การสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาหนองคาย*

THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING CAPABILITY ASSESSMENT FORM FOR MATTAYOMSUKSA 3 STUDENTS UNDER NONGKHAI SECONDARY EDUCATIONAL SERVICE AREA OFFICE

ณิชตา อังกุรอัชฌา
Nichata Angkuraatcha
พัชรินทร์ ชมภูวิเศษ
Patcharin Chompuwiset
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
Udon Thani Rajabhat University, Thailand.
E-mail: kru.narmm@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หาคุณภาพของแบบวัด ตรวจสอบองค์ประกอบเชิงโครงสร้างแบบวัด หาเกณฑ์ปกติของแบบวัด และเพื่อสร้างคู่มือการใช้แบบวัด การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาหนองคาย จำนวน 600 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งเป็นแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดความสามารถในการแกปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบปรนัย สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพ ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

ผลการวิจัยพบว่า แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่พัฒนาขึ้น มีค่าดัชนีความสอดคล้อง อยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 มีค่าความยาก อยู่ระหว่าง 0.23 ถึง 0.80 ค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.60 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.81 การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัด โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ได้ค่าดัชนี GFI เท่ากับ 0.969 ค่าดัชนี CFI เท่ากับ 0.997 ค่าดัชนี RMR เท่ากับ 0.008 ค่าดัชนี NFI

* Received: 30 May 2023; Revised: 27 December 2023; Accepted: 27 December 2023

เท่ากับ 0.976 ส่วนความเชื่อมั่นของตัวแปรแฝง มีค่าเท่ากับ 0.970 และค่าเฉลี่ยความแปรปรวนที่ถูกสกัด มีค่าเท่ากับ 0.470 แสดงว่า แบบวัดมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และเกณฑ์ปกติของแบบวัดมีคะแนนมาตรฐานทีปกติตั้งแต่ T_{35} - T_{65} โดยคะแนนมาตรฐานทีปกติ T_{50} อยู่ที่คะแนนดิบ 19 คะแนน
คำสำคัญ: ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, แบบวัด, การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

Abstract

The purposes of this research include to develop the mathematical problem solving capability assessment form, to evaluate the quality of the mathematical problem solving capability assessment form, to investigate the structural elements of the mathematical problem solving capability assessment form, to determine the norms of the mathematical problem solving capability assessment form, and to develop a manual for the mathematical problem solving capability assessment form. The sampling group consisted of 600 Mattayomsuksa 3 students studying in the first semester, academic year 2021, under the Secondary Educational Service Area Office in Nong Khai, chosen with the Multi-stage Random Sampling Method. The research tool was the mathematical problem solving capability assessment form which contains a test with multiple choices. The mathematical tools were percentage, mean, identification of Concept, confirmatory Factor Analysis, item Difficulty, discrimination power, and Kuder-Richardson Method of Reliability.

The results are as follows: The mathematical problem solving capability assessment form for Mattayomsuksa 3 students was developed using 30 questions. The evaluation of the quality of the mathematical problem solving capability assessment form indicated the value of Identification of Concept between 0.60-1.00, with Item Difficulty equaling to 0.23-0.80, and Overall Reliability equaling 0.81. The investigation of the structural elements of the mathematical problem solving capability assessment form using Confirmatory Factor Analysis showed the GFI equaling 0.969, the CFI index equaling 0.997, the RMR index equaling 0.008, the NFI equaling 0.976. For the Construct Reliability, equals 0.970, and the Average Variance Extracted equals 0.47. This indicated that the assessment has Construct Validity. The norms of the structural elements of the mathematical problem solving capability assessment form had normal standard t-score from T_{35} - T_{65}, with normal standard t-score T_{50} at the raw score of 19.

