



วารสารอิเล็กทรอนิกส์
ทางการศึกษา

OJED, Vol. 15, No. 2, 2020. Article ID: OJED-15-02-019
Article Info: Received 25 May, 2020; Revised 19 August, 2020; Accepted 21 August, 2020

OJED
An Online Journal
of Education
www.tci-thaijo.org/index.php/OJED

การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2
โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด
The Development of a Mathematics Process Skills test
for Grade 2 Students by Applying Generalizability Theory

ชญาทิพ ชูช่วย *
Chayatip Chuchuy
กฤษฎากาญจน์ โดพิทักษ์ **
Krittayakan Topithak

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ได้โดยการสุ่มหลายขั้นตอน จำนวน 180 คน เครื่องมือที่ใช้คือ แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์ข้อมูลโดยการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่นแบบสอดคล้องภายในและการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory)

ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีจำนวน 3 ชุด โดยแต่ละชุดประกอบด้วยข้อคำถามเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 ทักษะในรูปแบบอัตนัย จำนวน 12 ข้อ 2) การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทั้ง 3 ชุด มีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามตั้งแต่ .80-1.00 ความตรงเชิงเนื้อหาของเกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ .60-1.00 ค่าความยากง่ายตั้งแต่ .31-.66 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .31-.71 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดตั้งแต่ .70-.72 การสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด พบว่าค่าสัมประสิทธิ์อ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ของแบบวัดทั้ง 3 ชุด สูงที่สุด คือ .89 และ .87 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์, ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง, สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

*นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชา วิจัยและประเมินทางการศึกษา ภาควิชา การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

*Graduate Student of Educational Research and Evaluation, Department of Education, Faculty of Education, Naresuan University

E-mail Address: nae.chayatip@gmail.com

**อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา ภาควิชา การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

**Lecturer of Educational Research and Evaluation, Department of Education, Faculty of Education, Naresuan University

E-mail Address: krittayakan@hotmail.com

ISSN 1905-4491

Abstract

The purposes of this study were to develop an instrument for evaluation of mathematics process skills, and confirm its validity. The samples of this study consisted of 180 Grade 2 students under the Office of the Northern Region Education Service Area in Thailand, selected by purposive sampling technique. The instrument used in this research was the mathematics process skills test. Data were analyzed using index of validity item-objective congruence, difficulty, discrimination, reliability and G-Coefficient.

The results of this research indicate that: 1) The researcher created 3 sets of mathematical process skills tests for grade 2 students including 12 questions about subjective mathematical process skills. 2) The quality of the instrument for evaluation of mathematics process skills of grade 2 students has content validity of questions at .80-1.00, with content validity criterion at .60-1.00, difficulty scale at .31-.66, discrimination scale at .31-.71, and reliability at .70-.72. In addition, the G-Coefficient for relative decision was .89 and G-Coefficient for absolute decision was .87.

Keywords: mathematics process skills, generalizability theory, G-Coefficient

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ ปัญหาหรือสถานการณ์ ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบช่วยให้คาดการณ์วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องให้ความสำคัญต่อรายวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งในรายวิชาคณิตศาสตร์จะได้ประสิทธิภาพมากที่สุดนั้นต้องอาศัยทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งถือได้ว่าเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนรับความรู้ทางคณิตศาสตร์และแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้เน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ ทักษะในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม ทักษะการให้เหตุผลเป็นความสามารถในการให้เหตุผล เป็นการให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุปที่ถูกต้องชัดเจน ทักษะการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารสื่อความหมายและสรุปผล ทักษะการเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์เนื้อหาต่างๆ หรือศาสตร์อื่นๆ ทักษะความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิมหรือสร้างแนวคิดใหม่ เพื่อปรับปรุงพัฒนาองค์ความรู้แก่ผู้เรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550)

