. การสรุปในระดับแคบ คือ การสรุปให้อยู่เฉพาะกลุ่มตัวอย่างหรือสิ่งที่นำมาศึกษา

2.5.2. การสรุปในระดับกว้าง คือ การสรุปที่ออกนอกขอบเขตของกลุ่มตัวอย่างแต่เป็นการขยายกว้างไปสู่ประชากรหรือกลุ่มใหญ่ ข้อสรุปนี้มีความเชื่อถือได้น้อยกว่าแบบแรก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ครูวิทยาศาสตร์นอกจากจะต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดีแล้วยังต้องมีคุณลักษณะ ความรู้ความสามารถและมีกระบวนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ดีด้วย

มังกร ทองสุขดี (2521) กล่าวว่า ครูวิทยาศาสตร์ชั้นอาชีพควรมีสมรรถภาพ ดังนี้

1. มีความรู้พื้นฐานทางการศึกษาดี ทั้งด้านวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์
2. มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา ความคิดรวบยอดและขบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. ต้องศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับวิธีการสอน การทดลอง ความคิดรวบยอดและขบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. ต้องเข้าใจถึงการบูรณาการของสาขาวิชาต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์

5. ต้องมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ดีพอ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

6. ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ

7. มีความรู้เกี่ยวกับวิชาปรัชญาทางการศึกษาและมีทักษะในการสอน

8. มีความเข้าใจในผู้เรียน

9. ต้องมีความรู้ความเข้าใจในความรับผิดชอบที่เกี่ยวข้องกับการตั้งความมุ่งหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ การสร้างเหตุจูงใจให้ผู้เรียน การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน ผู้ปกครอง ผู้บริหาร และสังคม

10. เข้าใจในความรับผิดชอบของสถาบันการศึกษาที่มีต่อผู้เรียน ชุมชน และระหว่างสถาบันการศึกษา

11. ต้องเรียนรู้และเข้าใจวิทยาศาสตร์

12. มีความสามารถในการประเมินผล

13. มีความรู้เกี่ยวกับการสอนแบบต่าง ๆ

14. มีการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับอาชีพของตนเอง

15. มีความคิดริเริ่ม

16. ปรับปรุงวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้นอยู่เสมอ

17. กระตุ้นผู้เรียนฝึกหัดครูเห็นความสำคัญของการเป็นครูวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ทบวงมหาวิทยาลัย (2524) ได้แบ่งกลุ่มสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. มีความเป็นครูและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์

2. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. มีทักษะการเขียนจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมและแผนการสอน

4. แสวงหาความรู้อยู่อย่างเสมอ

5. มีทักษะการสอนทั่วไป

6. มีทักษะในการใช้จิตวิทยาในการเรียนการสอน

7. มีทักษะในการสอนเฉพาะทางวิทยาศาสตร์

8. มีทักษะในการประเมินผลการเรียนการสอน

9. มีความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและการพัฒนาหลักสูตร

10. มีทักษะการผลิตและการใช้สื่อการสอน

11. มีทักษะภาคปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์

12. มีความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์

ทบวงมหาวิทยาลัย(2524) ได้จัดกลุ่มสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 กลุ่ม

1. สมรรถภาพด้านความเป็นครู และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์

2. สมรรถภาพด้านวิชาครู

3. สมรรถภาพด้านความรู้วิทยาศาสตร์

4. สมรรถภาพด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คณะอนุกรรมการการวิจัยและจัดทำหลักสูตรผลิตครูวิทยาศาสตร์ระดับปริญญาตรี (2525) ได้รายงานผลการวิจัยว่า สมรรถภาพที่จำเป็นสำหรับครูวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. มีความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์

2. มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

3. มีทักษะภาคปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์

4. มีทักษะในการเขียนจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมและแผนการสอน

5. มีทักษะการสอนทั่วไป

6. มีทักษะการสอนเฉพาะทางวิทยาศาสตร์

7. มีทักษะในการใช้จิตวิทยาในการเรียนการสอน

8. มีทักษะในการประเมินผลการเรียนการสอน

9. มีความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและพัฒนาหลักสูตร

10. มีทักษะการผลิตและใช้สื่อการสอน

11. มีความเป็นครูและเจตคติทางวิทยาศาสตร์

12. มีทักษะในการแสวงหาความรู้อย่างสม่ำเสมอ

สมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ข้างต้นสามารถสังเคราะห์เป็นองค์ประกอบของสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ได้ 4 องค์ประกอบ คือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. สมรรถภาพด้านความเป็นครูและเจตคติทางวิทยาศาสตร์
2. สมรรถภาพด้านวิชาชีพครู
3. สมรรถภาพด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. สมรรถภาพด้านความรู้วิทยาศาสตร์

ยงยศ แย้มพวง (2527) ได้ศึกษาสมรรถภาพที่พึงประสงค์ของครูวิทยาศาสตร์สำหรับโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดชลบุรี โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้บริหารจำนวน 67 คน ครูวิทยาศาสตร์จำนวน 162 คน และนักเรียนจำนวน 311 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง มีความเที่ยง 0.943 ผลการวิจัยพบว่าสมรรถภาพที่จำเป็นสำหรับครูวิทยาศาสตร์มี 8 ด้าน ดังนี้

1. ด้านหลักสูตร
2. ด้านวิชาการ
3. ด้านการสอน
4. ด้านทักษะภาคปฏิบัติในห้องทดลอง
5. ด้านการวัดและประเมินผล
6. ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ
7. ด้านเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์
8. ด้านบุคลิกลักษณะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531) ได้ระบุสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ไว้ว่าควรมีสมรรถภาพดังนี้

1. มีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอน
2. สามารถใช้เทคนิคและวิธีการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ
3. สามารถเลือกเทคนิคและวิธีการสอนได้เหมาะสม
4. มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
5. มีทักษะภาคปฏิบัติในห้องทดลองวิทยาศาสตร์
6. แสวงหาความรู้อย่าสม่ำเสมอ

7. มีความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร

8. มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

9. มีความเป็นครู

10. สามารถใช้จิตวิทยาการเรียนการสอน

11. สามารถเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

12. สามารถเขียนและใช้แผนการสอน

13. สามารถประเมินผลการเรียนการสอน

14. สามารถแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า

15. สามารถใช้และผลิตสื่อการสอน

16. มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี

สมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ข้างต้นสามารถสังเคราะห์เป็นองค์ประกอบของสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ได้ 4 องค์ประกอบ คือ

1. สมรรถภาพด้านความเป็นครูและเจตคติทางวิทยาศาสตร์

2. สมรรถภาพด้านวิชาชีพครู

3. สมรรถภาพด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. สมรรถภาพด้านความรู้วิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Baird, Rowsey et al. (1989) ศึกษาความต้องการของการเพิ่มสมรรถภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา โดยใช้เครื่องมือ STIN (The Science teacher Inventory of Needs) พบว่ามีทั้งหมด 7 ด้าน ดังนี้

1. ด้านเป้าหมายในการสอนวิทยาศาสตร์

2. ด้านการวินิจฉัยและประเมินผลนักเรียน

3. ด้านการวางแผนการสอน

4. ด้านการสอนวิทยาศาสตร์

5. ด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

6. ด้านการบริหารวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

7. ด้านการปรับปรุงสมรรถภาพในการเป็นครูวิทยาศาสตร์

สมาคมอเมริกาเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์(The American Association for the Advancement of Science (1990)) ได้ระบุสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. เข้าใจในมโนทัศน์ที่สำคัญ และกฎเกณฑ์ของวิทยาศาสตร์
3. ตระหนักถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ส่งผลต่อกัน
4. มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. มีความคิดเชิงวิทยาศาสตร์
6. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

ลดาวัลย์ ทาระพันธ์ (2533) ได้ศึกษาสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ที่คาดหวังสำหรับสังคมไทยในช่วง พ.ศ. 2535-2549 โดยใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พบว่า สมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ที่คาดหวังสำหรับสังคมไทยในช่วง พ.ศ. 2535-2549 ได้แก่

1. ด้านความรู้ มีความรู้ในเนื้อหาสาระ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นอย่างดี

2. ด้านการจัดการเรียนการสอน มีความรู้ความเข้าใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหา สามารถสอนให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบตามระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้แก่ผู้เรียน มีการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างถูกต้องและปลอดภัย

3. ด้านเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ เปิดกว้างยอมรับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใหม่ๆ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

กล่าวถึงสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. สามารถประเมินพฤติกรรมในห้องเรียนของตนเอง
2. ตั้งใจและรับผิดชอบในการสอน
3. มอบหมายงานให้นักเรียนตามความสามารถและความสนใจ
4. มีความสามารถในการออกแบบการทดลองและเตรียมปฏิบัติการในห้องทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. มีความสามารถในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

6. สามารถสอนได้หลากหลาย

7. สามารถพัฒนาและปรับปรุงหน่วยการสอน บันทึกการสอน และโครงร่างเนื้อหาการสอนวิทยาศาสตร์

8. สามารถพัฒนาการสอนเพื่อจำแนกนักเรียนตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

9. สามารถกระตุ้นและสนับสนุนนักเรียนให้จัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์

10. สามารถกำหนดจุดมุ่งหมายอื่นๆ ในโปรแกรมวิทยาศาสตร์ และบทเรียนวิทยาศาสตร์

11. สอนโดยคำนึงถึงความปลอดภัย

12. สามารถเลือกใช้โสตทัศนูปกรณ์อย่างเหมาะสม

อรวรรณ อินทวิชญ (2542) ได้พัฒนาเกณฑ์ประเมินสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา โดยใช้เทคนิค EDFR พบว่าเกณฑ์ประเมินสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ มี 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้

2. ด้านทักษะการปฏิบัติงาน

3. ด้านเจตคติ

4. ด้านคุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณครู

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

อัญชลี สิรินทร์วราวงศ์ (2543) ได้กล่าวว่ากระบวนการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ควรครอบคลุมแนวปฏิบัติต่อไปนี้

1. ฝึกให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล

2. ฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา

3. ฝึกให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. ฝึกให้นักเรียนทำโครงงาน งานปฏิบัติการ การค้นคว้าวิจัยทางวิทยาศาสตร์

5. ส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศและเทคโนโลยีใหม่ๆ ทางวิทยาศาสตร์ และรู้จักใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีเหล่านี้

6. เลือกกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมเพื่อให้นักเรียนมีพัฒนาการต่าง ๆ ที่กล่าวแล้ว

พงษ์จันทร์ จันทยศ (2545) ได้อภิปรายสาระสำคัญของเอกสาร เรื่อง มาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกา (National Science Education Standards) ซึ่งมีสาระสำคัญสรุปได้ว่าครูวิทยาศาสตร์ทุกระดับชั้นควรมีความรู้ความสามารถใน 6 ด้าน ได้แก่

1. มีการวางแผนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะ โดยเลือกเนื้อหาวิชาจากนั้นนำมาดัดแปลงออกแบบให้เหมาะสมกับความรู้ความเข้าใจ ความสามารถและประสบการณ์ของนักเรียน ซึ่งใน Benchmarks for Science Literacy ไม่ได้กำหนดกรอบของความรู้ที่นักเรียนได้รับว่าควรมีความรู้มากเพียงใด รู้อย่างไร ดังนั้นครูจึงต้องเป็นผู้ที่ตัดสินใจเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมให้กับนักเรียน หลังจากนั้นครูต้องเลือกวิธีการสอนและการวัดผลที่เหมาะสม โดยมีการบูรณาการ (Integrate) กับวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี พร้อมทั้งยังต้องประสานกับครูวิชาอื่น ๆ เพื่อลดความซ้ำซ้อนในการสอนเนื้อหา

2. สามารถวางแนวทางและอำนวยความสะดวกต่อการเรียนรู้ของนักเรียน โดยในชั้นเรียนครูต้องยึดมั่นต่อการสอนแบบสืบเสาะ ให้นักเรียนมีการอภิปรายแสดงความคิดเห็นและนักเรียนมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ สามารถตอบสนองต่อความหลากหลายของนักเรียน และครูต้องปฏิบัติตนเป็นตัวอย่างที่ดีแก่นักเรียนและเป็นผู้ที่มีคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. มีความสามารถในการวัดผลการเรียนการสอน

4. สามารถสร้างสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

5. สร้างชุมชนผู้ใฝ่เรียนวิทยาศาสตร์ โดยแสดงการยอมรับความคิดเห็นของนักเรียนและโน้มนำนักเรียนให้ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ให้นักเรียนมีสิทธิ์ในการตัดสินใจเกี่ยวกับเนื้อหาและบริบทของงานที่ทำ และอื่น ๆ ที่เป็นลักษณะของการจัดการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้

6. สามารถวางแผนและพัฒนาโปรแกรมวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน โดยเข้าไปมีส่วนร่วมในการวางนโยบาย การจัดสรรเวลา งบประมาณ นอกจากนั้นครูต้องมีเวลาในการพัฒนาตนเองและเพื่อนร่วมงานด้วย

ปัจจุบันสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ให้ความสำคัญกับการศึกษาแนวใหม่ คือ สะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งเป็นการบูรณาการระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์ควรมีการรู้เรื่องสะเต็ม (STEM Literacy) โดย Jo Anne Vasquez, Cary Sneider and Michael Comer (2013) ได้ศึกษา STEM Education แล้วสรุปเกี่ยวกับ STEM Literacy ได้ว่าประกอบไปด้วย 4 ด้าน ดังนี้

1. การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy)

National Research Council (2012) กล่าวว่าการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ (1) ความรู้หลักของความเป็นจริง มโนทัศน์ หลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (2) ความสามารถในการเชื่อมโยงความคิดกับทฤษฎี (3) ทักษะและการคิดที่สามารถใช้แก้ปัญหาโลกของความเป็นจริงได้ที่เชื่อมโยงกับวิศวกรรมศาสตร์

2. การรู้เรื่องเทคโนโลยี (Technological literacy)

International Technology Education association (2007) และ National Research Council (2012) กล่าวว่าการรู้เรื่องเทคโนโลยีเป็นความสามารถในการใช้ การจัดการ ความเข้าใจและการเข้าถึงเทคโนโลยี โดยเป็นการเปลี่ยนแปลงที่มาเติมเต็มความต้องการของมนุษย์

3. การรู้เรื่องวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering literacy)

การรู้เรื่องวิศวกรรมศาสตร์เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาโดยประยุกต์กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์มาใช้อย่างเป็นระบบเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ผู้เรียนต้องมีความสามารถในการประยุกต์ทักษะทางวิศวกรรมศาสตร์มาใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical literacy)

Organisation for Economic Co-operation and Development (2009) กล่าวว่าการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นความสามารถส่วนบุคคลในการเข้าใจหลักการทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนที่มีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จะสามารถตัดสินสิ่งต่างๆ อย่างมีเหตุผลและสามารถใช้คณิตศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ มีความตระหนักในคณิตศาสตร์ สะท้อนความรู้ทางคณิตศาสตร์ และใช้คณิตศาสตร์เมื่อต้องการได้

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสังเคราะห์ตัวแปรสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการสังเคราะห์ตัวแปรสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัย

ตัวแปรสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2521)	กรมวิชาการ (2524)	คณะอนุกรรมการวิจัยทางการศึกษา (2525)	ยุพิน มัยหงษา (2527)	วิสุทธิ์ ดำนิลวัฒนา (2531)	Bird and Rowsey (1989)	Association for the Advancement of Mathematics (2533)	Simpson and Brown (1997)	ธีรวรรณ อินทวัญญ (2542)	อัญชลี สีหนาทราวาส (2543)	National Science Education Standards	STEM Education
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
การบูรณาการของสาขาวิชาต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์	✓					✓	✓					
ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์						✓						
การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี						✓				✓		
ความรู้เกี่ยวกับโครงงานปฏิบัติการการค้นคว้าวิจัยทางวิทยาศาสตร์								✓		✓		
ความเข้าใจในจุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์	✓		✓		✓			✓				
การเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์และ										✓		

ตัวแปรสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2521)	กรมวิชาการ (2524)	คณะอนุกรรมการวิจัยการศึกษา (2525)	ยุทธ ไกยวรรณ์ (2527)	วิสุทธิ์ คามบริรักษ์ (2531)	Bird and Rowsey (1989)	Association for the Advancement of ลดปัญหาระหว่างนัก (2533)	Simpson and Brown (1997)	อรวรรณ อินทร์ญญ (2542)	อัญชลี สีหามาตร์ (2543)	National Science Education Standards	STEM Education
เทคโนโลยี												
ความเข้าใจในผู้เรียน	✓											
เข้าใจในความรับผิดชอบของสถาบันการศึกษา	✓											
การวัดและประเมินผล	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓		
ความรู้เกี่ยวกับการสอน	✓	✓	✓			✓		✓	✓			
การปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับอาชีพ	✓				✓							
การเห็นความสำคัญของการเป็นครูวิทยาศาสตร์	✓											
การเชื่อมโยงจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมและแผนการสอน		✓	✓		✓							
จิตวิทยาในการเรียนการสอน		✓	✓		✓			✓			✓	
หลักสูตร		✓	✓	✓	✓						✓	

ตัวแปรสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์	สุวัฒน์ วัฒนวงศ์ (2521)	ทบวงมหาวิทยาลัย (2524)	คณะอนุกรรมการวิชาการ (2525)	ยงยศ แย้มมงคล (2527)	วิจารณ์ ลามนโพธิ์นนท์ (2531)	Bird and Rowsey (1989)	Association for the Advancement of ลดาวัลย์ ทวะพันธุ์ (2533)	Simpson and Brown (1997)	อรอุมา ชื่นบานอรุณ (2542)	อัญชลี ลีลานภาวรากุล (2543)	National Science Education Standards	STEM Education
สื่อการสอน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
บุคลิกภาพ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ความเป็นครู	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
การวางแผนการสอน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
การปรับปรุงสมรรถภาพในการเป็นครูวิทยาศาสตร์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
การสอนแบบสืบเสาะ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
สร้างสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
การบริหารวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ด้านคุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณครู	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ด้านทักษะการปฏิบัติงาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตัวบ่งชี้พฤติกรรมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2521)	กรมวิชาการ (2524)	สสวท. (2525)	ยุวดี แย้มนาม (2527)	วิรัช ลภิรัตนกุล (2531)	Bird and Rowsey (1989)	Association for the Advancement of Science (2533)	Simpson and Brown (1997)	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2542)	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2543)	National Science Education Standards	STEM Education
เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓
การคิดเชิงวิทยาศาสตร์							✓					
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์									✓			
การคิดอย่างมีเหตุผล										✓		
ความรู้ความเข้าใจ						✓						
การคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา										✓		
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์		✓				✓				✓		
ความรู้ทางเทคโนโลยี			✓	✓	✓						✓	
ความรู้ทางคณิตศาสตร์											✓	

ตอนที่ 4 มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์

การประกอบอาชีพในแต่ละอาชีพมักจะมีข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณลักษณะ และคุณภาพที่พึงประสงค์ในการประกอบวิชาชีพซึ่งผู้ประกอบวิชาชีพต้องประพฤติปฏิบัติตาม เพื่อให้เกิดคุณภาพในการประกอบวิชาชีพ วิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาก็มีข้อกำหนดดังกล่าวเช่นกัน โดยข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณลักษณะ และคุณภาพที่พึงประสงค์ในการประกอบวิชาชีพทางการศึกษา เรียกว่า มาตรฐานวิชาชีพทางการศึกษา เหตุที่วิชาชีพทางการศึกษามีมาตรฐานวิชาชีพทางการศึกษามาเป็นตัวกำหนด เนื่องจากเป็นวิชาชีพที่มีลักษณะเฉพาะ ต้องใช้ความรู้ ทักษะ และความเชี่ยวชาญในการประกอบวิชาชีพ ดังนั้นจะต้องสร้างความเชื่อมั่นศรัทธาให้แก่ผู้รับบริการจากวิชาชีพได้ว่าเป็นบริการที่มีคุณภาพ

ตามพระราชบัญญัติสภาครูและบุคลากรทางการศึกษา พ.ศ. 2546 มาตรา 49 กำหนดให้มีมาตรฐานวิชาชีพ 3 ด้าน ประกอบด้วย

1. มาตรฐานความรู้และประสบการณ์วิชาชีพ

มาตรฐานความรู้และประสบการณ์วิชาชีพเป็นข้อกำหนดสำหรับผู้ที่จะเข้ามาประกอบวิชาชีพ โดยจะต้องมีความรู้และมีประสบการณ์วิชาชีพเพียงพอที่จะประกอบวิชาชีพ จึงจะสามารถขอรับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพเพื่อใช้เป็นหลักฐานแสดงว่าเป็นบุคคลที่มีความรู้ความสามารถ และมีประสบการณ์พร้อมที่จะประกอบวิชาชีพทางการศึกษาได้

2. มาตรฐานการปฏิบัติงาน

มาตรฐานการปฏิบัติงานเป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับการปฏิบัติงานในวิชาชีพ ให้เกิดผลเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด พร้อมกับมีการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดความชำนาญในการประกอบวิชาชีพ ทั้งความชำนาญเฉพาะด้านและความชำนาญตามระดับคุณภาพของมาตรฐานการปฏิบัติงาน หรืออย่างน้อยจะต้องมีการพัฒนาตามเกณฑ์ที่กำหนดว่ามีความรู้ ความสามารถและความชำนาญ เพียงพอที่จะดำรงสถานภาพของการเป็นผู้ประกอบวิชาชีพต่อไปได้หรือไม่ นั่นก็คือการกำหนดให้ผู้ประกอบวิชาชีพจะต้องต่อใบอนุญาตทุกๆ 5 ปี

3. มาตรฐานการปฏิบัติตน

มาตรฐานการปฏิบัติตนเป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับการประพฤติตนของผู้ประกอบวิชาชีพ โดยมีจรรยาบรรณของวิชาชีพเป็นแนวทางและข้อพึงระวังในการประพฤติปฏิบัติ เพื่อดำรงไว้ซึ่งชื่อเสียง ฐานะ เกียรติ และศักดิ์ศรีแห่งวิชาชีพ ตามแบบแผนพฤติกรรม ตามจรรยาบรรณของ

วิชาชีพที่คุรุสภาจะกำหนดเป็นข้อบังคับต่อไป หากผู้ประกอบวิชาชีพผู้ใดประพฤติผิดจรรยาบรรณของวิชาชีพทำให้เกิดความเสียหายแก่บุคคลอื่นจนได้รับการร้องเรียนถึงคุรุสภาแล้วผู้นั้นอาจถูกคณะกรรมการมาตรฐานวิชาชีพวินิจฉัยชี้ขาดอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้ (1) ยกข้อกล่าวหา (2) ตักเตือน (3) ภาคทัณฑ์ (4) พักใช้ใบอนุญาตมีกำหนดเวลาตามที่เห็นสมควร แต่ไม่เกิน 5 ปี (5) เพิกถอนใบอนุญาตประกอบวิชาชีพ (มาตรา 54)

มาตรฐานวิชาชีพทางการศึกษาทั้ง 3 ด้านล้วนเป็นมาตรฐานที่สำคัญทั้งสิ้น ซึ่งในความเห็นของผู้วิจัยมาตรฐานวิชาชีพทางการศึกษาที่สำคัญที่สุด คือ ด้านมาตรฐานความรู้และประสบการณ์วิชาชีพ เนื่องจากสามารถเป็นแนวทางในการหาบุคคลากรทางการศึกษาที่มีคุณภาพ มีความรู้อย่างแท้จริง ซึ่งบุคคลากรเหล่านี้สามารถพัฒนาผู้เรียนให้เป็นบุคคลที่มีประสิทธิภาพได้ ยิ่งในปัจจุบันเป็นโลกที่เทคโนโลยีมีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก ผู้เรียนต้องรู้เท่าทันเทคโนโลยีเหล่านี้ และสามารถนำเทคโนโลยีเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์อย่างสูงสุด หรือสามารถพัฒนาเทคโนโลยีเหล่านี้ให้มีความทันสมัยมากยิ่งขึ้นได้ ดังนั้นบุคคลากรทางการศึกษาที่มีความรู้และประสบการณ์วิชาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีควรเป็นบุคคลากรทางการศึกษาที่มีมาตรฐานทางด้านความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โลกยุคปัจจุบันเป็นโลกที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดและศักยภาพของมนุษย์ในให้มนุษย์มีเหตุผล มีระบบ มีการสื่อสารที่ดี รู้จักการเลือกสรรสารสนเทศและการกำหนดกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา มาตรการอย่างหนึ่งที่จำเป็นต่อการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ดี คือ ผู้เรียนมีครูที่มีความรู้ความเข้าใจในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นอย่างดี ดังนั้นการสร้างหรือพัฒนาครูให้มีความรู้ความสามารถในการจัดการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงเป็นอีกหนทางหนึ่งที่ช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์ได้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จึงได้จัดทำมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้นเพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการเตรียมความพร้อมด้านบุคลากรครูให้มีการพัฒนาคุณภาพในการจัดการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ได้มาตรฐาน และเป็นไปตามนโยบายการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างทัดเทียมกับนานาประเทศและเป็นไปตามมาตรฐานสากล

มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมุ่งเน้นให้ครูมีแนวทางและมีความสามารถในการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการเรียนรู้ เจตคติ คุณธรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จริยธรรม และมีค่านิยมที่พึงประสงค์ตามมาตรฐานได้อย่างสอดคล้องกับสังคมไทยและทัดเทียมกับนานาประเทศ

Indiana Professional Standard Board (1997) กำหนดมาตรฐานของครูวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ต้องเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ เข้าใจหลักการใช้เครื่องมือการสืบเสาะประวัติและธรรมชาติ และจัดประสบการณ์การเรียนรู้อันก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายของผู้เรียน

2. ต้องเข้าใจวิธีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน และจัดโอกาสการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมพัฒนาการทางด้านสติปัญญา สังคม และบุคลิกภาพของผู้เรียน

3. ต้องเข้าใจการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน และจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับความแตกต่างของผู้เรียน

4. ต้องเข้าใจและใช้วิธีการสอนที่หลากหลายเพื่อส่งเสริมพัฒนาการทางปัญญา ทักษะการสืบเสาะ และจิตวิทยาของผู้เรียน

5. ต้องเข้าใจพฤติกรรมรายบุคคลและรายกลุ่มของผู้เรียน จัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเชิงบวก ความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ และจิตวิทยาของผู้เรียน

6. ต้องเข้าใจและใช้เทคนิคการสื่อสารที่หลากหลายเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสืบเสาะความร่วมมือร่วมใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

7. มีการวางแผนการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อนักเรียน ชุมชน และสอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตร

8. ต้องเข้าใจและใช้วิธีการประเมินตามสภาพจริงที่หลากหลาย เพื่อนำผลการประเมินมาส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญา ร่างกายและสังคมของผู้เรียน

9. ต้องประเมินการทำงานของตนเองและพัฒนาวิชาชีพของตนเองอย่างสม่ำเสมอ

10. ต้องมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ผู้ปกครอง เพื่อนร่วมงานและบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน

Wisconsin Education Association Council (1999) กำหนดมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์ไว้ 10 มาตรฐาน ดังนี้

1. เข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์กระบวนการสืบเสาะ และโครงสร้างของหลักสูตร และสามารถนำไปจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน

2. เข้าใจวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน และเตรียมโอกาสในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญา

3. เข้าใจความแตกต่างของผู้เรียน สามารถประยุกต์การสอนด้วนวิธีการที่หลากหลาย เพื่อช่วยเหลือผู้เรียนที่ด้อยความสามารถและส่งเสริมผู้เรียนที่มีความสามารถ

4. เข้าใจและใช้วิธีสอนที่หลากหลาย เพื่อเน้นพัฒนาความเข้าใจในเนื้อหา ทักษะการสืบเสาะ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

5. เข้าใจการใช้แรงจูงใจแบบกลุ่ม และแบบรายบุคคล มีปฏิสัมพันธ์ทางบวก สร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ และเสริมแรงจูงใจในตนเองของผู้เรียน

6. สามารถสื่อสารได้อย่างชัดเจน เพื่อความเข้าใจตรงกัน เพื่อพัฒนากระบวนการสืบเสาะ มีการร่วมมือและสนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน

7. มีการวางแผนการสอนวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายบนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน ชุมชน หลักสูตรและเป้าหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์

8. เข้าใจหลักการประเมินและใช้การประเมินที่หลากหลาย เที่ยงธรรม ตามพัฒนาการของบุคคล สังคม และสติปัญญาของผู้เรียน

9. มีการฝึกการสะท้อนคิด

10. สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และความรู้สึกที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ที่ดีต่อผู้เรียน ผู้ปกครอง ชุมชน และคนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553) ได้กำหนดการประเมินตามมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีสาระสำคัญ ดังนี้

1) มาตรฐานที่ใช้ประเมินครู ประกอบด้วยมาตรฐานหลัก 10 มาตรฐาน แต่ละมาตรฐานอยู่ในกรอบของคุณลักษณะ 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ ด้านการแสดงออก และด้านความสามารถ รวม 40 คุณลักษณะ และ 76 ตัวชี้บ่งที่ใช้เป็นแนวทางเพื่อพิจารณาคุณภาพของแต่ละคุณลักษณะ โดยใช้คุณลักษณะเป็นตัวกำหนดเกณฑ์การประเมิน และใช้ตัวชี้บ่งเป็นตัวกำหนดคุณภาพของคุณลักษณะ

คุณลักษณะของมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วยคุณลักษณะ 3 ด้าน คือ

1. คุณลักษณะด้านความรู้ เป็นคุณลักษณะที่ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ และเจตคติที่ดีต่อการปฏิบัติงาน ซึ่งรวมถึงการได้เข้าร่วม อบรม สัมมนา ประชุม ศึกษาดูงาน และค้นคว้าด้วยตนเองเพื่อเพิ่มพูนความรู้ โดยจะต้องมี หลักฐาน ร่องรอยหรือผลงานที่สะท้อนถึงความรู้ความเข้าใจต่อเรื่องที่เกี่ยวข้อง

2. คุณลักษณะด้านการแสดงออก เป็นคุณลักษณะที่ครอบคลุมในด้านการปฏิบัติจริง หรือการแสดงออกในขณะที่ปฏิบัติงานหรือในขณะที่จัดกิจกรรม โดยจะต้องมีหลักฐานหรือร่องรอยที่ปรากฏอยู่อย่างชัดเจนว่าเป็นผลจากการลงมือปฏิบัติจริง

3. คุณลักษณะด้านความสามารถ เป็นคุณลักษณะที่ครอบคลุมผลงาน ความสามารถในการพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียน การสอน และสมรรถภาพของการปฏิบัติงาน โดยทั่วไปแล้วผลของความสามารถของครูจะปรากฏที่ตัวผู้เรียนในลักษณะของผลสัมฤทธิ์และผลงานที่เกิดจากการจัดเรียนการสอน

2) เกณฑ์การประเมิน การประเมินมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามคุณลักษณะทั้ง 3 ด้าน ใช้เกณฑ์การประเมิน 2 ระดับ คือ ผ่านเกณฑ์และ ไม่ผ่านเกณฑ์ โดยผลการประเมินที่ผ่านเกณฑ์มี 2 ระดับย่อย คือ ผ่านในระดับดีมาก และผ่านในระดับดี ส่วนผลการประเมินที่ไม่ผ่านเกณฑ์มี 2 ระดับย่อย คือ พอใช้แต่ต้องปรับปรุง และต้องปรับปรุง โดยเกณฑ์การประเมินคุณลักษณะแบ่งได้อีกเป็นหลายๆด้าน คือ ด้านความรู้ ด้านการแสดงออก และด้านความสามารถ โดยเกณฑ์การประเมินในแต่ละด้านมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะด้านความรู้

ระดับคุณภาพ	**เกณฑ์ด้านความรู้**
ดีมาก (สามารถใช้เป็นแบบอย่างให้แก่ผู้อื่นได้)	มีผลงาน หลักฐาน หรือร่องรอยที่สะท้อนถึงการมีความรู้ ความเข้าใจต่อเรื่องที่เกี่ยวข้อง **ครบตามที่กำหนด** และผลการปฏิบัติงานหรือผลงาน**มีคุณภาพสูงมาก**

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์ด้านความรู้
ดี (ยังต้องมีการพัฒนาในบางด้าน และสามารถพัฒนาได้ด้วยตนเอง)	มีผลงาน หลักฐาน หรือร่องรอยที่สะท้อนถึงการมีความรู้ ความเข้าใจต่อเรื่องที่เกี่ยวข้อง **ครบตามที่กำหนด** การปฏิบัติงานหรือผลงาน**มีคุณภาพสูง** แต่ยังสามารถพัฒนาคุณภาพให้สูงมากยิ่งขึ้นอีกได้
พอใช้แต่ต้องปรับปรุง (จำเป็นต้องพัฒนาให้อยู่ในระดับคุณภาพที่สูงขึ้น แต่มีศักยภาพเพียงพอที่สามารถพัฒนาได้ด้วยตนเอง)	มีผลงาน หลักฐาน หรือร่องรอยที่สะท้อนถึงการมีความรู้ ความเข้าใจต่อเรื่องที่เกี่ยวข้อง **ครบตามที่กำหนด**แต่การปฏิบัติงานและผลงาน**มีคุณภาพต่ำ**
ต้องปรับปรุง (จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วนด้วยวิธีการที่เหมาะสม หรือในขณะที่พัฒนาผลงานจะต้องอยู่ภายใต้การนิเทศอย่างใกล้ชิด)	มีผลงาน หลักฐาน หรือร่องรอยที่สะท้อนถึงการมีความรู้ ความเข้าใจต่อเรื่องที่เกี่ยวข้อง **ตามที่กำหนดได้เพียงบางส่วนหรือเป็นเพียงส่วนน้อย** และผลงาน**มีคุณภาพต่ำ**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4 เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะด้านการแสดงออก

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์ด้านความรู้
ดีมาก (สามารถใช้เป็นแบบอย่างให้แก่ผู้อื่นได้)	มีการปฏิบัติงานและจัดกิจกรรม**ครบตามที่กำหนด**และผลงาน**มีคุณภาพสูงมาก**
ดี (ยังต้องมีการพัฒนาในบางด้าน และสามารถ	มีการปฏิบัติงานและจัดกิจกรรม**ครบตามที่กำหนด**และผลงาน**มีคุณภาพสูง** แต่ยัง

พัฒนาได้ด้วยตนเอง)	สามารถพัฒนาต่อไปให้มีคุณภาพสูงยิ่งขึ้นได้
พอใช้แต่ต้องปรับปรุง (จำเป็นต้องพัฒนาให้อยู่ในระดับคุณภาพที่สูงขึ้น แต่มีศักยภาพเพียงพอที่สามารถพัฒนาได้ด้วยตนเอง)	มีการปฏิบัติงานและจัดกิจกรรม**ครบตามที่กำหนด** แต่ผลงานส่วนใหญ่**มีคุณภาพต่ำ**
ต้องปรับปรุง (จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วนด้วยวิธีการที่เหมาะสม หรือในขณะที่พัฒนาผลงานจะต้องอยู่ภายใต้การนิเทศอย่างใกล้ชิด)	มีการปฏิบัติงานและจัดกิจกรรม**เป็นไปตามที่กำหนดเพียงส่วนน้อย**หรือยังไม่มี และผลงานเหล่านั้น**มีคุณภาพต่ำ**

ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะด้านความสามารถ

ระดับคุณภาพ	**เกณฑ์ด้านความสามารถ**
ดีมาก (สามารถใช้เป็นแบบอย่างให้แก่ผู้อื่นได้)	มีการปฏิบัติงานและผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนได้**ครบตามที่กำหนด**และผลงาน **มีคุณภาพสูงมาก**
ดี (ยังต้องมีการพัฒนาในบางด้าน และสามารถพัฒนาได้ด้วยตนเอง)	มีการปฏิบัติงานและผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนได้**ครบตามที่กำหนด**และผลงาน**มีคุณภาพสูง** แต่ยังสามารถพัฒนาต่อไปให้มีคุณภาพสูงยิ่งขึ้นได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์ด้านความสามารถ
พอใช้แต่ต้องปรับปรุง (จำเป็นต้องพัฒนาให้อยู่ในระดับคุณภาพที่สูงขึ้น แต่มีศักยภาพเพียงพอที่สามารถพัฒนาได้ด้วยตนเอง)	มีการปฏิบัติงานและผลงานที่แสดงถึงความสามารถในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนได้**ครบตามที่กำหนด** แต่ผลงานส่วนใหญ่**มีคุณภาพต่ำ**
ต้องปรับปรุง (จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วนด้วยวิธีการที่เหมาะสม หรือในขณะที่พัฒนาผลงานจะต้องอยู่ภายใต้การนิเทศอย่างใกล้ชิด)	มีการปฏิบัติงานและผลงานที่แสดงว่า **ไม่สามารถพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้เป็นไปตามที่กำหนด** และผลงานที่ทำได้**มีคุณภาพต่ำ**

การกำหนดเกณฑ์การประเมินดังกล่าวจะช่วยให้ผู้ประเมินสามารถนำไปใช้แปลความหมายเชิงคุณภาพของแต่ละระดับเพื่อนำไปใช้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้เพื่อให้สามารถนำผลการประเมินไปใช้พัฒนาคุณภาพให้สูงขึ้น โดยการประเมินมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ความสำคัญต่อเกณฑ์การประเมินทั้งด้านปริมาณและคุณภาพที่สรุปเป็นแนวทางได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระดับคุณภาพ		เกณฑ์การปฏิบัติงานและผลงาน (ด้านความรู้ ด้านการแสดงออก และด้านความสามารถ)	
		ด้านปริมาณ	**ด้านคุณภาพ**
ผ่าน	ดีมาก	มีครบ	สูงมาก
	ดี	มีครบ	สูง
ไม่ผ่าน	พอใช้แต่ต้องปรับปรุง	มีครบ	ต่ำ

ระดับคุณภาพ		เกณฑ์การปฏิบัติงานและผลงาน (ด้านความรู้ ด้านการแสดงออก และด้านความสามารถ)	
		ด้านปริมาณ	ด้านคุณภาพ
	ต้องปรับปรุง	มีไม่ครบ	ต่ำ

อย่างไรก็ตามเกณฑ์การประเมินเชิงคุณภาพทั้ง 4 ระดับ คือ ดีมาก ดี พอใช้แต่ต้องปรับปรุง และต้องปรับปรุง สามารถปรับเปลี่ยนการประเมินเป็นแบบอื่นได้ตามความสะดวกต่อการนำไปใช้ และความเหมาะสมกับประเภทของการปฏิบัติงานหรือผลงาน เช่น อาจกำหนดด้วยช่วงคะแนน ค่ากลาง หรือ ค่าร้อยละ ทั้งนี้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินสามารถกำหนดเกณฑ์การประเมินด้านปริมาณและคุณภาพของคุณลักษณะแต่ละด้านขึ้นเองได้ตามความพร้อมและศักยภาพ แต่ต้องคำนึงถึงความเป็นสากลของเนื้อหาด้านวิชาการและลักษณะเฉพาะของผลงานแต่ละประเภทไว้ด้วย

3) ผู้มีส่วนร่วมกับการประเมินมาตรฐานครูเป็นบุคคลที่ช่วยให้ครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามความคาดหวังของสถานศึกษา และจะสะท้อนให้เห็นคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษาทั้งด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิตตามระบบประกันคุณภาพการศึกษาซึ่งผู้ที่มีส่วนร่วมกับการประเมินมาตรฐานครูประกอบด้วย ครูหรือผู้รับการประเมิน ผู้บริหาร และผู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานศึกษา เช่น ผู้ปกครอง ชุมชน เป็นต้น

4) การบันทึกผลการประเมิน การบันทึกผลการประเมินทำได้หลายรูปแบบ โดยผู้บันทึกหรือผู้ประเมินสามารถออกแบบขึ้นใช้ได้เอง เพื่อให้สอดคล้องกับประเภทของผลงาน และการปฏิบัติได้จริงตามบริบท ซึ่งในมาตรฐานนี้ได้เสนอแนะตัวอย่างแบบบันทึกผลการประเมินไว้ 5 รูปแบบ ประกอบด้วย แบบบันทึกผลการวิเคราะห์ผลงานตามหัวข้อของผลงาน แบบบันทึกสรุปผลการประเมินรายชิ้นงาน แบบบันทึกรวมผลการประเมินทุกชิ้นงาน
แบบบันทึกสรุปรวมผลการประเมินมาตรฐานครูเป็นรายบุคคล และ แบบบันทึกสรุปรวมมาตรฐานครูของทั้งสถานศึกษา

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นบุคลากรที่สำคัญ ดังนั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่สำคัญทางด้านการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยจึงได้ทำการรวบรวมสมรรถภาพที่สำคัญและจำเป็นต่อการเป็นครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย 10 มาตรฐาน ดังนี้

มาตรฐานที่ 1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เข้าใจเนื้อหาสาระ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างครอบคลุมหลักสูตร และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา รวมทั้งจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้สาระการเรียนรู้มีความหมายต่อผู้เรียน

มาตรฐานที่ 2 การใฝ่เรียนรู้และพัฒนาวิชาชีพของตนเอง และนำความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์

มีความสนใจใฝ่เรียนรู้และพัฒนาวิชาชีพของตนเองอย่างต่อเนื่อง และ นำความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้จัดการเรียนรู้และปฏิบัติงานที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนและสังคม โดยคำนึงถึงคุณธรรมและจริยธรรม

มาตรฐานที่ 3 การจัดโอกาสในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนตามระดับการเรียนรู้และพัฒนาการของผู้เรียน

เข้าใจระดับการเรียนรู้และพัฒนาการของผู้เรียน จัดโอกาสในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนได้พัฒนาทางสติปัญญา สังคม ร่างกายและบุคลิกภาพ

มาตรฐานที่ 4 การจัดกระบวนการเรียนรู้ตามความแตกต่างของผู้เรียน

เข้าใจความแตกต่างของผู้เรียนและใช้เป็นข้อสนเทศพื้นฐานในการจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

มาตรฐานที่ 5 การนำวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมมาใช้พัฒนากระบวนการคิดและการเรียนรู้ของผู้เรียน

เข้าใจหลักการเรียนรู้และใช้วิธีการเรียนรู้อย่างหลากหลาย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ การแก้ปัญหา และพัฒนาทักษะปฏิบัติ

มาตรฐานที่ 6 การสร้างแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงบันดาลใจในการเรียนรู้

เข้าใจถึงแรงกระตุ้นและพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียนหรือกลุ่มของผู้เรียน และสามารถสร้างสถานการณ์หรือสภาพแวดล้อมที่จูงใจให้ผู้เรียนสนใจและเกิด แรงบันดาลใจในการเรียนรู้

มาตรฐานที่ 7 การใช้ทักษะการสื่อสารเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

มีทักษะการสื่อสาร สามารถใช้ภาษาอย่างถูกต้องทั้งการพูดและการเขียน ตลอดจนใช้สื่อโสตทัศนูปกรณ์และเทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีในการทำงานร่วมกัน

มาตรฐานที่ 8 การพัฒนาหลักสูตรและการวางแผนการจัดการเรียนรู้

พัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาและจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ตามเป้าหมาย โดยคำนึงถึงคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนและสอดคล้องกับความต้องการของชุมชน

มาตรฐานที่ 9 การประเมินผลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้

ใช้วิธีการประเมินผลตามสภาพจริงได้อย่างครอบคลุมสมรรถภาพของผู้เรียน ทั้งด้านความรู้ความคิด ทักษะ กระบวนการ เจตคติ และนำผลการประเมินไปใช้พัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง

มาตรฐานที่ 10 การนำชุมชนมาร่วมจัดการศึกษา และพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

ส่งเสริมให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างสถานศึกษากับชุมชน และเปิดโอกาสให้ผู้ปกครองชุมชนและองค์กร มีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากมาตรฐานของครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กำหนด ผู้วิจัยมีความเห็นว่ามีบางมาตรฐานสามารถวัดศักยภาพเบื้องต้นก่อนการประกอบวิชาชีพครูได้ เช่น มาตรฐานที่ 1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐานที่ 5 การนำวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมมาใช้พัฒนากระบวนการคิดและการเรียนรู้ของผู้เรียน และมาตรฐานที่ 7 การใช้ทักษะการสื่อสารเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษารายละเอียดของมาตรฐานข้างต้น ดังนี้

