



การตรวจสอบความตรงเชิงทฤษฎีของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Construct Validity of Science Process Skills

ศานิตย์ ศรีคุณ¹⁾ และ ดร. ทศนีย์ บุญเต็ม²⁾

Sanit Srikoon¹⁾ and Dr. Tassanee Bunterm²⁾

¹⁾สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Department of Curriculum And Instruction, Faculty Of Education, Khon Kaen University

²⁾สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Department of Curriculum And Instruction, Faculty of Education, Khon Kaen University

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงทฤษฎีของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 659 คน ลักษณะของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ ตรวจสอบความตรงเชิงทฤษฎี (construct validity) โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (confirmatory factor analysis: CFA) ผลการวิจัยปรากฏว่าแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skill test) มีความตรงเชิงทฤษฎี (construct validity) ดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดล (goodness of fit indices) มีค่าตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้ กล่าวคือ 1) ค่าไคว์สแควร์(chi-square: χ^2) เท่ากับ 942.949 โดยมีค่าองศาแห่งความเป็นอิสระ (degrees of freedom) เท่ากับ 875 และค่าความน่าจะเป็น (p-value) เท่ากับ 0.055 2) อัตราส่วนค่า χ^2/df มีค่าเท่ากับ 0.735 3) The comparative fit index (CFI) เท่ากับ 0.958 4) Tucker-Lewis coefficient (TLI) เท่ากับ 0.953 5) Root mean square error approximation (RMSEA) เท่ากับ 0.011 6) Standardized Root Mean Residual (SRMR) เท่ากับ 0.035

Abstract

The purpose of this research was to validate of science process skill test. Sample are 659 students in grade 9. Science process skill test is the multiple choices test. Confirmatory factor analysis was used to analyze the confirm construct validity. The results confirmed the construct validity of this test an excellent fit with χ^2 statistic of 942.949 (degrees of freedom = 875, $p = 0.055$), and the χ^2/df ratio having a value of 0.735 indicates a good fit. The comparative fit index (CFI) is 0.958, and Tucker-Lewis coefficient (TLI) is 0.953, Root mean square error approximation (RMSEA) is 0.011, Standardized Root Mean Residual (SRMR) is 0.035. All the indicators indicated there was a goodness of fit between the empirical data and the hypothetical measurement model.

Keywords: Science Process Skills, Confirmatory Factor Analysis, Construct Validity

1. บทนำ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) เป็นเครื่องมือที่นักเรียนใช้สืบเสาะหาความรู้เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ [1] ดังนั้นครูควรมีความเข้าใจและมีข้อมูลและสารสนเทศเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ถูกต้อง แม่นยำจึงจะสามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ [1] เพื่อให้ได้ข้อมูลสารสนเทศที่เป็นจริง และเอื้อต่อการที่ครูนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน จำเป็นต้องมีเครื่องมือวัดที่มีคุณภาพ การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงทฤษฎีของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นจากกรอบทฤษฎีของ คณะกรรมการการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Commission of Education) ของสมาคม AAAS (American Association for the Advancement of Science) [6]

ความตรงเชิงทฤษฎี (construct validity) เป็นการพิจารณาว่ากลุ่มของตัวแปรที่ถูกวัดมีความสอดคล้องกลมกลืนกับโครงสร้างหรือทฤษฎีหรือไม่ วิธีการตรวจสอบความตรงเชิงทฤษฎี คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (confirmatory factor analysis: CFA) ซึ่งการยืนยันหรือระบุโครงสร้างที่อยู่เบื้องหลังกลุ่มตัวแปร [3] ในงานวิจัยของ Bunterm T et al. [2] นั้นแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นจากผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และมีการทดลองใช้เพื่อตรวจสอบความเที่ยงแล้ว อย่างไรก็ตาม ในการพัฒนาแบบวัดโดยทั่วไปนั้น เพียงแค่ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญยังไม่อาจนับได้ว่าเป็นความตรงเชิงทฤษฎีได้อย่างมั่นใจ ดังนั้นเพื่อตรวจสอบว่าแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้สามารถวัดได้ตรงตามทฤษฎี (construct) จึงต้องตรวจสอบความตรงตามเชิงทฤษฎี (construct validity) ซึ่งเป็นความตรง (validity) ที่สำคัญ ของเครื่องมือวัดผลทางการศึกษา [3]

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถที่สะท้อนถึงการเป็นนักวิทยาศาสตร์ คณะกรรมการการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Commission of

