

การพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แบบพหุมิติในรูปแบบแอปพลิเคชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

Development of a Multidimensional Mathematical Literacy Test in an Application Platform for Grade 9 Students with Feedback Integration

ปราณี แก้วมา^{1*} น้าทิพย์ องอาจวานิช² และ สำราญ มีแจ้ง²

Pranee Kaewma^{1*}, Namthip Ongardwanich² and Samran Mejang²

(Received: December 14, 2024; Revised: February 2, 2025; Accepted: February 10, 2025)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แบบพหุมิติในรูปแบบแอปพลิเคชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 483 คน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาตาก จังหวัดตาก ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ผลการพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แบบพหุมิติ พบว่า ข้อสอบที่ได้มีคุณภาพในด้านความตรงเชิงเนื้อหาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหาและความเหมาะสม คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ ไว้ 30 ข้อ มีค่า IOC .60 ถึง 1.00 วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติใช้โปรแกรม NOHARM วิเคราะห์พารามิเตอร์ของข้อสอบด้วยโมเดลปกติสะสมแบบพหุมิติ ผลการวิเคราะห์ พบว่า ข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกแบบพหุมิติ (MDISC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.247 ถึง 3.029 ค่าความยากแบบพหุมิติ (MDIFF) มีค่าอยู่ระหว่าง -1.023 ถึง 2.830 และมีค่าฟังก์ชันสารสนเทศ (IRT PRO) ของข้อสอบ ส่วนใหญ่มีค่าสารสนเทศสูง ณ ระดับความสามารถปานกลาง

คำสำคัญ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ แบบวัดพหุมิติ แอปพลิเคชันการศึกษา การให้ข้อมูลย้อนกลับ

¹ นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชานวัตกรรมทางการวัดผลการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

² รองศาสตราจารย์ สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

¹ Doctoral Degree's student, Innovation in Learning Measurement Program, Faculty of Education, Naresuan University

² Associate Professor, Education Research and Evaluation Program, Faculty of Education, Naresuan University

* Corresponding Author E-mail: praneek65@nu.ac.th

Abstract

This research aimed to develop a Multidimensional Mathematical Literacy Test in an application platform for Grade 9 students with integrated feedback. The sample consisted of 483 students from the Secondary Educational Service Area Office in Tak Province, selected through a multi-stage sampling method. The results from developing the test using Multidimensional Item Response Theory (MIRT) indicated that the assessment demonstrated high quality in terms of validity. A panel of five experts evaluated the content for coherence and relevance, with 30 items meeting the established criteria and achieving Item-Objective Congruence (IOC) values ranging from .60 to 1.00. The data were analyzed using MIRT with the NOHARM software, applying a multivariate cumulative normal model. The analysis revealed that the test exhibited multidimensional discrimination (MDISC) values ranging from 0.247 to 3.029, and difficulty (MDIFF) values ranging from -1.023 to 2.830. The item information function indicated that the test provided the most information for students within the moderate ability range.

Keywords: mathematical literacy, multidimensional assessment, educational application, feedback

บทนำ

องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD, 2018) กล่าวถึงความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ (mathematical literacy) ว่าเป็น ความสามารถของแต่ละบุคคลในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และสามารถแปลงปัญหา ใช้คณิตศาสตร์และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกชีวิตจริง รวมถึงการใช้แนวคิด กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้แต่ละบุคคลทราบถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลกนี้และสร้างพื้นฐานที่ดีในการลงข้อสรุปสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้ยังกล่าวถึงการประเมิน PISA ที่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตมากขึ้นและการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีการเน้นความสามารถในการให้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน รวมถึงบริบทที่สอดคล้องกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของกรอบการประเมิน

จากทางสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI) ซึ่ง ผลสอบ PISA เด็กไทยมีประสิทธิภาพต่ำลงทุกทักษะ สะท้อนวิกฤตการศึกษา ต้องเร่งแก้ปัญหาให้ถูกจุด โดยผลสอบระดับโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล หรือ PISA ประจำปี 2022 ของเด็กไทยที่มีคะแนนสอบต่ำสุดในรอบ 20 ปีในทุกทักษะ ทั้งด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งชี้ว่าผลสอบ PISA ครั้งนี้กำลังสะท้อนสัญญาณเตือน

ถึงวิกฤตทางการศึกษาของไทยที่ต้องเร่งแก้ปัญหาให้ถูกจุด ภาพรวมผล PISA เด็กไทยในช่วง 10 ปีล่าสุดมีส่วนต่างคะแนน PISA ของเด็กไทย เมื่อเทียบกับกลุ่มประเทศ OECD ห่างจากกลุ่มประเทศ OECD แล้วเกือบ 100 คะแนน และมีแนวโน้มห่างจากคะแนนเฉลี่ยมากขึ้นเรื่อย ๆ (Manochanpen, 2022) และจากผลการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากลของเด็กไทย PISA 2022 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 394 คะแนน วิทยาศาสตร์ 409 คะแนน และการอ่าน 379 คะแนน ซึ่งเมื่อเทียบกับ PISA 2018 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยทั้งสามด้านลดลง โดยคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยลดลง 25 คะแนน วิทยาศาสตร์และการอ่าน มีคะแนนเฉลี่ยลดลง 17 คะแนน และ 14 คะแนน ตามลำดับ