Keywords: The mathematical problem solving capability, Assessment form, Confirmatory Factor Analysis

บทนำ

แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2579) เป็นฉบับปัจจุบัน ซึ่งมุ่งจัดการศึกษาให้คนไทยทุกคนสามารถเข้าถึงโอกาสและความเสมอภาค ในการศึกษาที่มีคุณภาพ พัฒนาระบบการบริหารจัดการศึกษาที่มีประสิทธิภาพ พัฒนากำลังคนให้มีสมรรถนะในการทำงานที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดงานและการพัฒนาประเทศ แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 12 เป็นผลมาจากการศึกษาสภาวการณ์และบริบทแวดล้อม ที่มีผลต่อการพัฒนาการศึกษาของประเทศ อันได้แก่ 1) ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารแบบก้าวกระโดด ที่ส่งผลต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ภูมิภาคและของโลก 2) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของประชากร 3) ทักษะของประชากรในศตวรรษที่ 21 : ความต้องการกำลังคนยุค 4.0 และ 4) สภาวการณ์การเปลี่ยนแปลงของโลก รวมถึงการศึกษาผลการพัฒนาการศึกษาของประเทศในปีที่มา จนเกิดกรอบแนวคิดต่าง ๆ ดังนี้ กรอบที่ 1 วิสัยทัศน์ คือ คนไทยทุกคนได้รับการศึกษาและเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ ดำรงชีวิตอย่างเป็นสุข สอดคล้องกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และการเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ 21 กรอบที่ 2 6 ยุทธศาสตร์ ได้แก่ 1) การจัดการศึกษาเพื่อความมั่นคงของสังคมและประเทศชาติ 2) การผลิตและพัฒนากำลังคน การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ 3) การพัฒนาศักยภาพคนทุกช่วงวัยและการสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ 4) การสร้างโอกาสความเสมอภาคและความเท่าเทียมทางการศึกษา 5) การจัดการศึกษาเพื่อเสริมสร้างคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 6) การพัฒนาประสิทธิภาพของระบบบริหารจัดการศึกษา กรอบที่ 3 เป้าหมาย ประกอบด้วย การเข้าถึงการศึกษา (Access) ความเท่าเทียม (Equity) คุณภาพ (Quality) ประสิทธิภาพ (Efficiency) ตอบโจทย์บริบทที่เปลี่ยนแปลง (Relevency) และกรอบที่ 4 ผลลัพธ์สุดท้าย คือ เด็กไทย : 3Rs 8Cs (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560)

สังคมแห่งการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสังคมที่ก้าวหน้า และพัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ อย่างรวดเร็ว การศึกษาของผู้เรียนเองจำเป็นต้องปรับปรุง พัฒนา มีความยืดหยุ่น สร้างสรรค์ และท้าทาย มองทุกอุปสรรคปัญหาเป็นโจทย์ที่ต้องเรียนรู้และแก้ไข เชื่อมโยงความรู้จากอดีตสู่ปัจจุบันเท่าทันกับยุคสมัย ซึ่งทักษะที่จำเป็นของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้วิจัยมุ่งศึกษา ได้แก่ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ แก้ปัญหาได้ (Critical thinking and Problem Solving) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทักษะ 3Rs 8Cs ที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 12

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ แก้ปัญหาได้ เป็นกระบวนการคิดที่ใช้เหตุใช้ผลพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ โดยการศึกษาข้อมูล หลักฐาน แยกแยะข้อมูลว่าข้อมูลใดคือข้อเท็จจริง ข้อมูลใดคือความคิดเห็น ตลอดจนพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล แล้วตั้งสมมติฐานเพื่อหาสาเหตุของปัญหา และ

สามารถหาแนวทางแก้ไขปัญหานั้น ๆ ได้ กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะนำไปสู่การคิดตัดสินใจอย่างรอบคอบ เพื่อให้เห็นว่าเรื่องใดควรเชื่อหรือไม่ควรเชื่อ สิ่งใดควรทำหรือไม่ควรทำ