Education) ของสมาคม AAAS (American Association for the Advancement of Science) ได้แบ่งทักษะกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์เป็น 13 ทักษะ โดยแบ่งทักษะทั้งหมดออกเป็น 2 ประเภท คือ [6]

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (The basic process skills: BA) มี 8 ทักษะ ดังนี้

1.1 ทักษะการสังเกต (Observing: O) หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลาย ๆ อย่างรวมกัน ได้แก่ หู จมูก ตา ลิ้น และผิวหนัง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล คุณลักษณะ และรายละเอียดของสิ่งของหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ทั้งที่เป็นเชิงปริมาณและคุณภาพ

1.2 ทักษะการวัด (Measuring: M) หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งการกะประมาณค่าที่ควรจะวัดได้

1.3 ทักษะการคำนวณ (Using Number: UN) หมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณ หาร หรือจัดกระทำกับตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรง หรือจากแหล่งอื่น

1.4 ทักษะการจำแนกประเภท (Classification: CI) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกสิ่งของหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภท โดยมีเกณฑ์ในการจำแนกต่าง ๆ โดยพิจารณาจากคุณสมบัติที่เหมือนกัน สัมพันธ์กัน หรือต่างกัน ของสิ่งของหรือเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจมีวิธีแบ่งได้หลายวิธีทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้

1.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/Time Relationship: S) การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง และเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ซึ่งได้แก่ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

1.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication: OC) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ อาจนำเสนอในรูปแบบตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟสมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

1.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring: I) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีอาจได้มาจากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง คำอธิบายนั้นเป็นสิ่งที่ได้จากประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนเองมีอยู่

1.8 ทักษะการพยากรณ์(Predicting: P) ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นโดยอาศัยทักษะการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎี ในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำได้ภายใต้ขอบเขตของข้อมูล และภายนอกขอบเขตข้อมูล

2. ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ (Integrated Process Skills: IP) มี 5 ทักษะ ดังนี้

2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis: FH) ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังทำการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยหลักการสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิม

2.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally: DO) หมายถึง ความสามารถ

ในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

2.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables: IC) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ การควบคุมตัวแปรนั้นเป็นการควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

2.4 ทักษะการทดลอง (Experimenting: E) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือสมมติฐานที่ตั้งไว้ในทดลอง

2.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpretation Data and Conclusion: ID) หมายถึง ความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำ และอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้วในบางครั้งอาจจะต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การวิจัยนี้หวังเป็นอย่างยิ่งว่าการตรวจสอบแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะสามารถยืนยันคุณภาพของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างความมั่นใจแก่ผู้ใช้แบบวัดนี้ในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงทฤษฎีของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงสำรวจ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จังหวัดกาฬสินธุ์ รวมทั้งสิ้น 659 คน เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างวันที่ 1 พฤษภาคม 2557 - วันที่ 30 มิถุนายน 2557

ลักษณะของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบทดสอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ นำมาจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยของ Bunterm T et al. [2] ที่พัฒนาขึ้นตาม

กรอบทฤษฎีของ คณะกรรมการการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Commission of Education) ของสมาคม AAAS (American Association for the Advancement of Science) [6] ตัวอย่างข้อสอบแสดงดังนี้

