

การพัฒนาแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่
การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2

A Development of Mathematical Thinking Test for Mathayomsuksa 6 Students in the
Secondary Education Service Area Office 2

อิสระ สระแก้ว¹, ทวิกา ตั้งประภา² และ สุรัชย์ มีชาญ³

Itsara Sakaew¹, Taviga Tungprapa² and Surachai Meechan³

^{1,2,3} คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

^{1,2,3} Faculty Education Srinakharinwirot University, Thailand

E-mail: Itsara.s@bodin.ac.th, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-4389-6812>

E-mail: taviga@g.swu.ac.th, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-8539-1983>

E-mail: surachaim@swu.ac.th, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-4583-4094>

Received 10/07/2023

Revised 13/07/2023

Accepted 20/07/2023

บทคัดย่อ

การคิดเชิงคณิตศาสตร์และการใช้การคิดเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา เป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาดังนั้นสถานศึกษาและครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องตระหนักถึงความสำคัญในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมและพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนไปพร้อมๆกันกับความรู้ตามเนื้อหาและการวัดผลประเมินผล โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสาร นำเสนอความคิดวิเคราะห์และตัดสินใจปัญหาได้อย่างรอบคอบ การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อสร้างแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร และ (2) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 90 โดยใช้วิธีสุ่มแบบสองขั้นตอน (Two-stage Random Sampling) การวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น ผลการวิจัยพบว่า (1) แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์มีข้อสอบจำนวน 6 ข้อซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัยลักษณะสถานการณ์โดยในแต่ละสถานการณ์ประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิด (2) คุณภาพของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์พบว่ามีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยมีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.6-1.00 ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินมีค่าตั้งแต่ 0.75-0.88 ความยากมีค่าตั้งแต่ 0.40-0.76 อำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.46-0.78 ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.97

คำสำคัญ : แบบวัด; การคิดเชิงคณิตศาสตร์; มัธยมศึกษา

Abstract

Mathematical thinking and using mathematical thinking to solve problems is an important goal of education, so schools and teachers need to be aware of the importance of learning management that emphasizes mathematical thinking. To promote and develop students' mathematical thinking at the same time as content knowledge and assessment. by encouraging students to communicate present ideas Analyze and decide problems carefully. The purposes of this study were to create e mathematical thinking test for Mathayomsuksa 6 students and examine the quality of the Mathematical Thinking scale for Mathayomsuksa 6. The sample used in the research consisted of 90 students using a two-stage random sampling method. The statistical analyses were performed using content validity, rater agreement index, difficulty index, discrimination, and reliability of the questionnaire. The results of the research were as follows: (1) The results of creating a mathematical thinking test there are 6 exams which are subjective in measuring each situation, consisting of 3 components: problem-solving, reasoning, and representation. (2) The quality in an examination of the mathematical thinking test, the content validity had a consistent value of 0.6-1.00. The results of the analysis of the rater agreement index among the assessors had a consistency index ranging from 0.75-0.88. It was found the difficulty value ranged from 0.40-0.76, the discrimination ranged from 0.46-0.78, and the reliability value was 0.97.

Keywords: Test; Mathematical Thinking Test; Secondary Education

บทนำ

ปัจจุบันการคิด และการสอนการคิด เป็นเรื่องสำคัญในการจัดการศึกษา ซึ่งประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกหันมาสนใจ (ทิตินา แคมมณี, 2550) ดังปรากฏในแผนการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ที่ได้กำหนดกลยุทธ์และแนวทางการดำเนินงานเพื่อเร่งรัดพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานผู้เรียนโดยพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้และจัดกิจกรรมเสริมทักษะพัฒนาผู้เรียนในรูปแบบที่หลากหลาย และมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ นอกจากนี้แนวทางจัดการศึกษาที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ.2542 มาตรา 24 (2) ยังได้ระบุให้สถานศึกษาจัดกระบวนการเรียนรู้โดยการฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ปัญหา จึงกล่าวได้ว่ากระบวนการคิดเป็นศักยภาพในการเรียนรู้และเป็นจุดเน้นในการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21



การคิดเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) หมายถึง กระบวนการทางสมองที่บุคคลจะเชื่อมโยงความรู้ และทักษะทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการคิดและทำความเข้าใจปัญหาเกี่ยวกับปริมาณหรือจำนวน การให้เหตุผล การใช้ความรู้ ทักษะและวิธีการที่หลากหลายทางคณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจ ค้นหาคำตอบ สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ให้บุคคลอื่นรับรู้ โดยในการคิดจะเน้นกระบวนการคิดมากกว่าผลลัพธ์ แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์และการใช้การคิดเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาดังนั้น สถานศึกษาและครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องตระหนักถึงความสำคัญในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมและพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนไปพร้อมๆกันกับความรู้ตามเนื้อหาและการวัดผลประเมินผล โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสาร นำเสนอความคิด วิเคราะห์และตัดสินใจได้อย่างรอบคอบ (แพร่ไหม สามารถ, 2555) แต่เมื่อผู้วิจัยสังเกตจากการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในห้องเรียน พบว่าเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นักเรียนไม่สามารถที่จะวิเคราะห์ปัญหา เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และแปลงสถานการณ์หรือปัญหาในชีวิตให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เนื่องจากไม่สามารถสร้างตัวแทนความคิดเชิงคณิตศาสตร์ได้ อันเป็นการนำข้อความ หรือสถานการณ์ บริบท เงื่อนไขหรือที่โจทย์กำหนดนั้นมาสร้างสมการหรือยังขาดการให้เหตุผล อันเป็นทักษะสำคัญในการนำสูตร ทฤษฎี หรือหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล ดังนั้นผู้วิจัยจึงมุ่งสร้างเครื่องมือแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ผ่านแบบวัดที่สร้างขึ้น ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ผ่านมา อาทิงานวิจัยของ ปิยพร สีสันต์ (ปิยพร, 2555) ซึ่งศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษเขต 4 และ คชาไชย ทักษ์สิทธิ (คชาไชย ทักษ์สิทธิ, 2560) ได้ศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบด้วยการแนะแนวทางเรื่อง การประยุกต์ตรีโกณมิติ ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีการใช้แบบทดสอบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่มีองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิด และ ปัทมา อนันต์ (ปัทมา อนันต์, 2561) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่มีองค์ประกอบ 5 ด้าน ได้แก่ การแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ การสื่อสารความคิดเชิงคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงสาระหลักคณิตศาสตร์ และการนำเสนอตัวแทนความคิดเชิงคณิตศาสตร์

สิ่งสำคัญประการหนึ่งที่จะช่วยให้การวัดผลมีประสิทธิภาพคือ เครื่องมือวัด เพราะถ้าเครื่องมือดีมีคุณภาพก็ทำให้ข้อมูลหรือคะแนนที่ได้ถูกต้อง มีความน่าเชื่อถือ (สมคิด เทียรพิสุทธิ์, 2550) ข้อสอบอัตรานี้เป็นเครื่องมือ

.....

วัดผลที่มีคุณค่ามากชนิดหนึ่ง สามารถวัดพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิดระดับสูงได้ดี อาจจะใช้คำถาม โจทย์ โดยกำหนดเป็นสถานการณ์ หรือปัญหาในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งอย่างกลาง ๆ หรือเฉพาะเจาะจงเพื่อให้ผู้ตอบ ได้แสดงความรู้ ความเข้าใจ ความคิดเห็น ทักษะคิด ได้อย่างไม่จำกัด การตอบข้อสอบอัตนัยจึงมีลักษณะจัดระเบียบคำตอบในเวลาที่กำหนด ใช้สำนวนภาษาและแบบฉบับของตนเองเขียนตอบให้ครอบคลุมอย่าง สมบูรณ์ ผู้ตรวจให้คะแนนต้องเป็นผู้มีความรู้ในเนื้อหาวิชา การให้คะแนนต้องอาศัยทักษะและความพยายาม ในการอ่าน ผู้ตรวจต้องทำให้บริสุทธิ์ โดยยึดคุณธรรมในการให้คะแนน (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2527)

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยที่ปฏิบัติหน้าที่ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจึงมี ความสนใจในการที่จะสร้างแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเป็น การเน้นให้ผู้เรียนคิดและหาวิธีซึ่งจะทำให้เกิดองค์ความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดและหลักการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ แล้วนำความรู้ ความเข้าใจในหลักการนั้น ๆ มาพัฒนาและแก้ปัญหาในชีวิตจริง จนทำให้ ผู้เรียนเกิดความสนใจ เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ที่ก่อให้เกิดศาสตร์อื่น ๆ ตามมา ดังนั้นควรให้ความสำคัญและเร่งพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ จากความสำคัญทั้งหมดที่กล่าวมา จึง จำเป็นต้องมีแบบวัดที่มีคุณภาพเพื่อที่จะใช้วัด การคิดเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้คิดและหาวิธีซึ่งจะทำให้ เกิดองค์ความรู้ ความเข้าใจในความคิดรวบยอดและหลักการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ แล้วนำความรู้ ความ เข้าใจในหลักการนั้น มาพัฒนาและแก้ปัญหาในชีวิตจริง

