

การสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดศึกษาธิการจังหวัดชลบุรี

THE CONSTRUCTION OF MATHEMATICAL PROBLEM-SOIVING PROCESS TEST
FOR STUDENTS IN GRADE 9 IN THE OFFICE OF PROVINCIAL EDUCATION
CHONBURI

นฤมล อามะรา

NARUMON AMARA

สุรีพร อนุศาสนนันท์

SUREEPORN ANUSASANANAN

ณัฐกฤตา งามมีฤทธิ์

NATKRITA NGAMMEERITH

มหาวิทยาลัยบูรพา

BRUAPA UNIVERSITY

ชลบุรี

CHONBURI

บทคัดย่อ

งานวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบทดสอบ หากคุณภาพและคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนในสังกัดศึกษาธิการจังหวัดชลบุรี กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มผู้ตัดสินใจ คือครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย จำนวน 6 คน และกลุ่มผู้สอบคือนักเรียน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรม G*Power 3.1 ได้จำนวน 474 คน ทำการสุ่มแบบหลายขั้นตอน สร้างแบบทดสอบ 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบทดสอบอัตนัย เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการทดลองใช้ครั้งที่ 1 จำนวน 10 คน ครั้งที่ 2 จำนวน 150 คน และนำไปใช้จริง จำนวน 314 คน วิเคราะห์ข้อมูลหาค่าสถิติพื้นฐาน และสถิติค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ความเที่ยงตรงตามสภาพ ค่าความเชื่อมั่น ค่าความเชื่อมั่นของกรรมการผู้ให้คะแนน ค่าความสัมพันธ์ของคะแนนสอบในแบบทดสอบ 2 ฉบับ และหาคะแนนจุดตัด ผลการวิจัยพบว่า

1. แบบทดสอบมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป คือ ฉบับที่ 1 จำนวน 36 ข้อ ($\bar{p}=0.24-0.79$, $\bar{B}=0.47$) และฉบับที่ 2 จำนวน 9 ข้อ ($\bar{p}=0.60-0.64$, $\bar{B}=0.58$) นักเรียนใช้เวลาทำแบบทดสอบเฉลี่ยฉบับละ 90 นาที
2. ข้อสอบฉบับที่ 1 มีความยากตั้งแต่ 0.25-0.79 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21-0.77 และฉบับที่ 2 มีความยากตั้งแต่ 0.50-0.63 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.32-0.67 ค่าความเที่ยงตรงตามสภาพมีความสัมพันธ์กันสูง (ฉบับที่ 1=0.78, ฉบับที่ 2=0.82) ค่าความเชื่อมั่นที่สูง (ฉบับที่ 1=0.93, ฉบับที่ 2=0.74) ค่าความเชื่อมั่นของกรรมการผู้ให้คะแนน 2 ฉบับ เท่ากับ 0.99 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2 ฉบับ เท่ากับ 0.90 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

3. ฉบับที่ 1 คะแนนเต็ม 36 คะแนน มีคะแนนจุดตัด 25.98 คิดเป็นร้อยละ 72.17 มีนักเรียนที่ผ่านจุดตัด 130 คน และฉบับที่ 2 คะแนนเต็ม 90 คะแนน มีคะแนนจุดตัด 61.25 คิดเป็นร้อยละ 68.06 มีนักเรียนที่ผ่านจุดตัด 136 คน

คำสำคัญ : แบบทดสอบ, คณิตศาสตร์, กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ABSTRACT

The purpose of this research is to create the examination for quality and intersection point of the mathematic problem solution strategy for grade 9 students in first semester year 2017 in Chonburi Education service area. They were two experimental groups, one group was teachers who analyzed the examination with 6 sample random sampling mathematic teachers, the other one group was 474 students who tested G*Power 3.1 by using Multi-Stage Sampling. The tools of this research were two mathematical problem-solution strategy tests were the multiple choices test and writing test. The both of research instruments were first tested with 150 students in grade10, and the experimental research with 314 students. The Results of study revealed that:

1. After the experiment at $IOC > 0.5$, the multiple choice 36 items ($\bar{p} = 0.24-0.79$, $\bar{B} = 0.47$) and the next writing 9 items ($\bar{p} = 0.60-0.64$, $\bar{B} = 0.58$), the students spent time average 90 minutes per tool.

2. The multiple choices had difficulty values as 0.25-0.79, Discrimination value as 0.21-0.77, the writing test had difficulty values as 0.50-0.63, Discrimination values as 0.32-0.67. Validity values as Multiple choices=0.78, writing=0.82. Reliability values as multiple choices=0.93, writing=0.74, Reliability of teacher who analyzed the 2 examinations=0.99, the correlation of multiple choice and writing test and intersection score as 0.90 at significant 0.01.

3. The first mathematical examination multiple choices had total score=36, intersection point=25.98 (72.17%) and the students who passed intersection of multiple choices examination=130 students and writing examination total score=90, intersection point=61.25 (68.06%) and the students who passed the writing examination=136 students.

Keywords : Test, Mathematics, Mathematic problem solution strategy.

