

การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการคิดคำนวณและการให้เหตุผล กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลำปางเขต 2

The calculation and reasoning skills in mathematics learning area
diagnostic test development for Prathom Suksa III students in
Lampang primary education service area 2

ธวัชินี มาหล้า^{1*} บุญศรี พรหมมาพันธุ์¹ และ นวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม¹
Thawachinee Mala^{1*} Boonsri Prommapun¹ and Nuansanae Wongchirdtum¹

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการคิดคำนวณและการให้เหตุผล กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลำปาง เขต 2 และ (2) ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการคิดคำนวณและการให้เหตุผล กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลำปาง เขต 2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลำปางเขต 2 จำนวน 452 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการคิดคำนวณและการให้เหตุผล กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความตรง ค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) แบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้น ประกอบด้วย 2 ทักษะ คือ ทักษะการคิดคำนวณและทักษะการให้เหตุผล กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทักษะการคิดคำนวณ ได้แก่ การบวกการลบ การคูณการหาร และการบวก ลบ คูณ หารระคนและทักษะการให้เหตุผล ได้แก่ โจทย์ปัญหาการบวก โจทย์ปัญหาการลบ โจทย์ปัญหาการคูณ โจทย์ปัญหาการหาร และ โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน และ (2) แบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการคิดคำนวณและการให้เหตุผล มีคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.96 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.34-0.74 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.24-0.91 ดังนั้น สรุปได้ว่าแบบทดสอบมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

คำสำคัญ: แบบทดสอบวินิจฉัย ทักษะการคิดคำนวณและการให้เหตุผล คณิตศาสตร์ ประถมศึกษา

¹ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นนทบุรี 11120

¹ School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi 11120

* Corresponding author. Email: thawachinee2513@gmail.com

Abstract

The purposes of this research were (1) to construct a diagnostic test on calculation and reasoning skills in the Mathematics Learning Area for Prathom Suksa III students in Lampang Primary Education Service Area 2; and (2) to verify quality of the constructed diagnostic test on calculation and reasoning skills in the Mathematics Learning Area for Prathom Suksa III students in Lampang Primary Education Service Area 2. The research sample consisted of 452 Prathom Suksa III students studying in Lampang Primary Education Service Area 2, obtained by stratified random sampling. The instrument employed in this research was a diagnostic test on calculation and reasoning skills in the Mathematics Learning Area. Statistics for data analysis were the validity index, reliability coefficient, difficulty index, and discrimination index.

Research findings revealed that (1) the constructed diagnostic test was composed of 2 skills, namely, calculation skills and reasoning skills in the Mathematics Learning Area; the calculation skills comprised addition; subtraction; multiplication; division; and the combination of addition, subtraction, multiplication, and division skills; on the other hand, the reasoning skills comprised word problems of addition; word problems of subtraction; word problems of multiplication; word problems of division; and the combination of word problems of addition, subtraction, multiplication, and division; and (2) the constructed diagnostic test of calculation skills and reasoning skills in the Mathematics Learning Area was found to have content validity; reliability coefficient of 0.96; difficulty indices ranging from 0.34-0.74; and discrimination indices ranging from 0.24-0.91. Thus, it could be concluded that quality of the test met the pre-determined criteria.

Keywords: diagnostic test, calculation skills and reasoning skills, mathematics, Prathom Suksa

บทนำ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ได้กำหนดให้มีการปฏิรูปการศึกษา ในทศวรรษที่สอง (พ.ศ. 2552-2561) โดยกำหนด จุดเน้นการพัฒนาผู้เรียนเพื่อการขับเคลื่อนหลักสูตร การจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ในด้านความสามารถและทักษะ กำหนดให้ผู้เรียนระดับชั้น ป.1-3 ต้องอ่านออก เขียนได้ คิดเลขเป็น มีทักษะการคิด ขั้นพื้นฐาน ทักษะชีวิต ทักษะการสื่อสารอย่างสร้างสรรค์ ตามช่วงวัย ยกเว้นผู้ที่มีข้อบกพร่องในการเรียนรู้ ต้องได้รับการพัฒนาตามศักยภาพ สนับสนุนรูปแบบการพัฒนาครูและสื่อ นำหลักการเรียนรู้บนพื้นฐานความ เข้าใจเรื่องสมอง ส่งเสริมการพัฒนาแนวการจัดการ

เรียนรู้ตามความแตกต่างระหว่างบุคคลในห้องเรียนที่มีนักเรียน มีระดับความรู้ ความสามารถแตกต่างกันอย่างมาก (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553)