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงมุ่งสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ วัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนและนำข้อมูลที่ได้ไปเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ให้เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาการคิดเชิง คณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้อย่างมีประสิทธิภาพเหมาะสมกับบริบทของนักเรียนไทย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาเขต 2
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงาน เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2

ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย

ครูและบุคลากรที่สอนวิชาคณิตศาสตร์สามารถนำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นไปใช้วัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนหรือนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนา แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับนักเรียนและบริบทของตนเอง เพื่อนำผลจากการวัดการคิดเชิง



คณิตศาสตร์ของนักเรียนไปใช้ในการเตรียมความพร้อมในการพัฒนานักเรียนในส่วนที่ยังบกพร่องและส่งเสริมในส่วนที่นักเรียนมีอยู่แล้วให้สามารถพัฒนาได้ดียิ่งขึ้น

ขอบเขตเนื้อหา

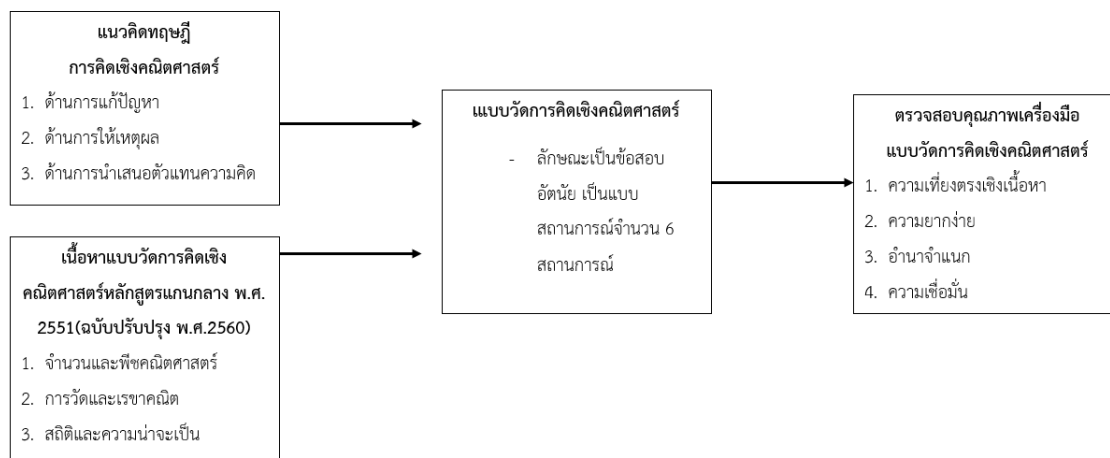
แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในรูปสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่อิงเนื้อหาตามสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560 ประกอบไปด้วย 3 สาระการเรียนรู้ คือ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น ซึ่งแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ต้องการให้ผู้สอบแสดงอิสระในการแสดงความคิด การจัดระเบียบความคิด การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิด ซึ่งจะสามารถวัดผลการการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

การทบทวนวรรณกรรม

การทบทวนวรรณกรรมของการพัฒนาแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ผู้วิจัยเลือกที่จะศึกษาจากงานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องประกอบไปด้วย 1. การคิดเชิงคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของของครีกเลอร์ ที่ประกอบไปด้วยรายละเอียดที่ศึกษาคือ ความสำคัญของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ความหมายของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ องค์ประกอบของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ 2. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) โดยศึกษาในหัวข้อของสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ และ 3. คือ การศึกษาการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือแบบวัด ที่ประกอบได้ด้วย ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัด ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมตามหัวข้อที่กล่าวมา ได้นำไปสู่การพัฒนาแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 ผู้วิจัยออกแบบ ดังนี้



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ดังนี้

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาแบบวัดแบ่งเป็น 2 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 การสร้างแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2