บทนำ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข ให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐาน การเรียนรู้ ที่กำหนดไว้ นั้นจะช่วยให้ผู้เรียน เกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการคือ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 6-7) สมาคมศึกษานานาชาติ ในสหรัฐอเมริกา (NCSM, 1977, pp. 19-22) ได้กำหนดให้การแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญ อันดับแรกในจำนวนทักษะพื้นฐานที่จำเป็น 10 ประการ อีกทั้งสมาคมผู้สอนคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1980, pp. 1-3) ได้เสนอให้การแก้ปัญหาเป็นจุดเน้นที่สำคัญของหลักสูตร เป็นเป้าหมายแรกของการเรียนการสอน และเป็นส่วนสำคัญของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ จากผลการประเมินจากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment : PISA 2015) ของประเทศไทยพบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 415 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 490 คะแนน) ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD มากกว่าหนึ่งระดับ ซึ่งจุดอ่อนของประเทศไทย

คือความคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ นั่นก็คือกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั่นเอง และจากผลคะแนนการสอบวิชาคณิตศาสตร์ของสถาบันทดสอบการศึกษาระดับชาติประจำปีการศึกษา 2557 และ 2558 พบว่าคะแนนทางการศึกษาระดับชาติพื้นฐาน (O-NET) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 29.65 และ 32.40 คะแนน ตามลำดับจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน เมื่อจำแนกคะแนนเฉลี่ยตามสาระวิชา พบว่าสาระที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 18, 2558, น. 11) จะเห็นได้ว่านักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างต่ำ สาเหตุที่นักเรียนอ่อนวิชาคณิตศาสตร์มีหลายประการด้วยกัน อาจเป็นผลมาจากนักเรียนประสบปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์และปัญหาที่พบมากเรื่องหนึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนไม่สามารถแสดงแนวคิด หรือวิธีการแก้ปัญหาได้

จากความสำคัญดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่เป็นหัวใจของการสอนคณิตศาสตร์ (NCTM, 1980, pp. 1-3) กระบวนการแก้ปัญหามีผู้เสนอไว้หลายแนวคิด แต่กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นที่ยอมรับและนำมาใช้อย่างแพร่หลาย คือ Polya (1957, pp. 16-17) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understand the problem) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (Devise a plan) ขั้นดำเนินการตามแผน (Carry out the plan) และขั้นตรวจสอบ (Look back) ซึ่งผู้วิจัยมีความสนใจที่จะสร้างแบบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya เป็นแบบทดสอบจำนวน 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และฉบับที่ 2 แบบทดสอบอัตนัยแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหา ทำการหาคุณภาพของแบบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และหาคะแนนจุดตัด (Cut of scores) ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ใช้เปรียบเทียบกับคะแนนที่ผู้เข้าสอบแต่ละคนได้เท่ากับเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือสูงกว่า วิธีการกำหนดคะแนนจุดตัดมีหลากหลายวิธี ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการกำหนดคะแนนจุดตัดด้วย Angoff Method เพื่อกำหนดมาตรฐานสำหรับข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice tests) วิธีนี้ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะการทดสอบที่มีความสำคัญ (High stakes testing) และใช้วิธีการกำหนดคะแนนจุดตัดด้วย Extended Angoff Method เหมาะสำหรับข้อสอบที่มีระบบการให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า (แบบอัตนัย) (Kane, 1994, p. 102; Zieky et al., 2008, p. 300) สอดคล้องกับลักษณะแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบที่เป็นมาตรฐานในการวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อให้ครูและผู้เกี่ยวข้องนำไปประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และใช้พัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอนได้เหมาะสม

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้กำหนดคำถามการวิจัยไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีคุณภาพเป็นอย่างไร
2. แบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ควรหาคะแนนจุดตัดเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดศึกษาธิการจังหวัดชลบุรี มีวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

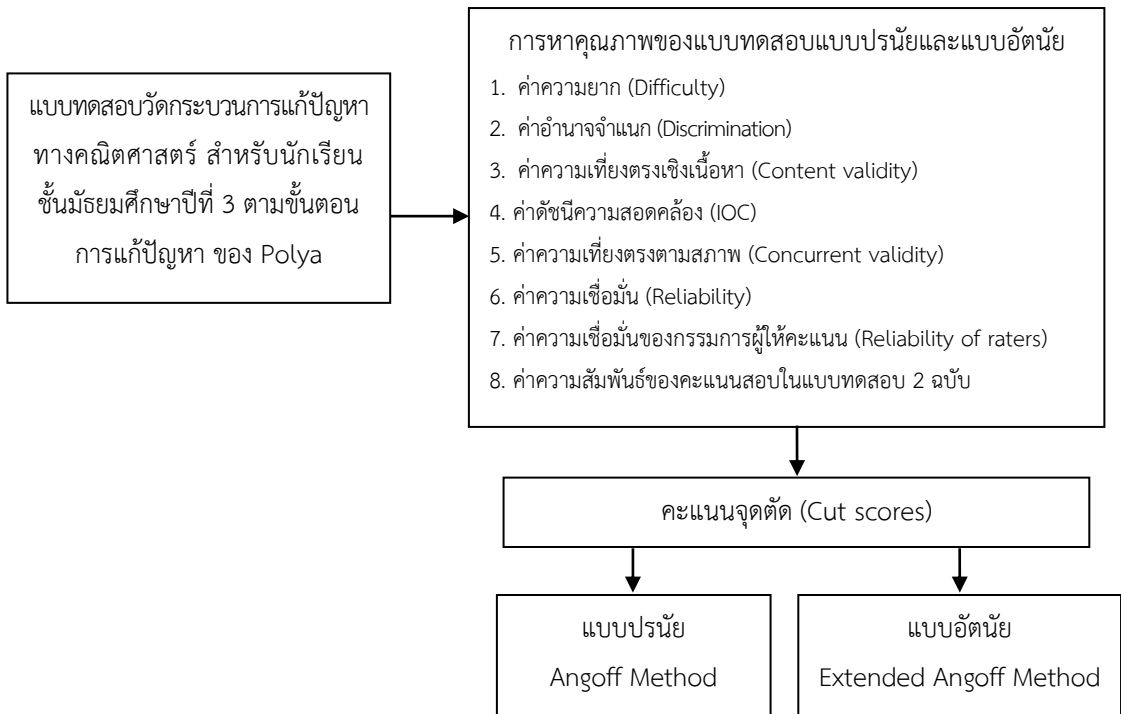
1. สร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. หาคะแนนจุดตัด (Cut scores) ของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ประโยชน์ของการวิจัย

