

การสร้างแบบวัดทักษะการคิดคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดนครสวรรค์*

กิตติพล ดวงแก้ว¹

บัณฑิตา อินสมบัติ²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะการคิดคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดนครสวรรค์ และเพื่อสร้างเกณฑ์ปกติในรูปตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์และคะแนนมาตรฐานสเตโนใน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครสวรรค์ ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น จำนวน 782 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบวัดทักษะการคิดคำนวณแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ มีค่าความยากเท่ากับ 0.36-0.80 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.21 - 0.76 และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงเท่ากับ .87 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง ผลการวิจัยพบว่า

1. แบบวัดทักษะการคิดคำนวณ มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ประกอบด้วย ทักษะการบวก ทักษะการลบ ทักษะการคูณและทักษะการหาร ด้านละ 15 ข้อ รวม 60 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.31-0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.51และมีค่าความเที่ยงโดยการวิเคราะห์ความคงที่ภายใน ด้วยวิธี KR-20 เท่ากับ 0.92
2. แบบวัดมีค่าความตรงเชิงโครงสร้าง โดยการตรวจสอบด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง พบว่า มีค่าไค-สแควร์ เท่ากับ 3578.47, $p = 0.00$ ที่องศาอิสระเท่ากับ 1656 และดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ .87 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ .85 ดัชนีความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 0.97 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของเศษเหลือ (RMR) เท่ากับ .013 ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ .039 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SRMR) เท่ากับ .058
3. เกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะการคิดคำนวณ จำแนกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับสูง คือ สเตโนที่ 7-9 และมีตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 77.01 ขึ้นไป ระดับปานกลาง คือ สเตโนที่ 4-6 มีตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ ตั้งแต่ 23.01 ถึง 77.00 และระดับต่ำ คือ สเตโนที่ 1-3 มีตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ น้อยกว่า 23.00

คำสำคัญ: แบบวัด / ทักษะการคิดคำนวณ / ประถมศึกษาปีที่ 6

* วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ พ.ศ. 2555

¹ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

² อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ (ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)



Construction of The Calculation Skills Test for Pratomsuksa 6 Students in Nakhon Sawan Province *

Kittipon Duangkaew¹

Bantita Insombat²

Abstract

The purpose of this research was to study construction of the calculation skills test for the Prathomsuksa 6 students in Nakhon Sawan province and to create a normal criterion of the percentile rank and standard stannine scores. The samples consist of 782 Pratomsuksa 6 students is under the area of Educational Office of Nakhon Sawan province obtained by stratified random sampling. The research tool was a calculation skills test modified into a 4-multiple-choice test of 60 items, with degree of difficulty of 0.36-0.80, discrimination power of 0.21-0.76, and reliability coefficient of 0.87. The data were analyzed using basic statistics and second order confirmatory factor analysis.

The finding were as follows:

1. Calculation skills test was a four-multiple-choice test, consisting of the addition skill, the subtraction skill, the multiplication skill and the division skill. Each skill has 15 items. Overall this test had 60 items, with degree of difficulty of 0.31-0.80, and discrimination power between .20-0.51. Its reliability coefficient after an analysis of internal consistency by using KR-20 method wes 0.92.

2. Construct validity by the second order confirmatory factor analysis found the chi-square (χ^2) of 3578.47; degree of freedom (df) of 1656, probability level (p) of 0.00, goodness of fit index (GFI) of .87, adjusted goodness of fit index (AGFI) of .85, comparative of fit index (CFI) of 0.97, root mean square residual (RMR) of .013, root mean square error of approximation (RMSEA) of .039, standardized RMR (SRMR) of .058.

3. Normal of the calculation skills test can classify students into 3 levels. The students with high level sufficiency economy traits are those of Stanine 7-9, with the Percentile above 77.01. The students with medium level sufficiency economy traits are those of Stanine 4-6, with the Percentile from 23.01 to 77.00. The students with low level sufficiency economy traits are those of Stanine 1-3, with the Percentile lower than 23.00.

