

การพัฒนาแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
กรุงเทพมหานคร เขต 1

The Development of a Mathematical Skills and Processes Test for Upper
Secondary School Students under the Bangkok Secondary Educational
Service Area Office 1

เพ็ญพิพร ทรัพย์สุวรรณ^{1*} สรียา โชติธรรม² และ ธนันท์ ธนารัชตะภูมิจ³

¹ผู้ประพันธ์บรรณกิจ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อีเมล: penpoporn.s@ku.th

²ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อีเมล: sareeya.ch@ku.th

³ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อีเมล: thananun.t@ku.th

Penpiporn Sabsuwan^{1*} Sareeya Chotitham² and Thananun Thanarachataphoom³

¹Corresponding Author, Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Email: penpoporn.s@ku.th

²Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Email: sareeya.ch@ku.th

³Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Email: thananun.t@ku.th

Received: July 06, 2024 / Revised: October 26, 2024 / Accepted: September 05, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 2) สร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) สำหรับแปลความหมายคะแนน กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 ภาคเรียนที่ 2/2566 จำนวน 564 คน ได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบวัดที่สร้างขึ้นมี 5 องค์ประกอบ คือ 1.ทักษะการแก้ปัญหา 2.ทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ 3.ทักษะการเชื่อมโยง 4.ทักษะการให้เหตุผล และ 5.ทักษะการคิดสร้างสรรค์ เป็นข้อคำถามเชิงสถานการณ์ องค์ประกอบที่ 1-4 เป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ให้คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน ตอบถูกได้ 1 คะแนน จำนวน 40 ข้อ และองค์ประกอบที่ 5 เป็นแบบเขียนตอบ มีเกณฑ์คะแนนแบบรูบริค จำนวน 2 ข้อ รวมข้อคำถามทั้งหมด 42 ข้อ 2) แบบวัดมีความตรงเชิงเนื้อหา ค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.60 - 1.00 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก 0.37 - 0.74 และ 0.30 - 0.82 ตามลำดับ ค่าความเที่ยงทั้งฉบับเป็น 0.96 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ($\chi^2 / df = 1.46, p = 0.23, GFI = 0.99, AGFI = 0.98, RMSEA = 0.03, RMR = 0.00$) 3) เกณฑ์ปกติของแบบวัดในรูปคะแนนมาตรฐานที่ปกติมีค่าตั้งแต่ T35 - T70 นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความสามารถทางทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง

คำสำคัญ: ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เกณฑ์ปกติ การพัฒนาแบบวัด

Abstract

The objectives of this research were to 1) develop and examine the quality of a mathematics skills and processes test; and 2) develop a norm for interpreting scores. The sample group consisted of 564 upper secondary school students under the Bangkok Secondary Educational Service Area Office 1, Semester 2/2023, obtained through multi-stage random sampling. The research results indicated the following: 1) The developed test has five components, namely 1. problem-solving skills; 2. mathematical communication and interpretation skills; 3. connection skills; 4. reasoning skills; and creative thinking skills. The test is in the form of situational questions. Components 1-4 are 40 multiple-choice questions with five options, awarding 0 point for incorrect answers and 1 point for correct answers. Component 5 requires written answers and is scored using a rubric-based system, totaling 42 questions; 2) The test demonstrated content validity with the index of item objective congruence (IOC) ranging from 0.60 to 1.00. The level of difficulty and discriminating power were 0.37 to 0.74 and 0.30 to 0.82, respectively, while the overall reliability was 0.96. Confirmatory factor analysis showed consistency with the empirical data ($\chi^2/df = 1.46$, $p = 0.23$, GFI = 0.99, AGFI = 0.98, RMSEA = 0.03, RMR = 0.00). The norm for the test, in the form of standard T scores, ranged from T35 to T70. The sample students demonstrated a moderate level of ability in mathematical skills and processes.

Keywords: mathematical skills and processes, norm, test development

บทนำ

คณิตศาสตร์มีความสำคัญมากต่อพัฒนาการของผู้เรียน ช่วยกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างเป็นแบบแผน มีระบบและมีความรอบคอบในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่พบ และช่วยให้ปรับตัว วางแผน ตัดสินใจ คาดการณ์ แก้ปัญหาให้เข้ากับการดำเนินชีวิตอย่างเหมาะสม อีกทั้งคณิตศาสตร์ยังเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้มีการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น ๆ จะกล่าวว่าต้องใช้คณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และทำให้สามารถอยู่ร่วมกันกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017) จากความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ในข้างต้น ทำให้ประเทศไทยได้มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์เพื่อรองรับกับการเปลี่ยนแปลงของโลกปัจจุบัน โดยปัจจุบันประเทศไทยใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) การจัดทำหลักสูตรแกนกลางนั้นจัดทำขึ้นสำหรับการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือ ผู้เรียนต้องมีทักษะในการคิดวิเคราะห์และมีวิจารณญาณ ในการแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี

ในการสื่อสารและการทำงานร่วมกันจะช่วยให้ผู้เรียนก้าวทันระบบเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม สามารถอยู่ร่วมกับประชาคมระหว่างประเทศได้ อีกทั้งการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จจะต้องเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียนรู้และการมีอาชีพเมื่อสำเร็จการศึกษาหรือนำไปใช้ในระดับการศึกษาที่สูงขึ้นของผู้เรียน (Ministry of Education, 2017) การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในประเทศไทยมุ่งหวังให้ผู้เรียนมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตามที่ระบุไว้ในหลักสูตร โดยสอดแทรกทักษะกระบวนการดังกล่าวกับการเรียนรู้ในเนื้อหาต่างๆ รวมทั้งส่งเสริมผู้เรียนให้มีความสามารถในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ควบคู่กับเนื้อหาสาระวิชาในแต่ละระดับชั้น (Kaewsaiha, 2016)

เนื่องจากทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (mathematical skills and processes) กับเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์ต้องได้รับการพัฒนาควบคู่กันดังที่ถูกเน้นมาโดยตลอดตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน การที่ผู้เรียนจะมีความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ผู้เรียนต้องเป็นผู้มีความสามารถของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ร่วมด้วย จึงถือได้ว่ามีเครื่องมือ (tool) ของการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ (Makanong, 2016) การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ต้องมีการวัดและประเมินผลซึ่งเป็นส่วนสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในกระบวนการเรียนการสอน (Udomsin, 2001) จากผลการสอบ O-NET สะท้อนให้เห็นว่าสถานศึกษานำข้อกำหนดในหลักสูตรไปสู่การปฏิบัติไม่ครบถ้วนเพราะส่วนใหญ่จะเน้น “การวัดผลและประเมินผลโดยใช้วิธีการที่หลากหลายตามสภาพความเป็นจริงให้สอดคล้องกับเนื้อหา” แต่ยังไม่ได้ “วัดผลและประเมินผลทักษะที่ต้องการวัด” (Kaewsaiha, 2016) และจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าผู้ที่มีส่วนร่วมในการสร้างแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามการสร้างแบบวัดดังกล่าวเป็นแบบแยกองค์ประกอบ ซึ่งอาจทำให้เกิดความลำบากในการนำแบบวัดมาใช้วัดในแต่ละครั้ง ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแบบรวมทุกองค์ประกอบไว้ในฉบับเดียวกันขึ้น และเมื่อได้พิจารณาผลโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล หรือ PISA Thailand 2022 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ได้มีการประเมิน ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical literacy) คือ ความสามารถของแต่ละบุคคล ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และสามารถแปลงปัญหาใช้คณิตศาสตร์ และตีความผลลัพธ์ ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกชีวิตจริง รวมถึงการใช้แนวคิด กระบวนการ ซึ่งเมื่อเทียบกับ PISA 2018 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยทั้งสามด้านลดลง โดยด้านคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยลดลง 25 คะแนน พบว่า กลุ่มโรงเรียนส่วนใหญ่ยังต้องได้รับการพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้และทักษะขั้นพื้นฐานที่จำเป็นในการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้ประโยชน์จากความรู้ได้ในชีวิตจริง (OECD, 2023)