มาตรฐานที่ 1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เข้าใจเนื้อหาสาระ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างครอบคลุมหลักสูตร และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา รวมทั้งจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้สาระการเรียนรู้มีความหมายต่อผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 6 คุณลักษณะ และตัวชี้บ่งตามมาตรฐานที่ 1ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คุณลักษณะ	ตัวชี้บ่ง	ผลงานหรือร่องรอย
1. ด้านความรู้ 1.1 มีความรู้ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	1. มีความรู้ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์**และเทคโนโลยี**ทั้งในด้าน**สาระความรู้ และกระบวนการเรียนรู้**	1. การจัดทำสาระการเรียนรู้ (พิจารณาจากการวิเคราะห์หลักสูตร การนำตัวชี้วัดชั้นปี ตัวชี้วัดช่วงชั้นมาจัดทำสาระการเรียนรู้) 2. แผนการจัดการเรียนรู้ (พิจารณาจากเนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้) 3. อื่น ๆ (ระบุ.....)
	2. มีความรู้ ความเข้าใจ**ภาระงานต่าง ๆ ในการจัดการเรียนรู้**วิชาวิทยาศาสตร์ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร	1. แผนปฏิบัติงาน หรือคู่มือการปฏิบัติงาน (พิจารณาจากกิจกรรมที่ปฏิบัติและภาระงานต่าง ๆ ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน) 2. แผนการจัดการเรียนรู้ (พิจารณาจากสื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ บันทึกผลหลังการใช้แผน) 3. ผลงานวิชาการ งานวิจัยในชั้นเรียน 4. อื่น ๆ (ระบุ.....)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คุณลักษณะ	ตัวชี้บ่ง	ผลงานหรือร่องรอย
	3. มีความรู้ ความเข้าใจ **เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์** และนำ มาใช้ เป็นแนวทางกำหนดจุดประสงค์ การเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้	1. การวิ เคราะห์หลักสูตรเพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ 2. แผนการจัดการเรียนรู้ (พิจารณาจากจุดประสงค์การเรียนรู้) 3. อื่น ๆ (ระบุ.....)
	4. มีความรู้ ความเข้าใจ **แนวคิ ด หลักการ และทฤษฎี** ทางวิทยาศาสตร์ และ**ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหาการสำรวจตรวจสอบ**	1. บันทึกและรายงานที่แสดงว่ามีความรู้ในทฤษฎีหลักการสอนและการนำไปใช้ในการสอน 2. แผนการจัดการเรียนรู้ (พิจารณาจากกิจกรรมการเรียนรู้หรือสื่อการเรียนรู้) 3. ชิ้นงาน ผลงาน หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน 4. อื่น ๆ (ระบุ.....)
1.2 มีความเข้าใจ และตระหนักในความสำคัญของการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์	1. มีความรู้และเข้าใจถึงความสำคัญของการเรียนรู้วิ ทยาศาสตร์ด้วยการ**ลงมือปฏิบัติ** เพื่อพัฒนาทักษะปฏิบัติและทักษะทางเชาวน์ปัญญา	1. การวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 2. แผนการจัดการเรียนรู้ (พิจารณาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้) 3. บันทึกผลหลังการใช้แผน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คุณลักษณะ	ตัวชี้บ่ง	ผลงานหรือร่องรอย
		บันทึกการปฏิบัติของผู้เรียน) 4. อื่น ๆ (ระบุ.....)
	2. มีความรู้และเข้าใจถึงความสำคัญของ**คู่มือการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์** เพื่อให้การปฏิบัติการทดลองมีประสิทธิภาพ	1. การจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (พิจารณาจากความเป็นระบบ ความมีระเบียบ และจัดทำระเบียน วัสดุอุปกรณ์ที่มีมาตรฐาน) 2. การใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (พิจารณาจากการสังเกตพฤติกรรม ในการร่วมกิจกรรม ผลการเรียนรู้ และความปลอดภัย) 3. อื่น ๆ (ระบุ.....)
1.3 มีความรู้ ความเข้าใจสาระและมาตรฐาน การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร	1. มีความรู้ ความเข้าใจ**สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใน**ระดับชั้นที่สอนหรือระดับชั้นอื่นในส่วนที่สัมพันธ์กัน	1. การใช้เอกสารหลักสูตร คู่มือการจัด สาระการเรียนรู้ คู่มือวัดผลประเมินผล และกำหนดคำอธิบายรายวิชาและ หน่วยการเรียนรู้ 2. โครงสร้างรายวิชา / หน่วยการเรียนรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คุณลักษณะ	ตัวชี้บ่ง	ผลงานหรือร่องรอย
		หรือการกำหนดการจัดการเรียนรู้ 3. อื่น ๆ (ระบุ.....)
	2. มีความรู้ ความเข้าใจ**การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์** หรือบูรณาการภายในสาระวิชาวิทยาศาสตร์ หรือระหว่างวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นตามความเหมาะสม	1. โครงสร้างรายวิชา/หน่วยการเรียนรู้ หรือแผนการจัดการเรียนรู้ (พิจารณา จากเนื้อหาสาระที่มีการบูรณาการ ระหว่างสาระและกิจกรรมการเรียนรู้) 2. บันทึกผลการทำกิจกรรมต่างๆ ตาม ที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้ 3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ ผู้เรียน 4. อื่น ๆ (ระบุ.....)
2. <u>ด้านการแสดงออก</u> 2.1 มีการใฝ่หาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	1. มี**ผลการปฏิบัติงานที่แสดงถึง** **การแสวงหาความรู้ ทักษะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย	1. แผนการจัดการเรียนรู้ (พิจารณาจาก กิจกรรมการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้) 2. แฟ้มสะสมงานของครูและ ผู้เรียน เช่น รายงานการอบรม การศึกษาดูงาน 3. ผลงานการวิจัยในชั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คุณลักษณะ	ตัวชี้บ่ง	ผลงานหรือร่องรอย
		เรียน 4. บันทึกผลการปฏิบัติงานของครู 5. อื่น ๆ (ระบุ.....)
2.2 มีการวางแผน การจัดการเรียนรู้และกำหนดภาระงานต่าง ๆ ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้	1. มี**การวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และกำหนดภาระงาน ตามสาระการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิดและสร้างความรู้อย่างมีความหมาย** โดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	1. แผนการจัดการเรียนรู้ (พิจารณากิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ บันทึกหลังการใช้แผน) 2. พฤติกรรมที่คาดหวังให้ผู้เรียนแสดงออก (สังเกตจาก การใช้คำถาม การอภิปราย การร่วมกิจกรรม) 3. อื่น ๆ (ระบุ.....)
3. <u>ด้านความสามารถ</u> 3.1 จัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจ ตรวจสอบและการแก้ปัญหา	1. จัด**กิจกรรมให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง** ที่มีการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ สำรวจตรวจสอบ แก้ปัญหาและการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น 2. จัด**สื่อการเรียนรู้ อุปกรณ์ สภาพห้องเรียน**	1. แผนการจัดการเรียนรู้ (พิจารณาจากกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลประเมินผล) 2. ผลการทำกิจกรรมที่ใช้ทักษะปฏิบัติการสืบค้นข้อมูล การทดลอง การสาธิต 3. รายงานการปฏิบัติงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คุณลักษณะ	ตัวชี้บ่ง	ผลงานหรือร่องรอย
	ห้องปฏิบัติการและบริเวณทั่วไปของสถานศึกษา ให้เป็น แหล่งเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมให้ให้ผู้เรียนพัฒนาการเรียนรู้	ชิ้นงาน หรือผลงานของผู้เรียน 4. อื่น ๆ (ระบุ.....) 1. การจัดความพร้อมของวัสดุอุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ 2. สภาพห้องเรียน / ห้องปฏิบัติการ บรรยากาศและสภาพแวดล้อม ในสถานศึกษาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ 3. อื่น ๆ (ระบุ.....)

มาตรฐานที่ 5 การนำวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมมาใช้พัฒนากระบวนการคิดและการเรียนรู้ของผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เข้าใจหลักการสอนและใช้วิธีการสอนอย่างหลากหลาย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์ วิจารณ์ การแก้ปัญหา และพัฒนาทักษะปฏิบัติ

ตารางที่ 7 คุณลักษณะ และตัวชี้บ่งตามมาตรฐานที่ 5 การนำวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมมาใช้พัฒนากระบวนการคิดและการเรียนรู้ของผู้เรียน

คุณลักษณะ	ตัวชี้บ่ง	ผลงานหรือร่องรอย
1. <u>ด้านความรู้</u> 1.1 มีความรู้ความเข้าใจ	1. มีความรู้ ความเข้าใจ **กระบวนการเรียนรู้ที่**	1. แผนการจัดการเรียนรู้ (พิจารณาจากกิจกรรมการเรียนการสอน)

คุณลักษณะ	ตัวชี้บ่ง	ผลงานหรือร่องรอย
กระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนใช้ ความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์วิจารณ์ การตัดสินใจและการแก้ปัญหา	**ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้แนวคิดของตนเองเพื่อเชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ที่ได้รับ** และนำความรู้ไปใช้จัดกิจกรรมที่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ คิดตัดสินใจ และคิดแก้ปัญหา	2. สื่อการเรียนการสอน (พิจารณาจากคุณภาพและการใช้ประโยชน์ที่คุ้มค่าและตรงจุดประสงค์) 3. ผลงานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน 4. แฟ้มสะสมงานของครูและผู้เรียน 5. อื่น ๆ (ระบุ.....)
1.2 มีความรู้ความเข้าใจ และตระหนักในความสำคัญของการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหา	1. มีความรู้ ความเข้าใจ **กระบวนการทางวิทยาศาสตร์** ที่ให้ผู้เรียนฝึกการสังเกต ตั้งสมมติฐาน ทดลอง บันทึกอภิปราย สรุปความรู้ นำเสนอผลงานหรือเขียนรายงาน	1. แผนการจัดการเรียนรู้ (พิจารณาจากกิจกรรมการเรียนรู้) 2. ผลงาน กิจกรรม ภาระงานลักษณะต่าง ๆ หรือโครงงานวิทยาศาสตร์ 3. แฟ้มสะสมงานของครูและผู้เรียน 4. อื่น ๆ (ระบุ.....)
	2. มีความรู้ ความเข้าใจขั้นตอนการเรียนรู้ โดยการ**สืบเสาะหาความรู้ การสำรวจ ตรวจสอบ และการทดลองวิทยาศาสตร์**	1. แผนการจัดการเรียนรู้ (พิจารณาจากกิจกรรมการเรียนการสอน) 2. ผลการสังเกตพฤติกรรมการแสดงออกในการร่วมกิจกรรม เช่น การใช้คำถาม การอภิปราย 3. อื่น ๆ (ระบุ.....)
2. <u>ด้านการแสดงออก</u> 2.1 จัดการ	1. วางแผนการ**จัดกิจกรรมการเรียนรู้และจัดทำแผน**	1. แผนการจัดการเรียนรู้ (พิจารณากิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนฝึก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คุณลักษณะ	ตัวชี้บ่ง	ผลงานหรือร่องรอย
เรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดระดับสูง	**การจัดการเรียนรู้** ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือฝึกทักษะปฏิบัติ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม สร้างแนวคิด กำหนดเป้าหมายทำกิจกรรมและประเมินผลเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง	ปฏิบัติด้วยตนเอง) 2. การผลิต การใช้สื่อ นวัตกรรมการเรียนรู้ 3. ผลการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน (พิจารณาจากเป้าหมายการประเมิน วิธีการและเครื่องมือการประเมินผล) 4. บันทึกหลังการสอน 5. อื่น ๆ (ระบุ.....)
	2. **จัดกิจกรรมที่หลากหลายและกำหนดภาระงานตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง** ด้วยการทดลอง การฝึกทักษะปฏิบัติจนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการฝึกการคิดระดับสูงเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	1. ผลการทำกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการที่นำไปสู่การคิดระดับสูง (บันทึก รายงานและผลงานของผู้เรียน) 2. การจัดห้องปฏิบัติการและการใช้ห้องปฏิบัติการเพื่อการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ 3. อื่น ๆ (ระบุ.....)
	3. จัด**กิจกรรมที่ใช้สื่อวัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้อย่างหลากหลาย** เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ได้ในทุกสาระการเรียนรู้	1. วัสดุอุปกรณ์ สื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ แหล่งเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2. ผลการประเมินตนเองของครู ผู้เรียน และการประเมินความพร้อมด้านปัจจัย เช่น วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้ 3. อื่น ๆ (ระบุ.....)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คุณลักษณะ	ตัวชี้บ่ง	ผลงานหรือร่องรอย
3. <u>ด้านความสามารถ</u> 3.1 ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกฝนกระบวนการคิด การปฏิบัติ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน	1. จัด**กิจกรรมและภาระงานอย่างหลากหลายในลักษณะที่ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง** เพื่อให้ผู้เรียนได้รับทั้งความรู้และพัฒนาความคิดระดับสูง	1. ผลการวิเคราะห์หลักสูตร จัดทำสาระการเรียนรู้ กำหนดจุดประสงค์และภาระงานที่เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดระดับสูง 2. ผลการทำกิจกรรมต่าง ๆ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ 3. ผลงานหรือชิ้นงาน สิ่งประดิษฐ์ โครงงานวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน 4. อื่น ๆ (ระบุ.....)
	2. จัด**การเรียนรู้แบบบูรณาการที่สอดคล้องกับสภาพจริงให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความคิดแบบเชื่อมโยงที่นำไปสู่การคิดวิเคราะห์ วิจารณ์และคิดแก้ปัญหา**	1. ผลการวิเคราะห์หลักสูตร การออกแบบกระบวนการเรียนรู้หรือการบูรณาการระหว่างสาระ 2. แผนการจัดการเรียนรู้ (พิจารณาจากกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการรูปแบบต่างๆ) 3. ผลการตอบสนองจากผู้เรียนที่สะท้อนความคิด ความรู้ความเข้าใจและการนำไปใช้ รวมทั้งความพอใจต่อการเรียนรู้ 4. ผลการเรียนและผลงานของผู้เรียน 5. อื่น ๆ (ระบุ.....)

มาตรฐานที่ 7 การใช้ทักษะการสื่อสารเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

มีทักษะการสื่อสารและสามารถใช้ภาษาอย่างถูกต้องทั้งการพูดและ การเขียน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหา รวมทั้งการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีในการทำงานร่วมกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 8 คุณลักษณะ และตัวชี้บ่งตามมาตรฐานที่ 7 การใช้ทักษะการสื่อสารเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

คุณลักษณะ	ตัวชี้บ่ง	ผลงานหรือร่องรอย
1. <u>ด้านความรู้</u> 1.1 มีความรู้ความเข้าใจและตระหนักในความสำคัญของการสื่อสาร การสืบเสาะหาความรู้ และการมีปฏิสัมพันธ์	1. มีความรู้ ความเข้าใจใน**การใช้ภาษาได้อย่างถูกต้องและเลือกใช้ทักษะการสื่อสาร**ทั้งการพูด การเขียน การใช้คำศัพท์ และการนำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสืบค้นหรือสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ	1. แผนการจัดการเรียนรู้ (พิจารณาจากการใช้ภาษาได้ถูกต้อง ชัดเจน สื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจและสามารถนำแผนไปใช้ได้) 2. การพูด การอ่าน การเขียนเพื่อสื่อสารให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และให้ผู้อื่นรับรู้ได้ตรงตามเป้าหมาย 3. แฟ้มสะสมงานของครูและผู้เรียน 4. อื่น ๆ (ระบุ.....)
	2. มีความรู้ ความเข้าใจและเห็นความสำคัญใน**การให้ผู้เรียนฝึกทักษะการสื่อสาร**โดยการซักถาม อภิปราย บันทึก รายงานหรือนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ	1. แผนการจัดการเรียนรู้ (พิจารณาจากการใช้ภาษาได้ถูกต้อง ชัดเจน สื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจและสามารถนำแผนไปใช้ได้) 2. ผลการสังเกตการสอนในชั้นเรียน 3. ผลการสังเกตพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน 4. อื่น ๆ (ระบุ.....)
2. <u>ด้านการแสดงออก</u> 2.1 มีวิธีการสื่อสารอย่างเหมาะสมในการพูด เขียน และการ	1. มีการ**สื่อสารด้วยการพูด การเขียนและการแสดงออกที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้** เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ อยากรู้อยากเห็น เข้าใจเป้าหมายในการทำ	1. แผนการจัดการเรียนรู้ (พิจารณาจากเนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมีแผนภูมิ ตาราง ผังมโนมติ ประกอบคำอธิบาย ฯลฯ) 2. ผลการสังเกตการสอนในชั้นเรียน (พิจารณาจากวิธีการสื่อสารที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คุณลักษณะ	ตัวชี้บ่ง	ผลงานหรือร่องรอย
แสดงออกรวมทั้งการจัดหาสื่ออุปกรณ์ต่าง ๆ มาช่วยในการจัดการเรียนรู้	ภาระงานต่าง ๆ	เหมาะสมทำให้เข้าใจได้ง่าย) 3. ผลงานของผู้เรียน การทำแบบฝึกหัด บันทึกหรือรายงานทั้งการเขียนและการพูดตรงตามเป้าหมาย 4. อื่น ๆ (ระบุ.....)
	2. ใช้**สื่ออุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์ หรือเทคโนโลยีที่เหมาะสม**เป็นเครื่องมือสื่อสารในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาสาระและกิจกรรมของบทเรียน	1. แผนการจัดการเรียนรู้ (พิจารณาจากสื่อการเรียนรู้) 2. ผลการรวบรวมสื่ออุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์และเทคโนโลยี 3. ผลการจัดหา ผลิต และพัฒนาสื่อนวัตกรรม และเทคโนโลยีทางการเรียนการสอน 4. อื่นๆ (ระบุ.....)
2.2 มีการสื่อสารหรือ นำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างถูกต้อง	1. พูด เขียน อ่าน และใช้ศัพท์**ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** ได้อย่างถูกต้องตามการบัญญัติศัพท์ของราชบัณฑิต แต่ในกรณีที่ไม่มีการบัญญัติศัพท์ของราชบัณฑิตยสถานให้ใช้ศัพท์ที่มีการยอมรับกันทั่วไป	1. แผนการจัดการเรียนรู้ (พิจารณาจากการใช้ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ในการสื่อสารหรือนำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์) 2. ผลการสังเกตความสามารถในการสื่อสารในระหว่างการเรียนรู้ 3. อื่น ๆ (ระบุ.....)
3. <u>ด้านความสามารถ</u> 3.1 มีการสื่อสาร	1. มีการสื่อสารและใช้ศัพท์**ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่าง**	1. แผนการจัดการเรียนรู้ (พิจารณาจากการใช้ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ในการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คุณลักษณะ	ตัวชี้บ่ง	ผลงานหรือร่องรอย
เป็นแบบอย่างที่ดีให้แก่ผู้เรียนและทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ดี	**ถูกต้อง** เพื่อสื่อความหมายเนื้อหาสาระและกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการเรียนรู้ และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์	สื่อสารหรือนำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์) 2. บันทึก รายงาน และการนำเสนอผลงานรูปแบบต่าง ๆ 3. ผลงานของครูและผู้เรียน แบบฝึกหัด ใบความรู้ ใบงาน เอกสารประกอบการสอน 4. อื่น ๆ (ระบุ.....)

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเทศนั้นจะมีการกำหนดมาตรฐานเพื่อให้ครูมีแนวทางและมีความสามารถในการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการเรียนรู้ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม และมีค่านิยมที่พึงประสงค์ทางด้านวิทยาศาสตร์ตามมาตรฐาน ซึ่งในประเทศไทยนั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนด มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์ขึ้น ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ ด้านการแสดงออก และด้านความสามารถ โดยรูวิทยาศาสตร์จำเป็นที่จะต้องพัฒนาตนเองให้สอดคล้องกับมาตรฐานที่กำหนดขึ้น เพื่อให้ครูวิทยาศาสตร์จัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม มีประสิทธิภาพและบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดขึ้น คือ ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทั้งความรู้ ความคิด เกิดทักษะกระบวนการเรียนรู้ เจตคติ มีคุณธรรม มีค่านิยมที่พึงประสงค์ เพื่อให้ได้มาตรฐานตามมาตรฐานสากล

ตอนที่ 5 การทดสอบวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศและระดับนานาชาติ

วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งทำให้สังคมมนุษย์เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ให้มีความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์และวิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1993; National

Research Council [NRC], 1996; Organization for Economic Co-operation and Development [OECD], 2013) การศึกษาทั่วโลกจึงให้ความสำคัญกับวิทยาศาสตร์เป็นอย่างยิ่งซึ่งจะเห็นได้ว่าในหลายๆประเทศได้มีการประเมินความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับเยาวชนโดยการสร้างแบบสอบวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของเยาวชนขึ้น เช่น

Program for International Student Assessment (PISA)

PISA เป็นโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ โดยในปัจจุบันมีประเทศที่เข้าร่วมการประเมินมากกว่า 70 ประเทศ ซึ่งการทดสอบ PISA นี้ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้ประชาชนมีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง โดย PISA เน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน โดยประเมิน 3 ด้าน คือ การรู้เรื่องการอ่าน (Reading Literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งจะจัดการประเมินกับผู้เรียนอายุ 15 ปี ซึ่งเป็นวัยที่จบการศึกษาภาคบังคับ ในทุกๆ 3 ปี และในแต่ละปีจะประเมินทั้ง 3 ด้านแต่เน้นหนักในด้านใดด้านหนึ่งในการประเมิน กล่าวคือ PISA 2006 และ PISA 2015 เน้นด้านวิทยาศาสตร์ (น้ำหนักข้อสอบด้านวิทยาศาสตร์ 60% และด้านการอ่านและคณิตศาสตร์อย่างละ 20%) โดยลักษณะของแบบสอบจะมีทั้งแบบเขียนตอบ แบบเติมคำ และแบบเลือกตอบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2559)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)

TIMSS เป็นโครงการวิจัยศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย เทียบกับนานาชาติ ซึ่งเป็นโครงการที่สมาคมนานาชาติเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (International Association for the Evaluation of Educational Achievement; IEA) ดำเนินการร่วมกับประเทศสมาชิกเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรของผู้เรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (Grade 4) และมัธยมศึกษาปีที่ 2 (Grade 8) โดยการประเมินเริ่มมีขึ้นในปี ค.ศ. 1995 และประเมินต่อเนื่องทุก 4 ปี จากข้อมูลในปี ค.ศ. 2015 พบว่ามีประเทศที่เข้าร่วมโครงการทั้งหมด 39 ประเทศ และอีก 7 รัฐ ซึ่งลักษณะของแบบสอบเป็นแบบเขียนตอบและเลือกตอบ ครอบคลุมเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ตาม

หลักสูตร รวมทั้งพฤติกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้านความรู้ ด้านการประยุกต์ใช้ความรู้ และการใช้เหตุผล นอกจากนี้ยังมีการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามผู้บริหารโรงเรียน ผู้สอน และผู้เรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2557)

Florida Comprehensive Assessment Test (FCAT)

FCAT เป็นการทดสอบกลางที่ใช้ในโรงเรียนประถมศึกษา และมัธยมศึกษาที่สังกัดรัฐฟอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีการทดสอบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1998 แทนที่การทดสอบการประเมินผลการเรียนของรัฐ (State Student Assessment Test; SSAT) และการทดสอบสมรรถภาพของโรงเรียนมัธยมศึกษา (High School Competency Test; HSCT) โดย FCAT ใช้ทดสอบกับผู้เรียนทุกคนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 (Grade 3) ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (Grade 11) โดยวัดความรู้เกี่ยวกับทางด้านการอ่าน การเขียน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะวัดความรู้ทางด้านการเขียนในนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (Grade 4) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (Grade 8) และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (Grade 10) วัดความรู้ทางด้านการอ่าน และคณิตศาสตร์ในผู้เรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 (Grade 3) ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (Grade 10) และวัดความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในผู้เรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (Grade 5) ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (Grade 8) และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (Grade 11) โดยลักษณะของแบบสอบมีทั้งแบบเขียนตอบ เติมคำในช่องว่างและเลือกตอบ ซึ่งผลคะแนนที่นักเรียนทดสอบได้จะถูกส่งไปยังโรงเรียนและใช้ประกอบการเลื่อนชั้นของผู้เรียน (Greatschools Staff 2016)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

International Competitions and Assessments for Schools (ICAS)

ICAS เป็นโครงการที่ประเมินผลทักษะต่างๆ ทางด้านเทคโนโลยี ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การสะกดคำ และการเขียนของผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 (Grade 3) ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 (Grade 12) ในประเทศต่างๆ เช่น ประเทศออสเตรเลีย ประเทศนิวซีแลนด์ และอีกกว่า 20 ประเทศจากทวีปเอเชีย แอฟริกา ยุโรป กลุ่มประเทศแปซิฟิค และอเมริกา โดยลักษณะของแบบสอบเป็นแบบทั้งการเขียนตอบ และการเลือกตอบ โครงการ ICAS เป็นโครงการที่อยู่ในความรับผิดชอบของ UNSW Global Assessments ภายใต้สังกัดมหาวิทยาลัยนิวเซาท์เวลส์ ประเทศออสเตรเลีย ซึ่ง ICAS ได้ถูกพัฒนามากว่า 30 ปี และในปัจจุบันได้นำเอาความรู้เกี่ยวกับทักษะในศตวรรษที่ 21 มาประเมินด้วย ซึ่งในบางโรงเรียนผลจากการประเมิน ICAS จะถูกนำไปพิจารณาใน

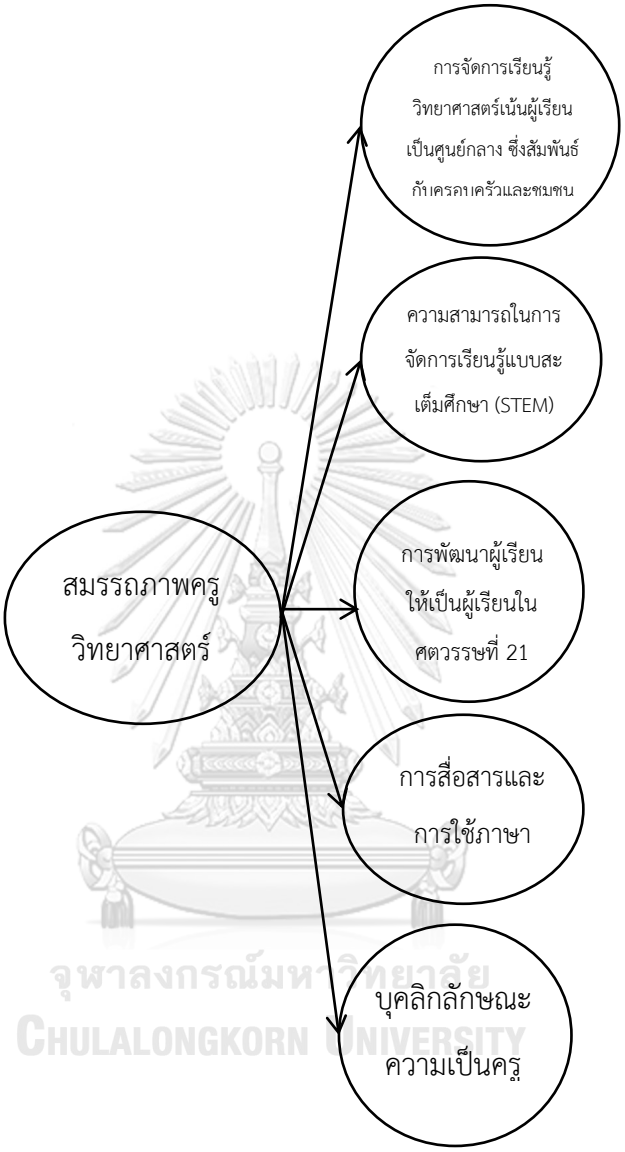
การเลื่อนชั้นของผู้เรียน นอกจากนี้ผลของการประเมินยังนำมาเป็นแนวทางในการบริหารงานของโรงเรียน (UNSW Global Pty Limited 2016)

New York State Alternate Assessment (NYSAA)

NYSAA เป็นส่วนหนึ่งของ New York State testing program ที่ใช้วัดระดับมาตรฐานการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ สำหรับผู้เรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 (Grade 3) ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 2 (Grade 8) และมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้การประเมินผลแบบแผนที่การเรียนรู้แบบไดนามิก (Dynamic Learning Maps) โดยใช้คอมพิวเตอร์เพื่อลดความซับซ้อนของการวัด ซึ่งการประเมินด้วยระบบคอมพิวเตอร์มีโอกาสในการปรับแต่งการประเมินตามความสามารถและความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน นอกจากนี้ยังง่ายในการจัดการและให้คะแนนรวมทั้งให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่ผู้สอนเพื่อให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนในอนาคต โดยลักษณะของแบบสอบมีทั้งแบบเขียนตอบ และแบบเลือกตอบ (Office of state assessment 2018)

ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดในการวิจัย

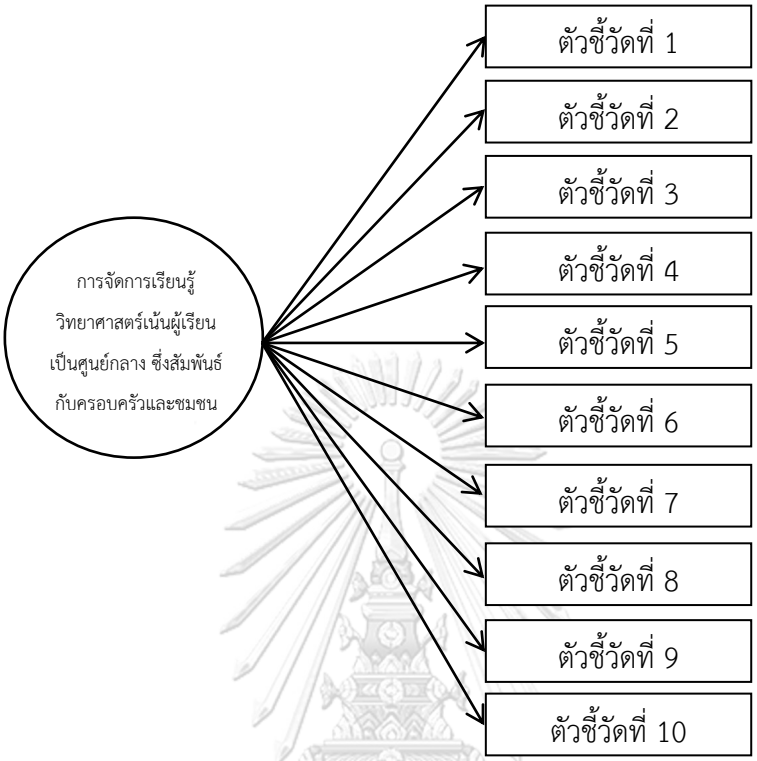
จากการพัฒนาแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ประกอบไปด้วยตัวชี้วัดทั้งหมด 26 ตัวชี้วัด แบ่งได้เป็น 5 องค์ประกอบ คือ (1) การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน วัดได้ด้วยตัวชี้วัดที่ 1.1-1.10 (2) ความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) วัดได้ด้วยตัวชี้วัดที่ 2.1-2.5 (3) การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 วัดได้ด้วยตัวชี้วัดที่ 3.1-3.4 (4) การสื่อสารและการใช้ภาษา วัดได้ด้วยตัวชี้วัดที่ 4.1-4.4 และ (5) บุคลิกลักษณะความเป็นครู วัดได้ด้วยตัวชี้วัดที่ 5.1-5.3 กรอบแนวคิดการวิจัยแสดงดังภาพ



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

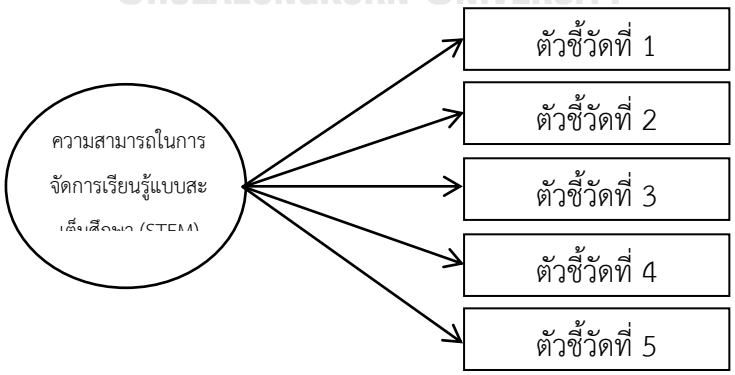
ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดในการวิจัย ด้านองค์ประกอบด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน

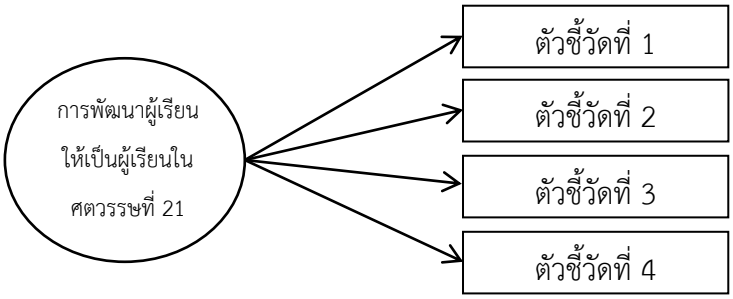


ภาพที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย ด้านความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM)

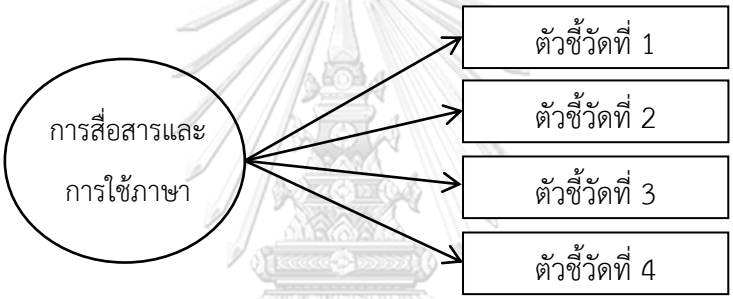
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 5 กรอบแนวคิดในการวิจัย ด้านการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

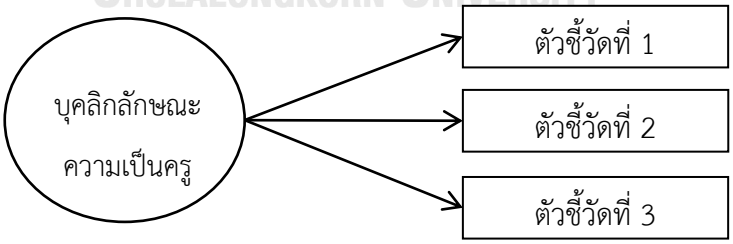


ภาพที่ 6 กรอบแนวคิดในการวิจัย ด้านการสื่อสารและการใช้ภาษา



ภาพที่ 7 กรอบแนวคิดในการวิจัย ด้านบุคลิกลักษณะความเป็นครู

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบและพัฒนาตัวชี้วัดของเครื่องมือวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ตัวชี้วัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์

มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) ผู้วิจัยทบทวนและศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความหมาย แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพครู และสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ตัวชี้วัดสมรรถภาพที่สำคัญของครูวิทยาศาสตร์

2) การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การวิจัยในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้รายละเอียดเกี่ยวกับพฤติกรรมบ่งชี้สมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ ผู้เชี่ยวชาญที่ผู้วิจัยสัมภาษณ์ประกอบด้วย ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่น นักวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์และนักวิชาการที่ดำเนินการเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยพิจารณาเลือกผู้เชี่ยวชาญแบบเจาะจง ซึ่งมีเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

2.1 ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่น หรือผู้ที่มีประสบการณ์การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่น้อยกว่า 5 ปี มีผลงานที่แสดงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หรือมีความสามารถในด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นที่ยอมรับในสถานศึกษาหรือเป็นแบบอย่างของครูทั่วไป เป็นผู้มีคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณของความเป็นครู เป็นที่ยอมรับของบุคคลอื่น

2.2 นักวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเป็นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องหลักกับการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์

2.3 นักวิชาการที่ดำเนินการเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มาจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3) ผู้วิจัยติดต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอสัมภาษณ์เกี่ยวกับสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์

4) ผู้วิจัยนำจดหมายขอสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยไปให้ผู้เชี่ยวชาญก่อนวันที่นัดสัมภาษณ์ และในวันสัมภาษณ์ผู้วิจัยนำตัวชี้วัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยไปสอบถามผู้เชี่ยวชาญถึงความเหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นในการสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้าด้วย ซึ่งแบบสัมภาษณ์ที่ใช้นั้นมีการตรวจสอบความครอบคลุมของตัวชี้วัด และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้

5) ผู้วิจัยนำเนื้อหาที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ จากนั้นคัดเลือกตัวชี้วัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการตรวจสอบความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ และปรับปรุงแก้ไขเพื่อพัฒนาตัวชี้วัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างเครื่องมือและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 1,768 คน

ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ในกรุงเทพมหานคร เนื่องจากในการวิจัยในครั้งนี้ใช้สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploration Factor Analysis หรือ EFA) และสถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis หรือ CFA) ในขั้นใช้สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) คอมเลย์และเอ ลี (Comrey and A. 1992) ได้เสนอแนะขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมในการนำไปใช้วิเคราะห์องค์ประกอบ คือ จำนวน 200 ราย ถือว่าพอใช้ได้ (fair), จำนวน 300 ราย ถือว่า ดี (as a good), จำนวน 500 ราย ถือว่า ดีมาก (as exellent) ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามไปใช้เก็บข้อมูลกับครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 468 คน และในขั้นใช้สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มครูวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นตัวอย่างในงานวิจัย โดย (Hair and J. F. 2010) ได้เสนอว่าตัวอย่างในการวิจัยที่เหมาะสม คือ 20 เท่าของจำนวนตัวแปร หรือ ถ้าเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ตัวแปรสังเกตได้มีค่าการร่วม (communality) น้อยกว่า 0.5 ควรมีขนาดตัวอย่างมากกว่า 500 คนขึ้นไป เพื่อให้การวิจัยมีข้อมูลในการวิเคราะห์มากเพียงพอผู้วิจัยจึงเพิ่มขนาดตัวอย่างเป็น 658 คน ในการสุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) ผู้วิจัยใช้การสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage sampling)โดยมีขั้นตอนการดำเนินการสุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลรายชื่อโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 และเขต 2 ในกรุงเทพมหานคร

2. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับขนาดของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งแบ่งเป็น 4 ขนาด คือ

โรงเรียนขนาดเล็ก (จำนวนนักเรียน 499 คนลงมา)

โรงเรียนขนาดกลาง (จำนวนนักเรียน 500 – 1,499 คน)

โรงเรียนขนาดใหญ่ (จำนวนนักเรียน 1,500 – 2,499 คน)

โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ (จำนวนนักเรียน 2,500 คนขึ้นไป)

3. สุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified random Sampling) ตามขนาดของโรงเรียน โดยใช้การสุ่มอย่างง่ายเลือกโรงเรียนขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ และขนาดใหญ่พิเศษ จนได้จำนวนตัวอย่างตามที่ต้องการ

ตารางที่ 9 แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ขนาดโรงเรียนที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA)

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา	ขนาดโรงเรียน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
เขต 1	ใหญ่พิเศษ	136
	ใหญ่	74
	กลาง	27
	เล็ก	15
เขต 2	ใหญ่พิเศษ	173
	ใหญ่	33
	กลาง	6
	เล็ก	4
รวม		468

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 10 แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาขนาดโรงเรียนที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA)

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา	ขนาดโรงเรียน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
เขต 1	ใหญ่พิเศษ	126
	ใหญ่	179
	กลาง	51
	เล็ก	5
เขต 2	ใหญ่พิเศษ	171
	ใหญ่	118
	กลาง	8
	เล็ก	-
รวม		658

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ประกอบไปด้วย 2 ฉบับ คือ แบบสัมภาษณ์เพื่อตรวจสอบตัวชี้วัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบการวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ฉบับที่ 1 แบบสัมภาษณ์เพื่อตรวจสอบตัวชี้วัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย ชื่อ อาชีพ ตำแหน่ง คุณวุฒิทางการศึกษา และประสบการณ์การทำงาน

ตอนที่ 2 ประเด็นการสัมภาษณ์ที่เกี่ยวข้องกับตัวชี้วัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ด้านความเหมาะสม ด้านความเพียงพอของตัวชี้วัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้อง

ฉบับที่ 2 แบบสอบถามเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบการวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ ประสบการณ์การสอน วุฒิการศึกษา สาขาวิชาเอกที่สอน ระดับชั้นที่สอน สาระที่ทำการสอน ซึ่งเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) และแบบเติมข้อความ

ตอนที่ 2 แบบวัดองค์ความรู้พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบความรู้แบบหลายตัวเลือก

ตอนที่ 3 แบบวัดสมรรถภาพของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบวัดมาตรประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

<u>เครื่องมือฉบับที่ 1</u> แบบสัมภาษณ์เพื่อตรวจสอบตัวชี้วัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ผู้วิจัยศึกษาเอกสาร บทความ หนังสือ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพครู สมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ และมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์จากเอกสารงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ เพื่อให้ได้ข้อรายการตัวตัวชี้วัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์

2) สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อให้ได้รายละเอียดเกี่ยวกับสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 ท่าน (รายชื่อดังภาคผนวก ก) ประกอบด้วย

2.1 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา มีประสบการณ์การสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไม่น้อยกว่า 15 ปี จำนวน 3 ท่าน

2.2 นักวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ที่ทำงานในสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) จำนวน 2 ท่าน

2.3 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีประสบการณ์ในการทำงานด้านสะเต็มศึกษา (STEM Education) ไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 3 ท่าน

2.4 อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ ที่มีประสบการณ์ในการสอนไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 1 ท่าน

2.5 อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่มีประสบการณ์ในการสอนไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 1 ท่าน

จากการการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ 10 ท่าน ผู้วิจัยนำข้อมูลมาวิเคราะห์เนื้อหา และจัดทำตัวแปรเกี่ยวกับสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจากการสังเคราะห์เอกสาร ดังตารางที่ 11

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 11 สรุปสาระการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ 10 ท่านเกี่ยวกับสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มเติมจากการสังเคราะห์เอกสาร

ตัวแปรสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์	ผู้ทรงคุณวุฒิ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. บูรณาการความรู้ทั้งภายในและระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้	✓			✓		✓	✓		✓	
2. บูรณาการเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สอนกับประสบการณ์ ความสนใจของนักเรียนและสถานการณ์ในชีวิตจริง	✓	✓	✓		✓	✓		✓		✓
3. ใช้ทักษะในการฟัง การพูด การอ่าน การเขียนภาษาไทยเพื่อการสื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง		✓					✓			
4. พูดอธิบายและตั้งคำถามได้ตรงประเด็น	✓	✓			✓		✓		✓	
5. ร่วมมือกับบุคลากรและผู้ปกครองในการออกแบบหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ					✓	✓				
6. บูรณาการแหล่งข้อมูลในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย เช่น การจัด ทัศนศึกษา การใช้เทคโนโลยี						✓		✓		
7. จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการปฏิบัติจริง เพื่อให้นักเรียนคิดเป็นทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น	✓	✓				✓				
8. ส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละคนเกิดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์			✓	✓				✓	✓	
9. จัดโปรแกรมการศึกษารายบุคคลเพื่อพัฒนานักเรียนที่มีความต้องการเฉพาะด้าน					✓	✓				
10. จัดกิจกรรมหรือสนับสนุนให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นในสิ่งที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน	✓		✓	✓				✓		✓
11. จัดกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติงานร่วมกัน				✓	✓		✓		✓	
12. จัดกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดกติกาข้อตกลงสำหรับใช้ร่วมกันในชั้น									✓	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัวแปรสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์	ผู้ทรงคุณวุฒิ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เรียน										
13. นำผลการประเมินไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้		✓			✓					✓
14. มีความรู้ความเข้าใจในการทำวิจัยและการสืบค้นข้อมูลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทางวิชาชีพ	✓		✓	✓		✓		✓	✓	
15. สามารถทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและนักเรียน			✓	✓		✓		✓	✓	
16. เข้าร่วมกิจกรรมและประสานงานกับชุมชนเพื่อดำเนินกิจกรรมของสถานศึกษา						✓				✓
17. มีคุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพ	✓	✓	✓	✓	✓		✓			
18. ทำงานร่วมกับผู้อื่น	✓	✓		✓						
19. ชี้นำหรือหาแนวทางให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้อย่างสร้างสรรค์ เช่น ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงแล้วนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้มาสร้างสรรค์ชิ้นงาน			✓			✓			✓	✓
20. สอนโดยบูรณาการระหว่างเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างน้อย 2 วิชา	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	
21. จัดการเรียนรู้บูรณาการแบบพหุวิทยาการหรือจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของวิชาของวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์แยกกัน โดยมีหัวข้อหลัก (theme) ร่วมกัน และมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ	✓	✓	✓		✓		✓	✓		✓

