

การพัฒนาระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญา สำหรับเด็กที่มีความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ Development of the Cognitive Integration Assessment for Children at Risk of Dyscalculia

จันทราภา พูลสนอง¹ กนก พานทอง¹ พีร วงศ์อุปราช¹ และพูลพงศ์ สุขสว่าง^{1,2*}

Chantrapa Poolsanong¹, Kanok Panthong¹, Peera Wonggupparaj¹ and Poonpong Suksawang^{1,2*}

¹สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

¹Program in Research and Statistics in Cognitive Science,

College of Research Methodology and Cognitive Science, Burapha University

²หน่วยวิจัยวิทยาการปัญญาและนวัตกรรม วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

²Cognitive Science and Innovation Research Unit,

College of Research Methodology and Cognitive Science, Burapha University

*Corresponding author: psuksawang@gmail.com

Received: August 20, 2022

Revised: September 16, 2022

Accepted: September 22, 2022

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญาสำหรับเด็กที่มีความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบทดสอบมาตรฐานวัดเชาวน์ปัญญา และแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ คือ การนับ เปรียบเทียบ และการบวก เป็นวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านความจำ และด้านการบูรณาการข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิจัย การทดสอบคุณภาพเครื่องมือความสอดคล้องเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ 7 คน และทดสอบความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเที่ยงของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน จากกลุ่มไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า (1) ระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญาสำหรับเด็กที่มีความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ (S-CVI=0.94) เมื่อพิจารณารายข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (I-CVI=0.86 ถึง 1.00) (2) ระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญาสำหรับเด็กที่มีความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ผลการประเมินความเหมาะสมการใช้ระบบจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมาก (3) การทดสอบคุณภาพเครื่องมือแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์มีค่าความยากง่ายอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างง่าย ($p=0.40-0.77$) ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ($r=0.20-0.73$) และค่าความเที่ยงของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) อยู่ระดับดี ($KR20=0.85-0.92$)

คำสำคัญ: ระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญา เด็กที่มีความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์

Abstract

The objectives of this research involved the development of a cognitive integration assessment system for children at risk of dyscalculia. The research instruments were an intelligence quotient and a mathematics ability test that used the counting, comparison, and addition test batteries and consisted of two domains: memory and integration data. The content validity index, which included the sum content validity index and the item content validity index from seven experts, was used to analyze the data. The research try-out group consisted of 30 students, as measured by Kuder-Richardson 20 (KR20) difficulty, discrimination, and reliability. The following were the outcomes: The development of the cognitive integration assessment system consisted of a sum content validity index of 0.94 and an item content validity index between 0.86 and 1.00 (2) The development of the cognitive integration assessment system included both a memory test and an integration data test, both judged suitable for use by experts (3) The difficulty values were moderate to relatively easy between 0.40 and 0.77, the discrimination values were moderate to high between 0.20 and 0.73, and the reliability using Kuder-Richardson 20 was good between 0.85 and 0.92.

Keywords: a cognitive integration assessment system, children at risk of dyscalculia



บทนำ

ความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ (dyscalculia) โดยสถาบัน National Center for Learning Disabilities (Cortiella & Horowitz, 2014) ได้ระบุสาเหตุไว้ ดังนี้ เกิดจากพัฒนาของสมอง (brain development) มีรอยโรคทางสมองหรือความผิดปกติของฟีโนไทป์ (Phenotypy) จากงานวิจัยของ Kaufmann, Wood, Rubinsten and Henik (2011) ความหนาแน่นของเนื้อสมองสีเทาลดลงเกิดความผิดปกติของระบบการทำงานบริเวณสมองซีกซ้าย (intraparietal sulcus) เกี่ยวกับการรับรู้ทางคณิตศาสตร์ จำนวนตัวเลข การคำนวณ การแปลความหมายจนถึงกระบวนการทางสมองด้านความจำ สาเหตุถัดมาเกิดจากลักษณะทางพันธุกรรม (genetic influences) เกิด Fragile X syndrome เป็นโรคทางพันธุกรรม การขาดฮอร์โมนไทรอยด์ ติดเชื้อในสมอง จากงานวิจัยของ Hersh and Saul (2011) ส่วนใหญ่พบในเพศชายมากที่สุด ทำให้มีภาวะพัฒนาการทางสติปัญญาช้า และสาเหตุสุดท้ายเกิดจากสิ่งแวดล้อม (environmental impacts) ประวัติส่วนตัว เช่น เด็กที่คลอดก่อนกำหนด การขาดออกซิเจนขณะคลอด

น้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์ และความวิตกกังวล สิ่งเหล่านี้เป็นสาเหตุหลักทำให้เกิดความบกพร่องทางการเรียนรู้ (Swanson, 2000)

เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เด็กบางคนไม่สามารถคำนวณง่าย ๆ ได้ไม่เข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์จำหลักเลขไม่ได้มีความยากลำบากในการเรียนคณิตศาสตร์จาก World Health Organization--WHO การเข้าใจคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับการเรียนรู้ระยะยาว ทักษะทางวิชาการที่สัมพันธ์กับด้านคณิตศาสตร์หรือการคำนวณ ไม่ว่าจะเป็นความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวน การจดจำข้อมูลหรือกฎทางคณิตศาสตร์ ความแม่นยำ ความคล่องแคล่วในการคิดเลข และความสามารถในการชี้แจงอธิบายเหตุผลที่มาที่ไปของคำตอบ เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์จะมีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับอายุ และระดับสติปัญญาปกติกับเด็กช่วงวัยเดียวกัน โดยความบกพร่องนี้ส่งผลอย่างมากต่อการเรียนหรือการทำงาน ความผิดปกติในการเรียนรู้นี้จะพบอาการเมื่อเริ่มเรียนหนังสือ อวัยวะรับสัมผัส (ตาหรือหู) ความผิดปกติทาง

ระบบประสาท ความผิดปกติด้านภาษา รูปแบบการเรียนการสอน หรือปัญหาด้านจิตสังคมสอดคล้องกับงานวิจัยของ May and Ahmad (2020) ศึกษามุมมองเกี่ยวกับทฤษฎีและแบบจำลองในการศึกษาของความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ และงานวิจัยของ Mercer, Mercer and King-Sears (1990) ได้สรุปความบกพร่องโดยทั่วไป คือ การรับรู้ทางสายตามีความบกพร่องและสับสนทิศทาง ซึ่งมีผลต่อการคิดคำนวณที่เกี่ยวข้องกับด้านบน-ด้านล่าง (เช่น การบวก) ด้านซ้าย-ด้านขวา (การจัดกลุ่ม) และการเรียงตัวเลข การเคลื่อนไหวการเขียนตัวเลขซ้ำ การรับรู้ทางการได้ยิน ความจำทั้งระยะสั้นและระยะยาว สัมพันธ์ตอนการคิดคำนวณ การรับรู้ด้านภาษาที่มีความยากลำบากในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของพจน์กับความหมายทางคณิตศาสตร์ เช่น การขาด การเพิ่ม การแบ่ง การจัดกลุ่ม ตัวตั้งสำหรับการคูณ การแทนค่า เป็นต้น การอ่านมีความยากลำบากในการทำความเข้าใจกับคำศัพท์ที่เป็นองค์ประกอบของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางนามธรรมมีความยากลำบากในการทำความเข้าใจความคิดรวบยอดและวิธีการทางคณิตศาสตร์ระดับนามธรรม ทั้งนี้ครูผู้สอนทราบว่าเด็กกลุ่มนี้ไม่ได้บกพร่องทางสติปัญญา ซึ่งสอดคล้องกับ Butterworth, Laurillard and Varma (2011) เป็นเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็นเด็กที่มีสติปัญญาปกติ