Keywords: Test/ calculation skills/ Prathomsuksa 6

* Research Article from the thesis for the Master of Education degree in Educational Research and Evaluation program, Nakhon Sawan Rajabhat University, Thailand, 2012

¹ Student in Master of Education degree, program in Educational Research and Evaluation, Nakhon Sawan Rajabhat University

² Lecturer, Faculty of Education in Nakhon Sawan Rajabhat University (Thesis Advisor)

ความสำคัญและปัญหาการวิจัย

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีบทบาทและสำคัญยิ่ง ทั้งนี้เพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยพัฒนาความคิด และมนุษย์ได้ใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์สาขาอื่น ๆ นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ และมีระเบียบแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, น. 1) คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้มีความสมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถ คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กรมวิชาการ, 2545, น.1) ดังนั้น หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 จึงกำหนดให้กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เป็นกลุ่มสาระที่มีบทบาทและความสำคัญต่อพื้นฐานการพัฒนาความคิดมนุษย์ ช่วยให้นักเรียน ตัดสินใจ วางแผน แก้ปัญหา และแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และยังสามารถอยู่ร่วมกับ ผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ ดังกล่าว (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545, น. 4) สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่กำหนดไว้เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนประกอบด้วย เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยสาระต่าง ๆ 6 สาระ เช่น สาระจำนวนและการดำเนินการ สาระการวัด สาระเรขาคณิต สาระพีชคณิต สาระการวิเคราะห์ข้อมูลและ ความน่าจะเป็น สาระทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจใน เนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักใน คุณค่าของคณิตศาสตร์และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่ สูงขึ้น จากการศึกษาเอกสารดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างแบบวัดทักษะการคิดคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดนครสวรรค์ โดยนำหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐานพุทธศักราช 2551 มาเป็นกรอบหลักในการกำหนดเนื้อหาของแบบวัด ทั้งนี้ เพื่อให้ได้แบบวัด มาตรฐานและเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับครูในการนำไปใช้วินิจฉัยความสามารถด้านทักษะการ คำนวณสำหรับนักเรียน ตลอดจนยังเป็นเครื่องมือในการเตรียมความพร้อมเพื่อคุณภาพทางการศึกษาของ สถานศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

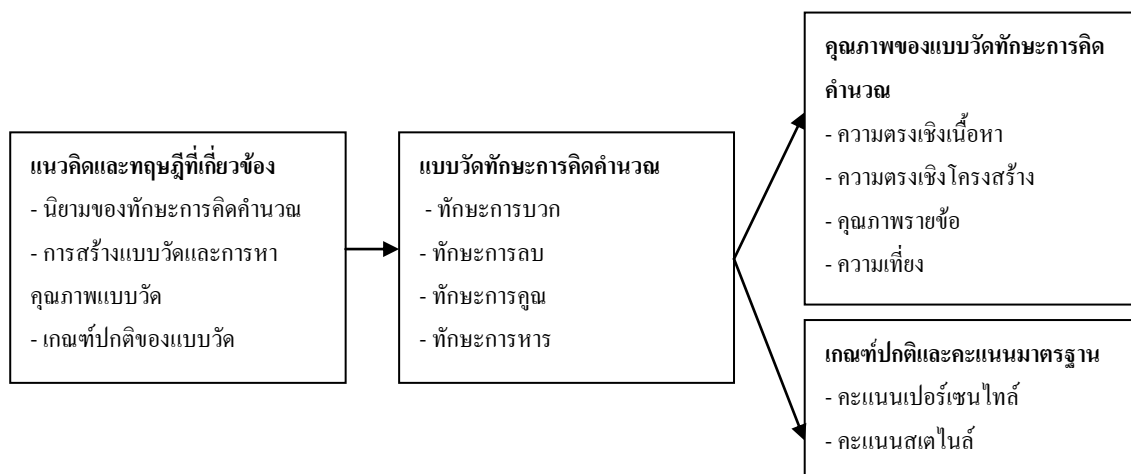
1. เพื่อสร้างแบบวัดทักษะการคิดคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะการคิดคำนวณสำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
3. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) สำหรับแปลความหมายของคะแนนจากการสอบของแบบวัดทักษะการคิดคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดทักษะการคิดคำนวณ เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัย สรุปได้ดังนี้

ทักษะการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดหาคำตอบจากประโยคสัญลักษณ์ จะประกอบด้วย ทักษะการบวก ทักษะการลบ ทักษะการคูณ ทักษะการหารเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและรวดเร็ว โดยมีการใช้ภาษาเข้ามาเกี่ยวข้องซึ่งจะมีลักษณะของคำสั่ง หรือการบอกจุดมุ่งหมายของข้อคำถาม (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2534; ภพเลาห์ไพบุลย์, 2537; ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี, 2542; สรศักดิ์ แพร่คำ, 2544; สุวรร กาญจนมยุร, 2545)

