

การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา ในมิติเวลาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

CHECKING CONSTRUCT VALIDITY OF COGNITIVE ABILITY TEST SOFTWARE IN SPEED DIMENSION FOR MATHAYOMSUKSA 3 STUDENTS

ศานิตย์ ศรีคุณ

Sanit Srikoon

วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา

School of Education, University of Phayao

Received: January 1, 2019 / Revised: March 13, 2019 / Accepted: April 30, 2019

บทคัดย่อ

เครื่องมือวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญาที่มีความตรงเชิงโครงสร้างจะสามารถวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญาได้ตรงทฤษฎี การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญาในมิติเวลา กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1,504 คน และซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้มีทั้งหมดจำนวน 8 แบบวัด เพื่อวัดความตั้งใจและความจำขณะทำงาน ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างโดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ผลการวิจัยพบว่า ซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา มีความตรงเชิงโครงสร้างในมิติเวลา และดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลมีค่าตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้ กล่าวคือ 1) ไคสแควร์ (χ^2) เท่ากับ 18.811 โดยมีค่าองศาแห่งความเป็นอิสระ (df) เท่ากับ 11 และค่าความน่าจะเป็น (p-value) เท่ากับ 0.065 2) อัตราส่วนค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) มีค่าเท่ากับ 1.710 3) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 0.997 4) ดัชนี Tucker-Lewis coefficient (TLI) เท่ากับ 0.993 5) ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของการประมาณค่าความคลาดเคลื่อน (RMSEA) เท่ากับ 0.022 และ 6) ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือมาตรฐาน (SRMR) เท่ากับ 0.016

คำสำคัญ: ความสามารถเชิงพุทธิปัญญา ความตั้งใจ ความจำขณะทำงาน

Abstract

Cognitive skill assessment tools that verified construct validity will measure cognitive skills according to the theories. The purpose of this research was to check the construct validity of cognitive ability test software in the speed dimension. The sample was 1,504 Mathayomsuksa 3 students for validating the cognitive ability test software. Cognitive ability test software was created by the researcher. It consists of the 8 tests for testing attention and testing working memory. Confirmatory factor analysis was used to confirm the constructive validity of the speed

dimension. The results confirmed that the constructive validity of these tests an excellent fit. The results show that: the fitness index of validating the cognitive ability test software was as follows: χ^2 statistic of 18.811 (degrees of freedom = 11, $p = 0.065$), and the χ^2/df ratio having a value of 1.710 indicates a good fit. The comparative fit index (CFI) is 0.997, and Tucker-Lewis coefficient (TLI) was 0.993, Root mean square error approximation (RMSEA) was 0.022, Standardized Root Mean Residual (SRMR) was 0.016.

Keywords: Cognitive Ability, Attention, Working Memory

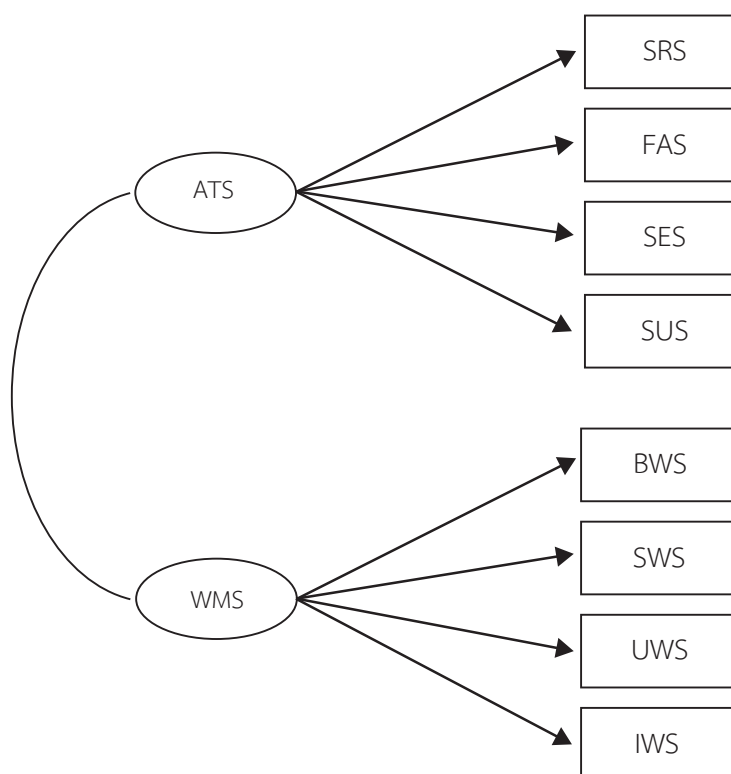
บทนำ

ความสามารถเชิงพุทธิปัญญา (Cognitive Ability) เป็นกระบวนการทางปัญญาที่ส่งผลต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเฉพาะความตั้งใจ (Attention) และความจำขณะทำงาน (Working Memory) (Srikoon et al., 2017) มีงานวิจัยพบว่า ความตั้งใจเป็นกุญแจสำคัญในการทำ ความเข้าใจกระบวนการทำงานของสมอง ความตั้งใจเป็นสมรรถนะทางปัญญาที่มีขอบเขตจำกัดและบางครั้งความตั้งใจกลายเป็นปัจจัยหลักในการควบคุมพฤติกรรมของมนุษย์ (Kastner, 2017) และความจำขณะทำงานส่งผลต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนสูงมาก เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การให้เหตุผล และการวางแผน เป็นต้น (Baddeley, 2018) ดังนั้นถ้าผู้สอนมีข้อมูลและสารสนเทศเกี่ยวกับตัวแปรทั้งสองที่น่าเชื่อถือแล้วก็จะสามารถนำมาพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ แต่สภาพปัญหาของประเทศไทยขณะนี้คือ ยังขาดแคลนเครื่องมือวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา โดยเฉพาะเครื่องมือวัดความจำขณะทำงานและความตั้งใจที่มีคุณภาพและสามารถนำมาใช้ในการศึกษาวิจัยด้านวิทยาศาสตร์พุทธิปัญญา (Cognitive Science) ได้อย่างมั่นใจ (Bunterm et al., 2014) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นเร่งด่วนที่ต้องมีการพัฒนาแบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญาที่มีคุณภาพและสามารถใช้ได้จริงในบริบทสถานศึกษาไทย