1.1 สร้างแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์จำนวน 6 สถานการณ์ และในแต่ละข้อมีคำถามย่อยวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยข้อคำถามในแต่ละข้อคำถามย่อยจะวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิด

1.2 สร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนและเกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนนแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ตามกรอบการสร้างแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งสังเคราะห์ตามคำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัยโดยยึดตามแนวคิดของครีกเลอร์ (Kriegler.2004) ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ ด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดซึ่งสร้างเกณฑ์แบบแยกส่วนตามองค์ประกอบ 3 ด้านของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์แยกส่วนตามองค์ประกอบ (Analytic Rubric)

1.3 เสนอข้อคำถามของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์เพื่อให้อาจารย์ที่ปรึกษาให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความถูกต้องและความเหมาะสมของข้อคำถามในแต่ละข้อ และปรับปรุงคำถามตามคำแนะนำ

ระยะที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2

2.1 ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยขั้นต้นโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งประกอบไปด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่านและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสร้างแบบวัดจำนวน 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งให้ความเห็นเกี่ยวกับข้อคำถามแต่ละข้อ และให้ค่าคะแนนความคิดเห็นว่าข้อคำถามข้อนั้นสามารถวัดได้สอดคล้องตามหลักวิชาการและคุณลักษณะที่จะวัดได้หรือไม่ จากนั้นผู้วิจัยนำค่าคะแนนที่ได้มาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 0.5 – 1.00

2.2 ตรวจสอบคุณภาพการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (RAI) จากการทดลองครั้งที่ 1 โดยมีผู้ตรวจจำนวน 3 คน คือ ผู้วิจัย ครูที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสบการณ์ในการสอนอย่างน้อย 5 ปีหรือครูที่มีตำแหน่งวิทยฐานะชำนาญการ หรือครู คศ.2 ขึ้นไป ตรวจแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยผู้ตรวจทั้ง 3 คนจะทำการตรวจแบบสอบทุกฉบับอย่างเป็นอิสระต่อกันนำคะแนนจากผู้ตรวจที่ทำการตรวจให้คะแนนแบบสอบทุกฉบับอย่างเป็นอิสระกันมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน

2.3 ตรวจสอบคุณภาพรายข้อจากทดลองใช้ ครั้งที่ 2 โดยการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ความเหมาะสมของภาษาและความเป็นปรนัยของแบบวัดโดยค่าความยากของแบบทดสอบอัตราการใช้สูตรของวิทย์นีย์และชาร์เบอร์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอัตราการใช้การแบ่งกลุ่มผู้ตอบกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ เทคนิค 25% ตามสูตรของวิทย์นีย์และชาร์เบอร์ค่าความยาก อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก มีค่า 0.2 ขึ้นไป หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค โดยมีเกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพฯ จำนวน 52 โรงเรียน จำนวน 17,724 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยสำหรับการทดลองครั้งที่ 1 คือกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยสำหรับการทดลองใช้ครั้งที่ 2 คือ กลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 60 คน ได้มาจากการสุ่มแบบ 2 ขั้นตอน

3. กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ตรวจให้คะแนน คือ ครูผู้สอนในวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสบการณ์ในการสอนอย่างน้อย 5 ปี หรือดำรงตำแหน่งครูชำนาญการ (คศ.2) ขึ้นไป จำนวนทั้งหมด 3 ท่าน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 มีดังนี้

1. การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านซึ่งประกอบไปด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่านและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสร้างแบบวัดจำนวน 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งให้ความเห็นเกี่ยวกับข้อคำถามแต่ละข้อ และให้ค่าคะแนนความคิดเห็นว่าข้อคำถามข้อนั้นสามารถวัดได้สอดคล้องตามหลักวิชาการ และคุณลักษณะที่จะวัดได้หรือไม่ จากนั้นผู้วิจัยนำค่าคะแนนที่ได้มาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 0.5 – 1.00

2. การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพฯ

2.1 ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้ความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินจากดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Ageement Index : RAI)

2.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์โดยการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อของแต่ละสถานการณ์กับคะแนนรวมโดยใช้สูตร หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอัตนัยใช้การแบ่งกลุ่มผู้ตอบกลุ่มสูงกลุ่มต่ำเทคนิค 25% ตามสูตรของวิทย์นัยและชาร์เบอร์