การวินิจฉัยการคัดกรอง และการประเมินความบกพร่องทางการเรียนรู้ในต่างประเทศใช้ในการวิเคราะห์โรคทางจิตเวช DSM-V มีเกณฑ์การวินิจฉัยโรคจากประเมินปัญหาการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ อธิบายลักษณะรหัสการประเมินความบกพร่องตามหัวข้อที่ (66) เรื่อง 315.1 (F81.2) (American Psychiatric Association, 2013) และใช้ควบคู่กับแบบประเมิน ICD-10 มีการกำหนดรหัสเฉพาะเป็นตัวอักษรถึง 5 โดยแบ่งตามหลักของกลุ่มโรคหลัก กลุ่มโรคย่อย (Grider, 2014) สำหรับในประเทศไทย มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาเครื่องมือในการวินิจฉัย คัดกรอง และการประเมินเด็กที่มีปัญหาการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ขึ้น จากงานวิจัยของ Arayavinyoo and Puangsuwan (2011) ได้พัฒนาแบบสำรวจปัญหาการเรียน ในปัจจุบันกระทรวงศึกษาธิการ Office of the Basic Education Commission. (2011) ได้นำแบบแบบคัดกรองนักเรียนที่มีภาวะออทิซึม สมایشัน

และบกพร่องการเรียนรู้ (KUS-SI: Rating Scales ADHD/LD/Autism (PDDS) (Utairatanakit, Srisukvatananan, Ngamsamut, Saengsawang & Wungwisegsugol, 2009) แบบประเมินเป็นการสังเกตข้อมูลพื้นฐานของเด็กที่มีปัญหาการเรียนรู้ และการสังเกตปัญหาการเรียนรู้ของเด็กในแต่ละด้าน มีทั้งฉบับระดับประถม และระดับมัธยม ซึ่งผลการประเมินเป็นภาพรวม ไม่สามารถระบุได้ว่าเป็นความบกพร่องด้านการอ่าน การเขียน การคำนวณทางคณิตศาสตร์

ลักษณะการวินิจฉัย คัดกรอง และการประเมินความบกพร่องทางการเรียนรู้ แบบประเมินใช้กระดาษ-ดินสอ (self-report paper-and-pencil) เป็นการสังเกตพฤติกรรมความบกพร่องทางการเรียนรู้ของเด็กจากการประเมินของบุคลากรทางการแพทย์และผู้เชี่ยวชาญที่ผ่านการอบรมการประเมินความบกพร่องทางการเรียนรู้ ขั้นตอนนี้อาจเกิดความคลาดเคลื่อนในการประเมินเนื่องจากการประเมินขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ดังนั้นถ้าเปลี่ยนรูปแบบการประเมินโดยนำเทคโนโลยีมาสร้างรูปแบบของอัลกอริทึม (Algorithm) สามารถทำนายผลข้อมูลได้ความรวดเร็ว มีความเชื่อถือ (reliability) ความตรง (validity) และค่าการพยากรณ์ (predictive value) ได้อย่างแม่นยำ ลดความคลาดเคลื่อนในการประเมินของมนุษย์

การพัฒนาแบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญาเป็นการคัดกรองเบื้องต้น ตรวจสอบความบกพร่องเริ่มแรกยิ่งตรวจพบเร็วจะสามารถแก้ไขปัญหได้จากข้อมูลการประเมิน โดย ครู ผู้ปกครองจะช่วยเหลือและเพิ่มโอกาสในการพัฒนาการเรียนรู้ของเด็ก ซึ่งเด็กอายุ 6 ปี ถึง 6 ปี 6 เดือน เป็นช่วงการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ผู้เรียนได้รับโอกาสทางการศึกษาที่เสมอภาคกับผู้เรียนคนอื่น ๆ งานวิจัยของ Lemongkol and Kraiwan (2014) การจัดประสบการณ์เรียนรู้แบบสเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของเด็ก นอกจากนี้เด็กในยุคศตวรรษที่ 21 สามารถนำเทคโนโลยีมาใช้ในการประเมิน จากงานวิจัยของ Chuenaam (2021) เด็กตั้งแต่อายุ 2 ขึ้นไป สามารถเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการเปิด-ปิด สวิตซ์ทั้งที่ยังไม่รู้ความหมาย สามารถใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ตามความเคยชินในการวิจัยได้นำเทคโนโลยีมาสร้างรูปแบบ

ของอัลกอริทึม (Algorithm) เป็นโปรแกรมออนไลน์ สามารถใช้ได้กับโทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ต เปิดโอกาสให้เด็กเกิดการเรียนรู้ในการพัฒนาความคิดและทักษะในการใช้เทคโนโลยีได้ด้วยตนเอง

การออกแบบระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญาได้ศึกษาขั้นตอนการประเมินของ Thambirajah (2016) มีการคัดกรองเบื้องต้น การประเมินแบบวินิจฉัยโรค และการทดสอบเฉพาะทางจิตวิทยา นำหลักการทางสร้างโปรแกรมประเมินความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ มีการคัดกรองข้อมูลเบื้องต้น การทดสอบเชาวน์ปัญญา และการทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยนำกระบวนการเรียนรู้กับแนวคิดทางคณิตศาสตร์จากการศึกษาแนวคิดด้านคณิตศาสตร์ 3 แนวคิด คือ Abstract-code model (McCloskey, 1992) เป็นรูปแบบความรู้ ความเข้าใจเชิงตัวเลข การคำนวณเองในใจและแปลผลออกมาเป็นรูปแบบของผลลัพธ์ Dehaene and Cohen (1995) Triple-code model Dehaene Cohen 1995 เป็นกระบวนการทางตัวเลข (number processing) อธิบายรูปแบบการทำงานของสมองทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจของการประมวลตัวเลข Multiple encoding hypothesis (Campbell & Clark, 1992) เป็นการประมวลตัวเลขจากการเข้ารหัสกับการอ่าน (number-reading) และการเรียกคืนตัวเลข (number-fact retrieval) มีการบูรณาการความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ทางด้านภาษา ตัวเลข การประมาณ และทิศทาง (visuospatial) ได้นำแนวคิดดังกล่าวมาสร้างกระบวนการทางตัวเลข จำนวน และเสียง มาพัฒนาเป็นโปรแกรมในการประเมิน

ดังนั้นผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาพัฒนาระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญาสำหรับเด็กที่มีความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ จากการทบทวนวรรณกรรมทั้งในและต่างประเทศ แนวการวินิจฉัย คัดกรองและประเมินเด็กที่มีความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์นำมาสร้างระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญานำเทคโนโลยีมาสร้างโปรแกรมเป็นระบบออนไลน์ ใช้ได้กับโทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต และคอมพิวเตอร์ ในการประเมิน สามารถทราบผลได้ทันที มีความถูกต้อง แม่นยำ ลดความคลาดเคลื่อนของคน งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์กับหน่วยงานการศึกษาสามารถวัดผลการประเมินได้ทันที

นำข้อมูลมาพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน ทำให้เกิดความเท่าเทียมกันทางการศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญาสำหรับเด็กที่มีความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์

กรอบแนวคิดการวิจัย

การพัฒนาระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญาสำหรับเด็กที่มีความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เด็กมีความยากลำบากในการแทนค่าจำนวนเป็นตัวเลข การเขียนตัวเลขเป็นภาษาจากการอ่านและการเขียน รวมถึงการคำนวณ ส่งผลต่อการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของกระบวนการทางสมอง เนื่องจากสมองมีการป้อนข้อมูลจากสิ่งเข้าเข้ารหัสเริ่มการบูรณาการข้อมูลในการแปลผลจากนั้นสมองสั่งการให้มีการบันทึกข้อมูลเข้าระบบความจำเมื่อเกิดความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ต้องหาแนวทางแก้ไขพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ และกลยุทธ์ในการจัดการเรียนการสอนตามระบบการศึกษาให้เหมาะสมกับเด็กตามช่วงวัย

ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมประเมินความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ศึกษาแนวคิดของ Thambirajah (2016) มีขั้นตอนการคัดกรองเบื้องต้นเป็นการศึกษาประวัติส่วนตัว ตั้งแต่เกิดจนถึงเรียนหนังสือ ขั้นตอนการประเมินแบบวินิจฉัยโรค เป็นการสังเกตพฤติกรรมเชิงลึก และขั้นตอนการทดสอบเฉพาะเป็นการทดสอบทางจิตวิทยา ผู้วิจัยนำขั้นตอนการประเมินมาสร้างโปรแกรมลักษณะโปรแกรมมีข้อมูลเบื้องต้น แบบทดสอบมาตรฐานวัดเชาวน์ปัญญาแบบอวจนภาษาของ (Ehrler & McGhee, 2008) และแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยศึกษากระบวนการเรียนรู้ทางสมอง (cognitive process) และกระบวนการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ (mathematics process)

แบบทดสอบมาตรฐานวัดเชาวน์ปัญญาศึกษาเป็นการเปรียบเทียบเชาวน์ปัญญารายบุคคลกับคนในระดับ

อายุเดียวกัน โดยแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญา แบ่งเป็น 2 ด้าน ด้านภาษา (verbal test) เป็นการวัดความสามารถที่ต้องใช้ภาษาในการสื่อสารคำพูด ทักษะการใช้ภาษาในการแก้ไขปัญหา เป็นแบบทดสอบวัดความรู้ทั่วไป และด้านปฏิบัติ (performance) เป็นความสามารถในการรับรู้จากสิ่งที่มองเห็นลงมือทำตามคำสั่งเพื่อแก้ไขปัญหาจากภาพ การเรียงลำดับเหตุการณ์ ผู้วิจัยเลือกแบบทดสอบมาตรฐานวัดเชาวน์ปัญญาแบบอวัจนภาษา Primary Test of Nonverbal Intelligence--PTONI (Ehrler & McGhee, 2008) เป็นการวัดเชาวน์ปัญญาด้านปฏิบัติ (performance) เป็นการวัดความสามารถในการรับรู้จากสิ่งที่มองเห็นจากการสังเกตสิ่งเร้าเป็นภาพ (figural content) ขบวนการคิด (operation) การรับรู้ (cognition) การค้นพบ การตระหนัก และการรู้จักสิ่งที่มองเห็นลงมือทำตามคำสั่งเพื่อแก้ปัญหาจากสิ่งที่มองเห็นมีความคล้ายคลึงหรือแตกต่างอย่างไร จากการคิดหาเหตุผลแบบอนกนัย (divergent production) การคิดแบบหลายด้านในการหาคำตอบให้ได้มากที่สุด โดยนำมาเชื่อมโยงกับการคิดแบบเอกนัย (convergent production) ความสามารถของสมองในการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุดเพียงคำตอบเดียวในการประเมิน (evaluation) ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 5-15 นาที เหมาะกับกลุ่มตัวอย่างของผู้วิจัย

แบบทดสอบสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยศึกษา แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนำมาสร้างแบบทดสอบ พัฒนาแนวคิดกระบวนการเรียนรู้ทางสมอง (cognitive process) และกระบวนการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ (mathematics process) โดยกระบวนการเรียนรู้ทางสมอง (cognitive process) นำแนวคิดขั้นตอนการเรียนรู้ของระบบแบบจำลองไซเบอร์เนติก (cybernetics model) (Ozer, 2019) ขั้นตอนการตัวป้อน (input process) จากประสาทสัมผัสต่าง ๆ จะเข้าสู่สมอง จากนั้นสมองมีการบูรณาการข้อมูล (integration process) เป็นกระบวนการแปลความหมายของข้อมูลที่ได้รับ จากนั้นสมองดำเนินการส่งข้อมูลไปการเก็บรักษาและบันทึกข้อมูล เป็นความจำ (memory process) สามารถดึงข้อมูลมาใช้ได้ เมื่อจำเป็นต้องใช้ข้อมูล ความจำระยะสั้นจะช่วยคงข้อมูลในช่วงสั้น ๆ ขั้นตอนสุดท้ายผลผลิต (output process) เป็นข้อมูลจะถูกนำมาใช้ในรูปแบบของภาษา และการเคลื่อนไหว สำหรับ

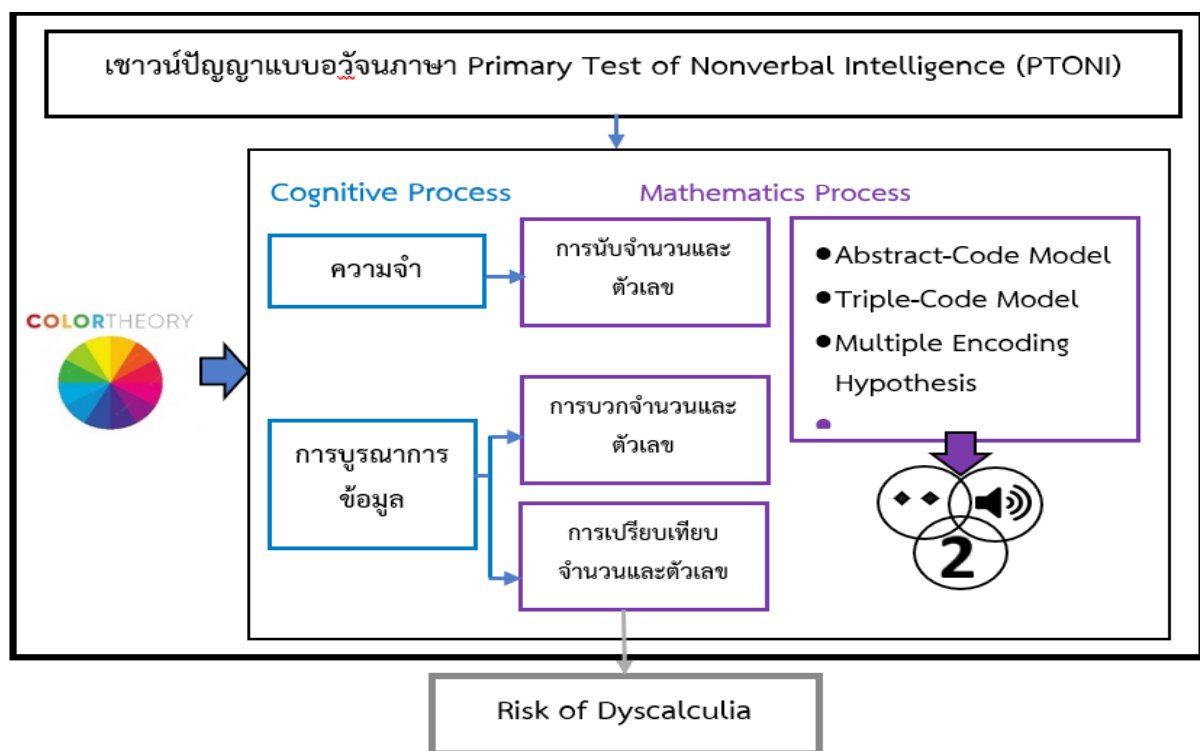
เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์มีความยากลำบากในการแปลความหมาย การทำความเข้าใจ สัญลักษณ์ที่สื่อสารข้อเท็จจริงเกี่ยวกับคณิตศาสตร์จะส่งผลกระทบต่อระบบทำงานของสมองส่วนหน้า (frontal lobe) ในรูปแบบของความจำ (memory process) ทำหน้าที่จดจำข้อมูลจากประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ที่มีอยู่และโครงข่ายประสาทสมอง ดำเนินการแยกแยะความเหมือนความแตกต่างของรูปร่าง ขนาด สี การจับคู่การจัดประเภท การนับ ซึ่งสมองมีการจัดระบบข้อมูลจำนวนมากและนำข้อมูลไปเก็บรักษาไว้ในคลังสมอง เมื่อถึงเวลาที่เรากำลังต้องใช้ข้อมูล สามารถนำข้อมูลในสมองออกมาใช้งานได้อัตโนมัติ แสดงว่า กระบวนการเรียนรู้ทางสมอง มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านการบูรณาการข้อมูลและด้านความจำ

กระบวนการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ (mathematics process) ได้ศึกษาแนวคิดกระบวนการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ 3 แนวคิด ดังนี้ (1) abstract-code model (McCloskey, 1992) เป็นรูปแบบความรู้ ความเข้าใจเชิงตัวเลข การคำนวณในใจและแปลผลออกมาเป็นรูปแบบของผลลัพธ์ (2) triple-code model (Dehaene & Cohen, 1995) เป็นกระบวนการทางตัวเลข (number processing) อธิบายรูปแบบการทำงานของสมองทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจของการประมวลตัวเลข (3) multiple encoding hypothesis (Campbell & Clark, 1992) เป็นการประมวลตัวเลขจากการเข้ารหัสกับการอ่าน (number-reading) และการเรียกคืนตัวเลข (number-fact retrieval) มีการบูรณาการและมีความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ทางด้านภาษา ตัวเลข การประมาณ และทิศทาง (visuospatial) จากแนวคิดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ (mathematics process) นำมาสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยนำแนวคิดกระบวนการเรียนรู้ทางสมอง (cognitive process) มาบูรณาการสร้างเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านความจำและด้านการบูรณาการข้อมูล การนับจำนวนและตัวเลข การเปรียบเทียบจำนวนและตัวเลข และการบวกจำนวนและตัวเลข

การออกแบบระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญา นำมาสร้างโปรแกรมประเมินตามแนวคิดทฤษฎีสีตามหลักจิตวิทยา สีเป็นวัสดุสำคัญในการสร้างภาพมี

อิทธิพลต่อการสร้างอารมณ์ ความรู้สึก สีเป็นสิ่งที่เราทำให้เกิดการตอบสนอง การกระตุ้นความสนใจ มีรูปแบบการประมวลผลจากสมอง การจดจำ และการเรียนรู้ สีแต่ละชนิดย่อมมีคุณสมบัติเฉพาะ นักจิตวิทยาให้ความสำคัญกับการสัมผัสทางตา หรือการมองเห็น (iconic memory) ทำให้เกิดความจำระยะสั้นในการจดจำภาพจากการมองเห็น สีส่นจากภาพจะเป็นเหมือนการกระตุ้นให้เกิดการจำ ในระยะเวลาที่นานขึ้น ชัดขึ้น เรียกว่า ความจำประเภทความจำการรู้สึกสัมผัส (sensory memory) ในรูปแบบการประมวลผลของสมอง การจดจำ และการเรียนรู้ สีแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะ การใช้เลือกใช้สีอย่างเหมาะสมจะช่วยให้การสื่อความหมาย ผู้วิจัยนำหลักการสร้างไอคอนประกอบสีตามทฤษฎี An Ecological Valence Theory of Human

Color Preferences (Schloss & Plamer, 2010) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการชอบสีเกิดจากการเชื่อมโยงสีของวัตถุ ประสบการณ์ และความรู้สึกเกี่ยวกับสีเข้าด้วยกัน สำหรับทางการแพทย์สีน้ำเงินช่วยลดภาวะภาพติดตา (after-image) และสีน้ำเงินเป็นสีที่เหมาะสมที่สุดกับสภาวะการเรียนรู้ และทำงานที่ต้องใช้ความคิดเยอะ ๆ จะช่วยในการคิดงาน และทำงานได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัย Wright (2009) สีน้ำเงินเข้มช่วยเรื่องความคิด เป็นพลังบวก แสดงถึงความฉลาดทางปัญญา การสื่อสาร ความซื่อสัตย์ ประสิทธิภาพ ความสงบ ธรรมชาติ การเลือกใช้สีอย่างเหมาะสม จะช่วยในการสื่อความหมาย แสดงว่า สีน้ำเงินเหมาะกับการคิดและความจำ นำมาซึ่งการสร้างระบบประเมินเชิงบูรณาการ ตามภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดงานวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ จำนวน 7 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านกุมารเวชศาสตร์พัฒนาการ และพฤติกรรม เป็นกุมารแพทย์ จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยา จำนวน 3 คน เป็นพยาบาล นักจิตวิทยาคลินิก และนักการศึกษาพิเศษและเวชกรรมฟื้นฟู และผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ เป็นอาจารย์สอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน

กลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (try out) จำนวน 30 คน โรงเรียนคลองห้า จังหวัดปทุมธานี ได้เสนอขอรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา โดยมีรหัสเลขจริยธรรมที่ G-HU122/2564 ลงวันที่ 1 สิงหาคม 2564 ผู้วิจัยขอจึงอนุญาตจากผู้ปกครองของเด็กก่อนทำการทดลอง เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างอายุต่ำกว่า 7 ปี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญา เป็นการประเมินความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้วยโปรแกรมระบบออนไลน์ ประกอบด้วย

ข้อมูลเบื้องต้น เอกสารการยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย ระบุชื่อ-นามสกุล อายุ ระหว่าง 6 ปี ถึง 6 ปี 6 เดือน เพศ เบอร์โทรศัพท์ (ถ้ามี) อีเมล

แบบทดสอบมาตรฐานวัดเชาว์ปัญญา Primary Test of Nonverbal Intelligence--PTONI ของ Ehrler and McGhee (2008) เป็นแบบทดสอบมาตรฐานวัดเชาว์ปัญญาแบบอวัจนภาษา เป็นแบบทดสอบวัดรายบุคคลด้านปฏิบัติ (performance) จำนวน 75 ข้อ การทดสอบความแตกต่าง “ภาพใดแตกต่างกัน” ตัวเลือกคำตอบ 3-5 ตัวเลือก เลือกข้อที่ถูกที่สุด เกณฑ์การให้คะแนน ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน เงื่อนไขการทำแบบทดสอบ ถ้าตอบผิดติดกัน 5 ข้อ ระบบจะดำเนินการรวมคะแนน ความถูกต้องของการทำแบบทดสอบทั้งหมดเพื่อพิจารณา ระดับเชาว์ปัญญาตามช่วงอายุของเด็ก ระยะเวลาในการทำแบบทดสอบ 5-15 นาที มีความเที่ยง เท่ากับ 0.94

แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ผู้วิจัย สร้างขึ้น จำนวน 80 ข้อ ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน

7 คน ได้แก่ผู้เชี่ยวชาญด้านกุมารเวชศาสตร์พัฒนาการและพฤติกรรม เป็นกุมารแพทย์ จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยา จำนวนทั้งหมด 3 คน เป็นพยาบาล นักจิตวิทยาคลินิก และนักการศึกษาพิเศษและเวชกรรมฟื้นฟู ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ เป็นอาจารย์ จำนวน 3 คน จากแนวคิดกระบวนการเรียนรู้ทางสมอง (cognitive process) ของระบบแบบจำลองไซเบอร์เนติก (Cybernetics Model) (Ozer, 2019, p. 33) และแนวคิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (mathematics process) คือ Abstract-Code Model (McCloskey, 1992) Triple-Code Model (Dehaene & Cohen, 1995) Multiple Encoding Hypothesis (Campbell & Clark, 1992) เพื่อนำมาสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์จำนวนและตัวเลขด้านความจำและการบูรณาการข้อมูล ประกอบด้วย แบบทดสอบด้านความจำ เป็นแบบทดสอบการนับจำนวนและตัวเลข ลักษณะของแบบทดสอบในระบบเป็นใช้ฟังคำสั่งเสียง “ภาพใดแตกต่างกัน” เลือกรูปภาพจากเสียงที่ได้ยินและการระลึกถึงตัวเลขหรือจำนวนเปลี่ยนเป็นตัวเลข แบบทดสอบด้านการบูรณาการข้อมูล ประกอบด้วย แบบทดสอบการเปรียบเทียบจำนวนและตัวเลข และแบบทดสอบการบวกจำนวนและตัวเลข ลักษณะแบบทดสอบด้านการบูรณาการข้อมูล เป็นแบบทดสอบการแปลความหมายหรือการตีความโดยเลือกตอบคำถามจากรูปภาพ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.92

ระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญาเป็นการประเมินความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้มีขั้นตอนการพัฒนาแบบ ดังนี้

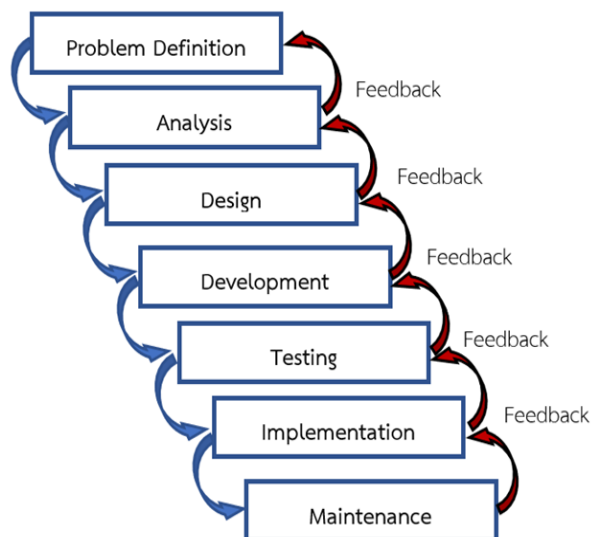
ขั้นตอนที่ 1.1 ศึกษา เอกสาร บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความเสี่ยงของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง รวมถึงทฤษฎีจากหนังสือ ตำราบทความทางวิชาการ งานวิจัย ฐานข้อมูลจากระบบอินเทอร์เน็ต และงานวิจัยต่างทั้งในประเทศและต่างประเทศ Scopus Web of Science และ ERIC อย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นการศึกษาค้นคว้ารวบรวม ทฤษฎีผลงานวิจัยที่ทันสมัย และได้มาตรฐาน โดยผ่านกระบวนการประเมินค่าคุณภาพงาน และคัดเลือกทฤษฎี และผลงานวิจัยที่ได้มาตรฐานที่

เกี่ยวกับการเกณฑ์การเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เกณฑ์ความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 1.2 ออกแบบระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญาสำหรับเด็กที่มีความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ การออกแบบระบบประเมินเชิงบูรณาการสำหรับเด็กที่มีความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ได้ออกแบบระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญาแบบ System Development Life Cycle-SDLC ของ (Davis, 1999) ดังภาพ 2 ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดปัญหา (problem definition)

การศึกษาระบบการประเมินความความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ส่วนใหญ่แบบประเมินใช้กระดาษ-ดินสอ (self-report paper-and-pencil) เป็นการสังเกตพฤติกรรมมนุษย์ โดยบุคลากรทางการแพทย์ นักจิตวิทยา และผู้เชี่ยวชาญ ประเมิน และใช้เวลานานในการประเมิน



ภาพ 2 ขั้นตอนการพัฒนาระบบ

Note. Adapted from “Information system consultant’s Handbook: The systems development life cycle” by W. S. Davis, 1999, Copyright 1999 by CRC Press

2. การวิเคราะห์ (analysis)

ระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญา ศึกษากระบวนการเรียนรู้ของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เด็กความยากลำบากและมีปัญหาการรับรู้ รวมถึงการเรียนรู้ เรื่องการนับจำนวน (โดยปกติจำนวนและตัวเลขเป็น 1 ถึง 10) การเรียนรู้ลำดับของตัวเลข การเรียนรู้เพื่อกำหนดรูปร่างขนาดใหญ่หรือเล็กลง และการเรียนรู้การนับวัตถุนับหน้าจหรือหนังสือ และทักษะอื่น ๆ (Kikas, Peetsd, Palua & Afanasjeva, 2009)

การประเมินความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็นแบบสังเกตพฤติกรรมมนุษย์ ใช้แบบทดสอบกระดาษ-ดินสอ (self-report paper-and-pencil) โดยผู้ประเมินเป็นบุคลากรทางการแพทย์ นักจิตวิทยา และผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งขั้นตอนนี้อาจเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากประสบการณ์ของผู้ประเมินแต่ละบุคคลแตกต่างกันในการสังเกตและประเมินพฤติกรรม ดังนั้น การนำเทคโนโลยีมาสร้างโปรแกรมรูปแบบอัลกอริทึม (Algorithm) จะสามารถวิเคราะห์ข้อมูลและทำนายผลการประเมินได้อย่างรวดเร็ว มีความเชื่อถือ (reliability) ความตรง (validity) และค่าการพยากรณ์ (predictive value) ได้อย่างแม่นยำ

3. การออกแบบ (design)

การวิเคราะห์ผลออกแบบแบบจำลองระบบประเมินเชิงบูรณาการสำหรับเด็กที่มีความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ขั้นตอนการออกแบบผลการพัฒนาระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญา มีดังนี้

1) การระบุข้อมูลเข้า (input) กำหนดข้อมูลเข้าสู่ระบบขั้นตอนการประเมิน ศึกษาตามแนวคิดการคัดกรองของ Thambirajah (2016) มี 3 ขั้นตอน คือ (1) การคัดกรองเบื้องต้น เป็นการศึกษาวินิจฉัยส่วนตัว ตั้งแต่เกิด จนถึงเรียนหนังสือ (2) การประเมินแบบวินิจฉัยโรค เป็นศึกษาการประวัติเชิงลึก การสังเกตพฤติกรรมเชิงลึก (3) การทดสอบเฉพาะ เป็นการทดสอบทางจิตวิทยา

2) การประมวลผล (process) ศึกษาการสร้างแบบประเมินและแบบคัดกรอง คุณสมบัติของเด็กเป็นเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ แต่เด็กมีเชาวน์ปัญญาปกติ (Butterworth et al., 2011)

ศึกษากระบวนการทางปัญญา (cognitive process) และกระบวนการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ (mathematics process)

3) การระบุข้อมูลออก (output) ผลของระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญาสำหรับเด็กที่มีความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์

4. การพัฒนาระบบ (development)

การพัฒนาโปรแกรมนำมามีการสร้างอัลกอริทึม (Algorithm) เป็นโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ URL: www.dyscalculiatest.com ติดตั้งบนระบบแพลตฟอร์มบนกลุ่มเมฆ (cloud platform) ด้วยภาษาโปรแกรม Golang และ JavaScript ภายใต้อาณัติ angular framework และจะจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (relational database) ใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล PostgreSQL ผังการทำงาน (flow chart)

5. การทดสอบ (testing)

เมื่อเขียนชุดคำสั่งโปรแกรมการประเมินความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์เสร็จสิ้น ผู้วิจัยนำโปรแกรมไปตรวจสอบหาข้อผิดพลาด (error) ในโปรแกรม โดยตรวจสอบด้วยตนเอง (self-checking) และตรวจสอบด้วยการแปลภาษา (translating) การตรวจสอบการทดสอบระบบโปรแกรม คำสั่งเสียง ความดัง ความชัดเจนของข้อความ ขนาดของหน้าจอโทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต หรือคอมพิวเตอร์ การตรวจสอบความถูกต้องผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการคำนวณค่าร้อยละของคะแนนขณะทำแบบทดสอบ การแสดงผลลัพธ์คะแนนความถูกต้อง (หน่วยการนับเป็นคะแนน) และเวลาในการตอบสนอง (หน่วยการนับเป็นวินาที) ระบบดำเนินการประมวลผลทันทีเมื่อทำแบบทดสอบเสร็จ ผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามผู้เชี่ยวชาญและแก้ไขให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้โปรแกรมการทดสอบกับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (try out) เป็นเด็กอายุตั้งแต่ 6 ปี ถึง 6 ปี 6 เดือน โรงเรียนคลองห้า จังหวัดปทุมธานี จำนวน 30 คน