จากการวัดคุณลักษณะภายในที่เกี่ยวกับความสามารถของบุคคลเป็นการวัดที่ต้องอาศัยข้อสอบ หรือแบบสอบเป็นสิ่งเร้าเพื่อกระตุ้นให้แสดงพฤติกรรมที่ต้องการออกมาด้วยการตอบสนองต่อข้อสอบ ผลการตอบจะออกมาในรูปของคะแนนแล้วอ้างอิงไปอธิบายหรือทำนายความสามารถที่แท้จริงของบุคคล การที่จะสามารถอธิบายหรือทำนายความสามารถของบุคคลได้ดีเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อสอบหรือแบบสอบว่าให้ผลการวัดที่น่าเชื่อถือและครอบคลุมคุณลักษณะที่ต้องการวัดมากน้อยเพียงใด ทั้งนี้ข้อสอบหรือแบบสอบที่มีคุณภาพถือว่าเป็นเครื่องมือที่ดีในการวัดพฤติกรรมที่เป็นตัวแทนของมวลพฤติกรรมที่ต้องการศึกษาทั้งหมด ดังนั้นจากอดีตจนถึงปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนาคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการพัฒนาดังกล่าวสามารถแยกตามโครงสร้างของแบบสอบ (test structure) 2 กลุ่มใหญ่ คือ โครงสร้างแบบสอบแบบเอกมิติ (unidimensional test structure) และโครงสร้างแบบสอบแบบพหุมิติ (multidimensional test structure) ซึ่งการพัฒนาข้อสอบหรือแบบสอบตามโครงสร้างทั้งสองแบบนี้ ดำเนินการอยู่ภายใต้แนวคิดทฤษฎีการทดสอบอันเป็นองค์ความรู้ที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับการทดสอบ วิธีการ แก้ปัญหาการทดสอบและการพัฒนาเครื่องมือการทดสอบ ซึ่งจะสามารถช่วยให้นักวัดผลสามารถทำการสร้าง และพัฒนาแบบสอบให้มีคุณภาพ สามารถแปลความหมายผลการวัดได้ถูกต้องและสามารถนำเสนอสารสนเทศไปใช้ สำหรับการตัดสินใจได้อย่างเหมาะสม (Kanjawasee, 2009) จะเห็นว่าการพัฒนาคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบนั้นต้องอาศัยทฤษฎีทางการทดสอบเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา โดยทฤษฎีการทดสอบที่นำมาใช้ในการพัฒนาข้อสอบและแบบสอบ ได้แก่ ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory : CTT) ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติ (Unidimensional Item Response Theory : UIRT) และ ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Multidimensional Item Response Theory : MIRT) ซึ่งแต่ละทฤษฎีมีคุณลักษณะที่ต่างกันไป โดย CTT มีแนวคิดในการพัฒนาที่ เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อนแต่สามารถนำไปใช้ได้เฉพาะกลุ่ม ส่วน UIRT สามารถประมาณความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบได้ แต่อยู่ภายใต้เงื่อนไขของความเป็นเอกมิติของข้อสอบ และ MIRT เป็นทฤษฎีที่ต้องการศึกษาประเด็น การประเมินที่มีความซับซ้อน

จะเห็นว่าทฤษฎีการทดสอบที่พัฒนามาก่อนจะส่งผลให้ข้อสอบหรือแบบสอบมี คุณภาพต่ำกว่า ทฤษฎีการทดสอบที่พัฒนาขึ้นมาทีหลังเพื่อผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีเดิม แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังมีการนำเอาแนวคิดทฤษฎีทั้งเก่าและใหม่มาใช้ในการพัฒนาข้อสอบและแบบสอบเพื่อใช้ประโยชน์ในทางการวัดผลและประเมินผลให้เห็นอยู่อย่างต่อเนื่อง ดังนั้นถ้าต้องการพัฒนาข้อสอบหรือแบบสอบที่ให้สารสนเทศ ไม่ว่าจะเป็นค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก หรือ ค่าพารามิเตอร์ที่แยกตามมิติ ในแต่ละข้อนักวิจัย

หรือนักวัดผล จึงควรพัฒนาแบบทดสอบพหุมิติที่ให้ผลการวัดที่ดีกว่า (Tayraukhum, n.d) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าแบบทดสอบแบบพหุมิติให้ผลการวัดที่ดีกว่า และด้วยยุคที่เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน ทำให้การเรียนการสอนมีการนำเอาเทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องในรูปแบบของสื่อต่าง ๆ ทั้งวีดิทัศน์ คอมพิวเตอร์ ช่วยสอน รวมไปถึงแอปพลิเคชันโดยการใช้สื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทำให้เกิดการพัฒนาสื่อการสอนในรูปแบบแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน หรือแท็บเล็ต โดยเป็นอีกช่องทางที่ทำให้การเรียนรู้ไม่จำกัดอยู่แต่ภายในห้องเรียน อีกทั้งยังสะดวกสามารถทบทวน บทเรียนได้ทุกที่ตามต้องการ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมแก่บุคคลเหล่านี้ (Khlambunkrong, 2012)

รวมไปถึงกับสำคัญของข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งข้อมูลย้อนกลับ (feedback) เป็นสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ขณะเดียวกันข้อมูลย้อนกลับก็มีผลกระทบในด้านบวกและด้านลบด้วย ในบริบทของการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนควรมีการให้ข้อมูลย้อนกลับด้วย โดยการให้ข้อมูลย้อนกลับอาจจะให้แก่ผู้เรียนหลังจากที่ได้ตอบสนองต่อการเรียนรู้ในครั้งแรก เมื่อได้ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนในมิติความรู้ทักษะต่าง ๆ ที่ได้เรียนไปแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อชี้แจงความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจที่ดียิ่งขึ้น (Masantiah, 2017) จากการศึกษาข้อมูล เอกสาร และงานวิจัยต่างๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาและความสำคัญดังกล่าวข้างต้นจึงมีความสนใจในการพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แบบพหุมิติในรูปแบบแอปพลิเคชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ มาพัฒนาเพิ่มในจุดที่ยังต้องพัฒนา โดยทางผู้วิจัยได้นำรายวิชาคณิตศาสตร์ ในการทำการทดสอบประสิทธิภาพระบบแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แบบพหุมิติ ในรูปแบบแอปพลิเคชันเพื่อให้ระบบสามารถตอบสนองผู้ที่มีความน่าสนใจ ใช้งานง่าย ให้มีเสถียรภาพ เชื่อถือได้และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีประโยชน์แก่สถาบันมากมาย ผู้เรียนสามารถทราบถึงผลคะแนน และผลการให้ข้อมูลย้อนกลับด้านความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ สามารถรองรับรูปแบบข้อสอบที่มีอยู่อย่างหลากหลายในปัจจุบัน เพื่อที่ระบบที่พัฒนาขึ้นจะได้เป็นมาตรฐานในการเพิ่มประสิทธิภาพการทดสอบเพื่อวัดผลประเมินผลการเรียนต่อไป