จากแนวคิดองค์ประกอบของทักษะการคิดคำนวณ สามารถสรุปองค์ประกอบของทักษะการคิดคำนวณ ประกอบด้วย ทักษะการบวก ทักษะการลบ ทักษะการคูณ และทักษะการหาร โดยสร้างเป็นแบบวัดทักษะการคิดคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดนครสวรรค์ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญและพิจารณาค่าความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index Item of Objective Congruence) (สมนึก ภัททิยธนี, 2544) ตรวจสอบคุณภาพรายข้อด้านความยากโดยหาสัดส่วนของจำนวนคนที่ตอบถูกในข้อนั้นกับคนที่สอบทั้งหมดและอำนาจจำแนก (Difficulty and Discrimination Power) โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมของแต่ละข้อ (Pearson Product-Moment Correlation Coefficient) ประเมินค่าความเที่ยงของแบบวัดด้วยวิธีการวัดความคงที่ภายในโดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Wiersma & Jure, 1990) จากนั้น วิเคราะห์ความตรงตามโครงสร้างโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) ส่วนเกณฑ์ปกติผู้วิจัยเลือกการใช้ในรูปตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ และคะแนนมาตรฐานสเตนไนน์ในการแปลความหมายความสามารถของผู้เรียนแบบอิงกลุ่ม ผู้วิจัยสรุปเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยดังภาพประกอบที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิจัยโดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive Research) โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยโดยสังเขปดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครสวรรค์ มีจำนวนโรงเรียนทั้งหมด 552 โรงเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 10,684 คน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครสวรรค์ จำนวน 23 โรงเรียนและจำนวน 782 คนได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) คำนวณตามกฎแห่งความชัดเจนของ Hair and Other (1998 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) กล่าวคือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างควรมี 10-20 เท่าของตัวแปรสังเกตได้ ซึ่งตามแนวคิดในการวิจัยมีตัวแปรสังเกตได้ 6 ตัวแปรสังเกตได้ จึงกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างไม่น้อยกว่า 700 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษา คือ คุณภาพของแบบวัด ได้แก่ 1) ความตรงเชิงเนื้อหา 2) ความตรงเชิงโครงสร้าง 3) ค่าความยากง่าย 4) ค่าอำนาจจำแนก 5) ค่าความเที่ยง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบวัดทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งมีลักษณะข้อคำถามเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ จำนวน

60 ข้อ ทักษะการบวก 15 ข้อ ทักษะการลบ 15 ข้อ ทักษะการคูณ 15 ข้อ ทักษะการหาร 15 ข้อ โดยการให้คะแนน ข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดให้ 0 คะแนน มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.36 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21 - 0.76 และค่าความเที่ยงโดยการวิเคราะห์ความคงที่ภายในด้วยวิธี KR-20 มีค่า 0.87 โดยมีวิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้ 1) กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบวัดทักษะการคิดคำนวณ 2) ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดคำนวณ 3) เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการของทักษะการคิดคำนวณ 4) เขียนข้อสอบตามนิยามขององค์ประกอบทักษะการคิดคำนวณ 5) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา 6) วิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก 7) วิเคราะห์ความเที่ยงของแบบวัด 8) วิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดทักษะการคิดคำนวณ 9) สร้างเกณฑ์ปกติ 10) เขียนคู่มือการดำเนินการสอบ 11) จัดพิมพ์เป็นรูปเล่มเพื่อจัดทำแบบวัดมาตรฐาน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยติดต่อประสานงานเพื่อขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ถึงผู้บริหารโรงเรียน ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครสวรรค์ เพื่อขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูล และดำเนินการวิจัย

2. ผู้วิจัยจัดตารางเวลาในการรวบรวมข้อมูล โดยทำการเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 และดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเองตั้งแต่เดือนมิถุนายน - เดือนกรกฎาคม 2555 โดยผู้วิจัยชี้แจงให้นักเรียนทราบว่าไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อนักเรียนในการทำแบบวัด เพื่อว่านักเรียนจะได้ให้ข้อมูลที่เป็นจริง และขอรับแบบวัดคืน ในวันเดียวกันจากนั้นนำแบบวัดที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ แล้วคัดเลือกแบบวัดที่สมบูรณ์และให้สอดคล้องกับแบบวัดที่ต้องการใช้จริงตามกลุ่มตัวอย่างที่ได้กำหนดไว้

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลนี้

1. วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปร ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ความเบ้ (Skewness) ความโด่ง (Kurtosis) การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ เพื่อศึกษาลักษณะการกระจาย และการแจกแจงของตัวแปร และเพื่อพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมของเมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่จะนำไปใช้ในกระบวนการวิเคราะห์และประมาณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของโมเดลสมการโครงสร้างของทักษะการคิดคำนวณ

2. วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยประยุกต์ใช้วิธีคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) ด้วยการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการของทักษะการคิดคำนวณทั้ง 4 องค์ประกอบที่ต้องการวัด เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ข้อสอบที่มีค่า (IOC) ตั้งแต่ 0.5 - 1.00 จำนวน 60 ข้อ