จากการศึกษาผลการทดสอบของผู้เรียนมีความสามารถค่อนข้างต่ำในเรื่องกระบวนการหรือการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ในช่วงระยะหลัง พบว่าผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการทดสอบคณิตศาสตร์ที่ตกต่ำลง โดยเมื่อพิจารณาให้ละเอียดลงไปถึงสาระการเรียนรู้ของรายวิชาคณิตศาสตร์นั้นพบว่าผู้เรียนแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำ จึงส่งผลให้ผลการทดสอบตกต่ำไปด้วย ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญที่ต้องพัฒนาควบคู่

กันไปกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ และเพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนขาดทักษะและกระบวนการคณิตศาสตร์ในด้านใดบ้างจึงควรใช้แบบวัดหรือแบบทดสอบเป็นสิ่งเร้า กระตุ้นหรือชักนำให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมหรือปฏิกิริยาตอบสนองตามแนวทางที่ต้องการ เพราะถือได้ว่าเป็นเครื่องมือที่วัดสมรรถภาพทางสมองได้ดีที่สุด (มลิวัลย์ ผิวคราม, 2545) แต่พบว่าในปัจจุบันแบบวัดทักษะกระบวนการคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบที่วัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพียงด้านใดด้านหนึ่ง ทำให้ไม่สามารถวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ครบทั้ง 5 ด้าน อีกทั้งยังเป็นแบบทดสอบชนิดปรนัยแบบเลือกตอบ ซึ่งเปิดโอกาสให้มีการตอบถูกโดยการเดาคำตอบได้ ปัญหาการตอบแบบสุ่มเดาจึงเป็นแหล่งความคลาดเคลื่อนในการวัด

ความเชื่อมั่นของแบบสอบที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือเป็นเทคนิคการศึกษาคุณภาพของแบบสอบหรือแบบวัดตามทฤษฎีการทดสอบ ซึ่งแบบดั้งเดิม (CTT) ที่ยังใช้กันอยู่เป็นการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบที่ใช้กับเฉพาะกลุ่มบุคคลภายใต้เงื่อนไขของการทดสอบที่เฉพาะเจาะจง เช่น การทดสอบที่ผู้สอบทุกคนต้องทำข้อสอบเหมือนกันทุกข้อ แต่ถ้าสถานการณ์ของการทดสอบแตกต่างไปจากที่กล่าวมานั้น เทคนิคการประมาณค่าความเชื่อมั่นตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ เช่น กรณีของการทดสอบที่มีความยาวของจำนวนข้อต่างกัน กรณีที่ผู้ตรวจหลายคนให้คะแนนผลการตอบแบบสอบ เป็นต้น นอกจากนี้การวัดของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมถือว่าคะแนนความคลาดเคลื่อนเป็นคะแนนรวมความคลาดเคลื่อนทุกแหล่งเข้าด้วยกันและเป็นความคลาดเคลื่อนรวมอันเดียวกันที่ไม่สามารถแบ่งแยกได้จึงเป็นข้อจำกัดทางทฤษฎีที่ไม่สามารถศึกษารายละเอียดของแหล่งความคลาดเคลื่อนของการวัดในสถานการณ์หรือเงื่อนไขการวัดต่างๆ ได้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2545) แต่ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) เป็นทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ ซึ่งทฤษฎีนี้ถือได้ว่าคะแนนความคลาดเคลื่อนของการวัดสามารถเกิดได้จากหลายแหล่งที่สามารถประมาณค่าแยกกันภายใต้การวิเคราะห์ครั้งเดียวกันได้ เงื่อนไขหรือสถานการณ์ของการทดสอบที่จะใช้ได้หลากหลายขึ้นอยู่กับการออกแบบ ทำให้ทราบและสามารถควบคุมแหล่งความคลาดเคลื่อนได้ตรงประเด็น เพื่อผลการวัดที่มีความน่าเชื่อถือหรือมีความเชื่อมั่นถึงระดับที่ต้องการ นอกจากนี้การสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดยังช่วยเพิ่มความแม่นยำในการวัดผลและส่งผลให้เกิดความมั่นใจในผลที่ออกมามากยิ่งขึ้น และทำให้เห็นว่าแหล่งที่มาของความแปรปรวนของข้อผิดพลาดหลายๆ แหล่งสามารถส่งผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือของผลการวัด และเพิ่มประสิทธิภาพคุณสมบัติการออกแบบของการศึกษาในอนาคตได้อีกด้วย (Kimberley & William, 2009)