1. ได้แบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีคุณภาพ เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนการสอนของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้เกิดประสิทธิภาพ
2. เป็นแนวทางแก่ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในการสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาได้
3. คะแนนจุดตัดสามารถแบ่งนักเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นกลุ่มรอบรู้และกลุ่มไม่รอบรู้ได้

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้พื้นฐาน จำนวน 3 เรื่อง ได้แก่ พื้นที่ผิวและปริมาตร ระบบสมการเชิงเส้น และความคล้าย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 56-58) จำนวน 2 ฉบับ ประกอบด้วย ฉบับที่ 1 แบบปรนัย และฉบับที่ 2 แบบอัตนัย ตามขั้นตอนการแก้ปัญหา (Polya, 1957, pp. 16-17) มี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน และขั้นที่ 4 การตรวจสอบผล และทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับสถิติที่ใช้ในการหาค่าคุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้ 1) ค่าความยาก (Difficulty) ของแบบปรนัยจากสัดส่วนของจำนวนผู้ตอบถูกในข้อสอบนั้น ๆ กับจำนวนผู้สอบทั้งหมดที่ตอบข้อสอบข้อนั้น (สุริพร อนุศาสนนันท์, 2554, น. 160) และแบบอัตนัยจากสูตรของ Whitney and Sabers (ไพศาล วรคำ, 2552, น. 288) 2) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบปรนัยโดยใช้ค่าดัชนีบี (Discrimination index B) และและหาจุดตัดด้วยวิธี Angoff (สุริพร อนุศาสนนันท์, 2554, น. 162) และแบบอัตนัยตามวิธีของ Whitney and Sabers (ไพศาล วรคำ, 2552, น. 298) 3) ค่าความเที่ยงตรง (Validity) (ไพศาล วรคำ, 2554, น. 260-272) 4) ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (เวชฤทธิ์ อังกะภักทธรจ, 2555, น. 160) 5) ค่าความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent validity) ใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายแบบเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, น. 210-244) 6) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) แบบปรนัยตามสูตรของ Livingston (1972, p. 20) หากจุดตัดเพื่อแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มผ่านเกณฑ์และกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ด้วยวิธี Angoff และแบบอัตนัยจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ตามแนวคิดของ Lovett (1977, p. 31) 7) ค่าความเชื่อมั่นของกรรมการผู้ให้คะแนน (Reliability of raters) และ 8) ค่าความสัมพันธ์ของคะแนนสอบในแบบทดสอบ 2 ฉบับ ใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายแบบเพียร์สัน และกำหนดคะแนนจุดตัด (Cut of scores) แบบปรนัยโดยวิธีของ Angoff Method (Kane, 1994, p. 102) และแบบอัตนัยโดยวิธีของ Extended Angoff Method (Cizek, 2007, pp. 243-244) แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็นครูและนักเรียนโรงเรียนในสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดชลบุรี แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

1. กลุ่มผู้ตัดสินใจ ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งไม่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างโดยอาศัยหลักความน่าจะเป็น (Probability sampling) ด้วยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) ตามความเชี่ยวชาญในเนื้อหาคณิตศาสตร์โดยจบการศึกษาระดับปริญญาตรีขึ้นไปในสาขาทางคณิตศาสตร์และมีความเชี่ยวชาญการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์และมีประสบการณ์ไม่ต่ำกว่า 2 ปี จำนวน 6 คน

2. กลุ่มผู้สอบ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดชลบุรี จำนวน 31 โรงเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 รวม 8,668 คน (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 18, 2560, น. 2) ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยเทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage sampling) ได้กลุ่มตัวอย่าง 474 คน ดังนี้

การทดลองใช้ครั้งที่ 1 สุ่มตัวอย่างโรงเรียนขนาดกลาง 1 โรงเรียน คือ โรงเรียนเกาะโพธิ์ถั้วงามวิทยา สุ่มห้องเรียน 1 ห้อง จำนวน 10 คน