3. วิเคราะห์ค่าความยากง่าย โดยใช้สัดส่วนของจำนวนที่ตอบถูกในข้อนั้นกับคนที่สอบทั้งหมดของแบบวัดทักษะการคิดคำนวณ เพื่อคัดเลือกแบบวัดที่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม โดยพิจารณาแบบวัดที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.2 ถึง 0.8 จำนวน 60 ข้อ

4. วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมของแต่ละข้อ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Correlation Coefficient) เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (บัณฑิตา อินสมบัติ, 2554)

5. วิเคราะห์หาความเที่ยงของแบบวัดทักษะการคิดคำนวณ ด้วยวิธีการวัดความคงที่ภายในโดยใช้สูตร KR - 20 ซึ่งแบบวัดมีค่าความเที่ยงเท่ากับ .70

6. วิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดโดยวิเคราะห์องค์ประกอบของแบบวัดทักษะการคิดคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดนครสวรรค์ ด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

สรุปผลการวิจัย

1. การสร้างแบบวัดทักษะการคิดคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดนครสวรรค์ มีรายละเอียด ดังนี้

1.1 การสร้างแบบวัดแบบวัดทักษะการคิดคำนวณ ซึ่งมีลักษณะข้อคำถามเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 4 องค์ประกอบ จำนวน 60 ข้อ ทักษะการบวก 15 ข้อ ทักษะการลบ 15 ข้อ ทักษะการคูณ 15 ข้อ ทักษะการหาร 15 ข้อ โดยการให้คะแนน ข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดให้ 0 คะแนน

1.2 ความตรงเชิงเนื้อหา ของแบบวัดทักษะการคิดคำนวณ พิจารณาจากดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการจากผู้เชี่ยวชาญมีค่าดัชนีความสอดคล้อง มากกว่า .50 ทุกข้อ

1.3 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดทักษะการคิดคำนวณ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม จำนวน 60 ข้อ แสดงผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 1



ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อด้านค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะการคิด
คำนวณ

ข้อที่	คุณภาพของข้อสอบ		ข้อที่	คุณภาพของข้อสอบ	
	p	R		P	R
ทักษะการบวก			ทักษะการคูณ		
1	0.80	0.30	31	0.67	0.47
2	0.52	0.37	32	0.65	0.47
3	0.77	0.30	33	0.64	0.45
4	0.77	0.25	34	0.65	0.44
5	0.79	0.32	35	0.65	0.40
6	0.80	0.30	36	0.66	0.38
7	0.80	0.20	37	0.60	0.48
8	0.55	0.26	38	0.54	0.45
9	0.52	0.38	39	0.60	0.37
10	0.58	0.40	40	0.33	0.25
11	0.65	0.45	41	0.54	0.41
12	0.71	0.38	42	0.50	0.48
13	0.76	0.39	43	0.51	0.40
14	0.33	0.31	44	0.46	0.25
15	0.31	0.37	45	0.37	0.25
ทักษะการลบ			ทักษะการหาร		
16	0.80	0.27	46	0.61	0.36
17	0.57	0.37	47	0.54	0.30
18	0.70	0.32	48	0.45	0.28
19	0.80	0.21	49	0.39	0.21
20	0.80	0.32	50	0.43	0.30
21	0.75	0.32	51	0.41	0.29
22	0.80	0.29	52	0.42	0.34
23	0.73	0.46	53	0.44	0.25
24	0.53	0.49	54	0.42	0.30
25	0.74	0.40	55	0.38	0.26
26	0.71	0.47	56	0.38	0.33
27	0.69	0.51	57	0.37	0.28
28	0.46	0.35	58	0.46	0.28
29	0.39	0.33	59	0.43	0.29
30	0.33	0.30	60	0.37	0.28

1.4 ค่าความเที่ยงแบบวัดทักษะการคิดคำนวณ ด้วยวิธีการวัดความกว้างภายในโดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) จำแนกตามองค์ประกอบได้ ดังนี้ ทักษะการบวก มีค่าความเที่ยง .80 ทักษะการลบ มีค่าความเที่ยง .84 ทักษะการคูณ มีค่าความเที่ยง .82 และทักษะการหาร มีค่าความเที่ยง .81 แบบวัดทั้งฉบับ มีค่าความเที่ยง .92 แสดงดังผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าความเที่ยงของแบบวัด

องค์ประกอบ	จำนวนข้อ	ค่าความเที่ยง
ทักษะการบวก	15	.80
ทักษะการลบ	15	.84
ทักษะการคูณ	15	.82
ทักษะการหาร	15	.81
แบบวัดทั้งฉบับ	60	.92

2. ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดทักษะการคิดคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดนครสวรรค์ พบว่า แบบวัดทักษะการคิดคำนวณประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ มีค่าไค-สแควร์ เท่ากับ 3578.47, $p = 0.00$ ที่องศาอิสระ (df) 1656 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) .87 และดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) .85 ดัชนีความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) 0.97 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของเศษเหลือ (RMR) มีค่า .013 ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) มีค่า .039 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SRMR) .058 แสดงผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง

ดัชนีทดสอบความกลมกลืน	ผลการวิเคราะห์
ระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit)	
Chi-square	3578.47
Df (Degrees of freedom)	1656
GFI (Goodness of Fit Index)	.87
AGFI (adjusted)	.85
RMR (Root Mean Squared Residual)	.013
RMSEA (Error of Approximation)	.039
CFI (Comparative Fit Index)	0.97
SRMR (Standardized RMR : Fit Residuals Matrix)	.058

2.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง พบว่า แบบวัดทักษะการคิดคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ข้อคำถาม 60 ข้อ จำแนกตามองค์ประกอบดังนี้

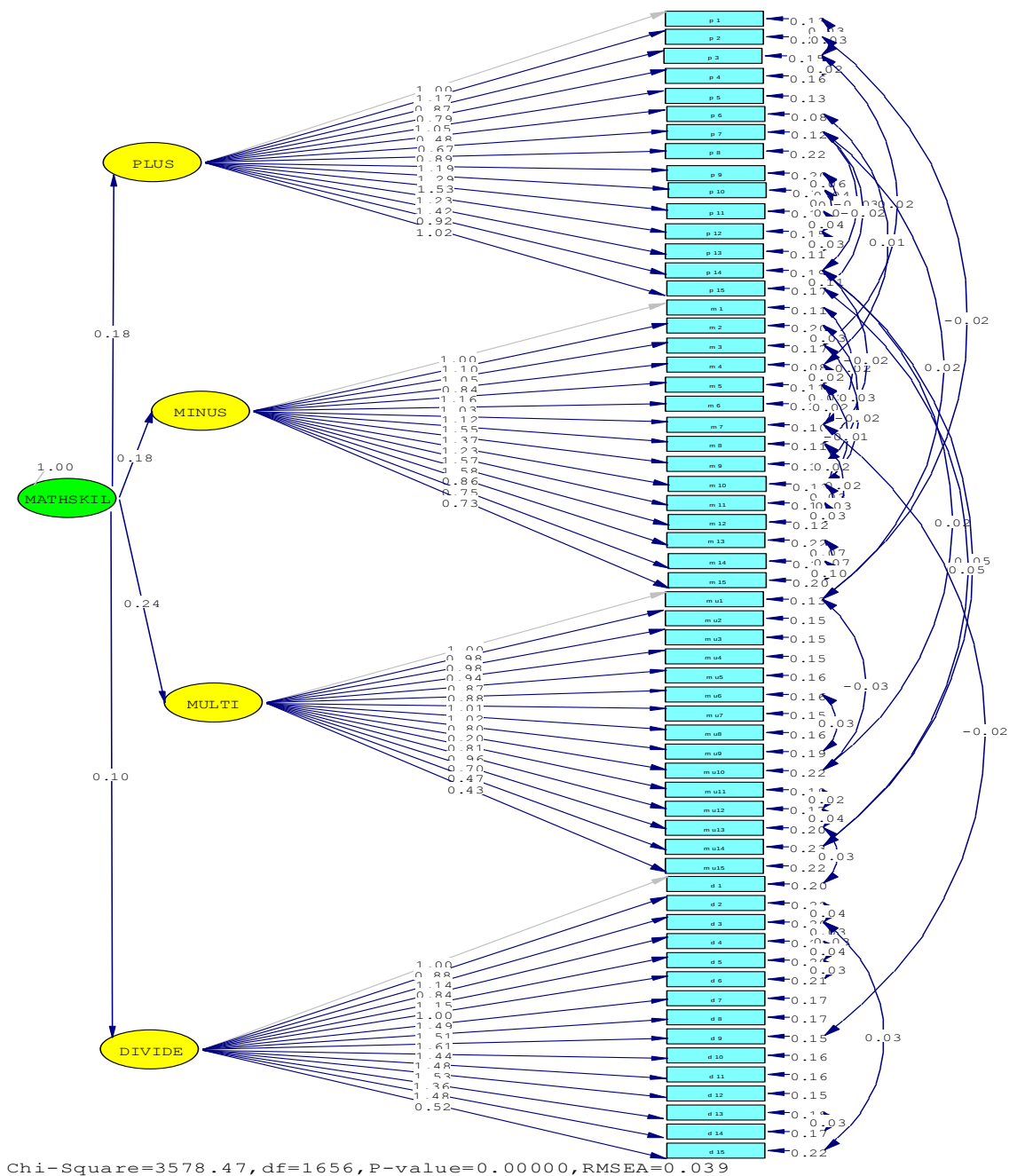
2.1.1 แบบวัดทักษะการคิดคำนวณ ด้านทักษะการบวก จำนวน 15 ข้อ พบว่า ข้อคำถามทุกข้อ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ตั้งแต่ .48 - 1.53 ค่า t มีค่าระหว่าง 7.08 - 11.26 และ R^2 มีค่าระหว่าง .09 - .40