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ลำปาง เขต 2 ได้กำหนดนโยบายให้โรงเรียนในสังกัด ดำเนินการพัฒนาให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 อ่านออก เขียนได้ คิดเลขเป็นทุกคน เพื่อตอบสนอง นโยบายของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้น พื้นฐานดังกล่าว โดยให้ทุกโรงเรียนถือเป็นนโยบาย สำคัญในการเร่งรัดพัฒนาการคิดเลขเป็น ดังกล่าว อย่างเคร่งครัด แต่จากรายงานผลการประเมิน คุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อการประกัน คุณภาพผู้เรียน (NT) ปี 2558 ระดับชั้นประถมศึกษา

ปีที่ 3 (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ลำปางเขต 2, 2558) พบว่า ผลการประเมินคุณภาพ การศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อประกันคุณภาพผู้เรียน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 (NT) ในระดับเขตพื้นที่ การศึกษาความสามารถด้านภาษา มีคะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 46.84 ความสามารถด้านคำนวณ มีคะแนน เฉลี่ยร้อยละ 40.87 และความสามารถด้านเหตุผล มี คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 47.79 และในระดับประเทศ ความสามารถด้านภาษา มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 46.57 ความสามารถด้านคำนวณ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 41.22 และความสามารถด้านเหตุผล มีคะแนน เฉลี่ยร้อยละ 48.67 เมื่อเปรียบเทียบกับในระดับเขตพื้นที่ การศึกษากับระดับประเทศพบว่าสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษาลำปางเขต 2 มีคะแนนเฉลี่ย ของผลการประเมินคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2558 สูงกว่า ระดับประเทศ 1 ด้าน คือ ด้านภาษาและต่ำกว่า ระดับประเทศ 2 ด้าน คือ ด้านคำนวณและด้าน เหตุผล ทั้งนี้อาจเป็นสาเหตุมาจากนักเรียนที่มีปัญหา ในคิดคำนวณและการให้เหตุผล เพราะการประเมิน คุณภาพการศึกษาระดับชาติ (NT) ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 มีจุดเน้นการประเมิน ด้านการ อ่านออก เขียนได้ คิดคำนวณได้ จึงทำให้ผลการ ทดสอบต่ำกว่าระดับประเทศ ซึ่งทางสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลำปาง เขต 2 ได้มี นโยบายการแก้ไขปัญหานักเรียนที่คิดคำนวณและให้ เหตุผลไม่ได้เป็นรายบุคคล และการป้องกันนักเรียน ทุกคน ไม่ให้เกิดปัญหาการคิดคำนวณและการให้ เหตุผลตั้งแต่ปีการศึกษา 2553 จนถึงปัจจุบันยังมี นักเรียนที่มีปัญหาการคิดคำนวณและการให้เหตุผล

ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากตัวครูที่ขาดการวิเคราะห์ ทบทวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของตนเอง ปลดปล่อยละเลยให้ปัญหาเล็กๆ ค่อยๆสะสมจนเป็น ดินพอกหางหมู ไม่มีการวิเคราะห์ปัญหาของนักเรียน เป็นรายบุคคล ทำให้แก้ปัญหาไม่ตรงจุด (ศิวกานท์, 2554)

ยุพิน (2545) กล่าวว่าจุดประสงค์ในการสอน วิชาคณิตศาสตร์ ต้องการให้นักเรียนมีความรู้ความ เข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ มีเหตุผล มีทักษะการคิด คำนวณ สามารถนำความรู้ความเข้าใจและทักษะ ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันและเป็น พื้นฐานในการศึกษาต่อไป นอกจากทักษะการคิด คำนวณที่เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ของนักเรียนแล้ว ทักษะการให้เหตุผลก็เป็นอีกหนึ่งทักษะที่มี ความสำคัญในการเรียนรู้ของนักเรียน สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) ได้ระบุถึงการให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์ไว้ว่าการ สอนคณิตศาสตร์กับ ความเป็นเหตุเป็นผล คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีประโยชน์ในด้านที่ต้องใช้ ความคิด ความมีเหตุผลและเป็นเครื่องมือพัฒนา ความคิดและได้ฝึกสมอง

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงเห็นถึง ความสำคัญของปัญหาทักษะคิดคำนวณและการให้ เหตุผลของนักเรียน จึงมีความสนใจในการพัฒนา แบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการคิดคำนวณและการให้ เหตุผล กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาลำปาง เขต 2 เพื่อให้ได้แบบทดสอบ วินิจฉัยทักษะการคิดคำนวณและการให้เหตุผลที่มี คุณภาพ สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการ

จัดการเรียนรู้ และเป็นแนวทางให้ครูได้วางแผน
แก้ไข ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนของตนเอง
โดยมีกรอบในการวิจัยดัง (Figure 1)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการ
คิดคำนวณและการให้เหตุผล กลุ่มสาระการเรียนรู้

คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
ในเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลำปาง เขต 2

2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวินิจฉัย
ทักษะการคิดคำนวณและการให้เหตุผล กลุ่มสาระ
การเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 3 ในเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลำปาง เขต 2

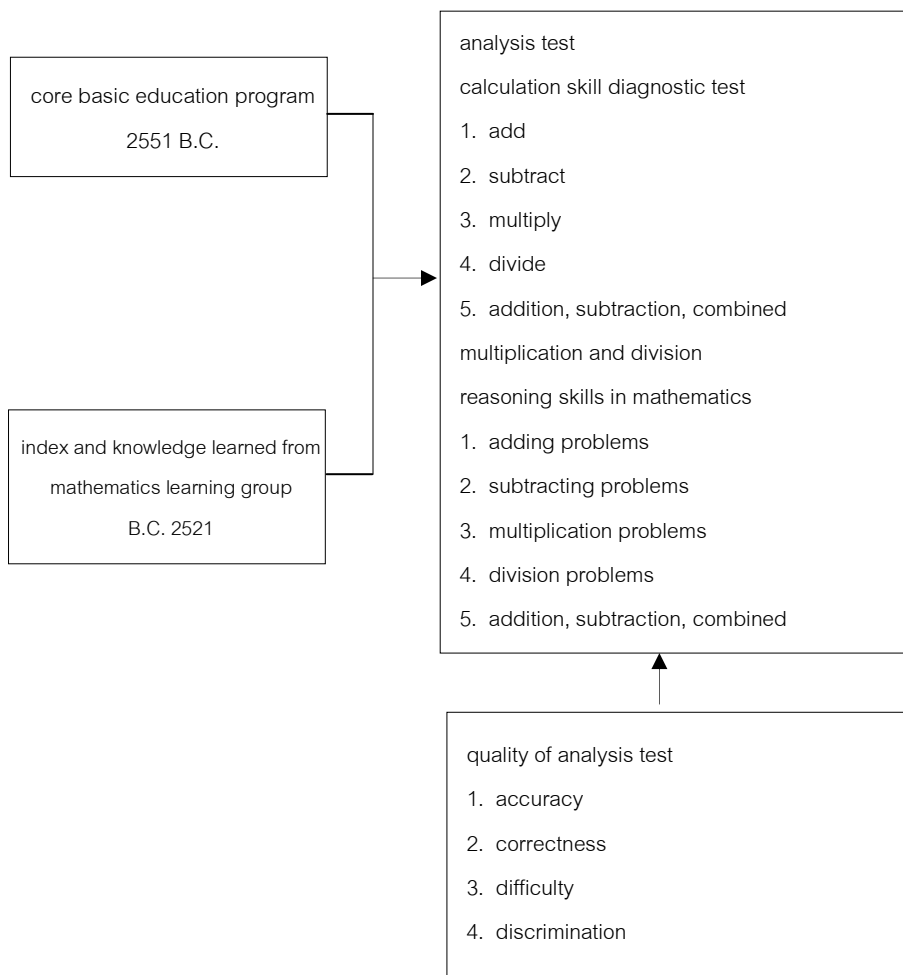


Figure 1 Research methodology framework.

วิธีการศึกษา

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2559 ของโรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลำปาง เขต 2 จำนวน 132 โรงเรียน นักเรียนจำนวน 1,435 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลำปาง เขต 2 จำนวนนักเรียน 452 คน ซึ่งผู้วิจัยทำซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (stratified random Sampling) มีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (strata) และมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (sampling unit) โดยสุ่มร้อยละ 20 ของโรงเรียน จำแนกตามขนาดโรงเรียนได้จำนวน 26 โรงเรียน จำนวน 31 ห้องเรียน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการคิดคำนวณและการให้เหตุผลกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ชุด คือ

ชุดที่ 1 แบบทดสอบเพื่อสำรวจ ลักษณะของแบบทดสอบเป็นโจทย์ที่ให้นักเรียนแสดงวิธีทำและอธิบายเหตุผล เพื่อสำรวจและรวบรวมคำตอบผิดและข้อบกพร่องต่างๆ ในแต่ละขั้นตอนการคิดการเขียนตอบของนักเรียน ซึ่งมีข้อสอบ 2 ฉบับ ประกอบด้วย

ฉบับที่ 1 ทักษะการคิดคำนวณ จำนวนทั้งสิ้น 50 ข้อ แบ่งเป็น 5 เรื่อง คือการบวก 10 ข้อ การลบ 10 ข้อ การคูณ 10 ข้อ การหาร 10 ข้อ และการบวก ลบ คูณ หารระคน 10 ข้อ