2.3 ค่าความยากง่าย หาค่าความยากง่ายแบบรายข้อสถานการณ์ ใช้สูตรค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอัตนัยใช้สูตรของวิทย์นัยและชาร์เบอร์

2.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยวิธีการหาความสอดคล้องภายในของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งคำนวณได้จากสูตรของสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนาแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ดังนี้

1. ผลการสร้างแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2

ผลการสร้างแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร ตามแนวคิดของครีกเลอร์ (Kriegler Shelley, 2004) จำนวน 6 สถานการณ์ในแต่ละสถานการณ์จะประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิด มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์แยกส่วนตามองค์ประกอบ (Analytic Rubric) ซึ่งแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในรูปสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่อิงเนื้อหาตามสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560 ประกอบไปด้วย 3 สาระการเรียนรู้ คือ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น ซึ่งแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ต้องการให้ผู้สอบแสดงอิสระในการแสดงความคิด การจัดระเบียบความคิด การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิด ซึ่งจะสามารถวัดผลการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี มี 6 สถานการณ์ คือ สถานการณ์ที่ 1 จำนวนดินสอ สถานการณ์ที่ 2 ครอบครัวยุคใหม่ที่ปลูกข้าวหรือข้าวโพด สถานการณ์ที่ 3 โยนเหรียญ สถานการณ์ที่ 4 audition game สถานการณ์ที่ 5 วงโคจรของดาวลูกเปิด และสถานการณ์ที่ 6 การยิงจุดโทษของกีฬาฟุตบอล

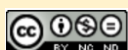
2. ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเขต 2

2.1 การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนพบว่า การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนมีค่าคุณภาพของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระหว่างข้อสอบกับมาตรฐานสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดโดยมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6 – 1.00 โดยผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ต้องไม่ใช่แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยต้องมีแนวทางการตอบที่หลากหลาย และผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญจากแบบตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ มีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนสอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่กำหนดพบว่ามีค่า 1.00 ทุกสถานการณ์ สรุปได้ว่ามีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนสอดคล้องกับนิยามศัพท์

2.2 ค่าความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินจากดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Ageement Index : RAI)

ตาราง 1 ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน 6 สถานการณ์จากการทดลองครั้งที่ 1

ข้อ	สถานการณ์	RAI	คุณภาพ
1.	จำนวนดินสอ	0.75	ใช้ได้
2.	โยนเหรียญ	0.78	ใช้ได้
3.	วงโคจรของดาวลูกเปิด	0.88	ใช้ได้



ข้อ	สถานการณ์	RAI	คุณภาพ
4.	ครอบครัวที่ปลูกข้าวหรือข้าวโพด	0.82	ใช้ได้
5.	audition game	0.81	ใช้ได้
6.	การยิงจุดโทษของกีฬาฟุตบอล	0.80	ใช้ได้

จากตาราง 1 ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน ทั้งหมด 6 สถานการณ์พบว่า ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินมีค่าตั้งแต่ 0.75 – 0.88 ซึ่งทุกสถานการณ์มีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินซึ่งมีคุณภาพใช้ได้

ตาราง 2 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น ของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try out) ครั้งที่ 2 จำนวน 6 สถานการณ์

ข้อ	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (d)	แปลผล
1	0.64	0.56	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้ดี
2	0.58	0.67	ปานกลาง จำแนกดีมาก
3	0.59	0.52	ปานกลาง จำแนกได้ดี
4	0.63	0.73	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้ดีมาก
5	0.76	0.46	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้ดี
6	0.40	0.78	ปานกลาง จำแนกได้ดีมาก
ค่าความเชื่อมั่น		0.97	

จากตารางพบว่าค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ พบว่าค่าความยากมีค่าตั้งแต่ 0.40 – 0.76 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.46 – 0.78 และภาพรวมทั้งฉบับแบบวัด



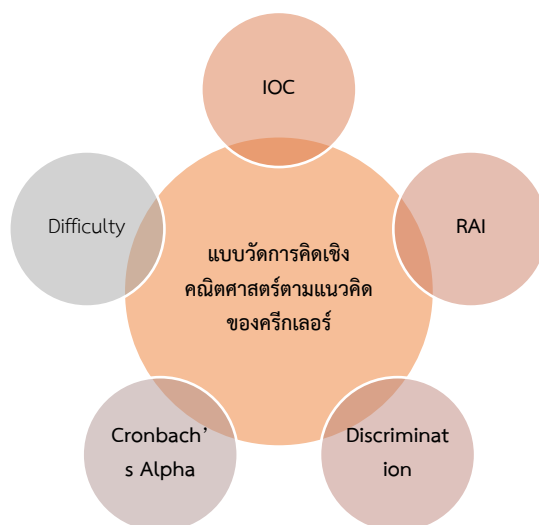
การคิดเชิงคณิตศาสตร์ให้ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (d) ใช้ได้ทั้ง 6 ข้อ ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ทั้งฉบับเท่ากับ 0.97