2.1.2 แบบวัดทักษะการคิดคำนวณ ด้านทักษะการลบ จำนวน 15 ข้อ พบว่า ข้อคำถามทุกข้อ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ตั้งแต่ .73 - 1.58 ค่า t มีค่าระหว่าง 7.26-13.06 และ R^2 มีค่าระหว่าง .09 - .46

2.1.3 แบบวัดทักษะการคิดคำนวณ ด้านทักษะการคูณ จำนวน 15 ข้อ พบว่า ข้อคำถามทุกข้อ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ตั้งแต่ .20 - 1.02 ค่า t มีค่าระหว่าง 3.21-14.25 และ R^2 มีค่าระหว่าง .02 - .39

2.1.4 แบบวัดทักษะการคิดคำนวณ ด้านทักษะการหาร จำนวน 15 ข้อ พบว่า ข้อคำถามทุกข้อ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ตั้งแต่ .52 - 1.61 ค่า t มีค่าระหว่าง 4.71- 9.36 และ R^2 มีค่าระหว่าง .04 - .38

2.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบของแบบวัดทั้งฉบับ มีค่าตั้งแต่ .10 - .24 จำแนกได้ดังนี้ องค์ประกอบด้านทักษะการบวก มีน้ำหนักองค์ประกอบ .18 ค่า t มีค่า 12.42 R^2 มีค่า .90 ส่วนองค์ประกอบด้านทักษะการลบ มีน้ำหนักองค์ประกอบ .18 ค่า t มีค่า 13.74 R^2 มีค่า .88 ส่วนองค์ประกอบด้านทักษะการคูณ มีน้ำหนักองค์ประกอบ .24 ค่า t มีค่า 15.70 R^2 มีค่า .64 และองค์ประกอบด้านทักษะการหาร มีน้ำหนักองค์ประกอบ .10 ค่า t มีค่า 8.27 R^2 มีค่า .26 แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่ 2 แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองของแบบวัดทักษะการคิดคำนวณ
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดนครสวรรค์

3. เกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะการคิดคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาระดับทักษะการคิดคำนวณ 3 ระดับคือ สูง ปานกลางและต่ำ ผู้ที่มีทักษะการคิดคำนวณระดับสูงมีคะแนนดิบตั้งแต่ 45 - 60 คะแนน มีตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ ตั้งแต่ 77.01 ขึ้นไปและอยู่ในช่วงสแตตไนน์ที่ 7 - 9 นักเรียนที่มีทักษะการคิดคำนวณระดับปานกลาง มีคะแนนดิบ ตั้งแต่ 25 - 44 คะแนน มีตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ ตั้งแต่ 23.01- 77.00 และอยู่ในช่วง สแตตไนน์ที่ 4- 6 และนักเรียนที่มีทักษะการคิดคำนวณ ระดับต่ำมีคะแนนดิบตั้งแต่ 0 - 24 คะแนน มีตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ตั้งแต่ 0 - 23.00 และอยู่ในช่วงสแตตไนน์ที่ 1- 3 แสดงเกณฑ์สำหรับเปรียบเทียบคะแนนดิบกับตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ และคะแนนมาตรฐานสแตตไนน์ของแบบวัดทักษะการคิดคำนวณ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะการคิดคำนวณ

คะแนนดิบ	PR	สแตตไนน์	คะแนนดิบ	PR	สแตตไนน์	คะแนนดิบ	PR	สแตตไนน์
8	0.06	1	25	25.44	4	43	73.84	6
9	0.19	1	26	28.51	4	44	75.83	6
10	0.38	1	27	31.07	4	45	77.81	7
11	0.83	1	28	33.50	4	46	80.05	7
12	1.40	1	29	36.12	4	47	81.58	7
13	1.72	1	30	38.29	4	48	82.80	7
14	2.30	1	31	40.72	5	49	84.01	7
15	3.51	1	32	43.60	5	50	85.86	7
16	5.11	2	33	46.73	5	51	88.17	7
17	6.58	2	34	50.25	5	52	89.70	8
18	8.24	2	35	53.38	5	53	91.04	8
19	10.16	2	36	56.07	5	54	92.26	8
20	12.21	3	37	58.56	5	55	93.79	8
21	14.57	3	38	61.38	6	56	95.78	8
22	17.39	3	39	64.25	6	57	97.25	9
23	20.39	3	40	66.68	6	58	98.46	9
24	22.76	3	41	69.24	6	59	99.29	9
			42	71.67	6	60	99.74	9

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากการสร้างเครื่องมือได้เครื่องมือที่เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ซึ่งแยกตามองค์ประกอบได้ ดังนี้ องค์ประกอบด้านทักษะการบวก 15 ข้อ ด้านทักษะการลบ 15 ข้อ ด้านทักษะการคูณ 15 ข้อ และด้านทักษะการหาร 15 ข้อ จากดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง มากกว่า .50 ทุกข้อ แสดงว่าข้อคำถามทั้ง 60 ข้อ มีความตรงเชิงเนื้อหา ดังที่ลิเนหา เมืองมูล (2545, น. 103) ได้กล่าวไว้ว่า จำนวนข้อคำถามในเครื่องมือวัดทักษะการคิดคำนวณในด้านต่าง ๆ นั้น ควรมีจำนวนมากพอที่จะจับแนวโน้มจากคำตอบได้ ซึ่งปกติไม่ควรต่ำกว่า 10 ข้อ จึงกล่าวได้ว่า แบบวัดทักษะการคิดคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดนครสวรรค์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ มีจำนวนข้อที่พอเหมาะสำหรับการใช้กับนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ สามารถจำแนกความสามารถนักเรียนที่มีทักษะการคิดคำนวณ ทั้ง 4 องค์ประกอบที่แตกต่างออกจากกันได้ พบว่า แบบวัดทักษะการคิดคำนวณ จำนวน 60 ข้อ แบ่งเป็นด้านทักษะการบวก จำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.31 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.45 ด้านทักษะการลบ จำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.33 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21 ถึง 0.51 ด้านทักษะการคูณ จำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.33 ถึง 0.67 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.48 ด้านทักษะการหาร จำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.37 ถึง 0.61 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21 ถึง 0.36 ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยง ในแต่ละองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบด้านทักษะการบวก มีค่าความเที่ยง.80 ด้านทักษะการลบ มีค่าความเที่ยง.84 ด้านทักษะการคูณ มีค่าความเที่ยง.82 และด้านทักษะการหาร มีค่าความเที่ยง.81 เมื่อเทียบกับเกณฑ์การพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง ตามแนวของการ์เรตต์ (Garrett อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, น. 136) แล้วถือว่าค่าความเที่ยงของแบบวัด มีค่าความเที่ยงอย่างต่ำ .70 ถือว่าแบบวัดทักษะการคิดคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดนครสวรรค์ มีความเที่ยงที่เชื่อถือได้

2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองขององค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ข้อคำถาม 60 ข้อ พบว่าโมเดลที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยมีค่าไคสแควร์เท่ากับ 3578.47, $p = 0.00$ ทิ้งเสาอิสระเท่ากับ 1656 แต่ค่าไคสแควร์ขึ้นอยู่กับขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (กลุ่มตัวอย่าง 782 คน) และดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ .87 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ .85 ดัชนีความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 0.97 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของเศษเหลือ (RMR) เท่ากับ .013 ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA)

เท่ากับ .039 ดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SRMR) เท่ากับ .058 นั้น แสดงว่าโมเดลองค์ประกอบมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ตามแนวคิดของ ไคแมน โพลอส และซิกักัว (Diamantopoulos & Siguaw, 2000) ซึ่งแสดงว่าข้อคำถามทั้ง 60 ข้อ สามารถวัดได้ตรงตาม องค์ประกอบทั้ง 4 องค์ประกอบ

3. เกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะการคิดคำนวณ จำแนกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ นักเรียนที่มีทักษะการ คิดคำนวณระดับสูง คือ สเตโนไนท์ 7-9 มีตำแหน่งเปอร์เซนไทล์มากกว่า 77.01 ขึ้นไป นักเรียนที่มีทักษะ การคิดคำนวณระดับปานกลาง คือ สเตโนไนท์ 4-6 มีตำแหน่งเปอร์เซนไทล์ ตั้งแต่ 23.01 ถึง 77.00 และ นักเรียนที่มีทักษะการคิดคำนวณระดับต่ำ คือ สเตโนไนท์ 1-3 มีตำแหน่งเปอร์เซนไทล์ น้อยกว่า 23.00 ลงมา ซึ่งการกำหนดเกณฑ์ปกติโดยใช้คะแนนมาตรฐานสเตโนไนท์ มีข้อดีคือสามารถแบ่งระดับความสามารถ ของผู้เรียนเป็นช่วงคะแนนที่ชัดเจน โดยสามารถแบ่งระดับช่วงคะแนนความสามารถของผู้เรียนได้ 9 ระดับคะแนน ซึ่งทำให้ง่ายต่อการแปลความหมายคะแนน และการกำหนดเกณฑ์ดังกล่าวสอดคล้องกับ หลักการยึดความแตกต่างระหว่างบุคคล (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2553, น. 201) และเนื่องจากกลุ่มตัวอย่างในการ วิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ของโรงเรียนในสังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครสวรรค์ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้ในการสร้างเกณฑ์ปกติ ด้วยเหตุ ดังกล่าวนี้นี้ ครูจะต้องพยายามจัดกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อให้ให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกฝน และพัฒนาทักษะ การคิดคำนวณ กิจกรรมการเรียนที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ อย่าง หลากหลาย ค้นพบหรือสร้างความรู้ด้วยตนเองให้มีโอกาสปฏิบัติจริงจากประสบการณ์ตรง เพื่อให้ครู สามารถพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของผู้เรียน ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความทันสมัย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. จากผลการวิจัย พบว่าแบบวัดทักษะการคิดคำนวณตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยภาพรวมเป็นแบบวัดที่มีคุณภาพด้านความตรง ความยากง่าย อำนาจจำแนก และค่า ความเที่ยง ดังนั้นโรงเรียนควรนำแบบวัดทักษะการคิดคำนวณตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ไปใช้วัดทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อวัดระดับ ทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนคือ ทักษะการบวก ทักษะการลบ ทักษะการคูณและทักษะการหาร สูง ปานกลาง และต่ำจากคะแนนดิบที่นักเรียนได้

2. เมื่อมีการวินิจฉัยผู้เรียนโดยใช้แบบวัดทักษะการคิดคำนวณที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้ว ควรมีการ นำผลการวัดไปใช้ในการวางแผนการพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะ ที่สอดคล้องกับหลักสูตร

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยและพัฒนาแบบวัดทักษะการคิดคำนวณตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาเพื่อจะได้เครื่องมือวัดทักษะการคิดคำนวณ สำหรับนักเรียนทุกระดับชั้น ซึ่งผลการวัดจะทำให้ทราบข้อมูลเหล่านี้ เพื่อศึกษาและพัฒนาต่อไป
2. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบทักษะการคิดคำนวณของนักเรียน โดยเปรียบเทียบระหว่างอายุระดับชั้นเรียน และสถานสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมที่แตกต่าง เพื่อได้ข้อมูลสารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผู้เรียนอย่างแท้จริง
3. ควรมีการศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อระดับทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนไปเป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนและจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดคำนวณในแต่ละองค์ประกอบได้ตรงตามสภาพที่แท้จริงของนักเรียน

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ. (2545). *สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ.
- กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ. (2545). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- บัณฑิตา อินสมบัติ. (2554, พฤษภาคม-สิงหาคม). ข้อพิจารณาในการคัดเลือกข้อคำถามที่มีอำนาจการจำแนก. *วารสารวิชาการบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*, 6(16), 1-12.
- ล้วน สายยศ, และอังคณา สายยศ. (2543). *หลักการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: บริษัทศึกษาพร จำกัด.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือการวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2544). *การวัดผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กทม: ประสานการพิมพ์.
- สินหา เมืองมูล. (2545). *การพัฒนาเครื่องมือวัดความรู้สึกและเหตุผลการแสดงพฤติกรรมการอยู่ร่วมกันทางสังคมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต (การวัดและการประเมินผลการศึกษา). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2542). *โมเดลลิสเรล: สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญเชิด ญูญอนันตพงษ์. (2545). *ประมวลสาระชุดวิชา การพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินการศึกษา (หน่วยที่ 3)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.



พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2553). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: บริษัท เข้าส์ ออฟ เคอร์มิสท์ จำกัด.

Bollen, K.A, (1989). *Structural Equations with Latent Variables*. New York: Wiley.

Diamantopoulos, A. & Siguaw, A.D. (2000). *Introducing LISREL: A guide for the uninitiated*. Sage Publications, London.

Wiersma, W. and Jurs, D.G. (1990). *Educational Measurement and Testing*. 2nd ed. Boston: Allyn and Bacon.