การทดลองใช้ครั้งที่ 2 สุ่มตัวอย่างโดยแบ่งตามขนาดโรงเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) มีขนาดของโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) ได้ 4 โรงเรียน สุ่มห้องเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบยกกลุ่ม (Cluster random sampling) ได้ 4 ห้อง ได้แก่ ขนาดใหญ่พิเศษ คือ โรงเรียนพนัสพิทยาคาร 45 คน ขนาดใหญ่ คือ โรงเรียนบ้านสวน (จันทนุสรณ์) 45 คน ขนาดกลาง คือ โรงเรียนพานทอง สภานุบาล 37 คน และ ขนาดเล็ก คือ โรงเรียนอุทวิทยาคม 20 คน รวม 150 คน

นำแบบทดสอบไปใช้จริง ใช้วิธีสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) มีขนาดของโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) ได้ 4 โรงเรียน สุ่มห้องเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบยกกลุ่ม (Cluster random sampling) ได้ 4 ห้อง ทำการหาขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G*Power 3.1 เลือกวิธีการวิเคราะห์อำนาจการทดสอบด้วย Correlation : Point Biserial Model ค่าขนาดอิทธิพล (Effect size) $|p|=0.20$ ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนในการทดสอบประเภทที่หนึ่ง $\alpha=0.05$ อำนาจการทดสอบ $(1-\beta)=0.95$ ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 314 คน จากนั้นแบ่งตามขนาดโรงเรียน ได้แก่ ขนาดใหญ่พิเศษ คือ โรงเรียนชลกันยานุกูล 150 คน ขนาดใหญ่ คือ โรงเรียนแสนสุข 100 คน ขนาดกลาง คือ โรงเรียนบ่อทองวงษ์จันทร์วิทยา 34 คน และ ขนาดเล็ก คือ โรงเรียนทุ่งเหียงพิทยาคม 30 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ สร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya นำมาวิเคราะห์และกำหนดขอบเขตเนื้อหาตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้และการปรับใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ จากนั้นวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 สาระหลัก คือ สาระที่ 2 การวัด สาระที่ 3 เรขาคณิต สาระที่ 4 พีชคณิต และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ฉบับ ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีค่าความยากเท่ากันและสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบবিเคราะห์ ดังนี้ (Charles, Lester, & O' Daffer, 1987, pp. 30; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น. 104-106)

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยผู้วิจัยสร้างข้อคำถามเมื่อไว้ร้อยละ 20 จำนวน 4 ด้าน ด้านละ 11 ข้อ รวม 44 ข้อ ทำการวิเคราะห์เนื้อหาตามจุดประสงค์สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้ข้อคำถามจำนวน 36 ข้อ

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบอัตนัย ทำการสร้างข้อคำถามเมื่อไว้ร้อยละ 20 ซึ่งข้อสอบ 1 ข้อ ประกอบด้วยคำถามย่อย 4 คำถาม เพื่อประเมินกระบวนการแก้ปัญหา ดังนี้

คำถามที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ใช้มาตราประมาณค่า 3 ระดับ ดังนี้ 2 หมายถึง ถูกต้องและครบถ้วน, 1 หมายถึง ถูกต้องบางส่วนและไม่ครบถ้วน และ 0 หมายถึง ไม่ถูกต้องหรือไม่ทำเลย

คำถามที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ใช้มาตราประมาณค่า 3 ระดับ ดังนี้ 2 หมายถึง ถูกต้อง เหมาะสมสอดคล้องกับปัญหา และสามารถนำไปสู่คำตอบได้, 1 หมายถึง สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องแต่ยังไม่เหมาะสมกับประเด็นของปัญหา และสามารถนำไปสู่คำตอบได้ และ 0 หมายถึง เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องและไม่สามารถแก้ปัญหาได้

คำถามที่ 3 ดำเนินการตามแผน ใช้มาตราประมาณค่า 5 ระดับ คือ 4 หมายถึง แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจนถูกต้องหรือคิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง พร้อมทั้งสรุปคำตอบได้ชัดเจนและครบถ้วน, 3 หมายถึง แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจนถูกต้องหรือคิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง แต่สรุปคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ครบถ้วน, 2 หมายถึง แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วนหรือมีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาบ้างแต่ไม่สำเร็จ, 1 หมายถึง แสดงวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่ร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาเลย และ 0 หมายถึง ไม่สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้หรือแสดงวิธีการแก้ปัญหาผิด

คำถามที่ 4 ตรวจสอบผล ใช้มาตราประมาณค่า 3 ระดับ คือ 2 หมายถึง แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้ชัดเจนถูกต้อง, 1 หมายถึง แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน และ 0 หมายถึง ไม่สามารถแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้หรือไม่มีการแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความสมบูรณ์ ความถูกต้องของข้อสอบและเกณฑ์การให้คะแนน ทำการปรับปรุงและเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ 3 ท่าน พิจารณาค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) โดยเลือกค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และเป็นข้อคำถามที่ถูกต้อง ใช้เกณฑ์พิจารณาค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ระยะที่ 1 ส่งหนังสือขอความร่วมมือและประสานงานแจ้งกำหนดการ วางแผนดำเนินการสอบ และเตรียมแบบทดสอบ จากนั้นลงพื้นที่ชี้แจงรายละเอียดพร้อมเก็บข้อมูลกับกลุ่มผู้สอบที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ครั้งที่ 1 จำนวน 10 คน เพื่อตรวจสอบด้านภาษาเกี่ยวกับคำชี้แจงและข้อคำถาม มีการจับเวลาโดยใช้เกณฑ์ร้อยละ 90 ของผู้สอบที่ทำแบบทดสอบเสร็จ เพื่อนำเวลาที่นักเรียนแต่ละคนมาหาค่าเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบ จากนั้นสัมภาษณ์รวบรวมปัญหาในการสอบ และนำไปปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ ครั้งที่ 2 จำนวน 150 คน เพื่อปรับปรุงและหาคุณภาพข้อสอบ โดยให้ทำแบบทดสอบฉบับที่ 1 จากนั้นเว้นช่วงระยะเวลา 1 สัปดาห์ และนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 314 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบและหาคะแนนจุดตัด โดยให้ทำแบบทดสอบฉบับที่ 1 จากนั้นเว้นช่วงระยะเวลา 1 สัปดาห์ แล้วให้ทำแบบทดสอบฉบับที่ 2