ตารางที่ 1 ตัวอย่างข้อสอบ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ตัวอย่างข้อสอบ
ทักษะการสังเกต	1. ครูให้นักเรียนไปสำรวจระบบนิเวศที่บ้าน แล้วบันทึกในสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้ส่งครู นักเรียนจะสามารถสำรวจข้อมูลใดได้บ้าง ก. ถ่านไม้เมื่อเผาไฟจะเกิดการลุกไหม้ เมื่อไฟดับแล้วจะเหลือแต่ขี้เถ้า ข. แมลงหวี่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคตาแดง ค. สัมผัสผลไม้มีรูปร่างเป็นรูปทรงกลม ง. พื้นที่ประมาณ 4 ตารางเมตร
ทักษะการวัด	5. ข้อใดเป็นการเลือกใช้เครื่องมือในการวัดได้อย่างเหมาะสม ก. วัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์ ข. ใช้ไม้เมตรวัดความยาวของสนามฟุตบอล ค. หาปริมาตรของของเหลวด้วยหลอดทดลอง ง. ชั่งน้ำหนักของมะม่วง 10 ผล ด้วยเครื่องชั่งสปริง
ทักษะการคำนวณ	10. เสือชั่งน้ำหนักของก้อนหิน 4 ครั้ง ได้ค่าน้ำหนักดังนี้คือ 4.5, 4.7 , 4.4 และ 4.5 กรัม หินก้อนนี้ควรมีน้ำหนักเท่าใด ก. 4.50 กรัม ข. 4.52 กรัม ค. 14.1 กรัม ง. 18.1 กรัม
ทักษะการจำแนกประเภท	15. นักเรียนคนหนึ่งจำแนกประเภทยานพาหนะดังนี้ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ เรือสำเภา แพ รถจักรยาน กลุ่มที่ 2 ได้แก่ รถมอเตอร์ไซด์ เครื่องบิน รถยนต์ การจำแนกนี้ใช้เกณฑ์ใด ก. ราคา ข. อุปกรณ์ที่ใช้ ค. การคมนาคม ง. แหล่งพลังงาน
ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา	17. ถ้าตอนเช้านักเรียนไปโรงเรียนดวงอาทิตย์อยู่ด้านหน้า ตอนเย็นกลับบ้านดวงอาทิตย์จะอยู่ด้านใด ก. ด้านหลัง ข. ด้านหน้า ค. ด้านซ้าย ง. ด้านขวา
ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	20. นักเรียนจะนำเสนอข้อมูลในรูปแบบใดจึงจะทำให้เพื่อน ๆ ในชั้นเรียนเข้าใจ การเจริญเติบโตของนก ตั้งแต่ไข่จนถึงตัวเต็มวัย ได้ชัดเจนที่สุด ก. แบบตาราง ข. แผนภูมิแท่ง ค. แผนภูมิวงจรร ง. แผนภูมิรูปภาพ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ตัวอย่างข้อสอบ
ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	24. นักท่องเที่ยว 5 คน เคยมาเที่ยวด้วยกันครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ.2535 และทั้งหมดได้กลับมาพักที่นี่อีกครั้งในปี พ.ศ. 2544 เมื่อถึงสถานที่ท่องเที่ยวก็เริ่มสนทนากันดังนี้ คนที่ 1 : ไม่มีอะไรเปลี่ยนแปลง คนที่ 2 : ไม่มีต้นไม้เพิ่มขึ้นเลย ตลิ่งก็พังมากขึ้น คนที่ 3 : ต้นไม้ใหญ่ขึ้น ทางเดินกว้างขึ้น คนที่ 4 : บริเวณที่ทางเดินที่ไม่มีพืชขึ้นเลย เพราะมนุษย์ทำแท้ง ๆ จากคำสนทนาดังกล่าวข้างต้น คำพูดของใครเป็นการลงความคิดเห็น ก. คนที่ 1 ข. คนที่ 2 ค. คนที่ 3 ง. คนที่ 4
ทักษะการพยากรณ์	27. ถ้าใช้จำนวนถ่านไฟฉาย 5 ก้อนระยะยืดของยางยืดจะเป็นเท่าใด ก. 1.8 เซนติเมตร ข. 1.9 เซนติเมตร ค. 2.0 เซนติเมตร ง. 2.1 เซนติเมตร
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	31. กานต์ใช้ดินร่วนกับดินเหนียวปลูกต้นไม้ชนิดหนึ่ง โดยควบคุมสิ่งต่าง ๆ ให้เหมือนกันเมื่อเวลาผ่านไป 1 เดือนปรากฏว่าต้นไม้ 2 ต้น เจริญเติบโตไม่เท่ากัน กานต์ควรตั้งสมมติฐานการทดลองครั้งนี้ว่าอย่างไร ก. ชนิดของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ ข. ปริมาณของน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ ค. ปริมาณของปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ ง. ปริมาณของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้
ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	35. ข้อใดเป็นความหมายของ “น้ำกระด้าง” ซึ่งนักเรียนสามารถสังเกตและวัดได้ ก. น้ำที่ใช้อุปโภค ข. น้ำที่ไม่มีเชื้อโรค ค. น้ำที่ไม่ทำฟองกับสบู่ ง. น้ำที่ไม่เหมาะสมสำหรับดื่ม
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	38. ในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า “การขับรถด้วยความเร็วที่แตกต่างกันทำให้สิ้นเปลืองน้ำมันต่างกัน” สิ่งที่ต้องจัดให้ต่างกันคืออะไร ก. ระยะเวลา ข. ปริมาณน้ำมัน ค. ระยะทางที่ใช้ ง. ความเร็วของรถ
ทักษะการทดลอง	41. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายแอลกอฮอล์เข้มข้น 60% จำนวน 50 ลูกบาศก์-เซนติเมตร จะต้องใช้อุปกรณ์ ตามข้อใด จึงจะเหมาะสม ก. ปีกเกอร์และหลอดทดลอง ข. กระจกตวงและปีกเกอร์ ค. หลอดหยดและหลอดฉีดยา ง. หลอดฉีดยาและหลอดทดลอง