6. การนำระบบไปใช้ (implementation)

การใช้ระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญากับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีการจัดทำคู่มือ วัสดุสารสนเทศการใช้โปรแกรม และนำระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญามาทดสอบระบบใหม่

7. การบำรุงรักษา (maintenance)

เมื่อโปรแกรมผ่านการตรวจสอบตามขั้นตอนเรียบร้อยแล้ว และถูกนำมาให้ผู้ใช้ได้ใช้งาน ในช่วงแรกผู้ใช้อาจจะยังไม่คุ้นเคยก็อาจทำให้เกิดปัญหาขึ้นมาบ้าง ดังนั้นจึงต้องมีผู้คอยควบคุมดูแล และตรวจสอบการทำงาน การบำรุงรักษาโปรแกรมจึงเป็นขั้นตอนที่ผู้เขียนโปรแกรมต้องคอยเฝ้าดูแลและหาข้อผิดพลาดของโปรแกรมในระหว่างที่ผู้ใช้ใช้งานโปรแกรมและปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมเมื่อเกิดข้อผิดพลาดขึ้น หรือในการใช้งานโปรแกรมไปนาน ๆ ผู้ใช้อาจต้องการเปลี่ยนแปลงการทำงานของระบบเดิมเพื่อให้เหมาะสมกับเหตุการณ์ เช่น ต้องการเปลี่ยนแปลงหน้าตาของรายงาน มีการเพิ่มเติมข้อมูลหรือลบข้อมูลเดิม นักเขียนโปรแกรมก็จะต้องคอยปรับปรุง แก้ไขโปรแกรมตามความต้องการของผู้ใช้ที่เปลี่ยนแปลงไปนั้น กรณีเกิดข้อผิดพลาดขึ้นจากระบบ ให้ดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้อง อาจมีการรองรับการเขียนโปรแกรมเพิ่มเติม และวางแผนการบำรุงรักษาระบบโปรแกรม และอุปกรณ์

ขั้นตอนที่ 1.3 การทดสอบระบบประเมินเชิงบูรณาการสำหรับเด็กที่มีความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยให้อาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมพิจารณาการออกแบบระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญาและการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน เป็นกุมารแพทย์ นักจิตวิทยา อาจารย์สอนคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนการเก็บข้อมูล ดังนี้

1.1) ขอนหนังสือจากวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและ
วิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

1.2) ติดต่อประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญ การนัด
หมายและสัมภาษณ์

1.3) ตรวจสอบความเหมาะสมและความ
สอดคล้องเชิงเนื้อหา รวมถึงข้อเสนอแนะจากข้อคำถาม
แบบปลายเปิด

1.4) สรุปรายละเอียด แก้ไข แล้วนำเสนออาจารย์
ที่ปรึกษา

2) กลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เด็กอายุ 6 ปี ถึง 6
ปี 6 เดือน โรงเรียนคลองห้า จังหวัดปทุมธานี

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ความสอดคล้องเชิงเนื้อหา โดยการประเมินแบบ
ทดสอบตามมาตรฐานค่า 4 ระดับ (rating scales)
หาดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (Item-Content
Validity Index--I-CVI) และความสอดคล้องทั้งฉบับ (Sum-
Content Validity Index: S-CVI) (Polit & Beck, 2006)
มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- 4 แทน มีความสอดคล้องกับเนื้อหาในระดับมากที่สุด
- 3 แทน มีความสอดคล้องกับเนื้อหาในระดับมาก
- 2 แทน มีความสอดคล้องในระดับน้อยที่สุด
- 1 แทน ไม่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาทางวิจัย

การคำนวณได้จากการนำจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่
ให้คะแนน 3 และ 4 ในข้อคำถามนั้น ๆ หารด้วยจำนวน
ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2. ความยากง่าย มีค่าตั้งแต่ 0.20–1.00 มีเกณฑ์
การแปล ดังนี้

- | | แปลความหมาย |
|-----------|--------------------|
| 0.81–1.00 | ข้อสอบที่ง่ายมาก |
| 0.60–0.80 | ข้อสอบค่อนข้างง่าย |
| 0.40–0.59 | ข้อสอบปานกลาง |
| 0.20–0.38 | ข้อสอบค่อนข้างยาก |
| 0.00–0.19 | ข้อสอบที่ยากมาก |

3. อำนาจจำแนก ระดับความยากของข้อสอบ
อำนาจจำแนกโดยใช้สัดส่วนเป็น 50% ของกลุ่มเด็กที่ไม่

ได้เป็นกลุ่มตัวอย่าง มีค่าตั้งแต่ 0.20–1.00 มีเกณฑ์การ
แปลผล ดังนี้

- | | แปลความหมาย |
|------------|-----------------------------------|
| 0.60–1.00 | ข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกสูง |
| 0.40–0.59 | ข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง |
| 0.20–0.39 | ข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกปานกลาง |
| 0.10–0.19 | ข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกค่อนข้างน้อย |
| -1.00–0.09 | ข้อสอบที่ไม่มีอำนาจจำแนก |

4. ความเที่ยง ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR20)

การให้คะแนนแต่ละข้อเป็น 0 1 คือ ตอบถูกให้ 1
คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน การทดสอบเพียงครั้งเดียว
เกณฑ์การพิจารณาว่ามีค่ามากกว่า 0.75 ขึ้นไป

ผลการวิจัย

ส่วนที่ 1 ผลการพัฒนาระบบประเมินเชิงบูรณาการ
ทางปัญญาสำหรับเด็กที่มีความเสี่ยงบกพร่องทางการ
เรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ผลของกระบวนการทำงานของ
ระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญา ดังภาพ 3 มี 3
ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ส่วนการนำเสนอข้อมูล (Input
Data) เป็นระบบออนไลน์ www.dyscalculiatest.com
อุปกรณ์ที่ใช้โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต และคอมพิวเตอร์ รูปแบบ
ระบบโปรแกรมดังภาพ 4 และขั้นตอนการลงทะเบียนกรอก
ข้อมูลเบื้องต้น ดังภาพ 5

ขั้นตอนที่ 2 ส่วนระบบการประเมิน (Process
Data) เป็นการทดสอบวัดเชาวน์ปัญญา ดังภาพ 6 และ
การทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ดังภาพ 7
มี ดังนี้

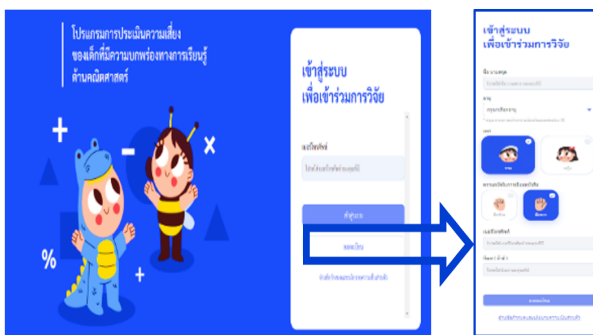
ขั้นตอนที่ 3 ส่วนวิเคราะห์ผล (Output Data)
เมื่อทำแบบทดสอบครบทุกแบบทดสอบ ระบบจะดำเนินการ
ประมวลผลทันที แสดงผลการวิเคราะห์เป็นกราฟ และ
คำร้อยละ โดยอธิบายรายละเอียดการทำแบบทดสอบใน
แต่ละด้าน คำนวณความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ของ
เด็ก กลุ่มปกติ ดังภาพ 8 กลุ่มที่มีความเสี่ยงบกพร่องทาง
การเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ดังภาพ 9



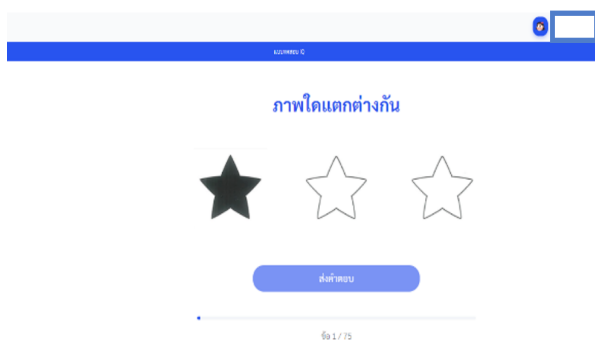
ภาพ 3 ขั้นตอนการพัฒนากระบวนประเมิณเชิงบูรณาการทางปัญญา