กระบวนการคิดที่ใช้เหตุใช้ผลนั้น จะสอดคล้องกับกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่สรุปข้อเท็จจริงได้อย่างเที่ยงตรง โดยอาศัยข้อมูลมาประกอบ ซึ่งต้องสร้างข้อคาดเดา ค้นหาวิธีการ ศึกษาหาความรู้ การทดลอง เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหานั้น ๆ แต่สิ่งที่กล่าวมานี้ยังเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับเด็กไทยเป็นอย่างมาก และกล่าวได้ว่าเด็กไทยขาดกระบวนการคิด อันจะเห็นได้จากโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้ประชาชนมีศักยภาพ หรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยเน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริง มากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน แต่ผลการประเมิน PISA 2018 ชี้ให้เห็นถึงนักเรียนไทยมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD ทั้งด้านการอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จึงมีความสนใจที่จะสร้างแบบวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยได้ศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน และจัดทำเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาหนองคาย เพื่อเป็นสารสนเทศในการวางแผนพัฒนาคุณภาพของนักเรียนด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะเกิดประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ นอกจากนั้น ผลของการวัดและประเมินยังนำไปใช้เป็นข้อมูล สำหรับตัดสินความสำเร็จในการเรียนของผู้เรียนได้อีกด้วย และจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ผู้สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ยังมีจำนวนไม่มากนัก หากมีการวัดและประเมินดังกล่าว จะทำให้ได้ข้อมูลมาช่วยในการแก้ไขและส่งเสริมการเรียนของนักเรียนได้ถูกต้องและตรงจุด ผู้วิจัยจึงสนใจสร้างแบบวัด หาคุณภาพ และจัดทำคู่มือของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อพัฒนาแบบวัดสามารถในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. เพื่อหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. เพื่อตรวจสอบองค์ประกอบเชิงโครงสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4. เพื่อหาเกณฑ์ปกติของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

5. เพื่อสร้างคู่มือการใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาหนองคาย ผู้วิจัยแบ่งกระบวนการดำเนินงานออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาหนองคาย จำนวน 31 โรงเรียน มีนักเรียนจำนวน 4,067 คน (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาหนองคาย, 2564)

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาหนองคาย จำนวน 600 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 90 นาที การให้คะแนน ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน

3. เก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ติดต่อขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ถึงผู้บริหารโรงเรียนเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เตรียมแบบวัดในรูปแบบ online วางแผนดำเนินการสอบ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอบเอง

3.3 ก่อนดำเนินการสอบ ชี้แจงนักเรียนให้เข้าใจจุดประสงค์ในการวัด และประโยชน์ที่ได้รับจากการวัดอย่างชัดเจน และอธิบายวิธีการทำแบบวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.4 นำแบบวัดไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างดังนี้

3.4.1 การ Try Out กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 100 คน นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก

3.4.2 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 600 คน เพื่อนำมาหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และหาค่าความเชื่อมั่น

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ มีขั้นตอนดังนี้

4.1 วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ คาเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบวัดการคิดแก้ปัญหา

4.2 วิเคราะห์ค่าความยากของแบบวัด สัดส่วนของจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูกกับจำนวนผู้ตอบข้อนั้นทั้งหมด

4.3 วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัด โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Point biserial correlation เนื่องจากแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นแบบวัดสถานการณ์ที่มีการให้คะแนนเป็น 1, 0

4.4 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20

4.5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ระหว่างตัวแปร เพื่อตรวจสอบ ความเหมาะสมของเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบ ถ้าการทดสอบค่าสถิติ Bartlett’s test of sphericity มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แสดงว่าเมทริกซ์ สหสัมพันธ์ที่ไม่ได้เป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ตัวแปรต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กัน สามารถนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ และค่าดัชนี KMO (Keiser-Meyer-Olin measure of sampling adequacy) ต้องมีค่ามากกว่า 0.50 และเข้าใกล้ 1 ข้อมูลจึงเหมาะสมที่จะใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2544) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

4.6 การวิเคราะห์ตรวจสอบองค์ประกอบโครงสร้าง (CFA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

4.6.1 ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ วิเคราะห์อิทธิพลทางตรงและทางอ้อมของตัวแปร ด้วยวิธีความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum

Likelihood Estimates หรือ ML) เพื่อวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างตามสมมติฐานที่กำหนดและ มีค่าสถิติสำคัญที่ใช้ตรวจสอบความสอดคล้องความกลมกลืนของรูปแบบความสัมพันธ์ตามภาวะสันนิษฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (ณัฐพล แย้มสะอาด, 2551)