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ตัวอย่างข้อสอบ										
ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	คำชี้แจง : ใช้ข้อมูลในตารางตอบคำถามข้อ 43 ตารางแสดงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในแหล่งน้ำต่างๆ										
	<table><tr><th>แหล่งน้ำ</th><th>ปริมาณแก๊สออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l)</th></tr><tr><td>A</td><td>4.3</td></tr><tr><td>B</td><td>2.8</td></tr><tr><td>C</td><td>3.0</td></tr><tr><td>D</td><td>1.5</td></tr></table>	แหล่งน้ำ	ปริมาณแก๊สออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l)	A	4.3	B	2.8	C	3.0	D	1.5
	แหล่งน้ำ	ปริมาณแก๊สออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l)									
	A	4.3									
	B	2.8									
	C	3.0									
D	1.5										
43. แหล่งน้ำใดจัดว่าเป็นน้ำเสีย											
ก. A และ B ข. B และ D ค. A และ C ง. B และ C											

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการหาความตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity) โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA)

4. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทียบกับเกณฑ์ดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดล (goodness of fit indices) ดังนี้ [4]

1) ค่าไคว์สแควร์ (chi-square: χ^2) เท่ากับ 942.949 โดยมีค่าองศาแห่งความอิสระ (degrees of freedom) เท่ากับ 875 และค่าความน่าจะเป็น (p-value) เท่ากับ 0.055 แสดงว่าข้อมูลเชิงประจักษ์ไม่มีความแตกต่างจากทฤษฎี แต่อาจมีความลำเอียงจึงต้องพิจารณาดัชนีตั้งแต่ข้อ 2)-6) เพิ่มเติม [4]

2) อัตราส่วนค่า χ^2/df มีค่าเท่ากับ 0.735 อยู่ระหว่างอัตราส่วน 2:1 แสดงว่าโมเดลการวัดสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ [9]

3) The comparative fit index (CFI) เท่ากับ 0.958 มีค่ามากกว่า 0.95 แสดงว่าโมเดลการวัดนี้มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ [4]

4) Tucker-Lewis coefficient (TLI) เท่ากับ 0.953 มีค่ามากกว่า 0.95 แสดงว่าโมเดลการวัดนี้มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ [7]

5) Root mean square error approximation (RMSEA) เท่ากับ 0.011 มีค่าน้อยกว่า 0.03 แสดงว่าโมเดลการวัดนี้สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ [8]

6) Standardized Root Mean Residual (SRMR) เท่ากับ 0.035 มีค่าน้อยกว่า 0.08 แสดงว่าโมเดลการวัดนี้สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ [4]

ตารางที่ 2 เป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนดิบ (b) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐาน (β) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) สัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบ (FS) สัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ซึ่งเป็นผลการวิเคราะห์โมเดลที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและ

สื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป พบว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบของทุกตัวแปรมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) แสดงว่าข้อสอบทั้ง 45 ข้อ เป็นข้อรายการที่สามารถวัด

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยตัวแปรดังกล่าวมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.028-0.791 โดยข้อสอบที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดคือ ข้อที่ 26 รองลงมาคือ ข้อรายการที่ 33 ส่วนข้อรายการที่มีน้ำหนักน้อยที่สุดคือ ข้อรายการที่ 2 เมื่อพิจารณารายละเอียดในองค์ประกอบแต่ละด้านปรากฏผลดัง ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปรสังเกตได้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
	b	SE	t			
การวิเคราะห์องค์ประกอบ อันดับที่หนึ่ง						
ทักษะการสังเกต						
ข้อที่ 1	1.000	0.000	<----->	0.264	0.041	0.070
ข้อที่ 2	0.174	0.299	0.583**	0.028	0.004	0.001
ข้อที่ 3	1.077	0.374	2.881**	0.213	0.025	0.045
ข้อที่ 4	2.909	0.734	3.962**	0.531	0.074	0.282
ทักษะการวัด						
ข้อที่ 5	1.000	0.000	<----->	0.496	0.086	0.246
ข้อที่ 6	0.159	0.073	2.178**	0.093	0.011	0.009
ข้อที่ 7	0.467	0.082	5.677**	0.243	0.034	0.059
ข้อที่ 8	0.904	0.086	10.463**	0.490	0.091	0.240
ข้อที่ 9	0.866	0.587	9.906**	0.436	0.077	0.190
ทักษะการคำนวณ						
ข้อที่ 10	1.000	0.000	<----->	0.131	0.003	0.017
ข้อที่ 11	2.661	0.712	3.736**	0.337	0.011	0.114
ข้อที่ 12	3.552	0.939	3.781**	0.396	0.009	0.157
ทักษะการจำแนกประเภท						
ข้อที่ 13	1.000	0.000	<----->	0.161	0.008	0.026
ข้อที่ 14	0.825	0.118	7.072**	0.483	0.103	0.233
ข้อที่ 15	0.836	0.120	6.971**	0.489	0.105	0.239
ข้อที่ 16	0.916	0.129	7.084**	0.547	0.143	0.299