จากความสำคัญที่กล่าวในข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจการพัฒนาและตรวจสอบแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ขึ้น โดยผู้วิจัยได้นำทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) ซึ่งเป็นทฤษฎีทางสถิติของการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของผลการวัดในเงื่อนไขของจำนวนชุดของแบบวัด เพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีคุณภาพและทำให้การวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นไปอย่างถูกต้องและนำผลไปพัฒนา ส่งเสริมสนับสนุนความสามารถของผู้เรียนต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในการประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

วิธีการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ จำนวน 205 โรงเรียน

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1 จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 180 คน ได้มาด้วยวิธีการสุ่มหลายขั้นตอน ดังนี้

1.1 สุ่มแบบแบ่งกลุ่ม จากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์โดยใช้เขตพื้นที่การศึกษาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มและสุ่มอย่างง่ายออกมา 1 เขต ได้แก่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1

1.2 สุ่มกลุ่มทดลองครั้งที่ 1 ด้วยวิธีสุ่มอย่างง่ายโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1 ได้โรงเรียนชุมชนบ้านโคก โรงเรียนบ้านคลองละวาน โรงเรียนบ้านหนองกวาย จำนวนนักเรียนทั้งหมด 60 คน

1.3 สุ่มกลุ่มทดลองครั้งที่ 2 ด้วยวิธีสุ่มอย่างง่ายโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1 โดยใช้ขนาดโรงเรียนเป็นเกณฑ์ในการสุ่มและสุ่มอย่างง่ายมาขนาดละ 1 โรงเรียน ได้โรงเรียนนาอินวิทยา โรงเรียนบ้านนายาง และโรงเรียนบ้านหลักร้อย จำนวน 120 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มีจำนวนทั้งหมด 3 ชุด โดยในแต่ละชุดประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 12 ข้อ ซึ่งเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับ 5 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

3.1 นำหนังสือขออนุญาตส่งถึงผู้อำนวยการโรงเรียนของตัวอย่าง เพื่อขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงเรียน

3.2 ติดต่อโรงเรียนหรือสถานศึกษาที่ใช้ตัวอย่างในการทดสอบและขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนเพื่อขออนัดหมายวันและเวลาที่จะเก็บข้อมูล

3.3 จัดเตรียมแบบประเมินให้เพียงพอกับจำนวนของนักเรียน

3.4 ผู้วิจัยชี้แจงเกี่ยวกับการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการประเมินให้กับครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ทราบและช่วยเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้เครื่องมือต่างๆ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.5 ทำการประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.6 เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ผลต่อไป

4. การพัฒนาเครื่องมือและการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

4.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

4.2 ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

4.2.1 ศึกษาทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้อคำถามชนิดเขียนตอบหรืออัตนัยและเกณฑ์การให้คะแนน

4.2.2 ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู หนังสือแบบเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาและทักษะกระบวนการที่ต้องการวัดซึ่งใช้เนื้อหา เรื่อง แผนภูมิรูปภาพ

4.3 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อคำถาม (test blueprint) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

4.4 เขียนข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.4.1 ลักษณะของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาให้ผู้เรียนคิด และเขียนคำตอบเอง โดยข้อคำถามที่ใช้มีความเกี่ยวข้องกับในชีวิตจริงของผู้เรียนในการประเมินผู้เรียนจะต้องใช้ความรู้ความสามารถเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีวิธีการและขั้นตอนที่ชัดเจนและเหมาะสม คำตอบถูกมีหลายคำตอบ วิธีการหาคำตอบมีหลายวิธี สะท้อนให้เห็นถึงการใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างรอบด้าน

4.4.2 สร้างข้อคำถามให้ตรงตามนิยามของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

4.4.3 สร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic Rubric)

5. นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบขั้นต้นในการขอคำแนะนำในส่วนที่ยังบกพร่องและนำมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนน โดยประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางการวัดผลการศึกษาจำนวน 2 ท่าน พิจารณาตรวจสอบข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อว่าตรงตามที่ต้องการวัดหรือไม่ แล้วนำผลคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญไปคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องซึ่งเกณฑ์การพิจารณาว่ามีความตรงเชิงเนื้อหา คือ ต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้อง .50 ขึ้นไป

6. นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนจำนวน 60 คน นำผลมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกโดยพิจารณาค่าความยากง่าย ซึ่งต้องมีค่าตั้งแต่ .20 – .80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

7. นำแบบวัดที่คัดเลือกจากการทดลองครั้งที่ 1 ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนจำนวน 120 คน วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค และวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การสุปรู้อ้างอิง (G - Coefficient) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

8. นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่สร้างขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วไปจัดพิมพ์

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

1.1 ข้อคำถามของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือการประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ขึ้น ได้แก่ แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ชุด ในรูปแบบของข้อคำถามอัตนัย ซึ่งแต่ละชุดประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

ทักษะที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 ข้อคำถาม ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหาจำนวน 1 ข้อ การเลือกวิธีการแก้ปัญหาจำนวน 1 ข้อ การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจำนวน 1 ข้อ และการสรุปผลจำนวน 1 ข้อ

ทักษะที่ 2 ความสามารถในการให้เหตุผลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้จำนวน 1 ข้อ

ทักษะที่ 3 ความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ข้อ

ทักษะที่ 4 ความสามารถในการเชื่อมโยง ประกอบด้วย การเชื่อมโยงเนื้อหาต่างๆ ภายในรายวิชาจำนวน 1 ข้อ และจากศาสตร์อื่นๆ หรือในชีวิตประจำวันจำนวน 1 ข้อ

ทักษะที่ 5 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย ความคิดคล่องจำนวน 1 ข้อ ความคิดยืดหยุ่นจำนวน 1 ข้อ ความคิดริเริ่มจำนวน 1 ข้อ และความคิดละเอียดลออจำนวน 1 ข้อ

1.2 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

เกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นอยู่ในรูปแบบ *เกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วน (Analytic Rubric)* ซึ่งเป็นการประเมินผลงานโดยจำแนกออกเป็นส่วนๆ และมีการกำหนดวิธีการให้คะแนนตามระดับความสามารถของผู้ถูกประเมิน พร้อมทั้งอธิบายระดับของคะแนนในแต่ละส่วนไว้อย่างชัดเจน โดยกำหนดจุดอ่อนไว้ในระดับที่ต่ำสุดคือระดับ 0 แล้วเพิ่มความถูกต้องขึ้นทีละระดับตามความสำคัญและสิ่งที่ต้องการวัดของข้อคำถามนั้นๆ

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยประยุกต์ใช้แนวคิดทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือในการวัด (Generalizability Theory)

2.1 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม ตั้งแต่ .80 – 1.00 และค่าดัชนีความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ .60 – 1.00 ชุดที่ 2 ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามตั้งแต่ .80 – 1.00 และค่าดัชนีความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ .60 – 1.00 แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 3 ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม 1.00 และค่าดัชนีความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนน .80 – 1.00

2.2 ผลการตรวจสอบความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .39 – .69 มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ .34 – .66 แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 2 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .34 – .59 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .37 – .70 และแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ชุดที่ 3 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .36 – .72 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .37 – .70

2.3 ผลการตรวจสอบความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

การตรวจสอบความเชื่อมั่นสอดคล้องภายในของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความสอดคล้องภายในของแบบวัดชุดที่ 1 เท่ากับ .70 แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 2 มีค่าความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในเท่ากับ .71 และแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 3 มีค่าความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในเท่ากับ .72

ตาราง 1

ค่าดัชนีความสอดคล้อง ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แบบวัดทักษะคณิตศาสตร์ ชุดที่	IOC	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก	ความสอดคล้องภายใน
1	.80 - 1.00	.39 - .69	.34 - .66	.70
2	1.00	.34 - .59	.37 - .70	.71
3	.80 - 1.00	.36 - .72	.31 - .71	.72