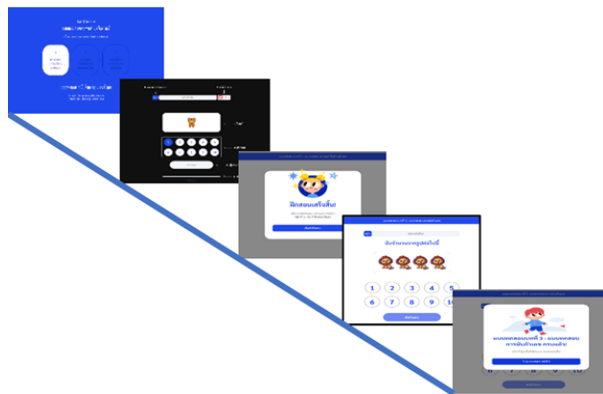
ภาพ 4 ระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญาสำหรับเด็กที่มีความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์



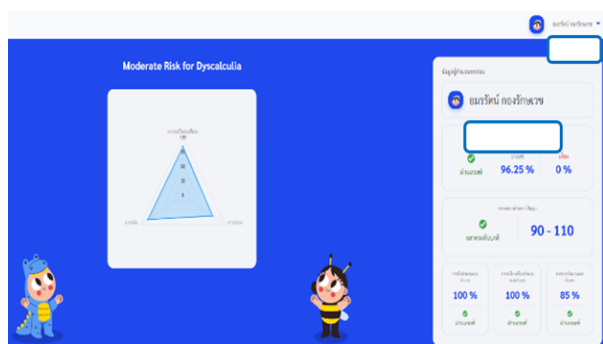
ภาพ 5 ขั้นตอนการลงทะเบียนกรอกข้อมูลเบื้องต้น



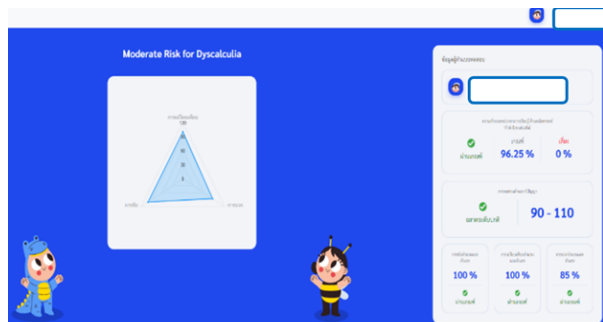
ภาพ 6 แบบทดสอบมาตรฐานวัดเชาว์ปัญญาแบบอัจฉริยภาพ



ภาพ 7 แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์



ภาพ 8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มปกติของระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญา



ภาพ 9 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มที่มีความเสี่ยงบกพร่องในการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ของระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญา

ส่วนที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพการพัฒนาระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญาสำหรับเด็กที่มีความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์

ผลการประเมินคุณภาพเครื่องมือความสอดคล้องเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน พบว่า แบบทดสอบมาตรฐานวัดเชาวน์ปัญญาแบบอวัจภาษา (PTONI) มีค่า (S-CVI=1.00) มีค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (I-CVI=1.00) แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาทั้งฉบับ (S-CVI=0.94) เมื่อพิจารณารายด้าน มีค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (I-CVI=0.86 ถึง 1.00) สำหรับแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญา ใช้แบบทดสอบมาตรฐาน

ผลการประเมินความเหมาะสมการใช้ระบบประเมินเชิงบูรณาการสำหรับเด็กที่มีความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน พบว่า การประเมินโปรแกรมมีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.46$ SD=0.53) เมื่อพิจารณารายข้อ การประเมินโปรแกรมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด คือ ผลการประเมินอธิบายได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย ($\bar{X}=4.86$ SD=0.38) และรูปแบบขนาดของตัวอักษรที่แสดงผลมีความเหมาะสม ($\bar{X}=4.57$ SD=0.79) สำหรับการประเมินความเหมาะสมการใช้โปรแกรม อยู่ในระดับมาก คือ การเปิดใช้งานโปรแกรมมีความสะดวก ($\bar{X}=4.43$ SD=0.54) ขั้นตอนการสาธิตอธิบายได้ชัดเจน ($\bar{X}=4.29$ SD=0.76) และคำชี้แจงในการใช้โปรแกรมด้วยคำสั่งเสียง อธิบายได้ชัดเจน และเข้าใจง่าย ($\bar{X}=4.14$ SD=0.90) ตามลำดับ

ผลการทดสอบคุณภาพเครื่องมือ แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นหาความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเที่ยงของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR20) จากกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (try out) เด็กโรงเรียนคลองห้า จังหวัดปทุมธานี จำนวน 30 คน เมื่อพิจารณาคุณภาพเครื่องมือรายด้าน พบว่าคุณภาพเครื่องมือด้านความจำ มีค่าความยากง่ายอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างง่าย ($p=0.40-0.77$) ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ($r=0.20-0.73$) และค่าความเที่ยงของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) อยู่ระดับดี (KR20=0.92) สำหรับคุณภาพเครื่องมือด้านการบูรณาการข้อมูล ค่าความยากง่ายอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างง่าย ($p=0.40-0.77$) ค่า

อำนาจจำแนก อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ($r=0.20-0.53$) และค่าความเที่ยงของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) อยู่ระดับดี (KR20=0.85-0.90) ผู้วิจัยกำหนดเป็นช่วงในการให้คะแนน

การอภิปรายผล

ระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญาสำหรับเด็กที่มีความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากแนวคิด เอกสาร ฤทธิ์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการประเมินความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ แบบประเมินที่ใช้กระดาษ-ดินสอ (self-report paper-and-pencil) เป็นการสังเกตพฤติกรรมความบกพร่องทางการเรียนรู้ของเด็กจากการประเมินของบุคลากรทางการแพทย์และผู้เชี่ยวชาญที่ผ่านการอบรมการประเมินความบกพร่องทางการเรียนรู้ ขั้นตอนนี้อาจเกิดความคลาดเคลื่อนในการประเมิน เนื่องจากการประเมินขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ดังนั้น ถ้าเปลี่ยนรูปแบบการประเมินโดยนำเทคโนโลยีมาสร้างรูปแบบของอัลกอริทึม (Algorithm) สามารถทำนายผลข้อมูลได้รวดเร็ว มีความเชื่อถือ (reliability) ความตรง (validity) และค่าการพยากรณ์ (predictive value) ได้อย่างแม่นยำ ลดความคลาดเคลื่อนในการประเมินของมนุษย์ สำหรับการออกแบบระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญาการสอบถามข้อมูลเบื้องต้น ทดสอบเชาวน์ปัญญา ด้วยแบบทดสอบมาตรฐาน และทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้สอดคล้องเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ทางสมอง (cognitive process) และกระบวนการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ (mathematics process) นำมาบูรณาการสร้างระบบประเมินเชิงบูรณาการทางปัญญา

ผลการประเมินคุณภาพเครื่องมือจากผู้เชี่ยวชาญ มีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาทั้งฉบับ (S-CVI=0.94) เมื่อพิจารณารายข้อ ความสอดคล้องเชิงเนื้อหารายข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (I-CVI=0.86 ถึง 1.00) สอดคล้องกับ Polit and Beck (2006) สำหรับเกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาตั้งแต่ .80 ขึ้นไป ดังกล่าวมีคุณภาพดี

ผลการประเมินความเหมาะสมการใช้โปรแกรม ประเมินความเสี่ยงของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญในภาพรวม มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับคำกล่าวของ (Siriwan et al., 2008)