ตัวแปรสังเกตได้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
	b	SE	t			
ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา						
ข้อที่ 17	1.000	0.000	<----->	0.189	0.021	0.036
ข้อที่ 18	0.181	0.113	1.599**	0.047	0.009	0.002
ข้อที่ 19	2.053	0.329	6.240**	0.393	0.051	0.154
ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล						
ข้อรายการที่ 20	1.000	0.000	<----->	0.093	0.001	0.009
ข้อรายการที่ 21	3.151	1.252	2.517**	0.256	0.004	0.066
ตัวแปรสังเกตได้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
	b	SE	t			
ข้อรายการที่ 22	4.711	1.891	2.492**	0.355	0.005	0.126
ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล						
ข้อที่ 23	1.000	0.000	<----->	0.592	0.176	0.350
ข้อที่ 24	0.549	0.74	7.414**	0.342	0.037	0.117
ข้อที่ 25	0.841	0.086	9.828**	0.493	0.141	0.244
ข้อที่ 26	1.339	0.107	12.532**	0.791	0.335	0.626
ทักษะการพยากรณ์						
ข้อที่ 27	1.000	0.000	<----->	0.447	0.014	0.200
ข้อที่ 28	0.549	0.069	11.475**	0.357	0.010	0.128
ข้อที่ 29	0.841	0.084	12.777**	0.478	0.018	0.229
ข้อที่ 30	1.339	0.071	7.085**	0.246	0.016	0.060
ทักษะการตั้งสมมติฐาน						
ข้อที่ 31	1.000	0.000	<----->	0.627	0.137	0.393
ข้อที่ 32	0.837	0.059	14.166**	0.546	0.095	0.298
ข้อที่ 33	1.003	0.057	17.445**	0.636	0.144	0.404
ข้อที่ 34	0.349	0.058	5.968**	0.260	0.063	0.068
ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ						

ตัวแปรสังเกตได้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
	b	SE	t			
ข้อที่ 35	1.000	0.000	<----->	0.153	0.019	0.024
ข้อที่ 36	3.154	1.190	2.651**	0.438	0.042	0.192
ข้อที่ 37	3.494	1.263	2.765**	0.475	0.039	0.226
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร						
ข้อที่ 38	1.000	0.000	<----->	0.437	0.003	0.191
ข้อที่ 39	1.123	0.126	8.912**	0.455	0.004	0.207
ข้อที่ 40	1.265	0.142	8.913**	0.517	0.013	0.267
ทักษะการทดลอง						
ข้อที่ 41	1.000	0.000	<----->	0.505	0.190	0.255
ข้อที่ 42	0.751	0.163	4.597**	0.412	0.150	0.170
ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป						
ข้อที่ 43	1.000	0.000	<----->	0.481	0.075	0.231
ข้อที่ 44	1.022	0.089	11.532**	0.528	0.102	0.279
การวิเคราะห์องค์ประกอบอันดับที่สอง						
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน						
ทักษะการสังเกต	1.000	0.000	<----->	0.539		0.290
ทักษะการวัด	4.455	1.117	3.989**	0.872		0.760
ทักษะการคำนวณ	1.311	0.439	2.989**	0.841		0.069
ทักษะการจำแนกประเภท	4.955	1.339	3.699**	0.829		0.699
ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	2.580	0.715	3.610**	1.323		
ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	0.736	0.345	2.131**	0.979		0.958
ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	4.349	1.090	3.992**	0.719		0.517
ทักษะการพยากรณ์	5.165	1.279	4.040**	0.830		0.689
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานขั้นบูรณาการ						

ตัวแปรสังเกตได้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
	b	SE	t			
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	1.000	0.000	<----->	0.920		0.847
ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	0.145	0.052	2.790**	0.654		0.427
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	0.623	0.063	9.911**	0.893		0.797
ทักษะการทดลอง	0.412	0.061	6.698**	0.523		0.273
ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	0.679	0.062	10.955**	0.831		0.690