ฉบับที่ 2 ทักษะการให้เหตุผลคณิตศาสตร์ จำนวนทั้งสิ้น 30 ข้อ แบ่งเป็น 5 เรื่อง คือโจทย์ปัญหาการบวก 6 ข้อ โจทย์ปัญหาการลบ 6 ข้อ โจทย์ปัญหาการคูณ 6 ข้อ โจทย์ปัญหาการหาร 6 ข้อ และ โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน 6 ข้อ

นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปหาความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยนำแบบทดสอบทักษะการคิดคำนวณ จำนวน 50 ข้อ และแบบทดสอบทักษะการให้เหตุผลคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ พร้อมด้วยตัวชี้วัด และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ทำการพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อทั้งโจทย์และตัวเลือกตอบว่าวัดได้ตรงกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่ พิจารณาด้านรูปแบบของแบบทดสอบ และความชัดเจนของภาษา ซึ่งแบบทดสอบทั้งสองฉบับ มีค่า IOC มากกว่า .50 ขึ้นไป

ชุดที่ 2 แบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการคิดคำนวณและการให้เหตุผลคณิตศาสตร์

การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการคิดคำนวณและการให้เหตุผลคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

1. นำแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการคิดคำนวณ จำนวน 50 ข้อ ทักษะการให้เหตุผลคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 1 เพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อ นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์รายข้อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) โดยใช้สูตรของเบรนนัน และหาจุดตัดเพื่อแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก

ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ได้ข้อสอบทักษะการคิดคำนวณ จำนวน 50 ข้อ และทักษะการให้เหตุผล จำนวน 30 ข้อ

2. นำข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกไปทดสอบ กับกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 2 เพื่อใช้ในการตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับ นำผลการทดสอบมาตรวจสอบคุณภาพรายข้อ และตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับ โดยหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร ไบโนเมียลของโลเวทท์ นอกจากนี้หาคะแนนจุดตัด โดยใช้สูตรของบุญเชิด โดยดัดแปลงแนวคิดของซีแชนและเดวิส (Sheehan and Davis) ซึ่งใช้ กับแบบทดสอบอิงเกณฑ์ เพื่อใช้ในการตัดสินว่า ใครผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์ เพื่อจะได้นำมาวินิจฉัย ได้ถูกต้อง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวม ข้อมูล ดังนี้

3.1 ติดต่อกับมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช เพื่อขอความอนุเคราะห์ทำหนังสือแจ้งไปยังโรงเรียน ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ลำปางเขต 2 ที่เป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างเพื่อขอความร่วมมือในการนำแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการคิด คำนวณและการให้เหตุผลคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้ และการจัดเก็บข้อมูล

3.2 ประสานงานกับโรงเรียนที่เป็นกลุ่ม ตัวอย่าง เพื่อกำหนดวันและเวลาในการทดสอบ

3.3 นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ไปทำการ ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 83 คน ในวันที่ 7-11 พฤศจิกายน 2559 เพื่อสำรวจข้อบกพร่องของ นักเรียน แล้วนำข้อบกพร่องของนักเรียนจากการทดสอบ มาพัฒนาเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยแบบ 4 ตัวเลือก

3.4 นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นจาก การดำเนินการตามข้อ 3.3 ไปทำการทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 116 คน ในวันที่ 23-27 มกราคม 2560 แล้วนำข้อมูลมาทำการ วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ ทำการคัดเลือกข้อทดสอบ ที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้

3.5 นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปทดสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 253 คน ในวันที่ 20-24 กุมภาพันธ์ 2560 เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หา คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยและสรุปข้อบกพร่อง

ผลการศึกษา

ตอนที่ 1 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการ คิดคำนวณและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 2 ฉบับ

จาก (Table 1) พบว่าแบบทดสอบวินิจฉัย ทักษะการคิดคำนวณและการให้เหตุผลคณิตศาสตร์ ทั้ง 2 ฉบับ โดยฉบับที่ 1 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.34-0.72 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.24-0.90 และมีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.71-0.93 ส่วนค่า ความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ 0.97 สำหรับฉบับที่ 2 มีค่า ความยากอยู่ระหว่าง 0.41-0.74 มีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.28-0.91 มีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.73- 0.89 ส่วนค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ 0.96 และจาก การสรุปภาพรวม พบว่าแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะ การคิดคำนวณและการให้เหตุผลคณิตศาสตร์ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.34-0.74 มีค่าอำนาจ จำแนกอยู่ระหว่าง 0.2-0.91 และมีค่าความเที่ยง ทั้งฉบับเท่ากับ 0.96