ความมุ่งหมายในการวิจัย

เพื่อพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แบบพหุมิติ ในรูปแบบแอปพลิเคชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แบบพหุมิติในรูปแบบแอปพลิเคชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยแบ่ง เป็น 2 ระยะ มีรายละเอียด ดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ขั้นที่ 1.1 การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการ ดังนี้

1.1.1 แหล่งข้อมูล ได้แก่ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย โดยการศึกษาหลักการ องค์ประกอบ แนวคิดและสาระสำคัญเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน

1.1.2 ประเด็นที่ศึกษา คือ องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ขั้นที่ 1.2 การศึกษาแนวทางการศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดำเนินการ ดังนี้

1.2.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผล ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา รวม จำนวน 5 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling)

1.2.2 ประเด็นที่ศึกษา ได้แก่ องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ระยะที่ 2 การพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แบบพหุมิติในรูปแบบแอปพลิเคชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

ขั้นที่ 2.1 การพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แบบพหุมิติ ในรูปแบบแอปพลิเคชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ดำเนินการดังนี้

2.1.1 ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และผลการศึกษาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และศึกษาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ แบบพหุมิติในรูปแบบแอปพลิเคชันแบบให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่จำเป็นของนักเรียนในสถานศึกษา ผู้วิจัยนำร่างรูปแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แบบพหุมิติ ในรูปแบบแอปพลิเคชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาความเหมาะสมและการใช้ภาษา

2.1.2 ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษาไปดำเนินการปรับปรุงแก้ไข จัดทำเป็นร่างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แบบพหุมิติในรูปแบบแอปพลิเคชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

2.1.3 ผู้วิจัยจัดทำร่างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แบบพหุมิติ ในรูปแบบแอปพลิเคชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

2.1.4 สร้างเมตริกซ์คิว (Q-matrix) โดยระบุมิติที่ต้องการวัดตามองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 2.2 การตรวจสอบคุณภาพแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แบบพหุมิติในรูปแบบแอปพลิเคชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

2.2.1 นำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แบบพหุมิติ ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผล ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา รวม จำนวน 5 คน พิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหาและความเหมาะสมสร้างแบบทดสอบแบบพหุมิติตามองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วยมิติสถานการณ์และบริบท มิติเนื้อหาของคณิตศาสตร์ และมิติความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยเป็นผู้สร้างข้อสอบ 40 ข้อ เพื่อคัดข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ ให้ได้ 30 ข้อ ดังตาราง 1

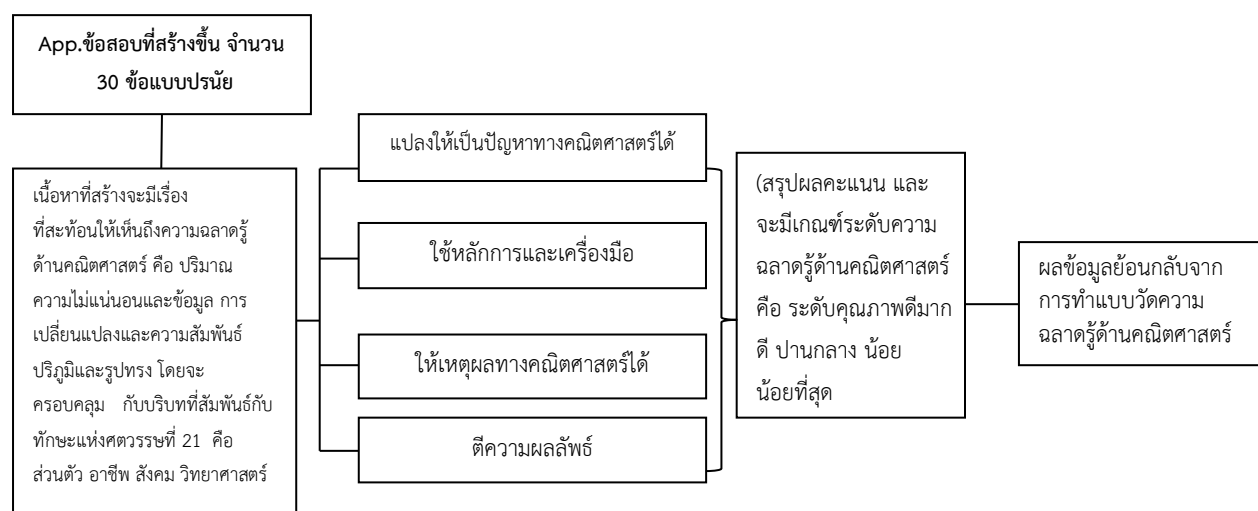
ตาราง 1 ตารางวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (จำนวนข้อ)															
			1. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์				2. เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา				3. บริบทที่สัมพันธ์กับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21				รวม			
			การคิด/แก้ปัญหา	การใช้คณิตศาสตร์	การตีความและประเมิน	การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	ปริมาณ	ความไม่แน่นอนและข้อมูล	การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์	ปริภูมิและรูปทรง	ส่วนตัว	อาชีพ	สังคม	วิทยาศาสตร์				
จำนวนและพีชคณิต	ค 1.2	1.2.1	5	4	2	2	4	1	2	1	ใน 1 ข้อ มีหลายมิติ มิติบริบท มิติเนื้อหา คณิตศาสตร์ และมิติความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์							
		1.2.2																
	ค 1.3	1.3.1																
		1.3.2	5	4	2	2	5	1	2	1								
		1.3.3																
การวัดและเรขาคณิต	ค 2.1	2.1.1	5	4	3	2	6	1	1	1								
		2.1.2																
	ค 2.2	2.2.1	5	3	3	2	4	1	2	1								
		2.2.2																
สถิติและความน่าจะเป็น	ค 3.1	3.1.1	5	3	2	2	5	1	2	1								
	ค 3.2	3.2.1	1	4	2	2	4	1	2	1								
รวมจำนวนข้อสอบทั้งหมด			30	22	14	12	28	6	11	6	8	9	6	7	40			