หมายเหตุ ** $p < 0.01$ <----> ไม่รายงานค่า SE และ t เนื่องจากเป็นพารามิเตอร์บังคับ (constrained parameter)

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทักษะการสังเกต พบว่า ทุกข้อมีน้ำหนักองค์ประกอบที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยข้อสอบที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ ข้อที่ 4 โดยมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบทักษะการสังเกต ประมาณร้อยละ 28.2 รองลงมาคือ ข้อที่ 1 ข้อที่ 4 และข้อที่ 2 ตามลำดับ ข้อสอบดังกล่าวมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบทักษะการสังเกตประมาณร้อยละ 0.100-7.000

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทักษะการวัด ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ทุกข้อมีน้ำหนักองค์ประกอบที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยข้อสอบที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ ข้อที่ 5 โดยมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบทักษะการวัด ประมาณร้อยละ 24.6 และ รองลงมาคือ ข้อที่ 8 ข้อที่ 9 ข้อที่ 7 และข้อที่ 6 โดยมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบทักษะการวัด ประมาณร้อยละ 0.900-24.000

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทักษะการคำนวณ พบว่า ทุกข้อมีน้ำหนักองค์ประกอบที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยข้อที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ ข้อรายการที่ 12 รองลงมาคือ ข้อที่ 11 ข้อที่ 10 โดยมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบทักษะการคำนวณ ประมาณร้อยละ 15.700 11.400 และ 1.700

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทักษะการจำแนกประเภท พบว่า ทุกข้อมีน้ำหนักองค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยข้อที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ ข้อที่ 16 โดยมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบทักษะการจำแนกประเภท ประมาณร้อยละ 29.9 รองลงมาคือ ข้อที่ 15 ข้อที่ 14 และข้อที่ 13 โดยมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบทักษะการจำแนกประเภท ประมาณร้อยละ 23.900 23.300 และ 2.600 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา พบว่า ทุกข้อมีน้ำหนักองค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยข้อที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ ข้อที่ 19 รองลงมาคือ ข้อที่ 17 และข้อที่ 18 โดยมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบนี้ ประมาณร้อยละ 15.400 3.600 และ 0.200 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล พบว่า ทุกข้อมีน้ำหนักองค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยข้อที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ ข้อที่ 22 รองลงมาคือ ข้อที่ 21 และ ข้อที่ 20 โดยมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบนี้ ประมาณร้อยละ 12.600 6.600 และ 0.900 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล พบว่า ทุกข้อมีน้ำหนักองค์ประกอบที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยข้อที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ ข้อที่ 26 รองลงมาคือ ข้อที่ 23 ข้อที่ 25 โดยมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ประมาณร้อยละ 62.600 35.000 และ 24.400 ตามลำดับ และข้อที่มีน้ำหนักความสำคัญน้อยที่สุด คือ ข้อที่ 24 โดยมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบทักษะทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ประมาณร้อยละ 11.700

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทักษะการพยากรณ์ พบว่า ทุกข้อมีน้ำหนักองค์ประกอบที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยข้อที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ ข้อที่ 29 รองลงมาคือ ข้อที่ 27 และข้อที่ 28 โดยมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบทักษะการพยากรณ์ ประมาณร้อยละ 22.900 20.000 และ 12.800 ตามลำดับ และข้อที่มีน้ำหนักความสำคัญน้อยที่สุด คือ ข้อที่ 30 โดยมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบทักษะทักษะการพยากรณ์ ประมาณร้อยละ 6.000

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทักษะการตั้งสมมติฐาน พบว่า ทุกข้อมีน้ำหนักองค์ประกอบที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยข้อที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ ข้อที่ 33 รองลงมาคือ ข้อที่ 31 และข้อที่ 32 โดยมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบทักษะการตั้งสมมติฐาน ประมาณร้อยละ 40.400 39.300 และ 29.800 ตามลำดับ และข้อที่มีน้ำหนักความสำคัญน้อยที่สุด คือ ข้อที่ 34 โดยมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบทักษะทักษะการพยากรณ์ ประมาณร้อยละ 6.800