Table 1 Difficulty index, discrimination index and reliability coefficient of both mathematics' calculation skills and reasoning skills diagnostics test.

skills	details	number of test (k)	difficulty index (p)	discrimination index (B)	reliability coefficient (r_{cc})
calculation	adding	10	0.34-0.63	0.55-0.83	0.84
	subtraction	10	0.48-0.64	0.54-0.90	0.77
	multiplication	10	0.53-0.64	0.53-0.81	0.71
	division	10	0.53-0.68	0.24-0.68	0.81
	addition subtraction	10	0.53-0.72	0.52-0.89	0.93
	multiplication and division				
conclude calculation skills		50	0.34-0.72	0.24-0.90	0.97
reasoning	adding problems	6	0.48-0.74	0.28-0.84	0.82
skills in	subtracting problems	6	0.45-0.62	0.55-0.87	0.88
mathematics	multiplying problems	6	0.41-0.65	0.55-0.91	0.75
	division problems	6	0.46-0.59	0.60-0.86	0.89
	addition subtraction multiplication	6	0.48-0.72	0.32-0.82	0.73
	division problems				
conclusion mathematics reasoning skills		30	0.41-0.74	0.28-0.91	0.96
overall conclusion		80	0.34-0.74	0.24-0.91	0.96

Table 2 Basic statistics of mathematics' calculation skills and reasoning skills diagnostics test.

skills	criterion score	cut-off score	$\bar{x}$	S.D.	r_{cc}	S.E. _{meas.}
calculation skills (50 items)	30	35 (percentage 70.00)	28.93	15.94	0.97	2.76
reasoning skills (30 items)	18	20 (percentage 66.67)	16.75	9.61	0.96	2.15

จาก (Table 2) พบว่าแบบทดสอบวินิจฉัย คณิตศาสตร์ มี 2 ทักษะ รวมจำนวน 80 ข้อ
 ทักษะการคิดคำนวณและทักษะการให้เหตุผลทาง แบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการคิดคำนวณจำนวน 50 ข้อ

คะแนนจุดตัดที่ร้อยละ 70.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์คะแนนจุดตัดและมีค่าเฉลี่ยที่เหมาะสม ($\bar{x} = 28.93$) และแบบทดสอบวินิจัยทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ คะแนนจุดตัดที่ร้อยละ 66.67 ซึ่งผ่านเกณฑ์คะแนนจุดตัดและมีค่าเฉลี่ยที่เหมาะสม ($\bar{x} = 16.75$) ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบวินิจัยทักษะการคิดคำนวณมีค่าเท่ากับ 2.76 และแบบทดสอบวินิจัยทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากับ 2.15

อภิปรายผล

1. การสร้างแบบทดสอบวินิจัย

ผลการวิจัยพบว่าแบบทดสอบวินิจัยที่สร้างขึ้นในวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มี 2 ทักษะ จำแนกเป็นทักษะการคิดคำนวณ มีจำนวน 50 ข้อ ทักษะการให้เหตุผลคณิตศาสตร์ มีจำนวน 30 ข้อ ด้านทักษะการคิดคำนวณ มีจำนวน 5 เรื่อง คือ เรื่องการบวก การลบ การคูณ การหาร และการบวก ลบ คูณ หารระคน และด้านทักษะการให้เหตุผลคณิตศาสตร์ มีจำนวน 5 เรื่อง คือ เรื่องโจทย์ปัญหาการบวก โจทย์ปัญหาการลบ โจทย์ปัญหาการคูณ โจทย์ปัญหาการหาร และโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบ เป็นการวัดทักษะเฉพาะด้าน โดยเน้นความตรงเชิงเนื้อหา และครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ในการสอนแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่าย ในเนื้อหาย่อยของแต่ละทักษะมีจำนวนมากข้อ คือ ผู้วิจัยได้สร้างข้อทดสอบเนื้อหาย่อยละ 10 ข้อ ในทักษะการคิดคำนวณและหน่วยละ 6 ข้อ ในทักษะ