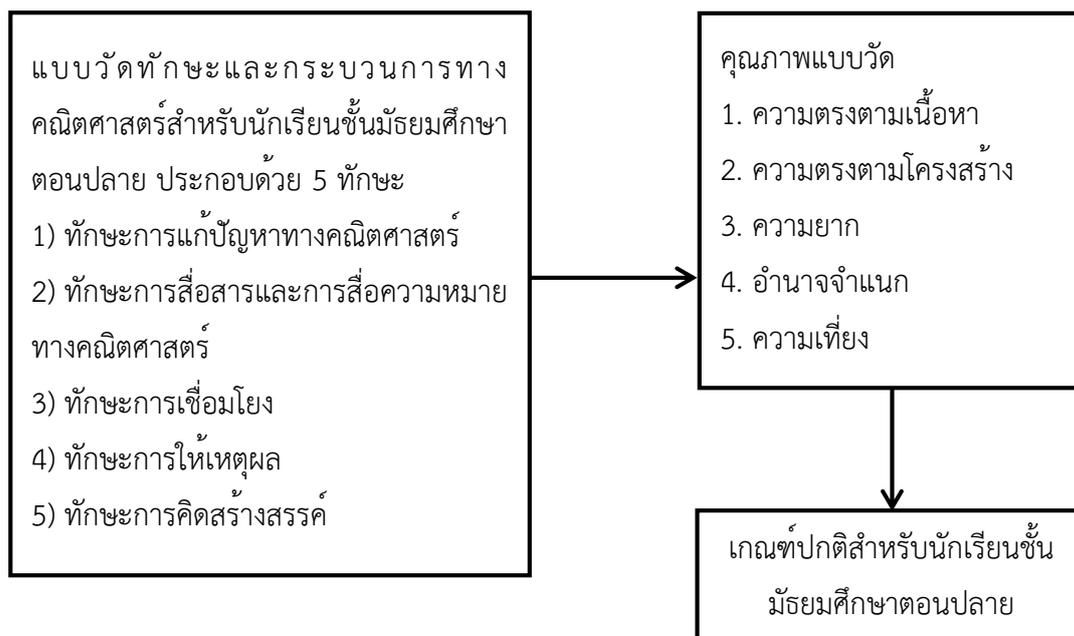
ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 ในรูปแบบสถานการณ์ในชีวิตจริงที่เชื่อมโยงกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง การสื่อความหมายและการแสดงเหตุผลประกอบสถานการณ์และแบบจำลองต่าง ๆ เพื่อให้ได้เครื่องมือ ในการวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ครอบคลุมทุกองค์ประกอบ สามารถนำไปใช้ได้ สะดวก อันเป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์และพัฒนาทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) สำหรับแปลความหมายคะแนนจากแบบวัดทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์

ขอบเขตการวิจัย

ผู้วิจัยเลือกใช้แนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ (สสวท.) มาเป็นแนวทางในการ สร้างแบบวัดในครั้งนี้ ซึ่งทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์จะประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะ การให้เหตุผล และทักษะการคิดสร้างสรรค์ และกำหนดนิยาม 5 องค์ประกอบหลัก และใช้เนื้อหาทาง คณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ 2 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต เรื่อง เซต ตรรกศาสตร์ พังก์ชัน เลขยกกำลัง ลำดับและอนุกรม ดอกเบี้ยและมูลค่า ของเงิน และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น สถิติ การวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพและการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณ เนื่องจากเป็นเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานที่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายต้องเรียน ทุกแผนการเรียน มาใช้เป็นเนื้อหาในการสร้างแบบวัดในครั้งนี้ดังกรอบแนวคิดในการวิจัย แสดง รายละเอียดได้ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็น นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 จำนวน 52,886 คน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยมี 3 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้แบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 1 เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนนอกเหนือจากโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการสร้างเกณฑ์ปกติ ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง จาก 1 โรงเรียน จำนวน 136 คน เป็นนักเรียนโรงเรียนขนาดเล็กที่สามารถเก็บข้อมูลนักเรียนได้ครบทุกระดับชั้น และมีแผนการเรียนครบทุกแผนการเรียน เพื่อดูความเหมาะสมของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับระยะเวลาในการสอบ ความสมบูรณ์ของข้อสอบ เกณฑ์การให้คะแนน ความร่วมมือในการทำข้อสอบ และหาคุณภาพรายข้อ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก เพื่อคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ

2. กลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้แบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 2 เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนอกเหนือจากโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการสร้างเกณฑ์ปกติ ได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multi-stage random sampling) จาก 4 โรงเรียน จำนวน 381 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดรายข้อ โดยหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถามเพื่อคัดเลือกข้อคำถามที่มีคุณภาพไปใช้ในแบบวัดฉบับสมบูรณ์

3. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สร้างเกณฑ์ปกติ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multi-stage random sampling) จาก 8 โรงเรียน จำนวน 564 คน ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ ด้วยโปรแกรมการคำนวณขนาดตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้างเชิงเส้น [analyticscalculators.com](https://www.analyticscalculators.com) และ <https://www.danielsoper.com> (Soper, 2022) เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ โดยหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเที่ยง และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