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ พบว่า ทุกข้อมีน้ำหนักองค์ประกอบที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยข้อที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ ข้อที่ 37 รองลงมาคือ ข้อที่ 36 ข้อที่ 35 โดยมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ประมาณร้อยละ 22.600 19.200 และ 2.400 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร พบว่า ทุกข้อมีน้ำหนักองค์ประกอบที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยข้อที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ ข้อรายการที่ 40 รองลงมาคือ ข้อที่ 39 ข้อรายการที่ 38 โดยมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ประมาณร้อยละ 26.700 20.700 และ 19.100 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทักษะการทดลอง พบว่า ทุกข้อมีน้ำหนักองค์ประกอบที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยข้อที่ 41 มีน้ำหนักความสำคัญมากกว่าข้อที่ 40 โดยมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบทักษะการทดลอง ประมาณร้อยละ 25.500 และ 17.000 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป พบว่า ทุกข้อมีน้ำหนักองค์ประกอบที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยข้อที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ ข้อที่ 44 รองลงมาคือ ข้อที่ 43 ข้อที่ 45 โดยมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ประมาณร้อยละ 27.900 23.100 และ 17.500 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง ซึ่งเป็นผลการวิเคราะห์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\beta = 0.95$, $p < 0.01$)

ผลการวิเคราะห์เชิงยืนยันของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบอันดับที่สองกับองค์ประกอบทั้ง 8 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ พบว่า

มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่มีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) ทุกทักษะ โดยมีน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.539-0.979 แสดงว่าองค์ประกอบทั้ง 8 ทักษะ สามารถวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยองค์ประกอบที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน คือ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล รองลงมาคือ ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการสังเกต แต่ละทักษะมีความแปรปรวนร่วมกันกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประมาณร้อยละ 95.800 76.000 69.100 68.900 68.800 68.700 51.700 และ 29.000 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์เชิงยืนยันของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบอันดับที่สองกับองค์ประกอบทั้ง 5 ทักษะ คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป พบว่ามีค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่มีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) ทุกทักษะ โดยมีน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.523-0.920 แสดงว่าองค์ประกอบทั้ง 5 ทักษะ สามารถวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยองค์ประกอบที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน รองลงมาคือ

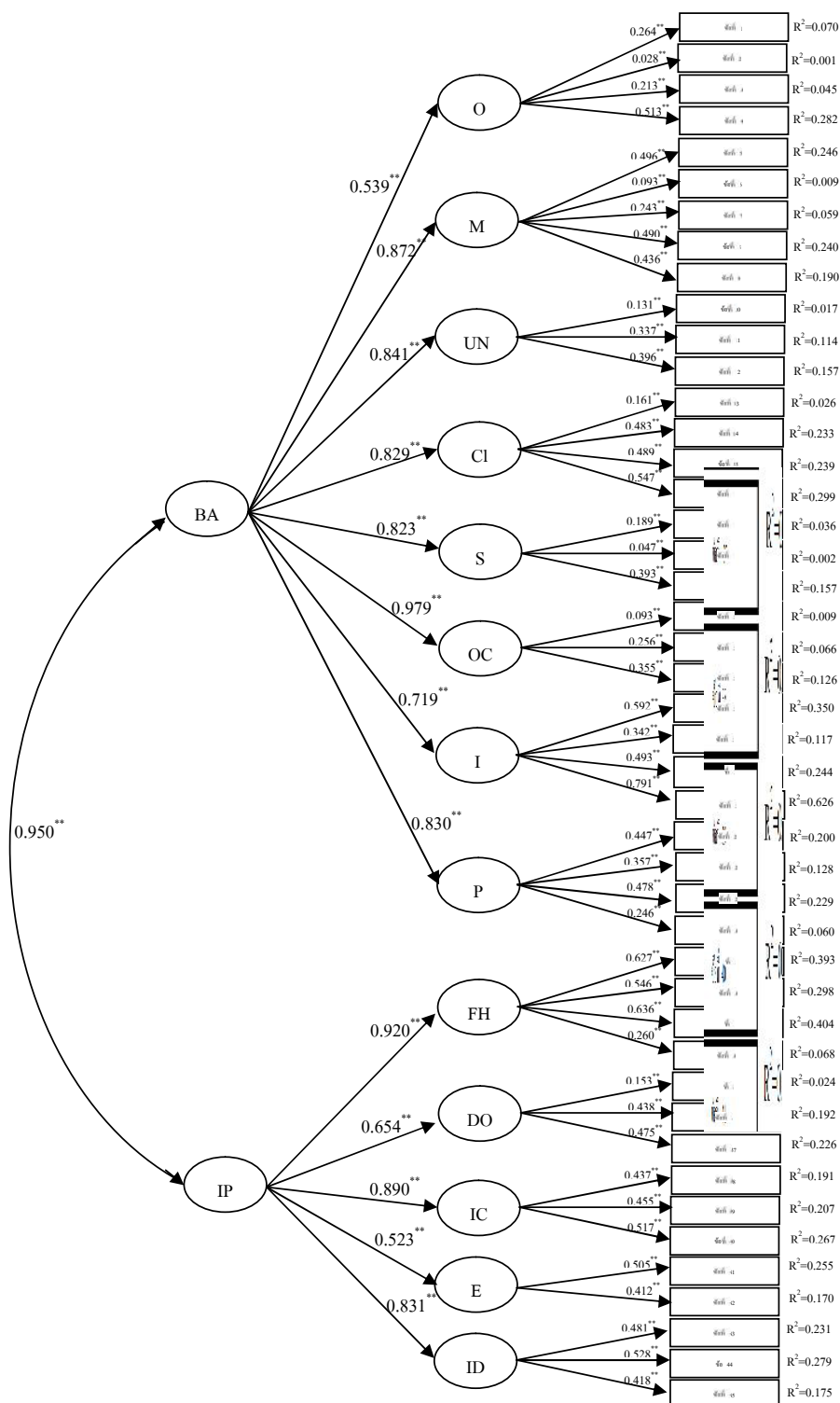
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และทักษะการทดลอง แต่ละทักษะมีความแปรปรวนร่วมกันกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ประมาณร้อยละ 84.700 79.700 69.000 42.700 และ 27.000 ตามลำดับ