การให้เหตุผลคณิตศาสตร์ ซึ่งตรงกับหลักการสร้างแบบทดสอบ (กัญญา, 2545; ศิริเดช, 2550; Ahmann and Glock, 1967; Payne, 1968; Singha, 1974) และ Adams and Torgerson (1964) ที่ได้กล่าวว่าลักษณะการสร้างแบบทดสอบวินิจัยต้องประกอบด้วยข้อสอบที่ค่อนข้างง่ายและมีจำนวนมาก ข้อครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดในแต่ละทักษะ แบบทดสอบวินิจัยจะแบ่งออกเป็นเนื้อหาย่อยๆ โดยในแต่ละเนื้อหาย่อยต้องมีจำนวนไม่น้อยกว่า 3 ข้อ เพื่อใช้วัดทักษะเฉพาะด้านการเรียนวิชาต่างๆ และจะต้องเน้นความตรงเชิงเนื้อหา สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และจุดประสงค์การเรียนรู้ในการสอนไม่จำกัดเวลาในการทดสอบ และจัดแยกคำถามไว้เป็นเรื่องของแต่ละฉบับย่อย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภานันท์ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างแบบทดสอบวินิจัยทักษะการคำนวณและการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ที่ได้สร้างแบบทดสอบวินิจัยจำนวน 2 ฉบับ รวม 110 ข้อ ได้แก่ ฉบับที่ 1 ทักษะการคำนวณ ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 เรื่อง ได้แก่ การบวก การลบ การคูณ การหารและการบวก ลบ คูณ หารระคน จำนวน 50 ข้อ ฉบับที่ 2 ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 เรื่อง ได้แก่ โจทย์ปัญหาการบวก โจทย์ปัญหาการลบ โจทย์ปัญหาการคูณ โจทย์ปัญหาการหาร โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน และการสร้างโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร จำนวน 60 ข้อ

2. คุณภาพของแบบทดสอบวินิจัย

2.1 ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจัย

จากการพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของข้อทดสอบแต่ละทักษะเป็นรายชื่อของผู้เชี่ยวชาญพบว่าทักษะที่ 1 ทักษะการคิดคำนวณมีค่าดัชนีความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อทดสอบมีค่าเท่ากับ 1.00 และทักษะที่ 2 ทักษะการให้เหตุผลคณิตศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อทดสอบมีค่าเท่ากับ 1.00 แสดงว่าข้อทดสอบของแบบทดสอบวินิจัยทักษะการคิดคำนวณและการให้เหตุผลคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีความตรงเชิงเนื้อหาทุกข้อ ซึ่งตรงกับรชนิกุล (2554) ที่กล่าวว่าค่าดัชนีความสอดคล้องที่มีค่า 0.50 ขึ้นไป ถือว่ามีความตรงเชิงเนื้อหาแสดงว่าข้อคำถามทุกข้อของแบบทดสอบวินิจัยวัดได้ตรงตามพฤติกรรมบ่งชี้ที่ต้องการวัด อันเป็นลักษณะเฉพาะที่จำเป็นอย่างยิ่งของแบบทดสอบวินิจัย ทักษะการคิดคำนวณและการให้เหตุผลคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับกรมวิชาการ (2539) ที่สรุปไว้ว่าการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวินิจัยผู้วิจัยต้องแบ่งแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบย่อยๆ หลายฉบับ แต่ละฉบับย่อยวัดทักษะใดทักษะหนึ่งโดยเฉพาะที่ต่างกันไป ซึ่งมีจุดมุ่งหมายจะทดสอบให้ครอบคลุมถึงเนื้อหาและพฤติกรรมที่สำคัญๆ ทำให้วินิจัยได้ว่านักเรียนมีความบกพร่องในด้านใด และมีสาเหตุใด เพื่อที่จะช่วยแก้ไขความบกพร่องนั้นได้ตรงจุด และต้องเป็นแบบทดสอบที่เน้นความตรงเชิงเนื้อหาเป็นสำคัญ นอกจากนี้ Brown (1970) ได้เสนอแนะว่า การสร้างแบบทดสอบวินิจัยควรแบ่งทักษะที่ต้องการวัด

ออกเป็นองค์ประกอบย่อยๆ ให้ชัดเจน แบ่งเป็นแบบทดสอบย่อยๆ หลายฉบับและสร้างให้แบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับสามารถวัดองค์ประกอบย่อยของทักษะนั้นได้เพียงพอประกอบเดียว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศุภานันท์ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบทดสอบวินิจัยทักษะการคำนวณและการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครโดยแบบทดสอบวินิจัยมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80-1.00

2.2 ค่าความยากของแบบทดสอบวินิจัย

จากการวิเคราะห์ค่าความยากของแบบทดสอบวินิจัยทักษะการคิดคำนวณและการให้เหตุผลคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ทักษะ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.34-0.74 ซึ่งข้อทดสอบในทุกเรื่องมีค่าความยากตั้งแต่ค่อนข้างยากถึงค่อนข้างง่าย ซึ่งเป็นไปตามลักษณะของแบบทดสอบวินิจัยที่ดีตรงกับกรมวิชาการ (2539) ได้สรุปว่าแบบทดสอบวินิจัยเป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อสอบที่ง่าย มีความยากตั้งแต่ 0.65 ขึ้นไป และมีจำนวนมากข้อ นอกจากนี้ยังตรงกับ Gronlund (1976) กล่าวว่าไว้ว่า แบบทดสอบวินิจัยเป็นแบบสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องของผู้เรียน มักจะเป็นคำถามที่ค่อนข้างง่าย ไม่จำกัดเวลาในการสอบมีจำนวนมากข้อ และครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเกรียงศักดิ์ (2552) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ในเขตพื้นที่การศึกษาราชบุรี เขต 2 พบว่ามีค่าความยากง่าย