เครื่องมือวิจัย เครื่องมือในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ คือ แบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ทักษะการแก้ปัญหา จำนวน 10 ข้อ 2) ทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ 3) ทักษะการเชื่อมโยง จำนวน 10 ข้อ 4) ทักษะการให้เหตุผล จำนวน 10 ข้อ 5) ทักษะการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 2 ข้อ ทำให้ได้ข้อคำถามจำนวนทั้งสิ้น 42 ข้อ โดยมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้
 - 1.1 เพื่อหาคุณภาพของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 1.2 เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) สำหรับแปลความหมายคะแนนของแบบวัด
2. ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
3. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและตัวบ่งชี้พฤติกรรมให้ครอบคลุมนิยามเชิงปฏิบัติการ
4. กำหนดผังการสร้างแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยมีลักษณะเป็นแบบวัดเชิงสถานการณ์ โดยองค์ประกอบที่ 1 - 4 ได้แก่ 1) ทักษะการแก้ปัญหา 2) ทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ 3) ทักษะการเชื่อมโยง และ 4) ทักษะการให้เหตุผล เป็นข้อคำถามแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ให้คะแนนโดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน และองค์ประกอบที่ 5 เป็นข้อคำถามแบบเขียนตอบ ได้แก่ ทักษะการคิดสร้างสรรค์ มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (scoring rubric) รวมข้อคำถามจำนวน 74 ข้อ
5. การตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ พิจารณาความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลจำนวน 2 ท่าน และเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน มาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of congruency: IOC) ทำการคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับในการนำข้อคำถามไปใช้

6. การทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 1 (Try Out 1) ผู้วิจัยนำแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาไปทดลองใช้และพิจารณาความเหมาะสมของแบบวัดกับระยะเวลาในการสอบ ความสมบูรณ์ของข้อสอบ เกณฑ์การให้คะแนนความร่วมมือในการทำข้อสอบ และวิเคราะห์คุณภาพแบบวัด โดยมีเกณฑ์ ค่าความยากระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ประสิทธิภาพตัวลวง มีค่าตั้งแต่ 0.05 ขึ้นไป คัดเลือกและปรับปรุงแก้ไขข้อสอบที่ไม่ได้คุณภาพ

7. การทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2 (Try Out 2) ผู้วิจัยนำข้อสอบที่ปรับปรุงแก้ไขไปทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2 เพื่อทำการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัด โดยมีเกณฑ์ ค่าความยากระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ประสิทธิภาพตัวลวงมีค่าตั้งแต่ 0.05 ขึ้นไป จากนั้นนำแบบวัดที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพ มาจัดทำเป็นแบบวัดฉบับสมบูรณ์

8. ผู้วิจัยนำแบบวัดฉบับสมบูรณ์ที่ผ่านการทดลองใช้ครั้งที่ 2 ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 564 คน จากนั้นใช้ข้อมูลมาวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ หาค่าความเที่ยง วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) และสร้างเกณฑ์ปกติเพื่อใช้แปลความหมายของระดับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. การเก็บข้อมูลโดยมีผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย จำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามภายในของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 1 และ 2 เพื่อทำการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
3. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สร้างเกณฑ์ปกติ เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการตอบคำถามของแบบวัดมาใช้ในการสร้างเกณฑ์ปกติวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดด้านความตรงเชิงเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเที่ยง วิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน และการสร้างเกณฑ์ปกติ โดยการนำคะแนนดิบที่ได้จากการนำแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ไปใช้ มาแปลงเป็นค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์แล้วนำไปเปิดตารางสำหรับแปลงเป็นคะแนนมาตรฐานที่ปกติและสร้างสมการเส้นตรงเพื่อขยายคะแนนมาตรฐานที่ปกติเป็นเกณฑ์ปกติ มาทำการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ Pararatanakul (1977)

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ แบ่งการนำเสนอผลการวิจัยเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นตามองค์ประกอบหลักและพฤติกรรมบ่งชี้ของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่มีวัด 5 องค์ประกอบ มีทั้งหมด 74 ข้อ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ทักษะการแก้ปัญหา แบบวัดมีลักษณะเป็นข้อคำถามเชิงสถานการณ์ แบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ที่มีเกณฑ์การให้คะแนนโดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน วัดจาก 4 พฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 16 ข้อ ได้แก่ (1) เข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหาได้ ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 4 ข้อ (2) วางแผนแก้ปัญหาได้ ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 4 ข้อ (3) ดำเนินการแก้ปัญหาได้ ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 4 ข้อ (4) ตรวจสอบคำตอบได้ ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 4 ข้อ