ระยะที่ 2 ส่งหนังสือขอความร่วมมือและประสานงานแจ้งกำหนดการให้โรงเรียนที่เลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นลงพื้นที่เก็บข้อมูลกับกลุ่มผู้ตัดสิน จำนวน 6 คน คือ แบบทดสอบฉบับที่ 1 มีการอธิบายการกำหนดคะแนนจุดตัดด้วยวิธี Angoff Method ยกตัวอย่างและให้ทดลองกำหนดคะแนนจุดตัดเพื่อสร้างความเข้าใจที่ตรงกัน โดยใช้แบบทดสอบฉบับที่ 1 ทำการตัดสินความเป็นไปได้ที่เรียกว่า “ระดับการผ่านขั้นต่ำ” (Minimally pass level) ในรูปของเปอร์เซ็นต์ การตอบข้อสอบแต่ละข้อถูกให้ครบทุกข้อ พิจารณาร่วมกับค่าความยาก และฉบับที่ 2 มีการอธิบายการกำหนดคะแนนจุดตัดด้วยวิธี Extended Angoff Method โดยประมาณคะแนนที่คาดหวังของผู้สอบคาบเส้น (Borderline candidates) นำคะแนนแต่ละคำถามมารวมกันเพื่อเป็นคะแนนที่คาดหวังของผู้คาบเส้น 1 ข้อ โดยตัดสินคะแนนอย่างอิสระจากกัน ให้ครบทุกข้อ พิจารณาร่วมกับค่าความยาก จากนั้นรวมกลุ่มเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนจุดตัดพร้อมให้เหตุผลของแต่ละคน ร่วมอภิปรายผลการตัดสินต่ำสุดและสูงสุด เปิดโอกาสให้ตัดสินและปรับคะแนนอีกครั้งอย่างเป็นอิสระจากกัน

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับสถิติในการหาคุณภาพเครื่องมือ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ฉบับที่ 1 แบบปรนัย	ฉบับที่ 2 แบบอัตนัย
- ค่าความยากของข้อสอบ (p)	- ค่าความยากของแบบทดสอบ (วิทนีย์และซาเบอร์ส)
- ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (ดัชนีบี)	- ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (วิทนีย์และซาเบอร์ส)
- ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC)	- ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC)
- ค่าความเที่ยงตามสภาพ (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient)	- ค่าความเที่ยงตามสภาพ (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient)
- ค่าความเชื่อมั่น (ลิฟวิงตัน)	- ค่าความเชื่อมั่น (ANOVA)

นำผลการตัดสินมาเฉลี่ยหาระดับการผ่านขั้นต่ำรายข้อและรวมจากทุกข้อในแบบทดสอบเพื่อกำหนดเป็นคะแนนจุดตัด วิเคราะห์ข้อมูลหาคะแนนจุดตัดเพื่อแบ่งกลุ่มผู้สอบที่เป็นนักเรียนเป็นกลุ่มรอบรู้และกลุ่มไม่รอบรู้ และนำเสนอผลการวิจัย แพลผล

ผลการวิจัย

1. ผลการสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป คือ ฉบับที่ 1 แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ มีค่าความยาก (\bar{p}) อยู่ระหว่าง 0.24-0.79 และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย (\bar{B}) เท่ากับ 0.47 และฉบับที่ 2 แบบทดสอบอัตนัย จำนวน 9 ข้อ มีค่าความยาก (\bar{p}) อยู่ระหว่าง 0.60-0.64 และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย (\bar{B}) เท่ากับ 0.58 โดยเฉลี่ยนักเรียนใช้เวลาทำแบบทดสอบ 90 นาที ทั้ง 2 ฉบับ

2. คุณภาพของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แสดงผลการวิจัยดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ขั้นตอนการแก้ปัญหา ของ Poly	คะแนนเต็ม		\bar{X}		S.D.		ร้อยละ	
	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา	9	18	6.75	14.58	1.91	2.49	75.00	81.00
ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา	9	18	6.19	12.32	2.07	3.52	68.78	68.44
ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน	9	36	5.19	19.73	2.48	8.53	57.67	54.81
ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ	9	18	2.99	7.17	3.04	4.25	33.22	39.83
รวม	36	90	21.12	53.07	8.44	18.43	58.67	58.97