จากการศึกษางานที่วิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาแบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญาที่พัฒนาขึ้นสำหรับผู้เรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานพบว่า ยังขาดแคลนแบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา มีเพียงงานวิจัยของ Bunterm et al. (2014) ได้ดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องมือวัดทางพุทธิปัญญา (ฉบับภาษาไทย) เพื่อวัดความตั้งใจและความจำขณะทำงาน สำหรับผู้เรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน และเครื่องมือวัดที่ Bunterm et al. (2014) พัฒนาขึ้นนั้นมีจุดเด่นคือ สามารถสร้างเครื่องมือวัด ดำเนินการวัด วิเคราะห์ และแปลผลข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปอีโพร้ม (E-Prime) ได้ภายในโปรแกรมเดียว แต่จุดอ่อนของโปรแกรมสำเร็จรูปอีโพร้มคือ การวิเคราะห์และการแปลผลการวัดด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปอีโพร้ม (E-Prime) ต้องมีใบอนุญาต (License) และมีราคาสูง (Apape et al., 2014) จึงเป็นข้อจำกัดของการใช้เครื่องมือวัดที่ดำเนินการวัดด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปอีโพร้ม (E-Prime) ในบริบทของสถานศึกษา ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานในประเทศไทย และงานวิจัยของ Bunterm et al. (2014) ได้ดำเนินการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือวัดทางพุทธิปัญญา (ฉบับภาษาไทย) พบว่า ความสามารถเชิงพุทธิปัญญาในมิติเวลา ประกอบด้วยตัวแปรจำนวน 2 ตัวแปร ได้แก่ 1) ความตั้งใจ (Attention Speed: ATS) หมายถึง ความสามารถทางสมองที่จะเลือกรับการกระตุ้นอย่างใด

อย่างหนึ่งและไม่สนใจสิ่งกระตุ้นอื่นๆ ความตั้งใจประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ เวลาปฏิกิริยาขั้นต้น (Simple Reaction Speed Time: SRS) เวลาความตั้งใจแบบเจาะจง (Focus Attention Speed: FAS) ความตั้งใจแบบเลือก (Selected Attention Speed: SES) และความตั้งใจแบบคงทน (Sustain Attention Speed: SUS) และ 2) ความจำขณะทำงาน (Working Memory Speed: WMS) ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ กระบวนการขั้นพื้นฐานของความจำขณะทำงาน (Basic Processing: BWS) ความสามารถผลัดเปลี่ยน (Shifting Working Memory Speed: SWS) ความสามารถปรับปรุง (Updating Working Memory Speed: UMS) และความ

สามารถยับยั้ง (Inhibition Working Memory: IWS) จากสภาพปัญหาของการขาดแคลนเครื่องมือวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญาดังกล่าว Srikoon (2019a) จึงได้พัฒนาซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา: ความตั้งใจและความจำขณะทำงานที่สามารถวัดได้ทั้งมิติความถูกต้อง และมิติเวลา และพบว่า ซอฟต์แวร์ดังกล่าวมีความตรงเชิงโครงสร้างในมิติความถูกต้อง (Srikoon, 2019a) ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา: ความตั้งใจและความจำขณะทำงานในมิติเวลากับกรอบทฤษฎีดังกล่าว สรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยนี้หวังเป็นอย่างยิ่งว่าการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญาในมิติเวลานี้ จะสามารถยืนยันคุณภาพของซอฟต์แวร์แบบวัดนี้ ในมิติของเวลาและสามารถสร้างความมั่นใจกับผู้ใช้ซอฟต์แวร์แบบวัดนี้ใน

การวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญาทั้งความตั้งใจและความจำขณะทำงานได้อย่างตรงตามทฤษฎี สามารถใช้วัดผู้เรียนเพื่อให้ได้สารสนเทศที่แท้จริง และสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างในมิติเวลาของซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญาในมิติเวลา

บททวนวรรณกรรม

ความสามารถเชิงพุทธิปัญญา (Cognitive Function) เป็นความสามารถที่อยู่ในกระบวนการของความคิดด้านต่างๆ เช่น ความตั้งใจ ความจำขณะทำงาน การให้เหตุผล การแก้ปัญหาการคิดสร้างสรรค์และอื่นๆ (Bunterm et al., 2014) โดยเฉพาะความตั้งใจ (Attention) และความจำขณะทำงาน (Working Memory) นั้น มีงานวิจัยพบว่า ทั้งความตั้งใจและความจำขณะทำงานส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนสูงมาก เห็นชัดได้จากงานวิจัยของ Srikoon (2019b) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์โมเดลสมการเชิงโครงสร้างกลุ่มพหุของกระบวนการเรียนรู้ผู้เรียนตามแนวคิดประสาทวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์พบว่า ความตั้งใจและความจำขณะทำงานส่งผลต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังพบว่า ทั้งเพศหญิงและเพศชายความตั้งใจและความจำขณะทำงานส่งผลต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์เช่นเดียวกัน ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนควรนำแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความตั้งใจและความจำขณะทำงานไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ

ความตั้งใจ (Attention) เป็นหนึ่งในความสามารถเชิงพุทธิปัญญาที่เกี่ยวข้องกับการเลือกรับข้อสนเทศจากผัสสะที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ (Perception) และองค์ประกอบของความตั้งใจประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ปฏิกริยาขั้นต้น 2) ความตั้งใจแบบเจาะจง 3) ความตั้งใจแบบเลือก และ 4) ความตั้งใจแบบคงทน (Bunterm et al., 2014) มากกว่านั้น Buss & Kerr-German (2019) พบว่า พื้นที่สมอง (Brain Area) ที่เกี่ยวข้องกับการ

ทำงานของความตั้งใจคือ เยื่อหุ้มสมองส่วนหน้า (Prefrontal Association Cortex: PAC) โดยพื้นที่สมองส่วนนี้จะทำหน้าที่คัดเลือก กระตุ้น หรือตระหนักเมื่อมีสารสนเทศเข้ามาทางประสาทสัมผัส

ความจำขณะทำงาน (Working Memory) เป็นระบบประมวลสารสนเทศและเก็บข้อมูลสารสนเทศ ความจำขณะทำงานเป็นกระบวนการเชิงพุทธิปัญญาที่ซับซ้อน (Srikoon et al., 2017) และมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของความจำขณะทำงานพบว่า ความจำขณะทำงาน ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) กระบวนการขึ้นพื้นฐานของความจำขณะทำงาน 2) ความสามารถผลัดเปลี่ยน 3) ความสามารถปรับปรุง และ 4) ความสามารถยับยั้ง (Bunterm et al., 2014) มากกว่านั้น Baddeley (2018) พบว่า ความจำขณะทำงานเป็นกระบวนการบูรณาการสารสนเทศที่เพื่อนำสารสนเทศเข้าสู่ความจำระยะยาว (Long-Term Memory)

งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาแบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา ในประเทศไทยนั้นส่วนใหญ่ยังเป็นแบบทดสอบเขียนตอบ (Paper-Pencil Test) จึงไม่สามารถวัดมิติเวลาได้อย่างแม่นยำเท่าใดนัก และพบว่า มีงานวิจัยของ Bunterm et al. (2014) ซึ่งได้มีการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปอีโพร้ม (E-Prime) ในการสร้างแบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญาที่สามารถวัดทั้งมิติความถูกต้องและมิติเวลา แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญาชุดนี้ประกอบด้วย แบบทดสอบความตั้งใจ ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 14 แบบทดสอบ และแบบทดสอบความจำขณะทำงาน ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 12 แบบทดสอบ เห็นได้ชัดว่าแบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญาในประเทศไทยนั้นยังขาดแคลน และต้องมีการพัฒนาให้มีความทันสมัยถูกต้องและแม่นยำ สามารถวัดได้หลากหลายมิติมากกว่านั้นความตั้งใจและความจำขณะทำงานเป็นความสามารถเชิงพุทธิปัญญาที่ควรมีการศึกษาและประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ

วิธีการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรของการวิจัยนี้คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การมัธยมศึกษาเขต 32 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 10,292 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การมัธยมศึกษาเขต 32 ปีการศึกษา 2560 ผู้วิจัยต้องใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างประมาณ 20 เท่าของจำนวนพารามิเตอร์ที่ประมาณค่าในโมเดล (Muthen & Muthen, 2017) งานวิจัยนี้มีตัวแปรที่สังเกตได้ทั้งหมด 8 ตัวแปร ดังนั้นขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมกับงานวิจัยครั้งนี้มากกว่า 160 คน ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) คือ แบ่งโรงเรียนตามขนาดของโรงเรียน ได้แก่ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ และขนาดใหญ่พิเศษ (Ministry of Education Thailand, 2017) และสุ่มเลือกโรงเรียนตามขนาดโรงเรียน หลังจากนั้นเลือกตัวอย่างนักเรียนในแต่ละโรงเรียนตามสัดส่วนจำนวนนักเรียนในโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างได้ จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 1,504 คน ซึ่งมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ต้องการคือ 160 คน เกือบ 10 เท่า เนื่องจากจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มากขึ้น จะทำให้อำนาจการทดสอบยิ่งเพิ่มสูงขึ้น (Kline, 2016)

2. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงบรรยาย (Descriptive Research)

3. ตัวแปรที่ศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญาในมิติเวลา ประกอบด้วยตัวแปร 2 ตัวแปร ดังนี้

3.1 ความตั้งใจ หมายถึง ความสามารถทางสมองที่จะเลือกรับการกระตุ้นอย่างใดอย่างหนึ่งและไม่สนใจสิ่งกระตุ้นอื่นๆ ความตั้งใจประกอบด้วย

4 องค์ประกอบ ดังนี้

3.1.1 ปฏิภินิยาขั้นต้น หมายถึง ความสามารถในการวัดความไวในการตอบสนองของมือถือว่าเป็นความไวเส้นฐาน (baseline speed)

3.1.2 ความตั้งใจแบบเจาะจง หมายถึง ความสามารถในการสังเกตสิ่งเร้าเป้าหมายและตอบสนองเฉพาะสิ่งเร้าเป้าหมายโดยไม่ตอบสนองต่อสิ่งเร้าลวง

3.1.3 ความตั้งใจแบบเลือก หมายถึง ความสามารถในการสังเกตสิ่งเร้าเป้าหมายที่มีมากกว่า 1 อย่าง และเลือกตอบสนองสิ่งเร้าเป้าหมายแต่ละอย่างได้อย่างถูกต้อง โดยไม่ตอบสนองต่อสิ่งเร้าลวง