4.6.1.1 ค่าไคสแควร์ (Chi-Square : x^2) เป็นค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบความกลมกลืน ระหว่างโมเดลสมการโครงสร้างที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ถ้าค่าไคสแควร์มีค่าสูงมากและมี นัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าฟังก์ชั่นความกลมกลืนมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือ อีกนัยหนึ่งก็คือโมเดลสมการโครงสร้างตามสมมติฐานยังไม่กลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งผู้วิจัย จะต้องดำเนินการปรับโมเดลต่อไป จนค่าไคสแควร์ มีค่าต่ำและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจึงแสดงว่า โมเดลสมการโครงสร้างมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

4.6.1.2 ดัชนีความกลมกลืน (Goodness of Fit Index: GFI) และดัชนีความกลมกลืน ที่ปรับแก้ GFI ด้วยค่าระดับชั้นความอิสระ (Adjust Goodness of Fit Index: AGFI) เป็นอัตราส่วนของผลต่างระหว่างฟังก์ชันความกลมกลืนจากโมเดลก่อนปรับและหลังปรับโมเดลกับฟังก์ชันความ กลมกลืนก่อนปรับโมเดล ค่าดัชนี GFI และ AGFI ควรมีค่าสูงกว่า 0.90

4.6.1.3 ค่าดัชนีรากมาตรฐานของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนที่เหลือ (SRMR) แสดงขนาดของส่วนที่เหลือโดยเฉลี่ยจากการเปรียบเทียบความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ค่าดัชนี SRMR ที่มีค่าต่ำกว่า 0.05

4.6.1.4 ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) เป็นค่าสถิติจากข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับค่าไคสแควร์ ว่าโมเดลสมการโครงสร้างที่พัฒนาขึ้นมีความเที่ยงตรงนั้น ไม่สอดคล้องกับความจริงและเมื่อเพิ่มจำนวนพารามิเตอร์อิสระแล้ว ค่าสถิติมีค่าลดลงเนื่องจากค่าสถิตินี้ขึ้นอยู่กับประชากรและชั้นความเป็นอิสระ RMSER ควรมีค่าต่ำกว่า 0.05 หรือไม่เกิน 0.08 ซึ่งแสดงว่าโมเดลสมการโครงสร้างที่พัฒนาขึ้นมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ผลการวิจัย

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นแบบวัดที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถของบุคคลต่อ สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์และต้องการคำตอบโดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้น โดยผู้วิจัยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดกับตัวชี้วัด (IOC) จำนวน 5 ท่าน พบว่า แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวนทั้งหมด 60 ข้อ ผ่านเกณฑ์จำนวน 30 ข้อ

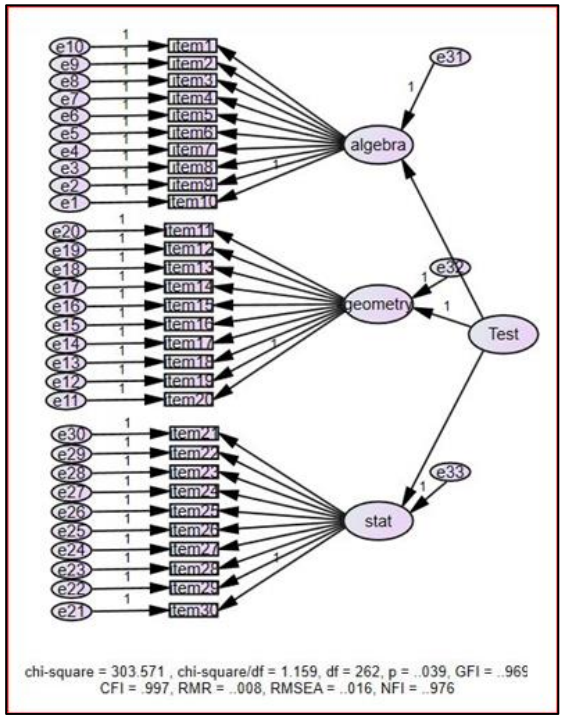
2. หาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาหนองคาย

2.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ

ผู้วิจัยนำข้อคำถามของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ไป try out กับนักเรียน จำนวน 100 คน แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 30 ข้อ พบว่า มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.23 ถึง 0.80 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.60

2.2 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (KR_{20}) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีจำนวนทั้งสิ้น 30 ข้อ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ เท่ากับ 28.56 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (KR_{20}) เท่ากับ 0.81 แสดงให้เห็นว่าแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคุณภาพผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดสามารถนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างได้

3. ตรวจสอบองค์ประกอบโครงสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จากการวิเคราะห์แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบไปด้วยข้อคำถามจำนวน 30 ข้อ พบว่า ข้อคำถามมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.85 ถึง 0.67 โดยข้อคำถามคู่ที่มีความสัมพันธ์ต่ำที่สุดคือ item27 กับ item30 ส่วนข้อคำถามคู่ที่มีความสัมพันธ์สูงที่สุดคือ item3 กับ item8 และค่า Bartlett’s test of sphericity มีค่าเท่ากับ 0.901 ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.000 แสดงว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามแตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และค่า KMO (Keiser-Meyer-Olin measure of sampling adequacy) มีค่าเท่ากับ 12656.888 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.50 แสดงว่าข้อคำถามแต่ละข้อสัมพันธ์กัน และเหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบ ซึ่งได้ค่าสัมประสิทธิ์ (Factor loading) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.341 ถึง 1.090 ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่า S.E. มีค่าอยู่ระหว่าง 0.050 ถึง 0.086 ค่า t มีค่าอยู่ระหว่าง 8.833 ถึง 20.975 และมีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณยกกำลังสอง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.116 ถึง 0.671 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันขององค์ประกอบแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า มีค่าไค-สแควร์เท่ากับ 303.571 ค่าองศาอิสระมีค่าเท่ากับ 262 ค่าความน่าจะเป็นมีค่าเท่ากับ 0.039 ค่าดัชนี GFI มีค่าเท่ากับ 0.969 ค่าดัชนี CFI มีค่าเท่ากับ 0.997 ค่าดัชนี RMR มีค่าเท่ากับ 0.008 ค่าดัชนี RMSEA มีค่าเท่ากับ 0.016 ค่าดัชนี NFI มีค่าเท่ากับ 0.976 ρ_c มีค่าเท่ากับ 0.970 ρ_v มีค่าเท่ากับ 0.470 จากค่าสถิติแสดงให้เห็นว่าโมเดลตามทฤษฎีมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังภาพประกอบที่ 1



ภาพประกอบที่ 1 model องค์ประกอบเชิงยืนยันแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4. หาเกณฑ์ปกติของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า เกณฑ์ปกติของแบบวัดมีช่วงคะแนนมาตรฐานทีปกติตั้งแต่ 35 ถึง 65 โดยคะแนนมาตรฐานทีปกติ 50 อยู่ที่คะแนนดิบ 19 คะแนน

5. สร้างคู่มือการใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์หาความสอดคล้อง ผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 600 คน และจากการตรวจสอบองค์ประกอบโครงสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากแบบวัด จำนวน 60 ข้อ คัดเลือกให้เหลือแบบวัดจำนวน 30 ข้อที่มีคุณภาพ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 สาระ คือ พีชคณิต (ข้อที่ 1-10) เรขาคณิต (ข้อที่ 11-15) และสถิติและความน่าจะเป็น (ข้อที่ 21-30) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้คู่มือแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาหนองคาย ที่เสร็จสมบูรณ์

อภิปรายผล

จากการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบประเด็นสำคัญที่สามารถนำมาอภิปรายผล ดังนี้

1. ผลการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้ได้แบบวัดที่มีลักษณะเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ ประกอบด้วย 3 สาระ ได้แก่ พีชคณิต เรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น ซึ่งสอดคล้องกับสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560: 3)

2. ผลการหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์จำนวน 5 คน ซึ่งสอดคล้องกับบุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ ที่กล่าวว่า การหาคุณภาพของเครื่องมือโดยการให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาควรมีอย่างน้อย 3 คน ทั้งนี้ แบบวัดมีข้อคำถามในแต่ละสาระผ่านเกณฑ์การพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยมีค่าค่าดัชนีความสอดคล้อง อยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 1.00 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า แบบวัดนี้มีความสามารถในการวัดที่สอดคล้องตรงตามเนื้อหานั้นจริง ผลการวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหานี้ (นัฐพร ตื้อจันตา, 2552) จึงสอดคล้องกับการสร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง อยู่ระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 ซึ่งเป็นการหาคุณภาพของแบบวัดในส่วนของความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (วาสนา ไกรแก้ว, 2556)

2.2 ความยาก ผลการวิเคราะห์แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า มีความยากอยู่ระหว่าง 0.23 ถึง 0.80 ซึ่งค่าความยากที่ได้จะอยู่ในระดับค่อนข้างง่ายถึงค่อนข้างยาก แสดงให้เห็นว่าแบบวัดมีระดับความยากที่กระจายตั้งแต่ค่อนข้างง่าย ปานกลาง ไปจนถึงค่อนข้างยาก ซึ่งสอดคล้องกับเตือนใจ เกตุษา และสุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ ที่แปลความหมายระดับความยากของข้อสอบไว้ว่า 0.81 - 1.00 เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก 0.61 - 0.80 เป็นข้อสอบค่อนข้างง่าย 0.41 - 0.60 เป็นข้อสอบที่ง่ายพอเหมาะ 0.21 - 0.40 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก 0.00 - 0.20 เป็นข้อสอบที่ยากมาก (เตือนใจ เกตุษา, สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์, 2551)

2.3 อำนาจจำแนก ผลการวิเคราะห์แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า มีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.60 ซึ่งค่าความอำนาจจำแนกที่ได้จะอยู่ในระดับพอใช้ถึงดีมาก แสดงให้เห็นว่าแบบวัดสามารถจำแนกผู้สอบได้ ซึ่งสอดคล้องกับปราณี หลำเบ็ญสะ ที่แปลความหมายระดับความยากของข้อสอบไว้ว่า 0.60 – 1.00 อำนาจจำแนกดีมาก 0.40 – 0.59 อำนาจจำแนกดี 0.20 – 0.39 อำนาจจำแนกพอใช้ (ปราณี หลำเบ็ญสะ, 2559)

2.4 ความเชื่อมั่น ผลการวิเคราะห์แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.81 ค่าความเชื่อมั่นที่ได้แสดงให้เห็นว่าแบบวัดมีความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์สูง เป็นไปตามเกณฑ์ที่ว่า ค่าความเชื่อมั่นระหว่าง 0.71 – 0.90 ถือว่ามีความเชื่อมั่นสูง (นัฐพร ตื้อจันตา, 2552) ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความเชื่อมั่น 0.821 ซึ่งถือว่ามีความเชื่อมั่นสูง (อรรจนีย์ ชูช่วยสุวรรณ, 2552)

3. ผลการตรวจสอบองค์ประกอบเชิงโครงสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์อยู่ระหว่าง 0.341 ถึง 1.09 ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่า S.E. อยู่ระหว่าง 0.050 ถึง 0.086 ค่า t อยู่ระหว่าง 8.833 ถึง 20.975 และมีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณยกกำลังสอง อยู่ระหว่าง 0.116 ถึง 0.671 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันขององค์ประกอบแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า มีค่าไค-สแควร์เท่ากับ 303.571 ค่าองศาอิสระเท่ากับ 262 ค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.039 ค่าดัชนี GFI เท่ากับ 0.969 ค่าดัชนี CFI เท่ากับ 0.997 ค่าดัชนี RMR เท่ากับ 0.008 ค่าดัชนี RMSEA เท่ากับ 0.016 ค่าดัชนี NFI เท่ากับ 0.976 ρ_c มีค่าเท่ากับ 0.97 ρ_v มีค่าเท่ากับ 0.47 ทำให้โมเดลตามทฤษฎีมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แสดงว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้ มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะผู้วิจัยได้การศึกษาข้อมูลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากทฤษฎี หลักสูตร หรืองานวิจัยของนักวิจัยท่านอื่น ๆ ที่สอดคล้องกัน ทำให้ได้แบบวัดที่มีความเชื่อถือได้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับที่ศิริชัย กาญจนวาสี กล่าวว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยหลักฐานที่แสดงนั้นเป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูล หากโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูล จะบ่งชี้ถึงโมเดลองค์ประกอบที่ศึกษาเป็นหลักฐานสำหรับยืนยันองค์ประกอบคุณลักษณะที่วัด จากหลักฐานดังกล่าว จึงแสดงถึงความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