2.2.2 ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผล ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ตรวจสอบความตรง (validity) และตรวจสอบความเหมาะสมของการระบุมิติตามองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป โดยใช้แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับความตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของการระบุ เนื้อหาคณิตศาสตร์ของข้อสอบเนื้อหาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตรวจสอบความเหมาะสมของ Q-matrix คัดข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก .20 ขึ้นไป ค่าความยาก .20 - .80 ค่าความเที่ยง (reliability) .75 (Tayraukhum, 2010)

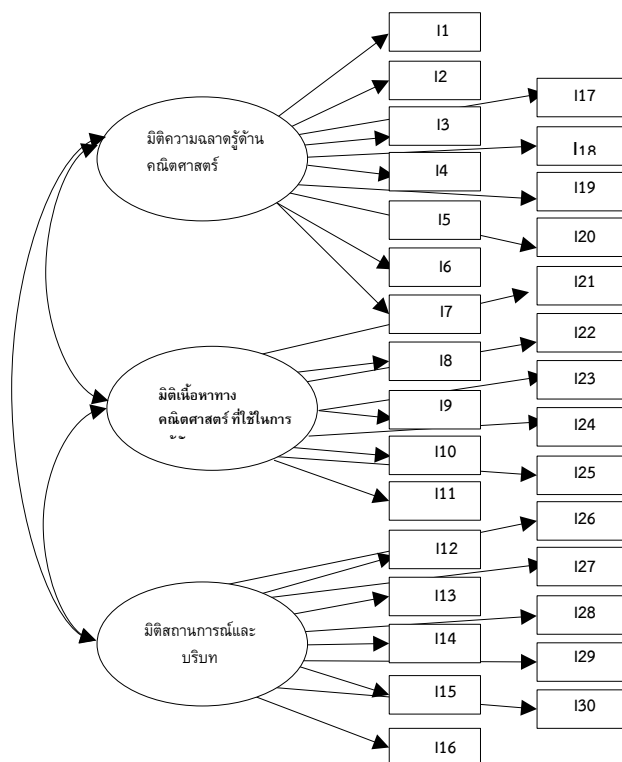
2.2.3 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 483 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multi-stage sampling) โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาตาก จังหวัดตาก จำนวน 16 โรงเรียน คือ โรงเรียนตากพิทยาคม โรงเรียนผดุงปัญญา โรงเรียนวังประจวบวิทยาคม โรงเรียนบ้านตาก “ประชาวิทยาการ” โรงเรียนยกระบัตริวิทยาคม โรงเรียนนาโบสถ์พิทยาคม โรงเรียนแม่ปะวิทยาคม โรงเรียนอุ้มผางวิทยาคม โรงเรียนสรรพวิทยาคม โรงเรียนทุ่งฟ้าวิทยาคม โรงเรียนวังหินกิตติวิทยาคม โรงเรียนวังเจ้าวิทยาคม โรงเรียนถนนอมราษฎรบำรุง โรงเรียนสามเงาวิทยาคม โรงเรียนพบพระวิทยาคม และโรงเรียนแม่กวยวิทยาคม

2.2.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดลอง กับกลุ่มผู้ให้ข้อมูล จำนวน 483 คน และนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยทำการหาคุณภาพของแบบทดสอบตามการวัดโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติเพื่อหาความเที่ยงความยาก และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด ตามตารางการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบจากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์และนำไปพัฒนาในรูปแบบของแอปพลิเคชัน ด้วยการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา PHP เพื่อออกแบบสร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แบบพหุมิติในรูปแบบแอปพลิเคชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งเป็นแบบปรนัย ดังภาพ 1 เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง



ภาพ 1 การสร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วยแพลตฟอร์ม PHP

โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกที่จะใช้วิธีการวิเคราะห์โมเดลการตอบสนองข้อสอบพหุมิติภายในข้อสอบ (within-items multidimensional IRT Model) มีลักษณะโครงสร้างเป็นองค์ประกอบเชิงซ้อนที่จะช่วยลดข้อคำถามให้น้อยลงแต่ถามได้ ครอบคลุมมากขึ้น โดยความสามารถแต่ละด้านถูกวัดภายในข้อสอบชุดเดียวกัน (within-items) แสดงดังภาพ 2



ภาพ 2 โมเดลการวัดระดับความรู้ด้านคณิตศาสตร์แบบพหุมิติระหว่างข้อสอบ

จากภาพ 2 เป็นโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 มิติ ซึ่งความสามารถทั้ง 3 ด้าน มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันโดยความสามารถแต่ละด้านถูกวัดภายในข้อสอบชุดเดียวกัน (within-items) ในงานวิจัยนี้จะวัด 3 มิติ คือ 1. มิติความรู้ด้านคณิตศาสตร์ 2. มิติเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา และ 3. มิติสถานการณ์และบริบท

ผลการวิจัย

การพัฒนาแบบวัดความรู้ด้านคณิตศาสตร์แบบพหุมิติ พบว่า

1.1 ความตรงของแบบวัดความรู้ด้านคณิตศาสตร์

ผลการพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับเนื้อหาและความเหมาะสมของการระบุมิติกับข้อสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ ได้มาจากการที่ผู้วิจัย สร้างข้อสอบเพื่อพัฒนาแบบวัดความรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยสร้างแบบวัดแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ และให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบ ผลการพิจารณาความสอดคล้องกับเนื้อหา และความเหมาะสมในการระบุมิติความรู้ด้านคณิตศาสตร์ พบว่า แบบวัดความรู้ด้านคณิตศาสตร์แบบพหุมิติจำนวน 40 ข้อ มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและความเหมาะสมในการระบุมิติ ผ่านเกณฑ์ไว้เพื่อจัดทำแบบทดสอบ จำนวน 30 ข้อ มีค่า IOC เท่ากับ .60 -1.00