3.1.4 ความตั้งใจแบบคงทน หมายถึง ความสามารถในการคงความตั้งใจจดจ่อ กับการสังเกตสิ่งเร้าเป้าหมายเป็นระยะเวลานานพอสมควร โดยยังสามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าเป้าหมายได้ถูกต้อง

3.2 ความจำขณะทำงาน หมายถึง ความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลในช่วงเวลาสั้นๆ และมีการประมวลผลข้อมูลไปพร้อมกัน ความจำขณะทำงานประกอบด้วย 4 องค์ประกอบดังนี้

3.2.1 กระบวนการขั้นพื้นฐานของ ความจำขณะทำงาน หมายถึง ความสามารถในการจัดเก็บและประมวลผลที่ไม่ซับซ้อน

3.2.2 ความสามารถพลัดเปลี่ยน หมายถึง ความสามารถในการย้ายหรือสลับเปลี่ยนการดำเนินการจากสภาวะการณ์หนึ่งไปยังสภาวะการณ์หนึ่ง

3.2.3 ความสามารถปรับปรุง หมายถึง ความสามารถในการทำให้ข้อมูลทันสมัย หรือการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลที่ถูกรักษาไว้ในความจำขณะทำงาน

3.2.4 ความสามารถยับยั้ง หมายถึง ความสามารถในการเพิกเฉยหรือละเว้นสิ่งเร้าที่ไม่เกี่ยวข้องหรือระงับปฏิกิริยาที่ไม่เกี่ยวข้องในขณะทำงานอยู่

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีชื่อว่า ซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา: ความตั้งใจและความจำขณะทำงาน ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Srikoorn (2019a) ที่สามารถวัดได้ทั้งมิติความถูกต้องและมิติเวลา แต่การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างในมิติเวลาเท่านั้น ใช้เวลาในการทำแบบ

ทดสอบ 60 นาที ซอฟต์แวร์แบบวัดนี้มีรายละเอียดดังนี้

4.1 สามารถเก็บข้อมูลของผู้ทดสอบไว้ในซอฟต์แวร์นี้ได้ ได้แก่ ชื่อ ชั้น ห้อง เลขที่ โรงเรียน ครั้งที่ทดสอบ อายุ (ปี/เดือน) น้ำหนัก ส่วนสูง โรคประจำตัว คะแนนที่ทำถูก (รวมทั้งหมดในแต่ละแบบวัด และรายข้อ) เวลาที่ทำแบบวัด (เวลาเฉลี่ยในแต่ละแบบวัด และรายข้อ) ตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 ตัวอย่างหน้าจอที่เก็บข้อมูลของผู้ทดสอบ

4.2 ซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา: ความตั้งใจและความจำขณะทำงาน ประกอบด้วย 8 แบบวัด แบบวัดละ 30 ข้อ ใช้วัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา จำนวน 2 ตัวแปร คือ ความตั้งใจ และความจำขณะทำงาน ตัวแปรละ 4 แบบวัด โดยผู้ทำแบบวัดต้องตอบสนองให้ถูกต้อง

และใช้เวลาให้น้อยที่สุด มีตัวอย่างลักษณะแบบวัดดังตารางที่ 1

4.3 สามารถส่งออกข้อมูลของผู้ทดสอบจากซอฟต์แวร์ในข้อ (4.1) และข้อ (4.2) ส่งออกเป็นไฟล์โปรแกรมเอ็กเซล (Excel) ได้

ตารางที่ 1 ตัวอย่างลักษณะแบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา ความตั้งใจและความจำขณะทำงานของแต่ละแบบวัด

ตัวอย่างแบบวัด	สิ่งที่วัด	ลักษณะแบบวัด
แบบวัดความตั้งใจ		
1. การเลือกตัวเลขขั้นพื้นฐาน	ความตั้งใจแบบเลือก	ปรากฏ “10” กต 1 ปรากฏ “11” กต 2
2. การเลือกตัวเลขขั้นสูง	ความตั้งใจแบบคงทน	ปรากฏ “10” กต 1 ปรากฏ “11” กต 2 ตัวเลขอื่นๆ ไม่กต
แบบวัดความจำขณะทำงาน		
3. การรู้ทันตัวเลข	ความสามารถปรับปรุง	สิ่งเร้า: นำเสนอตัวเลข 1-9 กลางจอทีละตัว จำนวนตัวเลขที่นำเสนอในการทดสอบแต่ละครั้งแตกต่างกัน มีรายละเอียดดังนี้ (ข้อ 1-ข้อ 6) ปรากฏตัวเลข 3 ตัว แล้วถามว่าตัวเลขตัวสุดท้ายคือตัวเลขใด (ข้อ 7-ข้อ 12) ปรากฏตัวเลข 4 ตัว แล้วถามว่าตัวเลขก่อนตัวสุดท้ายคือตัวเลขใด (ข้อ 13-ข้อ 18) ปรากฏตัวเลข 5 ตัว แล้วถามว่าตัวที่ 2 นับจากตัวสุดท้ายคือตัวเลขใด (ข้อ 19-ข้อ 24) ปรากฏตัวเลข 6 ตัว แล้วถามว่าตัวที่ 3 นับจากตัวสุดท้ายคือตัวเลขใด (ข้อ 25-ข้อ 30) ปรากฏตัวเลข 6 ตัว แล้วถามว่าตัวที่ 4 นับจากตัวสุดท้ายคือตัวเลขใด การตอบสนอง: ให้ผู้ทำแบบวัดกดปุ่มตัวเลข เมื่อมีข้อความบนจอว่า “พิมพ์ตัวเลขที่ถูกต้อง” มีการทดสอบ 30 ครั้ง
4. ความสอดคล้องของคำและความหมาย	ความสามารถยับยั้ง	สิ่งเร้า: สิ่งเร้าเป็นคำชื่อสี 4 สีได้แก่ แดง เขียว น้ำเงินและเหลือง พิมพ์ด้วยหมึกสีแดง เขียว น้ำเงินและเหลือง ผู้ทำแบบวัดต้องตัดสินใจว่าคำชื่อนั้นพิมพ์ด้วยหมึกสีตรงกับชื่อคำหรือไม่ การตอบสนอง: ถ้า “ชื่อคำ กับ สีหมึก ตรงกัน” ให้กด 1 และถ้า “ชื่อคำ กับสีหมึก ไม่ตรงกัน” กต 2 มีการทดสอบ 30 ครั้ง