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>เครื่องมือฉบับที่ 2</u> แบบสอบถามเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบการวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ผู้วิจัยจัดทำเครื่องมือแล้วนำไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาถึงความเหมาะสมของข้อคำถาม

2) ผู้วิจัยปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

ตอนที่ 2 แบบวัดองค์ความรู้พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ผู้วิจัยศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีพุทธศักราช 2551

2) ผู้วิจัยจัดหาข้อสอบในระดับนานาชาติที่วัดความรู้ตรงกับมาตรฐานการเรียนรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีพุทธศักราช 2551 เช่น Florida Comprehensive Assessment Test (FCAT), International Competitions and Assessments for Schools (ICAS), The University of the State of New York Test เป็นต้น

3) ผู้วิจัยแปลเป็นภาษาไทย

4) ผู้วิจัยนำแบบสอบไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม และนำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไข

ตอนที่ 3 แบบวัดสมรรถภาพของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1) ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิมาวิเคราะห์เนื้อหา และทำการคัดเลือกตัวแปรสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้ตัวชี้วัดที่เหมาะสม

2) ผู้วิจัยนำรายละเอียดที่ได้จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องและจากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิมาสร้างเครื่องมือฉบับร่าง โดยสร้างข้อคำถามเกี่ยวกับตัวชี้วัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์

3) ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่จัดทำขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและการวัดประเมินจำนวน 3 ท่านตรวจสอบเครื่องมือตอนที่ 1-3 และจำนวน 5 ท่านตรวจสอบเครื่องมือในตอนที่ 1 และ 3 โดยผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ความครอบคลุมของข้อคำถาม ความชัดเจนของการใช้ภาษา ตรวจสอบคุณภาพของการวัดในด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) และให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม โดยในการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พิจารณาจากดัชนี IOC (Item Objective Congruence) จากเกณฑ์ของ Cox และ Vargas (อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544) ผู้ทรงคุณวุฒิจะมีการให้คะแนนเป็น 1, 0, -1 และค่าที่คำนวณได้ต้องมากกว่า 0.5 (IOC > 0.5) (ศิริชัย กาญจนวาสี 2544) ซึ่งในแต่ละระดับคะแนนมีความหมายของการให้คะแนน ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1 หมายถึง ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการที่ต้องการวัด

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการที่ต้องการวัด

-1 หมายถึง ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการที่ต้องการวัด

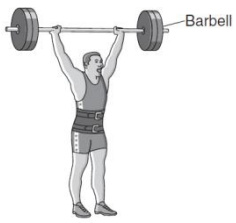
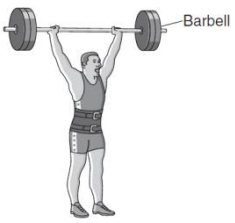
6) เลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนี IOC มากกว่า 0.5 มาปรับปรุงข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและจัดสร้างเป็นเครื่องมือวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์

ตารางที่ 12 ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) และการปรับปรุงข้อคำถาม ตอนที่ 2

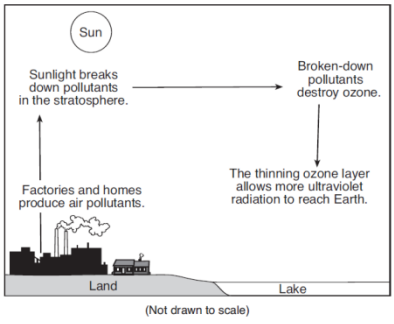
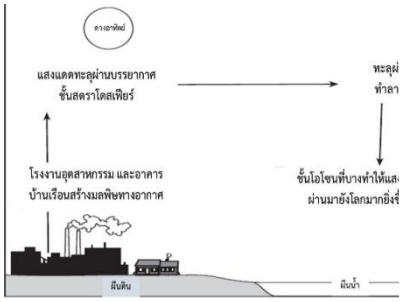
ข้อ	ข้อคำถามเดิม	ค่า IOC	ข้อคำถามที่ปรับปรุง
1	**สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต** <u>มาตรฐาน ว 1.1</u> ระบบร่างกายของมนุษย์ในข้อใดที่ทำงานร่วมกันทางด้านการเคลื่อนไหวของร่างกาย ก. ระบบกล้ามเนื้อและกระดูก ข. ระบบทางเดินหายใจและต่อมไร้ท่อ ค. ระบบสืบพันธุ์และระบบไหลเวียนโลหิต ง. ระบบการย่อยอาหารและระบบขับถ่าย	0.67	ไม่ต้องปรับปรุง
2	<u>มาตรฐาน ว 1.2</u> Puggle เป็นสุนัขประเภทแรกที่เกิดจากการผสมพันธุ์ของสุนัขอีกสองชนิด คือ Pug และ Beagle กระบวนการนี้เป็นตัวอย่างของกระบวนการที่เรียกว่า ก. การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ข. พันธุวิศวกรรม ค. การเลือกพันธุ์ ง. การคัดเลือกโดยธรรมชาติ	0.67	Puggle เป็นสุนัขที่เกิดจากการผสมพันธุ์ของสุนัขสองชนิด คือ Pug และ Beagle กระบวนการนี้เป็นตัวอย่างของกระบวนการที่เรียกว่าอะไร ก. พันธุวิศวกรรม ข. การคัดเลือกพันธุ์ ค. การคัดเลือกโดยธรรมชาติ ง. การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ
3	**สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม** <u>มาตรฐาน ว 2.1</u> ความสัมพันธ์ระหว่างปลาโกบี้กับกุ้ง คือ กุ้งจะขุดหลุมหลายๆหลุมไว้สำหรับให้ตัวเองและปลาโกบี้	1.00	ความสัมพันธ์ระหว่างปลาโกบี้กับกุ้ง คือ กุ้งจะขุดหลุมหลายๆหลุมไว้

ข้อ	ข้อคำถามเดิม	ค่า IOC	ข้อคำถามที่ปรับปรุง
	อาศัย โดยปลาโกบี้จะอาศัยอยู่ที่ปากหลุมคอยเฝ้าดูสิ่งมีชีวิตที่เป็นนักล่า เมื่อใดที่นักล่าว่ายน้ำผ่านมา ปลาโกบี้และกุ้งจะรีบหลบลงไปในหลุม ความสัมพันธ์ระหว่างปลาโกบี้และกุ้งเป็นความสัมพันธ์ภาวะใด ก. ภาวะแข่งขัน ข. ภาวะที่เป็นอันตราย ค. ภาวะได้ประโยชน์ร่วมกัน ง. ภาวะล่าเหยื่อ		สำหรับให้ตัวเองและปลาโกบี้อาศัย โดยปลาโกบี้จะอาศัยอยู่ที่ปากหลุม คอยเฝ้าดูสิ่งมีชีวิตที่เป็นนักล่า เมื่อใดที่นักล่าว่ายน้ำผ่านมา ปลาโกบี้และกุ้งจะรีบหลบลงไปในหลุม ความสัมพันธ์ระหว่างปลาโกบี้และกุ้งเป็นความสัมพันธ์ภาวะใด ก. ภาวะแข่งขัน ข. ภาวะล่าเหยื่อ ค. ภาวะที่เป็นอันตราย ง. ภาวะได้ประโยชน์ร่วมกัน
4	<u>มาตรฐาน ว 2.2</u> พลังงานจากแหล่งใดที่ไม่ใช่พลังงานหมุนเวียน ก. พลังงานแสงอาทิตย์ ข. พลังงานลม ค. พลังงานชีวมวล ง. พลังงานเชื้อเพลิง	1.00	พลังงานจากแหล่งใดที่**ไม่ใช่**พลังงานหมุนเวียน ก. พลังงานลม ข. พลังงานชีวมวล ค. พลังงานเชื้อเพลิง ง. พลังงานแสงอาทิตย์
5	**สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร** <u>มาตรฐาน ว 3.1</u> อีธานสังเกตสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของสาร ด้วยการให้ความร้อนแก่สารแล้วพบว่าสารนั้นเปลี่ยนจากของแข็งสีน้ำตาลเป็นผงสีดำ เขาอ้างจากวารสารทางเคมีที่อ้างว่านี่เป็นปฏิกิริยาทางเคมี จากการสังเกตและการวิจัยของเขา เขาจึงสรุปว่าสารจะเปลี่ยนแปลงทางเคมีเมื่อได้รับความร้อน ข้อใดเป็นการสนับสนุนข้อสรุปของอีธานได้ดีที่สุด ก. โดยสาธิตให้เห็นว่าสารจะหลอมละลายถ้าอุณหภูมิยังคงเพิ่มขึ้น	0.67	อีธานสังเกตสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของสาร โดยการให้ความร้อนแก่สารแล้วพบว่าสารนั้นเปลี่ยนจากของแข็งสีน้ำตาลเป็นผงสีดำ ซึ่งจากวารสารทางเคมีที่เขาใช้อ้างอิงกล่าวว่านี่คือปฏิกิริยาทางเคมี เขาจึงสรุปว่าสารจะเปลี่ยนแปลงทางเคมีเมื่อได้รับความร้อน การกระทำในข้อใดสามารถสนับสนุนข้อสรุปของอีธานได้ดีที่สุด

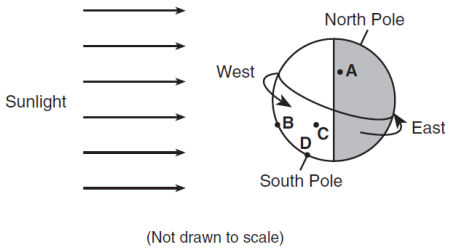
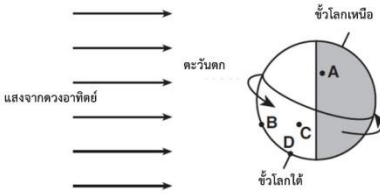
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ข้อคำถามเดิม	ค่า IOC	ข้อคำถามที่ปรับปรุง
	ข. โดยการตรวจสอบว่าสารถูกสร้างขึ้นจากโมเลกุลที่ต่างกัน ก่อนที่จะได้รับความร้อน ค. โดยการตรวจสอบว่าสารประกอบด้วยธาตุเพียงชนิดเดียวเท่านั้น ง. โดยสาธิตให้เห็นว่าสารมีความหนาแน่นน้อยลงหลังจากที่ได้รับความร้อนแล้ว		ก. ตรวจสอบว่าสารชนิดนี้ประกอบด้วยธาตุเพียงชนิดเดียวเท่านั้น ข. สาธิตให้เห็นว่าสารจะหลอมเหลวหากอุณหภูมิยังเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ค. สาธิตให้เห็นว่าสารมีความหนาแน่นน้อยลงหลังจากที่ได้รับความร้อนแล้ว ง. ตรวจสอบความแตกต่างของโมเลกุลของสารก่อนและหลังได้รับความร้อน
6	มาตรฐาน ว 3.2 เมื่อเติมน้ำตาลลงในแก้วที่มีน้ำแล้วสังเกตเห็นว่าน้ำตาลละลายช้า ควรทำอย่างไรเพื่อเพิ่มอัตราเร็วของการละลาย ก. นำน้ำไปแช่แข็ง ข. นำน้ำไปต้ม ค. เติมเกลือลงไป ง. นำน้ำไปกรอง	0.67	เมื่อเติมน้ำตาลลงในน้ำแล้วพบว่าน้ำตาลละลายช้า เราสามารถทำให้น้ำตาลละลายเร็วขึ้นได้โดยวิธีใด ก. นำน้ำไปกรอง ข. นำน้ำไปแช่แข็ง ค. นำไปให้ความร้อน ง. เติมเกลือลงไปในน้ำ
7	**สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่** มาตรฐาน ว 4.1 แผนภาพด้านล่างจะเห็นว่านักยกน้ำหนักยกบาร์เบลเหนือศีรษะ  แรงดึงดูดที่ดึงลงมาบน barbell คือ 756 นิวตัน อยากทราบว่านักยกน้ำหนักต้องออกแรงยก barbell กี่นิวตัน	0.67	จากภาพ  หากแรงดึงดูดที่กระทำต่อ Barbell คือ 756 นิวตัน อยากทราบว่านักยกน้ำหนักต้องออกแรงยก Barbell กี่นิว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ข้อคำถามเดิม	ค่า IOC	ข้อคำถามที่ปรับปรุง
	ก. 0 นิวตัน ข. 378 นิวตัน ค. 756 นิวตัน ง. 1512 นิวตัน		ตัน ก. 0 นิวตัน ข. 378 นิวตัน ค. 756 นิวตัน ง. 1,512 นิวตัน
8	<u>มาตรฐาน ว 4.2</u> วัตถุเคลื่อนที่ผ่านที่ว่างด้วยแรงกระทำต่อวัตถุที่สมดุล คำอธิบายในข้อใดที่อธิบายถึงความเร็วและทิศทางของวัตถุได้ดีที่สุดตราบเท่าที่แรงกระทำต่อวัตถุยังคงสมดุล ก. ทั้งความเร็วและทิศทางมีการเปลี่ยนแปลง ข. ทั้งความเร็วและทิศทางไม่มีการเปลี่ยนแปลง ค. ความเร็วมีการเปลี่ยนแปลง แต่ทิศทางไม่เปลี่ยนแปลง ง. ความเร็วไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ทิศทางมีการเปลี่ยนแปลง	1.00	วัตถุเคลื่อนที่ผ่านที่ว่างด้วยแรงกระทำต่อวัตถุที่สมดุล คำอธิบายในข้อใดที่อธิบายถึงความเร็วและทิศทางของวัตถุได้ดีที่สุดในขณะที่แรงกระทำต่อวัตถุยังคงสมดุล ก. ทั้งความเร็วและทิศทางมีการเปลี่ยนแปลง ข. ทั้งความเร็วและทิศทางไม่มีการเปลี่ยนแปลง ค. ความเร็วมีการเปลี่ยนแปลง แต่ทิศทางไม่เปลี่ยนแปลง ง. ความเร็วไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ทิศทางมีการเปลี่ยนแปลง
9	**สาระที่ 5 พลังงาน** <u>มาตรฐาน ว 5.1</u> แผนภาพแสดงผลกระทบของสารมลพิษบางประเภทในชั้นบรรยากาศ  แผนภาพนี้ควรมีชื่อว่าอย่างไร	0.67	จากแผนภาพ  แผนภาพนี้ควรมีชื่อว่าอย่างไร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ข้อคำถามเดิม	ค่า IOC	ข้อคำถามที่ปรับปรุง
	ก. การสูญเสียโอโซน ข. ภาวะเรือนกระจก ค. มลพิษทางน้ำ ง. พลังงานหมุนเวียน		ก. มลพิษทางน้ำ ข. ภาวะเรือนกระจก ค. พลังงานหมุนเวียน ง. การสูญเสียโอโซน
10	<u>มาตรฐาน ว 5.1</u> ข้อใดเป็นดีของการนำกระป๋องอะลูมิเนียมมารีไซเคิลเพื่อผลิตภาชนะเครื่องดื่มใหม่ ก. เป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรของโลก ข. เป็นการสร้างฝนกรด ค. เพิ่มอุณหภูมิให้บรรยากาศของโลก ง. เป็นการเพิ่มชั้นโอโซน	1.00	ข้อดีของการนำกระป๋องอะลูมิเนียมมารีไซเคิลเพื่อผลิตภาชนะเครื่องดื่มใหม่ คือข้อใด ก. เป็นการเพิ่มชั้นโอโซน ข. เป็นการสร้างฝนกรด ค. เป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรของโลก ง. เพิ่มอุณหภูมิให้บรรยากาศของโลก
11	**สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก** <u>มาตรฐาน ว 6.1</u> แผนภาพแสดงตำแหน่งการหมุนของโลก จุด A, B, C และ D แสดงตำแหน่งบนพื้นผิวโลก  (Not drawn to scale) เมื่อโลกหมุนต่อไป ตำแหน่งใดจะเป็นตำแหน่งที่มืดที่สุด ก. A ข. B ค. C ง. D	0.67	แผนภาพแสดงตำแหน่งการหมุนของโลก โดยจุด A, B, C และ D แสดงตำแหน่งบนพื้นผิวโลก  เมื่อโลกหมุนต่อไป ตำแหน่งใดจะเป็นตำแหน่งที่มืดที่สุด ก. A ข. B ค. C ง. D

ข้อ	ข้อคำถามเดิม	ค่า IOC	ข้อคำถามที่ปรับปรุง
12	มาตรฐาน ว 6.1 หลักฐานใดที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่าโลกแบ่งออกเป็นชั้นๆ ก. การวิเคราะห์ข้อมูลจากคลื่นแผ่นดินไหว ข. การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของโลก ค. ตัวอย่างหินที่นำมาจากแกนกลางของโลก ง. อุณหภูมิที่ถ่ายเทภายในแต่ละชั้น	1.00	หลักฐานใดที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่าโลกแบ่งออกเป็นชั้นๆ ก. การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของโลก ข. การวิเคราะห์ข้อมูลจากคลื่นแผ่นดินไหว ค. การวัดอุณหภูมิที่ถ่ายเทภายในแต่ละชั้นของโลก ง. การศึกษาตัวอย่างหินที่นำมาจากแกนกลางของโลก
13	**สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ** มาตรฐาน ว 7.1 หลักฐานใดที่สนับสนุนการอนุมานของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับต้นกำเนิดและอายุของจักรวาลได้ดีที่สุด ก. การมีอยู่ของดาวเคราะห์ ข. การแผ่รังสีคอสมิกของจักรวาล ค. การก่อตัวของกลุ่มดาว ง. องค์ประกอบที่คล้ายกันของโลกและดวงจันทร์	1.00	หลักฐานใดที่สนับสนุนสมมติฐานของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับต้นกำเนิดและอายุของจักรวาลได้ดีที่สุด ก. การก่อตัวของกลุ่มดาว ข. การมีอยู่ของดาวเคราะห์ ค. การแผ่รังสีคอสมิกของจักรวาล ง. การศึกษาองค์ประกอบที่คล้ายกันของโลกและดวงจันทร์
14	มาตรฐาน ว 7.2 ภาพถ่ายจากดาวเทียมแสดงให้เห็นการไหลของน้ำในแม่น้ำมิสซิสซิปปีที่เข้าสู่อ่าวเม็กซิโก พร้อมลูกศรแสดงทิศทางการไหลของแม่น้ำ	1.00	ภาพถ่ายจากดาวเทียมแสดงให้เห็นการไหลของน้ำในแม่น้ำมิสซิสซิปปีที่เข้าสู่อ่าวเม็กซิโก พร้อมลูกศรแสดงทิศทางการไหลของแม่น้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ข้อคำถามเดิม	ค่า IOC	ข้อคำถามที่ปรับปรุง
	 ลักษณะการทับถมแบบนี้ในอ่าวเม็กซิโก ควรเรียกลักษณะภูมิประเทศนี้ว่าอย่างไร ก. ดินดอนปากแม่น้ำ ข. สันทราย ค. แนวเกาะสันดอน ง. ที่ราบเศษหินธารน้ำแข็ง		 ลักษณะการทับถมในอ่าวเม็กซิโก ดังภาพ เป็นลักษณะภูมิประเทศที่มีชื่อว่าอะไร ก. สันทราย ข. แนวเกาะสันดอน ค. ที่ราบเศษหินธารน้ำแข็ง ง. ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ
15	**สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** <u>มาตรฐาน ว 8.1</u> เพราะเหตุใดนักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกควรทำการทดลองในลักษณะเดียวกันซ้ำๆ ก. เพื่อดูว่าสภาพอากาศในภูมิภาคต่างๆของโลกจะมีผลต่อผลการทดลองหรือไม่ ข. เพื่อหาแหล่งการทดลองที่ลงทุนน้อยที่สุด ค. เพื่อยืนยันผลของการทดลองที่ดำเนินการโดยนักวิทยาศาสตร์ ง. เพื่อตรวจสอบว่าสมมุติฐานของการทดลองนั้นสามารถตั้งเป็นกฎได้หรือไม่	1.00	เพราะเหตุใดนักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกควรทำการทดลองในลักษณะเดียวกันซ้ำๆ ก. เพื่อหาแหล่งการทดลองที่ลงทุนน้อยที่สุด ข. เพื่อยืนยันผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ ค. เพื่อตรวจสอบว่าสมมุติฐานของการทดลองนั้นสามารถตั้งเป็นกฎได้หรือไม่ ง. เพื่อศึกษาว่าสภาพอากาศใน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ข้อคำถามเดิม	ค่า IOC	ข้อคำถามที่ปรับปรุง
			ภูมิภาคต่างๆของโลกจะส่งผลต่อการทดลองหรือไม่

ตารางที่ 13 ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของข้อคำถาม ตอนที่ 3

ข้อ (แบบประเมิน IOC)	ข้อคำถามเดิม	IOC	ข้อ (แบบวัด)	ข้อคำถามที่ปรับปรุง
2	สามารถบูรณาการความรู้ทั้งภายในและระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้	0.8	1	บูรณาการความรู้ทั้งภายในและระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้
3	สามารถบูรณาการเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สอนกับประสบการณ์ ความสนใจของนักเรียนและสถานการณ์ในชีวิตจริง	0.8	2	บูรณาการเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สอนกับประสบการณ์ ความสนใจของนักเรียนและสถานการณ์ในชีวิตจริง
5	อธิบายเนื้อหาบทเรียนได้อย่างชัดเจน	1.00	3	อธิบายเนื้อหาบทเรียนวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน
6	สามารถใช้ทักษะในการฟัง การพูด การอ่าน การเขียนภาษาไทยเพื่อการสื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง	1.00	4	ใช้ทักษะในการฟัง การพูด การอ่าน การเขียนภาษาไทยเพื่อการสื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง
7	สามารถพูดอธิบายและตั้งคำถามได้ตรงประเด็น	1.00	5	พูดอธิบายและตั้งคำถามได้ตรงประเด็น
10	สามารถวิเคราะห์หลักสูตรวิทยาศาสตร์	0.80	7	วิเคราะห์หลักสูตรวิทยาศาสตร์ได้
12	มีความรู้ความเข้าใจในเป้าหมายและโครงสร้างของหลักสูตร	0.80	8	มีความรู้ความเข้าใจในเป้าหมายและโครงสร้างของหลักสูตรวิทยาศาสตร์
13	ร่วมมือกับบุคลากรและผู้ปกครองใน	1.00	9	ร่วมมือกับบุคลากรและ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ (แบบประเมิน IOC)	ข้อคำถามเดิม	IOC	ข้อ (แบบวัด)	ข้อคำถามที่ปรับปรุง
	การออกแบบหลักสูตรสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษ			ผู้ปกครองในการออกแบบหลักสูตรวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษ
15	สามารถเลือกใช้ พัฒนาและสร้างสื่ออุปกรณ์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน	1.00	10	เลือกใช้ พัฒนาและสร้างสื่ออุปกรณ์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน
18	ใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์อย่างหลากหลาย เช่น การบรรยาย การอภิปราย การสาธิต การทดลอง การปฏิบัติงานอย่างอิสระ	0.80	12	ใช้วิธีการสอนและบูรณาการแหล่งข้อมูลในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย เช่น การบรรยาย การอภิปราย การสาธิต การทดลอง การปฏิบัติงานอย่างอิสระ การจัดทัศนศึกษา การใช้เทคโนโลยี เป็นต้น
19	บูรณาการแหล่งข้อมูลในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย เช่น การจัดทัศนศึกษา การใช้เทคโนโลยี	0.60		
20	มีกลยุทธในการสอนเพื่อให้ผู้เรียนใช้ทักษะทางปัญญา เช่น การคิดเชิงวิพากษ์ การคิดแก้ปัญหา การคิดแบบอเนกนัย การสืบสอบและการตัดสินใจ (นิยาม : การคิดแบบอเนกนัย เป็นการคิดแบบหลายแง่มุมและแปลกใหม่)	1.00	13	มีกลยุทธในการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนใช้ทักษะทางปัญญา เช่น การคิดเชิงวิพากษ์ การคิดแก้ปัญหา การคิดแบบอเนกนัย การสืบสอบและการตัดสินใจ (นิยาม : การคิดแบบอเนกนัย เป็นการคิดแบบหลายแง่มุมและแปลกใหม่)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ (แบบประเมิน IOC)	ข้อคำถามเดิม	IOC	ข้อ (แบบวัด)	ข้อคำถามที่ปรับปรุง
30	สามารถจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนปฏิบัติงานร่วมกัน	1.00	17	จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนปฏิบัติงานร่วมกัน
31	สามารถจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข	1.00	18	จัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข
34	สามารถจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดกติกาข้อตกลงสำหรับใช้ร่วมกันในชั้นเรียน	1.00	19	จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดกติกาข้อตกลงสำหรับใช้ร่วมกันในชั้นเรียน
35	สามารถเลือกใช้ ปรับปรุง และออกแบบสร้างนวัตกรรม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี	0.80	20	เลือกใช้ ปรับปรุง และออกแบบสร้างนวัตกรรมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี
40	สามารถสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้	1.00	23	สร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม
41	สามารถวัดและประเมินผลตามสภาพจริง	1.00	24	วัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสภาพจริง
42	สามารถนำผลการประเมินไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตลอดหลักสูตร	1.00	25	นำผลการประเมินไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตลอดหลักสูตร
43	ใช้เครื่องมือวัดและการประเมินที่หลากหลาย	1.00	26	ใช้เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้และประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย
49	มีความรู้ความเข้าใจในการทำวิจัยและการสืบค้นข้อมูลเพื่อพัฒนาการ	1.00	27	มีความรู้ความเข้าใจในการทำวิจัยและการสืบค้นข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ (แบบประเมิน IOC)	ข้อคำถามเดิม	IOC	ข้อ (แบบวัด)	ข้อคำถามที่ปรับปรุง
	เรียนรู้			เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน
51	สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน	1.00	28	นำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
52	สามารถทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและผู้เรียน	1.00	29	ทำวิจัยเพื่อพัฒนาผู้เรียนและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
55	สามารถช่วยเหลือผู้เรียนให้เรียนรู้และพัฒนาได้ตามศักยภาพของตน	1.00	31	ช่วยเหลือผู้เรียนให้เรียนรู้และพัฒนาได้ตามศักยภาพ
56	สามารถติดตามผลการแนะแนวและการให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน	0.60	32	สังเกตความแตกต่างระหว่างบุคคล ให้คำปรึกษา พร้อมทั้งแก้ไขพฤติกรรม และจัดการความขัดแย้งในชั้นเรียน
57	สามารถแนะแนวและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนทั้งกลุ่มดี กลุ่มเสี่ยง และกลุ่มมีปัญหา	0.60		
58	สามารถแก้ไขพฤติกรรมในชั้นเรียนและจัดการความขัดแย้งและความแตกต่างระหว่างบุคคลในชั้นเรียน	0.80		
60	สามารถประสานงานกับชุมชนเพื่อดำเนินกิจกรรมของสถานศึกษา	1.00	34	ประสานงานกับชุมชนเพื่อดำเนินกิจกรรมของสถานศึกษา
79	ใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ สังเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศ	1.00	45	ใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และวิจารณ์ข้อมูลสารสนเทศ
93	ทราบหรือสร้างปัญหาที่นักเรียนสนใจ	1.00	50	ทราบหรือสร้างปัญหาที่นักเรียนสนใจแก้ไขปัญหาด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์
94	สามารถตั้งคำถามที่ถูกต้อง เพื่อให้	1.00	51	ตั้งคำถามที่ถูกต้อง เพื่อให้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ (แบบประเมิน IOC)	ข้อคำถามเดิม	IOC	ข้อ (แบบวัด)	ข้อคำถามที่ปรับปรุง
	นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา			ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหา
95	สามารถประยุกต์ความรู้และหลักการเพื่อใช้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ได้	1.00	52	ประยุกต์ความรู้และหลักการเพื่อใช้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์

7) นำแบบสอบถามสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ไปใช้กับตัวอย่าง จำนวน 468 คน เพื่อหาคุณภาพเครื่องมือในด้านของความเที่ยง (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) และนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploration Factor Analysis หรือ EFA)

ขั้นตอนที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อพัฒนาตัวชี้วัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งมีรายละเอียดในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1) ผู้วิจัยโทรศัพท์ติดต่อประสานงานขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์

2) ผู้วิจัยทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เสนอไปยังผู้บริหารสถานศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3) ผู้วิจัยเตรียมแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4) ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละโรงเรียนตามวันและเวลาที่ได้ตกลงกับทางโรงเรียน

5) ผู้วิจัยตรวจสอบข้อมูลของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ และนำแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ที่ได้รับมาลงรหัสเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล หากข้อมูลที่ได้รับมีการขาดหายของข้อมูล ผู้วิจัยจะใช้วิธีสถิติวิเคราะห์ประมาณค่าข้อมูลที่ขาดหายใส่แทน ด้วยการประมาณค่าเฉลี่ยของโปรแกรม SPSS เนื่องจากการใช้สถิติวิเคราะห์ประมาณค่าข้อมูลที่ขาดหายดีกว่าการตัดข้อมูล เพราะ

การตัดข้อมูลจะทำให้ตัวอย่างลดลงและมีผลกระทบต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วย (นงลักษณ์ วิรัชชัย 2542)

6) ผู้วิจัยตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อมูล

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าสถิติต่างๆ มีรายละเอียด ดังนี้

1) การวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

2) การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) มัธยฐาน (Median) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) สัมประสิทธิ์การกระจาย (coefficient of variation) ความโด่ง (Kurtosis) ความเบ้ (Skewness) และวิเคราะห์ค่าร้อยละของตัวแปรนามบัญญัติ และตัวแปรจัดลำดับ โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows

3) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's product moment correlation coefficient) ระหว่างตัวแปร เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบ ถ้าการทดสอบค่าสถิติ Bartlett's Test of Sphericity มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แสดงว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่ได้ไม่เป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ตัวแปรต่างๆ มีความสัมพันธ์กัน สามารถนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ และค่าดัชนี Kaiser-Meyer-Olkin Measures of Sampling adequacy (KMO) ต้องมีค่ามากกว่า 0.5 และเข้าใกล้ 1 ข้อมูลจึงเหมาะสมที่จะใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2544) การวิเคราะห์นี้ใช้โปรแกรม SPSS for Windows

4) การตรวจสอบความตรงเชิงทฤษฎีโดยวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis หรือ EFA) เพื่อหาองค์ประกอบในการวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis หรือ CFA) เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงทฤษฎีด้วยโปรแกรม Lisrel

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบและพัฒนาตัวชี้วัดในการวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์และตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ค่าสถิติข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 2 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ตอนที่ 2 แบบวัดองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ตอนที่ 3 แบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา

ตอนที่ 4 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis หรือ EFA)

ตอนที่ 5 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis หรือ CFA)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เพื่อให้มีการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลมีความตรงกัน ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้แทนค่าสถิติและตัวแปรต่างๆดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนค่าสถิติ

Mean	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยคะแนนของตัวแปร (mean)
SD	หมายถึง	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของตัวแปร
Skewness	หมายถึง	ค่าความเบ้
Kurtosis	หมายถึง	ค่าความโด่ง
CV	หมายถึง	ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของตัวแปร
Min	หมายถึง	คะแนนต่ำสุดของตัวแปร
Max	หมายถึง	คะแนนสูงสุดของตัวแปร

χ^2	หมายถึง	ค่าสถิติไค-สแควร์ที่ใช้ทดสอบสมมติฐานว่าฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าเป็นศูนย์หรือไม่ หรือโมเดลสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์
R^2	หมายถึง	สัมประสิทธิ์การทำนาย
df	หมายถึง	ค่าองศาอิสระ
P	หมายถึง	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
SE	หมายถึง	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
GFI	หมายถึง	ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index)
AGFI	หมายถึง	ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjust Goodness of Fit Index)
RMSEA	หมายถึง	ดัชนีค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแปร

Q1	หมายถึง	ด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน
Q2	หมายถึง	ด้านสะเต็มศึกษา (STEM)
Q3	หมายถึง	ด้านการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21
Q4	หมายถึง	ด้านการสื่อสารและการใช้ภาษา
Q5	หมายถึง	ด้านบุคลิกลักษณะความเป็นครู

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 1 ค่าสถิติข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis หรือ EFA) กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 468 คน และดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis หรือ CFA) กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 658 คน โดยมีค่าสถิติพื้นฐาน คือ เพศ อายุ วุฒิการศึกษา ประสบการณ์ในการสอน และระดับชั้นที่สอน ดังที่แสดงรายละเอียดในตาราง 14

ตารางที่ 14 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามตัวแปร

ตัวแปร		ขั้นเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ		ขั้นเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	116	24.80	185	28.10
	หญิง	352	75.20	473	71.90
	รวม	468	100.00	658	100.00
อายุ	24-25 ปี	75	16.0	176	26.70
	26-30 ปี	152	32.50	191	29.00
	31-35 ปี	91	19.40	101	15.30
	36-40 ปี	52	11.10	73	11.10
	41-45 ปี	38	8.10	44	6.70
	46-50 ปี	8	1.70	16	2.40
	51-55 ปี	28	6.00	40	6.10
	56-60 ปี	18	3.80	15	2.30
	61 ปีขึ้นไป	6	1.30	2	0.30
	รวม	468	100.00	658	100.00
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี หรือเทียบเท่า	350	74.80	463	70.40
	ปริญญาโท หรือเทียบเท่า	118	25.20	192	29.20
	สูงกว่าปริญญาโทหรือเทียบเท่า	0	0.00	3	0.50
	อื่นๆ	0	0	0	0.00
	รวม	468	100.00	658	100.00
ประสบการณ์การสอน	0-4 ปี	217	46.40	336	51.10
	5-10 ปี	116	24.80	161	24.50
	10 ปีขึ้นไป	135	28.80	161	24.50
	รวม	468	100.00	658	100.00
ระดับชั้นที่สอน	มัธยมศึกษาตอนต้น	116	24.80	187	28.40
	มัธยมศึกษาตอน	211	45.10	354	53.80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปร	ขั้นเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ		ขั้นเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ปลาย				
ทั้งสองระดับ	141	30.10	117	17.80
รวม	468	100.00	658	100.00

จากตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองขั้นคือ ขั้นเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ และขั้นเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน พบว่า ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย โดยดูจากค่าร้อยละ มีค่า 75.20 และ 71.90 ตามลำดับ มีอายุอยู่ในช่วง 26-30 ปีมากที่สุด โดยมีค่าร้อยละ 32.50 และ 29.00 ตามลำดับ มีวุฒิการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี หรือเทียบเท่ามากที่สุด โดยมีค่าร้อยละ 74.80 และ 70.40 ตามลำดับ มีประสบการณ์การสอนไม่เกิน 4 ปีมากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 46.40 และ 51.10 ตามลำดับ และส่วนใหญ่สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยคิดเป็นร้อยละ 45.10 และ 53.80 ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ตอนที่ 2 แบบวัดองค์ความรู้พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์

ค่าสถิติพื้นฐานที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์แบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ตอนที่ 2 แบบวัดองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีข้อคำถามจำนวน 15 ข้อ ได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก เพื่อใช้วิเคราะห์คุณภาพรายข้อ และความเที่ยงทั้งฉบับโดยการหาความสอดคล้องภายในด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ตอนที่ 2 แบบวัดองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ

ข้อ	MEAN	SD	Corrected Item-Total Correlation
1	0.72	0.448	-0.128
2	0.44	0.497	-0.097
3	0.78	0.412	0.181
4	0.77	0.422	0.211
5	0.70	0.459	-0.054
6	0.78	0.415	0.056
7	0.74	0.437	0.250
8	0.68	0.467	0.254
9	0.40	0.490	0.224
10	0.80	0.371	0.226
11	0.29	0.454	0.214
12	0.57	0.496	0.241
13	0.52	0.500	0.318
14	0.68	0.468	0.213
15	0.69	0.462	0.383
ค่าความเที่ยง (Cronbach's alpha coefficient) = 0.501			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางจะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 468 คน อยู่ระหว่าง 0.29 – 0.80 คะแนน ซึ่งคะแนนเฉลี่ยเป็นค่าเดียวกันกับค่าความยากของข้อสอบสามารถนำมาพิจารณาคุณภาพรายข้อด้านความยากได้ โดยเกณฑ์การพิจารณาความยากรายข้อ ล้วน สายยศ (2543) ได้แนะนำว่าควรมีค่าระหว่าง 0.20 – 0.80 ดังนั้นจะเห็นได้ว่าข้อคำถามทุกข้อมีความยากที่เหมาะสม ส่วนการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกแบบสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Corrected Item-Total Correlation) พบว่ามีค่าระหว่าง –0.128 – 0.383 ซึ่งตามเกณฑ์ข้อคำถามที่มีคุณภาพต้องมีค่าอำนาจจำแนกแบบสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Corrected Item-Total Correlation) มากกว่า 0.20 ขึ้นไป จากเกณฑ์ดังกล่าวพบว่าข้อคำถามข้อที่ 1, 2, 3, 5 และ 6 มีค่าน้อยกว่า 0.20 นั่นหมายถึงข้อคำถามข้อดังกล่าวจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำได้อย่างไม่มี

ประสิทธิภาพ ส่วนค่าความเที่ยงของแบบสอบพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.501 ซึ่งศิริชัย กาญจนวาสี (2544) ได้กล่าวว่า การประเมินความเที่ยงสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาคที่มีค่ามากกว่า 0.5 ถือว่าอยู่ในระดับใช้ได้

เมื่อผู้วิจัยตัดข้อคำถามที่ไม่มีคุณภาพทิ้งจำนวน 5 ข้อ ทำให้เหลือข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ แล้วนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 658 คน และนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพ ได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก เพื่อใช้วิเคราะห์คุณภาพรายข้อ และความเที่ยงทั้งฉบับโดยการหาความสอดคล้องภายในด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ตอนที่ 2 แบบวัดองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ

ข้อ	MEAN	SD	Corrected Item-Total Correlation
1	0.75	0.260	0.202
2	0.66	0.339	0.210
3	0.60	0.490	0.200
4	0.44	0.497	0.233
5	0.80	0.342	0.210
6	0.42	0.571	0.201
7	0.50	0.500	0.230
8	0.43	0.495	0.264
9	0.61	0.488	0.216
10	0.69	0.463	0.214
ค่าความเที่ยง (Cronbach's alpha coefficient) = 0.687			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางจะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 658 คน อยู่ระหว่าง 0.42 – 0.80 คะแนน ซึ่งคะแนนเฉลี่ยเป็นค่าเดียวกันกับค่าความยากของข้อสอบสามารถนำมาพิจารณาคุณภาพรายข้อด้านความยากได้ โดยเกณฑ์การพิจารณาความยากรายข้อ ล้วน สายยศ (2543)ได้แนะนำว่าควรมีค่าระหว่าง 0.20 – 0.80 ดังนั้นจะเห็นได้ว่าข้อคำถามทุกข้อมีความยากที่เหมาะสม ส่วนการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกแบบสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Corrected Item-Total Correlation) พบว่ามีค่าระหว่าง 0.200 – 0.264 ซึ่งตามเกณฑ์ข้อคำถามที่

มีคุณภาพต้องมีค่าอำนาจจำแนกแบบสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Corrected Item-Total Correlation) มากกว่า 0.20 ขึ้นไป จากเกณฑ์ดังกล่าวพบว่าข้อคำถามทุกข้อสามารถจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนค่าความเที่ยงของแบบสอบพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.687 ซึ่งศิริชัย กาญจนวาสี (2544) ได้กล่าวว่า การประเมินความเที่ยงสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาคควรมีค่ามากกว่า 0.5

ตอนที่ 3 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ตอนที่ 3 แบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา

ค่าสถิติพื้นฐานที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์แบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ตอนที่ 3 แบบสอบถามวัดสมรรถภาพของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีข้อคำถามจำนวน 53 ข้อ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (MEAN) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าความเบ้ (Skewness) ค่าความโด่ง (Kurtosis) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของตัวแปร (CV) และความเที่ยงทั้งฉบับโดยการหาความสอดคล้องภายในด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์สมรรถภาพของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปร	MEAN	SD	Skewness	Kurtosis	CV(%)
1. บูรณาการความรู้ทั้งภายในและระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้	4.12	.518	0.158	0.483	12.573
2. บูรณาการเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สอนกับประสบการณ์ ความสนใจของนักเรียนและสถานการณ์ในชีวิตจริง	3.71	.662	0.399	-0.762	17.839
3. อธิบายเนื้อหาบทเรียนวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน	3.89	.606	0.055	-0.329	15.572
4. ใช้ทักษะในการฟัง การพูด การอ่าน การเขียนภาษาไทยเพื่อการสื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง	3.96	.573	-0.004	0.052	14.471
5. พูดอธิบายและตั้งคำถามได้ตรงประเด็น	4.13	.669	-0.329	-0.125	16.199

ตัวแปร	MEAN	SD	Skewness	Kurtosis	CV(%)
6. เขียนแสดงความคิดเชิงเหตุผลด้วยหลักการใช้ภาษาและประโยคที่ถูกต้อง	3.60	.621	0.522	-0.627	17.237
7. วิเคราะห์หลักสูตรวิทยาศาสตร์ได้	3.48	.831	-0.145	-0.567	23.900
8. มีความรู้ความเข้าใจในเป้าหมายและโครงสร้างของหลักสูตรวิทยาศาสตร์	3.86	.582	0.023	-0.182	15.063
9. ร่วมมือกับบุคลากรและผู้ปกครองในการออกแบบหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ	3.10	.977	-0.225	-0.520	31.472
10. เลือกใช้ พัฒนาและสร้างสื่ออุปกรณ์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน	3.96	.501	-0.076	0.978	12.651
11. เข้าใจวิธีการเรียนรู้และทฤษฎีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	4.13	.624	-0.094	-0.481	15.112
12. ใช้วิธีการสอนและบูรณาการแหล่งข้อมูลในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย เช่น การบรรยาย การอภิปราย การสาธิต การทดลอง การปฏิบัติงานอย่างอิสระ การจัดทัศนศึกษา การใช้เทคโนโลยี เป็นต้น	4.23	.597	-0.129	-0.474	14.122
13. มีกลยุทธในการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนใช้ทักษะทางปัญญา เช่น การคิดเชิงวิพากษ์ การคิดแก้ปัญหา การคิดแบบอเนกนัย การสืบสอบและการตัดสินใจ	3.69	.606	0.265	-0.627	16.394
14. นำประสบการณ์หรือภูมิหลังของผู้เรียนมาจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	3.72	.775	-0.163	-0.354	20.827
15. ปรับวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับความต้องการที่หลากหลายของผู้เรียน	3.78	.616	0.170	-0.543	16.278
16. จัดโปรแกรมการศึกษารายบุคคลเพื่อพัฒนาผู้เรียนที่มีความต้องการเฉพาะด้าน	3.22	.727	0.236	-0.116	22.565
17. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนปฏิบัติงานร่วมกัน	4.23	.701	-0.358	-0.935	16.565
18. จัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข	3.85	.582	0.029	-0.213	15.126
19. จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการ	3.81	.723	-0.549	0.427	18.976

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปร	MEAN	SD	Skewness	Kurtosis	CV(%)
กำหนดกติกาข้อตกลงสำหรับใช้ร่วมกันในชั้นเรียน					
20. เลือกใช้ ปรับปรุง และออกแบบสร้างนวัตกรรม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี	4.17	.617	-0.121	-0.484	14.796
21. ใช้วัสดุและสื่อการสอนให้เหมาะสมกับวิธีการเรียนรู้และระดับชั้นของผู้เรียน	4.21	0.572	-0.026	-0.296	13.600
22. พิจารณาความต้องการของผู้เรียนให้สัมพันธ์กับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการข้อมูลในลักษณะต่างๆ เช่น การวิจัย การตีความ การวิเคราะห์	3.78	0.605	0.141	-0.490	16.000
23. สร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม	3.79	0.579	0.047	-0.325	15.245
24. วัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสภาพจริง	4.13	0.571	0.003	-0.089	13.822
25. นำผลการประเมินไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตลอดหลักสูตร	3.91	0.668	0.099	-0.763	17.073
26. ใช้เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้และประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย	3.81	0.752	0.085	-0.768	19.738
27. มีความรู้ความเข้าใจในการทำวิจัยและการสืบค้นข้อมูลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน	3.67	0.721	-0.174	-0.166	19.638
28. นำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์	3.76	0.646	-0.162	0.009	17.159
29. ทำวิจัยเพื่อพัฒนาผู้เรียนและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์	3.69	0.706	-0.210	-0.086	19.130
30. เข้าใจธรรมชาติของผู้เรียน	4.15	0.660	-0.171	-0.734	15.909
31. ช่วยเหลือผู้เรียนให้เรียนรู้และพัฒนาได้ตามศักยภาพ	3.88	0.804	0.113	-1.231	20.693
32. สังเกตความแตกต่างระหว่างบุคคล ให้คำปรึกษา พร้อมทั้งแก้ไขพฤติกรรม และจัดการความขัดแย้งในชั้นเรียน	3.94	0.615	0.032	-0.356	15.588
33. เข้าร่วมกิจกรรมชุมชนในโอกาสต่างๆ	3.93	0.747	-0.839	1.011	19.023