ผลการทดสอบคุณภาพเครื่องมือแบบทดสอบ วัดความสามารถทางคณิตศาสตร์มีค่าความยากง่ายอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างง่าย ($p=0.40-0.77$) ตามแนวคิดของ Bloom (1971) กำหนดค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวินิจฉัยตั้งแต่ .40 ขึ้นไป ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ($r=0.20-0.73$) และค่าความเที่ยงของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) อยู่ระดับดี ($KR20=0.85-0.92$) สอดคล้องกับคำกล่าวของ Saiyos and Saiyos (2010) อำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จึงสามารถจำแนกผู้สอบได้ดี เช่นเดียวกับ Kajonsilp (2000) กล่าวว่า ข้อสอบที่มีคุณภาพได้รับการคัดเลือกเป็นแบบทดสอบ ควรมีค่าอำนาจจำแนกเป็นบวก และไม่ต่ำกว่า .20 สามารถนำไปใช้ทดสอบต่อไปได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ครู ผู้ปกครอง และผู้ที่เกี่ยวข้องนำผลการวิเคราะห์ ข้อมูลของโปรแกรมมาใช้ในการวางนโยบาย การวางแผน

ป้องกัน การช่วยเหลือ และการจัดการศึกษาให้เหมาะสมกับ เด็กที่มีความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์

จิตแพทย์ นักจิตวิทยา หรือผู้เกี่ยวข้อง สามารถ นำข้อมูลความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านความจำกับการ บูรณาการมาในการประเมินคัดกรองเบื้องต้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาระบบการทำงานของสมองทางประสาท วิทยากับกับระบบบูรณาการทางปัญญาสำหรับเด็กที่มีความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ศึกษา วิธีการวัดคลื่นไฟฟ้า (Electro-encephalography--EEG) จากตำแหน่งระบบการทำงานของสมองกลีบข้าง (parietal lobe) ขณะทำแบบทดสอบศึกษาความสัมพันธ์ใน ลักษณะของคลื่น N100 P200 P300 ของเด็กปกติและ เด็กที่มีความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์

ควรทำการศึกษาวิจัยโปรแกรมประเมินความเสี่ยง บกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ระยะยาวในระดับประเทศ และเก็บข้อมูลแบบอนุกรมเวลา (time-series) ศึกษาความเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วง เวลา พิจารณาเลือกรูปแบบของแนวโน้มการศึกษาด้าน คณิตศาสตร์ นำข้อมูลมาพัฒนาการออกแบบการเรียนการสอนให้เหมาะสม



References

- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DMS-V* (5th ed.). U.S.: Psychiatry online.
- Arayavinyoo, P., & Puangsuwan, S. (2011). *How to teach children with LD*. Nakhon Pathom: I.Q. Book Center Co., Ltd. (in Thai)
- Butterworth, B., Laurillard, D., & Varma, S. (2011). Dyscalculia: From brain to education. *Science*, 332(6033), 1049-1053. <https://doi.org/10.1126/science.1201536>
- Campbell, J. I. D., & Clark, J. M. (1992). Cognitive number processing: An encoding-complex perspective. In J. I. D. Campbell (Ed.), *The nature and origins of mathematical skills* (pp. 457–491). North-Holland. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)60894-8](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)60894-8)

- Chuenam, W. (2021). Developing a model of science learning management that integrates the technology of the virtual world with the real world. To promote the ability to think critically and problem solving for students in Grade 3. *Journal of Education Studies*, 37(3), 1-15. (in Thai)
- Davis, W. S. (1999). *The Information system consultant's Handbook: The systems development life cycle*. Boca Raton: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420049107>
- Dehaene, S., & Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Math Cognition*, 1, 83-120. https://www.unicog.org/publications/DehaeneCohen_TripleCodeModelNumberProcessing_MathCognition1995.pdf
- Dehaene, S., Molko, N., Cohen, L., & Wilson, A. J. (2004). Arithmetic and the brain. *Current Opinion in Neurobiology*, 14(2), 218-224. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2004.03.008>
- Grider, D. J. (2014). *Principles of ICD-10 CM coding* (3th ed.). US: American medical association.
- Hersh, J. H., & Saul, R. A. (2011). Health supervision for children with fragile X syndrome. *The Journal of Pediatrics*, 127, 994-1006. <https://doi.org/10.1542/peds.2010-3500>
- Kajonsilp, B. (2000). *Educational research methods*. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)
- Kaufmann, L., Wood, G., Rubinsten, O., & Henik, A. (2011). Meta-analysis of developmental fMRI studies investigating typical and atypical trajectories of number processing and calculation. *Developmental Neuropsychology*, 36(6), 763-787. <https://doi.org/10.1080/87565641.2010.549884>
- Lemongkol, P., & Kraiwan, H., (2014). Steam education learning experiences on creative problem-solving abilities of early childhood. *Journal of Perspective Education*, 32(1), 123-131. (in Thai)
- May, Y. S., & Ahmad, N. A. (2020). A view on theories and model in study of dyscalculia. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 9(3), 128-127. <https://doi.org/10.6007/IJARPED/v9-i3/8257>
- McCloskey, M. (1992). Cognitive mechanisms in numerical processing: Evidence from acquired dyscalculia. *Cognition*, 44, 107-157. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(92\)90052-J](https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90052-J)
- Mercer, C. D., Mercer, A. R., & King-Sears, M. E. (1990). Learning disability definition and criteria use by state education departments. *Learning Disabilities Quarterly*, 13(2). <https://doi.org/10.2307/1510657>
- Office of the Basic Education Commission. (2011). *Basic knowledge and guidelines for developing students with learning disabilities*. Bangkok: Ministry of Education. (in Thai)
- Pellerone, M. (2013). Time perception in children with developmental dyscalculia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 103, 1220-1227. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.450>
- Polit, D. F., & Beck, C. T. (2006). The content validity index: Are you sure you know what's being reported? Critique and recommendations. *Research in Nursing & Health*, 29(5), 489-497. <https://doi.org/10.1002/nur.20147>
- Price, G. R., & Ansari, D. (2013). Dyscalculia: Characteristics, causes, and treatments. *Numeracy*, 6(1), 1-18. <https://doi.org/10.5038/1936-4660.6.1.2>

- Saiyos, L., & Saiyos, A. (2010). *Educational Research Techniques* (11th ed.). Bangkok: Suveerayayas. (in Thai)
- Schloss, K. B., & Plamer, S. E. (2010). An ecological valence theory of human color preferences *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(19), 8877-8882. <https://doi.org/10.1073/pnas.0906172107>
- Shalev, R. S., Auerbach, J. G., Gross-Tsur, V., & Manor, O. (2008). Emotional and behavioral characteristics over a six-year period in youths with persistent and nonpersistent dyscalculia. *Journal of Learning Disabilities*, 41(3), 263-273. <https://doi.org/10.1177/0022219408315637>
- Siriwan, P. (2008). *Statistics for research*. Bangkok: Text and Journal Publication. (in Thai)
- Swanson, H. L., & Jerman, O. (2006). Math disabilities: A selective meta-analysis of the literature. *Review of Education Research*, 76(2), 249-274. <https://doi.org/10.3102/00346543076002249>
- Thambirajah, M. S. (2016). *Developmental assessment of the school-age child with developmental disability: A Clinician's Guide*. London and Philadelphia: Jesica Kingsley.
- Utairatanakit, D., Srisukvatananan, P., Ngamsamut, N., Saengsawang, T., & Wungwisegsugol, C. (2009). Identification, screening, and diagnoses for person with attention deficit hyperactivity disorder, and learning disorders, and pervasive developmental disorders/autism. *Proceedings of 47th Kasetsart University Annual Conference: Education, The Thailand Research Foundation* (pp. 157-164). Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)
- Wright, L. S. (1974). Conduct problem or learning disability?. *The Journal of Special Education*, 8(4), 331-345. <https://doi.org/10.1177/002246697400800405>