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยนี้มีขั้นตอน ดังนี้

5.1 ดำเนินการติดต่อประสานงานกับครูผู้บริหารโรงเรียน เพื่อชี้แจงและทำความเข้าใจร่วมกันเกี่ยวกับการวิจัยครั้งนี้ และร่วมกันวางแผนการวิจัย พร้อมทั้งเตรียมระบบคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการทดสอบ

5.2 ทำความเข้าใจร่วมกันกับนักเรียน เพื่อสร้างความตระหนักให้นักเรียนได้ทำซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา: ความตั้งใจและความจำขณะทำงาน

5.3 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนที่วางไว้

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 การวิเคราะห์สถิติพื้นฐานด้วยค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ความเบ้ และความโด่ง โดยมีเกณฑ์ที่ใช้วัดความเบ้และความโด่งคือ ถ้าความเบ้ มีค่าน้อยกว่า 0.3 ถือว่าทุกตัวแปรมีการแจกแจงปกติ (Normality) และมีเกณฑ์ที่ใช้วัดความโด่งคือ ถ้าความเบ้มีค่าน้อยกว่า 0.8 ถือว่าทุกตัวแปรมีการแจกแจงปกติ (Kline, 2016)

6.2 การวิจัยครั้งนี้เป็นการหาความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) ด้วยโปรแกรม MPlus (Muthen & Muthen, 2017) มีเกณฑ์ดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดล (Goodness of fit indices) ดังนี้ (Kline, 2016)

6.2.1 ค่าความน่าจะเป็น (p-value)

ของค่าไคสแควร์ (chi-square) มากกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลเชิงประจักษ์ไม่มีความแตกต่างจากทฤษฎี

6.2.2 อัตราส่วนค่าไคสแควร์

สัมพัทธ์ (χ^2/df) มีค่าอยู่ระหว่างอัตราส่วน 2:1 แสดงว่าโมเดลการวัดนี้เหมาะสม

6.2.3 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน

เปรียบเทียบ (The comparative fit index: CFI) มีค่ามากกว่า 0.95 แสดงว่าโมเดลการวัดนี้มีความสอดคล้องดีมาก

6.2.4 ดัชนี Tucker-Lewis co-

efficient (TLI) มีค่ามากกว่า 0.95 แสดงว่าโมเดลการวัดนี้มีความสอดคล้องดีมาก

6.2.5 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลัง

สองของการประมาณค่าความคลาดเคลื่อน (Root mean square error approximation: RMSEA) มีค่าน้อยกว่า 0.03 แสดงว่าโมเดลการวัดนี้มีความสอดคล้องดีมาก

6.2.6 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลัง

สองของส่วนเหลือมาตรฐาน (Standardized Root Mean Residual: SRMR) มีค่าน้อยกว่า 0.08 แสดงว่าโมเดลการวัดนี้มีความสอดคล้องดีมาก

ผลการวิจัย

1. ค่าสถิติพื้นฐาน

การวิเคราะห์สถิติพื้นฐานเพื่อตรวจสอบลักษณะการแจกแจงหรือการกระจายของข้อมูลในทุกกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV(%)) ค่าต่ำสุด (MIN) ค่าสูงสุด (MAX) ความเบ้ (SK) และความโด่ง (KU) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสถิติพื้นฐาน

ตัวแปร	ค่าสถิติ						
	$\bar{x}$	S.D.	CV (%)	MIN	MAX	SK	KU
ATS							
SRS	427.710	1.813	0.424	412.449	476.025	1.754	3.392
FAS	521.478	2.653	0.509	501.768	527.220	-2.519	1.140
SES	583.383	1.781	0.305	570.000	587.241	-2.298	1.069
SUS	600.869	1.898	0.316	586.624	605.209	-2.474	1.130
WMS							
BWS	634.246	63.972	10.086	244.995	789.990	-0.908	3.776
SWS	727.409	74.828	10.287	308.662	853.657	-0.866	1.868
UWS	786.541	68.053	8.652	358.662	939.990	-0.654	3.445
IWS	783.715	66.299	8.460	431.328	939.990	-0.370	1.491

จากตารางที่ 2 รายงานค่าสถิติพื้นฐานของทุกตัวแปร และพบว่า ค่าความเบ้ (SK) อยู่ระหว่าง -2.519 ถึง -0.370 ซึ่งน้อยกว่า 0.3 ถือว่าทุกตัวแปรมีการแจกแจงปกติ (Normality) แต่ค่าความโด่ง (KU) อยู่ระหว่าง 1.069 ถึง 3.776 ซึ่งมากกว่า 0.8 ถือว่าทุกตัวแปรไม่มีการแจกแจงปกติ (Normality) แต่การวิจัยครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนมากคือ 1,504 คน

ทำให้อำนาจการทดสอบมากขึ้น ถือว่ามีความแกร่ง (Robustness) มากพอที่จะวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Kline, 2016)

2. ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรที่สังเกตได้

ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรที่สังเกตได้ในโมเดล มีรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรที่สังเกตได้