1.2 ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากง่าย พบว่า คุณภาพของแบบทดสอบที่วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วยโมเดลปกติสะสม แบบพหุมิติ ด้วยโปรแกรม NOHARM (Normal Ogive by Harmonic Analysis Robust Method) ผลค่าพารามิเตอร์ ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แบบพหุมิติ ค่าจุดตัดความยากแบบพหุมิติ ค่าอำนาจจำแนกแบบพหุมิติ และค่าความยากแบบพหุมิติ

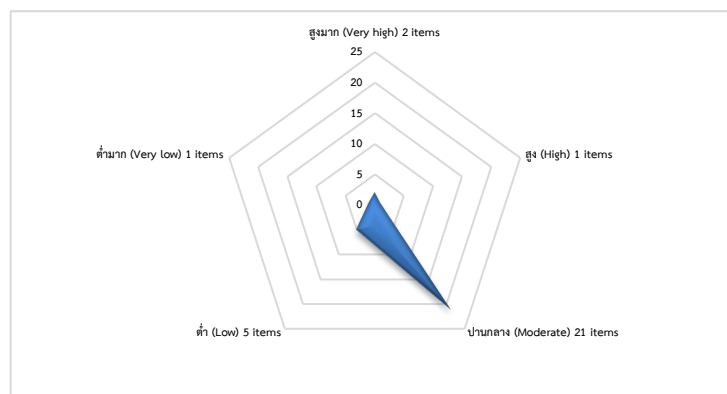
ITEMS	มิติของข้อสอบ			d threshold	MDISC	MDIFF
	a_1	a_2	a_3			
1	0.400	-0.247	0.283	0.817	0.549	1.488
2	-0.027	0.236	-0.066	0.699	0.247	2.830
3	0.424	-0.619	0.523	0.271	0.915	0.296
4	-0.172	0.345	-0.580	0.817	0.696	1.174
5	0.724	-0.285	0.251	1.023	0.818	1.251
6	0.839	-0.807	1.142	0.454	1.631	0.278
7	-0.920	1.282	-1.850	0.244	2.432	0.100
8	1.570	-1.352	2.209	0.065	3.029	0.021
9	0.602	0.353	-0.193	0.641	0.724	0.885
10	0.555	0.170	0.0	0.212	0.580	0.366
11	0.391	0.449	-0.058	-0.244	0.598	-0.408
12	0.770	0.019	0.518	-0.265	0.928	-0.286
13	0.621	0.462	-0.143	-0.244	0.787	-0.310
14	1.024	0.361	0.237	-0.107	1.111	-0.096
15	0.715	0.468	0.023	-0.308	0.855	-0.360
16	0.810	0.278	0.506	-0.471	0.995	-0.473
17	0.306	0.847	-0.174	-0.425	0.917	-0.463
18	0.475	0.633	0.280	-0.590	0.839	-0.703
19	0.421	0.754	0.106	-0.615	0.870	-0.707
20	0.452	0.639	0.119	-0.524	0.792	-0.662
21	0.301	0.819	0.0	-0.767	0.873	-0.879
22	0.146	0.758	0.0	-0.719	0.772	-0.931
23	0.322	0.723	0.264	-0.609	0.834	-0.730
24	0.075	0.907	-0.037	-0.739	0.911	-0.811
25	0.299	0.425	0.545	-0.679	0.753	-0.902
26	0.085	0.655	0.245	-0.609	0.704	-0.865
27	-0.320	0.979	-0.269	-0.590	1.065	-0.554
28	0.152	0.438	0.382	-0.615	0.601	-1.023
29	-0.104	0.691	0.112	-0.431	0.708	-0.609
30	0.009	0.434	0.192	-0.336	0.475	-0.707

จากตาราง 2 พบว่าค่าอำนาจจำแนกแต่ละมิติ มีค่าอยู่ระหว่าง -1.850 ถึง 2.209 ค่าจุดตัดของความยากแบบพหุมิติ (d) มีค่าอยู่ระหว่าง -0.767 ถึง 0.817 ค่าอำนาจจำแนกแบบพหุมิติ (MDISC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.247 ถึง 3.029 ค่าความยากแบบ พหุมิติ (MDIFF) มีค่าอยู่ระหว่าง -1.023 ถึง 2.830 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทุกข้อ โดยมีเกณฑ์พิจารณา ค่าอำนาจจำแนกแบบพหุมิติ (MDISC) จะต้องไม่มีค่าติดลบ ค่าความยากแบบพหุมิติ (MDIFF) มีค่าอยู่ระหว่าง -4.00 ถึง 4.00 และไม่มีค่าอำนาจจำแนกในแต่ละมิติ แตกต่างกันไปมากเกินไป

ตาราง 3 สรุปผลค่าพารามิเตอร์ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แบบพหุมิติ ค่าจุดตัดความยากแบบพหุมิติ ค่าอำนาจจำแนกแบบพหุมิติ และค่าความยากแบบพหุมิติ

ข้อสอบ	ค่าพารามิเตอร์	มิติของข้อสอบ			d	MDISC	MDIFF
		a1	a2	a3			
30 ข้อ	MEAN	0.365	0.361	0.152	-0.155	0.934	-0.126
	SD	0.458	0.558	0.620	0.542	0.548	0.886
	MIN	-0.920	-1.352	-1.850	-0.767	0.247	-1.023
	MAX	1.570	1.282	2.209	1.023	3.029	2.830