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปร	MEAN	SD	Skewness	Kurtosis	CV(%)
34. ประสานงานกับชุมชนเพื่อดำเนินกิจกรรมของสถานศึกษา	3.56	0.822	-0.365	-0.433	23.119
35. สร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างบ้าน โรงเรียน และชุมชน	3.82	0.775	-0.169	-0.442	20.297
36. รัก เมตตา และปรารถนาดีต่อผู้เรียน	4.54	0.574	-0.823	-0.321	12.638
37. เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้และเป็นผู้นำทางวิชาการ	4.17	0.612	-0.115	-0.460	14.668
38. ปฏิบัติตามจรรยาบรรณของวิชาชีพครู	4.65	0.529	-1.133	0.243	11.389
39. มีส่วนร่วมในการวางแผนร่วมกับผู้อื่น	3.84	0.699	-0.112	-0.277	18.199
40. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	4.49	0.572	-0.586	-0.645	12.742
41. พัฒนาแผนงานแบบร่วมมือและทำงานร่วมกับผู้อื่นในการพัฒนาวิชาชีพและการเรียนรู้ของผู้เรียน	4.16	0.656	-0.179	-0.714	15.769
42. มีคุณลักษณะเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต	4.30	0.603	-0.240	-0.611	14.029
43. ติดตามความเคลื่อนไหวทางวิชาการและวิชาชีพ	4.05	0.605	-0.021	-0.266	14.951
44. เข้าใจ ยอมรับ และคิดไตร่ตรองการปฏิบัติการสอนและนำผลป้อนกลับ (feedback) มาปรับปรุงการสอน	4.28	0.590	-0.163	-0.555	13.776
45. ใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และวิจารณ์ข้อมูลสารสนเทศ	4.22	0.677	-0.296	-0.833	16.040
46. ชี้นำหรือหาแนวทางให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้อย่างสร้างสรรค์ เช่น ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงแล้วนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้มาสร้างสรรค์ชิ้นงาน	4.05	0.619	-0.032	-0.386	15.272
47. นำเทคโนโลยีมาปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างเหมาะสม เพื่อกระตุ้นความสนใจให้แก่ผู้เรียน	4.22	0.573	-0.033	-0.325	13.586
48. มอบหมายงานที่สามารถแสดงศักยภาพและความสามารถที่หลากหลายของผู้เรียน โดยให้เวลาในการทำงานนั้นๆ อย่างเหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักการจัดสรรแบ่งเวลา	4.25	0.557	0.011	-0.401	13.086

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปร	MEAN	SD	Skewness	Kurtosis	CV(%)
49. สอนโดยบูรณาการระหว่างเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างน้อย 2 วิชา	3.96	0.666	0.048	-0.739	16.830
50. ทราบหรือสร้างปัญหาที่นักเรียนสนใจแก้ไขปัญหาด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์	3.83	0.588	0.054	-0.297	15.357
51. ตั้งคำถามที่ถูกต้อง เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหา	4.05	0.489	0.129	1.138	12.064
52. ประยุกต์ความรู้และหลักการเพื่อใช้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์	3.44	0.827	-0.287	-0.634	24.037
53. จัดการเรียนรู้บูรณาการแบบพหุวิทยาการหรือจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของวิชา วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์แยกกัน โดยมีหัวข้อหลัก (theme) ร่วมกัน และมีการอ้างถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ	3.06	1.166	-0.349	-0.921	38.089

จากตารางที่ 17 ผลของการวิเคราะห์ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์สมรรถภาพของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา พบว่า ตัวแปรปฏิบัติตามจรรยาบรรณของวิชาชีพครู มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.65 รองลงมาคือ ตัวแปรรัก เมตตา และปรารถนาดีต่อผู้เรียน และตัวแปรรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 และ 4.49 ตามลำดับ และตัวแปรที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 3 ลำดับสุดท้าย คือ ตัวแปรจัดโปรแกรมการศึกษารายบุคคลเพื่อพัฒนานักเรียนที่มีความต้องการเฉพาะด้าน ตัวแปรร่วมมือกับบุคลากรและผู้ปกครองในการออกแบบหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ และตัวแปรจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบพหุวิทยาการ หรือจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของวิชา วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์แยกกัน โดยมีหัวข้อหลัก (theme) ร่วมกัน และมีการอ้างถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.22 3.10 และ 3.06 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาการแจกแจงของข้อมูลด้านความเบ้ (Skewness) พบว่ามีค่าระหว่าง -1.133 ถึง 0.522 โดยมีตัวแปรจำนวน 33 ตัวแปรที่มีค่าความเบ้น้อยกว่าศูนย์ คืออยู่ระหว่าง -1.133 ถึง -0.004 ซึ่งถือว่ามีการแจกแจงข้อมูลแบบเบ้ซ้ายเล็กน้อย แสดงว่าครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับ

มัธยมศึกษาส่วนใหญ่มีสมรรถภาพตามตัวแปรดังกล่าวค่อนข้างมาก จึงส่งผลให้มีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ยในตัวแปร

เมื่อพิจารณาการแจกแจงของข้อมูลด้านความโด่ง (Kurtosis) พบว่ามีค่าระหว่าง -1.231 ถึง 1.138 โดยมีตัวแปรจำนวน 45 ตัวแปรที่มีค่าความโด่งน้อยกว่าศูนย์ คืออยู่ระหว่าง –1.231 ถึง -0.086 ซึ่งถือว่ามีค่าความโด่งน้อยกว่าโค้งปกติ แสดงว่าตัวแปรส่วนใหญ่มีการกระจายของข้อมูลมาก

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย(CV) พบว่าตัวแปรจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบพหุวิทยาการ หรือจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของวิชา วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์แยกกัน โดยมีหัวข้อหลัก (theme) ร่วมกัน และมีการอ้างถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ มีสัมประสิทธิ์การกระจายสูงสุดเท่ากับ 38.089 รองลงมาคือ ตัวแปรร่วมมือกับบุคลากรและผู้ปกครองในการออกแบบหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ และตัวแปรประยุกต์ความรู้และหลักการเพื่อใช้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ โดยมีสัมประสิทธิ์การกระจายเท่ากับ 31.472 และ 24.037 ตามลำดับ

ส่วนการพิจารณาค่าความเที่ยงทั้งฉบับโดยการหาความสอดคล้องภายในด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบราค (Cronbach’s alpha coefficient) พบว่ามีค่าความเที่ยง 0.941 แสดงว่าแบบสอบถามที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับสูงเหมาะกับการนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตอนที่ 4 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis หรือ EFA)

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา แล้วสังเคราะห์เป็นตัวแปรสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา โดยนำมาสร้างเป็นแบบสอบถามที่มีการให้คะแนนแบบมาตรประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับและทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis) เพื่อจัดกลุ่มตัวแปร โดยเลือกสกัดองค์ประกอบด้วยวิธีแกนหลัก (Principal Axis Factoring :PAF) ร่วมกับการหมุนแกนแบบมุมฉาก (Orthogonal rotation) ด้วยวิธีอิควาแมกซ์ (Equamax) ซึ่งทำให้ได้องค์ประกอบจำนวนน้อยที่สุดและแต่ละองค์ประกอบมีตัวแปรน้อยที่สุด เกณฑ์ในการพิจารณาการจัดองค์ประกอบ คือ องค์ประกอบนั้นต้องมีค่าไอเกิน (Eigenvalue) มากกว่า 1 (กัลยา วานิชย์บัญชา 2544) และพิจารณา

ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ของตัวแปร โดยตัวแปรใดมีค่าสูงในองค์ประกอบใดก็จัดได้ว่าเป็นตัวแปรในองค์ประกอบนั้น ซึ่งควรมีค่ามากกว่า 0.3 (วิยะดา ตันวัฒนากูล อ้างในยุทธไกยวรรณ์ (2551))

จากการวิเคราะห์ตัวแปร 53 ตัวแปร สามารถสกัดองค์ประกอบได้ทั้งหมด 5 องค์ประกอบ ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา

องค์ประกอบ	จำนวนตัวแปร	ค่าความแปรปรวน	%ค่าความแปรปรวน	%ค่าความแปรปรวนสะสม
1. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน	10	8.734	24.955	24.955
2. ความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM)	5	2.835	13.814	38.769
3. การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21	4	2.670	8.821	47.590
4. การสื่อสารและการใช้ภาษา	4	2.160	6.172	53.762
5. บุคลิกลักษณะความเป็นครู	3	1.656	4.733	58.495
รวม	26	-	58.495	58.495

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy =.696

Bartlett's Test of Sphericity มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตารางที่ 18 จะเห็นได้ว่าผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา แบ่งออกเป็น 5 องค์ประกอบร่วมกัน ซึ่งร่วมกันอธิบายตัวแปรสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาได้ร้อยละ 58.495 มีค่า Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy เท่ากับ 0.696 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.60 แสดงว่าข้อมูลมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบได้ นอกจากนี้จากการทดสอบนัยสำคัญด้วย Bartlett's Test of Sphericity พบว่ามีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แสดงว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ไม่เป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบได้

ตารางที่ 19 องค์ประกอบที่ 1 “การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน”

ตัวชี้วัด	สมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา	น้ำหนักองค์ประกอบ
Q33	เข้าร่วมกิจกรรมชุมชนในโอกาสต่างๆ	0.797
Q34	ประสานงานกับชุมชนเพื่อดำเนินกิจกรรมของสถานศึกษา	0.744
Q9	ร่วมมือกับบุคลากรและผู้ปกครองในการออกแบบหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ	0.742
Q14	นำประสบการณ์หรือภูมิหลังของผู้เรียนมาจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	0.700
Q23	สร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม	0.604
Q35	สร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างบ้าน โรงเรียน และชุมชน	0.597
Q30	เข้าใจธรรมชาติของผู้เรียน	0.574
Q18	จัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข	0.557
Q10	เลือกใช้ พัฒนาและสร้างสื่ออุปกรณ์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน	0.534
Q15	ปรับวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับความต้องการที่หลากหลายของผู้เรียน	0.528
10 ตัวชี้วัด	ค่าไอเกน	8.734
Factor 1	% ค่าความแปรปรวน	24.955

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 19 องค์ประกอบที่ 1 ชื่อ “การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน” ประกอบไปด้วย 10 ตัวชี้วัดโดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง 0.528 – 0.797 โดยตัวชี้วัดที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด คือ ตัวชี้วัดเข้าร่วมกิจกรรมชุมชนในโอกาสต่างๆ ตัวชี้วัดประสานงานกับชุมชนเพื่อดำเนินกิจกรรมของสถานศึกษา และตัวชี้วัดร่วมมือกับบุคลากรและผู้ปกครองในการออกแบบหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ตามลำดับ ส่วนตัวชี้วัดที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบต่ำสุด คือ ตัวชี้วัดปรับวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับความต้องการที่หลากหลายของผู้เรียน ในองค์ประกอบที่ 1 นี้มีค่าความแปรปรวน (Eigenvalue) เท่ากับ 8.734 ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 24.955

ตารางที่ 20 องค์ประกอบที่ 2 “ความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM)”

ตัวแปร	สมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา	น้ำหนักองค์ประกอบ
Q39	มีส่วนร่วมในการวางแผนร่วมกับผู้อื่น	0.619
Q52	ประยุกต์ความรู้และหลักการเพื่อใช้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์	0.611
Q41	พัฒนาแผนงานแบบร่วมมือและทำงานร่วมกับผู้อื่นในการพัฒนาวิชาชีพและการเรียนรู้ของผู้เรียน	0.600
Q49	สอนโดยบูรณาการระหว่างเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างน้อย 2 วิชา	0.577
Q27	มีความรู้ความเข้าใจในการทำวิจัยและการสืบค้นข้อมูลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน	0.570
8 ตัวชี้วัด	ค่าไอเกน	2.835
Factor 2	% ค่าความแปรปรวน	13.814

จากตารางที่ 20 องค์ประกอบที่ 2 ชื่อ “สะเต็มศึกษา (STEM)” ประกอบไปด้วย 8 ตัวชี้วัด โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง 0.570 – 0.619 โดยตัวชี้วัดที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด คือ ตัวชี้วัดมีส่วนร่วมในการวางแผนร่วมกับผู้อื่น ตัวชี้วัดประยุกต์ความรู้และหลักการเพื่อใช้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ และตัวชี้วัดพัฒนาแผนงานแบบร่วมมือและทำงานร่วมกับผู้อื่นในการพัฒนาวิชาชีพและการเรียนรู้ของผู้เรียนตามลำดับ ส่วนตัวชี้วัดที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบต่ำที่สุด คือ ตัวชี้วัดมีความรู้ความเข้าใจในการทำวิจัยและการสืบค้นข้อมูลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ในองค์ประกอบที่ 2 นี้มีค่าความแปรปรวน (Eigenvalue) เท่ากับ 2.835 ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 13.814

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 21 องค์ประกอบที่ 3 “การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21”

ตัวชี้วัด	สมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา	น้ำหนักองค์ประกอบ
Q20	เลือกใช้ ปรับปรุง และออกแบบสร้างนวัตกรรม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี	0.856
Q37	เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้และเป็นผู้นำทางวิชาการ	0.669
Q43	ติดตามความเคลื่อนไหวทางวิชาการและวิชาชีพ	0.634
Q45	ใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และวิจารณ์ข้อมูลสารสนเทศ	0.511
4 ตัวชี้วัด	ค่าไอเกน	2.670

ตัวชี้วัด	สมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา	น้ำหนักองค์ประกอบ
Factor 3	% ค่าความแปรปรวน	8.821

จากตารางที่ 21 องค์ประกอบที่ 3 ชื่อ “การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21” ประกอบไปด้วย 7 ตัวชี้วัด โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง 0.511 – 0.856 โดยตัวชี้วัดที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด คือ ตัวชี้วัดเลือกใช้ ปรับปรุง และออกแบบสร้างนวัตกรรม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี ตัวชี้วัดเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้และเป็นผู้นำทางวิชาการ และตัวชี้วัดติดตามความเคลื่อนไหวทางวิชาการและวิชาชีพตามลำดับ ส่วนตัวชี้วัดที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบต่ำที่สุด คือ ตัวชี้วัดใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และวิจารณ์ข้อมูลสารสนเทศ ในองค์ประกอบที่ 3 นี้มีค่าความแปรปรวน (Eigenvalue) เท่ากับ 2.670 ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 8.821

ตารางที่ 22 องค์ประกอบที่ 4 “การสื่อสารและการใช้ภาษา”

ตัวชี้วัด	สมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา	น้ำหนักองค์ประกอบ
Q4	ใช้ทักษะในการฟัง การพูด การอ่าน การเขียนภาษาไทยเพื่อการสื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง	0.618
Q3	อธิบายเนื้อหาบทเรียนวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน	0.552
Q5	พูดอธิบายและตั้งคำถามได้ตรงประเด็น	0.550
Q51	ตั้งคำถามที่ถูกต้อง เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหา	0.474
4 ตัวชี้วัด	ค่าไอเกน	2.160
Factor 4	% ค่าความแปรปรวน	6.172

จากตารางที่ 22 องค์ประกอบที่ 4 ชื่อ “การสื่อสารและการใช้ภาษา” ประกอบไปด้วย 4 ตัวชี้วัด โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง 0.474 – 0.618 โดยตัวชี้วัดที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด คือ ตัวชี้วัดใช้ทักษะในการฟัง การพูด การอ่าน การเขียนภาษาไทยเพื่อการสื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง ตัวชี้วัดอธิบายเนื้อหาบทเรียนวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน และตัวชี้วัดพูดอธิบายและตั้งคำถามได้ตรงประเด็นตามลำดับ ส่วนตัวชี้วัดที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบต่ำที่สุด คือ ตัวชี้วัดตั้งคำถาม

ที่ถูกต้อง เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหา ในองค์ประกอบที่ 4 นี้มีค่าความแปรปรวน (Eigenvalue) เท่ากับ 2.160 ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 6.172

ตารางที่ 23 องค์ประกอบที่ 5 “บุคลิกลักษณะความเป็นครู”

ตัวชี้วัด	**สมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา**	**น้ำหนักองค์ประกอบ**
Q38	ปฏิบัติตามจรรยาบรรณของวิชาชีพครู	0.930
Q36	รัก เมตตา และปรารถนาดีต่อผู้เรียน	0.632
Q42	มีคุณลักษณะเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต	0.550
3 ตัวชี้วัด	ค่าไอเกน	1.656
Factor 5	% ค่าความแปรปรวน	4.733

จากตารางที่ 23 องค์ประกอบที่ 5 ชื่อ “บุคลิกลักษณะความเป็นครู” ประกอบไปด้วย 5 ตัวชี้วัด โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง 0.550 – 0.930 โดยตัวชี้วัดที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด คือ ตัวชี้วัดปฏิบัติตามจรรยาบรรณของวิชาชีพครู ตัวชี้วัดรัก เมตตา และปรารถนาดีต่อผู้เรียน และตัวชี้วัดมีคุณลักษณะเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตตามลำดับ ในองค์ประกอบที่ 5 นี้มีค่าความแปรปรวน (Eigenvalue) เท่ากับ 1.656 ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 4.733

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis) แล้วพบว่า สมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาสามารถจัดองค์ประกอบได้ 5 องค์ประกอบ ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นโมเดล และใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) ด้วยโปรแกรมริสเรล (LISREL) เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ซึ่งจะนำเสนอผลในหัวข้อต่อไป

ตอนที่ 5 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis หรือ CFA)

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของข้อคำถาม ที่วัดในแต่ละด้านของสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis หรือ CFA) ซึ่งจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis หรือ EFA) พบว่าสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา 5 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน (2) ด้านความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) (3) ด้านการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (4) ด้านการสื่อสารและการใช้ภาษา และ (5) ด้านบุคลิกลักษณะความเป็นครู ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างโดยการนำข้อคำถามในแต่ละด้านมาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน โดยเริ่มจากการศึกษาความสัมพันธ์ของข้อคำถามแต่ละข้อ ด้วยการตรวจสอบค่า Barltlett's test of sphericity และKMO (Kaiser – Meyer – Olin measure of sampling adequacy) แล้วดำเนินการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมลิสเรล (LISREL) เวอร์ชัน 8.80 โดยผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลด้านจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากการวิเคราะห์สมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ด้านจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน ประกอบไปด้วยข้อคำถาม 10 ข้อ พบว่าข้อคำถามมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.018 ถึง 0.596 โดยข้อคำถามคู่ที่มีความสัมพันธ์ต่ำที่สุดคือข้อที่ 1.4 และ 1.10 ส่วนข้อคำถามคู่ที่มีความสัมพันธ์สูงที่สุดคือ ข้อที่ 1.2 และ 1.3 และค่า Barltlett's test of sphericity มีค่าเท่ากับ 1180.986 ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .000 แสดงว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามแตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และค่า KMO (Kaiser – Meyer – Olin measure of sampling adequacy) มีค่าเท่ากับ 0.766 ซึ่งมากกว่า 0.50 แสดงว่าข้อคำถามในแต่ละข้อมีความสัมพันธ์กันและเหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบ รายละเอียดดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันของข้อคำถามด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน (Q1)

	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q1.4	Q1.5	Q1.6	Q1.7	Q1.8	Q1.9	Q1.10
Q1.1	1.000									
Q1.2	.321	1.000								
Q1.3	.269	.596	1.000							
Q1.4	.019	.022	.027	1.000						
Q1.5	.251	.277	.238	.068	1.000					
Q1.6	.386	.425	.279	.034	.242	1.000				
Q1.7	.280	.159	.138	.091	.338	.146	1.000			
Q1.8	.347	.252	.259	.096	.222	.254	.272	1.000		
Q1.9	.253	.157	.314	.058	.311	.191	.184	.263	1.000	
Q1.10	.334	.072	.079	.018	.186	.182	.206	.234	.307	1.000
KaiserMeyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) = 0.766 , Bartlett's Test of Sphericity = 1180.986 p<.01										

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของตัวชี้วัดในองค์ประกอบด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน (Q1)

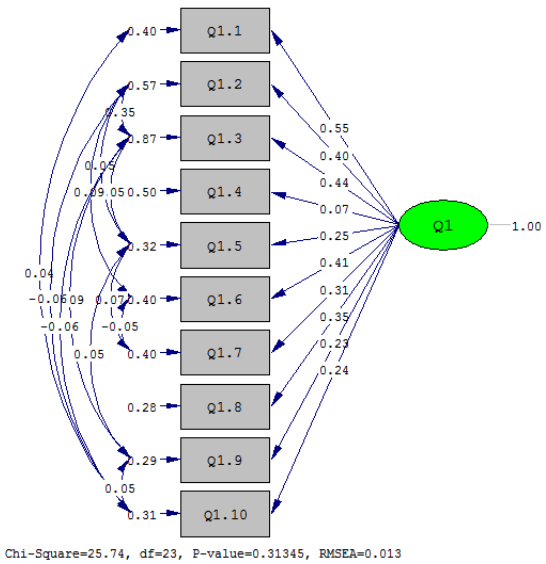
ตัวชี้วัด	น้ำหนักองค์ประกอบ b (SE)	น้ำหนักองค์ประกอบ β	t	R^2	สปส.คะแนนองค์ประกอบ
Q1.1	0.55)0.04(	0.65	14.96	0.43	0.37
Q1.2	0.40)0.04(	0.47	10.25	0.22	0.10
Q1.3	0.44)0.05(	0.44	9.48	0.18	0.09
Q1.4	0.07 (0.03)	0.09	2.02	0.01	0.04
Q1.5	0.25 (0.03)	0.40	8.71	0.16	0.11
Q1.6	0.41 (0.03)	0.55	12.18	0.30	0.30
Q1.7	0.31 (0.03)	0.44	9.56	0.19	0.24
Q1.8	0.35 (0.03)	0.55	12.61	0.30	0.35
Q1.9	0.23 (0.03)	0.40	8.85	0.16	0.15
Q1.10	0.24 (0.03)	0.40	8.13	0.16	0.19
Chi-Square =25.74	df =23	p =0.313			
GFI =0.99	AGFI =0.98	RMR =0.013		RMSEA =0.013	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของตัวชี้วัดในองค์ประกอบด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน (Q1) พบว่า มีค่าไค-สแควร์ (Chi-Square) เท่ากับ 25.74 ค่าองศาอิสระ (df) เท่ากับ 23 ความน่าจะเป็น (p) เท่ากับ 0.313 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.99 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.98 ค่าดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (RMR) เท่ากับ 0.013 และค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.013 จากค่าสถิติแสดงให้เห็นว่าโมเดลตามทฤษฎีมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

พิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน (β) ของตัวชี้วัดในองค์ประกอบด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน (Q1) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.09 ถึง 0.65 โดยตัวชี้วัดที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ เข้าร่วมกิจกรรมชุมชนในโอกาสต่างๆ (Q1.1) รองลงมาคือ สร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างบ้าน โรงเรียน และชุมชน (Q1.6) และจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข (Q1.8) ตามลำดับ มีความแปรผันร่วมกันกับองค์ประกอบด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน (Q1) ร้อยละ 43 30 และ 30 ตามลำดับ ส่วนตัวชี้วัดที่มีน้ำหนักความสำคัญน้อยที่สุด คือ นำประสบการณ์หรือภูมิหลังของผู้เรียนมาจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Q1.4) โดยมีความแปรผันร่วมกันกับองค์ประกอบด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน (Q1) ร้อยละ 1 (R^2 = 0.01) โดยมีรายละเอียดแผนภาพโมเดลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชนดังภาพที่ 8

ภาพที่ 8 โมเดลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน



2. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM)

จากการวิเคราะห์สมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ด้านความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) ประกอบไปด้วยข้อคำถาม 5 ข้อ พบว่าข้อคำถามมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.090 ถึง 0.381 โดยข้อคำถามคู่ที่มีความสัมพันธ์ต่ำที่สุดคือข้อที่ 2.3 และ 2.5 ส่วนข้อคำถามคู่ที่มีความสัมพันธ์สูงที่สุดคือ ข้อที่ 2.2 และ 2.5 และค่า Barltlett's test of sphericity มีค่าเท่ากับ 423.044 ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .000 แสดงว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามแตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และค่า KMO (Kaiser – Meyer – Olin measure of sampling adequacy) มีค่าเท่ากับ 0.695 ซึ่งมากกว่า 0.50 แสดงว่าข้อคำถามในแต่ละข้อมีความสัมพันธ์กัน และเหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบ รายละเอียดดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันของข้อคำถามด้านความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) (Q2)

	Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q2.4	Q2.5
Q2.1	1.000				
Q2.2	.338	1.000			
Q2.3	.377	.143	1.000		
Q2.4	.323	.259	.313	1.000	
Q2.5	.261	.381	.090	.180	1.000
KaiserMeyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) = 0.695 , Bartlett's Test of Sphericity = 423.044 p<.01					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของตัวชี้วัดในองค์ประกอบด้านความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) (Q2)

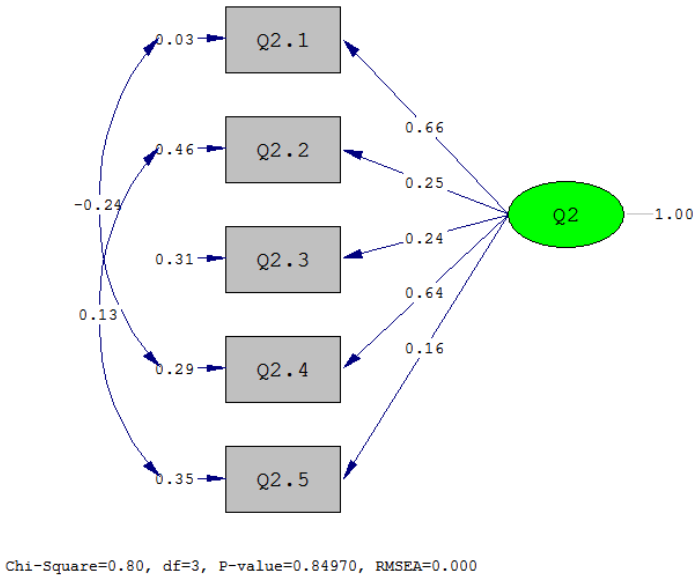
ตัวชี้วัด	น้ำหนักองค์ประกอบ		t	R^2	สปส.คะแนนองค์ประกอบ
	b (SE)	β			
Q2.1	0.66 (0.08)	0.97	8.46	0.94	0.85
Q2.2	0.25 (0.04)	0.34	6.46	0.12	0.31
Q2.3	0.24 (0.03)	0.40	6.88	0.16	0.34
Q2.4	0.64 (0.08)	0.77	7.50	0.59	0.55
Q2.5	0.16 (0.03)	0.26	5.55	0.07	0.18
Chi-Square =0.80	df =3	p =0.850			
GFI =1.00	AGFI =1.00	RMR =0.0034		RMSEA =0.00	

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของตัวชี้วัดในองค์ประกอบด้านความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) (Q2) พบว่า มีค่าไค-สแควร์ (Chi-Square) เท่ากับ 0.80 ค่าองศาอิสระ (df) เท่ากับ 3 ความน่าจะเป็น (p) เท่ากับ 0.850 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 1.00 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 1.00 ค่าดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (RMR) เท่ากับ 0.0034 และค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.00 จากค่าสถิติแสดงให้เห็นว่าโมเดลตามทฤษฎีมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

พิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน (β) ของตัวชี้วัดในองค์ประกอบด้านความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (Q2) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.26 ถึง 0.97 โดยตัวชี้วัดที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ มีส่วนร่วมในการวางแผนร่วมกับผู้อื่น (Q2.1) รองลงมา คือ สอนโดยบูรณาการระหว่างเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์อย่างน้อย 2 วิชา (Q2.4) และพัฒนาแผนงานแบบร่วมมือและทำงานร่วมกับผู้อื่นในการพัฒนาวิชาชีพและการเรียนรู้ของผู้เรียน (Q2.3) ตามลำดับ มีความแปรผันร่วมกันกับองค์ประกอบด้านความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (Q2) ร้อยละ 94 59 และ 16 ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดแผนภาพโมเดลความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ดังภาพที่ 9

ภาพที่ 9 โมเดลความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM)



3. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

จากการวิเคราะห์สมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ด้านการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ประกอบไปด้วยข้อคำถาม 4 ข้อ พบว่าข้อคำถามมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.084 ถึง 0.529 โดยข้อคำถามคู่ที่มีความสัมพันธ์ต่ำที่สุดคือข้อที่ 3.2 และ 3.4 ส่วนข้อคำถามคู่ที่มีความสัมพันธ์สูงที่สุดคือ ข้อที่ 3.2 และ 3.3 และค่า Barltlett's test of sphericity มีค่าเท่ากับ 397.056 ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .000 แสดงว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามแตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และค่า KMO (Kaiser – Meyer – Olin measure of sampling adequacy) มีค่าเท่ากับ 0.613 ซึ่งมากกว่า 0.50 แสดงว่าข้อคำถามในแต่ละข้อมีความสัมพันธ์กัน และเหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบ รายละเอียดดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันของข้อคำถามด้านการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (Q3)

	Q3.1	Q3.2	Q3.3	Q3.4
Q3.1	1.000			
Q3.2	.281	1.000		
Q3.3	.367	.529	1.000	
Q3.4	.337	.084	.136	1.000
KaiserMeyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) = 0.613 , Bartlett's Test of Sphericity = 397.056 p<.01				

ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของตัวชี้วัดในองค์ประกอบด้านการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (Q3)

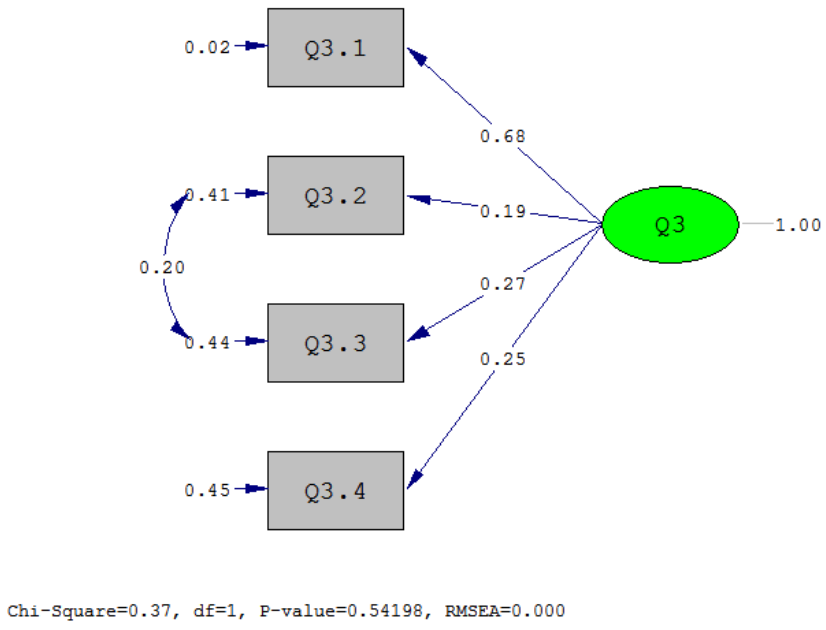
ตัวชี้วัด	**น้ำหนักองค์ประกอบ**		**t**	R^2	**สปส.คะแนนองค์ประกอบ**
	b (SE)	**β**			
Q3.1	0.68 (0.09)	0.98	7.71	0.95	1.38
Q3.2	0.19 (0.04)	0.29	5.42	0.08	0.01
Q3.3	0.27 (0.04)	0.38	6.20	0.14	0.02
Q3.4	0.25 (0.04)	0.34	5.98	0.12	0.03
Chi-Square =0.37	df =1		p =0.542		
GFI =1.00	AGFI =1.00		RMR =0.0025		RMSEA =0.00

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของตัวชี้วัดในองค์ประกอบด้านการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (Q3) พบว่า มีค่าไค-สแควร์ (Chi-Square) เท่ากับ 0.37 ค่าองศาอิสระ (df) เท่ากับ 10 ความน่าจะเป็น (p) เท่ากับ 0.637 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 1.00 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.99 ค่าดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (RMR) เท่ากับ 0.011 และค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.00 จากค่าสถิติแสดงให้เห็นว่าโมเดลตามทฤษฎีมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

พิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน (β) ของตัวชี้วัดในองค์ประกอบด้านการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (Q3) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.29 ถึง 0.98 โดยตัวชี้วัดที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ เลือกใช้ ปรับปรุง และออกแบบสร้างนวัตกรรม เพื่อให้ผู้เรียนเกิด

การเรียนรู้ที่ดี (Q3.1) รองลงมาคือ ติดตามความเคลื่อนไหวทางวิชาการและวิชาชีพ(Q3.3) และใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และวิจารณ์ข้อมูลสารสนเทศ (Q3.4) ตามลำดับ มีความแปรผันร่วมกันกับองค์ประกอบด้านการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (Q3) ร้อยละ 95 14 และ 12 ตามลำดับ ส่วนตัวชี้วัดที่มีน้ำหนักความสำคัญน้อยที่สุด คือ เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้และเป็นผู้นำทางวิชาการ (Q3.2) มีความแปรผันร่วมกันกับองค์ประกอบด้านการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (Q3) ร้อยละ 8 โดยมีรายละเอียดแผนภาพโมเดลการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ดังภาพที่ 10

ภาพที่ 10 โมเดลการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21



4. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการสื่อสารและการใช้ภาษา

จากการวิเคราะห์สมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ด้านการสื่อสารและการใช้ภาษา ประกอบไปด้วยข้อคำถาม 4 ข้อ พบว่าข้อคำถามมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ -0.07 ถึง 0.442 โดยข้อคำถามคู่ที่มีความสัมพันธ์ต่ำที่สุดคือข้อที่ 4.2 และ 4.3 ส่วนข้อคำถามคู่ที่มีความสัมพันธ์สูงที่สุดคือ ข้อที่ 4.3 และ 4.4 และค่า Barltlett's test of sphericity มีค่าเท่ากับ

315.984 ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .000 แสดงว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามแตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และค่า KMO (Kaiser – Meyer – Olin measure of sampling adequacy) มีค่าเท่ากับ 0.655 ซึ่งมากกว่า 0.50 แสดงว่าข้อคำถามในแต่ละข้อมีความสัมพันธ์กัน และเหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบ รายละเอียดดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันของข้อคำถามด้านการสื่อสารและการใช้ภาษา

	Q4.1	**Q4.2**	**Q4.3**	**Q4.4**
Q4.1	1.000			
Q4.2	.093	1.000		
Q4.3	.363	-.007	1.000	
Q4.4	.431	.068	.442	1.000
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) = 0.655 , Bartlett's Test of Sphericity = 315.984 p<.01				

ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของตัวชี้วัดในองค์ประกอบด้านการสื่อสารและการใช้ภาษา (Q4)

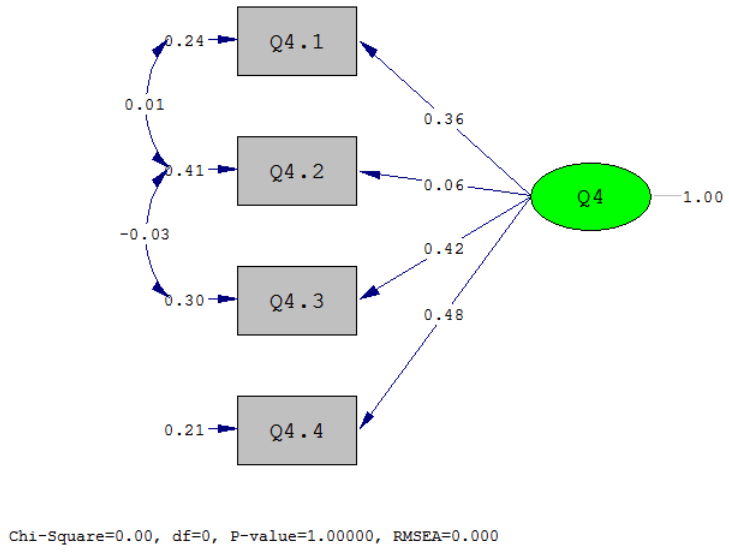
ตัวชี้วัด	**น้ำหนักองค์ประกอบ**		t	R^2	**สปส.คะแนนองค์ประกอบ**
	b (SE)	**β**			
Q4.1	0.36 (0.03)	0.60	13.00	0.35	0.46
Q4.2	0.06 (0.03)	0.09	1.74	0.01	0.06
Q4.3	0.42 (0.03)	0.61	13.23	0.37	0.44
Q4.4	0.48 (0.03)	0.72	14.88	0.53	0.70
Chi-Square =0.00	df =0.00		p =1.00		
GFI =1.00	AGFI =1.00		RMR =0.00		RMSEA =0.00

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของพฤติกรรมบ่งชี้ในองค์ประกอบด้านการสื่อสารและการใช้ภาษา (Q4) พบว่า มีค่าไค-สแควร์ (Chi-Square) เท่ากับ 0.00 ค่าองศาอิสระ (df) เท่ากับ 0.00 ความน่าจะเป็น (p) เท่ากับ 1.00 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 1.00 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.99 ค่าดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษ

(RMR) เท่ากับ 0.0036 และค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.00 จากค่าสถิติแสดงให้เห็นว่าโมเดลตามทฤษฎีมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

พิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน (β) ของตัวชี้วัดในองค์ประกอบด้านการสื่อสารและการใช้ภาษา (Q4) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.09 ถึง 0.72 โดยตัวชี้วัดที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ ตั้งคำถามที่ถูกต้อง เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหา (Q4.4) รองลงมาคือ สามารถพูดอธิบายและตั้งคำถามได้ตรงประเด็น (Q4.3) และสามารถใช้ทักษะในการฟัง การพูด การอ่าน การเขียนภาษาไทยเพื่อการสื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง (Q4.1) ตามลำดับ มีความแปรผันร่วมกันกับองค์ประกอบด้านการสื่อสารและการใช้ภาษา (Q4)ร้อยละ 53 37 และ 35 ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดแผนภาพโมเดลการสื่อสารและการใช้ภาษา ดังภาพที่ 11

ภาพที่ 11 โมเดลการสื่อสารและการใช้ภาษา



5. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลบุคลิกลักษณะความเป็นครู

จากการวิเคราะห์สมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ด้านบุคลิกลักษณะความเป็นครู ประกอบไปด้วยข้อคำถาม 3 ข้อ พบว่าข้อคำถามมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.26 ถึง 0.444 โดยข้อคำถามคู่ที่มีความสัมพันธ์ต่ำที่สุดคือข้อที่ 5.2 และ 5.3 ส่วนข้อคำถามคู่ที่มีความสัมพันธ์สูงที่สุดคือ ข้อที่ 5.1 และ 5.2 และค่า Barltlett's test of sphericity มีค่าเท่ากับ 247.779 ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .000 แสดงว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามแตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และค่า KMO (Kaiser – Meyer –

Olin measure of sampling adequacy) มีค่าเท่ากับ 0.616 ซึ่งมากกว่า 0.50 แสดงว่าข้อคำถามในแต่ละข้อมีความสัมพันธ์กัน และเหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบ รายละเอียดดังตารางที่ 32

ตารางที่ 32 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันของข้อคำถามด้านบุคลิกลักษณะความเป็นครู

	Q5.1	**Q5.2**	**Q5.3**
Q5.1	1.000		
Q5.2	.444	1.000	
Q5.3	.367	.260	1.000
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) = 0.616 , Bartlett's Test of Sphericity = 247.779 p<.01			

ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของตัวชี้วัดในองค์ประกอบด้านบุคลิกลักษณะความเป็นครู (Q5)

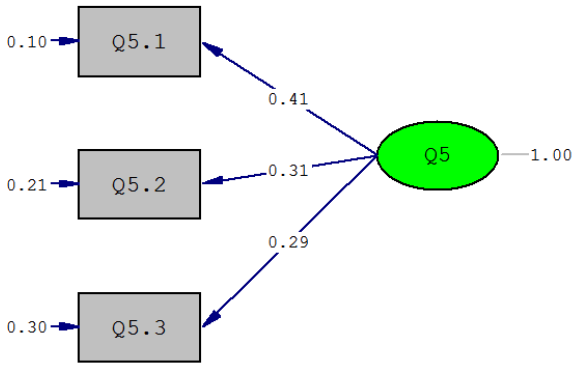
ตัวชี้วัด	**น้ำหนักองค์ประกอบ**		**t**	R^2	**สปส.คะแนนองค์ประกอบ**
	b (SE)	**β**			
Q5.1	0.41 (0.03)	0.79	12.90	0.63	1.20
Q5.2	0.31 (0.03)	0.56	10.90	0.31	0.44
Q5.3	0.29 (0.03)	0.46	9.69	0.22	0.28
Chi-Square =0.00	df =0		p =1.00		
GFI =1.00	AGFI =1.00		RMR =0.0005		RMSEA =0.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของตัวชี้วัดในองค์ประกอบด้านบุคลิกลักษณะความเป็นครู (Q5) พบว่า มีค่าไค-สแควร์ (Chi-Square) เท่ากับ 0.00 ค่าองศาอิสระ (df) เท่ากับ 0 ความน่าจะเป็น (p) เท่ากับ 1.00 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 1.00 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 1.00 ค่าดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (RMR) เท่ากับ 0.0005 และค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.00 จากค่าสถิติแสดงให้เห็นว่าโมเดลตามทฤษฎีมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

พิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน (β) ของตัวชี้วัดในองค์ประกอบด้านบุคลิกลักษณะความเป็นครู (Q5) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.46 ถึง 0.79 โดยตัวชี้วัดมีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ ปฏิบัติตามจรรยาบรรณของวิชาชีพครู (Q5.1) รองลงมาคือ รัก เมตตา และปรารถนาดีต่อผู้เรียน (Q5.2) และมีคุณลักษณะเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Q5.3) ตามลำดับ มีความแปรผันร่วมกันกับองค์ประกอบด้านบุคลิกลักษณะความเป็นครู (Q5) ร้อยละ 63 31 และ 22 ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดแผนภาพโมเดลบุคลิกลักษณะความเป็นครู ดังภาพที่ 12

ภาพที่ 12 โมเดลบุคลิกลักษณะความเป็นครู



6. การหาความเที่ยงของตัวแปรแฝง (Construct Reliability : ρc) และค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนที่สกัดได้ (Average Variance Extracted: ρv)

ความเที่ยงของตัวแปรแฝง (ρc) และค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนที่สกัดได้ (ρv) เป็นค่าที่บอกคุณภาพของเครื่องมือว่าเครื่องมือมีความเที่ยงเป็นอย่างไร และแต่ละองค์ประกอบอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรในองค์ประกอบได้เป็นอย่างไร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 34 การประมาณค่าความตรง

	Completely Standardized factor loading				
ตัวชี้วัด	การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน (Q1)	ความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) (Q2)	การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (Q3)	การสื่อสารและการใช้ภาษา (Q4)	บุคลิกลักษณะความเป็นครู (Q5)
Q1.1	0.65				
Q1.2	0.47				
Q1.3	0.44				
Q1.4	0.09				
Q1.5	0.40				
Q1.6	0.55				
Q1.7	0.44				
Q1.8	0.55				
Q1.9	0.40				
Q1.10	0.40				
Q2.1		0.97			
Q2.2		0.34			
Q2.2		0.40			
Q2.4		0.77			
Q2.5		0.26			
Q3.1			0.98		
Q3.2			0.29		
Q3.3			0.38		
Q3.4			0.34		
Q4.1				0.60	
Q4.2				0.09	
Q4.3				0.61	
Q4.4				0.72	
Q5.1					0.79
Q5.2					0.56

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Completely Standardized factor loading					
ตัวชี้วัด	การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน (Q1)	ความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) (Q2)	การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (Q3)	การสื่อสารและการใช้ภาษา (Q4)	บุคลิกลักษณะความเป็นครู (Q5)
Q5.3					0.46
ρ_C	0.71	0.71	0.60	0.60	0.64
ρ_V	0.21	0.38	0.32	0.31	0.38