ผลการทดสอบความตรงเชิงทฤษฎีของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยสรุปไว้ดังภาพที่ 1

จากผลการเทียบกับเกณฑ์ดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดล (goodness of fit indices) [4] และรายละเอียดดังตารางที่ 2 สามารถสรุปผลการวิจัยได้ว่า แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีของ คณะกรรมการการศึกษาศาสตร์ (Commission of Education) ของสมาคม AAAS (American Association for the Advancement of Science) [6] มีความตรงเชิงทฤษฎี (construct validity) สามารถวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ตรงตามทฤษฎี

6. สรุป

การวิจัยครั้งนี้เป็นการตรวจสอบความตรงเชิงทฤษฎีของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ เก็บข้อมูลนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 659 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความตรงเชิงทฤษฎีค่าดัชนีความสอดคล้องทุกค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้



(**p<0.01)

[$\chi^2=942.949$, $df=875$, $p=0.055$, $\chi^2/df=0.735$, CFI=0.958, TLI=0.953, RMSEA=0.011, SRMR=0.035]

ภาพที่ 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและการพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ภายใต้คัลล์เตอร์วิจัยเพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐาน และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] Akkamis H, Ergin Ö. The effect of science process skills education on student scientific creativity, science attitudes and academic achievements. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. 2008; 9(1):1-21.
- [2] Bunterm T, Lee K, Ng Lank Kong J, Srikoon S, Vangpoomyai P, Rattanaovongsa J, Rachahoon G. Do Different Levels of Inquiry Lead to Different Learning Outcomes? A comparison between guided and structured inquiry. *International Journal of Science Education*. 2014; 36(12): 1937-1959.
- [3] Hair FJ, Black CW, Babin JB, Anderson ER, Tatham LR. *Multivariate Data Analysis*. 6th ed. USA: Pearson Education International; 2006.
- [4] Hooper D, Coughlan J, Mullen RM. Structural Equation Modelling: Guidelines for Determining Model Fit. *Electronic Journal of Business Research Methods*. 2008; 6 (1): 53-60.
- [5] Hu LT, Bentler PM. (1999). Cut off Criteria for Fit Indexes in Covariance Structure Analysis: Conventional Criteria Versus New Alternatives. *Structural Equation Modeling*. 1999; 6 (1): 1-55.
- [6] Rao D.B., Kumari U.N. *Science Process Skills of school Students*. Delhi:Discovery Publishing House; 2008.
- [7] Sekar P, Mani S. Science Attitude of Higher Secondary Student. *Indian Journal of Research*. 2013; 2(11): 50-52.
- [8] Sharma S, Mukherjee S, Kumar A, Dillon, WR. A simulation study to investigate the use of cutoff values for assessing model fit in covariance structure models. *Journal of Business Research*. 2005; 58 (1): 935-43.
- [9] Steiger JH. Understanding the limitations of global fit assessment in structural equation modeling. *Personality and Individual Differences*. 2007; 42 (5): 893-98.
- [10] Tabachnick BG, Fidell LS. *Using Multivariate Statistics*. 5th ed. New York: Allyn and Bacon ; 2006.