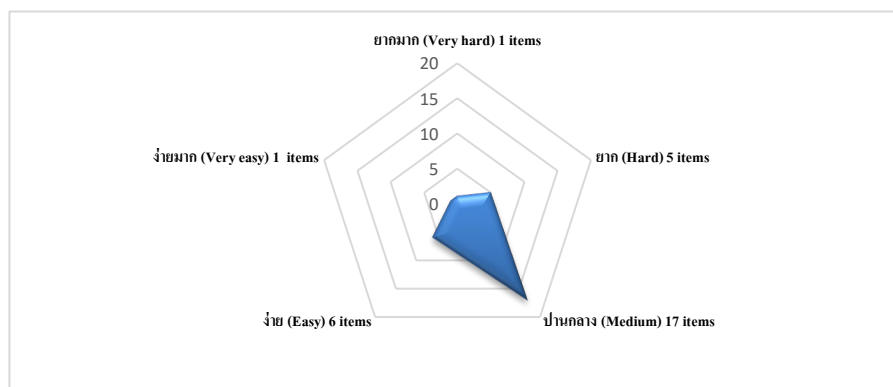
จากตาราง 3 พบว่าค่าอำนาจจำแนกในมิติที่ 1 มีค่าอยู่ระหว่าง -0.920 ถึง 1.570 ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.365 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.458 ค่าอำนาจจำแนกในมิติที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง -1.352 ถึง 1.282 ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.361 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.558 ค่าอำนาจจำแนกในมิติที่ 3 มีค่าอยู่ระหว่าง -1.850 ถึง 2.209 ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.152 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.620 ความยากแบบพหุมิติ (MDIFF) มีค่าอยู่ระหว่าง -1.023 ถึง 2.830 ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ -0.126 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.886 ค่าอำนาจจำแนกแบบพหุมิติ (MDISC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.247 ถึง 3.029 ค่าเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 0.934 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.548 และค่าจุดตัดของความยากแบบพหุมิติ (d) มีค่าอยู่ระหว่าง -0.767 ถึง 1.023 ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ -0.155 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.542 ค่าอำนาจจำแนกแบบพหุมิติของข้อสอบ (Multidimensional Discrimination : MDISC) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.934 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.548 และมีค่าอยู่ระหว่าง 0.247 ถึง 3.029 เมื่อนำมาทำเป็นแผนภูมิเรดาร์ (Radar Charts) แสดงลักษณะแนวโน้ม โดยรวมของค่าอำนาจจำแนกแบบพหุมิติของข้อสอบ ดังภาพ 3



ภาพ 3 ค่าอำนาจจำแนกแบบพหุมิติ (MDISC) มิติแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

จากภาพ 3 แนวโน้มโดยรวมของค่าอำนาจจำแนกแบบพหุมิติของข้อสอบ (MDISC) เมื่อพิจารณาจากแผนภูมิพบว่า มีค่าอำนาจจำแนกแบบพหุมิติของข้อสอบส่วนใหญ่เป็นข้อสอบ ที่มีค่าอำนาจปานกลาง (moderate) จำนวน 21 ข้อ รองลงมา คือ มีค่าอำนาจจำแนกต่ำ (Low) จำนวน 5 ข้อ ค่าอำนาจจำแนกสูงมาก (very high) จำนวน 2 ข้อ และมีค่าอำนาจจำแนกสูง (High) และค่าอำนาจจำแนกต่ำมาก (very low) จำนวนอย่างละ 1 ข้อตามลำดับ

ค่าความยากแบบพหุมิติของข้อสอบ (Multidimensional Difficulties : MDIFF) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.126 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.886 และมีค่าความยากอยู่ระหว่าง -1.023 ถึง 2.830 เมื่อนำมาทำเป็นแผนภูมิเรดาร์ (radar charts) แสดงลักษณะแนวโน้มโดยรวมของค่าความยากแบบพหุมิติของข้อสอบ ดังภาพ 4



ภาพ 4 ค่าความยากแบบพหุมิติ (MDIFF) มิติแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

จากภาพ 4 แนวโน้มโดยรวมของค่าความยากแบบพหุมิติของข้อสอบ เมื่อพิจารณาจากแผนภูมิพบว่า มีค่าความยากแบบพหุมิติของข้อสอบส่วนใหญ่เป็นข้อสอบมีค่าความยากปานกลาง (medium) จำนวน 17 ข้อ รองลงมาข้อสอบง่าย (easy) จำนวน 6 ข้อ ข้อสอบยาก (hard) จำนวน 5 ข้อ และยากมาก (very hard) กับง่ายมากจำนวนอย่างละ 1 ข้อ ตามลำดับ

1.3 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม IRTPRO คำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เนื่องจากค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบวัดความฉลาดรู้เป็นดัชนีในการพิจารณาความถูกต้อง แม่นยำในการประมาณความสามารถของผู้ตอบ จากการศึกษาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (item information)

ตาราง 4 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศแบบทดสอบ ตามแนวคิดทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (item response theory)

ข้อ ที่	ค่าพารามิเตอร์							
	a	b	c	-6	-3	0	3	6
1	-1.435	-1.77176	0.766	1.104	5.220	2.928	6.677	1.285
2	0.886	1.548212	0.689	5.400	1.013	1.073	3.455	4.474
3	-1.236	-0.8156	0.437	1.408	4.833	7.542	1.445	9.398
4	-0.013	90.08118	0.134	2.471	2.521	2.572	2.622	2.670
5	-0.057	28.05048	0.136	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000
6	-0.122	4.624583	0.115	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
7	5.782	1.568886	0.578	1.104	2.234	3.688	3.230	1.050
8	0.067	-1.45365	0.007	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
9	0.748	-1.59431	0.001	0.018	0.106	0.099	0.016	0.001
10	0.519	-0.75653	0.001	0.015	0.048	0.064	0.029	0.007
11	0.939	0.486727	0.000	0.001	0.029	0.209	0.068	0.004
12	0.827	0.568067	0.000	0.002	0.031	0.162	0.070	0.007
13	1.079	0.411	0.000	0.001	0.027	0.278	0.062	0.002
14	1.540	0.168	7.24E	9.014	1.709	5.842	2.875	2.984
15	1.378	0.472	0.000	0.000	0.015	0.430	0.053	0.000
16	1.740	0.646	4.92E	4.638	4.983	5.659	4.734	2.725
17	2.340	0.513	0.000	6.487	4.881	9.864	1.549	1.452
18	2.751	0.680	0.000	6.497	6.681	8.953	1.213	3.328
19	3.269	0.717	0.021	4.091	1.200	7.085	5.658	3.307
20	2.712	0.707	0.041	2.680	2.833	6.321	1.335	4.120
21	3.186	0.894	0.022	3.589	6.432	3.843	1.139	8.530
22	2.587	0.971	0.042	3.193	1.609	3.012	3.177	1.429
23	4.474	0.702	0.035	4.845	1.880	4.507	6.121	9.825
24	2.964	0.825	0.000	7.025	3.236	6.616	1.316	1.912
25	2.844	0.999	0.075	5.035	1.175	1.782	2.383	4.965
26	2.548	0.826	0.043	1.110	4.423	4.574	2.315	1.168
27	2.789	0.857	0.064	2.729	4.573	3.406	1.747	4.290
28	1.447	0.972	0.012	2.763	1.245	3.140	9.679	1.427
29	1.595	0.618	0.000	1.231	7.361	5.079	5.299	4.741
30	0.962	0.681	0.010	0.000	0.017	0.202	0.079	0.005

จากตาราง 4 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information) มีค่าความสามารถสูงสุดอยู่ระหว่าง -6 ถึง 6 สรุปภาพรวมคุณลักษณะของข้อสอบทั้ง 30 ข้อ ตามพารามิเตอร์สำคัญ ค่าอำนาจจำแนก (a) มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1.5 ข้อสอบส่วนใหญ่มีอำนาจจำแนกปานกลาง มีข้อสอบที่โดดเด่น 3 ข้อ คือ ข้อ 7

($a = 5.782$) ข้อ 23 ($a = 4.474$) ข้อ 19 ($a = 3.269$) มีข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกต่ำ เช่น ข้อ 8 ($a = 0.067$) ค่าความยากง่าย (b) มีค่าเฉลี่ยกระจายระหว่าง -2 ถึง 2 มีความหลากหลายค่อนข้างมาก มีข้อสอบที่มีความยากแตกต่างกันชัดเจน ข้อสอบที่มีความยากสูงสุด คือ ข้อ 4 ($b = 90.081$) ข้อสอบที่มีความยากต่ำสุด คือ ข้อ 1 ($b = -1.771$) ค่าการเดา (c) มีค่าเฉลี่ย ประมาณ 0.05-0.1 ส่วนใหญ่มีค่าการเดาต่ำมาก มีข้อสอบที่มีค่าการเดาสูงสุด คือ ข้อ 25 ($c = 0.075$) การกระจายค่าสารสนเทศข้อสอบส่วนใหญ่มีค่าสารสนเทศสูงบริเวณระดับความสามารถปานกลาง (0) ข้อสอบที่มีค่าสารสนเทศสูงสุด คือ ข้อ 23 สรุปภาพรวมแบบทดสอบ มีคุณภาพค่อนข้างดี มีความหลากหลายของระดับความยาก มีประสิทธิภาพในการวัดความสามารถของผู้สอบที่ระดับปานกลาง

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แบบพหุมิติ ในรูปแบบแอปพลิเคชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แบบพหุมิติและวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบโดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (MIRT) โดยมีกลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จาก 16 โรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาตาก จำนวนกลุ่มทดลอง 483 คน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้ 1. สร้างแบบทดสอบ 40 ข้อ 2. ผู้เชี่ยวชาญ 5 คนพิจารณาความสอดคล้อง ของเนื้อหาและความเหมาะสม คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ ไว้ 30 ข้อ มีค่า IOC .60 ถึง 1.00 วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Multidimensional Item Response Theory: MIRT) ใช้โปรแกรม NOHARM วิเคราะห์พารามิเตอร์ของข้อสอบด้วยโมเดลปกติสะสมแบบพหุมิติ ผลการวิเคราะห์ พบว่า ข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกแบบพหุมิติ (MDISC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.247 ถึง 3.029 ค่าความยากแบบพหุมิติ (MDIFF) มีค่าอยู่ระหว่าง -1.023 ถึง 2.830 และมีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information) ส่วนใหญ่มีค่าสารสนเทศสูงบริเวณระดับความสามารถปานกลาง สรุปคุณภาพแบบทดสอบ พบว่า มีความเที่ยงตรงและน่าเชื่อถือ มีประสิทธิภาพในการวัดความสามารถของผู้สอบ สามารถจำแนกความแตกต่างของผู้สอบได้ดี และสามารถนำแบบทดสอบไปใช้วัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ แต่ควรมีการพัฒนาและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และนำไปขยายผลการใช้งานในบริบทอื่นๆ ได้ และงานวิจัยนี้เป็นก้าวสำคัญในการพัฒนาเครื่องมือวัดความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับบริบทการศึกษาในปัจจุบัน

อภิปรายผล

การพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เริ่มจากการสร้างแบบวัดจำนวน 40 ข้อ และผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 ถึง 1 ที่คัดเลือกไว้ 30 ข้อ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นมีความตรงตามเนื้อหาทั้งนี้เนื่องจากการออกข้อสอบในครั้งนี้ได้มีการสร้าง Q-matrix เพื่อเป็นการระบุมิติที่ต้องการวัดของข้อสอบแต่ละข้อตามองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยการระบุมิติที่ต้องการวัดของข้อสอบตาม Q-matrix ในแถวของ Q-matrix ที่แทนด้วยตัวเลข

“1” จะสะท้อนถึงโครงสร้างน้ำหนักองค์ประกอบเชิงซ้อนของข้อคำถาม แต่ละข้อซึ่งข้อคำถามแต่ละข้อจะประกอบด้วยมิติหลายมิติ จึงทำให้ข้อคำถามแต่ละข้อมีโครงสร้างน้ำหนักองค์ประกอบในลักษณะเชิงซ้อนหรือมีความหลากหลาย (Rupp & Templin, 2008) จึงทำให้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามการกำหนดด้วย Q-matrix มีความตรงตามเนื้อหา 30 ข้อ ที่มีคุณภาพ ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (MIRT) ในการวิเคราะห์ ทำให้ได้คุณลักษณะของแบบทดสอบ ที่มีค่าอำนาจจำแนกส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง มีข้อสอบที่โดดเด่น 3 ข้อ ได้แก่ ข้อ 7, 23 และ 19 ข้อสอบมีความหลากหลายของระดับความยาก และมีค่าการเดาต่ำ (ประมาณ 0.05-0.1)