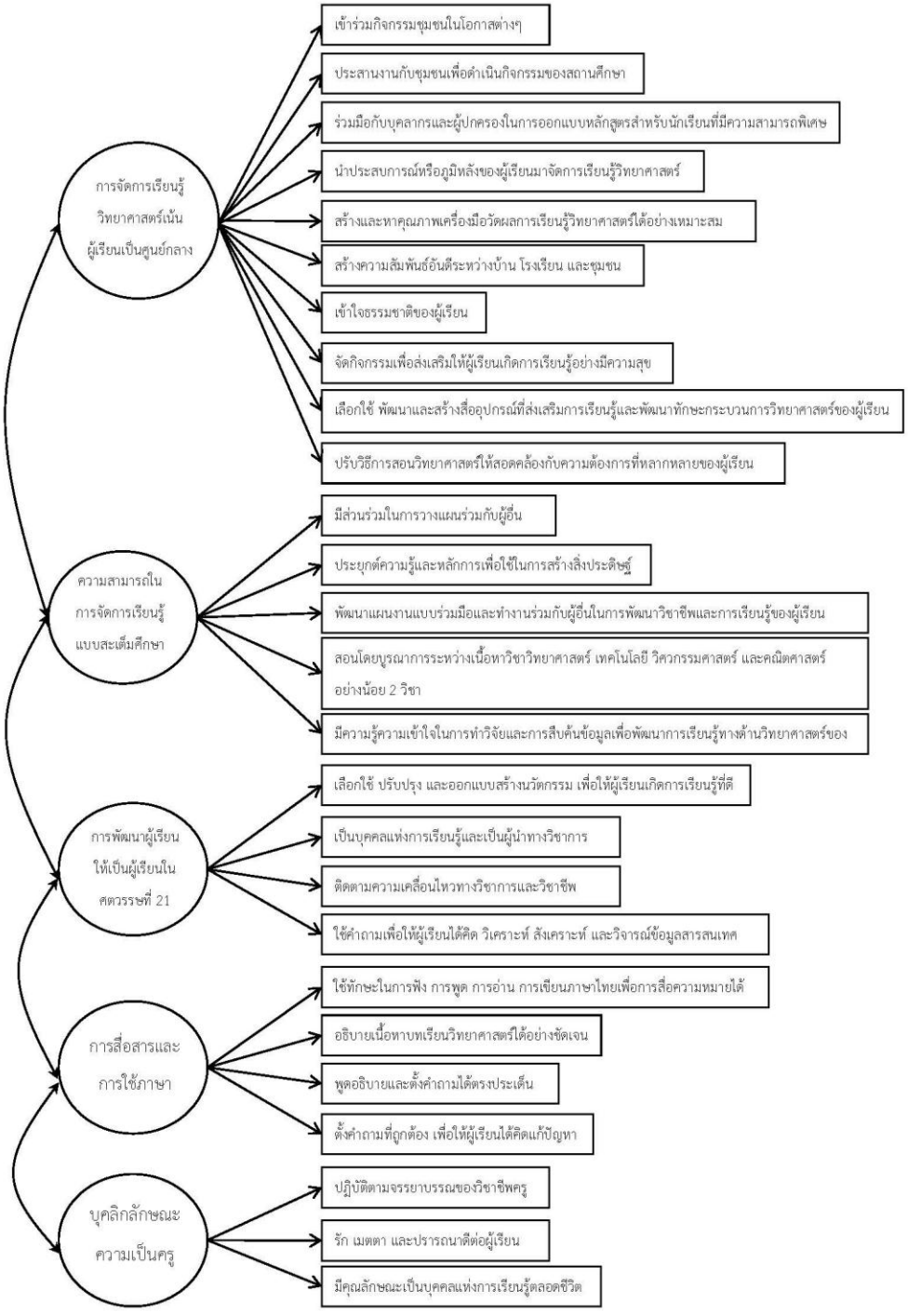
จากผลการวิเคราะห์ความเที่ยงของตัวแปรแฝง (construct reliability :ρ_C) ขององค์ประกอบทั้ง 5 ด้าน พบว่าทุกด้านมีค่ามากกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ 0.60 (Diamantopoulos & Siguaw, 2000, p. 91 อ้างถึงใน สุภมาส อังศุโชติ, สมถวิล วิจิตรวรรณา และรัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์, 2557, หน้า 31) โดยเรียงจากมากไปน้อย คือ ด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน (Q1) ด้านความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) (Q2) ด้านบุคลิกลักษณะความเป็นครู (Q5) ด้านการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (Q3) และด้านการสื่อสารและการใช้ภาษา (Q4) โดยมีค่าความเที่ยงของตัวแปรแฝงเท่ากับ 0.71 0.71 0.64 0.60 และ 0.60 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สำหรับการพิจารณาค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนที่ถูกสกัดได้ (average variance extracted: ρ_V) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยความแปรปรวนของตัวแปรแฝงที่อธิบายได้ด้วยตัวแปรสังเกตได้เมื่อเทียบกับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการวัด พบว่าองค์ประกอบด้านความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) (Q2) ด้านบุคลิกลักษณะความเป็นครู (Q5) ด้านการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (Q3) ด้านการสื่อสารและการใช้ภาษา (Q4) และด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน (Q1) มีค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนที่ถูกสกัดได้เป็น 0.38 0.38 0.32 0.31 และ 0.21 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าทุกองค์ประกอบมีค่าน้อยกว่า 0.5 (Diamantopoulos & Siguaw, 2000, p. 91 อ้างถึงในสุภมาส อังศุโชติ (2557)) แสดงว่าทุกองค์ประกอบสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรสังเกตได้ในองค์ประกอบได้น้อยกว่าร้อยละ 50

จากการพัฒนาแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาได้ผลการศึกษา ดังภาพ

ภาพที่ 13 องค์ประกอบและตัวชี้วัดที่ได้จากการพัฒนาแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา



บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบและพัฒนาตัวชี้วัดในการวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา และเพื่อตรวจสอบคุณภาพแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยที่ใช้ระเบียบวิจัยเชิงสำรวจ โดยผู้วิจัยได้จัดทำเครื่องมือเป็นแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ที่ประกอบไปด้วย 3 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของครูวิทยาศาสตร์ผู้ตอบแบบสอบถาม มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) ตอนที่ 2 แบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ มีข้อคำถามจำนวน 15 ข้อ ให้เลือกตอบ 4 ตัวเลือก (Multiple choice) ซึ่งเป็นข้อคำถามที่ถูกแปลมาจากข้อคำถามวัดความรู้ของนักเรียนในระดับนานาชาติ ตอนที่ 3 แบบสอบถามวัดสมรรถภาพของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 53 ข้อ มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ แล้วนำมาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 468 คน แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ ความเที่ยงทั้งฉบับโดยการหาความสอดคล้องภายในด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis) จากผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อทำให้แบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ตอนที่ 2 คือ แบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ เหลือข้อคำถาม 10 ข้อ และตอนที่ 3 คือ แบบสอบถามวัดสมรรถภาพของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เหลือข้อคำถาม 35 ข้อ แล้วนำมาใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 658 คน แล้วนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) เพื่อวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง ในการสุ่มตัวอย่างทั้งสองครั้งนั้นใช้การสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage sampling) โดยศึกษาข้อมูลรายชื่อโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 และ เขต 2 ในกรุงเทพมหานคร แบ่งขนาดของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ในกรุงเทพมหานคร ออกเป็น 4 ขนาดตามจำนวนนักเรียน แล้วสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified random Sampling) ตามขนาดของโรงเรียน โดยใช้การสุ่มอย่างง่ายเลือกโรงเรียนขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ และขนาดใหญ่พิเศษ จนได้จำนวนตัวอย่างตามที่ต้องการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 4 ตอน คือ ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างด้วยสถิติเชิงบรรยาย เช่น เพศ อายุ วุฒิการศึกษา ประสบการณ์การสอน และระดับชั้นที่สอน ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ตอนที่ 2 (แบบวัดองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์) โดยใช้สถิติพื้นฐาน เช่น ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก เพื่อใช้วิเคราะห์คุณภาพรายข้อ และความเที่ยงทั้งฉบับโดยการหาความสอดคล้องภายในด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ตอนที่ 3 (แบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา) เช่น ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (MEAN) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าความเบ้ (Skewness) ค่าความโด่ง (Kurtosis) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของตัวแปร (CV) และความเที่ยงทั้งฉบับโดยการหาความสอดคล้องภายในด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ตอนที่ 4 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploration Factor Analysis หรือ EFA) โดยพิจารณาความเหมาะสมของข้อมูลที่จะนำมาใช้วิเคราะห์องค์ประกอบ ซึ่งพิจารณาจากค่า Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy ที่มีค่ามากกว่า 0.5 และพิจารณาว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่ได้ไม่เป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ ตัวแปรทั้งหมดมีความสัมพันธ์กันที่เหมาะสมกับการนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบ โดยพิจารณาจากค่า Bartlett's Test of Sphericity ที่มีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดยใช้โปรแกรม SPSS และ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis หรือ CFA) เพื่อดูความตรงเชิงโครงสร้างหรือความสอดคล้องว่าโมเดลสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ โดยใช้โปรแกรม LISREL

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบและพัฒนาตัวชี้วัดในการวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา 2) เพื่อตรวจสอบคุณภาพแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา สามารถสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลกับครูผู้สอนสังกัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาจำนวน 468 คนเพื่อใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis หรือ EFA) พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย มีช่วงอายุระหว่าง 26 – 30 ปีมากที่สุด รองลงมามีช่วงอายุ 31 – 35 ปี และอายุ 61 ปีขึ้นไปมีจำนวนน้อยที่สุด มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี หรือเทียบเท่ามากที่สุด รองลงมามีวุฒิการศึกษาปริญญาโท หรือเทียบเท่า ส่วนใหญ่มีประสบการณ์การสอนน้อยกว่า 5 ปี และรองลงมามีประสบการณ์การสอนมากกว่า 10 ปีขึ้นไป ส่วนการได้รับมอบหมายให้ทำการจัดการเรียนการสอนนั้นส่วนใหญ่ได้รับมอบหมายให้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย รองลงมาคือได้รับมอบหมายให้สอนทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลกับครูผู้สอนสังกัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาจำนวน 658 คนเพื่อใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis หรือ EFA) พบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย มีช่วงอายุระหว่าง 26 – 30 ปีมากที่สุด รองลงมามีช่วงอายุ 24 – 25 ปี และอายุ 61 ปีขึ้นไปมีจำนวนน้อยที่สุด มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี หรือเทียบเท่ามากที่สุด รองลงมามีวุฒิการศึกษาปริญญาโท หรือเทียบเท่า ส่วนใหญ่มีประสบการณ์การสอนน้อยกว่า 5 ปี ส่วนการได้รับมอบหมายให้ทำการจัดการเรียนการสอนนั้นส่วนใหญ่ได้รับมอบหมายให้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย รองลงมาคือได้รับมอบหมายให้สอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ตอนที่ 2 (แบบวัดองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์)

แบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ในตอนที่ 2 เป็นแบบวัดองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบไปด้วยข้อคำถามทั้งหมด 15 ข้อ ผู้วิจัยได้นำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 468 คน พบว่าค่าความยากรายข้ออยู่ระหว่าง 0.29 – 0.80 เกณฑ์การพิจารณาความยากรายข้อ ล้วน สายยศ (2543) ได้แนะนำว่าควรมีค่าระหว่าง 0.20 – 0.80 ดังนั้นจะเห็นได้ว่าข้อคำถามทุกข้อมีความยากที่เหมาะสม ส่วนการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกแบบสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Corrected Item-Total Correlation) พบว่ามีค่าระหว่าง –0.128 –

0.383 ซึ่งตามเกณฑ์ข้อคำถามที่มีคุณภาพต้องมีค่าอำนาจจำแนกแบบสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Corrected Item-Total Correlation) มากกว่า 0.20 ขึ้นไป จากเกณฑ์ดังกล่าว พบว่าข้อคำถามจำนวน 5 ข้อที่มีคุณภาพไม่เหมาะสมไม่สามารถจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำได้ ส่วนค่าความเที่ยงของแบบสอบพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.501 ซึ่งศิริชัย กาญจนวาสี (2544) ได้กล่าวว่า การประเมินความเที่ยงสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาคที่มีค่ามากกว่า 0.5 ถือว่าอยู่ในระดับใช้ได้

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการตัดข้อคำถามที่ไม่มีคุณภาพออกทำให้เหลือข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ แล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อคำถามไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 658 คน พบว่า ค่าความยากรายข้ออยู่ระหว่าง 0.42 – 0.80 จะเห็นได้ว่าข้อคำถามทุกข้อมีความยากที่เหมาะสม ส่วนการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกแบบสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Corrected Item-Total Correlation) พบว่ามีค่าระหว่าง 0.200 – 0.264 จะเห็นได้ว่าข้อคำถามทุกข้อมีค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสม ส่วนค่าความเที่ยงของแบบสอบพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.687 ซึ่งศิริชัย กาญจนวาสี (2544) ได้กล่าวว่า การประเมินความเที่ยงสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาคที่มีค่าควรมีค่ามากกว่า 0.5

3. การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ตอนที่ 3 (แบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ในตอนที่ 3 เป็นแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ที่ได้จากการศึกษาเอกสารงานวิจัย และการสัมภาษณ์ เป็นข้อคำถามแบบมาตรประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ จำนวน 53 ข้อหรือ 53 ตัวแปร

ผลการวิเคราะห์พบว่า เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยตัวแปรปฏิบัติตามจรรยาบรรณของวิชาชีพครู มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ตัวแปรรัก เมตตา และปรารถนาดีต่อผู้เรียน และตัวแปรรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและตัวแปรที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 3 ลำดับสุดท้าย คือ ตัวแปรจัดโปรแกรมการศึกษารายบุคคลเพื่อพัฒนานักเรียนที่มีความต้องการเฉพาะด้าน ตัวแปรร่วมมือกับบุคลากรและผู้ปกครองในการออกแบบหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ และตัวแปรจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบพหุวิทยาการ หรือจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของวิชา วิทยาศาสตร์

คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์แยกกัน โดยมีหัวข้อหลัก (theme) ร่วมกัน และมีการอ้างถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ

เมื่อพิจารณาการแจกแจงของข้อมูลด้านความเบ้ (Skewness) พบว่ามีตัวแปรจำนวน 33 ตัวแปรที่มีค่าความเบ้น้อยกว่าศูนย์ ซึ่งถือว่ามีการแจกแจงข้อมูลแบบเบ้ซ้ายเล็กน้อย แสดงว่าครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาส่วนใหญ่มีสมรรถภาพตามตัวแปรดังกล่าวค่อนข้างมาก จึงส่งผลให้มีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ยในตัวแปร

เมื่อพิจารณาการแจกแจงของข้อมูลด้านความโด่ง (Kurtosis) พบว่า มีตัวแปรจำนวน 45 ตัวแปรที่มีค่าความโด่งน้อยกว่าศูนย์ ซึ่งถือว่ามีค่าความโด่งน้อยกว่าโค้งปกติ แสดงว่าตัวแปรส่วนใหญ่มีการกระจายของข้อมูลมาก

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย(CV) พบว่าตัวแปรจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบพหุวิทยาการ หรือจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของวิชา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์แยกกัน โดยมีหัวข้อหลัก (theme) ร่วมกัน และมีการอ้างถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ มีสัมประสิทธิ์การกระจายสูงสุด รองลงมาคือ ตัวแปรร่วมมือกับบุคลากรและผู้ปกครองในการออกแบบหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ และตัวแปรประยุกต์ความรู้และหลักการเพื่อใช้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาค่าความเที่ยงทั้งฉบับโดยการหาความสอดคล้องภายในด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค (Cronbach’s alpha coefficient) พบว่ามีค่าความเที่ยง 0.941 แสดงว่าแบบสอบถามที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับสูงเหมาะกับการนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4. ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis หรือ EFA) ตัวแปรสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ที่ได้จากการศึกษาเอกสารงานวิจัย และการสัมภาษณ์จำนวน 53 ตัวแปร และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis) เพื่อจัดกลุ่มตัวแปร โดยเลือกสกัดองค์ประกอบด้วยวิธีแกนหลัก (Principal Axis Factoring :PAF) ร่วมกับการหมุนแกนแบบมุมฉาก (Orthogonal rotation) ด้วยวิธีอิควาแมกซ์ (Equamax) โดยตัวแปรที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) น้อยกว่า 0.3 จะถูกสกัดออก

เนื่องจากแสดงให้เห็นว่าตัวแปรเหล่านั้นไม่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบใดๆ ทำให้ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบ เหลือ 26 ตัวแปร ซึ่งสามารถสกัดองค์ประกอบได้ทั้งหมด 5 องค์ประกอบ ร่วมกันอธิบายสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ได้ร้อยละ 58.495 ประกอบด้วยองค์ประกอบดังนี้

1) การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน จำนวน 10 ตัวแปร

2) ความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) จำนวน 5 ตัวแปร

3) การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 จำนวน 4 ตัวแปร

4) การสื่อสารและการใช้ภาษา จำนวน 4 ตัวแปร

5) บุคลิกลักษณะความเป็นครู จำนวน 3 ตัวแปร

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจมาสร้างเป็นโมเดลสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ซึ่งเป็นโมเดลสมมติฐานทางทฤษฎีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้วนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพบว่า โมเดลสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาทุกด้านมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาจากค่า ไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2 /df) ของแต่ละโมเดลพบว่ามีค่าน้อยกว่า 2.00 คือมีค่าตั้งแต่ 0.00 – 1.12 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) ของแต่ละโมเดลมีค่ามากกว่า 0.95 คือมีค่าอยู่ระหว่าง 0.99 – 1.00 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) ของแต่ละโมเดลมีค่ามากกว่า 0.95 คือมีค่าอยู่ระหว่าง 0.98 – 1.00 ค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือ (RMR) มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ คือมีค่าตั้งแต่ 0.00 – 0.013 และค่าค่าดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือมาตรฐาน (RMSEA) มีค่าน้อยกว่า 0.05 คือมีค่าระหว่าง 0.00-0.013 และเมื่อเปรียบเทียบโมเดลทั้งหมด พบว่าโมเดลการสื่อสารและการใช้ภาษาสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากที่สุด (χ^2 = 0.00, df = 0, χ^2 /df = 0.00, GFI = 1.00, AGFI = 1.00, RMR = 0.00, RMSEA = 0.00)

จากการวิเคราะห์ความเที่ยงของตัวแปรแฝง (construct reliability :ρc) ขององค์ประกอบทั้ง 5 ด้าน โดยมีค่าเกณฑ์ขั้นต่ำ คือ 0.60 (Diamantopoulos & Siguaw, 2000, p. 91 อ้างถึงในสุภมาส อังศุโชติ (2557)) พบว่ามีค่าความเที่ยงของตัวแปรแฝง จากสูงไปต่ำ คือ ด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน ด้านความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) ด้านบุคลิกลักษณะความเป็นครู ด้านการพัฒนาผู้เรียนให้เป็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 และด้านการสื่อสารและการใช้ภาษา โดยมีค่าความเที่ยงของตัวแปรแฝงเท่ากับ 0.71 0.71 0.64 0.60 และ 0.60 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนที่ถูกสกัดได้ (average variance extracted: ρv) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยความแปรปรวนของตัวแปรแฝงที่อธิบายได้ด้วยตัวแปรสังเกตได้เมื่อเทียบกับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการวัด พบว่าองค์ประกอบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน องค์ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) องค์ประกอบการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 องค์ประกอบการสื่อสารและการใช้ภาษา และองค์ประกอบบุคลิกลักษณะความเป็นครู มีค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนที่ถูกสกัดได้เป็น 0.21 0.38 0.32 0.31 และ 0.38 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าทุกองค์ประกอบมีค่าน้อยกว่า 0.5 (Diamantopoulos & Siguaw, 2000, p. 91 อ้างถึงในสุภมาส อังศุโชติ (2557)) แสดงว่าทุกองค์ประกอบสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรสังเกตได้ในองค์ประกอบได้น้อยกว่าร้อยละ 50

อภิปรายผล

จากการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบและพัฒนาตัวชี้วัดในการวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา 2) เพื่อตรวจสอบคุณภาพแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ซึ่งผู้วิจัยขอนำประเด็นสำคัญที่จะนำมาอภิปราย ดังนี้

1. ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ และสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 10 ท่านเพื่อสังเคราะห์ตัวชี้วัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา มีจำนวนทั้งหมด 100 ตัวชี้วัด แล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) เมื่อปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว ข้อคำถามลดเหลือ 53 ข้อ นอกจากนี้ผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำให้จัดสร้างแบบวัดองค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาที่สอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อให้การจัดสร้างข้อคำถามเป็นไปอย่างมีมาตรฐาน ผู้วิจัยจึงหาข้อคำถามที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล เช่น Florida Comprehensive Assessment Test (FCAT), International Competitions and Assessments for Schools (ICAS), The University of the State of New York Test เป็นต้น นำมาแปลเป็นภาษาไทยและให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) จึงได้ข้อคำถาม

วัดองค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาจำนวน 15 ข้อ และเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยตัวชี้วัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา พบว่าตัวชี้วัดที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 อันดับแรก คือ ตัวชี้วัดการปฏิบัติตามจรรยาบรรณของวิชาชีพครู ตัวชี้วัดรัก เมตตา และปรารถนาดีต่อผู้เรียน และตัวชี้วัดการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งชี้วัดทั้ง 3 ตัวนี้จัดอยู่ในสมรรถภาพด้านเดียวกันคือ สมรรถภาพด้านบุคลิกลักษณะความเป็นครู ดังที่สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา ได้เห็นถึงความสำคัญของจรรยาบรรณวิชาชีพครู จึงได้กำหนดจรรยาบรรณของวิชาชีพครูเรื่อยมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยจรรยาบรรณของวิชาชีพครูฉบับล่าสุด คือ จรรยาบรรณของวิชาชีพครู พุทธศักราช 2556 ซึ่งข้อกำหนดของจรรยาบรรณของวิชาชีพครู พุทธศักราช 2556 ข้อ 3 กล่าวว่า ผู้ประกอบวิชาชีพทางการศึกษาต้องรัก เมตตา เอาใจใส่ ช่วยเหลือ ส่งเสริม ให้กำลังใจแก่ศิษย์ และผู้รับบริการตามบทบาทหน้าที่โดยเสมอหน้า แสดงให้เห็นว่าตัวชี้วัดการปฏิบัติตามจรรยาบรรณของวิชาชีพครูและตัวตัวชี้วัดรัก เมตตา และปรารถนาดีต่อผู้เรียนเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญของสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา นอกจากนี้มาตรฐานวิชาชีพครู พุทธศักราช 2556 ด้านมาตรฐานการปฏิบัติงานมาตรฐานที่ 9 กล่าวว่า “ร่วมมือกับผู้อื่นในสถานศึกษาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง การตระหนักถึงความสำคัญ รับฟังความคิดเห็น ยอมรับในความรู้ความสามารถ ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ของเพื่อนร่วมงานด้วยความเต็มใจ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของสถานศึกษา และร่วมรับผลที่เกิดขึ้นจากการกระทำนั้น” จากข้อความดังกล่าวทำให้เห็นว่าตัวชี้วัดการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเป็นอีกตัวชี้วัดหนึ่งที่สำคัญของสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. จากการวิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา พบว่าประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ 1) การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน 2) ความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) 3) การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 4) การสื่อสารและการใช้ภาษา และ 5) บุคลิกลักษณะความเป็นครู เมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบได้รายละเอียด ดังนี้

องค์ประกอบด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน ประกอบด้วย 10 ตัวชี้วัด ซึ่งตัวชี้วัดที่สามารถอธิบายองค์ประกอบด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชนได้ดีที่สุด 3 อันดับแรก คือ ตัวชี้วัดเข้าร่วมกิจกรรมชุมชนในโอกาสต่างๆ ตัวชี้วัดสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างบ้าน โรงเรียน และชุมชน และตัวชี้วัดจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข

ตามลำดับ โดยตัวชี้วัดเข้าร่วมกิจกรรมชุมชนในโอกาสต่างๆ ตัวชี้วัดตัวชี้วัดสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างบ้าน โรงเรียน และชุมชน ตัวชี้วัดสามารถจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข นั้นเป็นตัวชี้วัดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียนมากที่สุด โดยผู้เรียนแต่ละคนนั้นมาจากพื้นฐานของชุมชน และครอบครัวที่แตกต่างกันทำให้ผู้เรียนมีความต้องการในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย ถ้าหากครูวิทยาศาสตร์ทราบหรือเข้าใจพื้นฐานและความต้องการที่หลากหลายของผู้เรียนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะทำให้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข แล้วจะส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพการเรียนรู้สูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับสุจินต์ ใจกระจ่าง (2553) ที่เสนอว่า การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะได้เรียนตามความถนัดและความสนใจ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด การเข้าประสานงานกับชุมชนเพื่อดำเนินกิจกรรมของสถานศึกษาก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข และผู้เรียนเกิดประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างสูงสุด

องค์ประกอบด้านความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) ประกอบด้วย 5 ตัวชี้วัด ซึ่งตัวชี้วัดที่สามารถอธิบายองค์ประกอบด้านสะเต็มศึกษา (STEM) ได้ดีที่สุด 3 อันดับแรก คือ ตัวชี้วัดมีส่วนร่วมในการวางแผนร่วมกับผู้อื่น ตัวชี้วัดสอนโดยบูรณาการระหว่างเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างน้อย 2 วิชา และตัวชี้วัดพัฒนาแผนงานแบบร่วมมือและทำงานร่วมกับผู้อื่นในการพัฒนาวิชาชีพและการเรียนรู้ของผู้เรียน ตามลำดับ โดยสะเต็มศึกษา (STEM) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง และการประกอบอาชีพในอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2555) จากความหมาย จะเห็นได้ว่าสะเต็มศึกษา (STEM) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ที่เป็นรูปธรรมมากที่สุด เนื่องจากผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ผู้เรียนสามารถประดิษฐ์ชิ้นงานจากความรู้ที่เรียนออกมาแก้ปัญหาที่ตนเองสนใจได้ เมื่อผู้เรียนต้องการแก้ไขปัญหาใดก็ตามสิ่งที่จะช่วยให้พบแนวทางแก้ไขปัญหา นอกจากนี้ผู้เรียนยังต้องมีความรู้และหลักการเพื่อใช้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อที่จะประดิษฐ์ชิ้นงานออกมาแก้ปัญหาที่ตนเองสนใจได้ โดยการที่ผู้เรียนจะมีความรู้ความเข้าใจในการทำวิจัย การสืบค้นข้อมูล และมีความรู้และหลักการในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ได้นั้น ครูผู้สอนควรมีความรู้พื้นฐานต่างๆ ทางด้านนี้แล้วนำไปจัดการเรียนรู้ในกับผู้เรียน ซึ่งในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ในแต่ละชิ้นนั้นไม่ได้ใช้ความรู้เพียงสาขาใดสาขาหนึ่ง แต่จะใช้ความรู้หลากหลายสาขาแล้วนำมาบูรณาการความรู้เข้าด้วยกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จึงจะเกิดชิ้นงานได้ซึ่งครูผู้สอนเพียงคนเดียวไม่สามารถที่จะเชี่ยวชาญได้ครบทุกสาขา การที่จะให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ได้หลากหลายสาขาที่ชัดเจนนั้นจำเป็นที่จะต้องใช้ครูผู้สอนหลายท่านในการให้ความรู้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าสมรรถภาพด้านการวางแผนร่วมกับผู้อื่น ด้านพัฒนาแผนงานแบบร่วมมือและทำงานร่วมกับผู้อื่นในการพัฒนาวิชาชีพและการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นสมรรถภาพที่สำคัญสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) และจะทำให้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้

องค์ประกอบด้านการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 4 ตัวชี้วัด ซึ่งตัวชี้วัดที่สามารถอธิบายองค์ประกอบด้านการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ได้ดีที่สุด 3 อันดับแรก คือ ตัวชี้วัดเลือกใช้ ปรับปรุง และออกแบบสร้างนวัตกรรม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี รองลงมาคือ ตัวชี้วัดติดตามความเคลื่อนไหวทางวิชาการและวิชาชีพ และตัวชี้วัดใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และวิจารณ์ข้อมูลสารสนเทศ โดยผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 คือผู้เรียนที่มีทักษะสำคัญแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่ง สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ (องค์การมหาชน (2558) ได้ให้ความสำคัญกับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ไว้ว่าผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ต้องเรียนรู้ทักษะที่จำเป็นเพื่อให้ประสบความสำเร็จในโลกเศรษฐกิจทุกวันนี้ ทางด้านสำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ (องค์การมหาชน) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับทักษะสำคัญแห่งศตวรรษที่ 21 ไว้ว่าประกอบด้วยทักษะหลัก 3 ทักษะ คือ 1) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม โดยผู้เรียนจะมีทักษะทางด้านนี้ได้ครูผู้สอนควรมีสมรรถภาพในการเลือกใช้ ปรับปรุงและออกแบบสร้างนวัตกรรมเพื่อเป็นตัวอย่างที่ดีแก่ผู้เรียนได้ 2) ทักษะชีวิตและอาชีพ ดังนั้นคนเป็นครูผู้สอนควรปลูกฝังและเป็นตัวอย่างที่ดีแก่ผู้เรียนในด้านของการใช้ชีวิตและการประกอบอาชีพ ซึ่งอาชีพต่างๆ ล้วนมีความเคลื่อนไหว มีการพัฒนาทั้งสิ้น เพื่อเป็นตัวอย่างที่ดีให้แก่ผู้เรียนครูควรเป็นผู้ที่มีการติดตามความเคลื่อนไหวทางวิชาการและวิชาชีพอยู่สม่ำเสมอ และ3) ทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ในการรับสื่อ สารสนเทศต่างๆในปัจจุบันนั้นผู้รับสื่อจะต้องมีการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และสามารถวิจารณ์ข้อมูลสารสนเทศต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมและมีเหตุผล เนื่องจากในโลกยุคปัจจุบันเทคโนโลยีได้ทำให้การรับสื่อ สารสนเทศนั้นมีมากมายหลากหลายช่องทางมากยิ่งขึ้น แต่กระนั้นแล้วผู้รับสื่อ สารสนเทศจะต้องตรวจสอบแหล่งที่มาของสื่อ สารสนเทศว่ามีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด การที่ครูผู้สอนจะสามารถปลูกฝังให้ผู้เรียนมีทักษะสำคัญแห่งศตวรรษที่ 21 ได้นั้น ครูจะต้องเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้และเป็นผู้นำทางวิชาการที่ติดตามความเคลื่อนไหวทางวิชาการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

และวิชาชีพ โดยสามารถเลือกใช้ ปรับปรุง และออกแบบสร้างนวัตกรรม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีแก่ผู้เรียน และเพื่อให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในโลกเศรษฐกิจยุคปัจจุบันได้

องค์ประกอบด้านการสื่อสารและการใช้ภาษา ประกอบด้วย 4 ตัวชี้วัด ซึ่งตัวชี้วัดที่สามารถอธิบายองค์ประกอบด้านด้านการสื่อสารและการใช้ภาษา ได้ดีที่สุด 3 อันดับแรก คือ ตัวชี้วัดคือ ตั้งคำถามที่ถูกต้อง เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหา รองลงมาคือ ตัวชี้วัดความสามารถในการพูดอธิบายและตั้งคำถามได้ตรงประเด็น และตัวชี้วัดความสามารถในการใช้ทักษะในการฟัง การพูด การอ่าน การเขียนภาษาไทยเพื่อการสื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง ตามลำดับ ตามที่ Carin and Sund (1971 อ้างถึงในราวรรณ แสงอยู่ (2556)) กล่าวว่า “การใช้คำถามของครูจะช่วยกระตุ้นความคิดของผู้เรียน ถ้าครูใช้คำถามที่ดีจะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพยายามหาคำตอบด้วยตนเอง” โดยในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มักจะใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ โดย Sund and Trowbridge L. W. (1973) ได้ให้รายละเอียดว่าการใช้คำถามเป็นวิธีการที่สำคัญสำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ เพราะจะช่วยนักเรียนในการใช้ความคิดในทางที่ถูกต้องจนนำไปสู่การค้นพบมโนทัศน์ หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ และ Schiver (1991) ให้แนวคิดว่า ครูควรใช้คำถามปลายเปิด (Open-ended question) กับผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดในระดับที่ซับซ้อน การที่ครูจะสามารถใช้คำถามจนผู้เรียนหาคำตอบได้นั้น ครูต้องมีทักษะในการพูด อ่าน เขียน และฟังที่ดี

องค์ประกอบด้านบุคลิกลักษณะความเป็นครู ประกอบด้วย 3 ตัวชี้วัด ซึ่งตัวชี้วัดที่สามารถอธิบายองค์ประกอบด้านบุคลิกลักษณะความเป็นครู เรียงอันดับ 3 อันดับ คือ อันดับแรกตัวชี้วัดปฏิบัติตามจรรยาบรรณของวิชาชีพครู รองลงมา คือ ตัวชี้วัดรัก เมตตา และปรารถนาดีต่อผู้เรียน และตัวชี้วัดมีคุณลักษณะเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต ตามลำดับ ทางคุรุสภาได้กำหนดมาตรฐานวิชาชีพครูไว้ 3 ด้าน คือ มาตรฐานความรู้และประสบการณ์วิชาชีพ มาตรฐานการปฏิบัติงาน และมาตรฐานการปฏิบัติตน โดยตัวชี้วัดปฏิบัติตามจรรยาบรรณของวิชาชีพครู และตัวชี้วัดรัก เมตตา และปรารถนาดีต่อผู้เรียนสามารถนำมาเป็นส่วนหนึ่งในการวัดมาตรฐานการปฏิบัติตนได้ เนื่องจากมีรายละเอียดที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดดังกล่าว ส่วนตัวชี้วัดมีคุณลักษณะเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตสามารถนำมาเป็นส่วนหนึ่งในการวัดมาตรฐานการปฏิบัติงานได้ เนื่องจากมีรายละเอียดที่สอดคล้องกับมาตรฐานที่ 11 แสวงหาและใช้ข้อมูลข่าวสารในการพัฒนา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากการตรวจสอบความตรงเชิงจำแนก โดยพิจารณาจากค่าค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนที่ถูกสกัดได้ (average variance extracted: ρv) ควรจะมีค่าสูงกว่า 0.5 หรือมีค่ามากกว่าร้อยละ 50 (Hair et al., 2010) ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนที่ถูกสกัดได้ (average variance extracted: ρv) อยู่ในช่วงร้อยละ 21.00 ถึง 38.00 แสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวชี้วัดในองค์ประกอบได้ไม่ถึงร้อยละ 50 นั่นเป็นเพราะแบบวัดที่สร้างขึ้นมีจำนวน 26 ข้อคำถาม โดยเป็นข้อคำถามเชิงบวกทั้งหมด ทำให้ผู้ตอบแบบวัดไม่ได้อ่านรายละเอียดข้อความในข้อคำถามให้ชัดเจน แล้วตอบตามความปรารถนาของสังคม เพื่อให้ตนเองเป็นคนที่มีสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาสูง นอกจากนี้ข้อความในข้อคำถามมีความหมายที่คล้ายกันอาจทำให้ผู้ตอบแบบวัดไม่เห็นถึงความแตกต่างของความหมายในแต่ละข้อคำถามได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผลการวิจัยในครั้งนี้ได้ตัวชี้วัดและแบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาที่ประกอบไปด้วย 5 องค์ประกอบ คือ (1) การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน (2) ความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) (3) การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (4) การสื่อสารและการใช้ภาษาและ (5) บุคลิกลักษณะความเป็นครู สามารถนำไปใช้วัดครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาเพื่อประเมินสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา แล้วนำผลการประเมินมาพัฒนาสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาภายในสังกัดได้

2. แบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาที่ผู้วิจัยได้จัดสร้างขึ้นในครั้งนี้สามารถวัดได้ 2 ลักษณะ คือ วัดด้านพุทธิพิสัย โดยใช้ตอนที่ 2 ของแบบวัด และด้านสมรรถภาพทั่วไป โดยใช้ตอนที่ 3 ของแบบวัด ถ้าหากต้องการวัดเพียงด้านใดด้านหนึ่งก็สามารถแบ่งวัดได้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างข้อคำถามเชิงบวกเพียงอย่างเดียว และข้อคำถามในแต่ละข้อมีความหมายที่คล้ายคลึงกัน เพื่อลดความไม่ตั้งใจในการตอบของผู้ตอบควรสร้างข้อคำถามที่มีทั้งเชิง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บวกและเชิงลบ นอกจากนี้ข้อความในแต่ละข้อคำถามควรมีความหมายที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้ตอบสามารถเข้าใจความหมายของข้อคำถามในแต่ละข้อได้อย่างชัดเจน

2. การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาตัวชี้วัดในการวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาวิจัยวิธีพัฒนาสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาให้อยู่ในระดับที่สูงขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรรณิการ์ บารมี (2539). ความต้องการการพัฒนาสมรรถภาพในการปฏิบัติงานของครูประจำกลุ่มการศึกษานอกโรงเรียนสายสามัญ วิธีเรียนทางไกล ในกรุงเทพมหานคร. ภาควิชาการศึกษานอกโรงเรียน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.

กัลยา วานิชย์บัญชา (2544). การวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวแปร. กรุงเทพมหานคร, โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กาญจนา ไชยพันธุ์ (2545). "ตัวบ่งชี้ของผู้สอนกับผู้เรียนเป็นสำคัญ." วารสารวิชาการ.

คณะอนุกรรมการการวิจัยและจัดทำหลักสูตรผลิตครูวิทยาศาสตร์ระดับปริญญาตรี (2525). สมรรถนะของครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

จอมทัพ ขวัญราช (2548). การตรวจสอบความตรงและน้ำหนักความสำคัญของตัวบ่งชี้ตามมาตรฐานการศึกษาเพื่อการประเมินคุณภาพภายนอกระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน. ภาควิชาวิจัยการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.

จิรประภา อัครบวร (2558). Competency คืออะไรกันแน่.

จุฬาลักษณ์ ขันธบุตร (2544). การพัฒนาตัวบ่งชี้รวมของความสำเร็จในการจัดการศึกษาแบบเรียนร่วมของโรงเรียนสังกัดคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. ภาควิชาวิจัยการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.

ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ (2541). การวิเคราะห์องค์ประกอบ.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ชาลี ไตรจันทร์ (2551). รายงานการวิจัย การกำหนดและการประเมินสมรรถนะบุคลากรภาครัฐที่เหมาะสมในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้. ภาควิชารัฐประศาสนศาสตร์ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ทบวงมหาวิทยาลัย (2524). การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์. กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพมหานคร, สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.

ทัศนวรรณ แก้วศรีหน่อ (2555). การพัฒนาตัวชี้วัดสมรรถนะเฉพาะงานของบุคลากรสายสนับสนุน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สาขาวิชาพัฒนามนุษย์และสังคม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2537). ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น(LISREL): สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร, โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2541). การสังเคราะห์งานวิจัยทางการศึกษาด้วยการวิเคราะห์อภิมานและการวิเคราะห์เนื้อหา. กรุงเทพมหานคร, คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2542). โมเดลลิสเรล : สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย. กรุงเทพมหานคร, โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นันทวัน นันทวนิช (2558). การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015. นิตยสาร สสวท กรุงเทพมหานคร, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์. 42: 40-43.

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2530). การวิจัยและการพัฒนารูปแบบการพัฒนาครูให้มีสมรรถภาพที่พึงประสงค์ตามหลักสูตรระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา. กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพมหานคร, กรมการฝึกหัดครู.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปรียาพร บุษบา (2538). สมรรถภาพของอาจารย์ศิลปศึกษาในสถาบันราชภัฏตามการรับรู้ของผู้บริหาร อาจารย์ และนักศึกษาวิชาเอกศิลปศึกษาระดับปริญญาตรี. ภาควิชาศิลปศึกษา กรุงเทพมหานคร, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.

พงษ์จันทร์ จันทยศ (2543). การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา. กรุงเทพมหานคร, กลุ่มงานพัฒนานโยบายวิทยาศาสตร์ศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

พงษ์จันทร์ จันทยศ (2545). การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา กรุงเทพมหานคร, กลุ่มงานพัฒนานโยบายวิทยาศาสตร์ศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

พรพรรณ ไวทยางกูร และคณะ (2558). คู่มือผู้รับทุนโครงการ สควค.ที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโททางการศึกษาประเภท Premium รุ่น 1. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2557). การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพมหานคร , โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพบูลย์ แจ่มพงษ์ (2543). "การพัฒนาครูเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษา." วารสารวิชาการ.

มังกร ทองสุขดี (2521). โครงสร้างของการศึกษาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร, คุรุสภา.

ยงยศ แย้มพวง (2527). ศึกษาสมรรถภาพที่พึงประสงค์ของครูวิทยาศาสตร์สำหรับโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดชลบุรี กรุงเทพมหานคร.

ยุทธ ไกยวรรณ์ (2551). วิเคราะห์ข้อมูลวิจัย 4. กรุงเทพมหานคร, ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.

รักษพล ธนานุวงศ์ (2556). รายงานสรุปอบรมเชิงปฏิบัติการ STEM Education. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รัศมี เลิศอารมย์ (2549). ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนในเครือมูลนิธิคณะเซนต์คาเบรียล แห่งประเทศไทย. ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์. กรุงเทพมหานคร, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.

ราวรรณ แสงอยู่ (2556). ผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ครุศาสตร์. กรุงเทพมหานคร, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ปริญญามหาบัณฑิต.

ลดาวัลย์ ทาระพันธ์ (2533). สมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ที่คาดหวังสำหรับสังคมไทยในช่วง พ.ศ. 2535-2549 ตามความคิดเห็นของนักการศึกษา ผู้บริหารสถานศึกษาและ ครูวิทยาศาสตร์. ครุศาสตร์. กรุงเทพมหานคร, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. มหาบัณฑิต.

ล้วน สายยศ (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร, สุวีริยาสาส์น.

วรรณี แกมเกตุ (2540). การพัฒนาตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครู : การประยุกต์ใช้โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุและโมเดลเอ็มทีเอ็มเอ็ม. ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์. กรุงเทพมหานคร, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต.

วัฒนา พัฒนพงศ์ (2546). BSC และ KPI เพื่อการเติบโตขององค์กรอย่างยั่งยืน. กรุงเทพมหานคร, แปซิฟิค.

วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531). การสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร, โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศักดิ์ชาย เพชรช่วย (2541). การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณภาพการศึกษาของคณะครุศาสตร์ในสถาบันราชภัฏ. ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์. กรุงเทพมหานคร, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ศิริชัย กาญจนวาสี (2544). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. กรุงเทพมหานคร, โรงพิมพ์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวาสี (2545). ทฤษฎีการประเมินและการตัดสินใจ. นนทบุรี, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

เศรษฐภรณ์ หน่อคำ (2548). การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณภาพการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการเป็นภาษาอังกฤษในโรงเรียนสองภาษา. ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553). มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฉบับปรับปรุง 2553. กรุงเทพมหานคร, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555). รู้จักสะเต็ม.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557). เกี่ยวกับ TIMSS.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558). สรุปผลการวิจัย PISA 2015 กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพมหานคร, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2559). เกี่ยวกับ PISA.

สมศักดิ์ ภูจริต (2544). การศึกษาความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนเกี่ยวกับสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ระกับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนเอกชน. กรุงเทพมหานคร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.

สรามณี ทะสุวรรณ (2549). คุณลักษณะที่เป็นจริงและที่พึงประสงค์ของครูพลศึกษาในทัศนะของผู้บริหาร ครูในโรงเรียนประถมศึกษา กลุ่มศรีนครินทร์ สังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2546. สาขาวิชาพละศึกษา. กรุงเทพมหานคร, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.

สาโรช บัวศรี (2549). การศึกษาและจริยธรรม. กรุงเทพมหานคร, กริดส์ ดีไซน์ แอนด์ คอมมูนิเคชั่น.

สำนักงานคณะกรรมการข้าราชพลเรือน (2552). มาตรฐานและแนวทางการกำหนดความรู้ ความสามารถ ทักษะและสรรถนะที่จำเป็นสำหรับตำแหน่งข้าราชการพลเรือนสามัญ. นร 1008/ว 27 ลงวันที่ 29 กันยายน 2552.

สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ (องค์การมหาชน (2558). ทักษะสำคัญแห่งศตวรรษที่ 21

สำนักงานปฏิรูปการศึกษา (2545). รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาตัวบ่งชี้สำหรับการประเมินคุณภาพการบริหารและจัดการเขตพื้นที่การศึกษา. กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์ธารอักษร.

สำราญ มีแจ้ง (2544). สถิติขั้นสูงสำหรับการวิจัย. กรุงเทพมหานคร, นิชินแอดเวอร์ไทซิ่งกรุ๊ฟ.

สุกัญญา รัศมีธรรมโชติ (2548). แนวทางการพัฒนาศักยภาพมนุษย์ด้วย COMPETENCY BASED LEARNING. กรุงเทพมหานคร, ศิริวัฒนาอินเตอร์พริ้นท์.

สุจินต์ ใจกระจ่าง (2553). สภาพการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง. รายงานวิจัย ทุนอุดหนุนการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา. มหาวิทยาลัยรามคำแหง, มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สุพจน์ เต็มแย้ม (2541). การศึกษาความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับการพัฒนาสมรรถภาพด้านการสอนของครูในโรงเรียนมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร. ภาควิชาบริหารการศึกษา. กรุงเทพมหานคร, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสาน มิตร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.

สุภมาส อังศุโชติ (2557). สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ เทคนิคการใช้โปรแกรมLisrel. กรุงเทพมหานคร, เจริญดีมั่นคงการพิมพ์.

สุรพล พลเยี่ยม (2544). สมรรถภาพของครู อาจารย์ผู้สอนวิชาชีพในสถานศึกษา สังกัดกองวิทยาลัยเทคนิค และกองการศึกษาอาชีพ กรมอาชีวศึกษา จังหวัดนครพนม. สาขาเทคโนโลยีการศึกษา กรุงเทพมหานคร, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.

สุวิมล ว่องวาณิช (2546). "การพัฒนามาตรฐานคุณภาพครูและผู้บริหารสถานศึกษาและการวางระบบประเมินภายใน." วารสารวิธีวิทยาการวิจัย ปีที่ : 16 ฉบับที่ : 4.

เสรี ชัดแช้ม (2547). "การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน." วารสารวิจัยและวัดผลการศึกษา ปีที่ : 2 ฉบับที่ : 1

อนงค์นารถ วงศ์อัครางกูร (2539). สมรรถภาพที่พึงประสงค์ของครูมัธยมศึกษาในยุคโลกาภิวัฒน์. ภาควิชามัธยมศึกษา. กรุงเทพมหานคร, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.

อนันต์ นามต้นทอง (2553). การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะการบริหารการจัดการความรู้ของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน. สาขาวิชาการบริหารการศึกษา. พิษณุโลก, มหาวิทยาลัยนเรศวร. ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต.

อนุชาติ พวงสำลี (2541). การพัฒนาเครื่องชี้วัดคุณภาพชีวิตและสังคมไทย กรุงเทพมหานคร, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

อภิญญา วงศ์ประทุม (2544). ความต้องการเพิ่มสมรรถภาพการสอนวิทยาศาสตร์ของครูสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดสกลนคร. ภาควิชาหลักสูตรการสอน. มหาสารคาม, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อรวรรณ อินทวิชญ (2542). การพัฒนาเกณฑ์ประเมินคุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาบัณฑิต.

อังศินันท์ อินทรกำแหง และทัศนา ทองภักดี (2549). การพัฒนารูปแบบสมรรถนะด้านผู้นำทางวิชาการของอาจารย์ในมหาวิทยาลัยของรัฐ เอกชน และในกำกับของรัฐ. กรุงเทพมหานคร, สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ.

อัจฉราลักษณ์ วิเศษ (2558). "การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณธรรมจริยธรรมของครูพลศึกษา." วารสารสุขศึกษา พลศึกษา และสันทนาการ 41(1): 140-160.

อัญชลี สิรินทร์วราวงศ์ (2543). สอนวิทยาศาสตร์อย่างไรในระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพมหานคร, โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อารียา บุญทวีคุณ (2546). "การศึกษาดูงานวิทยาศาสตร์ ณ สหราชอาณาจักร." วารสารครูวิทยาศาสตร์ ปีที่ 11.

เอมอร จังศิริพรปกรณ์ (2541). การพัฒนาตัวบ่งชี้สถานภาพทางเศรษฐกิจสังคมของครอบครัวนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาของรัฐในกรุงเทพมหานคร. ภาควิชาวิจัยการศึกษา. กรุงเทพมหานคร, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาษาอังกฤษ

American Association for the Advancement of Science (1993). Benchmarks for Science Literacy. Education. New york, Oxford University Press.

Baird, et al. (1989). A survey of secondary science teachers' need, School Science and Mathematics.

Bollen and K.A. (1989). Structural equations with latent variables. New York, John Wiley and Sons.

Boytzis, R. E. (1982). The competent manager: a model for effective performance. London, Wiley.

Coker, H. (1979). "Identifying and Meaning Teacher Competencies: The Carroll Country Project." Journal of Teacher Education 27.

Comrey and L. A., H, (1992). A first course in factor analysis. Hillsdale, Erlbaum.

Good, C. V. (1973). Dictionary of Education. New York, McGraw-Hill Book Company.

Greatschools Staff (2016). Florida Comprehensive Assessment Test

Hair and J. F. (2010). Multivariate Data Analysis. New Jersey America, Pearson Education.

Hu, L. and P. Bentler (1999). "Cutoff criteria for fit indices in covariance structure analysis: conventional criteria versus new alternatives." structural Equation Modeling 6(1): 1-55.

Indiana Professional Standard Board (1997). National Council for Accreditation of Teacher Education Institutional Report. India, Indiana University Southeast.

International Technology Education association (2007). International Technology and Engineering Educators Association 2007. Education. America.

Johnstone, J., N, (1981). Indicator of Education System. London, UNESCO.

Lindeman RH, et al. (1980). Introduction to Bivariate and Multivariate Analysis. Scottland, Glenview.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

McClelland and David C (1993). Testing for Competence rather than Intelligence. American.

National Research Council (1996). National Science Education Standards. Education. Washington d.c, National academy press.

National Research Council (2012). National Science Education Standards. Education. America, National academy press.

Norman R. Dodl (1973). "Selecting competency outcomes for teacher education." Journal of teacher education: 194.

Office of state assessment (2018). New York State Alternate Assessment (NYSAA).

Organisation for Economic Co-operation and Development (2009). Education at a Glance 2009. France.

Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] (2013). Education at a Glance 2013. Education. Paris France, OECD Publishing.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Schiver (1991). A comprehensive approach to Teaching Thinking. Boston, Allyn & Bacon.

Simpson. M (1997). "Developing differentiation practices : meeting the needs of pupils and teacher." The Curriculum journal 1(8): 85-104.

Spencer (1993). Competency at work: Models for Superior.

The American Association for the Advancement of Science (1990). Science for all Americans. Education. America.

UNSW Global Pty Limited (2016). About ICAS.

West, et al. (1995). "Evaluation of Spanish Versions of Subjective Well-Being Measures With Latinx College Students." Journal of Humanistic Counseling 57(2): 103-117.

Wisconsin Education Association Council (1999). On the Nature of Science and the Teaching of Evolution. Education. America, Wisconsin Education Association Counci.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการสัมภาษณ์และ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการสัมภาษณ์

ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่น

1. รองศาสตราจารย์วีระชาติ สวนไพรินทร์	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สันติ ศรีประเสริฐ	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
3. อาจารย์ประวิทย์ บึงสว่าง	ครูชำนาญการพิเศษ ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนราชวินิตบางแก้ว

นักวิชาการด้านการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์

4. นายสนธิ พลชัยยา	ผู้ชำนาญ สาขาเคมี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท)
5. นางสาวศิริรัตน์ พริกสี	ผู้ชำนาญ สาขาเคมี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านสะเต็มศึกษา (STEM Education)

6. อาจารย์นิพนธ์ ศรีนฤมล	ครูเชี่ยวชาญ ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา
7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชยการ คีรีรัตน์	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการงานฯ กลุ่มงานคอมพิวเตอร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
8. อาจารย์ปรัตถกร ยิ้มเนียม	ครูชำนาญการ ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ

อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์

9. รองศาสตราจารย์ ดร.พงษ์แก้ว อุดมสมุทรหิรัญ	อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์</u>

10. ดร.ชัยรัต พงศ์พันธุ์ภาณี	อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. รองศาสตราจารย์ ดร. กมลวรรณ ตังธนกานนท์	อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. รองศาสตราจารย์วีระชาติ สวนไพรินทร์	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พินดา วราสุนันท์	อาจารย์ประจำภาควิชาครุศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
4. อาจารย์กมลรัตน์ แดงสว่าง	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
5. อาจารย์ศุภลักษณ์ จิรธนรัตน์	ครูชำนาญการพิเศษ ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเทพศิรินทร์ สมุทรปราการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข

แบบสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ

การวิจัยเรื่อง “การวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา”

วันที่สัมภาษณ์.....

ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์.....

ตำแหน่งงาน .....

ประสบการณ์การทำงาน.....

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบและพัฒนาตัวชี้วัดในการวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์

คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

ครูวิทยาศาสตร์ หมายถึง ครูที่ทำหน้าที่สอนผู้เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา หรือวิชาอื่นๆ ที่อยู่ในความรับผิดชอบของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ทักษะ ความสามารถ และคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ซึ่งส่งผลให้การเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นไปอย่างมีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

ตัวชี้วัดสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ หมายถึง ตัวแปรหรือค่าที่สังเกตได้ซึ่งแสดงสารสนเทศที่สำคัญเกี่ยวกับสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์

แนวทางคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. ท่านคิดว่าสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบันควรเป็นอย่างไร เพื่อให้สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 และการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยมีการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

.....

.....

.....

2. ท่านคิดว่าสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์นอกเหนือจากที่ผู้วิจัยได้ศึกษามาแล้วนั้นมีความครอบคลุมหรือไม่ ควรมีสมรรถภาพใดเพิ่มเติม

.....

.....

ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา
ที่ได้จากการสังเคราะห์เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

<u>คำชี้แจง</u>

โปรดพิจารณาตัวแปรสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาที่ได้จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ว่ามีความเหมาะสมนำมาใช้วัดหรือไม่ และทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐

ตัวแปรสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ไม่แน่ใจ	ข้อเสนอแนะ
1. เข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ				
2. มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี				
3. จัดการเรียนการสอนโดยมีการบูรณาการของสาขาวิชาต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์				
4. เข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์				
5. เข้าใจหลักการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยตระหนักถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ส่งผลต่อกัน				
6. มีความรู้เกี่ยวกับโครงงาน งานปฏิบัติการ และการค้นคว้าวิจัยทางวิทยาศาสตร์				
7. เข้าใจในมโนทัศน์ กฎเกณฑ์ และจุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์				
8. ส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศและเทคโนโลยีใหม่ๆ ทางวิทยาศาสตร์ และรู้จักใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีเหล่านี้				
9. มีความรู้ทางหลักการจัดการเรียนรู้				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปรสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ไม่แน่ใจ	ข้อเสนอแนะ
วิทยาศาสตร์ สามารถสอนให้นักเรียนค้นหาคำตอบตามระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างถูกต้องและปลอดภัย				
10. มีความเข้าใจในความต้องการของนักเรียน				
11. เข้าใจในความรับผิดชอบของสถาบันการศึกษาที่มีต่อผู้เรียน ชุมชน และระหว่างสถาบันการศึกษา				
12. เข้าใจหลักในการวินิจฉัย และประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน				
13. มีความรู้ในการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบต่างๆ ที่เหมาะสมกับความถนัดและความต้องการของนักเรียน				
14. มีการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า และปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับอาชีพ				
15. กระตุ้นให้ผู้เรียนฝึกหัดครูเห็นถึงความสำคัญของการเป็นครูวิทยาศาสตร์				
16. มีทักษะการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แผนการสอนและใช้แผนการสอนได้อย่างเหมาะสม				
17. ใช้จิตวิทยาในการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสมกับนักเรียน สร้างชุมชนผู้ใฝ่เรียนวิทยาศาสตร์ โดยแสดงการยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน และโน้มนำนักเรียนให้ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ให้นักเรียนมีสิทธิ์ในการตัดสินใจเกี่ยวกับเนื้อหาและบริบทของ				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปรสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ไม่แน่ใจ	ข้อเสนอแนะ
งานที่ทำตามความสามารถและความสนใจ				
18. มีความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและการพัฒนาหลักสูตร โดยเข้าไปมีส่วนร่วมในการวางนโยบาย วางแผนและพัฒนาโปรแกรมวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน				
19. มีทักษะการผลิตและการใช้สื่อการสอน เช่น ออกแบบการทดลองและเตรียมปฏิบัติการในห้องทดลองได้อย่างเหมาะสมกับเนื้อหา โดยก่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ				
20. ปฏิบัติตนเป็นตัวอย่างที่ดีแก่นักเรียน เช่น มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี มีคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์				
21. มีความเป็นครูที่ดี แนะนำให้เป็นคนดี สอนได้อย่างเข้าใจ สอนให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญา มีความคิดสร้างสรรค์ จนได้รับยกย่องให้ปรากฏ				
22. มีการวางแผนการสอนโดยสอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ ความต้องการของนักเรียน และเวลา				
23. มีการปรับปรุงสมรรถภาพในการเป็นครูวิทยาศาสตร์โดยการพัฒนาตนเองและเพื่อนร่วมงานอย่างสม่ำเสมอ				
24. มีการวางแผนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะ โดยเลือกเนื้อหาวิชาจากนั้นนำมาดัดแปลงออกแบบให้เหมาะสมกับความรู้ความ				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปรสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ไม่แน่ใจ	ข้อเสนอแนะ
เข้าใจ ความสามารถและประสบการณ์ของนักเรียน				
25. สร้างสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยการสร้างสถานการณ์จำลองที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดการคิดวิเคราะห์ ได้สำรวจ ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง				
26. มีความรู้พื้นฐานด้านการใช้วัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และมีการบริหารจัดการวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี				
27. มีทักษะภาคปฏิบัติในห้องทดลองวิทยาศาสตร์ สามารถออกแบบการทดลองและเตรียมปฏิบัติการในห้องทดลองโดยคำนึงถึงความปลอดภัย ใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างถูกต้องและปลอดภัย				
28. จัดการเรียนการสอน ปฏิบัติต่อนักเรียนโดยคำนึงถึงคุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณครู				
29. มีทักษะในการปฏิบัติงานเป็นอย่างดี โดยคำนึงถึงคำนึงถึงปัจจัยทุกด้าน เช่น การพัฒนาศักยภาพของนักเรียน การตอบสนองนโยบายของรัฐบาลหรือหน่วยงานทางการศึกษา จัดการเรียนการสอนให้เป็นไปตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปรสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ไม่แน่ใจ	ข้อเสนอแนะ
เป็นต้น				
30. มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ เปิดกว้างยอมรับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใหม่ๆ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น				
31. มีความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของเหตุผล หลักการและหลักฐาน เป็นต้น				
32. มีการคิดอย่างมีเหตุผล (Critical thinking) โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูล การให้เหตุผล การตั้งคำถาม การหาคำตอบ และการประเมินผล เป็นต้น ซึ่งอยู่บนข้อเท็จจริงหรือหลักการที่ถูกต้อง				
33. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น				
34. มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา โดยสามารถคิดวิเคราะห์หลายๆด้านเพื่อเข้าใจในปัญหา แล้วนำข้อมูลที่ได้มาประกอบกันเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ				
35. มีความรู้พื้นฐานทางด้านคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์				
36. มีความรู้พื้นฐานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไป				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปรสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ไม่แน่ใจ	ข้อเสนอแนะ
ประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้เป็นอย่างดี				
37. ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมอยู่อย่างสม่ำเสมอ เพื่อเป็นการพัฒนาตนเองวิชาชีพ ซึ่งส่งผลต่อศักยภาพของนักเรียน				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

ตารางผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (IOC)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (IOC)

ตอนที่ 2 แบบวัดความรู้พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์

ข้อ	ข้อคำถามต้นฉบับ	ข้อคำถามเมื่อแปลเป็นภาษาไทย	IOC	ข้อเสนอแนะ
	สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต			
1	Which two human body systems work together to perform locomotion? (1) muscular and skeletal systems (2) respiratory and endocrine systems (3) reproductive and circulatory systems (4) digestive and excretory systems ที่มาของข้อคำถาม : The University of the state of New York (2016). Intermediate-Level Science Test (Grade 8). Item 4.	ระบบร่างกายของมนุษย์ในข้อใดที่ทำงานร่วมกันทางด้านการเคลื่อนไหวของร่างกาย ก. ระบบกล้ามเนื้อและกระดูก ข. ระบบทางเดินหายใจและต่อมไร้ท่อ ค. ระบบสืบพันธุ์และระบบไหลเวียนโลหิต ง. ระบบการย่อยอาหารและระบบขับถ่าย	0.67	
	มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์			
2	A puggle is a type of dog first produced by mating two other types of dog, a pug and a beagle. This process is an	Puggle เป็นสุนัขประเภทแรกที่เกิดจากการผสมพันธุ์ของสุนัขอีกสองชนิด คือ Pug และ Beagle กระบวนการนี้เป็นตัวอย่างของ	0.67	ปรับภาษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ข้อคำถามต้นฉบับ	ข้อคำถามเมื่อแปลเป็นภาษาไทย	IOC	ข้อเสนอแนะ
	example of (1) asexual reproduction (2) genetic engineering (3) selective breeding (4) natural selection ที่มาของข้อคำถาม : The University of the state of New York (2016). Intermediate-Level Science Test (Grade 8). Item 17.	กระบวนการที่เรียกว่า ก. การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ข. พันธุวิศวกรรม ค. การเลือกพันธุ์ ง. การคัดเลือกโดยธรรมชาติ		
	<u>สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม</u> มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์			
3	The information below describes a relationship between a type of fish known as a goby and a species of blind shrimp. The shrimp digs a hole that provides shelter for itself and the goby fish. The goby fish lives at the opening to the hole and watches for predators. When a predator swims by, both organisms quickly move farther into the hole for safety. The relationship between these two organisms is best described as (1) competitive (2) harmful	ความสัมพันธ์ระหว่างปลาโกบี้กับกุ้ง คือ กุ้งจะขุดหลุมหลายๆหลุมไว้สำหรับให้ตัวเองและปลาโกบี้อาศัย โดยปลาโกบี้จะอาศัยอยู่ที่ปากหลุมคอยเฝ้าดูสิ่งมีชีวิตที่เป็นนักล่า เมื่อใดที่นักล่าว่ายน้ำผ่านมาปลาโกบี้และกุ้งจะรีบหลบลงไปในหลุม ความสัมพันธ์ระหว่างปลาโกบี้และกุ้งเป็นความสัมพันธ์ภาวะใด ก. ภาวะแข่งขัน ข. ภาวะที่เป็นอันตราย ค. ภาวะได้ประโยชน์ร่วมกัน ง. ภาวะล่าเหยื่อ	1.00	ปรับภาษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ข้อคำถามต้นฉบับ	ข้อคำถามเมื่อแปลเป็นภาษาไทย	IOC	ข้อเสนอแนะ
	(3) beneficial (4) predatory ที่มาของข้อคำถาม : The University of the state of New York (2016). Intermediate-Level Science Test (Grade 8), item 18.			
	มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน			
4	Which energy source is nonrenewable? (1) solar (2) wind (3) biomass (4) fossil fuel ที่มาของข้อคำถาม : The University of the state of New York (2016). Intermediate-Level Science Test (Grade 8), item 35.	พลังงานจากแหล่งใดที่ไม่ใช่พลังงานหมุนเวียน ก. พลังงานแสงอาทิตย์ ข. พลังงานลม ค. พลังงานชีวมวล ง. พลังงานเชื้อเพลิง	1.00	ปรับภาษา
	<u>สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร</u> มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์			
5	Ethan is observing chemical and physical properties of a substance. He heats a substance and observes that the substance turns from a brown solid to a black powder.	อีธานสังเกตสมบัติทางเคมีและทางการภาพของสาร ด้วยการให้ความร้อนแก่สารแล้วพบว่าสารนั้นเปลี่ยนจากของแข็งสีน้ำตาลเป็นผงสีดำ เขาอ้างจากวารสารทางเคมีที่อ้างว่านี่เป็นปฏิกิริยาทางเคมี	0.67	ปรับภาษา

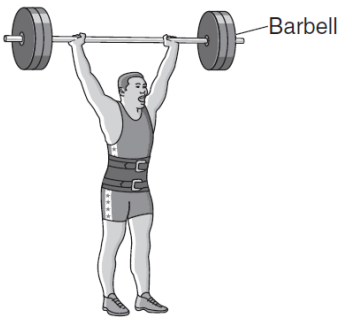
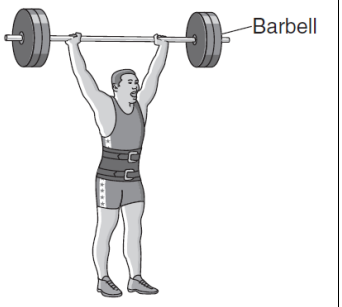
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ข้อคำถามต้นฉบับ	ข้อคำถามเมื่อแปลเป็นภาษาไทย	IOC	ข้อเสนอแนะ
	He refers to several chemistry journals that claim this represents a chemical reaction. From his observation and research, he concludes that the substance goes through a chemical change when heated. How can Ethan best defend his conclusion? (1) by demonstrating that the substance will eventually melt if the temperature continues to increase (2) by verifying that the substance is now made up of different molecules than before it was heated (3) by verifying that the substance is made up of only one type of element (4) by demonstrating that the substance is less dense after it is heated ที่มาของข้อคำถาม : Grade 8 Florida Statewide Science Assessment Sample Questions (2017). Item 1.	จากการสังเกตและการวิจัยของเขา เขาจึงสรุปว่าสารจะเปลี่ยนแปลงทางเคมีเมื่อได้รับความร้อน ข้อใดเป็นการสนับสนุนข้อสรุปของอีธานได้ดีที่สุด ก. โดยสาธิตให้เห็นว่าสารจะหลอมละลายถ้าอุณหภูมิยังคงเพิ่มขึ้น ข. โดยการตรวจสอบว่าสารถูกสร้างขึ้นจากโมเลกุลที่ต่างกันก่อนที่จะได้รับความร้อน ค. โดยการตรวจสอบว่าสารประกอบด้วยธาตุเพียงชนิดเดียวเท่านั้น ง. โดยสาธิตให้เห็นว่าสารมีความหนาแน่นน้อยลงหลังจากที่ได้รับความร้อนแล้ว		

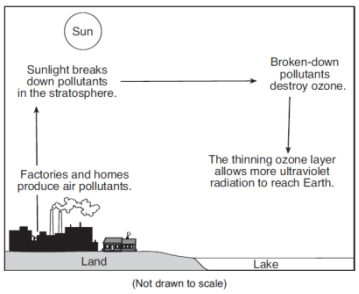
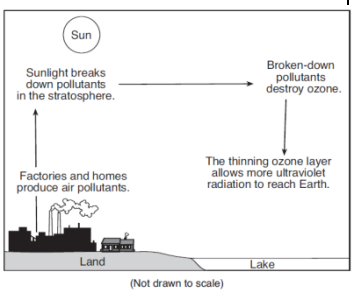
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ข้อคำถามต้นฉบับ	ข้อคำถามเมื่อแปลเป็นภาษาไทย	IOC	ข้อเสนอแนะ
	มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์			
6	A student added some sugar to a glass of water, but it did not dissolve quickly. What could the student do to increase the rate at which the sugar dissolves in the water? (1) freeze the water (2) heat the water (3) add salt to the water (4) filter the water ที่มาของข้อคำถาม : The University of the state of New York (2016). Intermediate-Level Science Test (Grade 8), item 36.	เมื่อเติมน้ำตาลลงในแก้วที่มีน้ำแล้ว สังเกตเห็นว่าน้ำตาลละลายช้า ควรทำอย่างไรเพื่อเพิ่มอัตราเร็วของการละลาย ก. นำน้ำไปแช่แข็ง ข. นำน้ำไปต้ม ค. เติมเกลือลงไป ง. นำน้ำไปกรอง	0.67	ปรับภาษา
	<u>สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่</u> มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม			
7	The diagram below represents a weightlifter holding a barbell above his head.	แผนภาพด้านล่างจะเห็นว่านักยกน้ำหนักยกบาร์เบลเหนือศีรษะ	0.67	ปรับภาษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ข้อคำถามต้นฉบับ	ข้อคำถามเมื่อแปลเป็นภาษาไทย	IOC	ข้อเสนอแนะ
	 The force of gravity pulling down on the barbell is 756 newtons (N). How many newtons of force are exerted by the weightlifter to hold the barbell up? (1) 0 N (2) 378 N (3) 756 N (4) 1512 N ที่มาของข้อคำถาม : The University of the state of New York (2016). Intermediate-Level Science Test (Grade 8), item 37.	 แรงดึงดูดที่ดึงลงมาบน barbell คือ 756 นิวตัน อยากทราบว่านักยกน้ำหนักต้องออกแรงยก barbell กี่นิวตัน ก. 0 นิวตัน ข. 378 นิวตัน ค. 756 นิวตัน ง. 1512 นิวตัน		
	มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์			
8	An object moves through space with balanced forces acting on it. Which statement best describes the speed and direction of the object as long as the forces acting on it remain	วัตถุเคลื่อนที่ผ่านที่ว่างด้วยแรงกระทำต่อวัตถุที่สมดุล คำอธิบายในข้อใดที่อธิบายถึงความเร็วและทิศทางของวัตถุได้ดีที่สุดตราบเท่าที่แรงกระทำต่อวัตถุยังคงสมดุล	1.00	ปรับภาษา

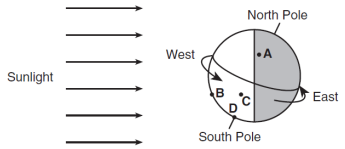
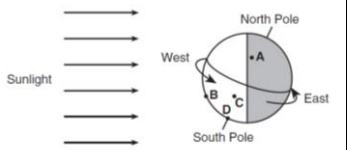
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ข้อคำถามต้นฉบับ	ข้อคำถามเมื่อแปลเป็นภาษาไทย	IOC	ข้อเสนอแนะ
	balanced (1) The speed and direction of the object will both change. (2) The speed and direction of the object will remain constant. (3) The speed will change, but the direction will remain constant. (4) The speed will remain constant, but the direction will change. ที่มาของข้อคำถาม : Grade 8 Florida Statewide Science Assessment Sample Questions (2017). Item 4.	ก. ทั้งความเร็วและทิศทางมีการเปลี่ยนแปลง ข. ทั้งความเร็วและทิศทางไม่มีการเปลี่ยนแปลง ค. ความเร็วมีการเปลี่ยนแปลง แต่ทิศทางไม่เปลี่ยนแปลง ง. ความเร็วไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ทิศทางมีการเปลี่ยนแปลง		
	<u>สาระที่ 5 พลังงาน</u> มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวน การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์			
9	The diagram below represents the effects of certain types of pollutants on the atmosphere.  	แผนภาพแสดงผลกระทบของสารมลพิษบางประเภทในชั้นบรรยากาศ  	0.67	ปรับภาษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ข้อคำถามต้นฉบับ	ข้อคำถามเมื่อแปลเป็นภาษาไทย	IOC	ข้อเสนอแนะ
	The best title for the diagram is (1) Ozone Depletion (2) Greenhouse Effect (3) Water Pollution (4) Renewable Energy ที่มาของข้อคำถาม : The University of the state of New York (2016). Intermediate-Level Science Test (Grade 8), item 22.	แผนภาพนี้ควรมีชื่อว่าอย่างไร ก. การสูญเสียโอโซน ข. ภาวะเรือนกระจก ค. มลพิษทางน้ำ ง. พลังงานหมุนเวียน		
10	One positive effect of recycling aluminum cans to manufacture new beverage containers is (1) conserving Earth's resources (2) creating acid rain (3) warming Earth's atmosphere (4) increasing the ozone layer ที่มาของข้อคำถาม : The University of the state of New York (2015). Intermediate-Level Science Test (Grade 8), item 22.	ข้อใดเป็นดีของการนำกระป๋องอลูมิเนียมมารีไซเคิลเพื่อผลิตภาชนะเครื่องดื่มใหม่ ก. เป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรของโลก ข. เป็นการสร้างฝนกรด ค. เพิ่มอุณหภูมิให้บรรยากาศของโลก ง. เป็นการเพิ่มชั้นโอโซน	1.00	ปรับภาษา
	<u>สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก</u> มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์			
11	The diagram below represents Earth at one position in its rotation. Points A, B, C, and D represent locations on the	แผนภาพแสดงตำแหน่งการหมุนของโลก จุด A, B, C และ D แสดงตำแหน่งบนพื้นผิวโลก	0.67	ปรับภาษา

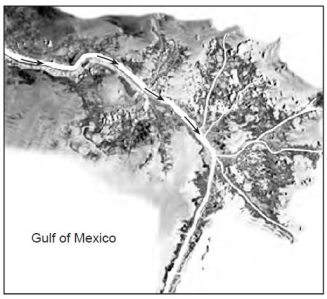
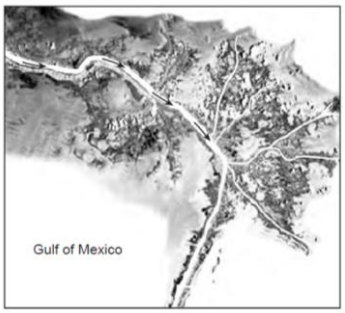
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ข้อคำถามต้นฉบับ	ข้อคำถามเมื่อแปลเป็นภาษาไทย	IOC	ข้อเสนอแนะ
	surface of Earth.  (Not drawn to scale) Which location will enter darkness next as Earth's rotation continues? (1) A (2) B (3) C (4) D ที่มาของข้อคำถาม : The University of the state of New York (2016). Intermediate-Level Science Test (Grade 8), item 23.	 (Not drawn to scale) เมื่อโลกหมุนต่อไป ตำแหน่งใดจะเป็นตำแหน่งที่มืดที่สุด ก. A ข. B ค. C ง. D		
12	Which evidence has led scientists to conclude that there are different layers within Earth's interior? (1) analysis of earthquake wave data (2) measurement of Earth's diameter (3) rock samples taken from Earth's core (4) temperatures taken within each layer ที่มาของข้อคำถาม : The University of the state of New York (2016). Intermediate-Level Science Test (Grade 8), item 24.	หลักฐานใดที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่าโลกแบ่งออกเป็นชั้นๆ ก. การวิเคราะห์ข้อมูลจากคลื่นแผ่นดินไหว ข. การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของโลก ค. ตัวอย่างหินที่นำมาจากแกนกลางของโลก ง. อุณหภูมิที่ถ่ายเทภายในแต่ละชั้น	1.00	ปรับภาษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ข้อคำถามต้นฉบับ	ข้อคำถามเมื่อแปลเป็นภาษาไทย	IOC	ข้อเสนอแนะ
	<u>สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ</u> มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์			
13	Which evidence best supports scientists' inferences about the origin and age of the universe? (1) the existence of planets (2) cosmic background radiation (3) formation of star constellations (4) similar composition of Earth and the Moon ที่มา : The University of the State of New York (August, 2016). Regents high school examination. Physical setting earth science. Item 2.	หลักฐานใดที่สนับสนุนการอนุมานของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับต้นกำเนิดและอายุของจักรวาลได้ดีที่สุด ก. การมีอยู่ของดาวเคราะห์ ข. การแผ่รังสีคอสมิกของจักรวาล ค. การก่อตัวของกลุ่มดาว ง. องค์ประกอบที่คล้ายกันของโลกและดวงจันทร์	1.00	ปรับภาษา
	มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม			
14	The satellite photograph below shows the Mississippi River entering into the Gulf of Mexico. Arrows show the direction of river flow.	ภาพถ่ายจากดาวเทียมแสดงให้เห็นการไหลของน้ำในแม่น้ำมิสซิสซิปปีที่เข้าสู่อ่าวเม็กซิโก พร้อมลูกศรแสดงทิศทางการไหลของแม่น้ำ	1.00	ปรับภาษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ข้อคำถามต้นฉบับ	ข้อคำถามเมื่อแปลเป็นภาษาไทย	IOC	ข้อเสนอแนะ
	 This depositional feature in the Gulf of Mexico is best identified as (1) a delta (2) a sandbar (3) a barrier island (4) an outwash plain ที่มา : The University of the State of New York (January, 2016). Regents high school examination. Physical setting earth science. Item 23.	 ลักษณะการทับถมแบบนี้ในอ่าวเม็กซิโก ควรเรียกลักษณะภูมิประเทศนี้ว่าอย่างไร ก. ดินดอนปากแม่น้ำ ข. สันทราย ค. แนวเกาะสันดอน ง. ที่ราบเศษหินธารน้ำแข็ง		
	สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบ ที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน			
15	A scientist performs an experiment and asks other scientists around the world to replicate it. Why would other scientists most likely try to perform the same experiment? (1) to find out if weather of	เพราะเหตุใดนักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกควรทำการทดลองในลักษณะเดียวกันซ้ำๆ ก. เพื่อดูว่าสภาพอากาศในภูมิภาคต่างๆของโลกจะมีผลต่อผลการทดลองหรือไม่ ข. เพื่อหาแหล่งการทดลองที่ลงทุน	1.00	ปรับภาษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ข้อคำถามต้นฉบับ	ข้อคำถามเมื่อแปลเป็นภาษาไทย	IOC	ข้อเสนอแนะ
	various regions of the world would affect the results (2) to see if the experiment would be less expensive in another part of the world (3) to confirm the results of the experiment conducted by the scientist (4) to verify that the hypothesis of the experiment is a scientific law ที่มาของข้อคำถาม : Grade 8 Florida Statewide Science Assessment Sample Questions (2017). Item 5.	น้อยที่สุด ค. เพื่อยืนยันผลของการทดลองที่ดำเนินการโดยนักวิทยาศาสตร์ ง. เพื่อตรวจสอบว่าสมมุติฐานของการทดลองนั้นสามารถตั้งเป็นกฎได้หรือไม่		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (IOC)

ตอนที่ 3 แบบวัดสมรรถภาพของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ข้อ	รายการที่ประเมิน	IOC	ข้อเสนอแนะ
	1. สมรรถภาพด้านความรู้ ความสามารถในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง		
1	เลือกใช้เทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพที่สุดและเหมาะสมกับวิธีการเรียนรู้ ระดับชั้น ความต้องการ ความสนใจ และภูมิหลังของผู้เรียน	0.40	
2	สามารถบูรณาการความรู้ทั้งภายในและระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้	0.80	ปรับภาษา
3	สามารถบูรณาการเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สอนกับประสบการณ์ ความสนใจของนักเรียนและสถานการณ์ในชีวิตจริง	0.80	ปรับภาษา
4	สอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นวิจัยเป็นฐาน เพื่อพัฒนาสติปัญญาของผู้เรียน	0.20	
5	อธิบายเนื้อหาบทเรียนได้อย่างชัดเจน	1.00	ปรับภาษา
	2. สมรรถภาพด้านการสื่อสารและการใช้ภาษา		
6	สามารถใช้ทักษะในการฟัง การพูด การอ่าน การเขียนภาษาไทยเพื่อการสื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง	1.00	ปรับภาษา
7	สามารถพูดอธิบายและตั้งคำถามได้ตรงประเด็น	1.00	ปรับภาษา
8	เขียนแสดงความคิดเชิงเหตุผลด้วยหลักการใช้ภาษาและประโยคที่ถูกต้อง	1.00	
9	พูดคุยกับผู้เรียนและเพื่อนครูอย่างเปิดเผย	0.40	
	3. สมรรถภาพด้านการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์		
10	สามารถวิเคราะห์หลักสูตรวิทยาศาสตร์	0.80	ปรับภาษา
11	สามารถนำหลักสูตรวิทยาศาสตร์ไปใช้ได้อย่างถูกต้อง	0.40	
12	มีความรู้ความเข้าใจในเป้าหมายและโครงสร้างของหลักสูตร	0.80	ปรับภาษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	รายการที่ประเมิน	IOC	ข้อเสนอแนะ
13	ร่วมมือกับบุคลากรและผู้ปกครองในการออกแบบหลักสูตรสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษ	1.00	ปรับภาษา
	4. สมรรถภาพด้านการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์		
14	สามารถนำประมวลรายวิชาวิทยาศาสตร์มาจัดทำแผนการเรียนรู้รายคาบและตลอดภาคเรียน	0.40	
15	สามารถเลือกใช้ พัฒนาและสร้างสื่ออุปกรณ์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน	1.00	ปรับภาษา
16	สามารถออกแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	0.40	
17	เข้าใจวิธีการเรียนรู้และทฤษฎีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	1.00	
18	ใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์อย่างหลากหลาย เช่น การบรรยาย การอภิปราย การสาธิต การทดลอง การปฏิบัติงานอย่างอิสระ	0.80	คล้ายข้อ 19 ควรยุบรวมกัน
19	บูรณาการแหล่งข้อมูลในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย เช่น การจัดทัศนศึกษา การใช้เทคโนโลยี	0.60	คล้ายข้อ 18 ควรยุบรวมกัน
20	มีกลยุทธในการสอนเพื่อให้ผู้เรียนใช้ทักษะทางปัญญา เช่น การคิดเชิงวิพากษ์ การคิดแก้ปัญหา การคิดแบบอเนกนัย การสืบสอบและการตัดสินใจ (นิยาม : การคิดแบบอเนกนัย เป็นการคิดแบบหลายแง่มุมและแปลกใหม่)	1.00	ปรับภาษา
21	สามารถจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน และจำแนกระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการประเมินผล	0.20	
22	ให้ชุมชนช่วยจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมค่านิยมและวัฒนธรรมในชุมชน	0.40	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อ	รายการที่ประเมิน	IOC	ข้อเสนอแนะ
	5. สมรรถภาพด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง		
23	สามารถจัดทำแผนการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีระบบ โดยมีองค์ประกอบที่สอดคล้องกัน	0.20	
24	สามารถใช้สื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นวัตกรรม และเทคโนโลยีและแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย	0.40	
25	นำประสบการณ์หรือภูมิหลังของผู้เรียนมาจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	1.00	
26	ให้ผู้เรียนเลือกเรียนตามความสามารถและความสนใจ	0.40	
27	ปรับวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับความต้องการที่หลากหลายของผู้เรียน	1.00	
28	จัดโปรแกรมการศึกษารายบุคคลเพื่อพัฒนาผู้เรียนที่มีความต้องการเฉพาะด้าน	1.00	
	6. สมรรถภาพด้านการบริหารและจัดการชั้นเรียน		
29	จัดการพฤติกรรมของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ	0.40	
30	สามารถจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนปฏิบัติงานร่วมกัน	1.00	ปรับภาษา
31	สามารถจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข	1.00	ปรับภาษา
32	พัฒนาระบบในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้เป็นไปตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	0.40	
33	ใช้เวลาในการสอนอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์สูงสุดในการเรียนรู้	0.40	
34	สามารถจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดกติกาข้อตกลงสำหรับใช้ร่วมกันในชั้นเรียน	1.00	ปรับภาษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	รายการที่ประเมิน	IOC	ข้อเสนอแนะ
	7. สมรรถภาพด้านการใช้สื่อ นวัตกรรม และเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา		
35	สามารถเลือกใช้ ปรับปรุง และออกแบบสร้างนวัตกรรม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี	0.80	ปรับภาษา
36	ให้ผู้เรียนมีความเสมอภาคในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	0.40	
37	ใช้วัสดุและสื่อการสอนให้เหมาะสมกับวิธีการเรียนรู้และระดับชั้นของผู้เรียน	1.00	
38	ส่งเสริมผู้ร่วมงาน ให้พัฒนานวัตกรรมทางการสอนและการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับผู้เรียน	0.40	
39	พิจารณาความต้องการของผู้เรียนให้สัมพันธ์กับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการข้อมูลในลักษณะต่างๆ เช่น การวิจัย การตีความ การวิเคราะห์	1.00	
	8. สมรรถภาพด้านการวัดและการประเมินผล		
40	สามารถสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้	1.00	ปรับภาษา
41	สามารถวัดและประเมินผลตามสภาพจริง	1.00	ปรับภาษา
42	สามารถนำผลการประเมินไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตลอดหลักสูตร	1.00	ปรับภาษา
43	ใช้เครื่องมือวัดและการประเมินที่หลากหลาย	1.00	ปรับภาษา
44	ให้นักเรียนประเมินการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน	0.40	
45	ประเมินผลการเรียนรู้ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอน	0.40	
46	ออกแบบการประเมินความรู้และทักษะเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงได้ ซึ่งประกอบไปด้วยการประเมินความรู้ แนวคิด สาระเนื้อหา และการประเมินความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตจริง	0.40	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	รายการที่ประเมิน	IOC	ข้อเสนอแนะ
47	ออกแบบการประเมินผลทักษะปฏิบัติการได้ครอบคลุม ทั้ง 4 ด้าน (Klainin, 1989) คือ เทคนิควิธีการทดลอง กระบวนการทดลอง ความคล่องในการปฏิบัติงาน และความเป็นระเบียบในการทำงาน	0.40	
48	ใช้แฟ้มสะสมงานวิทยาศาสตร์ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	0.20	
	9. สมรรถภาพด้านการวิจัยในชั้นเรียน		
49	มีความรู้ความเข้าใจในการทำวิจัยและการสืบค้นข้อมูลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้	1.00	ปรับภาษา
50	จัดทำโครงการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน	0.40	
51	สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน	1.00	ปรับภาษา
52	สามารถทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและผู้เรียน	1.00	ปรับภาษา
53	ส่งเสริม กระตุ้นและอำนวยความสะดวกให้ครูมีส่วนร่วมในการวิจัยทางการสอนและการเรียนรู้	0.40	
	10. สมรรถภาพด้านจิตวิทยาสำหรับครู		
54	เข้าใจธรรมชาติของผู้เรียน	1.00	
55	สามารถช่วยเหลือผู้เรียนให้เรียนรู้และพัฒนาได้ตามศักยภาพของตน	1.00	ปรับภาษา
56	สามารถติดตามผลการแนะแนวและการให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน	0.60	ควรรวมกับข้อ 57 และ 58
57	สามารถแนะแนวและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนทั้งกลุ่มดี กลุ่มเสี่ยง และกลุ่มมีปัญหา	0.60	ควรรวมกับข้อ 56 และ 58
58	สามารถแก้ไขพฤติกรรมในชั้นเรียนและจัดการความขัดแย้งและความแตกต่างระหว่างบุคคลในชั้นเรียน	0.80	ควรรวมกับข้อ 56 และ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	รายการที่ประเมิน	IOC	ข้อเสนอแนะ
			57
	11. สมรรถภาพด้านการสร้างความสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน		
59	เข้าร่วมกิจกรรมชุมชนในโอกาสต่างๆ	1.00	
60	สามารถประสานงานกับชุมชนเพื่อดำเนินกิจกรรมของสถานศึกษา	1.00	ปรับภาษา
61	สร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างบ้าน โรงเรียน และชุมชน	1.00	
62	สามารถจัดให้บริการแก่ชุมชน	0.40	
	12. สมรรถภาพด้านคุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพ		
63	รัก เมตตา และปรารถนาดีต่อผู้เรียน	1.00	
64	อดทนและมีความรับผิดชอบ	0.20	
65	เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้และเป็นผู้นำทางวิชาการ	1.00	
66	ปฏิบัติตามจรรยาบรรณของวิชาชีพครู	1.00	
67	เป็นผู้มีวิสัยทัศน์	0.40	
68	มีความศรัทธาและมุ่งมั่น	0.40	
	13. สมรรถภาพด้านการเป็นผู้นำและการทำงานเป็นทีม		
69	มีส่วนร่วมในการวางแผนร่วมกับผู้อื่น	1.00	
70	รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	1.00	
71	ปฏิบัติงานอย่างเต็มความสามารถ	0.40	
72	พัฒนาแผนงานแบบร่วมมือและทำงานร่วมกับผู้อื่นในการพัฒนาวิชาชีพและการเรียนรู้ของผู้เรียน	1.00	
73	เปิดโอกาสให้แก่นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ครูใหม่ และเพื่อนครูได้จัดการเรียนการสอนตามความเหมาะสม	0.40	
	14. สมรรถภาพด้านการพัฒนาตนเองและวิชาชีพ		
74	มีคุณลักษณะเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต	1.00	
75	ผลิตนวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้ในการทำงาน	0.40	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	รายการที่ประเมิน	IOC	ข้อเสนอแนะ
76	ติดตามความเคลื่อนไหวทางวิชาการและวิชาชีพ	1.00	
77	มีการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น	0.20	
78	เข้าใจ ยอมรับ และคิดไตร่ตรองการปฏิบัติการสอนและนำผลป้อนกลับ (feedback) มาปรับปรุงการสอน	1.00	
	15. สมรรถภาพด้านการพัฒนานักเรียนให้เป็นนักเรียนในยุคศตวรรษที่ 21		
79	ใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ วิจารณ์ สังเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศ	1.00	ปรับภาษา
80	ประยุกต์ใช้ข้อมูลสารสนเทศและความรู้ต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล	0.40	
81	มอบหมายงานที่ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น เช่น ชุมชนบริเวณใกล้โรงเรียน	0.40	
82	ให้ผู้เรียนอธิบาย หรืออภิปรายเกี่ยวกับความรู้ที่เรียน เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น	0.40	
83	ชี้นำหรือหาแนวทางให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้อย่างสร้างสรรค์ เช่น ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงแล้วนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้มาสร้างสรรค์ชิ้นงาน	1.00	
84	นำเทคโนโลยีมาปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างเหมาะสมเพื่อกระตุ้นความสนใจให้แก่ผู้เรียน	1.00	
85	มอบหมายงานให้นักเรียนในบริบทที่แตกต่างกัน	0.40	
86	มอบหมายงานที่สามารถแสดงศักยภาพและความสามารถที่หลากหลายของผู้เรียน โดยให้เวลาในการทำงานนั้นๆ อย่างเหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักการจัดสรรแบ่งเวลา	1.00	
87	มีมุทิตาจิตต่อผู้เรียน แสดงออกถึงความรัก ความห่วงใยอย่างจริงใจต่อผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเชื่อมั่นและรู้สึกผ่อนคลายในการเรียนซึ่งจะก่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างดีที่สุด	0.40	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อ	รายการที่ประเมิน	IOC	ข้อเสนอแนะ
	16. สมรรถภาพด้านสะเต็มศึกษา (STEM)		
88	มีความรู้ในเนื้อหาที่ลึกซึ้ง เพื่อนำไปสอนนักเรียนแล้วนักเรียนสามารถนำไปต่อยอดได้	0.40	
89	สอนโดยใช้เทคนิคใหม่ๆ	0.40	
90	สอนโดยบูรณาการระหว่างเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างน้อย 2 วิชา	1.00	
91	ทราบตัวชี้วัดในวิชาต่างๆที่เกี่ยวข้อง	0.40	
92	ทราบความรู้เดิมของผู้เรียน	0.40	
93	ทราบหรือสร้างปัญหาที่นักเรียนสนใจ	1.00	ปรับภาษา
94	สามารถตั้งคำถามที่ถูกต้อง เพื่อให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา	1.00	ปรับภาษา
95	สามารถประยุกต์ความรู้และหลักการเพื่อใช้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ได้	1.00	ปรับภาษา
96	ทราบหลักการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ (Inquiry)	0.40	
97	ทราบหลักการของจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning หรือ PBL) เป็นอย่างดี	0.40	
98	ทราบหลักการของจัดการเรียนการสอนแบบปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning) เป็นอย่างดี	0.40	
99	จัดการเรียนรู้บูรณาการแบบพหุวิทยาการ หรือจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์แยกกัน โดยมีหัวข้อหลัก (theme) ร่วมกัน และมีการอ้างถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ	1.00	
100	สอนโดยบูรณาการระหว่างเนื้อหา	0.40	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ง
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา

คำชี้แจง

แบบวัดสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาฉบับนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลทางการวิจัยในการจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา” ซึ่งท่านเป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งที่จะทำให้การวิจัยนี้สำเร็จและเชื่อถือได้ **ด้วยการตอบแบบสอบถามที่ตรงกับสภาพความเป็นจริงของท่านมากที่สุดและกรุณาตอบแบบสอบถามทุกข้อ** คำตอบของท่านจะไม่ถูกนำไปเปิดเผยเป็นรายบุคคลจึงไม่ส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติงานของท่านแต่อย่างใด แต่ผู้วิจัยจะจัดทำเป็นข้อสรุปโดยภาพรวมเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ประกอบการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนต่อไป

แบบสอบถามนี้แบ่งเป็น 3 ตอน คือ
ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของครูวิทยาศาสตร์ผู้ตอบแบบสอบถาม
ตอนที่ 2 แบบวัดความรู้พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์
ตอนที่ 3 แบบวัดสมรรถภาพของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความกรุณาจากท่านเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

นางสาวภัณฑิรา ดวงจินดา
นิสิตระดับปริญญาโท สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ใน ☐ หน้าคำตอบและเติมข้อความในช่องว่างให้ตรงกับความเป็นจริงของท่านมากที่สุด

1. เพศ

☐ 1) ชาย ☐ 2) หญิง

2. อายุ

☐ 1) 24 – 25 ปี ☐ 2) 26 – 30 ปี

☐ 3) 31 – 35 ปี ☐ 4) 36 – 40 ปี

☐ 5) 41 – 45 ปี ☐ 6) 46 – 50 ปี

☐ 7) 51 – 55 ปี ☐ 8) 56 – 60 ปี

☐ 9) มากกว่า 60 ปี

3. วุฒิการศึกษา

☐ 1) ปริญญาตรี หรือเทียบเท่า ☐ 2) ปริญญาโท หรือเทียบเท่า

☐ 3) สูงกว่าปริญญาโท หรือเทียบเท่า ☐ 4) อื่นๆ (โปรดระบุ) .....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ประสบการณ์ในการสอน (การสอนวิทยาศาสตร์)

☐ 1) ต่ำกว่า 5 ปี ☐ 2) 5 - 10 ปี

☐ 3) มากกว่า 10 ปี

5. ระดับชั้นที่สอน

☐ 1) มัธยมศึกษาตอนต้น ☐ 2) มัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 2 แบบวัดความรู้พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✕ ลงบนหน้าคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. ระบบใดในร่างกายของมนุษย์ที่ทำงานเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของร่างกายร่วมกัน

ก. ระบบกล้ามเนื้อและกระดูก

ข. ระบบทางเดินหายใจและต่อมไร้ท่อ

ค. ระบบสืบพันธุ์และระบบไหลเวียนโลหิต

ง. ระบบการย่อยอาหารและระบบขับถ่าย

2. Puggle เป็นสุนัขที่เกิดจากการผสมพันธุ์ของสุนัขสองชนิด คือ Pug และ Beagle กระบวนการนี้เป็นตัวอย่างของกระบวนการที่เรียกว่าอะไร

ก. พันธุวิศวกรรม

ข. การคัดเลือกพันธุ์

ค. การคัดเลือกโดยธรรมชาติ

ง. การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

3. ความสัมพันธ์ระหว่างปลาโกบี้กับกุ้ง คือ กุ้งจะขุดหลุมหลายๆหลุมไว้สำหรับให้ตัวเองและปลาโกบี้อาศัย โดยปลาโกบี้จะอาศัยอยู่ที่ปากหลุมคอยเฝ้าดูสิ่งมีชีวิตที่เป็นนักล่า เมื่อใดที่นักล่าว่ายน้ำผ่านมาปลาโกบี้และกุ้งจะรีบหลบลงไปในหลุม ความสัมพันธ์ระหว่างปลาโกบี้และกุ้งเป็นความสัมพันธ์ภาวะใด

ก. ภาวะแข่งขัน

ข. ภาวะล่าเหยื่อ

ค. ภาวะที่เป็นอันตราย

ง. ภาวะได้ประโยชน์ร่วมกัน

4. พลังงานจากแหล่งใดที่**ไม่ใช่**พลังงานหมุนเวียน

ก. พลังงานลม

ข. พลังงานชีวมวล

ค. พลังงานเชื้อเพลิง

ง. พลังงานแสงอาทิตย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. อีธานสังเกตสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของสาร โดยการให้ความร้อนแก่สารแล้วพบว่าสารนั้นเปลี่ยนจากของแข็งสีน้ำตาลเป็นผงสีดำ ซึ่งจากวารสารทางเคมีที่เขาใช้อ้างอิงกล่าวว่านี่คือปฏิกิริยาทางเคมี เขาจึงสรุปว่าสารจะเปลี่ยนแปลงทางเคมีเมื่อได้รับความร้อน การกระทำในข้อใดสามารถสนับสนุนข้อสรุปของอีธานได้ดีที่สุด

ก. ตรวจสอบว่าสารชนิดนี้ประกอบด้วยธาตุเพียงชนิดเดียวเท่านั้น

ข. สาธิตให้เห็นว่าสารจะหลอมเหลวหากอุณหภูมิยังเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

ค. สาธิตให้เห็นว่าสารมีความหนาแน่นน้อยลงหลังจากที่ได้รับความร้อนแล้ว

ง. ตรวจสอบความแตกต่างของโมเลกุลของสารก่อนและหลังได้รับความร้อน

6. เมื่อเติมน้ำตาลลงในน้ำแล้วพบว่าน้ำตาลละลายช้า เราสามารถทำให้น้ำตาลละลายเร็วขึ้นได้โดยวิธีใด

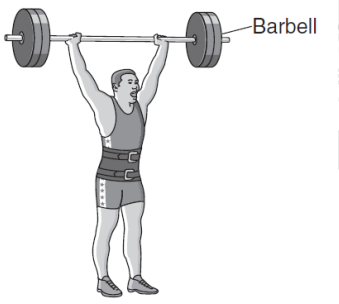
ก. นำน้ำไปกรอง

ข. นำน้ำไปแช่แข็ง

ค. นำไปให้ความร้อน

ง. เติมเกลือลงไปในน้ำ

7. จากภาพ



หากแรงดึงดูดที่กระทำต่อ Barbell คือ 756 นิวตัน อยากทราบว่านักยกน้ำหนักต้องออกแรงยก Barbell กี่นิวตัน

ก. 0 นิวตัน

ข. 378 นิวตัน

ค. 756 นิวตัน

ง. 1,512 นิวตัน

8. วัตถุเคลื่อนที่ผ่านที่ว่างด้วยแรงกระทำต่อวัตถุที่สมดุล คำอธิบายในข้อใดที่อธิบายถึงความเร็วและทิศทางของวัตถุได้ดีที่สุดในขณะที่แรงกระทำต่อวัตถุยังคงสมดุล

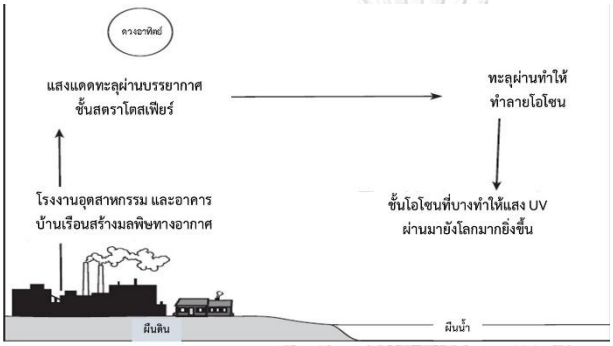
ก. ทั้งความเร็วและทิศทางมีการเปลี่ยนแปลง

ข. ทั้งความเร็วและทิศทางไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ค. ความเร็วมีการเปลี่ยนแปลง แต่ทิศทางไม่เปลี่ยนแปลง

ง. ความเร็วไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ทิศทางมีการเปลี่ยนแปลง

9. จากแผนภาพ



แผนภาพนี้ควรมีชื่อว่าอย่างไร

ก. มลพิษทางน้ำ

ข. ภาวะเรือนกระจก

ค. พลังงานหมุนเวียน

ง. การสูญเสียโอโซน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

10. ข้อดีของการนำกระป๋องอะลูมิเนียมมารีไซเคิลเพื่อผลิตภาชนะเครื่องดื่มใหม่ คือข้อใด

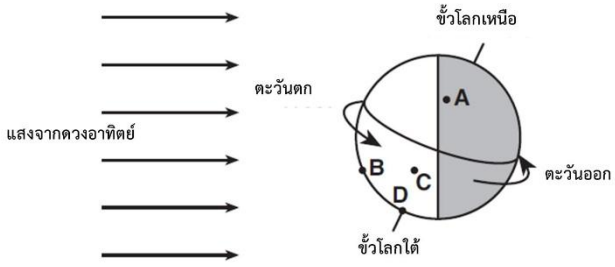
ก. เป็นการเพิ่มชั้นโอโซน

ข. เป็นการสร้างฝนกรด

ค. เป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรของโลก

ง. เพิ่มอุณหภูมิให้บรรยากาศของโลก

11. แผนภาพแสดงตำแหน่งการหมุนของโลก โดยจุด A, B, C และ D แสดงตำแหน่งบนพื้นผิวโลก



เมื่อโลกหมุนต่อไป ตำแหน่งใดจะเป็นตำแหน่งที่มืดที่สุด

ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

12. หลักฐานใดที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่าโลกแบ่งออกเป็นชั้นๆ

ก. การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของโลก

ข. การวิเคราะห์ข้อมูลจากคลื่นแผ่นดินไหว

ค. การวัดอุณหภูมิที่ถ่ายเทภายในแต่ละชั้นของโลก

ง. การศึกษาตัวอย่างหินที่นำมาจากแกนกลางของโลก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

13. หลักฐานใดที่สนับสนุนสมมติฐานของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับต้นกำเนิดและอายุของจักรวาลได้ดีที่สุด

ก. การก่อตัวของกลุ่มดาว

ข. การมีอยู่ของดาวเคราะห์

ค. การแผ่รังสีคอสมิกของจักรวาล

ง. การศึกษาองค์ประกอบที่คล้ายกันของโลกและดวงจันทร์

14. ภาพถ่ายจากดาวเทียมแสดงให้เห็นการไหลของน้ำในแม่น้ำมิสซิสซิปปีที่เข้าสู่อ่าวเม็กซิโก พร้อมลูกศรแสดงทิศทางการไหลของแม่น้ำ

ลักษณะการทับถมในอ่าวเม็กซิโก ดังภาพ เป็นลักษณะภูมิประเทศที่มีชื่อว่าอะไร

ก. สันทราย

ข. แนวเกาะสันดอน

ค. ที่ราบเศษหินธารน้ำแข็ง

ง. ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ

15. เพราะเหตุใดนักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกควรทำการทดลองในลักษณะเดียวกันซ้ำๆ

ก. เพื่อหาแหล่งการทดลองที่ลงทุนน้อยที่สุด

ข. เพื่อยืนยันผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์

ค. เพื่อตรวจสอบว่าสมมุติฐานของการทดลองนั้นสามารถตั้งเป็นกฎได้หรือไม่

ง. เพื่อศึกษาว่าสภาพอากาศในภูมิภาคต่างๆของโลกจะส่งผลต่อการทดลองหรือไม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 แบบวัดสมรรถภาพของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริงของท่านมากที่สุด

ข้อ	รายการที่ประเมิน	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1.	บูรณาการความรู้ทั้งภายในและระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้					
2.	บูรณาการเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สอนกับประสบการณ์ ความสนใจของนักเรียนและสถานการณ์ในชีวิตจริง					
3.	อธิบายเนื้อหาบทเรียนวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน					
4.	ใช้ทักษะในการฟัง การพูด การอ่าน การเขียนภาษาไทยเพื่อการสื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง					
5.	พูดอธิบายและตั้งคำถามได้ตรงประเด็น					
6.	เขียนแสดงความคิดเชิงเหตุผลด้วยหลักการใช้ภาษาและประโยคที่ถูกต้อง					
7.	วิเคราะห์หลักสูตรวิทยาศาสตร์ได้					
8.	มีความรู้ความเข้าใจในเป้าหมายและโครงสร้างของหลักสูตรวิทยาศาสตร์					
9.	ร่วมมือกับบุคลากรและผู้ปกครองในการออกแบบหลักสูตรวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษ					
10.	เลือกใช้ พัฒนาและสร้างสื่ออุปกรณ์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน					
11.	เข้าใจวิธีการเรียนรู้และทฤษฎีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์					
12.	ใช้วิธีการสอนและบูรณาการแหล่งข้อมูลในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย เช่น การบรรยาย การอภิปราย การสาธิต การทดลอง การปฏิบัติงานอย่างอิสระ การจัดทัศนศึกษา การใช้เทคโนโลยี เป็นต้น					
13.	มีกลยุทธในการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนใช้ทักษะทางปัญญา เช่น การคิดเชิงวิพากษ์ การคิดแก้ปัญหา การคิดแบบอเนกนัย การสืบสอบและการตัดสินใจ					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	รายการที่ประเมิน	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	(นิยาม : การคิดแบบอเนกนัย เป็นการคิดแบบหลายแง่มุมและแปลกใหม่)					
14.	นำประสบการณ์หรือภูมิหลังของผู้เรียนมาจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์					
15.	ปรับวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับความต้องการที่หลากหลายของผู้เรียน					
16.	จัดโปรแกรมการศึกษารายบุคคลเพื่อพัฒนาผู้เรียนที่มีความต้องการเฉพาะด้าน					
17.	จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนปฏิบัติงานร่วมกัน					
18.	จัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข					
19.	จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดกติกาข้อตกลงสำหรับใช้ร่วมกันในชั้นเรียน					
20.	เลือกใช้ ปรับปรุง และออกแบบสร้างนวัตกรรม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี					
21.	ใช้วัสดุและสื่อการสอนให้เหมาะสมกับวิธีการเรียนรู้และระดับชั้นของผู้เรียน					
22.	พิจารณาความต้องการของผู้เรียนให้สัมพันธ์กับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการข้อมูลในลักษณะต่างๆ เช่น การวิจัย การตีความ การวิเคราะห์					
23.	สร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม					
24.	วัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสภาพจริง					
25.	นำผลการประเมินไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตลอดหลักสูตร					
26.	ใช้เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้และประเมินผลการเรียนรู้					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อ	รายการที่ประเมิน	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	วิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย					
27.	มีความรู้ความเข้าใจในการทำวิจัยและการสืบค้นข้อมูลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน					
28.	นำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์					
29.	ทำวิจัยเพื่อพัฒนาผู้เรียนและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์					
30.	เข้าใจธรรมชาติของผู้เรียน					
31.	ช่วยเหลือผู้เรียนให้เรียนรู้และพัฒนาได้ตามศักยภาพ					
32.	สังเกตความแตกต่างระหว่างบุคคล ให้คำปรึกษา พร้อมทั้งแก้ไขพฤติกรรม และจัดการความขัดแย้งในชั้นเรียน					
33.	เข้าร่วมกิจกรรมชุมชนในโอกาสต่างๆ					
34.	ประสานงานกับชุมชนเพื่อดำเนินกิจกรรมของสถานศึกษา					
35.	สร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างบ้าน โรงเรียน และชุมชน					
36.	รัก เมตตา และปรารถนาดีต่อผู้เรียน					
37.	เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้และเป็นผู้นำทางวิชาการ					
38.	ปฏิบัติตามจรรยาบรรณของวิชาชีพครู					
39.	มีส่วนร่วมในการวางแผนร่วมกับผู้อื่น					
40.	รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น					
41.	พัฒนาแผนงานแบบร่วมมือและทำงานร่วมกับผู้อื่นในการพัฒนาวิชาชีพและการเรียนรู้ของผู้เรียน					
42.	มีคุณลักษณะเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต					
43.	ติดตามความเคลื่อนไหวทางวิชาการและวิชาชีพ					
44.	เข้าใจ ยอมรับ และคิดไตร่ตรองการปฏิบัติการสอนและนำผลป้อนกลับ (feedback) มาปรับปรุงการสอน					
45.	ใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และวิจารณ์ข้อมูลสารสนเทศ					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	รายการที่ประเมิน	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
46.	ชี้นำหรือหาแนวทางให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้อย่างสร้างสรรค์ เช่น ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงแล้วนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้มาสร้างสรรค์ชิ้นงาน					
47.	นำเทคโนโลยีมาปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างเหมาะสม เพื่อกระตุ้นความสนใจให้แก่ผู้เรียน					
48.	มอบหมายงานที่สามารถแสดงศักยภาพและความสามารถที่หลากหลายของผู้เรียน โดยให้เวลาในการทำงานนั้นๆ อย่างเหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักการจัดสรรแบ่งเวลา					
49.	สอนโดยบูรณาการระหว่างเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างน้อย 2 วิชา					
50.	ทราบหรือสร้างปัญหาที่นักเรียนสนใจแก้ไขปัญหาด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
51.	ตั้งคำถามที่ถูกต้อง เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหา					
52.	ประยุกต์ความรู้และหลักการเพื่อใช้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์					
53.	จัดการเรียนรู้บูรณาการแบบพหุวิทยาการ หรือจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของวิชา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์แยกกัน โดยมีหัวข้อหลัก (theme) ร่วมกัน และมีการอ้างถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก จ
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบสอบถามครูวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

แบบสอบถามครูวิทยาศาสตร์ฉบับนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลทางการวิจัยในการจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา” ซึ่งท่านเป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งที่จะทำให้การวิจัยนี้สำเร็จและเชื่อถือได้ **ด้วยการตอบแบบสอบถามที่ตรงกับสภาพความเป็นจริงของท่านมากที่สุดและกรุณาตอบแบบสอบถามทุกข้อ** คำตอบของท่านจะไม่ถูกนำไปเปิดเผยเป็นรายบุคคลจึงไม่ส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติงานของท่านแต่อย่างใด แต่ผู้วิจัยจะจัดทำเป็นข้อสรุปโดยภาพรวมเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ประกอบการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนต่อไป

แบบสอบถามนี้แบ่งเป็น 3 ตอน คือ
ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของครูวิทยาศาสตร์ผู้ตอบแบบสอบถาม
ตอนที่ 2 แบบวัดความรู้พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์
ตอนที่ 3 แบบวัดสมรรถภาพของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความกรุณาจากท่านเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

นางสาวภัณฑิรา ดวงจินดา
นิสิตระดับปริญญาโท สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ใน ☐ หน้าคำตอบและเติมข้อความในช่องว่างให้ตรงกับความเป็นจริงของท่านมากที่สุด

1. เพศ

☐ 1) ชาย ☐ 2) หญิง

2. อายุ

☐ 1) 24 – 25 ปี ☐ 2) 26 – 30 ปี

☐ 3) 31 – 35 ปี ☐ 4) 36 – 40 ปี

☐ 5) 41 – 45 ปี ☐ 6) 46 – 50 ปี

☐ 7) 51 – 55 ปี ☐ 8) 56 – 60 ปี

☐ 9) มากกว่า 60 ปี

3. วุฒิการศึกษา

☐ 1) ปริญญาตรี หรือเทียบเท่า ☐ 2) ปริญญาโท หรือเทียบเท่า

☐ 3) สูงกว่าปริญญาโท หรือเทียบเท่า ☐ 4) อื่นๆ (โปรดระบุ) .....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4. ประสบการณ์ในการสอน (การสอนวิทยาศาสตร์)

☐ 1) ต่ำกว่า 5 ปี ☐ 2) 5 - 10 ปี

☐ 3) มากกว่า 10 ปี

5. ระดับชั้นที่สอน

☐ 1) มัธยมศึกษาตอนต้น ☐ 2) มัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 2 แบบวัดความรู้พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✕ ลงบนหน้าคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. พลังงานจากแหล่งใดที่**ไม่ใช่**พลังงานหมุนเวียน

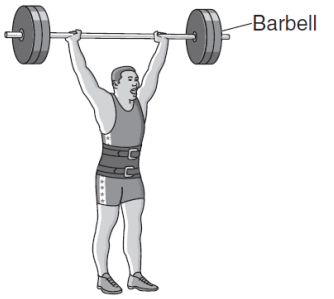
ก. พลังงานลม

ข. พลังงานชีวมวล

ค. พลังงานเชื้อเพลิง

ง. พลังงานแสงอาทิตย์

2. จากภาพ



หากแรงดึงดูดที่กระทำต่อ Barbell คือ 756 นิวตัน อยากทราบว่านักยกน้ำหนักต้องออกแรงยก Barbell กี่นิวตัน

ก. 0 นิวตัน

ข. 378 นิวตัน

ค. 756 นิวตัน

ง. 1,512 นิวตัน

3. วัตถุเคลื่อนที่ผ่านที่ว่างด้วยแรงกระทำต่อวัตถุที่สมดุล คำอธิบายในข้อใดที่อธิบายถึงความเร็วและทิศทางของวัตถุได้ดีที่สุดในขณะที่แรงกระทำต่อวัตถุยังคงสมดุล

ก. ทั้งความเร็วและทิศทางมีการเปลี่ยนแปลง

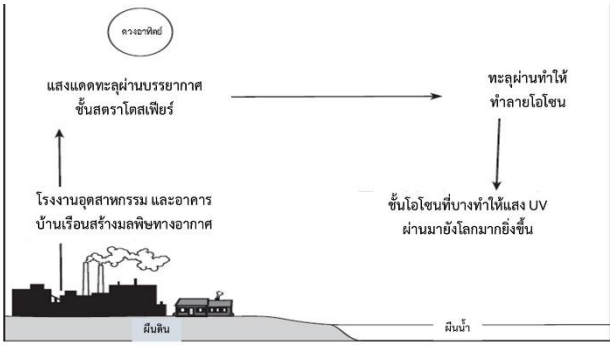
ข. ทั้งความเร็วและทิศทางไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ค. ความเร็วมีการเปลี่ยนแปลง แต่ทิศทางไม่เปลี่ยนแปลง

ง. ความเร็วไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ทิศทางมีการเปลี่ยนแปลง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. จากแผนภาพ



แผนภาพนี้ควรมีชื่อว่าอย่างไร

ก. มลพิษทางน้ำ

ข. ภาวะเรือนกระจก

ค. พลังงานหมุนเวียน

ง. การสูญเสียโอโซน

5. ข้อดีของการนำกระป๋องอะลูมิเนียมมารีไซเคิลเพื่อผลิตภาชนะเครื่องดื่มใหม่ คือข้อใด

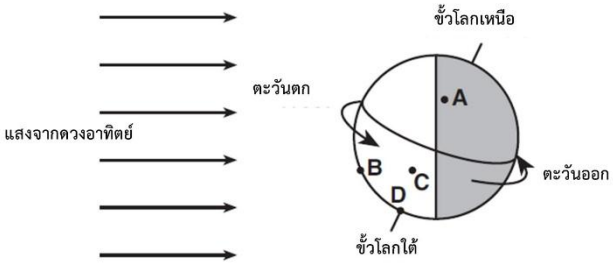
ก. เป็นการเพิ่มชั้นโอโซน

ข. เป็นการสร้างฝนกรด

ค. เป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรของโลก

ง. เพิ่มอุณหภูมิให้บรรยากาศของโลก

6. แผนภาพแสดงตำแหน่งการหมุนของโลก โดยจุด A, B, C และ D แสดงตำแหน่งบนพื้นผิวโลก



เมื่อโลกหมุนต่อไป ตำแหน่งใดจะเป็นตำแหน่งที่มืดที่สุด

ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

7. หลักฐานใดที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่าโลกแบ่งออกเป็นชั้นๆ

ก. การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของโลก

ข. การวิเคราะห์ข้อมูลจากคลื่นแผ่นดินไหว

ค. การวัดอุณหภูมิที่ถ่ายเทภายในแต่ละชั้นของโลก

ง. การศึกษาตัวอย่างหินที่นำมาจากแกนกลางของโลก

8. หลักฐานใดที่สนับสนุนสมมติฐานของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับต้นกำเนิดและอายุของจักรวาลได้ดีที่สุด

ก. การก่อตัวของกลุ่มดาว

ข. การมีอยู่ของดาวเคราะห์

ค. การแผ่รังสีคอสมิกของจักรวาล

ง. การศึกษาองค์ประกอบที่คล้ายกันของโลกและดวงจันทร์

9. ภาพถ่ายจากดาวเทียมแสดงให้เห็นการไหลของน้ำในแม่น้ำมิสซิสซิปปีที่เข้าสู่อ่าวเม็กซิโก พร้อมลูกศรแสดงทิศทางการไหลของแม่น้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะการทับถมในอ่าวเม็กซิโก ดังภาพ เป็นลักษณะภูมิประเทศที่มีชื่อว่าอะไร

ก. สันทราย

ข. แนวเกาะสันดอน

ค. ที่ราบเศษหินธารน้ำแข็ง

ง. ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ

10. เพราะเหตุใดนักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกควรทำการทดลองในลักษณะเดียวกันซ้ำๆ

ก. เพื่อหาแหล่งการทดลองที่ลงทุนน้อยที่สุด

ข. เพื่อยืนยันผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์

ค. เพื่อตรวจสอบว่าสมมุติฐานของการทดลองนั้นสามารถตั้งเป็นกฎได้หรือไม่

ง. เพื่อศึกษาว่าสภาพอากาศในภูมิภาคต่างๆของโลกจะส่งผลต่อการทดลองหรือไม่

ตอนที่ 3 แบบวัดสมรรถภาพของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริงของท่านมากที่สุด

ข้อ	รายการที่ประเมิน	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	**สมรรถภาพด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน**					
1.1	เข้าร่วมกิจกรรมชุมชนในโอกาสต่างๆ					
1.2	สามารถประสานงานกับชุมชนเพื่อดำเนินกิจกรรมของสถานศึกษา					
1.3	ร่วมมือกับบุคลากรและผู้ปกครองในการออกแบบหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ					
1.4	นำประสบการณ์หรือภูมิหลังของนักเรียนมาจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์					
1.5	จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดกติกาข้อตกลงสำหรับใช้ร่วมกันในชั้นเรียน					
1.6	สามารถสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม					
1.7	สร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างบ้าน โรงเรียน และชุมชน					
1.8	เข้าใจธรรมชาติของผู้เรียน					
1.9	สามารถจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข					
1.10	สามารถเลือกใช้ พัฒนาและสร้างสื่ออุปกรณ์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน					
1.11	ปรับวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับความต้องการที่หลากหลายของนักเรียน					
2	**สมรรถภาพในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM)**					
2.1	สามารถทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและผู้เรียน					
2.2	ทราบหรือสร้างปัญหาที่นักเรียนสนใจ					
2.3	มีส่วนร่วมในการวางแผนร่วมกับผู้อื่น					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	รายการที่ประเมิน	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
2.4	ประยุกต์ความรู้และหลักการเพื่อใช้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ได้					
2.5	สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน					
2.6	พัฒนาแผนงานแบบร่วมมือและทำงานร่วมกับผู้อื่นในการพัฒนาวิชาชีพและการเรียนรู้ของนักเรียน					
2.7	สอนโดยบูรณาการระหว่างเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างน้อย 2 วิชา					
2.8	มีความรู้ความเข้าใจในการทำวิจัยและการสืบค้นข้อมูลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้					
3	**สมรรถภาพด้านการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21**					
3.1	สามารถเลือกใช้ ปรับปรุง และออกแบบสร้างนวัตกรรมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี					
3.2	เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้และเป็นผู้นำทางวิชาการ					
3.3	ติดตามความเคลื่อนไหวทางวิชาการและวิชาชีพ					
3.4	ใช้วัสดุและสื่อการสอนให้เหมาะสมกับวิธีการเรียนรู้และระดับชั้นของนักเรียน					
3.5	ใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ วิจารณ์ สังเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศ					
3.6	นำเทคโนโลยีมาปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างเหมาะสม เพื่อกระตุ้นความสนใจให้แก่นักเรียน					
3.7	มอบหมายงานที่สามารถแสดงศักยภาพและความสามารถที่หลากหลายของนักเรียน โดยให้เวลาในการทำงานนั้นๆ อย่างเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนรู้จักการจัดสรรแบ่งเวลา					
4	**สมรรถภาพด้านการสื่อสารและการใช้ภาษา**					
4.1	สามารถใช้ทักษะในการฟัง การพูด การอ่าน การเขียนภาษาไทยเพื่อการสื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	รายการที่ประเมิน	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
4.2	อธิบายเนื้อหาบทเรียนวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน					
4.3	สามารถพูดอธิบายและตั้งคำถามได้ตรงประเด็น					
4.4	ใช้การตั้งคำถามที่ถูกต้อง เพื่อให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา					
5	**สมรรถภาพด้านบุคลิกลักษณะความเป็นครู**					
5.1	ปฏิบัติตามจรรยาบรรณของวิชาชีพครู					
5.2	รัก เมตตา และปรารถนาดีต่อผู้เรียน					
5.3	มีคุณลักษณะเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต					
5.4	รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น					
5.5	สังเกต แก้ไขพฤติกรรมในชั้นเรียนและจัดการความขัดแย้งและความแตกต่างระหว่างบุคคลในชั้นเรียน					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฉ
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันด้วยโปรแกรม LISREL

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของ
โมเดลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง
ซึ่งสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน

DATE: 5/29/2018

TIME: 17:40

L I S R E L 8.80

BY

Karl G. J”reskog & Dag S”rbom

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., 1981-2006
Use of this program is subject to the terms specified in the
Universal Copyright Convention.
Website: www.ssicentral.com

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

The following lines were read from file C:\Users\Pantira\Documents\Model Q1\CFA.LPJ:

TI Model Q1

!DA NI=11 NO=658 MA=CM

SY='C:\Users\chonnikan\Documents\Model Q1\CFA.dsf' NG=1

MO NX=11 NK=1 TD=SY

LK

Q1

FR LX(1,1) LX(2,1) LX(3,1) LX(4,1) LX(5,1) LX(6,1) LX(7,1) LX(8,1) LX(9,1)

FR LX(10,1) LX(11,1) TD(4,5) TD(2,7) TD(2,10) TD(6,8) TD(1,7)

FR TD(1,11) TD(6,10) TD(3,10) TD(2,11) TD(3,7) TD(3,11) TD(3,5) TD(1,5)

FR TD(8,9) TD(2,3) TD(1,8) TD(10,11)

PD

OU ME=ML AM RS EF FS SC AD=OFF

TI Model Q1

Number of Input Variables 11

Number of Y - Variables 0

Number of X - Variables 11

Number of ETA - Variables 0

Number of KSI - Variables 1

Number of Observations 658

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

TI Model Q1

Covariance Matrix

	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q1.4	Q1.5	Q1.6
Q1.1	0.70					
Q1.2	0.23	0.74				
Q1.3	0.23	0.53	1.06			
Q1.4	0.01	0.01	0.02	0.51		
Q1.5	0.01	-0.03	-0.07	0.22	0.55	

Q1.6	0.13	0.15	0.15	0.03	0.02	0.38
Q1.7	0.24	0.28	0.22	0.02	-0.02	0.11
Q1.8	0.16	0.10	0.10	0.05	0.01	0.15
Q1.9	0.18	0.14	0.17	0.04	-0.01	0.09
Q1.10	0.12	0.08	0.19	0.02	0.00	0.11
Q1.11	0.17	0.04	0.05	0.01	-0.02	0.07

Covariance Matrix

	Q1.7	Q1.8	Q1.9	Q1.10	Q1.11
Q1.7	0.57				
Q1.8	0.08	0.50			
Q1.9	0.12	0.12	0.41		
Q1.10	0.08	0.08	0.10	0.34	
Q1.11	0.08	0.09	0.09	0.11	0.36

TI Model Q1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Parameter Specifications

LAMBDA-X

	Q1
Q1.1	1
Q1.2	2
Q1.3	3
Q1.4	4
Q1.5	5

Q1.6	6
Q1.7	7
Q1.8	8
Q1.9	9
Q1.10	10
Q1.11	11

THETA-DELTA

	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q1.4	Q1.5	Q1.6
Q1.1	12					
Q1.2	0	13				
Q1.3	0	14	15			
Q1.4	0	0	0	16		
Q1.5	17	0	18	19	20	
Q1.6	0	0	0	0	0	21
Q1.7	22	23	24	0	0	0
Q1.8	26	0	0	0	0	27
Q1.9	0	0	0	0	0	0
Q1.10	0	31	32	0	0	33
Q1.11	35	36	37	0	0	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

THETA-DELTA

	Q1.7	Q1.8	Q1.9	Q1.10	Q1.11
Q1.7	25				
Q1.8	0	28			
Q1.9	0	29	30		
Q1.10	0	0	0	34	

Q1.11	0	0	0	38	39

TI Model Q1

Number of Iterations = 6

LISREL Estimates (Maximum Likelihood)

LAMBDA-X

	Q1
Q1.1	0.50
	(0.04)
	12.72
Q1.2	0.45
	(0.04)
	10.73
Q1.3	0.48
	(0.05)
	9.51
Q1.4	0.07
	(0.03)
	1.98
Q1.5	-0.04
	(0.04)
	-1.09
Q1.6	0.28
	(0.03)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

9.90

Q1.7 0.35

(0.04)

9.27

Q1.8 0.25

(0.04)

7.09

Q1.9 0.35

(0.03)

12.09

Q1.10 0.26

(0.03)

9.07

Q1.11 0.26

(0.03)

8.11

PHI

Q1

1.00

THETA-DELTA

Q1.1 Q1.2 Q1.3 Q1.4 Q1.5 Q1.6

-------- -------- -------- -------- -------- --------

Q1.1 0.45

(0.04)

12.69

Q1.2 - - 0.54

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

			(0.04)			
			13.87			
Q1.3	- -	0.31	0.82			
		(0.04)	(0.06)			
		8.23	14.84			
Q1.4	- -	- -	- -	0.50		
				(0.03)		
				18.05		
Q1.5	0.04	- -	-0.05	0.22	0.55	
	(0.02)		(0.02)	(0.02)	(0.03)	
	1.96		-2.23	10.04	18.13	
Q1.6	- -	- -	- -	- -	- -	0.30
						(0.02)
						15.80
Q1.7	0.07	0.12	0.05	- -	- -	- -
	(0.02)	(0.03)	(0.03)			
	3.13	4.55	1.77			
Q1.8	0.04	- -	- -	- -	- -	0.08
	(0.02)					(0.02)
	1.93					4.85
Q1.9	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Q1.10	- -	-0.04	0.06	- -	- -	0.04
		(0.02)	(0.02)			(0.01)
		-2.28	2.77			3.02
Q1.11	0.04	-0.08	-0.07	- -	- -	- -
	(0.02)	(0.02)	(0.02)			
	2.24	-4.21	-3.22			

THETA-DELTA

Q1.7	Q1.8	Q1.9	Q1.10	Q1.11

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Q1.7	0.45				
	(0.03)				
	14.77				
Q1.8	- -	0.43			
		(0.03)			
		16.16			
Q1.9	- -	0.03	0.28		
		(0.02)	(0.02)		
		2.16	14.34		
Q1.10	- -	- -	- -	0.27	
				(0.02)	
				15.10	
Q1.11	- -	- -	- -	0.04	0.30
				(0.01)	(0.02)
				3.24	14.98

Squared Multiple Correlations for X - Variables

Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q1.4	Q1.5	Q1.6
0.35	0.27	0.22	0.01	0.00	0.21

Squared Multiple Correlations for X - Variables

Q1.7	Q1.8	Q1.9	Q1.10	Q1.11
0.21	0.13	0.30	0.20	0.18

Goodness of Fit Statistics

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Degrees of Freedom = 27

Minimum Fit Function Chi-Square = 23.99 (P = 0.63)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 23.89 (P = 0.64)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 0.0

90 Percent Confidence Interval for NCP = (0.0 ; 11.97)

Minimum Fit Function Value = 0.037

Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.0

90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.0 ; 0.018)

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.0

90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.0 ; 0.026)

P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 1.00

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 0.16

90 Percent Confidence Interval for ECVI = (0.16 ; 0.18)

ECVI for Saturated Model = 0.20

ECVI for Independence Model = 2.95

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Chi-Square for Independence Model with 55 Degrees of Freedom = 1914.50

Independence AIC = 1936.50

Model AIC = 101.89

Saturated AIC = 132.00

Independence CAIC = 1996.88

Model CAIC = 315.97

Saturated CAIC = 494.29

Normed Fit Index (NFI) = 0.99

Non-Normed Fit Index (NNFI) = 1.00

Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.48

Comparative Fit Index (CFI) = 1.00

Incremental Fit Index (IFI) = 1.00

Relative Fit Index (RFI) = 0.97

Critical N (CN) = 1287.39

Root Mean Square Residual (RMR) = 0.011

Standardized RMR = 0.021

Goodness of Fit Index (GFI) = 0.99

Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.98

Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.41

TI Model Q1

Fitted Covariance Matrix

	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q1.4	Q1.5	Q1.6
Q1.1	0.70					
Q1.2	0.22	0.74				
Q1.3	0.24	0.53	1.06			
Q1.4	0.03	0.03	0.03	0.51		
Q1.5	0.02	-0.02	-0.07	0.22	0.55	
Q1.6	0.14	0.13	0.14	0.02	-0.01	0.38
Q1.7	0.24	0.27	0.22	0.02	-0.01	0.10
Q1.8	0.16	0.11	0.12	0.02	-0.01	0.15
Q1.9	0.17	0.16	0.17	0.02	-0.01	0.10
Q1.10	0.13	0.08	0.19	0.02	-0.01	0.11
Q1.11	0.17	0.04	0.05	0.02	-0.01	0.07

Fitted Covariance Matrix

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	Q1.7	Q1.8	Q1.9	Q1.10	Q1.11
Q1.7	0.57				
Q1.8	0.09	0.50			
Q1.9	0.12	0.12	0.41		
Q1.10	0.09	0.07	0.09	0.34	
Q1.11	0.09	0.07	0.09	0.11	0.37

Fitted Residuals

	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q1.4	Q1.5	Q1.6
Q1.1	0.00					
Q1.2	0.01	0.00				
Q1.3	-0.01	0.00	0.00			
Q1.4	-0.02	-0.02	-0.01	0.00		
Q1.5	-0.01	-0.02	-0.01	0.00	0.00	
Q1.6	-0.01	0.02	0.02	0.01	0.03	0.00
Q1.7	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.01
Q1.8	0.00	-0.02	-0.02	0.03	0.02	0.00
Q1.9	0.01	-0.02	0.00	0.02	0.00	-0.01
Q1.10	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
Q1.11	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Fitted Residuals

	Q1.7	Q1.8	Q1.9	Q1.10	Q1.11
Q1.7	0.00				
Q1.8	-0.01	0.00			

Q1.9	0.00	0.00	0.00		
Q1.10	-0.01	0.01	0.01	0.00	
Q1.11	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00

Summary Statistics for Fitted Residuals

Smallest Fitted Residual = -0.02
Median Fitted Residual = 0.00
Largest Fitted Residual = 0.03

Stemleaf Plot

- 2|22
- 1|8865220000
- 0|998877652221111111100000000000
0|1111111247789
1|11256
2|111278

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Standardized Residuals

	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q1.4	Q1.5	Q1.6
Q1.1	-0.37					
Q1.2	0.68	0.89				
Q1.3	-0.56	0.46	0.13			
Q1.4	-1.35	-0.89	-0.52	- -		
Q1.5	-1.27	-0.79	-0.54	-0.65	-0.58	
Q1.6	-1.03	1.77	1.03	0.80	1.82	0.57
Q1.7	-0.06	1.13	-0.20	-0.29	-0.37	1.29
Q1.8	-0.07	-1.22	-1.18	1.63	1.16	-0.81

Q1.9	1.43	-1.73	0.15	1.56	0.01	-1.20
Q1.10	-0.80	0.25	0.40	0.50	0.76	0.30
Q1.11	-0.24	-0.25	-0.30	-0.63	-0.66	-0.25

Standardized Residuals

	Q1.7	Q1.8	Q1.9	Q1.10	Q1.11
Q1.7	0.96				
Q1.8	-0.86	-2.11			
Q1.9	0.04	-0.83	- -		
Q1.10	-0.75	0.81	0.85	-0.22	
Q1.11	-0.60	1.92	0.12	-0.92	-0.56

Summary Statistics for Standardized Residuals

Smallest Standardized Residual = -2.11

Median Standardized Residual = -0.21

Largest Standardized Residual = 1.92

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Stemleaf Plot

- 2|1
- 1|7
- 1|432220
- 0|99988887766666655
- 0|443322222110000
  0|111334
  0|556788889
  1|001234
  1|66889

TI Model Q1

Qplot of Standardized Residuals

3.5.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Normal Quantile

t . *. .

i . xxx .

l . .x .

e . .*x .

s . x x .

. . * .

. . x .

. . x .

. .x .

. . .

. .x .

. . .