ตัวแปร	1. SRS	2. FAS	3. SES	4. SUS	5. BWS	6. SWS	7. UWS	8. IWS
1. SRS	1							
2. FAS	0.567**	1						
3. SES	0.540**	0.781**	1					
4. SUS	0.554**	0.785**	0.765**	1				
5. BWS	0.441**	0.546**	0.621**	0.531**	1			
6. SWS	0.274**	0.330**	0.394**	0.318**	0.615**	1		
7. UWS	0.233**	0.244**	0.295**	0.242**	0.494**	0.454**	1	
8. IWS	0.254**	0.267**	0.321**	0.250**	0.512**	0.505**	0.745**	1

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy = 0.850**

Bartlett's Test of Sphericity = 7131.327, df = 28, p = 0.000

หมายเหตุ **p<0.01

จากตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สังเกตได้ทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัยทั้ง 8 ตัวแปร เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดว่ามีปัญหาเกี่ยวกับภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (Multicollinearity) หรือไม่พบว่าผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจำนวน 28 คู่ พบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.233-0.785 และผู้วิจัยนำตัวแปรที่สังเกตได้ทุกตัวไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยที่ตัวแปรทุกตัวไม่ฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติเกี่ยวกับภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (Multicollinearity) (Johnson & Wichern, 2014)

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบค่าสถิติ Bartlett's Test of Sphericity ซึ่งเป็นค่าสถิติทดสอบสมมติฐานว่า เมทริกซ์สหสัมพันธ์นั้นเป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ (identity metric) หรือไม่ พบว่ามีค่าเท่ากับ 7131.327 ($p < 0.01$) แสดงว่า เมทริกซ์สหสัมพันธ์มีความแตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สอดคล้องกับค่าดัชนี Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) ซึ่งมีค่าใกล้ 1 ($KMO = 0.850$) แสดงให้เห็นว่าตัวแปรต่างๆ มีความสัมพันธ์กันมากและเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ต่อไป (Johnson & Wichern, 2014)

3. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา: ความตั้งใจและความจำขณะทำงานในมิติเวลา

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา: ความตั้งใจและความจำขณะทำงานในมิติเวลาเทียบกับเกณฑ์ดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดล (Goodness of fit indices) ดังนี้

3.1 ค่าไคสแควร์ (chi-square: χ^2) เท่ากับ 18.811 โดยมีค่าองศาแห่งความเป็นอิสระ (degrees of freedom) เท่ากับ 11 และค่าความน่าจะเป็น (p-value) เท่ากับ 0.065 แสดงว่าข้อมูลเชิงประจักษ์ไม่มีความแตกต่างจากทฤษฎี

3.2 อัตราส่วนค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) มีค่าเท่ากับ 1.710 อยู่ระหว่างอัตราส่วน 2:1 แสดงว่าโมเดลการวัดนี้เหมาะสม

3.3 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (The comparative fit index: CFI) เท่ากับ 0.997 มีค่ามากกว่า 0.95 แสดงว่าโมเดลการวัดนี้มีความสอดคล้องดีมาก

3.4 ดัชนี Tucker-Lewis coefficient (TLI) เท่ากับ 0.993 มีค่ามากกว่า 0.95 แสดงว่าโมเดลการวัดนี้มีความสอดคล้องดีมาก

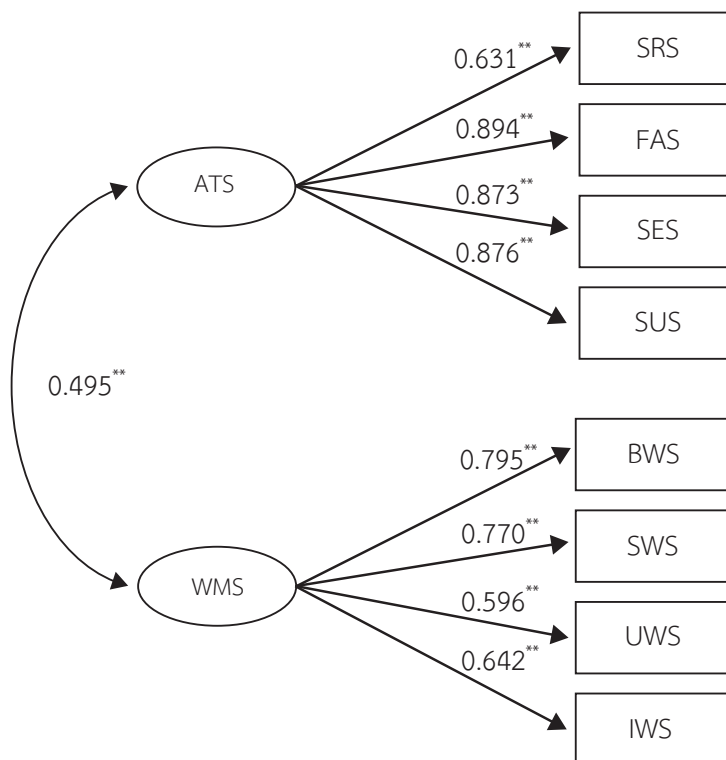
3.5 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของการประมาณค่าความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error Approximation: RMSEA) เท่ากับ 0.022 มีค่าน้อยกว่า 0.03 แสดงว่าโมเดลการวัดนี้มีความสอดคล้องดีมาก

3.6 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือมาตรฐาน (Standardized Root Mean Residual: SRMR) เท่ากับ 0.016 มีค่าน้อยกว่า 0.08 แสดงว่าโมเดลการวัดนี้มีความสอดคล้องดีมาก รายละเอียด ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา: มิติเวลา