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการสร้างแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร ตามแนวคิดของครีกเลอร์ (Kriegler Shelley, 2004) จำนวน 6 สถานการณ์ ได้แก่ สถานการณ์ที่ 1 จำนวนดินสอ สถานการณ์ที่ 2 ครอบครัวยุคใหม่ที่ปลูกข้าวหรือข้าวโพด สถานการณ์ที่ 3 โยนเหรียญ สถานการณ์ที่ 4 audition game สถานการณ์ที่ 5 วงโคจรของดาวลูกเปิด และ สถานการณ์ที่ 6 การยิงจุดโทษของกีฬาฟุตบอล ในแต่ละสถานการณ์จะประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลและการนำเสนอตัวแทนความคิดโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์แยกส่วนตามองค์ประกอบ (Analytic Rubric)

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานครพบว่าค่า ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.6 – 1.00 ความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินจากดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Ageement Index : RAI) พบว่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินมีค่าตั้งแต่ 0.75 – 0.88 ทุกสถานการณ์มีค่าดัชนีความสอดคล้องเข้าใกล้ 1 มีคุณภาพใช้ได้ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก หาค่าความยากง่ายแบบรายสถานการณ์ ใช้สูตรค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิตันยใช้สูตรของวิทย์นัยและชาร์เบอร์ทั้ง 6 สถานการณ์พบว่า ค่าความยากง่าย (p) มีค่า ตั้งแต่ 0.40 – 0.76 ค่าอำนาจจำแนก (d) มีค่าตั้งแต่ 0.46 -0.78 และภาพรวมทั้งฉบับแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ให้ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (d) ใช้ได้ทั้ง 6 ข้อ ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยวิธีการหาความสอดคล้องภายในของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งคำนวณได้จากสูตรของสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค พบว่า แบบวัดทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.97

ผู้วิจัยสังเคราะห์ผลการวิจัยเป็นแผนภาพเพื่อให้สื่อถึงองค์ความรู้ใหม่ที่ค้นพบจากการวิจัย



แผนภาพ 2 ผลการวิจัยการพัฒนาแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. จากผลการสร้างแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ (Kriegler, 2004) ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิด ซึ่งการคิดเชิงคณิตศาสตร์นี้ เป็นกระบวนการทางปัญญาของบุคคลในการเผชิญปัญหา โดยการใช้เครื่องมือสื่อและทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในการทำความเข้าใจ ค้นหาความสัมพันธ์ สร้างข้อสรุปและแก้ปัญหา ซึ่งมีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิต โดยแนวคิดนี้สอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, 54-56) จึงแสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบต่างๆ ของการคิดเชิงคณิตศาสตร์มีความสำคัญและจำเป็นต่อการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนอย่างยิ่ง โดยจากการสร้างแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์จำนวน 6 สถานการณ์เป็นข้อสอบอัตนัย ซึ่งข้อสอบอัตนัยที่ต้องเขียนตอบโดยการหาคำตอบด้วยตนเอง ภายใต้ประเด็นคำถามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้ โดยผู้เข้าสอบต้องใช้ภาษาและความสามารถของตนเองในการเรียบเรียงหรือจัดระเบียบความรู้ที่สอดคล้องกับสัญญาณ ลิทธตันศิริกุล (2552, 151-152) ที่กล่าวว่า ข้อสอบอัตนัย เป็นข้อสอบที่ตรวจได้ยาก และใช้เวลาในการตรวจนาน ดังนั้น มาตรฐานที่ใช้ในการตรวจจึงคงที่ และเนื่องจากการตรวจข้อสอบอัตนัยนี้เป็นการตรวจด้วยมือ จึงมักเกิดปัญหาผู้ตรวจปรับเปลี่ยนเกณฑ์การให้คะแนนใหม่หลังจากการอ่านกระดาษคำตอบของผู้สอบบางส่วนไปแล้ว ส่งผลให้คะแนนของผู้สอบที่ตรวจไปแล้วผิดพลาด อาจได้คะแนนสูงเกินจริงหรือต่ำเกินจริง ด้วยข้อจำกัดของข้อสอบอัตนัยซึ่งเป็นข้อสอบที่ตรวจให้คะแนนยาก และใช้เวลามากในการตรวจ ผู้วิจัยจึงกำหนดเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic) โดยดูว่าส่วนใด หรือจุดใดที่ผู้สอบตอบถูกต้อง