. . .

. . .

. . .

. . .

. . .

-3.5.....

-3.5 3.5

Standardized Residuals

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

TI Model Q1

Modification Indices and Expected Change

No Non-Zero Modification Indices for LAMBDA-X

No Non-Zero Modification Indices for PHI

Modification Indices for THETA-DELTA

	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q1.4	Q1.5	Q1.6
Q1.1	- -					
Q1.2	1.03	- -				
Q1.3	0.44	- -	- -			
Q1.4	1.77	0.22	0.07	- -		
Q1.5	- -	0.26	- -	- -	- -	
Q1.6	1.56	1.05	0.34	0.10	2.37	- -
Q1.7	- -	- -	- -	0.04	0.03	1.49
Q1.8	- -	0.08	0.50	1.51	0.04	- -
Q1.9	1.92	2.82	0.57	2.51	0.60	1.57
Q1.10	0.12	- -	- -	0.06	0.22	- -
Q1.11	- -	- -	- -	0.19	0.35	0.04

Modification Indices for THETA-DELTA

	Q1.7	Q1.8	Q1.9	Q1.10	Q1.11
Q1.7	- -				
Q1.8	0.77	- -			
Q1.9	0.13	- -	- -		
Q1.10	0.51	0.33	0.37	- -	
Q1.11	0.21	2.70	0.35	- -	- -

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Expected Change for THETA-DELTA

	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q1.4	Q1.5	Q1.6
Q1.1	- -					
Q1.2	0.03	- -				

Q1.3	-0.02	- -	- -			
Q1.4	-0.03	-0.01	-0.01	- -		
Q1.5	- -	-0.01	- -	- -	- -	
Q1.6	-0.02	0.02	0.01	0.00	0.02	- -
Q1.7	- -	- -	- -	0.00	0.00	0.02
Q1.8	- -	0.00	-0.01	0.02	0.00	- -
Q1.9	0.03	-0.03	0.02	0.02	-0.01	-0.02
Q1.10	-0.01	- -	- -	0.00	0.01	- -
Q1.11	- -	- -	- -	-0.01	-0.01	0.00

Expected Change for THETA-DELTA

	Q1.7	Q1.8	Q1.9	Q1.10	Q1.11
Q1.7	- -				
Q1.8	-0.02	- -			
Q1.9	0.01	- -	- -		
Q1.10	-0.01	0.01	0.01	- -	
Q1.11	-0.01	0.03	-0.01	- -	- -

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Completely Standardized Expected Change for THETA-DELTA

	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q1.4	Q1.5	Q1.6
Q1.1	- -					
Q1.2	0.03	- -				
Q1.3	-0.02	- -	- -			
Q1.4	-0.04	-0.01	-0.01	- -		
Q1.5	- -	-0.02	- -	- -	- -	
Q1.6	-0.04	0.03	0.02	-0.01	0.05	- -
Q1.7	- -	- -	- -	0.01	-0.01	0.04

Q1.8	- -	-0.01	-0.02	0.04	0.01	- -
Q1.9	0.06	-0.05	0.02	0.05	-0.03	-0.05
Q1.10	-0.01	- -	- -	0.01	0.02	- -
Q1.11	- -	- -	- -	-0.01	-0.02	-0.01

Completely Standardized Expected Change for THETA-DELTA

	Q1.7	Q1.8	Q1.9	Q1.10	Q1.11
Q1.7	- -				
Q1.8	-0.03	- -			
Q1.9	0.01	- -	- -		
Q1.10	-0.03	0.02	0.02	- -	
Q1.11	-0.02	0.06	-0.02	- -	- -

Maximum Modification Index is 2.82 for Element (9, 2) of THETA-DELTA

TI Model Q1

Factor Scores Regressions

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

KSI

	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q1.4	Q1.5	Q1.6
Q1	0.29	0.24	0.09	0.07	-0.06	0.24

KSI

	Q1.7	Q1.8	Q1.9	Q1.10	Q1.11

Q1	0.12	0.08	0.37	0.24	0.27

TI Model Q1

Standardized Solution

LAMBDA-X

	Q1

Q1.1	0.50
Q1.2	0.45
Q1.3	0.48
Q1.4	0.07
Q1.5	-0.04
Q1.6	0.28
Q1.7	0.35
Q1.8	0.25
Q1.9	0.35
Q1.10	0.26
Q1.11	0.26

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

PHI

Q1

1.00

TI Model Q1

Completely Standardized Solution

LAMBDA-X

	Q1
Q1.1	0.60
Q1.2	0.52
Q1.3	0.47
Q1.4	0.09
Q1.5	-0.05
Q1.6	0.45
Q1.7	0.46
Q1.8	0.36
Q1.9	0.55
Q1.10	0.45
Q1.11	0.42

PHI

	Q1
Q1	1.00

THETA-DELTA

	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q1.4	Q1.5	Q1.6
Q1.1	0.65					
Q1.2	- -	0.73				
Q1.3	- -	0.35	0.78			
Q1.4	- -	- -	- -	0.99		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Q1.5	0.06	- -	-0.06	0.42	1.00
Q1.6	- -	- -	- -	- -	- -	0.79
Q1.7	0.11	0.18	0.06	- -	- -	- -
Q1.8	0.06	- -	- -	- -	- -	0.18
Q1.9	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Q1.10	- -	-0.08	0.10	- -	- -	0.10
Q1.11	0.08	-0.15	-0.12	- -	- -	- -

THETA-DELTA

	Q1.7	Q1.8	Q1.9	Q1.10	Q1.11
Q1.7	0.79				
Q1.8	- -	0.87			
Q1.9	- -	0.08	0.70		
Q1.10	- -	- -	- -	0.80	
Q1.11	- -	- -	- -	0.12	0.82

Time used: 0.016 Seconds

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของ

องค์ประกอบสะเต็มศึกษา (STEM)

DATE: 5/29/2018

TIME: 16:13

L I S R E L 8.80

BY

Karl G. J”reskog & Dag S”rbom

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., 1981-2006
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\Pantira\Documents\Model Q2\CFA.LPJ:

TI Model Q2
!DA NI=8 NO=658 MA=CM
SY='C:\Users\chonnikan\Documents\Model Q2\CFA.dsf' NG=1
MO NX=8 NK=1 TD=SY
LK

Q2

FR LX(1,1) LX(2,1) LX(3,1) LX(4,1) LX(5,1) LX(6,1) LX(7,1) LX(8,1)

FR TD(1,8) TD(7,8) TD(3,6) TD(3,5) TD(1,7) TD(6,7) TD(1,6) TD(3,7)

FR TD(1,3) TD(1,4)

PD

OU ME=ML AM RS EF FS SC AD=OFF

TI Model Q2

Number of Input Variables 8

Number of Y - Variables 0

Number of X - Variables 8

Number of ETA - Variables 0

Number of KSI - Variables 1

Number of Observations 658

TI Model Q2

Covariance Matrix

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q2.4	Q2.5	Q2.6
Q2.1	0.51					
Q2.2	0.01	0.49				
Q2.3	0.14	-0.02	0.47			
Q2.4	0.18	-0.01	0.17	0.52		
Q2.5	0.38	0.00	0.18	0.18	0.53	
Q2.6	0.03	-0.02	0.16	0.06	0.06	0.37
Q2.7	0.07	-0.02	0.18	0.16	0.13	0.16
Q2.8	0.20	0.01	0.11	0.17	0.13	0.03

Covariance Matrix

	Q2.7	Q2.8
Q2.7	0.69	
Q2.8	0.09	0.38

TI Model Q2

Parameter Specifications

LAMBDA-X

	Q2
Q2.1	1
Q2.2	2
Q2.3	3
Q2.4	4
Q2.5	5
Q2.6	6
Q2.7	7
Q2.8	8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

THETA-DELTA

	Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q2.4	Q2.5	Q2.6
Q2.1	9					
Q2.2	0	10				

Q2.3	11	0	12			
Q2.4	13	0	0	14		
Q2.5	0	0	15	0	16	
Q2.6	17	0	18	0	0	19
Q2.7	20	0	21	0	0	22
Q2.8	24	0	0	0	0	0

THETA-DELTA

	Q2.7	Q2.8
Q2.7	23	
Q2.8	25	26

TI Model Q2

Number of Iterations = 25

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

LISREL Estimates (Maximum Likelihood)

LAMBDA-X

	Q2
Q2.1	0.99
	(0.08)
	12.81
Q2.2	0.01
	(0.02)

0.39

Q2.3 0.34

(0.03)

10.10

Q2.4 0.49

(0.04)

13.92

Q2.5 0.38

(0.03)

11.04

Q2.6 0.13

(0.03)

4.28

Q2.7 0.32

(0.04)

7.59

Q2.8 0.34

(0.03)

11.72

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

PHI

Q2

1.00

THETA-DELTA

Q2.1 Q2.2 Q2.3 Q2.4 Q2.5 Q2.6

--- --- --- --- --- ---

Q2.1 -0.48

	(0.15)				
	-3.19				
Q2.2	- -	0.49			
		(0.03)			
		18.13			
Q2.3	-0.20	- -	0.35		
	(0.03)		(0.02)		
	-5.67		14.47		
Q2.4	-0.31	- -	- -	0.28	
	(0.05)			(0.03)	
	-5.74			9.76	
Q2.5	- -	- -	0.05	- -	0.38
			(0.02)		(0.03)
			2.81		14.16
Q2.6	-0.10	- -	0.11	- -	- - 0.35
	(0.02)		(0.02)		(0.02)
	-4.18		7.11		17.64
Q2.7	-0.25	- -	0.07	- -	- - 0.12
	(0.04)		(0.02)		(0.02)
	-5.72		3.45		5.85
Q2.8	-0.14	- -	- -	- -	- - - -
	(0.04)				
	-3.47				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

THETA-DELTA

	Q2.7	Q2.8
	--------	--------
Q2.7	0.59	
	(0.04)	
	15.76	

Q2.8	-0.01	0.26
	(0.02)	(0.02)
	-0.76	13.49

Squared Multiple Correlations for X - Variables

Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q2.4	Q2.5	Q2.6
1.94	0.00	0.24	0.46	0.27	0.04

Squared Multiple Correlations for X - Variables

Q2.7	Q2.8
0.15	0.31

Goodness of Fit Statistics

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Degrees of Freedom = 10

Minimum Fit Function Chi-Square = 5.72 (P = 0.84)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 5.80 (P = 0.83)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 0.0

90 Percent Confidence Interval for NCP = (0.0 ; 4.17)

Minimum Fit Function Value = 0.0087

Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.0

90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.0 ; 0.0064)

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.0

90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.0 ; 0.025)

P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 1.00

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 0.094

90 Percent Confidence Interval for ECVI = (0.094 ; 0.10)

ECVI for Saturated Model = 0.11

ECVI for Independence Model = 2.20

Chi-Square for Independence Model with 28 Degrees of Freedom = 1426.96

Independence AIC = 1442.96

Model AIC = 57.80

Saturated AIC = 72.00

Independence CAIC = 1486.88

Model CAIC = 200.52

Saturated CAIC = 269.61

Normed Fit Index (NFI) = 1.00

Non-Normed Fit Index (NNFI) = 1.01

Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.36

Comparative Fit Index (CFI) = 1.00

Incremental Fit Index (IFI) = 1.00

Relative Fit Index (RFI) = 0.99

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Critical N (CN) = 2667.96

Root Mean Square Residual (RMR) = 0.0080

Standardized RMR = 0.017

Goodness of Fit Index (GFI) = 1.00

Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.99

Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.28

TI Model Q2

Fitted Covariance Matrix

	Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q2.4	Q2.5	Q2.6
Q2.1	0.51					
Q2.2	0.01	0.49				
Q2.3	0.14	0.00	0.47			
Q2.4	0.18	0.00	0.17	0.52		
Q2.5	0.38	0.00	0.18	0.19	0.53	
Q2.6	0.02	0.00	0.15	0.06	0.05	0.37
Q2.7	0.07	0.00	0.18	0.16	0.12	0.16
Q2.8	0.20	0.00	0.12	0.17	0.13	0.04

Fitted Covariance Matrix

	Q2.7	Q2.8
Q2.7	0.69	
Q2.8	0.10	0.38

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Fitted Residuals

	Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q2.4	Q2.5	Q2.6
Q2.1	0.00					
Q2.2	0.00	0.00				
Q2.3	0.00	-0.02	0.00			
Q2.4	0.00	-0.01	0.00	0.00		
Q2.5	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	
Q2.6	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.01	0.00

Q2.7	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.01	0.00
Q2.8	0.00	0.01	-0.01	0.00	0.00	-0.01

Fitted Residuals

	Q2.7	Q2.8
Q2.7	0.00	
Q2.8	0.00	0.00

Summary Statistics for Fitted Residuals

Smallest Fitted Residual = -0.02
Median Fitted Residual = 0.00
Largest Fitted Residual = 0.01

Stemleaf Plot

- 2|332
- 1|
- 1|3
- 0|976
- 0|432110000000
0|1111112222344
0|57
1|12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Standardized Residuals

	Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q2.4	Q2.5	Q2.6

Q2.1	-0.08					
Q2.2	0.46	- -				
Q2.3	0.21	-1.28	1.03			
Q2.4	-0.56	-0.74	0.31	- -		
Q2.5	-0.24	-0.38	1.03	-0.80	- -	
Q2.6	0.61	-1.36	0.97	0.06	0.97	- -
Q2.7	0.37	-1.04	0.63	-0.17	0.51	0.96
Q2.8	0.31	0.66	-0.77	0.69	0.16	-0.96

Standardized Residuals

	Q2.7	Q2.8
	--------	--------
Q2.7	1.07	
Q2.8	-1.07	- -

Summary Statistics for Standardized Residuals

Smallest Standardized Residual = -1.36

Median Standardized Residual = 0.03

Largest Standardized Residual = 1.07

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Stemleaf Plot

-12|68

-10|74

- 8|60

- 6|74

- 4|6

- 2|84

- 0|7800000

0|66

2|1117

4|61

6|1369

8|677

10|337

TI Model Q2

Qplot of Standardized Residuals

3.5.....

. ..

. . .

. . .

. . .

. . .

. . .

. . .

. . .

. . .

. . .

. . .

. x . .

. . .

. x . .

. x . .

N . x . .

o . x .

r . x .x .

m . x. .

a . .* .

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

l . xx .

. .* .

Q . . xx .

u . . x .

a . . xx .

n . . xx .

t . xx .

i . x .

l . .* .

e . x .

s . . x .

. . x .

. . x .

. . .

. . x .

. . .

. . .

. . .

. . .

. . .

. . .

. . .

-3.5.....

-3.5 3.5

Standardized Residuals

TI Model Q2

Modification Indices and Expected Change

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

No Non-Zero Modification Indices for LAMBDA-X

No Non-Zero Modification Indices for PHI

Modification Indices for THETA-DELTA

	Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q2.4	Q2.5	Q2.6
Q2.1	- -					
Q2.2	0.52	- -				
Q2.3	- -	0.50	- -			
Q2.4	- -	0.30	0.13	- -		
Q2.5	0.52	0.08	- -	0.58	- -	
Q2.6	- -	0.68	- -	0.00	0.75	- -
Q2.7	- -	0.20	- -	0.05	0.05	- -
Q2.8	- -	0.95	0.12	0.51	0.04	0.65

Modification Indices for THETA-DELTA

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	Q2.7	Q2.8
Q2.7	- -	
Q2.8	- -	- -

Expected Change for THETA-DELTA

	Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q2.4	Q2.5	Q2.6
Q2.1	- -					
Q2.2	0.02	- -				

Q2.3	- -	-0.01	- -			
Q2.4	- -	-0.01	0.01	- -		
Q2.5	-1.06	0.00	- -	-0.02	- -	
Q2.6	- -	-0.01	- -	0.00	0.01	- -
Q2.7	- -	-0.01	- -	-0.01	0.01	- -
Q2.8	- -	0.01	-0.01	0.02	0.00	-0.01

Expected Change for THETA-DELTA

	Q2.7	Q2.8
Q2.7	- -	
Q2.8	- -	- -

Completely Standardized Expected Change for THETA-DELTA

	Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q2.4	Q2.5	Q2.6
Q2.1	- -					
Q2.2	0.04	- -				
Q2.3	- -	-0.02	- -			
Q2.4	- -	-0.02	0.02	- -		
Q2.5	-2.04	-0.01	- -	-0.04	- -	
Q2.6	- -	-0.03	- -	0.00	0.03	- -
Q2.7	- -	-0.02	- -	-0.01	0.01	- -
Q2.8	- -	0.03	-0.01	0.05	0.01	-0.03

Completely Standardized Expected Change for THETA-DELTA

	Q2.7	Q2.8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Q2.7	- -	
Q2.8	- -	- -

Maximum Modification Index is 0.95 for Element (8, 2) of THETA-DELTA

TI Model Q2

Factor Scores Regressions

KSI

	Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q2.4	Q2.5	Q2.6
Q2	3.22	-0.02	0.27	0.46	-1.79	0.10

KSI

	Q2.7	Q2.8
Q2	0.34	-0.59

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

TI Model Q2

Standardized Solution

LAMBDA-X

	Q2
Q2.1	0.99
Q2.2	0.01

Q2.3	0.34
Q2.4	0.49
Q2.5	0.38
Q2.6	0.13
Q2.7	0.32
Q2.8	0.34

PHI

Q2

1.00

TI Model Q2

Completely Standardized Solution

LAMBDA-X

Q2

Q2.1 1.39
Q2.2 0.01
Q2.3 0.49
Q2.4 0.68
Q2.5 0.52
Q2.6 0.21
Q2.7 0.39
Q2.8 0.55

PHI

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Q2

1.00

THETA-DELTA

	Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q2.4	Q2.5	Q2.6
Q2.1	-0.94					
Q2.2	- -	1.00				
Q2.3	-0.41	- -	0.76			
Q2.4	-0.60	- -	- -	0.54		
Q2.5	- -	- -	0.10	- -	0.73	
Q2.6	-0.24	- -	0.27	- -	- -	0.96
Q2.7	-0.42	- -	0.13	- -	- -	0.23
Q2.8	-0.31	- -	- -	- -	- -	- -

THETA-DELTA

	Q2.7	Q2.8
Q2.7	0.85	
Q2.8	-0.03	0.69

Time used: 0.016 Seconds

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของ
องค์ประกอบการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

DATE: 5/29/2018

TIME: 17:53

L I S R E L 8.80

BY

Karl G. J”reskog & Dag S”rbom

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., 1981-2006
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\Pantira\Documents\Model Q3\CFA.LPJ:

TI Model Q3
!DA NI=7 NO=658 MA=CM
SY='C:\Users\chonnikan\Documents\Model Q3\CFA.dsf' NG=1
MO NX=7 NK=1 TD=SY

LK

Q3

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

FR TD(4,7) TD(1,5) TD(6,7) TD(4,6)

PD

OU ME=ML AM RS EF FS SC AD=OFF

TI Model Q3

Number of Input Variables 7
Number of Y - Variables 0
Number of X - Variables 7
Number of ETA - Variables 0
Number of KSI - Variables 1
Number of Observations 658

TI Model Q3

Covariance Matrix

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	Q3.1	Q3.2	Q3.3	Q3.4	Q3.5	Q3.6
Q3.1	0.49					
Q3.2	0.13	0.45				
Q3.3	0.18	0.25	0.52			
Q3.4	-0.01	0.01	0.00	0.55		
Q3.5	0.17	0.04	0.07	-0.04	0.51	
Q3.6	-0.01	0.01	-0.01	0.23	-0.03	0.55
Q3.7	-0.01	0.03	0.01	0.16	-0.01	0.17

Covariance Matrix

	Q3.7
Q3.7	0.38

TI Model Q3

Parameter Specifications

LAMBDA-X

	Q3
Q3.1	1
Q3.2	2
Q3.3	3
Q3.4	4
Q3.5	5
Q3.6	6
Q3.7	7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

THETA-DELTA

	Q3.1	Q3.2	Q3.3	Q3.4	Q3.5	Q3.6
Q3.1	8					
Q3.2	0	9				
Q3.3	0	0	10			
Q3.4	0	0	0	11		
Q3.5	12	0	0	0	13	

Q3.6	0	0	0	14	0	15
Q3.7	0	0	0	16	0	17

THETA-DELTA

	Q3.7
Q3.7	18

TI Model Q3

Number of Iterations = 10

LISREL Estimates (Maximum Likelihood)

LAMBDA-X

	Q3
Q3.1	0.31
	(0.03)
	9.84
Q3.2	0.43
	(0.03)
	12.70
Q3.3	0.60
	(0.04)
	14.65
Q3.4	0.01

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(0.03)

0.20

Q3.5 0.11

(0.03)

3.45

Q3.6 -0.01

(0.03)

-0.43

Q3.7 0.03

(0.03)

0.95

PHI

Q3

1.00

THETA-DELTA

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Q3.1 Q3.2 Q3.3 Q3.4 Q3.5 Q3.6

--- --- --- --- --- ---

Q3.1 0.39

(0.02)

16.23

Q3.2 - - 0.26

(0.03)

10.50

Q3.3 - - - - 0.16

(0.04)

3.86

Q3.4	- -	- -	- -	0.55						
				(0.03)						
				18.12						
Q3.5	0.13	- -	- -	- -	0.49					
	(0.02)				(0.03)					
	7.02				17.96					
Q3.6	- -	- -	- -	0.23	- -	0.55				
				(0.02)		(0.03)				
				9.86		18.12				
Q3.7	- -	- -	- -	0.16	- -	0.17				
				(0.02)		(0.02)				
				8.28		9.20				

THETA-DELTA

Q3.7

Q3.7 0.38
(0.02)
18.11

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Squared Multiple Correlations for X - Variables

Q3.1	Q3.2	Q3.3	Q3.4	Q3.5	Q3.6
--------	--------	--------	--------	--------	--------
0.19	0.41	0.69	0.00	0.02	0.00

Squared Multiple Correlations for X - Variables

Q3.7

0.00

Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 10

Minimum Fit Function Chi-Square = 7.87 (P = 0.64)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 7.92 (P = 0.64)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 0.0

90 Percent Confidence Interval for NCP = (0.0 ; 8.18)

Minimum Fit Function Value = 0.012

Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.0

90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.0 ; 0.012)

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.0

90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.0 ; 0.035)

P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 1.00

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 0.070

90 Percent Confidence Interval for ECVI = (0.070 ; 0.082)

ECVI for Saturated Model = 0.085

ECVI for Independence Model = 1.11

Chi-Square for Independence Model with 21 Degrees of Freedom = 714.07

Independence AIC = 728.07

Model AIC = 43.92

Saturated AIC = 56.00

Independence CAIC = 766.49

Model CAIC = 142.72

Saturated CAIC = 209.70

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Normed Fit Index (NFI) = 0.99

Non-Normed Fit Index (NNFI) = 1.01

Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.47

Comparative Fit Index (CFI) = 1.00

Incremental Fit Index (IFI) = 1.00

Relative Fit Index (RFI) = 0.98

Critical N (CN) = 1939.02

Root Mean Square Residual (RMR) = 0.011

Standardized RMR = 0.023

Goodness of Fit Index (GFI) = 1.00

Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.99

Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.36

TI Model Q3

Fitted Covariance Matrix

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	Q3.1	Q3.2	Q3.3	Q3.4	Q3.5	Q3.6
Q3.1	0.49					
Q3.2	0.13	0.45				
Q3.3	0.18	0.25	0.52			
Q3.4	0.00	0.00	0.00	0.55		
Q3.5	0.17	0.05	0.07	0.00	0.51	
Q3.6	0.00	-0.01	-0.01	0.23	0.00	0.55
Q3.7	0.01	0.01	0.02	0.16	0.00	0.17

Fitted Covariance Matrix

	Q3.7
Q3.7	0.38

Fitted Residuals

	Q3.1	Q3.2	Q3.3	Q3.4	Q3.5	Q3.6
Q3.1	0.00					
Q3.2	0.00	0.00				
Q3.3	0.00	0.00	0.00			
Q3.4	-0.01	0.01	0.00	0.00		
Q3.5	0.00	-0.01	0.00	-0.04	0.00	
Q3.6	-0.01	0.02	-0.01	0.00	-0.03	0.00
Q3.7	-0.02	0.02	0.00	0.00	-0.01	0.00

Fitted Residuals

	Q3.7
Q3.7	0.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Summary Statistics for Fitted Residuals

Smallest Fitted Residual = -0.04
Median Fitted Residual = 0.00
Largest Fitted Residual = 0.02

Stemleaf Plot

- 3|6
- 2|5
- 1|7220
- 0|7642000000000000000
  0|3
  1|27
  2|0

Standardized Residuals

	Q3.1	Q3.2	Q3.3	Q3.4	Q3.5	Q3.6
Q3.1	- -					
Q3.2	0.13	- -				
Q3.3	0.37	-0.80	- -			
Q3.4	-0.69	0.88	-0.38	- -		
Q3.5	- -	-0.61	0.61	-1.80	- -	
Q3.6	-0.59	1.54	-1.03	- -	-1.24	- -
Q3.7	-1.19	1.56	-0.71	- -	-0.73	- -

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Standardized Residuals

	Q3.7
Q3.7	- -

Summary Statistics for Standardized Residuals

Smallest Standardized Residual = -1.80
Median Standardized Residual = 0.00
Largest Standardized Residual = 1.56

Stemleaf Plot

- 1|8
- 1|220
- 0|877766
- 0|400000000000
  0|14
  0|69
  1|
  1|56

TI Model Q3

Qplot of Standardized Residuals

3.5.....

. ..
. . .
. . .
. . .
. . .
. . .
. . .
. . .
. . .
. . .
. . .
. .x .
. . .

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

N . . x .
o . x. .
r . . .
m . x. .
a . x . .
l . x . .
. x . .
Q . * . .
u . x . .
a . x . .
n . x . .
t . x . .
i . x . .
l . . .
e . x . .
s . x .
. . .
. x . .
. . .
. . .
. . .
. . .
. . .
. . .
. . .
. . .
. . .

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

-3.5.....

-3.5 3.5

Standardized Residuals

TI Model Q3

Modification Indices and Expected Change

No Non-Zero Modification Indices for LAMBDA-X

No Non-Zero Modification Indices for PHI

Modification Indices for THETA-DELTA

	Q3.1	Q3.2	Q3.3	Q3.4	Q3.5	Q3.6
Q3.1	- -					
Q3.2	0.35	- -				
Q3.3	0.16	0.65	- -			
Q3.4	0.03	0.00	0.02	- -		
Q3.5	- -	0.38	0.35	1.86	- -	
Q3.6	0.01	0.90	0.68	- -	0.28	- -
Q3.7	1.01	1.03	0.13	- -	0.10	- -

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Modification Indices for THETA-DELTA

	Q3.7
Q3.7	- -

Expected Change for THETA-DELTA

	Q3.1	Q3.2	Q3.3	Q3.4	Q3.5	Q3.6

Q3.1	- -					
Q3.2	0.02	- -				
Q3.3	-0.02	-0.29	- -			
Q3.4	0.00	0.00	0.00	- -		
Q3.5	- -	-0.01	0.01	-0.02	- -	
Q3.6	0.00	0.01	-0.02	- -	-0.01	- -
Q3.7	-0.01	0.01	-0.01	- -	0.00	- -

Expected Change for THETA-DELTA

	Q3.7
Q3.7	- -

Completely Standardized Expected Change for THETA-DELTA

	Q3.1	Q3.2	Q3.3	Q3.4	Q3.5	Q3.6
Q3.1	- -					
Q3.2	0.05	- -				
Q3.3	-0.05	-0.61	- -			
Q3.4	0.01	0.00	0.00	- -		
Q3.5	- -	-0.02	0.03	-0.04	- -	
Q3.6	0.00	0.03	-0.03	- -	-0.02	- -
Q3.7	-0.03	0.03	-0.01	- -	0.01	- -

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Completely Standardized Expected Change for THETA-DELTA

	Q3.7

Q3.7 - -

Maximum Modification Index is 1.86 for Element (5, 4) of THETA-DELTA

TI Model Q3

Factor Scores Regressions

KSI

	Q3.1	Q3.2	Q3.3	Q3.4	Q3.5	Q3.6
Q3	0.19	0.39	0.90	0.00	0.00	-0.01

KSI

	Q3.7
Q3	0.02

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

TI Model Q3

Standardized Solution

LAMBDA-X

	Q3
Q3.1	0.31
Q3.2	0.43
Q3.3	0.60

Q3.4	0.01
Q3.5	0.11
Q3.6	-0.01
Q3.7	0.03

PHI

	Q3

	1.00

TI Model Q3

Completely Standardized Solution

LAMBDA-X

	Q3

Q3.1	0.44
Q3.2	0.64
Q3.3	0.83
Q3.4	0.01
Q3.5	0.16
Q3.6	-0.02
Q3.7	0.04

PHI

	Q3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.00

THETA-DELTA

	Q3.1	Q3.2	Q3.3	Q3.4	Q3.5	Q3.6
Q3.1	0.81					
Q3.2	- -	0.59				
Q3.3	- -	- -	0.31			
Q3.4	- -	- -	- -	1.00		
Q3.5	0.27	- -	- -	- -	0.98	
Q3.6	- -	- -	- -	0.42	- -	1.00
Q3.7	- -	- -	- -	0.34	- -	0.38

THETA-DELTA

	Q3.7
Q3.7	1.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Time used: 0.016 Seconds

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของ

องค์ประกอบการสื่อสารและการใช้ภาษา

DATE: 5/29/2018

TIME: 17:58

L I S R E L 8.80

BY

Karl G. J”reskog & Dag S”rbom

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., 1981-2006
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\chonnikan\Documents\Model Q4\CFA.LPJ:

TI Model Q4

!DA NI=4 NO=658 MA=CM

SY='C:\Users\chonnikan\Documents\Model Q4\CFA.dsf' NG=1

MO NX=4 NK=1 TD=SY

LK

Q4

FR LX(1,1) LX(2,1) LX(3,1) LX(4,1) TD(2,3)

PD

OU AM RS EF FS SC AD=OFF

TI Model Q4

Number of Input Variables 4

Number of Y - Variables 0

Number of X - Variables 4

Number of ETA - Variables 0

Number of KSI - Variables 1

Number of Observations 658

TI Model Q4

Covariance Matrix

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	Q4.1	Q4.2	Q4.3	Q4.4
Q4.1	0.37			
Q4.2	0.04	0.42		
Q4.3	0.15	0.00	0.47	
Q4.4	0.18	0.03	0.20	0.45

TI Model Q4

Parameter Specifications

LAMBDA-X

	Q4
Q4.1	1
Q4.2	2
Q4.3	3
Q4.4	4

THETA-DELTA

	Q4.1	Q4.2	Q4.3	Q4.4
Q4.1	5			
Q4.2	0	6		
Q4.3	0	7	8	
Q4.4	0	0	0	9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

TI Model Q4

Number of Iterations = 4

LISREL Estimates (Maximum Likelihood)

LAMBDA-X

	Q4
Q4.1	0.37

(0.03)

13.23

Q4.2 0.07

(0.03)

2.33

Q4.3 0.42

(0.03)

13.29

Q4.4 0.48

(0.03)

14.99

PHI

Q4

1.00

THETA-DELTA

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Q4.1 Q4.2 Q4.3 Q4.4

--- --- --- ---

Q4.1 0.24

(0.02)

12.99

Q4.2 - - 0.41

(0.02)

17.97

Q4.3 - - -0.03 0.29

(0.02) (0.02)

-2.16 12.50

Q4.4	- -	- -	- -

0.22

(0.02)

8.68

Squared Multiple Correlations for X - Variables

Q4.1	Q4.2	Q4.3	Q4.4
0.36	0.01	0.37	0.52

Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 1

Minimum Fit Function Chi-Square = 0.89 (P = 0.35)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 0.89 (P = 0.35)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 0.0

90 Percent Confidence Interval for NCP = (0.0 ; 6.69)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Minimum Fit Function Value = 0.0014

Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.0

90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.0 ; 0.010)

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.0

90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.0 ; 0.10)

P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 0.65

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 0.029

90 Percent Confidence Interval for ECVI = (0.029 ; 0.039)

ECVI for Saturated Model = 0.030

ECVI for Independence Model = 0.54

Chi-Square for Independence Model with 6 Degrees of Freedom = 345.79

Independence AIC = 353.79

Model AIC = 18.89

Saturated AIC = 20.00

Independence CAIC = 375.75

Model CAIC = 68.29

Saturated CAIC = 74.89

Normed Fit Index (NFI) = 1.00

Non-Normed Fit Index (NNFI) = 1.00

Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.17

Comparative Fit Index (CFI) = 1.00

Incremental Fit Index (IFI) = 1.00

Relative Fit Index (RFI) = 0.98

Critical N (CN) = 4890.54

Root Mean Square Residual (RMR) = 0.0036

Standardized RMR = 0.0089

Goodness of Fit Index (GFI) = 1.00

Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.99

Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

TI Model Q4

Fitted Covariance Matrix

	Q4.1	Q4.2	Q4.3	Q4.4
Q4.1	0.37			

Q4.2	0.03	0.42		
Q4.3	0.15	0.00	0.47	
Q4.4	0.18	0.04	0.20	0.45

Fitted Residuals

	Q4.1	Q4.2	Q4.3	Q4.4
Q4.1	0.00			
Q4.2	0.01	0.00		
Q4.3	0.00	0.00	0.00	
Q4.4	0.00	-0.01	0.00	0.00

Summary Statistics for Fitted Residuals

Smallest Fitted Residual = -0.01
Median Fitted Residual = 0.00
Largest Fitted Residual = 0.01

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Stemleaf Plot

- 0|6
- 0|2000000
0|1
0|9

Standardized Residuals

	Q4.1	Q4.2	Q4.3	Q4.4
Q4.1	-	-		

Q4.2	0.94	- -		
Q4.3	-0.94	- -	- -	
Q4.4	- -	-0.94	0.94	- -

Summary Statistics for Standardized Residuals

Smallest Standardized Residual = -0.94

Median Standardized Residual = 0.00

Largest Standardized Residual = 0.94

Stemleaf Plot

- 0|99
- 0|000000
0|
0|99

TI Model Q4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Qplot of Standardized Residuals

3.5.....

. ..

. . .

. . .

. . .

. . .

. . .

. . .

. . .

. . .

. . .
. . .
. . .
. . .
. . .
N . . .
o . . .
r . x .
m . . .
a . . .
l . . .
. . x .
Q . . .
u . . .
a . x . .
n . . .
t . . .
i . . .
l . x .
e . . .
s . . .
. . .
. . .
. . .
. . .
. . .
. . .
. . .
. . .
. . .
. . .

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

. . .

. . .

. . .

-3.5.....

-3.5 3.5

Standardized Residuals

TI Model Q4

Modification Indices and Expected Change

No Non-Zero Modification Indices for LAMBDA-X

No Non-Zero Modification Indices for PHI

Modification Indices for THETA-DELTA

	Q4.1	Q4.2	Q4.3	Q4.4
Q4.1	- -			
Q4.2	0.89	- -		
Q4.3	0.89	- -	- -	
Q4.4	- -	0.89	0.89	- -

Expected Change for THETA-DELTA

	Q4.1	Q4.2	Q4.3	Q4.4
Q4.1	- -			
Q4.2	0.01	- -		
Q4.3	-0.08	- -	- -	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Q4.4	- -	-0.02	0.11	- -

Completely Standardized Expected Change for THETA-DELTA

	Q4.1	Q4.2	Q4.3	Q4.4
Q4.1	- -			
Q4.2	0.04	- -		
Q4.3	-0.20	- -	- -	
Q4.4	- -	-0.04	0.24	- -

Maximum Modification Index is 0.89 for Element (2, 1) of THETA-DELTA

TI Model Q4

Factor Scores Regressions

KSI

	Q4.1	Q4.2	Q4.3	Q4.4
Q4	0.47	0.09	0.45	0.68

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

TI Model Q4

Standardized Solution

LAMBDA-X

	Q4

Q4.1	0.37
Q4.2	0.07
Q4.3	0.42
Q4.4	0.48

PHI

Q4

1.00

TI Model Q4

Completely Standardized Solution

LAMBDA-X

Q4

0.60
0.12
0.61
0.72

PHI

Q4

1.00

THETA-DELTA

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	Q4.1	Q4.2	Q4.3	Q4.4
Q4.1	0.64			
Q4.2	- -	0.99		
Q4.3	- -	-0.08	0.63	
Q4.4	- -	- -	- -	0.48

Time used: 0.016 Seconds

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของ

องค์ประกอบบุคลิกลักษณะความเป็นครู

DATE: 5/29/2018

TIME: 18:08

L I S R E L 8.80

BY

Karl G. J”reskog & Dag S”rbom

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., 1981-2006

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\chonnikan\Documents\Model Q5\CFA.LPJ:

TI Model Q5

!DA NI=5 NO=658 MA=CM

SY='C:\Users\chonnikan\Documents\Model Q5\CFA.dsf' NG=1

MO NX=5 NK=1 TD=SY

LK

Q5

FR LX(1,1) LX(2,1) LX(3,1) LX(4,1) LX(5,1)

FR TD(3,4) TD(4,5) TD(3,5)

PD

OU ME=ML AM RS EF FS SC AD=OFF

TI Model Q5

Number of Input Variables 5

Number of Y - Variables 0

Number of X - Variables 5

Number of ETA - Variables 0

Number of KSI - Variables 1

Number of Observations 658

TI Model Q5

Covariance Matrix

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	Q5.1	Q5.2	Q5.3	Q5.4	Q5.5
Q5.1	0.27				
Q5.2	0.13	0.30			
Q5.3	0.12	0.09	0.38		
Q5.4	0.01	0.01	0.04	0.47	
Q5.5	0.00	0.00	-0.01	0.04	0.32

TI Model Q5

Parameter Specifications

LAMBDA-X

	Q5
Q5.1	1
Q5.2	2
Q5.3	3
Q5.4	4
Q5.5	5

THETA-DELTA

	Q5.1	Q5.2	Q5.3	Q5.4	Q5.5
Q5.1	6				
Q5.2	0	7			
Q5.3	0	0	8		
Q5.4	0	0	9	10	
Q5.5	0	0	11	12	13

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

TI Model Q5

Number of Iterations = 5

LISREL Estimates (Maximum Likelihood)

LAMBDA-X

	Q5
Q5.1	0.41
	(0.03)
	12.94
Q5.2	0.31
	(0.03)
	10.93
Q5.3	0.29
	(0.03)
	9.71
Q5.4	0.02
	(0.03)
	0.58
Q5.5	0.01
	(0.03)
	0.31

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

PHI

Q5
1.00

THETA-DELTA

Q5.1	Q5.2	Q5.3	Q5.4	Q5.5
Q5.1	0.10			
	(0.02)			

4.43

Q5.2 - - 0.21

(0.02)

12.23

Q5.3 - - - - 0.30

(0.02)

15.16

Q5.4 - - - - 0.04 0.47

(0.02) (0.03)

2.23 18.12

Q5.5 - - - - -0.01 0.04 0.32

(0.01) (0.02) (0.02)

-1.04 2.89 18.12

Squared Multiple Correlations for X - Variables

Q5.1	Q5.2	Q5.3	Q5.4	Q5.5
0.63	0.32	0.22	0.00	0.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 2

Minimum Fit Function Chi-Square = 0.042 (P = 0.98)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 0.042 (P = 0.98)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 0.0

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

Minimum Fit Function Value = 0.00

Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.0

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

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.0

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

P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 1.00

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 0.043

90 Percent Confidence Interval for ECVI = (0.043 ; 0.043)

ECVI for Saturated Model = 0.046

ECVI for Independence Model = 0.44

Chi-Square for Independence Model with 10 Degrees of Freedom = 278.45

Independence AIC = 288.45

Model AIC = 26.04

Saturated AIC = 30.00

Independence CAIC = 315.90

Model CAIC = 97.40

Saturated CAIC = 112.34

Normed Fit Index (NFI) = 1.00

Non-Normed Fit Index (NNFI) = 1.04

Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.20

Comparative Fit Index (CFI) = 1.00

Incremental Fit Index (IFI) = 1.01

Relative Fit Index (RFI) = 1.00

Critical N (CN) = 143013.58

Root Mean Square Residual (RMR) = 0.00050

Standardized RMR = 0.0016

Goodness of Fit Index (GFI) = 1.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 1.00

Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.13

TI Model Q5

Fitted Covariance Matrix

	Q5.1	Q5.2	Q5.3	Q5.4	Q5.5
Q5.1	0.27				
Q5.2	0.13	0.30			
Q5.3	0.12	0.09	0.38		
Q5.4	0.01	0.01	0.04	0.47	
Q5.5	0.00	0.00	-0.01	0.04	0.32

Fitted Residuals

	Q5.1	Q5.2	Q5.3	Q5.4	Q5.5
Q5.1	0.00				
Q5.2	0.00	0.00			
Q5.3	0.00	0.00	0.00		
Q5.4	0.00	0.00	0.00	0.00	
Q5.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Summary Statistics for Fitted Residuals

Smallest Fitted Residual = 0.00

Median Fitted Residual = 0.00

Largest Fitted Residual = 0.00

Stemleaf Plot

- 0|7
- 0|100000000000
  0|1
  0|
  1|
  1|8

Standardized Residuals

	Q5.1	Q5.2	Q5.3	Q5.4	Q5.5
Q5.1	- -				
Q5.2	- -	- -			
Q5.3	0.17	-0.17	- -		
Q5.4	-0.01	0.01	- -	- -	
Q5.5	-0.21	0.21	- -	- -	- -

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Summary Statistics for Standardized Residuals

Smallest Standardized Residual = -0.21
Median Standardized Residual = 0.00
Largest Standardized Residual = 0.21

Stemleaf Plot

- 2|1
- 1|7
- 0|1000000000
  0|1

1|7

2|1

TI Model Q5

Qplot of Standardized Residuals

3.5.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

N
o
r
m
a
l

x

Q
u

a . . x .

n . . .

t . . x .

i . . .

l . . .

e . . x .

s . . .

. . .

. . .

. . .

. . .

. . .

. . .

. . .

. . .

. . .

. . .

. . .

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

-3.5.....

-3.5 3.5

Standardized Residuals

TI Model Q5

Modification Indices and Expected Change

No Non-Zero Modification Indices for LAMBDA-X

No Non-Zero Modification Indices for PHI

Modification Indices for THETA-DELTA

	Q5.1	Q5.2	Q5.3	Q5.4	Q5.5
Q5.1	- -				
Q5.2	- -	- -			
Q5.3	0.01	0.01	- -		
Q5.4	0.00	0.00	- -	- -	
Q5.5	0.04	0.04	- -	- -	- -

Expected Change for THETA-DELTA

	Q5.1	Q5.2	Q5.3	Q5.4	Q5.5
Q5.1	- -				
Q5.2	- -	- -			
Q5.3	0.02	-0.02	- -		
Q5.4	0.00	0.00	- -	- -	
Q5.5	0.00	0.00	- -	- -	- -

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Completely Standardized Expected Change for THETA-DELTA

	Q5.1	Q5.2	Q5.3	Q5.4	Q5.5
Q5.1	- -				
Q5.2	- -	- -			
Q5.3	0.07	-0.05	- -		
Q5.4	0.00	0.00	- -	- -	
Q5.5	-0.01	0.01	- -	- -	- -

Maximum Modification Index is 0.04 for Element (5, 2) of THETA-DELTA

TI Model Q5

Factor Scores Regressions

KSI

	Q5.1	Q5.2	Q5.3	Q5.4	Q5.5
Q5	1.20	0.44	0.28	-0.01	0.02

TI Model Q5

Standardized Solution

LAMBDA-X

	Q5
Q5.1	0.41
Q5.2	0.31
Q5.3	0.29
Q5.4	0.02
Q5.5	0.01

PHI

	Q5
Q5	1.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

TI Model Q5

Completely Standardized Solution

LAMBDA-X

	Q5
Q5.1	0.79
Q5.2	0.56
Q5.3	0.46
Q5.4	0.03
Q5.5	0.01

PHI

	Q5
Q5	1.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

THETA-DELTA

	Q5.1	Q5.2	Q5.3	Q5.4	Q5.5
Q5.1	0.37				
Q5.2	- -	0.68			
Q5.3	- -	- -	0.78		
Q5.4	- -	- -	0.08	1.00	
Q5.5	- -	- -	-0.04	0.11	1.00

Time used: 0.000 Seconds

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวภัณฑิรา ดวงจินดา เกิดวันที่ 19 กรกฎาคม พ.ศ. 2533 ภูมิลำเนาอยู่ที่จังหวัดน่าน สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ครุศาสตรบัณฑิต สาขามัธยมศึกษาวิทยาศาสตร์ วิชาเอกเคมี ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2556 และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2557 ปัจจุบันรับราชการครู ปฏิบัติการสอนรายวิชาเคมี ที่โรงเรียนเทพศิรินทร์ สมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University