รายช้อมีค่าตั้งแต่ 0.32-0.74 และมนัส (2551) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 1 ได้ค่าความยากง่ายรายช้อมีค่าตั้งแต่ 0.37-0.80 ซึ่งเป็นค่าความยากที่อยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับแบบทดสอบวินิจฉัย

2.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัย

จากการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการคิดคำนวณและการให้เหตุผลคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ทักษะ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.24-0.91 ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีค่าตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ตามจุดมุ่งหมายในการสร้างที่แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาและวิเคราะห์ความสามารถของนักเรียนแต่ละคนว่าเก่งหรืออ่อน มีจุดเด่นจุดด้อยในเรื่องใดและบอกสาเหตุของความบกพร่องได้ เพื่อสามารถนำผลการทดสอบไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง และส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนได้ถูกต้องและตรงจุด ตลอดจนใช้เพื่อการปรับปรุงการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งตรงกับ (กัญจนา, 2545; บุญศรีและนวลเสนห์, 2545; กระทรวงศึกษาธิการ, 2553; บุญชม, 2553; Mehrens and Lehmann, 1975) ที่ได้กล่าวไว้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สามารถจำแนกนักเรียนเก่งนักเรียนอ่อนที่มีความบกพร่องในการเรียนรู้นั้นๆ และชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่องที่แท้จริงของนักเรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิสุตา (2547) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดระนอง ได้ค่าอำนาจจำแนกรายช้อมีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.84 และศุภานันท์ (2559) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการคำนวณและการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ได้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25-0.69

2.4 ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวินิจฉัย

จากการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการคิดคำนวณและการให้เหตุผลคณิตศาสตร์ ทั้ง 2 ทักษะ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.96 ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับสูง เป็นไปตามคุณลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย และตามหลักแนวคิดค่าความเที่ยงของแบบทดสอบว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการสร้างแบบทดสอบ เพราะค่าความเที่ยงเป็นดัชนีบ่งชี้ว่าแบบทดสอบนั้นมีคุณภาพหรือไม่มีคุณภาพ บุญชม (2553) ได้สรุปไว้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยควรประกอบด้วยข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย มีจำนวนมากข้อ และมีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับสูง นอกจากนี้สมนึก (2553) ได้กล่าวไว้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยที่มีความเที่ยงสูงไม่ว่านักเรียนแต่ละคนจะทำการทดสอบกี่ครั้งก็ตาม คะแนนที่ได้จากการทดสอบจะมีค่าใกล้เคียงกับคะแนนที่สอบครั้งเดิม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรรถน์ (2558) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 2 ได้ค่าความเที่ยง 0.78-0.72 ตามลำดับ และศุภานันท์ (2559) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการคำนวณและ

การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.973

สรุป

การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการคิดคำนวณและการให้เหตุผล กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลำปางเขต 2 พบว่า มีคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา ค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด และเป็นแบบทดสอบที่ค้นหาจุดบกพร่อง และหาสาเหตุของความบกพร่องในทักษะการคิดคำนวณและการให้เหตุผล ซึ่งทำให้ครูผู้สอนสามารถนำจุดบกพร่องเหล่านั้นมาปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอน เพื่อนำไปแก้ไขปัญหาค้นหาจุดบกพร่องของนักเรียนได้ตรงจุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะสำหรับผู้สนใจในการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะ

1. ด้านการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 แบบทดสอบวินิจฉัย ประกอบด้วย 2 ทักษะ คือ ทักษะการคิดคำนวณ และทักษะการให้เหตุผลคณิตศาสตร์ ดังนั้นผู้นำแบบทดสอบไปใช้จึงสามารถวินิจฉัยได้ว่านักเรียนบกพร่องในทักษะนั้นอย่างไร และนำผลการวินิจฉัยไปใช้ในการแก้ไขข้อบกพร่องนั้นให้กับนักเรียนต่อไปได้