ได้คะแนนในส่วนนั้น โดยการใช้รูบรีค (Rubric) มาใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจให้คะแนนข้อสอบอัตนัยแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ คือด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิด ในแต่ละด้านจะมีคำบรรยายระดับคุณภาพของรายการประเมิน โดยแต่ละรายการประเมินจะมีการเขียนบรรยายระดับคุณภาพไว้อย่างชัดเจน

2. จากผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งตรวจสอบโดยวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ทั้ง 6 ข้อมีค่าตั้งแต่ 0.6 – 1.00 เป็นเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index : RAI) ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินจากการทดลองเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 ในการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน โดยมีผู้ประเมิน 3 คน ประเมินตามเกณฑ์การให้คะแนนตามองค์ประกอบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งมี 3 องค์ประกอบ แต่ละองค์ประกอบมี 3 องค์ประกอบย่อยพบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน มีค่าตั้งแต่ 0.75 – 0.88 พบว่าดัชนีความสอดคล้องเข้าใกล้ 1 ทั้ง 6 ข้อซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของผู้ประเมินเป็นไปในทิศทางเดียวกัน นั้นแสดงถึงนักเรียนได้แสดงการตอบคำถามเป็นไปตามแนวคิดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งจากการตรวจข้อสอบของผู้ตรวจทั้ง 3 คน ให้ค่าน้ำหนักของพฤติกรรมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ออกมาในทิศทางเดียวกัน ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกจากการทดสอบนักเรียนครั้งที่ 2 จำนวน 6 สถานการณ์พบว่ามีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.40 – 0.76 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.46 – 0.78 จากค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกพบว่าอยู่ในช่วงปานกลาง ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.97 จากผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์สอดคล้องกับงานวิจัยของ (มิ่ง เทพครเมือง และวาริน ชมตะคุ, 2555) ได้ตรวจสอบความสอดคล้องของผู้ประเมินจากการประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในระดับสูงโดยมีค่าความสอดคล้องของผู้ประเมินอยู่ระหว่าง 0.84-0.98 แสดงให้เห็นว่าในการประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนของผู้ประเมินเป็นไปในทิศทางเดียวกัน นั้นแสดงถึงพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกจนเป็นลักษณะนิสัย เพราะจากการที่ผู้ประเมินหลายฝ่ายจะทำการสังเกตนักเรียนในบริบทที่เกี่ยวข้องกับผู้ประเมิน จึงทำให้ผู้ประเมินให้ค่าน้ำหนักของพฤติกรรมออกมาในทิศทางเดียวกัน สอดคล้องกับ (ไพศาล วรคำ, 2554, 291) ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ตรวจให้คะแนนที่เชื่อถือได้ควรมีค่าประมาณ .85 ขึ้นไปซึ่งถือว่ามีความเชื่อมั่นสูง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้ให้คะแนนทั้ง 3 คน คือผู้วิจัย และครูผู้สอนคณิตศาสตร์ทราบข้อมูลเบื้องต้นของเกณฑ์การให้คะแนนและประเมินได้ตามเกณฑ์จริงและสอดคล้องกับ ฉัตรศิริ ปิยะพลสิทธิ์ (2548) ที่กล่าวว่าเราสามารถหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินเป็นตัวบ่งชี้ถึงระดับความสอดคล้องกันของ

การให้คะแนนที่ได้จากผู้ประเมิน 2 คน หรือมากกว่าโดยค่าดัชนีความสอดคล้องนั้นจะมีค่าตั้งแต่ 0 – 1 เมื่อใดที่ค่าดัชนีเข้าใกล้ 1 แสดงว่าผู้ประเมินสามารถให้คะแนนได้อย่างสอดคล้องกันสูงมาก สอดคล้องกับภุชญา คิตติ (2550,91) ที่วิจัยเรื่องการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการอ่าน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยช่วงชั้นที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการอ่าน กลุ่มสาระภาษาไทย ช่วงชั้นที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์จำนวน 1 ฉบับ 40 ข้อ 40 คะแนน ครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง มีค่าความยากที่ค่อนข้างง่ายถึงปานกลาง มีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับค่อนข้างสูง แบบทดสอบสามารถจำแนกคนเก่งคนออกจากคนอ่อนได้ดี นักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนสอบได้คะแนนต่างกัน และสอดคล้องกับ ดารารพ ชาญกล่ำ (2552,93) แบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวน ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านเหตุผล ด้านความจำ มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.72 สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากข้อสอบได้ผ่านการวิเคราะห์และปรับปรุงข้อคำถามให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ใช้สำหรับการวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาส่งเสริม แก้ปัญหา การคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์

1.2 การทำแบบทดสอบโดยทั่วไปในรายวิชาคณิตศาสตร์ ผู้เข้าสอบจะมีความชินกับรูปแบบการสอบที่มีข้อคำถามที่สอดคล้องกับสิ่งที่เคยเรียนรู้ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้และบางครั้งไม่ชินกับการเขียนตอบอธิบายที่เป็นลำดับขั้นตอนของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ดังนั้นเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนควรมีการนำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ร่วมด้วยในกระบวนการวัดผลเพื่อให้ นักเรียนเข้าใจวิธีการหรือรูปแบบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในการเขียนตอบที่ตรงกัน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การคิดเชิงคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปผู้วิจัยอาจศึกษาความสามารถในด้านอื่นๆ

2.2 การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเกี่ยวกับการคิดเชิงคณิตศาสตร์โดยการพัฒนาเครื่องมือแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ ครีกเลอร์ (Kriegler Shelley, 2004) ซึ่งในการวิจัยครั้งต่อไปอาจศึกษาวิจัยโดยใช้การคิดเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับนวัตกรรมหรือเทคนิควิธีการอื่นๆ

2.3 ควรศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อให้ได้สารสนเทศในการพัฒนานวัตกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กฤษณา คิตติ. (2550). *การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการอ่าน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ช่วงชั้นที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์.*
- กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล. (2552). *การวางแผนการวัดและประเมินผลการศึกษา. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. เอกสารการสอนชุดวิชาการบริหารและการจัดการการวัดและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 8. นนทบุรี.*
- คชาไชย ทักษิธา. (2560). *การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบด้วยการแนะแนวทาง เรื่อง การประยุกต์ตรีโกณมิติ ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์. วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์, 12 (36), 97-112.*
- ฉัตรศิริ ปิยะพลสิทธิ์. (2548). *ทฤษฎีการวัดและการทดสอบ. สงขลา : ภาควิชาการประเมินผลและการวิจัยคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.*
- ดารารพร หาญกล้า. (2552). *การพัฒนาแบบทดสอบวัดความถนัดทางฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต 2. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.*
- ทิตนา แคมมณี. (2550). *ปาฐกถาศาสตราจารย์ท่านผู้หญิงพูนทรัพย์ นพวงศ์ ณ อยุธยา พุทธศักราช 2544 ครั้งที่ 16 เรื่อง ศาสตร์การสอนเพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2527). *การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : เทคนิคและวิธีการ. กรุงเทพฯ โอเดียนสโตร์.*
- ปัทมา อนันต์. (2561). *การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยประยุกต์ใช้การวิจัยอิงการออกแบบ. ปริญญาานิพนธ์ ปริญญาโท (การวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*
- ปิยพร สีสันต์. (2555). *การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษ เขต 4. ปริญญาานิพนธ์ (กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา)) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*
- แพรวไหม สามารถ. (2556). *การพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์. ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*

ไพสาร์ วรคำ. (2554). *การวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 3. มหาสารคาม : คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

มิ่ง เทพครเมือง และวาริน ชมตะคุ. (2555). *การตรวจสอบความสอดคล้องของผู้ประเมินจากการประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)*. กรุงเทพฯ: โรงเรียนสาธิตโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สมคิด เทียรพิสุทธิ์. (2550). *การเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเรียงประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการตรวจและจำนวนผู้ตรวจต่างกัน*. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยทักษิณ.

Kriegler Shelley. (2004). *Just What is Algebraic Thinking?* Arithmetic Teacher, 38, 38-43.