องค์ประกอบที่ 2 ทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ แบบวัดมีลักษณะเป็นข้อคำถามเชิงสถานการณ์ แบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ที่มีเกณฑ์การให้คะแนนโดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน วัดจาก 3 พฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 18 ข้อ ได้แก่ (1) เลือกรูปแบบของการสื่อสารการสื่อความหมายและนำเสนอด้วยรูปแบบและวิธีการที่เหมาะสมประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 6 ข้อ (2) บันทึกผลงานในทุกขั้นตอนอย่างสมเหตุสมผล ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 6 ข้อ (3) สรุปและนำเสนอสาระสำคัญที่ได้จากการค้นคว้าความรู้จากแหล่งการเรียนรู้ ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 6 ข้อ

องค์ประกอบที่ 3 ทักษะการเชื่อมโยง แบบวัดมีลักษณะเป็นข้อคำถามเชิงสถานการณ์ แบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ที่มีเกณฑ์การให้คะแนนโดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน วัดจาก 3 พฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 20 ข้อ ได้แก่ (1) ระบุและเขียนความคิดรวบยอดของเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่มีความเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งระบุความเชื่อมโยงได้ ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 8 ข้อ (2) สามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 6 ข้อ (3) มีความเข้าใจการแปลความหมายของคำตอบที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้น ๆ อย่างสมเหตุสมผลรวม ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 6 ข้อ

องค์ประกอบที่ 4 ทักษะการให้เหตุผล แบบวัดมีลักษณะเป็นข้อคำถามเชิงสถานการณ์ แบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ที่มีเกณฑ์การให้คะแนนโดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน วัดจาก 4 พฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 16 ข้อ ได้แก่ (1) สามารถระบุข้อความ แนวคิด ที่เป็นข้ออ้าง

ในสถานการณ์ปัญหาได้ ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 4 ข้อ (2) สามารถให้เหตุผลเชิงอุปนัยได้ ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 4 ข้อ (3) สามารถให้เหตุผลเชิงนิรนัยได้ ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 4 ข้อ (4) สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 4 ข้อ

องค์ประกอบที่ 5 ทักษะการคิดสร้างสรรค์ แบบวัดมีลักษณะเป็นข้อคำถามเชิงสถานการณ์แบบเขียนตอบ ที่มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค โดยวัดจาก 2 พฤติกรรมบ่งชี้ จำนวน 4 ข้อ ได้แก่ (1) เขียนวิธีการหาคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาได้หลากหลายรูปแบบ ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 2 ข้อ (2) ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 2 ข้อ

2. คุณภาพของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามโดยการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ พบว่าข้อคำถามที่สร้างขึ้นจำนวน 74 ข้อ มีข้อคำถามที่มีความตรงเชิงเนื้อหาทั้งจำนวน 74 ข้อ โดยค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมบ่งชี้ของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายทั้ง 5 องค์ประกอบ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมบ่งชี้อยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 ผู้วิจัยจึงนำไปทดลองใช้เพื่อหาคุณภาพของแบบวัด

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ทดลองใช้ครั้งที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกและความเหมาะสมของเวลากับการทำแบบวัดและเกณฑ์การให้คะแนน พบว่า เวลาที่ใช้และเกณฑ์การให้คะแนนมีความเหมาะสม และได้วิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก พบว่า ประสิทธิภาพตัวถูกมีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.36 - 0.82 และ 0.04 - 0.66 ส่วนประสิทธิภาพตัวลวงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 - 0.32 และ -0.25 - 0.24 ซึ่งมีข้อคำถามที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 6 ข้อ จากทั้งหมด 74 ข้อ ผู้วิจัยได้ตัดข้อคำถามข้อนั้นทิ้งไป ทำให้เหลือข้อคำถามจำนวน 68 ข้อ นำมาจัดเรียงข้อใหม่

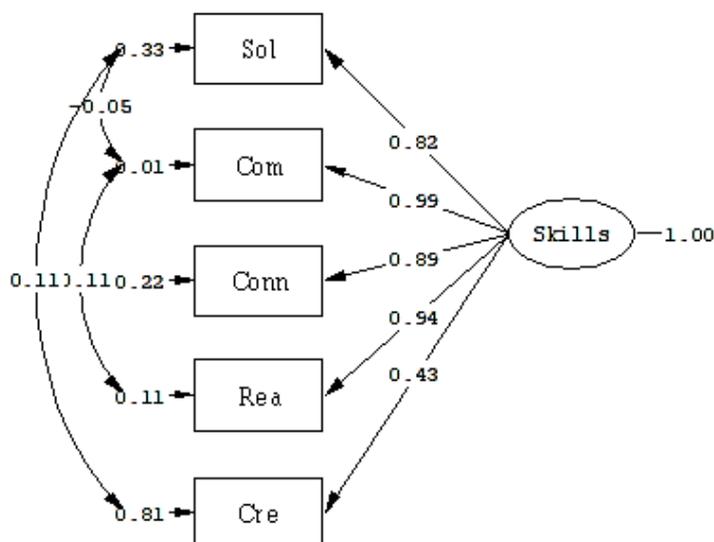
ทดลองใช้ครั้งที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ด้วยเทคนิค 27% พบว่า ประสิทธิภาพตัวถูกมีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.36 - 0.92 และ 0.08 - 0.90

ส่วนประสิทธิภาพตัวลวงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 - 0.28 และ - 0.08 - 0.46 ซึ่งมีข้อคำถามที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 6 ข้อ จากทั้งหมด 68 ข้อ ผู้วิจัยได้ตัดข้อคำถามข้อนั้นทิ้งไปทำให้เหลือข้อคำถามจำนวน 62 ข้อ ทำการคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงสุดประกอบการพิจารณาข้อคำถามที่วัดได้ครอบคลุมพฤติกรรมบ่งชี้ ให้เหลือ 42 ข้อ นำมาสร้างเป็นแบบวัดฉบับสมบูรณ์

ทดลองใช้แบบวัดฉบับสมบูรณ์กับกลุ่มตัวอย่างในการสร้างเกณฑ์ปกติ จำนวน 564 คน แบบวัดทั้งฉบับจำนวน 42 ข้อ ประสิทธิภาพตัวลวงมีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.37 - 0.74 และ 0.30 - 0.82 ส่วนประสิทธิภาพตัวลวงมีค่าความยากและอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.05 - 0.23 และ 0.05 - 0.46 ตามลำดับ

ส่วนที่ 3 ค่าความเที่ยงของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายฉบับสมบูรณ์ ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์ความสอดคล้องภายในของ Cronbach's alpha พบว่าคุณภาพรายฉบับของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ ที่ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ (1) ทักษะการแก้ปัญหา (2) ทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ (3) ทักษะการเชื่อมโยง (4) ทักษะการให้เหตุผล (5) ทักษะการคิดสร้างสรรค์ มีค่าเท่ากับ 0.82 , 0.90, 0.89, 0.85, 0.57 ตามลำดับและมีค่าความเที่ยงรวมทั้งฉบับเท่ากับ 0.96

ส่วนที่ 4 ผลการตรวจความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายฉบับสมบูรณ์ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ใช้คะแนนจากการตอบคำถามในแต่ละพฤติกรรมบ่งชี้ นำคะแนนที่ได้มาปรับโดยการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนนำไปวิเคราะห์ และกำหนดสัญลักษณ์ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน โดยกำหนดสัญลักษณ์ของทั้ง 5 องค์ประกอบ ดังนี้ (1) ทักษะการแก้ปัญหาใช้สัญลักษณ์ Sol (2) ทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ใช้สัญลักษณ์ Com (3) ทักษะการเชื่อมโยง ใช้สัญลักษณ์ Conn (4) ทักษะการให้เหตุผล ใช้สัญลักษณ์ Rea และ (5) ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ใช้สัญลักษณ์ Cre และความเหมาะสมของข้อมูลสำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบโดยการวิเคราะห์ค่าดัชนี Kaiser Meyer - Olin Measure of Sampling Adequacy (KMO) มีค่าเท่ากับ 0.86 และ Bartlett's Test of Sphericity พบว่าค่า Significance เท่ากับ 0.00 แสดงว่าข้อมูลมีความเหมาะสมสำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบเนื่องจากมีค่ามากกว่า 0.5 และมีค่าเข้าใกล้ 1 (Piyapimonsit, 2005)



Chi-Square=2.93, df=2, P-value=0.23138, RMSEA=0.029

ภาพที่ 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายดังภาพที่ 2 พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เมื่อพิจารณาจากค่าสถิติ ($\chi^2 / df = 1.46, p = 0.23, CFI = 1.00, GFI = 0.99, AGFI = 0.98, RMSEA = 0.03, RMR = 0.00$) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบมีค่าระหว่าง 0.43 ถึง 0.99 มีนัยสำคัญ .05 และค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด คือ องค์ประกอบที่ 2 ทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.99 และองค์ประกอบที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุด คือ องค์ประกอบที่ 5 ทักษะการคิดสร้างสรรค์ มีค่าเท่ากับ 0.43 จะเห็นว่าองค์ประกอบที่มีส่งผลต่อทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มากที่สุด คือ องค์ประกอบที่ 2 ทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และองค์ประกอบที่ส่งผลต่อทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์น้อยที่สุด คือ ทักษะการคิดสร้างสรรค์