จากตารางที่ 2 พบว่า แบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 มี 36 คะแนน คะแนนเฉลี่ยรวม 21.12 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 8.44 เฉลี่ยรวมคิดเป็นร้อยละ 58.67 เมื่อพิจารณาแต่ละขั้น พบว่า มีค่าเฉลี่ยในขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหามากที่สุด ($\bar{X}=6.75$) ตามด้วยขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ($\bar{X}=6.19$) ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน ($\bar{X}=5.19$) และขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบน้อยที่สุด ($\bar{X}=2.99$) สำหรับ ฉบับที่ 2 มี 90 คะแนน คะแนนเฉลี่ยรวม 53.07 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 18.43 คิดเป็นร้อยละเฉลี่ย 58.97 เมื่อพิจารณาแต่ละขั้น พบว่า มีค่าเฉลี่ยในขั้นที่ 3 ดำเนินการวางแผนมากที่สุด ($\bar{X}=19.73$) ตามด้วยขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ($\bar{X}=14.58$) ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ($\bar{X}=12.32$) และขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบน้อยที่สุด ($\bar{X}=7.17$)

ตารางที่ 3 คุณภาพของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถิติ	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2
ค่าความยาก	0.25-0.79	0.50-0.63
ค่าความยากเฉลี่ย (\bar{p})	0.59	0.57
ค่าอำนาจจำแนก	0.21-0.77	0.32-0.67
ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย (\bar{B}) และ (\bar{D})	0.42	0.49
ค่าความเที่ยงตรงตามสภาพ (นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01)	0.78**	0.82**
ค่าความเชื่อมั่น	0.93	0.74
ค่าความเชื่อมั่นของกรรมการผู้ให้คะแนน (นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01)		0.99**
ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2 ฉบับ		0.90**

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 3 พบว่า แบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 เป็นข้อสอบที่มีความยากตั้งแต่ 0.25-0.79 คิดเป็นค่าความยากเฉลี่ย (\bar{p}) เท่ากับ 0.59 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.21-0.77 คิดเป็นค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย (\bar{B}) เท่ากับ 0.42 ส่วนฉบับที่ 2 เป็นข้อสอบที่มีความยากตั้งแต่ 0.50-0.63 คิดเป็นค่าความยากเฉลี่ย (\bar{p}) เท่ากับ 0.57 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.32-0.67 คิดเป็นค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย (\bar{D}) เท่ากับ 0.49 แสดงว่าส่วนใหญ่ยากปานกลาง ค่าความเที่ยงตรงตามสภาพมีความสัมพันธ์กันสูง (ฉบับที่ 1=0.78 และฉบับที่ 2=0.82) มีค่าความเชื่อมั่นที่สูง (ฉบับที่ 1=0.93 และฉบับที่ 2=0.74) ค่าความเชื่อมั่นของกรรมการผู้ให้คะแนน 2 ฉบับ เท่ากับ 0.99 ซึ่งเป็นค่าที่สูงมาก ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2 ฉบับ เท่ากับ 0.90 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

3. คะแนนจุดตัด (Cut of scores) ของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แสดงผลการวิจัยดังนี้

ตารางที่ 4 คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนจุดตัด	ร้อยละ	จำนวนที่ผ่านจุดตัด
ฉบับที่ 1 (วิธี Angoff method)	36	25.98	72.17	130
ฉบับที่ 2 (วิธี Extended angoff method)	90	61.25	68.06	136

จากตารางที่ 4 พบว่า ฉบับที่ 1 คะแนนเต็ม 36 คะแนน มีคะแนนจุดตัดคือ 25.98 แสดงว่านักเรียนสอบได้คะแนนตั้งแต่ 25.98 คะแนนขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 72.17 โดยมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านจุดตัด 130 คน ถือว่าเป็นกลุ่มรอบรู้ และฉบับที่ 2 คะแนนเต็ม 90 คะแนน มีคะแนนจุดตัดคือ 61.25 แสดงว่านักเรียนที่สอบได้คะแนนตั้งแต่ 61.25 คะแนนขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 68.06 โดยมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านจุดตัด 136 คน ถือว่าเป็นกลุ่มรอบรู้ เช่นกัน

อภิปรายผล

1. แบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สร้างขึ้นสามารถใช้วัดความสามารถทางสมองของมนุษย์ได้ทุกระดับ โดยเฉพาะความสามารถทางสมองในระดับสูง และวัดในระหว่างการนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ สอดคล้องกับ ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, น. 150) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบอัตนัยมีความหลากหลายในระดับคุณภาพเหมาะสำหรับใช้วัดกระบวนการคิดแก้ปัญหาที่ซับซ้อน

2. คุณภาพของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ฉบับที่ 1 แบบปรนัย นักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหามากที่สุด ตามด้วยการวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบคำตอบน้อยที่สุด สำหรับฉบับที่ 2 แบบอัตนัย นักเรียนสามารถดำเนินการวางแผนมากที่สุด ตามด้วยการทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา และการตรวจสอบคำตอบน้อยที่สุด เนื่องจากในขั้นทำความเข้าใจปัญหาเป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหา และระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูลและเงื่อนไข ซึ่งในการทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนได้พิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน แต่ในขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบคำตอบ นักเรียนต้องค้นหาความเชื่อมโยง หรือความสัมพันธ์มาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาและเลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา อีกทั้งนักเรียนต้องมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ ซึ่งในทั้ง 3 ขั้นตอนนี้ต้องใช้ความสามารถทางสมองในระดับสูง

คือวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า จึงทำให้นักเรียนทำคะแนนได้น้อยลง ดังนั้นกระบวนการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันต้องฝึกให้นักเรียนคุ้นเคยกับปัญหาและรู้จักคิด การพิสูจน์และหาข้อสรุปด้วยตนเอง และจะเห็นได้ว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับได้น้อย ผลอาจมาจากนักเรียนไม่ได้รับการฝึกฝนให้แก้โจทย์คณิตศาสตร์ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya ซึ่ง Charles, Lester, and O'Daffer (1987, p. 7-13) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา การเลือกใช้กระบวนการในการแก้ปัญหา และการค้นหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง เป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และสอดคล้องกับ Polya (1957, p. 6-22) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาคือความเน้นทักษะกระบวนการคิดของนักเรียน

ข้อสอบในแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ส่วนใหญ่ยากปานกลาง นำไปใช้ได้ และข้อสอบสามารถจำแนกผู้ที่มีความสามารถได้ดีมาก ทั้งนี้เป็นเพราะแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละข้อได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องตามเกณฑ์ที่กำหนดคือตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป เป็นไปตามเกณฑ์แบบทดสอบที่มีคุณภาพ กล่าวคือ ดัชนีความสอดคล้อง มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (ไพศาล วรคำ, 2556, น. 268-269) และค่าอำนาจจำแนกรายข้ออยู่ในเกณฑ์ 0.20 ขึ้นไป และ Johnson (Johnson, 1951 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552, น. 223) กล่าวว่า อำนาจจำแนกของข้อสอบจะมีค่าตั้งแต่ (-1) ถึง (+1) แต่อำนาจจำแนกที่ดีจะต้องมีค่าเป็นบวกควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยมีความสัมพันธ์กันสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางด้านกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูง สามารถทำคะแนนแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับได้สูงและนักเรียนที่มีความสามารถทางด้านกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ต่ำ สอดคล้องกับงานวิจัยของ พรธชา นุ่มศรี (2554, น. 92) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดแก้ปัญหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ที่สูงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ถ้าสูงกว่า 0.90 ถือว่าอยู่ในระดับสูงมาก และ ฉบับที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.74 ซึ่งเป็นค่าความเชื่อมั่นที่สูง ทั้งนี้เป็นเพราะแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีความเป็นปรนัย แต่สามารถวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อคำถามมีความชัดเจน ไม่กำกวม สอดคล้องกับ พิไลลักษณ์ บัวทอง (2554, น. 105) ได้สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.95 ซึ่งเป็นค่าความเชื่อมั่นที่สูง

สำหรับค่าความเชื่อมั่นของกรรมกรผู้ให้คะแนนมีค่าที่สูงมาก แสดงว่าผู้ประเมินมีความเห็นสอดคล้องกันอย่างมาก ทั้งนี้เป็นเพราะเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเป็นปรนัยซึ่งกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนชัดเจน และครูส่วนใหญ่มักจะใช้แบบทดสอบอัตโนมัติในการวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพราะแบบทดสอบอัตโนมัติเป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นการเสนอกรณีศึกษาตามลำดับเหตุการณ์แล้วแทรกคำถามเป็นระยะ ๆ นักเรียนต้องหาคำตอบเองโดยบูรณาการความรู้และความคิดแล้วแสดงออกเป็นภาษาเขียนอย่างถูกต้องและสมเหตุสมผลตามหลักวิชาของศาสตร์นั้น ซึ่งแบบทดสอบอัตโนมัติเป็นเครื่องมือที่วัดสมรรถภาพทางสมองชั้นสูง วัดทักษะกระบวนการและวัดทัศนคติได้อย่างแท้จริง สอดคล้องกับผลการวิจัยของ สรินยา ศรีธัญ (2554, น. 124) พบว่า ค่าเฉลี่ยจากผลการตรวจของผู้ตรวจ 3 ท่าน และค่าเฉลี่ยรวมทั้งฉบับ มีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้ฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 2 เป็นค่าที่ยอมรับได้ ทั้งนี้เนื่องจากการกำหนดปัญหาสถานการณ์ของแบบทดสอบปรนัย และแบบทดสอบอัตโนมัติ เหมือนกัน มีค่าความยากกับค่าอำนาจจำแนกไม่แตกต่างกัน การกำหนดตัวเลือกของแบบทดสอบปรนัยได้มาจากการนำผลการตอบของนักเรียนในการทดลองสอบของแบบทดสอบอัตโนมัติมาสร้างตัวเลือกของแบบทดสอบปรนัย และจะเห็นได้ว่าคะแนนจุดตัดที่ได้จากแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ มีคะแนนจุดตัดมากกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม ซึ่งสอดคล้องกับ สถาบันทดสอบ

ทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) (2556, น. 1) ได้อธิบายว่า คะแนนจุดตัดหรือเกณฑ์การผ่านขั้นต่ำในการสอบระดับชาตินี้ ไม่สามารถอิงตามกลุ่มหรือคะแนนที่เห็นได้ จะต้องอิงตามเกณฑ์ซึ่งต้องพิจารณาจากหลาย ๆ ปัจจัย ไม่ใช่โดยเฉพาะที่ตัวเลขคะแนนจุดตัดการผ่านจะต้องอยู่ที่ 50 จากคะแนนเต็ม 100 เสมอไป โดยที่คะแนนจุดตัดเป็นตัวตัดสินความรอบรู้และไม่รอบรู้ของผู้สอบ คือถ้าผู้สอบทำแบบทดสอบได้คะแนนตั้งแต่คะแนนจุดตัดเป็นต้นไปถือว่ามีความรอบรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอบ แต่ถ้าผู้สอบทำแบบทดสอบได้คะแนนน้อยกว่าคะแนนจุดตัดถือว่าไม่รอบรู้ จากการสัมภาษณ์ผู้ตัดสินที่พิจารณาคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ เห็นว่า แบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ เป็นข้อสอบที่มีลักษณะค่อนข้างง่ายซึ่งคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับดังกล่าวจะช่วยตัดสินว่านักเรียนที่สอบว่าเป็นผู้รอบรู้ ไม่รอบรู้จริง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ควรนำแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นี้ไปใช้ เพื่อวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และนำผลที่ได้ไปเป็นแนวทางในการปรับปรุง ส่งเสริมในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพต่อไป ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

1.2 การนำแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นี้ไปใช้กับกลุ่มนักเรียนอื่นที่มีความคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยศึกษา อาจใช้คะแนนจุดตัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แต่ถ้านักเรียนที่มีสภาพต่างกันก็ควรหาคะแนนจุดตัดใหม่

1.3 แบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถนำไปใช้ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการดำเนินชีวิตของนักเรียนต่อไป

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับกลุ่มอื่น ๆ เช่น ระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนปลาย หรือระดับอุดมศึกษา

2.2 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2.3 ควรมีการสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในกลุ่มสาระอื่น ๆ และในแต่ละชั้น เพื่อให้ได้แบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการประเมินครบทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ในการนำไปพัฒนาศักยภาพของนักเรียน

2.4 ควรมีการสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นทั้งแบบทดสอบปรนัย และแบบทดสอบอัตนัยในฉบับเดียวกันและกำหนดคะแนนจุดตัดที่เป็นเกณฑ์ระบุนักเรียนเป็นกลุ่มรอบรู้และไม่รอบรู้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

พรรษา นุ่มศรี. (2554). *ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดแก้ปัญหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.

พิไลลักษณ์ บัวทอง. (2554) *ได้สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏ
มหาสารคาม, มหาสารคาม.

ไพศาล วรคำ. (2552). *การวิจัยทางการศึกษา*. กภาพสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.

_____. (2554). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์.

_____. (2556). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 6). มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น.

เวชฤทธิ์ อังกณะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับครุคณิตศาสตร์ : หลักสูตรการสอนและการวิจัย*.
กรุงเทพมหานคร : จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2556). *รูปแบบข้อสอบ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
ข้อสอบ O-NET ป.6 ม.3 ม.6 ปีการศึกษา 2556*. สืบค้นเมื่อ 8 ธันวาคม 2560, จาก www.niets.or.th

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2555ก). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*.
กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สรินยา ศรีธัญ (2554). *การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*.
วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 18. (2558). *วิเคราะห์เปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยโอเน็ต*. ชลบุรี : เอ็มไซน์โฆษณา.
_____. (2560). *วิเคราะห์เปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยโอเน็ต*. ชลบุรี : เอ็มไซน์โฆษณา.

สุริพร อนุศาสนนันท์. (2554). *การเปรียบเทียบคุณภาพของการกำหนดมาตรฐานระหว่างวิธีเองพอที่ได้รับการปรับปรุง
กับวิธีบูคมาร์ค*. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลทางการศึกษา ภาควิชาวิจัย
และจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

Charles, R.; Lester, F.; & O'Daffer, P. (1987). *How to Evaluate Progress in Problem Solving*. Reston,
Virginia : National Council of Teacher of Mathematics.

Cizek, G. J., Bunch, M. B., & Koons, H. (2007). *Standard setting: A guide to establishing and evaluating
performance standards on tests*. Thousand Oaks, CA : Sage.

Kane, M. (1994). Validation the performance standards associated with passing score. *Review of
Educational Research*, 64(3), 425-461.

Lovett, H. T. (1977). The Effect of Violating the Assumption of Equal Item Mean in Estimating the
Livingston Coefficient. *Educational and Psychological Measurement*.

National Council of Supervisors of Mathematics (NCSM). (1977). *Position paper on basic skills*. n.p.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1980). *An agenda for action: Recommendations for
school mathematics of the 1980s*. Reston, VA : Author.

Polya, G. (1957). *How To Solve It : A New Aspect of Mathematical Method* (2nd ed.). New York :
Doubleday and Company.

Zieky, M. J., Perie, M., & Livingston, S. (2008). *Cutscores: A manual for setting standards of performance
on educational and occupational tests*. Princeton, NJ : Educational Testing Service.

ผู้เขียนบทความ

นางสาวนฤมล อ่ามระรา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีพร อนุศาสนนันท์
ดร. ณิชฎกฤตา งามมีฤทธิ์

นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิจัย วัฒน และสถิติการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา

เลขที่ 169 ถนนลงหาดบางแสน ตำบลแสนสุข

อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี 20131

E-mail: Mint_nlb@hotmail.com

อาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยบูรพา