

การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

A Construction of Mathematics Diagnostic Test on Application Based for Grade 6 Students

ไพจิตตรี กรชม¹, สุรีพร อนุศาสนนันท์² และ สมพงษ์ ปันหูน³
Pajittree Kornchom¹, Sureeporn Anusasananan² and Sompong Panhoon³

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 3) เพื่อศึกษาข้อบกพร่องของนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และ 4) เพื่อสร้างคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ จำนวน 815 คน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เพื่อวินิจฉัยความรู้ความเข้าใจและทักษะการคิดคำนวณของนักเรียน จำนวน 4 ฉบับ รวมทั้งสิ้น 45 ข้อ การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบใช้ความตรงตามเนื้อหา ความยาก อำนาจจำแนกใช้สูตรของ Brennan ความเที่ยงใช้สูตรของ Livingston ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นทั้ง 4 ฉบับมีคุณภาพ โดยที่แบบทดสอบด้านความรู้ความเข้าใจมีค่าความตรงตามเนื้อหา มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ ค่าความยากมีค่าตั้งแต่ .45-.73 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ .50-.72 และค่าความเที่ยงมีค่าตั้งแต่ .82-.87 สำหรับแบบทดสอบด้านทักษะการคิดคำนวณมีค่าความตรงตามเนื้อหา มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ ค่าความยากมีค่าตั้งแต่ .46-.74 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ .50-.74 และค่าความเที่ยงมีค่าตั้งแต่ .82-.88 ผลการวิจัยข้อบกพร่อง พบว่า ด้านความรู้ความเข้าใจข้อบกพร่องที่พบมากที่สุด คือ นักเรียนสับสนสิ่ง โจทย์ถาม การสลับตำแหน่งของตัวเลขในการคำนวณ และการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ไม่ถูกต้อง ส่วนด้านทักษะการคิดคำนวณข้อบกพร่องที่พบมากที่สุด คือ นักเรียนท่องสูตรคูณผิด เขียนตัวเลขผิด และลืมตัวทศในการคำนวณ

คำสำคัญ: แบบทดสอบวินิจฉัย, คณิตศาสตร์, บทประยุกต์

¹ นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

² M.Sc. Student, Educational Research, Measurement and Statistics Program, Faculty of Education, Burapha University

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., มหาวิทยาลัยบูรพา, อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

² Assist. Prof., Faculty of Education, Burapha University, Advisor

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., มหาวิทยาลัยบูรพา, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

³ Assist. Prof., Faculty of Education, Burapha University, Co-Advisor

Corresponding Author E-mail: itnogkamix@gmail.com

Abstract

The objectives of this research were (1) to construct a mathematics diagnostic test on application based for Grade 6 students, (2) to validate the test properties of the mathematics diagnostic test on application based for Grade 6 students, (3) to study the deficiencies and causes of the deficiencies on application based for Grade 6 students, and (4) to construct a mathematics diagnostic manual on application based for Grade 6 students. The samples selected by multi-stage random sampling method consisted of 815 Grade 6 students under the Office of Educational Service Area, Sakaeo Province. The research instrument was a four-choice mathematics diagnostic test for diagnosing comprehension and calculation skills on application based for Grade 6 students. The test consisted of 4 sets with 45 items. The test properties were examined by using the content validity, the difficulty, the discrimination based on Brennan's formula, the reliability based on the Livingston's formula. The findings indicated that all four diagnostic tests met the desirable test properties. For the part of comprehension, the content validity was met since all items had IOC at 1.00. The difficulty indices were between .45 and .73. The discrimination indices were between .50 and .72. The reliability of the test was between .82 and .87. For the part of calculation skills, the content validity was also met since all items had IOC at 1.00. The difficulty indices were between .46 and .74. The discrimination indices were between .50 and .74. The reliability of the test was between .82 and .88. The findings based on the diagnosis revealed that the most common mistakes found were that students were confused with the questions, misinterpreted the situational questions, and miscalculate in the rule of three processes. For the common mistakes found in part of calculation skills on application based, the students were not able to memorize the multiplication table, and made careless mistakes in writing the numbers and the carry terms. This a mathematics diagnostic manual on application based for Grade 6 students can be used to diagnose students' deficiencies.

Keywords: Diagnostic Test, Mathematics, Application based.

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคล

ของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1)

แม้วิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่ง แต่การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาของประเทศไทยเท่าที่ผ่านมายังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควรโดยเฉพาะในแง่ของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เกี่ยวกับโจทย์ปัญหาเพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ปัจจุบันยังอยู่ในระดับที่ไม่น่าพึงพอใจสาเหตุที่นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหานั้น เนื่องมาจากการขาดการฝึกฝนในการแก้โจทย์ปัญหาหลาย ๆ แบบ ความบกพร่องในการอ่านของนักเรียน ซึ่งทำให้นักเรียนไม่สามารถตีความในโจทย์ปัญหาให้ถูกต้องได้ (วิสารตน์วงศ์ภูรี, 2556, น. 1)

จากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินำพื้นฐาน (O-Net) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระแก้ว กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558-2560 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 39.15, 36.90 และ 34.00 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2561: ออนไลน์) ซึ่งคะแนนเฉลี่ยลดลงทุกปี เนื่องมาจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยากและต้องทำความเข้าใจเป็นส่วนที่สำคัญและเนื้อหาที่มีความต่อเนื่องกันเป็นลำดับขั้น ถ้าไม่เข้าใจในเนื้อหาเรื่องเดิมก็จะไม่สามารถเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาเรื่องใหม่ ๆ ที่กำลังเรียนได้ และนักเรียนบางคนใช้วิธีการท่องจำแต่ไม่มีความเข้าใจในเนื้อหาเลย บางคนจำสูตร จำวิธีการได้แต่ไม่สามารถทำโจทย์ได้ และเมื่อวิเคราะห์ตามสาระการเรียนรู้ พบว่า สาระการเรียนรู้ที่ได้คะแนนต่ำสุด 3 อันดับแรกในทุกปีการศึกษา คือ สาระที่ 2 การวัดและสาระการเรียนรู้ที่ได้คะแนนต่ำสุด 3 อันดับแรกในสองปีการศึกษา คือ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ และสาระที่ 4 พีชคณิต และเมื่อวิเคราะห์ตามมาตรฐานการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้ที่ได้คะแนนต่ำสุด พบว่า มาตรฐานการเรียนรู้ที่ได้คะแนนต่ำสุดในสาระที่ 2 การวัด คือ มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด ซึ่งเกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่องทศ และแผนผัง และแผนผัง รูปสี่เหลี่ยมและรูปวงกลม มาตรฐานการเรียนรู้ที่ได้คะแนนต่ำสุดในสาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ คือ มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา ซึ่งเกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่องเศษส่วน ทศนิยม และบทประยุกต์ ส่วนมาตรฐานการเรียนรู้ที่ได้คะแนนต่ำสุดในสาระที่ 4 พีชคณิต คือ มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา ซึ่งเกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่องสมการและการแก้สมการ และมาตรฐานการเรียนรู้ดังกล่าวนี้ส่วนใหญ่เป็นเรื่องของการแก้โจทย์ปัญหาทั้งสิ้น

องค์ประกอบสำคัญในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ได้แก่ หลักสูตรกระบวนการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล การบูรณาการสิ่งเหล่านี้เข้าด้วยกัน จะส่งผลให้การจัดการเรียนการสอน

คณิตศาสตร์มีคุณค่าต่อผู้เรียน ช่วยให้การจัดการเรียนการสอนประสบความสำเร็จยิ่งขึ้น การวัดและประเมินผลเป็นกระบวนการที่ต้องทำควบคู่ไปกับการจัดการเรียนการสอนโดยมีจุดประสงค์เพื่อวินิจฉัยจุดเด่นหรือจุดด้อยของนักเรียน เพื่อพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอน เพื่อตัดสินหรือสรุปผลการเรียนเพื่อจัดประเภทและเพื่อพยากรณ์ ในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ครูต้องกระทำอย่างต่อเนื่องและควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอนโดยเริ่มต้นจากการประเมินผลการเรียน ประเมินผลระหว่างเรียน และประเมินผลหลังเรียน เพื่อจะได้ทราบว่าผู้เรียนมีความสามารถ ความสนใจและความถนัดหรือมีข้อบกพร่องในเรื่องใด ดังนั้นจึงได้นำแนวคิดเกี่ยวกับการวินิจฉัยมาช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อเป็นการตรวจสอบและค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคล ผลของการประเมินสามารถบอกได้ว่านักเรียนบกพร่องในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ใดและสาเหตุของความบกพร่อง ซึ่งข้อบกพร่องนั้นอาจจะเป็นผู้เรียนหรือของครูก็ได้ ครูสามารถนำผลของการประเมินมาแก้ไขและส่งเสริมการเรียนของนักเรียนให้ถูกต้องและตรงจุด ตลอดจนนำมาเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น. 158-161) แนวทางหนึ่งที่แก้ไขให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น คือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยซึ่งการวัดผลเพื่อวินิจฉัยนี้ถือเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนการสอน เพราะจะช่วยให้นักเรียนเจริญงอกงามบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, น. 8)

จากการศึกษางานวิจัยการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่าได้มีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมากพอสมควร ดังเช่น (วิสารรัตน์ วงศ์ภูรี, 2556, น. ก) ได้ศึกษาและสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สารที่ 4 พิษคณิต เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาด้วยสมการสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (อารีรัตน์ แสงดาว, 2559, น. 46) ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 1 (กัญวลัญช์ จิตรดี, 2559, น. ง) ได้ศึกษาและสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยคณิตศาสตร์เรื่องตัวประกอบของจำนวนนับ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก และ (สุชานาฏ คำพินันท์, 2559, น. ค) ได้ศึกษาและสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นต้น

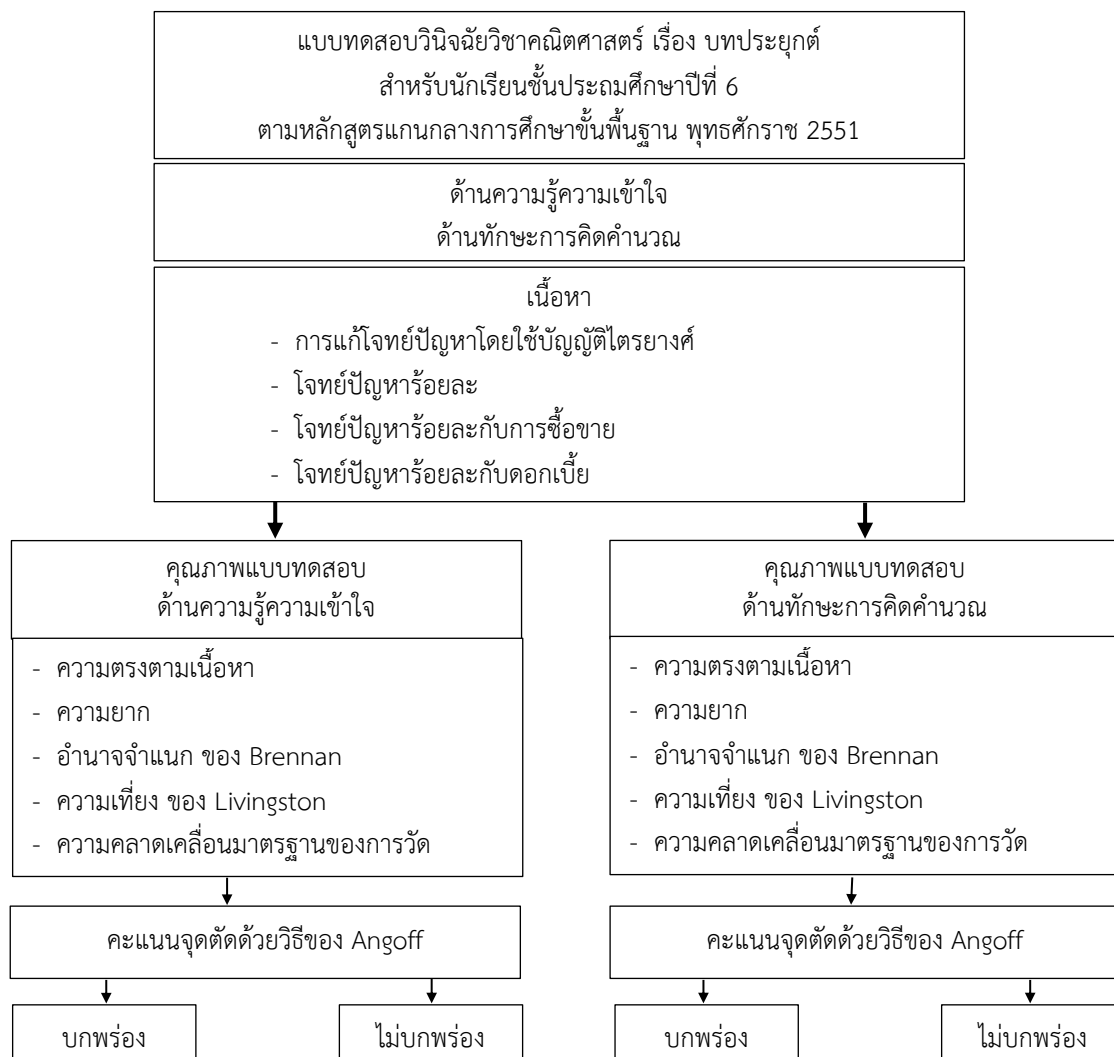
จากการศึกษาของผู้วิจัยดังที่ได้กล่าวมาแล้ว พบว่ายังไม่มีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย เรื่องบทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยผู้วิจัยแบ่งการวินิจฉัยออกเป็น 2 ส่วน คือ ด้านความรู้ความเข้าใจและด้านทักษะการคิดคำนวณ แบบทดสอบวินิจฉัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้จะช่วยในการค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนและจะได้นำข้อมูลไปพัฒนาผู้เรียนในอนาคตอันจะเป็นประโยชน์ในการเชื่อมโยงความรู้อื่น ๆ และสามารถนำมาปรับปรุงการเรียนการสอนทำให้การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
3. เพื่อศึกษาข้อบกพร่องและสาเหตุข้อบกพร่องของนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
4. เพื่อสร้างคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังแสดงในภาพดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระแก้ว จำนวน 263 โรงเรียน จำนวนนักเรียนรวม 5,527 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระแก้ว จำนวน 815 คน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling) การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ใช้ในการทดสอบเพื่อสำรวจหาข้อบกพร่องทางการเรียน ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 83 คน ซึ่งได้มาโดยใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling)

กลุ่มที่ 2 ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 1 (ทดลองใช้) เพื่อศึกษาความเข้าใจในการทำแบบทดสอบและความชัดเจนด้านภาษาที่ใช้ แล้วคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบให้มีความเหมาะสม จำนวน 105 คน

กลุ่มที่ 3 ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 2 (ทดลองใช้) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย จำนวน 227 คน

กลุ่มที่ 4 ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 3 (ใช้จริง) เพื่อหาข้อบกพร่องและสาเหตุข้อบกพร่องของนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรม G*Power โดยกำหนดอำนาจในการทดสอบ (Power of test) ที่ระดับ .80 กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ (Level of significance) ที่ระดับ .05 ($\alpha = .05$) และกำหนดขนาดอิทธิพล (Effect size) ในช่วงปานกลาง คือ .30 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 82 คน ผู้วิจัยได้ทำการวางแผนเก็บข้อมูลเพิ่มเป็นจำนวน 400 คน เพื่อได้คำตอบที่สมบูรณ์ ชดเชยกรณีที่ผลการตอบไม่สมบูรณ์ไม่ครบถ้วน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 2 ประเภท คือ แบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องและแบบทดสอบวินิจฉัย ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่อง ลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำและเติมคำตอบสั้น ๆ เพื่อสำรวจและรวบรวมคำตอบที่ผิดและข้อบกพร่องต่าง ๆ แต่ละขั้นตอนของการคิด แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามตัวชี้วัดที่ได้มีการวิเคราะห์ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จำนวน 4 ฉบับรวม 22 ข้อ

2. แบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย ได้แบ่งการวินิจฉัย ออกเป็น 2 ส่วน คือ ด้านความรู้ความเข้าใจและด้านทักษะการคิดคำนวณ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ลักษณะข้อคำถามเป็นคำถามที่มาจากแบบทดสอบ เพื่อสำรวจข้อบกพร่องโดยรวมข้อบกพร่อง ของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบแล้วนำไปใช้สร้างตัวลวง เพื่อใช้ในการวินิจฉัยข้อบกพร่องในการตอบของ นักเรียน แบ่งออกเป็น 4 ฉบับ รวมทั้งสิ้น 45 ข้อ ดังนี้ ฉบับที่ 1 การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้บัญญัติไตรยางศ์ จำนวน 10 ข้อ ฉบับที่ 2 โจทย์ปัญหาร้อยละ จำนวน 10 ข้อ ฉบับที่ 3 โจทย์ปัญหาร้อยละกับการซื้อขาย จำนวน 15 ข้อ และฉบับที่ 4 โจทย์ปัญหาร้อยละกับดอกเบี้ยย จำนวน 10 ข้อ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ ศึกษาทฤษฎี ลักษณะของแบบทดสอบ งานวิจัย ที่เกี่ยวข้อง และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในสาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ แล้ววิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด เนื้อหา สาระสำคัญ และเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้รู้ขอบข่ายของเนื้อหาและเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

2. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องทางการเรียน ผู้วิจัยได้กำหนดลักษณะของแบบทดสอบ เพื่อสำรวจนี้เป็นแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำและเติมคำตอบสั้น ๆ เพื่อหาข้อบกพร่องทางการเรียน โดยยึดเนื้อหาและตัวชี้วัดตามหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ โดยใช้แบบทดสอบสำรวจข้อบกพร่องทางการเรียนไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 83 คน เพื่อรวบรวม ข้อบกพร่องของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดมาใช้สร้างตัวลวง ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยต่อไป

3. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย โดยการวิเคราะห์ข้อบกพร่องจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ พร้อมทั้ง รวบรวมคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดมาเป็นตัวลวงในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 ฉบับ รวมทั้งสิ้น 45 ข้อ โดยแบบทดสอบ วินิจฉัยที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบที่มีข้อคำถามเดียว แต่ลักษณะการตอบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ด้านความรู้ความเข้าใจและด้านทักษะการคิดคำนวณ ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

4. ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัยโดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ แล้วนำแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นไปให้ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน พิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการทดสอบ และครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่ โดยใช้แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ตามวิธีของโรวินेलลี (Rovinelli) และแฮมเบิลตัน (Hambleton)

5. นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 ทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 105 คน เพื่อศึกษาความเข้าใจในการทำแบบทดสอบและความชัดเจนด้านภาษาที่ใช้แล้วคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ

โดยการหาค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรของ Brennan และค่าความเที่ยงโดยใช้สูตร KR-20 และหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด

6. นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 ทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 227 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อทั้งฉบับของแบบทดสอบ แล้วคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบให้มีความเหมาะสม โดยการหาค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรของ Brennan และค่าความเที่ยงโดยใช้สูตร KR-20 และหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด

7. นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้ทดสอบจริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน เพื่อศึกษาข้อบกพร่องและสาเหตุข้อบกพร่องของแบบทดสอบ โดยการหาค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรของ Brennan หาคะแนนจุดตัดตามวิธีของแองกอฟ (Angoff) หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของลิวิงสตัน (Livingston) และหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด

8. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยรวบรวม ประมวลข้อบกพร่องและจัดพิมพ์แบบทดสอบเป็นรูปเล่ม

ผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่องการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยมีดังนี้

1. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

ผลการสำรวจข้อบกพร่อง พบว่า ฉบับที่ 1 การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้บัญญัติไตรยางศ์ คำตอบผิด เพราะนักเรียนสับสนสิ่งที่โจทย์ถาม แสดงการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ไม่ถูกต้อง และใส่ผลคูณในหลักสิบผิดตำแหน่ง ฉบับที่ 2 โจทย์ปัญหาร้อยละ คำตอบผิด เพราะนักเรียนแสดงการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ไม่ถูกต้อง ท่องสูตรคูณผิดและสับสนสิ่งที่โจทย์ถาม ฉบับที่ 3 โจทย์ปัญหาร้อยละกับการซื้อขาย คำตอบผิด เพราะนักเรียนสับสนสิ่งที่โจทย์ถาม แสดงการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ไม่ถูกต้อง และสลับตำแหน่งของตัวเลขในการคำนวณ ฉบับที่ 4 โจทย์ปัญหาร้อยละกับดอกเบี๋ย คำตอบผิด เพราะนักเรียนแสดงการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ไม่ถูกต้อง ท่องสูตรคูณผิด และใส่ผลคูณในหลักสิบผิดตำแหน่ง นำข้อบกพร่องจากคำตอบที่นักเรียนส่วนมากตอบผิดมาสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 ฉบับ รวมทั้งสิ้น 45 ข้อ โดยแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบที่มีข้อคำถามเดียวแต่ลักษณะการตอบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ด้านความรู้ความเข้าใจและด้านทักษะการคิดคำนวณ ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

2. การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

2.1 ค่าความตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ ได้ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อสอบของแบบทดสอบวินิจฉัยจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน ได้ค่าความตรงตามเนื้อหาที่มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ แสดงให้เห็นว่าเนื้อหาและข้อคำถามของแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นทั้ง 4 ฉบับ สอดคล้องและครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และผ่านเกณฑ์ทุกข้อ

2.2 คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ ทดสอบจริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน นำคะแนนมาหาค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเที่ยง และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด และหาคะแนนจุดตัดตามวิธีของแองกอฟ (Angoff) ดังแสดงในตารางที่ 1 ถึง 3

ตารางที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจฉัยจากการใช้จริงแบบทดสอบวินิจฉัยครั้งที่ 3

ค่าสถิติพื้นฐาน	ด้านความรู้ความเข้าใจ				ด้านทักษะการคิดคำนวณ			
	ฉบับที่	ฉบับที่	ฉบับที่	ฉบับที่	ฉบับที่	ฉบับที่	ฉบับที่	ฉบับที่
	1	2	3	4	1	2	3	4
คะแนนเต็ม	10	10	15	10	10	10	15	10
คะแนนเฉลี่ย	5.87	5.70	5.39	5.21	5.99	5.77	5.49	5.25
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	.49	.49	.50	.50	.49	.49	.50	.50
ความเบ้	-.37	-.30	-.20	-.09	-.42	-.32	-.25	-.10
ความโด่ง	-1.78	-1.80	-1.93	-1.95	-1.74	-1.82	-1.93	-1.96
คะแนนสูงสุด	10	10	15	10	10	10	15	10
คะแนนต่ำสุด	0	0	0	0	0	0	1	0

จากตารางที่ 1 พบว่า ด้านความรู้ ความเข้าใจ ผู้สอบได้คะแนนสอบฉบับที่ 1 ฉบับที่ 2 ฉบับที่ 3 และฉบับที่ 4 ค่าเฉลี่ยคือ 5.87 5.70 5.39 และ 5.21 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาค่าความเบ้ พบว่าแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ มีค่าติดลบหรือโค้งเบ้ซ้าย และพิจารณาค่าความโด่ง พบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ มีค่าติดลบหรือมีลักษณะแบนกว่าโค้งปกติ และด้านทักษะการคิดคำนวณ ผู้สอบได้คะแนนสอบฉบับที่ 1 ฉบับที่ 2 ฉบับที่ 3 และฉบับที่ 4 ค่าเฉลี่ย คือ 5.99 5.77 5.49 และ 5.25 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาค่าความเบ้ พบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ มีค่าติดลบหรือโค้งเบ้ซ้าย และพิจารณาค่าความโด่ง พบว่าแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ มีค่าติดลบหรือมีลักษณะแบนกว่าโค้งปกติ

ตารางที่ 2 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเที่ยงและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด

แบบทดสอบ	ความยาก	อำนาจ จำแนก	ความเที่ยง	SEM
<u>ด้านความรู้ ความเข้าใจ</u>	.45-.73	.50-.72	.82-.87	.18-.21
1) การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้บัญญัติไตรยางศ์	.49-.73	.51-.60	.82	.21
2) โจทย์ปัญหาร้อยละ	.46-.71	.50-.67	.82	.21
3) โจทย์ปัญหาร้อยละกับการซื้อขาย	.48-.64	.50-.66	.87	.18
4) โจทย์ปัญหาร้อยละกับดอกเบี้ย	.45-.66	.51-.72	.84	.20
<u>ด้านทักษะการคิดคำนวณ</u>	.46-.74	.50-.74	.82-.88	.17-.21
1) การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้บัญญัติไตรยางศ์	.51-.74	.51-.63	.82	.21
2) โจทย์ปัญหาร้อยละ	.50-.72	.51-.63	.82	.21
3) โจทย์ปัญหาร้อยละกับการซื้อขาย	.49-.64	.50-.63	.88	.17
4) โจทย์ปัญหาร้อยละกับดอกเบี้ย	.46-.65	.50-.74	.85	.19

จากตารางที่ 2 พบว่า

1) ด้านความรู้ ความเข้าใจ แบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ มีค่าความยากตั้งแต่ .45-.73 โดยอยู่ในระดับค่อนข้างง่ายถึงปานกลาง และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .50-.72 จำแนกผู้รอบรู้/ ไม่รอบรู้ ได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ มีค่าความเที่ยงตั้งแต่ .82-.87 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด มีค่าตั้งแต่ .18-.21

2) ด้านทักษะการคิดคำนวณ แบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ มีค่าความยากตั้งแต่ .46-.74 โดยอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างง่าย และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .50-.74 จำแนกผู้รอบรู้/ ไม่รอบรู้ได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ มีค่าความเที่ยงตั้งแต่ .82-.88 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด มีค่าตั้งแต่ .17-.21

ตารางที่ 3 คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ จากการใช้จริงแบบทดสอบวินิจฉัยครั้งที่ 3 โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 400 คน

แบบทดสอบฉบับที่	คะแนน เต็ม	คะแนน จุดตัด	ผ่านเกณฑ์		ไม่ผ่านเกณฑ์	
			จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
<u>ด้านความรู้ความเข้าใจ</u>						
1) การแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้บัญญัติไตรยางศ์	10	6	242	60.50	158	39.50
2) โจทย์ปัญหาร้อยละ	10	6	223	55.75	177	44.25
3) โจทย์ปัญหาร้อยละกับการซื้อขาย	15	8	218	54.50	182	45.50
4) โจทย์ปัญหาร้อยละกับดอกเบี้ย	10	5	201	50.25	199	49.75

ตารางที่ 3 (ต่อ)

แบบทดสอบฉบับที่	คะแนน เต็ม	คะแนน จุดตัด	ผ่านเกณฑ์		ไม่ผ่านเกณฑ์	
			จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
<u>ด้านทักษะการคิดคำนวณ</u>						
1) การแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้บัญญัติไตรยางศ์	10	6	243	60.75	157	39.25
2) โจทย์ปัญหาร้อยละ	10	6	224	56.00	176	44.00
3) โจทย์ปัญหาร้อยละกับการซื้อขาย	15	8	217	54.25	183	45.75
4) โจทย์ปัญหาร้อยละกับดอกเบี้ยย	10	5	204	51.00	196	49.00

จากตารางที่ 3 คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ ซึ่งหาโดยวิธีของ Angoff พบว่า

1) ด้านความรู้ ความเข้าใจ แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ใช้คะแนนจุดตัด 6 คะแนน แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 3 ใช้คะแนนจุดตัด 8 คะแนน และแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 4 ใช้คะแนนจุดตัด 5 คะแนน มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 60.50, 55.75, 54.50 และ 50.25

2) ด้านทักษะการคิดคำนวณ แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 คะแนนจุดตัด 6 คะแนน แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 3 ใช้คะแนนจุดตัด 8 คะแนน และแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 4 ใช้คะแนนจุดตัด 5 คะแนน มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 60.75, 56.00, 54.25 และ 51.00

3) ข้อบกพร่องและสาเหตุข้อบกพร่อง

ข้อบกพร่องและสาเหตุข้อบกพร่องของนักเรียนในการเลือกตอบแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ จากการใช้จริงของแบบทดสอบวินิจฉัยครั้งที่ 3

ข้อบกพร่องของนักเรียนในการเรียน เรื่อง บทประยุกต์ ด้านความรู้ ความเข้าใจ พบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องมากที่สุด เกิดจากนักเรียนสับสนสิ่งที่โจทย์ถาม ร้อยละ 16.48 รองลงมาเกิดจากนักเรียนสลับตำแหน่งของตัวเลขในการคำนวณ ร้อยละ 15.87 และเกิดจากแสดงการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ไม่ถูกต้อง ร้อยละ 10.13

ข้อบกพร่องของนักเรียนในการเรียน เรื่อง บทประยุกต์ ด้านทักษะการคิดคำนวณ พบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องมากที่สุด เกิดจากนักเรียนท่องสูตรคูณผิด ร้อยละ 14.22 รองลงมาเกิดจากนักเรียนเขียนตัวเลขผิด ร้อยละ 5.16 และเกิดจากลืมตัวทศในการคำนวณ ร้อยละ 4.95

4) คู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย ความมุ่งหมายของแบบทดสอบ โครงสร้างของแบบทดสอบ ลักษณะของแบบทดสอบ เวลาที่ใช้ในการสอบ การดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน และวิเคราะห์ข้อบกพร่องของนักเรียน

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่องการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถอภิปรายผลของการวิจัยได้ ดังนี้

1. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับ มีตัวลวงที่สามารถชี้ข้อบกพร่องในการตอบของนักเรียนได้ทุกข้อ โดยใช้คู่กับคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัย เนื่องจากในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปสำรวจความรู้พื้นฐานก่อน เพื่อรวบรวมคำตอบผิดของนักเรียนไปสร้างตัวลวง โดยให้นักเรียนเขียนคำตอบและแสดงวิธีทำ และผู้วิจัยนำคำตอบของนักเรียนทุกคนมาบันทึกความถี่และหาค่าร้อยละเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของการตอบผิดในแต่ละคำตอบ โดยพิจารณาจากขั้นตอนการแสดงวิธีทำและคัดเลือกคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดไว้ ซึ่งคำตอบที่คัดเลือกได้สามารถชี้สาเหตุข้อบกพร่องของนักเรียน โดยนำมาสร้างเป็นตัวเลือกของแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ซึ่งเป็นข้อสอบที่วัดได้ สอดคล้องกับเนื้อหาของพฤติกรรมที่ต้องการวัดและวัดได้ตรงตามความต้องการ โดยสร้างข้อสอบจากจุดประสงค์การเรียนรู้เดียวกัน สร้างคำถามและตัวเลือกแตกต่างกันไปได้หลายลักษณะ และสามารถสร้างข้อสอบได้จำนวนมากยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถใช้วัดเนื้อหาและจุดมุ่งหมายของวิชาที่ได้นิยามไว้อย่างชัดเจนโดยข้อคำถาม ตัวเลือกถูกและตัวลวงเขียนขึ้นอย่างเป็นระบบโดยเฉพาะตัวลวงที่สร้างมาสามารถวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียนได้แบบทดสอบวินิจฉัยที่มีค่าความตรงตามเนื้อหาเฉลี่ย 1.00 ซึ่งพิจารณาจากเกณฑ์ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552, น. 242) ค่า IOC ควรมากกว่าหรือเท่ากับ .50 และได้แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แสดงว่าข้อสอบวัดได้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มุ่งวัดจริง สามารถใช้หาข้อบกพร่องของนักเรียนซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับนักเรียนและครู ซึ่งสอดคล้องกับ (นฤมล อุดรประจักษ์, 2555, น. 21) กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นเครื่องมือที่ใช้ค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนซึ่งปรับปรุงมาจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจตัวลวงแต่ละข้อในแบบทดสอบวินิจฉัยมาจากคำตอบผิดที่นักเรียนส่วนมากตอบจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจและตัวลวงนั้นสามารถบอกถึงสาเหตุข้อบกพร่องลักษณะต่าง ๆ เกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน อีกทั้ง (สุมานี กลิ่นพูน, 2555, น. 34) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจฉัย เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อมุ่งค้นหาจุดอ่อนหรือข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนวิชาต่าง ๆ เป็นรายบุคคล พร้อมทั้งสามารถระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องนั้น เพื่อนำไปสู่กระบวนการสอนซ่อมเสริมและเป็นแนวทางในการปรับปรุงทางการเรียนการสอนต่อไป

2. การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

2.1 ความตรงตามเนื้อหา จากการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา โดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาจุดประสงค์การเรียนรู้สำหรับการวิจัย เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามวิธีของโรวินลลี (Rovinelli) และแฮมเบิลตัน (Hambleton) ผลปรากฏว่าได้ดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 แสดงให้เห็นว่าเนื้อหาและข้อคำถามของแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นทั้ง 4 ฉบับ

สอดคล้องและครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และผ่านเกณฑ์ทุกข้อ ซึ่งสอดคล้องกับ (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, น. 218-222) ที่กล่าวว่า ให้พิจารณาคัดเลือกจุดประสงค์หรือข้อสอบที่มีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 ซึ่งแสดงว่าจุดประสงค์นั้น วัดได้ครอบคลุมกับเนื้อหาตามชื่อเรื่องนั้นหรือข้อสอบข้อนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม อีกทั้งยังสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ (ศุภัก ดอนกระสินธุ์, 2553, น. 69) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการคูณและการหารจำนวนที่ตัวตั้งมีสองหลัก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุดรธานี เขต 4 มีค่าดัชนีความสอดคล้องได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ .99 แสดงให้เห็นว่าข้อสอบสำรวจจุดบกพร่องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความสอดคล้องกันจริง (นฤมล อุดรประจักษ์, 2555, น. 100) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบสมการเชิงเส้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ เท่ากับ .80-1.00 และ (กัญญาวัลย์ จิตรดี, 2559, น. 116) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์เรื่องตัวประกอบของจำนวนนับ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก มีค่าความตรงตามเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ .80-1.00

2.2 ค่าความยากของแบบทดสอบวินิจฉัย จากการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อ ค่าความยากของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ ได้ทดลองใช้แบบทดสอบวินิจฉัย 2 ครั้ง และมีเพียงบางข้อที่ค่อนข้างยากและได้ปรับปรุงข้อสอบ จากนั้นผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปใช้จริงครั้งที่ 3 พบว่าด้านความรู้ ความเข้าใจ มีค่าความยากตั้งแต่ .45-.73 อยู่ในระดับระดับปานกลางถึงค่อนข้างง่าย ด้านทักษะการคิดคำนวณ มีค่าความยากตั้งแต่ .46-.74 อยู่ในระดับระดับปานกลางถึงค่อนข้างง่าย ซึ่งพิจารณาจากเกณฑ์การพิจารณาค่าความยากของ สมนึก ภัททิยธนี (2553, น. 212) ค่าความยากตั้งแต่ .40-.60 ข้อสอบปานกลางนำไปใช้ได้ และค่าความยากตั้งแต่ .61-.80 ข้อสอบค่อนข้างง่ายนำไปใช้ได้ ซึ่งแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ มีคุณภาพผ่านเกณฑ์อยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างง่าย จึงเหมาะสมที่จะเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ ขวัญใจ สายสุวรรณ (2554, น. 101) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ค่าความยากตั้งแต่ .44-.75 และงานวิจัยของ สุมานี กลิ่นพูน (2555, น. 128) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ค่าความยากตั้งแต่ .65-.86 ดังนั้นจึงถือได้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าความยากเหมาะสมสำหรับใช้เป็นแบบทดสอบวินิจฉัย และงานวิจัยของ วิสารัตน์ วงศ์ภูรี (2556, น. 66) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 4 พีชคณิต เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาด้วยสมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ค่าความยากตั้งแต่ .35-.79

2.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัย จากการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบไปใช้จริงครั้งที่ 3 พบว่า

ด้านความรู้ ความเข้าใจมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .50-.72 อยู่ในระดับถูกต้องส่วนใหญ่ ด้านทักษะการคิดคำนวณ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .50-.74 อยู่ในระดับถูกต้องส่วนใหญ่ ซึ่งพิจารณาจากเกณฑ์การพิจารณาค่าอำนาจจำแนกของ Brennan ค่า B-index ตั้งแต่ .50-.99 บ่งชี้ผู้รอบรู้/ ไม่รอบรู้/ ได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ สอดคล้องกับแนวคิดของ สมนึก ภัททิยธนี (2553, น. 213) ได้เสนอแนวคิดที่ว่า ค่าอำนาจจำแนกคือ ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกผู้สอบที่มีคุณลักษณะหรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้ ซึ่งแบบทดสอบวินิจฉัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าอำนาจจำแนกสอดคล้องกับงานวิจัยของ จารุวรรณ กุศลการณ (2554, น. 105) ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชลประทานวิทยา จังหวัดนนทบุรี ได้ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .36-.96 (กัญวลัญช จิตรติ, 2559, น. 137) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์เรื่องตัวประกอบของจำนวนนับ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก ได้ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .54-.86 และงานวิจัยของ สุชานาฏ คำพินันท์ (2559, น. 75) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .39-.63

2.4 ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวินิจฉัย จากการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ ด้วยสูตรของ Livingston โดยแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ใช้คะแนนจุดตัด 6 คะแนน แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 3 ใช้คะแนนจุดตัด 8 คะแนน และแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 4 ใช้คะแนนจุดตัด 5 คะแนน ซึ่งค่าความเที่ยงโดยทั่วไปนิยมใช้ .70 ขึ้นไป จึงถือว่าเครื่องมือชิ้นนี้ได้ โดยแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ ในด้านความรู้ ความเข้าใจมีค่าความเที่ยงตั้งแต่ .82-.87 ด้านทักษะการคิดคำนวณมีค่าความเที่ยงตั้งแต่ .82-.88 มีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับสูงอาจเป็นเพราะแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นผู้พิจารณาความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้และข้อสอบของแบบทดสอบวินิจฉัย และได้แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จึงทำให้แบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ มีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับสูง ซึ่งมีค่าความเที่ยงใกล้เคียงกับผู้ที่เคยสร้างไว้ คือ งานวิจัยของ จารุวรรณ กุศลการณ (2554, น. 105) ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชลประทานวิทยา จังหวัดนนทบุรี ได้ค่าความเที่ยงตั้งแต่ .812-.966 งานวิจัยของ นฤมล อุดรประจักษ์ (2555, น. 100) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ .94 และงานวิจัยของ วิสารัตน์ วงศ์กูรี (2556, น. 67) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 4 พีชคณิต เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาด้วยสมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ .9289

2.5 คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจฉัย คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ ซึ่งหาโดยวิธีของ Angoff พบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ใช้คะแนนจุดตัด 6 คะแนน

ฉบับที่ 3 ใช้คะแนนจุดตัด 8 คะแนน และฉบับที่ 4 ใช้คะแนนจุดตัด 5 คะแนน ในด้านความรู้ ความเข้าใจ มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 60.50, 55.75, 54.50 และ 50.25 ตามลำดับ ด้านทักษะการคิดคำนวณ มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 60.75, 56.00, 54.25 และ 51.00 ตามลำดับ ซึ่งผู้ตัดสินได้พิจารณา คะแนนจุดตัดจากจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อสอบวินิจฉัยและค่าความยากของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ เห็นว่าข้อสอบวินิจฉัยเป็นข้อสอบที่มีลักษณะค่อนข้างง่าย ซึ่งคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ ดังกล่าว จะช่วยตัดสินว่านักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์เป็นผู้มีความรู้จริง สอดคล้องกับปัญหาที่พบจากผลการทดสอบ O-NET ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คะแนนเฉลี่ยของเขตพื้นที่ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ เรื่อง บทประยุกต์ เป็นเนื้อหาหนึ่งที่นักเรียน มีค่าร้อยละของนักเรียนตอบถูกอยู่ในระดับต่ำ

3. ข้อบกพร่องและสาเหตุข้อบกพร่อง

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดจากแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ จากการใช้จริง แบบทดสอบวินิจฉัยครั้งที่ 3 กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 คน ปรากฏผลดังนี้ สาเหตุข้อบกพร่องของนักเรียน ในการเรียน เรื่อง บทประยุกต์ ด้านความรู้ ความเข้าใจ นักเรียนมีข้อบกพร่องมากที่สุดเกิดจากนักเรียนสับสน สิ่งที่โจทย์ถาม ร้อยละ 16.48 รองลงมาเกิดจากสลับตำแหน่งของตัวเลขในการคำนวณ ร้อยละ 15.87 และเกิดจากแสดงการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ไม่ถูกต้อง ร้อยละ 10.13 ด้านทักษะการคิดคำนวณ นักเรียน มีข้อบกพร่องมากที่สุดเกิดจากนักเรียนท่องสูตรคูณผิด ร้อยละ 14.22 รองลงมาเกิดจากเขียนตัวเลขผิด ร้อยละ 5.16 และเกิดจากลืมตัวทดในการคำนวณ ร้อยละ 4.95 ทั้งนี้เป็นเพราะนักเรียนมีความเข้าใจ ที่คลาดเคลื่อน ขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ เนื้อหาที่เรียนเป็นเรื่องใหม่ไม่เคยมีพื้นฐานการเรียนมาก่อน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กัญวลัญช์ จิตรดี (2559, น. 166) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตัวประกอบของจำนวนนับ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษานครนายก พบว่า ข้อบกพร่องของนักเรียนในการเรียนเรื่องตัวประกอบของจำนวนนับมากที่สุด คือ ตัวประกอบและการหาตัวประกอบ การแยกตัวประกอบ และตัวคูณร่วมน้อย

4. คู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย ความมุ่งหมายของแบบทดสอบ โครงสร้างของแบบทดสอบ ลักษณะของ แบบทดสอบ เวลาที่ใช้ในการสอบ การดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์ข้อบกพร่อง ของนักเรียน

ข้อเสนอแนะการวิจัย

จากการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ผู้ที่สนใจใช้แบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ควรศึกษาคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยและวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบวินิจฉัยให้เข้าใจ ทั้งนี้เพื่อการวินิจฉัยผู้เรียนเกิดประสิทธิภาพและบรรลุวัตถุประสงค์ของการทดสอบ

1.2 ครูผู้สอนสามารถสร้างข้อสอบให้มีจำนวนมากพอตามที่ต้องการ โดยศึกษาจากคู่มือการใช้แบบทดสอบ สามารถนำวิธีการกำหนดจุดตัดไปปรับใช้ได้ตามความเหมาะสม ซึ่งจะทำให้วินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนได้ตรงจุดมากขึ้น

1.3 ครูผู้สอนควรนำแบบทดสอบไปใช้หลังจากทำการสอนเนื้อหาเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อบกพร่อง ซึ่งจะช่วยให้การสอนซ่อมเสริมสามารถแก้ปัญหาได้ตรงจุด อีกทั้งนำผลที่ได้จากการทดสอบไปพัฒนาการเรียนการสอน อันจะส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนของครูมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำผลไปต่อยอดโดยการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ รายวิชาอื่น ๆ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

2.2 สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยตามแนวคิดหรือทฤษฎีอื่น ๆ เพื่อให้มีแบบทดสอบวินิจฉัยที่มีคุณภาพหลายรูปแบบและมีผู้เลือกใช้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กัญวลัญช์ จิตรดี. (2559). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์เรื่องตัวประกอบของจำนวนนับ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัย วัตถุประสงค์และการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ขวัญใจ สายสุวรรณ. (2554). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- จารุวรรณ กุศลการณ์. (2554). *การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชลประทานวิทยา จังหวัดนนทบุรี*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาศึกษาศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- นฤมล อุดรประจักษ์. (2555). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบสมการเชิงเส้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

- วิสารรัตน์ วงศ์ภูรี. (2556). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 4 พีชคณิต เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาด้วยสมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. ปรินญาณินพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *สถิติประยุกต์สำหรับการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 6)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศุภักดิ์ ดอนกระสินธุ์. (2553). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการคูณและการหารจำนวนที่ตัวตั้งมีสองหลัก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2* สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศุพรรณิ เขต 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผล การศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2553). *การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กทม: ประสานการพิมพ์.
- สุชานาฏ คำพินันท์. (2559). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สุมานี กลิ่นพูน. (2555). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2561). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษา ระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2560*. สืบค้นจาก <http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Login.aspx>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- อารีรัตน์ แสงดาว. (2559). *การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6* สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา สุพรรณบุรี เขต 1. *วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ*, 1(8), 46-54

การอ้างอิงบทความ

ไพจิตตรี กรชม, สุริพร อนุศาสนนันท์ และ สมพงษ์ ปันพูน. (2562). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *e-Journal of Education Studies, Burapha University*, 1(3), 1-17. สืบค้นจาก <https://www.tci-thaijo.org/index.php/ejes/article/view/204824/145447>