4. ผลการหาเกณฑ์ปกติของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ปกติในรูปแบบคะแนนมาตรฐานที่ปกติ โดยนำผลคะแนนจากแบบวัดมาสร้างเป็นเกณฑ์ปกติ ซึ่งเป็นเกณฑ์ท้องถิ่น สร้างขึ้นเพื่อใช้เปรียบเทียบคะแนนแบบวัดจากคะแนนดิบให้เป็นหน่วยเดียวกัน และเมื่อมีผู้นำแบบวัดไปใช้ ก็สามารถนำคะแนนดิบที่ได้ไปแปลความหมายได้อย่างถูกต้อง และเป็นประโยชน์ในการนำผลคะแนนที่ได้ไปแก้ไข ปรับปรุงการเรียนการสอนด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบบวัดมีช่วงคะแนนมาตรฐานทีปกติตั้งแต่ 35 ถึง 65 สามารถแปลผลคะแนนได้ ดังนี้ คะแนนดิบ 30 มีความสามารถสูง และมีคะแนนมาตรฐานทีปกติ 65

คะแนนดิบตั้งแต่ 23 ถึง 29 มีความสามารถค่อนข้างสูง และมีคะแนนทีปกติตั้งแต่ 55 ถึง 64

คะแนนดิบตั้งแต่ 15 ถึง 22 มีความสามารถปานกลาง และมีคะแนนทีปกติตั้งแต่ 45 ถึง 54

คะแนนดิบตั้งแต่ 7 ถึง 14 มีความสามารถค่อนข้างต่ำ และมีคะแนนทีปกติตั้งแต่ 35 ถึง 44
คะแนนดิบตั้งแต่ 0 ถึง 6 มีความสามารถต่ำ และมีคะแนนทีปกติตั้งแต่ 34 ลงมา

โดยคะแนนมาตรฐานทีปกติ 50 เท่ากับคะแนน 19 คะแนน ซึ่งส่วนมากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 34.50 ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะกลุ่มตัวอย่างแบ่งตามขนาดโรงเรียน ซึ่งอาจมีความสามารถ ประสบการณ์ หรือมีวัฒนธรรมแตกต่างกัน ดังนั้น การนำหาเกณฑ์ปกติไปใช้ ควรคำนึงถึงขนาดโรงเรียน เขตพื้นที่ อำเภอ หรือจังหวัดที่ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง สอดคล้องกับศศิธร เวียงอินทร์ ที่กล่าวว่า การนำเกณฑ์ปกติที่สร้างขึ้นไปใช้ควรเป็นนักเรียนจังหวัดร้อยเอ็ดหรือจังหวัดใกล้เคียงที่ มีความสามารถและวัฒนธรรมใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่หาเกณฑ์ปกติเท่านั้น เพราะถ้าเป็นกลุ่มตัวอย่างอื่นที่มีความสามารถและวัฒนธรรมแตกต่างกันจากนี้แล้ว เกณฑ์ปกติก็จะแตกต่างไปด้วย (ศศิธร เวียงอินทร์, 2547)

5. ผลการสร้างคู่มือการใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า แบบวัดที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถของบุคคลต่อสถานการณที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และต้องการคำตอบโดยที่ยังไมรูวิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณนั้น จำนวน 30 ข้อ 3 สาระ ซึ่งรวบรวมเนื้อหาที่จะบอกแนวปฏิบัติเพื่อใช้ประกอบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำให้สามารถเข้าใจรายละเอียดได้มากขึ้น ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ของการสร้างแบบวัด นิยามศัพท์เฉพาะ ลักษณะของแบบวัด โครงสร้างเนื้อหาของแบบวัด คุณภาพของแบบวัด เวลาที่ใช้ในการดำเนินการวัด วิธีดำเนินการวัด เกณฑ์การตรวจให้คะแนน และการแปลความหมายคะแนนของแบบวัด องค์ประกอบเหล่านี้ส่งผลทำให้ผู้ใช้แบบวัดเกิดความเข้าใจ สามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ของแบบวัด ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าการสร้างคู่มือจากนักการศึกษาหลายท่าน

สรุป/ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. การสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีลักษณะเป็นแบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ ได้แก่ สาระพีชคณิต สาระเรขาคณิต และสาระสถิติและความน่าจะเป็น

2. คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.23 ถึง 0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.60 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.81

3. การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.341 ถึง 1.09 ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่า S.E. อยู่ระหว่าง 0.050 ถึง 0.086 ค่า t ระหว่าง 8.833 ถึง 20.975 และมีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณยกกำลังสอง อยู่ระหว่าง 0.116 ถึง 0.671 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของแบบวัด พบว่า มีค่าไค-สแควร์เท่ากับ 303.571 ค่าองศาอิสระ เท่ากับ 262 ค่าความน่าจะเป็น

เท่ากับ 0.039 ค่าดัชนี GFI เท่ากับ 0.969 ค่าดัชนี CFI เท่ากับ 0.997 ค่าดัชนี RMR เท่ากับ 0.008 ค่าดัชนี RMSEA เท่ากับ 0.016 ค่าดัชนี NFI เท่ากับ 0.976 ρ_c มีค่าเท่ากับ 0.97 ρ_v มีค่าเท่ากับ 0.47 แสดงว่า แบบวัดมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

4. เกณฑ์ปกติของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนมาตรฐานทีปกติตั้งแต่ T_{35} - T_{65} โดยคะแนนมาตรฐานทีปกติ T_{50} อยู่ที่คะแนนดิบ 19 คะแนน

5. คู่มือการใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบวัด นิยามศัพท์เฉพาะ ลักษณะของแบบวัด โครงสร้างเนื้อหาของแบบวัด คุณภาพของแบบวัด เวลาที่ใช้ในการดำเนินการวัด วิธีดำเนินการวัด เกณฑ์การตรวจให้คะแนน และการแปลความหมายคะแนนของแบบวัด

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้ ใช้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาหนองคาย เมื่อผู้สนใจจะนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้กับนักเรียนที่สังกัดหน่วยงานอื่นควรมีการสร้างเกณฑ์ปกติใหม่

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการวิจัยเพื่อสร้างแบบวัดความสามารถด้านอื่น ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น เพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในด้านนั้น ๆ ซึ่งจะเกิดประโยชน์สูงสุดต่อตัวผู้เรียนเอง

เอกสารอ้างอิง

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2544). *หลักสถิติ.* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฐพล แย้มสะอาด. (2551). การศึกษาตัวแปรเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขตพื้นที่การศึกษา 2 กรุงเทพมหานคร. ใน *ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและสถิติทางการศึกษา*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เตือนใจ เกตุษา, สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์. (2551). *การประเมินผลการศึกษา = Educational evaluation.* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

นัฐพร ตื้อจันตา. (2552). การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ใน *วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการวัดผลทางการศึกษา*. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปราณี หลำเบ็ญสะ. (2559). *การหาคุณภาพของเครื่องมือวัดและประเมินผล*. ยะลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

วาสนา ไกรแก้ว. (2556). การสร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ใน *ปริญญานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ศศิธร เวียงอินทร์. (2547). การพัฒนาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1. ใน *ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวัดผลทางการศึกษา*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *ผลการประเมิน PISA 2018 บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร.

อรรจนีย์ ชูช่วยสุวรรณ. (2552). การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ใน *ปริญญานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการวัดผลการศึกษา*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.