ตัวแปรสังเกตได้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R ²
	b	SE	t			
ATS						
SRS	1.000	0.000	<---->	0.631	0.076	0.398
FAS	1.074	0.165	12.587**	0.894	0.173	0.800
SES	1.359	0.118	11.518**	0.873	0.284	0.762
SUS	1.454	0.120	12.110**	0.876	0.204	0.768
WMS						
BWS	1.000	0.000	<---->	0.795	0.375	0.632
SWS	1.135	0.066	17.311**	0.770	0.260	0.592
UWS	0.802	0.044	18.187**	0.596	0.063	0.356
IWS	0.839	0.043	19.455**	0.642	0.126	0.413

**p<0.01, <----> ไม่รายงานค่า SE และ t เนื่องจากเป็นพารามิเตอร์บังคับ (constrained parameter) สรุปได้ดังภาพที่ 3



(**p<0.01)

[$\chi^2 = 18.811$, df = 11, p = 0.065, $\chi^2/df = 1.710$, CFI = 0.997, TLI = 0.993, RMSEA = 0.022, SRMR = 0.016]

ภาพที่ 3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา: ความตั้งใจและความจำขณะทำงานในมิติเวลา

จากตารางที่ 4 และภาพที่ 3 พบว่า องค์ประกอบความตั้งใจในมิตินั้นมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบของทุกตัวแปรมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) แสดงว่า แบบวัดปฏิกิริยาขั้นต้น (SRS) แบบวัดความตั้งใจแบบเจาะจง (FAS) แบบวัดความตั้งใจแบบเลือก (SES) และแบบวัดความตั้งใจแบบคงทน (SUS) สามารถวัดความตั้งใจในมิติเวลาได้ โดยตัวแปรดังกล่าวมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.631-0.894 ส่วนองค์ประกอบความจำการทำงานในมิตินั้นมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบของทุกตัวแปรมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) เช่นกัน แสดงว่า แบบวัดกระบวนการขั้นพื้นฐานของความจำการทำงาน (BWS) แบบวัดความสามารถผลัดเปลี่ยน (SWS) แบบวัดความสามารถปรับปรุง (UMS) และแบบวัดความสามารถยับยั้ง (IWS) สามารถวัดความจำการทำงานในมิติเวลาได้ โดยตัวแปรดังกล่าวมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.596-0.795 ดังนั้นสรุปได้ว่า ทั้ง 8 แบบวัดสามารถวัดความตั้งใจ และความจำการทำงานได้ตรงตามทฤษฎี

อภิปรายและสรุปผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา: ความตั้งใจและความจำการทำงาน ในมิติเวลา กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1,504 คน แบบวัดนี้เป็นลักษณะของซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เพื่อวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา จำนวนทั้งสิ้น 8 แบบวัด ประกอบด้วยแบบวัดความตั้งใจ จำนวน 4 แบบวัด และแบบวัดความจำการทำงาน จำนวน 4 แบบวัด วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) ผลการวิจัยปรากฏว่า ซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา: ความตั้งใจและความจำการทำงาน มีความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) นั่นคือ

แบบวัดนี้สามารถให้ข้อมูลและสารสนเทศเกี่ยวกับความสามารถเชิงพุทธิปัญญาทั้งความตั้งใจและความจำการทำงานในมิติเวลาได้อย่างตรงทฤษฎีแน่นอน อีกทั้งการวิจัยครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน เป็นวิธีวิทยาการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงทฤษฎีของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Kline, 2016) และในปัจจุบันนี้ได้มีการนำวิธีวิทยาการวิเคราะห์ข้อมูลนี้มาใช้ในทางการศึกษาอย่างมากมาย เช่น Srikoon, Viriyapong & Chutiman (2018) และ Srikoon (2019a) เป็นต้น

เมื่อพิจารณาจากค่าความสัมพันธ์ระหว่างความตั้งใจและความจำการทำงาน (0.495^{**}) พบว่าความสามารถเชิงพุทธิปัญญา ประกอบด้วย ความตั้งใจและความจำการทำงาน สอดคล้องกับแนวคิดของ Bunterm et al. (2014) ที่ได้ดำเนินการพัฒนาเครื่องมือวัดทางพุทธิปัญญา ได้แก่ ความตั้งใจและความจำการทำงาน เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบของความตั้งใจ ($0.631-0.894$) พบว่า ความตั้งใจ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ปฏิกิริยาขั้นต้น ความตั้งใจแบบเจาะจง ความตั้งใจแบบเลือก และความตั้งใจแบบคงทน อีกทั้งเมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบของความจำการทำงาน ($0.596-0.795$) พบว่า ความจำการทำงาน ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ กระบวนการขั้นพื้นฐานของความจำการทำงาน ความสามารถผลัดเปลี่ยน ความสามารถปรับปรุง และความสามารถยับยั้ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Srikoon et al. (2017) ที่ได้ดำเนินการสอนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ 5P model มีการดำเนินการวัดความตั้งใจทั้ง 4 องค์ประกอบ และความจำการทำงานทั้ง 4 องค์ประกอบ นั่นคือ งานวิจัยนี้ใช้กรอบทฤษฎีว่าความตั้งใจมี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ปฏิกิริยาขั้นต้น ความตั้งใจแบบเจาะจง ความตั้งใจแบบเลือก และความตั้งใจแบบคงทน และความจำการทำงาน มี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ กระบวนการขั้นพื้นฐานของความจำการทำงาน ความสามารถผลัดเปลี่ยน ความ