ตอนที่ 2 ผลการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

เกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า มีคะแนนดิบอยู่ระหว่าง 1 - 44 คะแนน เมื่อแปลงเป็นคะแนนที่ปกติมีค่าอยู่ระหว่าง T35 - T70 เมื่อแปลความหมายระดับความสามารถในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนมีความสามารถในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำมากจนถึงระดับสูงมาก

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการสร้างแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากข้อการสร้างข้อคำถามจำนวน 74 ข้อ มีข้อคำถามที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยมีค่า IOC ≥ 0.5 ขึ้นไป จำนวน 74 ข้อ แสดงว่าข้อคำถามมีเนื้อหาครอบคลุมครบถ้วนตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการสอดคล้องกับ Worakham (2011) เนื่องจากก่อนดำเนินการสร้างข้อคำถาม ผู้วิจัยได้มีการทบทวนวรรณกรรม ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงการวางแผนเพื่อกำหนดเค้าโครงของเนื้อหาเป็นอย่างดี มีกระบวนการสร้างและพัฒนาอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับ นันนอลลีและเบิร์นสไตน์ ที่มีความเห็นว่า การสร้างแบบวัดให้มีความตรงเชิงเนื้อหา จะต้องเริ่มตั้งแต่ก่อนสร้างแบบวัด ไม่ใช่ตรวจสอบหลังจากสร้างแบบวัดเสร็จแล้ว นั่นคือ การสร้างแบบวัดให้มีความตรงเชิงเนื้อหานั้น ผู้สร้างจะต้องเริ่มตั้งแต่การวางแผนกำหนดเค้าโครงของเนื้อหา รวมทั้งวิธีการในการวัดเนื้อหานั้น Nunnally (1994) จากนั้นนำข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์มาทดลองใช้และตรวจสอบคุณภาพปรับปรุงข้อคำถามจำนวน 2 ครั้ง จะเห็นว่าการทดลองใช้ครั้งที่ 1 พบว่า ประสิทธิภาพตัวถูกมีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.36 - 0.82 และ 0.04 - 0.66 ส่วน ประสิทธิภาพตัวลวงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 - 0.32 และ -0.25 - 0.24 ซึ่งมีข้อคำถามที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 6 ข้อ นั้นเป็นเพราะข้อคำถามเป็นข้อที่ยากหรือง่ายไป ผู้วิจัยได้ตัดข้อคำถามข้อนั้นทิ้ง ทำให้เหลือข้อคำถามจำนวน 68 ข้อ การทดลองใช้ครั้งที่ 2 พบว่า ประสิทธิภาพตัวถูกมีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.36 - 0.92 และ 0.08 - 0.90 ส่วนประสิทธิภาพตัวลวงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 - 0.28 และ -0.08 - 0.46 ซึ่งมีข้อคำถามที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 6 ข้อ เนื่องจากเป็นข้อคำถามที่ยากหรือง่ายเกินไป ผู้วิจัยได้ตัดข้อคำถามข้อนั้นทิ้ง ทำให้เหลือข้อคำถามจำนวน 62 ข้อ ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงสุดประกอบการพิจารณาข้อคำถามที่วัดได้ครอบคลุมพฤติกรรมบ่งชี้ ให้เหลือ 42 ข้อ ทำให้ได้แบบวัดฉบับสมบูรณ์ที่มีข้อคำถามมีประสิทธิภาพตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดทุกข้อ เนื่องจากได้ผ่านกระบวนการสร้างและพัฒนาตามขั้นตอน จึงทำให้ได้ข้อคำถามภายในแบบวัดมีระดับค่าความยากอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ไม่ยากหรือง่ายเกินไป สอดคล้องกับ Kanchanawasee (2013) จากนั้นได้นำแบบวัดฉบับสมบูรณ์ที่ได้ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับสร้างเกณฑ์ปกติ พบว่า แบบวัดมีข้อคำถามมีประสิทธิภาพตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดทุกข้อ และแบบวัดจะมีค่าความเที่ยงหรือความเชื่อมั่นทั้งฉบับที่สูง สอดคล้องกับ Chaiyaso (2002) ที่กล่าวว่า เครื่องมือที่ดีควรมีค่าความเชื่อมั่นเข้าใกล้ 1 อีกทั้ง Kanchanawasee (2013) และ Fongsri (2009) กล่าวว่า ความเที่ยงของเครื่องมือมีค่าระหว่าง 0.00 - 1.00 ซึ่งค่าที่ใช้ได้ไม่ควรต่ำกว่า 0.50 ผลการวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงยืนยันทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เมื่อพิจารณาจากค่าสถิติ ($\chi^2 / df = 1.46, p = 0.23, CFI = 1.00, GFI = 0.99, AGFI = 0.98, RMSEA = 0.03, RMR = 0.00$)

2. ผลการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

เกณฑ์ปกติของคะแนนมาตรฐานที่ปกติรวมทั้งฉบับมีค่าตั้งแต่ T35 – T70 พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในระดัปปานกลาง เกณฑ์ปกติที่สร้างขึ้นสามารถบอกระดับของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันของนักเรียนได้ สอดคล้องกับ Pararatanakul (1977) ที่กล่าวว่า เครื่องมือวัดหรือแบบทดสอบที่ตีร่วมกับวิธีการวัดและการแปลผลที่ถูกต้อง จะมีความหมายก็ต่อเมื่อผลการสอบนั้นสามารถบอกลักษณะคุณภาพของผู้สอบว่ามีระดับความสามารถหรือมีจุดเด่นจุดด้อยกว่าบุคคลอื่น ภายในกลุ่มนั้นเพียงใด เพื่อจะได้นำผลนั้นไปใช้ในการประเมินค่าหรือจัดกลุ่มนักเรียนเหล่านั้นได้ถูกต้องว่าเป็นเด็กประเภทเด็กเก่ง - เด็กอ่อน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

แบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนสามารถนำไปใช้วัดหลังการจัดการเรียนรู้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 1 จึงจะเหมาะสมเพราะนักเรียนทุกคนได้เรียนรู้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ในรายวิชาพื้นฐานครบถ้วนทั้งหมดแล้ว และหากจะนำแบบวัดไปใช้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5 อาจจะเป็นเพียงการเลือกข้อคำถามบางข้อไปใช้ในการวัดผลประเมินผลระหว่างภาคหรือปลายภาค โดยคำนึงถึงว่านักเรียนต้องได้เรียนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องนั้น ๆ ไปแล้วด้วย เพื่อเป็นแนวทางที่ส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน หากผลการวัดอยู่ในระดับที่ไม่น่าพึงพอใจ ควรหาแนวทางหรือวิธีการจัดกิจกรรมส่งเสริมด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ต่อไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

หากมีผู้สนใจต้องการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยขอเสนอแนะให้ศึกษา ทักษะคณิตศาสตร์ ที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นและสอดคล้องกับสมรรถนะของหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และพัฒนาเครื่องมือในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แบบเขียนตอบ แบบจับคู่ แบบเติมคำแบบสั้น โดยปรับจำนวนข้อคำถาม และสถานการณ์ของตัวเลือกให้เหมาะสมกับความรู้และระดับชั้นเรียน ตลอดจนวุฒิภาวะประสบการณ์และสภาพแวดล้อมของนักเรียน เพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องมือใช้ในการตัดสินระดับความสามารถของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ตรงกับความ เป็นจริงมากขึ้น

References

- Chaiyaso, P. (2002). Teaching documents for subject 153521 Principles of measurement and evaluation of higher education. Faculty of Education, Kasetsart University. [in Thai].
- Fongsri, P. (2009). The construction and development of research tools. Darnsuttha Printing. [in Thai].
- Kaewsaiha, C. (2016). Research report on the development of mathematical tools and programming at the lower secondary school level. International college Suan Sunandha Rajabhat University. [in Thai].
- Kanchanawasee, S. (2013). Classical test theory (7th ed.). Chulalongkorn University Printing House. [in Thai].
- Makanong, A. (2016). Mathematics process skills: developing for development (3th ed.). Chulalongkorn University Printing House. [in Thai].
- Ministry of Education. (2017). Learning standards basic education curriculum 2008 (revised edition 2017). The Agricultural Cooperative Federation of Thailand Publisher. [in Thai].
- Nunnally, J. C., and Bernstein, I. H. (1994). Psychometric theory. (3th ed.). NY: Mc Graw-Hill.
- OECD. (2023). PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.
- Pararatanakul, C. (1977). Manual for creating a standardized aptitude test for Mathayom3 students. Teachers Council of Thailand Printing House. [in Thai].
- Piyapimonsit, C. (2005). Using spss for data analysis. Thaksin University. [in Thai].
- Soper, D. S. (2022). Structural equation model sample size calculator. <https://www.analyticscalculators.com/calculator.aspx?id=89>.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). Manual for using the mathematics subject group curriculum High school level (revised edition 2017). IPST. [in Thai].
- Udomsin, P. (2001). Measurement and evaluation of mathematics teaching and learning (3th ed.). Faculty of Education Chulalongkorn University. [in Thai].
- Worakham, P. (2011). Educational research. Taxila printing. [in Thai].