1.2 การดำเนินการทดสอบสามารถดำเนินการทดสอบครั้งละ 1 ตอนตามเนื้อหาสาระที่ต้องการ

ค้นหาข้อบกพร่องในเรื่องนั้นๆ และควรดำเนินการสอบตามคู่มือการสอบอย่างเคร่งครัด และให้นักเรียนทำแบบทดสอบให้เต็มความสามารถ เต็มเวลา ไม่ควรรีบเร่งเพราะอาจจะทำให้ผลการทดสอบคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงหรือทำให้การวินิจฉัยไม่ตรงกับความบกพร่องที่แท้จริงของนักเรียน

1.3 ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลำปางเขต 2 หลังจากสอนเนื้อหาจบแล้วควรนำแบบทดสอบวินิจฉัยไปใช้ทดสอบนักเรียนหาข้อบกพร่องในเรื่องทักษะการคิดคำนวณ และการให้เหตุผลคณิตศาสตร์ เพื่อนำผลการวินิจฉัยเป็นข้อมูลในการสอนซ่อมเสริมต่อไป

2. ด้านการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับชั้นอื่นๆ เมื่อพบว่านักเรียนไม่ผ่านตัวชี้วัดหรือจุดประสงค์การเรียนรู้ในเนื้อหาสาระนั้น

2.2 ควรสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนการสอนให้ประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้น

2.3 ควรทำวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในทักษะด้านอื่นๆ เช่น ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ. 2539. แนวทางการสร้างแบบทดสอบวินิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร.
- กระทรวงศึกษาธิการ. 2553. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน เพื่อการขับเคลื่อนหลักสูตรการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล. ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล. 2545. หน่วยที่ 5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในประมวลสาระชุดวิชาการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินหน่วยที่ 1-7. สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- เกรียงศักดิ์ รำพรรณ. 2552. การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ในเขตพื้นที่การศึกษาราชบุรี เขต 2. วิทยานิพนธ์ คุรุศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี, กาญจนบุรี.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2553. การวิจัยทางการวัดและประเมินผล. พิมพ์ครั้งที่ 3. สุวีริยาสาส์น, กรุงเทพฯ.
- บุญศรี พรหมมาพันธุ์ และนวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม. 2545. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. ใน: ประมวลสาระของชุดวิชาการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินการศึกษาหน่วยที่ 5. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์, นนทบุรี.
- มนัส เมืองมัจฉา. 2551. การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคามเขต 1. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ยุพิน พิพิธกุล. 2545. จะสอนคณิตศาสตร์อย่างไร. คณะครูศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- รัชนิกุล ภิญญานันท์วัฒน์. 2554. การสร้างเครื่องมือวัดด้านพุทธิพิสัย. ใน: ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา หน่วยที่ 6. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาศึกษาศาสตร์, นนทบุรี.
- วิชุดา รัช. 2547. การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดระนอง. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.
- ศิริเดช สุชีวะ. 2550. การวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของผู้เรียน. ใน: สุวิมล ว่องวานิช (บก.). หนังสือชุดปฏิรูปการศึกษาการประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 2. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ศิวกานท์ ปทุมสูติ. 2554. เด็กอ่านไม่ออกเขียนไม่ได้แก้ยากนิดเดียว. พิมพ์ครั้งที่ 11. นวสาสน์การพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- ศุภานันท์ บุญชิต. 2559. การพัฒนาแบบทดสอบวินิจัยทักษะการคำนวณและการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2547. การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. เอส.พี.เอ็น. การพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- สมนึก ภัททิยธนี. 2553. การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 7. ประสานการพิมพ์, กาลสินธุ์.
- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลำปาง เขต 2. 2558. รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อการประกันคุณภาพการศึกษาปีการศึกษา 2558, ลำปาง: ม.ป.ท. อัดสำเนา.
- อรรถัน ลัดดา. 2558. การสร้างแบบทดสอบวินิจัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องการบวกและการลบ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ คุรุศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- Adams, G.S. and T.L. Torgerson. 1964. Measurement and evaluation in education on psychology and

guidance. Rinehart and Winston, New York.

Ahmann, S.J. and M.D. Glock. 1967. Evaluation growth principle of test and measurement. 3rd ed.

Allyn and Bacon, Boston.

Brown, F.G. 1970. Principle educational and psychological testing. The Dryden Press, Hindale.

Gronlund, N.E. 1976. Measurement and evaluation in teacher. Macmillan Publish Co .Inc, New York.

Mehrens, W.A. and I.J. Lehmann. 1975. Measurement and evaluation in education and psychology. Holt Rinchart and Winton, New York.

Payne, D.A. 1968. The specification and measurement of learning outcome. Waltkam, Blaisdell.

Singha, H.S. 1974. Modern education testing. Sterling Publishing, New Delhi.