สามารถปรับปรุง และความสามารถยับยั้ง มากกว่านั้น ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bunterm et al. (2014) ได้ดำเนินการพัฒนาเครื่องมือวัดทางพุทธิปัญญา 2 ประเภท คือ ความตั้งใจและความจำขณะทำงาน หลังจากนั้นจึงได้วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของความตั้งใจและความจำขณะทำงานพบว่า ความตั้งใจประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ และความจำขณะทำงานประกอบด้วย 4 องค์ประกอบดังที่กล่าวมาเช่นกัน ผลการวิจัยครั้งนี้สามารถยืนยันได้ว่า ซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา: ความตั้งใจและความจำขณะทำงานที่พัฒนาขึ้นสามารถวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา ได้แก่ ความตั้งใจและความจำขณะทำงานในมิติเวลาได้ตรงตามทฤษฎี และสามารถให้ข้อมูลและสารสนเทศเกี่ยวกับความตั้งใจและความจำขณะทำงาน อันเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนเนื่องจากความจำขณะทำงานส่งผลต่อทักษะการเรียนรู้ใหม่ และส่งผลต่อสามารถทางพุทธิปัญญา (Cognitive Ability) อื่นๆ ด้วย และความตั้งใจยังส่งผลต่อความจำขณะทำงานและส่งผลต่อการเรียนรู้อีกด้วย (Srikoon, 2019b) ดังนั้นถ้าทราบคะแนนความถูกต้องและเวลาของความตั้งใจและความจำขณะทำงานแล้วก็จะสามารถคัดสรรกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถนำมาพัฒนาผู้เรียนได้ อันจะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาได้เต็มศักยภาพอย่างแท้จริง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ผลการวิจัยนี้ชี้ชัดว่าซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถวัดได้ตรงตามทฤษฎี ดังนั้นครูผู้สอนควรนำซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้วัดผู้เรียน เพื่อให้ทราบข้อมูลและสารสนเทศอย่างแท้จริง

1.2 สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการทำวิจัยก็คือ แม้ว่าซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา: ความตั้งใจและความจำขณะทำงานที่พัฒนาขึ้นนี้ มีความตรงตามทฤษฎี แต่ว่าเมื่อนำไปใช้ควรมีการกำกับควบคุมกระบวนการทดสอบด้วยซอฟต์แวร์แบบวัดนี้ ให้ถูกต้องตามหลักการทดสอบ เช่น ควรจัดการสอบในห้องที่ไม่มีเสียงรบกวน ควรจัดการสอบในห้องที่มีอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่พร้อม เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การวิจัยนี้เป็นการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของซอฟต์แวร์ที่สามารถวัดได้ทั้งความตั้งใจและความจำขณะทำงาน ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการพัฒนาแบบวัดที่สามารถวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญาอื่นๆ เช่น ความสามารถในการบริหารจัดการ (Executive Function) และการคิด (Thinking) เป็นต้น

2.2 การวิจัยนี้เป็นการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา โดยไม่ได้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างเพศ วัฒนธรรม และระดับชั้น ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการวิเคราะห์กลุ่มพหุ (Multiple Group) เพื่อวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยน (Invariance) ระหว่างตัวแปรดังกล่าว เพื่อให้ได้สารสนเทศไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยพะเยา โครงการจัดตั้งหน่วยวิจัยเพื่อความเป็นเลิศ (Unit of Excellence) ด้านวิธีวิทยาการวิจัยทางนวัตกรรมและวิทยาการเรียนรู้ที่ใช้ประสาทวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

References

- Apape, M. M., Verdonschot, G. R., Dantzig, V. S. & Steenbergen, V. H. (2014). *The E-Primer: An introduction to creating psychological experiments in E-Prime*. Netherlands: Leiden University Press.
- Baddeley, A. (2018). *Exploring Working Memory*. New York: Routledge.
- Bunterm, T., Ketchatturat, J., Samranjai, J., Methaneethorn, J., Wattanathorn, J., Muchimapura, S., Wannanont, C., Uopsai, S., Srikoorn, S. & Veerachairatthana, S. (2014). *Developing the software program to measure attention and working memory: Thai version*. Khon Kaen: Khon Kaen University. [in Thai]
- Buss, A. T. & Kerr-German, A. (2019). Dimensional attention as a mechanism of executive function: Integrating flexibility, selectivity, and stability. *Cognition*, 192(1), 1-16.
- Johnson, R. & Wichern, D. (2014). *Applied Multivariate Statistical Analysis* (6th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- Kastner, L. (2017). *Philosophy of Cognitive Neuroscience*. Germany: CPI Book GmbH, Leck.
- Kline, R. B. (2016). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling* (4th ed.). New York: Guilford Publications.
- Ministry of Education Thailand. (2017). *Policy fiscal year 2017 Office of the Basic Education Commission*. Bangkok: Basic Education Commission. [in Thai]
- Muthen, K. L. & Muthen, O. B. (2017). *Mplus statistical analysis with latent variables User Guided* (8th ed.). Los Angeles: CA.
- Srikoorn, S. (2019a). Construct validity of cognitive ability test software in the accuracy dimension. *Journal of Education Khon Kaen University*, 42(4), 103-117. [in Thai]
- Srikoorn, S. (2019b). *Multiple Group Structural Equation Model Analysis of Student's Learning Processes based on Educational Neuroscience on Mathematics Learning Outcomes*. Master's thesis, Mahasarakham University. [in Thai]
- Srikoorn, S., Viriyapong, N. & Chutiman, N. (2018). Examining Construct Validity and Measurement Invariance of Mood across Gender and Grade. *Journal of Education Khon Kaen University*, 41(1), 17-38. [in Thai]
- Srikoorn, S., Bunterm, T., Nethanomsak, T. & Ngang, T. K. (2017). A Comparative Study of the Effects of the Neurocognitive-based Model and the Conventional Model on Learner Attention, Working Memory and Mood. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 14(1), 83-110.



Name and Surname: Sanit Srikoon

Highest Education: Ph.D. in Curriculum and Instruction

University or Agency: University of Phayao

Field of Expertise: Curriculum and Instruction