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลจะเห็นได้ว่า ค่าอำนาจจำแนกจากการทดสอบ มีค่าสูงในบางข้อ อาจเนื่องมาจากข้อสอบบางข้อมีความสามารถในการวัดบางมิติสูงกว่ามิติอื่น ๆ อีกประเด็น หนึ่งตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบต้องเป็นการสอบที่ไม่แข่งขันด้านเวลาความเร็วในการตอบ จะต้องไม่มีอิทธิพลต่อผลการตอบการจับสอบ จึงต้องไม่อยู่ในสถานการณ์ที่สอบแข่งขันกันด้วยเวลา แต่ในสภาพการทดสอบจริงไม่สามารถจัดการสอบที่ไม่แข่งขันด้านเวลาได้ในทุกครั้ง ซึ่งอาจมีผลต่อ ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ในการสร้างข้อสอบในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างข้อสอบที่สามารถวัด องค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้มากกว่า 1 องค์ประกอบ ดังนั้นข้อสอบ 1 ข้อ จึงมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 2 ค่าขึ้นไป (a_1 , a_2 และ a_3) และในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของ ข้อสอบพบว่าค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าเป็นลบในบางมิติ ทั้งนี้เนื่องมาจากผลการวิเคราะห์ เมทริกซ์ความแปรปรวน ความแปรปรวนร่วมขององค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยนำมาออกข้อสอบมีจำนวนทั้งสิ้น 3 มิติ พบว่า มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างซับซ้อนคือมีความสัมพันธ์กันทั้งทางบวกและลบ และบางกระบวนการก็มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างน้อยหรือแทบไม่มีความสัมพันธ์กันเลย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของโครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ว่าการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เน้นความชัดเจนที่ต้องการให้นักเรียนเผชิญหน้ากับปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในชีวิตในกระบวนการนี้ต้องการสมรรถนะหลายอย่าง ซึ่งนักเรียนต้องใช้ทักษะและสมรรถนะต่าง ๆ ที่หลากหลายมารวมกันหรือทับซ้อนหรือคาบเกี่ยวกัน (Klanin et al., 2008) สำหรับค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งสะท้อนความถูกต้องแม่นยำในการประมาณความสามารถของผู้ตอบ เมื่อนำมารวมกันเป็น สารสนเทศของแบบทดสอบจะเป็นดัชนีชี้ว่าจะได้แบบทดสอบตามเป้าหมายที่ต้องการ (Kanjana-wasee, 2009) จากค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (item information) มีค่าความสามารถสูงสุดอยู่ระหว่าง -6 ถึง 6 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบทุกข้อมีความสอดคล้องกับค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก กล่าวคือค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบจะสูงขึ้นเมื่อค่าความสามารถสูงสุดใกล้กับค่าความยากง่ายและค่าสารสนเทศของข้อสอบโดยทั่วไปมีค่าสูงขึ้น เมื่อค่าอำนาจจำแนกมีค่ามากขึ้น จากลักษณะดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าข้อสอบมีคุณภาพตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Kanjana-wasee, 2007) เช่นกันกับ งานวิจัยของ (Kaewmanee, 2009) ที่มีผลการเปรียบเทียบฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบและฟังก์ชัน สารสนเทศของแบบสอบ มีความสอดคล้องกับระดับความสามารถสูงสุดค่าความยากง่ายค่าอำนาจจำแนก

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1.1 สามารถนำแอปพลิเคชันนี้ไปใช้วัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเป็นเครื่องมือที่ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนได้ และนักเรียนสามารถใช้ได้กับ smartphone, computer, ipad และ Notebook

1.2 ครูสามารถนำแอปพลิเคชันนี้ไปใช้วัดและประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งในชั้นเรียนและช่วงกิจกรรมการเรียนรู้เสริม

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรพัฒนาแอปพลิเคชันให้ครอบคลุมทักษะทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น อาจขยายขอบเขตการวิจัยไปยังระดับชั้นอื่นหรือพื้นที่อื่น และควรมีการวิจัยเพื่อติดตามผลการใช้แอปพลิเคชันอย่างต่อเนื่อง

2.2 ควรมีการวิจัยในระยะยาวเพื่อติดตามผลการใช้แอปพลิเคชัน เช่น ผลต่อทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการใช้งานในระยะเวลา 6 เดือน หรือ 1 ปี และการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้และความเปลี่ยนแปลงด้านแรงจูงใจของนักเรียน

References

- OECD. (2018). *PISA 2022 Mathematics Framework (draft)*. <https://pisa2022-maths.oecd.org>
- Rupp, A. A., & Templin, J. (2008). The effects of Q-matrix misspecification on parameter estimates and classification accuracy in the DINA model. *Educational and Psychological Measurement*, 68(1), 78–96. <https://doi.org/10.1177/0013164407301545>

Translate Thai References

- Kaewmanee, K. (2009). *The development of electronic books to enhance reading comprehension skills Thai Language Learning Group: Local Set for Phitsanulok Residents for 6th Grade Elementary Students* [Master's thesis]. Naresuan University. (in Thai)
- Kanjanawasee, S. (2007). *Modern test theory* (3th ed.). Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Kanjanawasee, S. (2009). *Classical test theory* (6th ed.). Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Khlangbunkrong, K. (2012). A web application to assist mothers in monitoring children's health and recording their development [Bachelor of Science's thesis], King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)
- Klanin, S., Dechsri, P., & Pramojanee, A. (2008). *Knowledge and Scientific Competence for Tomorrow's World*. Seven Printing Group. (in Thai)

- Manochanpen, N. (2022). *TDRI points out that Thai students' PISA scores have declined in all competencies, reflecting an educational crisis that must be urgently addressed at its root causes*. <https://thestandard.co/tdri-pisa-test-results/> (in Thai)
- Masantiah, J. (2017). *Development of a computer-based testing system with immediate feedback for different student's ability levels: application of Rasch SIRT model* [Doctoral dissertation]. Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Tayraukhum, S. (2010). *Statistical Methodologies for Empirical Research*. Department of Educational Research and Development, Faculty of Education, Mahasarakham University. (in Thai)
- Tayraukhum, S. (n.d). *Teaching materials on the development of multidimensional tests, Department of Research and Educational Development*. Mahasarakham University. (in Thai)