2.4 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของจำนวนชุดแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือในการวัด ซึ่งเป็นการออกแบบการวัดแบบ One – facet design มีรูปแบบการวัดเป็น $p \times s$ เมื่อ p แทน ผู้เรียน และ s แทน จำนวนชุดของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีผลค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน จากแหล่งความแปรปรวนต่างๆ (G – Study of $p \times s$ Design)

EFFECT	df	SS	MS	ESTIMATED VARIANCE COMPONENT	% OF TOTAL VARIANCE
PERSON (p)	119	7356.86	61.82	18.24	69.46
SET (s)	2	237.41	118.70	.93	3.54
RESIDUAL (ps,e)	238	1687.93	7.09	7.09	27.00
TOTAL	359	9282.20		26.26	100.00

เมื่อ	p	แทน	ผู้เรียนหรือผู้ถูกประเมิน
	s	แทน	จำนวนชุดของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
	ps	แทน	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและชุดของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
	ps,e	แทน	ความคลาดเคลื่อนหรือส่วนที่เหลือที่ไม่สามารถระบุแหล่งได้

จากตาราง 2 ผลการศึกษาค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆ ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 ชุด เมื่อทำการทดลองกับผู้เรียนจำนวน 120 คน พบว่าองค์ประกอบความแปรปรวนของบุคคล (σ^2_p) ซึ่งเป็นค่าความแปรปรวนของคะแนนจริง (Universe score) คิดเป็น 69% ของความแปรปรวนทั้งหมด องค์ประกอบของความแปรปรวนของชุดแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (σ^2_s) ซึ่งแสดงถึงความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 1 ชุด ซึ่งคิดเป็น 4% ของความแปรปรวนทั้งหมด และองค์ประกอบของความแปรปรวนส่วนที่เหลือ ($\sigma^2_{ps,e}$) จึงเป็นความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนส่วนที่เหลือจาก 2 แหล่งดังกล่าวคิดเป็น 27% ซึ่งผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง จะแสดงในตาราง 3

ตาราง 3

ผลการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ (D – Study of $p \times s$ Design) เมื่อ p แทน ผู้สอบหรือผู้ถูกประเมิน s แทน จำนวนชุดของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

D-STUDY DESIGN					
EFFECT	G-STUDY		$n_s = 1$	$n_s = 2$	$n_s = 3$
PERSON (p)	$\sigma_p^2 = 18.24$	$\sigma_p^2 =$	18.24	18.24	18.24
SET (s)	$\sigma_s^2 = .93$	$\sigma_s^2 =$	.93	.47	.31
RESIDUAL (ps,e)	$\sigma_{ps,e}^2 = 7.09$	$\sigma_{ps,e}^2 =$	7.09	3.55	2.36
Relative error variance (σ_{Rel}^2)		σ_{δ}^2	7.09	3.55	2.36
Absolute error variance (σ_{Abs}^2)		σ_{Δ}^2	8.02	4.01	2.67
G-Coeff. For Rel. decision (ρ_{Rel}^2)		$\hat{\rho}_{\delta}^2$	.72	.84	.89
G-Coeff. For Abs. decision (ρ_{Abs}^2)		$\hat{\rho}_{\Delta}^2$	.70	.82	.87

จากตาราง 3 พบว่า ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G - Coefficient) ในการศึกษาการตัดสินใจ (D - Study) เมื่อชุดแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีจำนวน 3 ชุด พบว่าค่าสัมประสิทธิ์อ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จำนวน 1 ชุด เท่ากับ .72 และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ .70 แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จำนวน 2 ชุด พบว่าค่าสัมประสิทธิ์อ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ .84 และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ .82 แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จำนวน 3 ชุดพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์อ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ .89 และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ .87

อภิปรายผล

1. การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

1.1 ข้อคำถามของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจำนวน 3 ชุด ในรูปแบบของข้อคำถามอัตนัย ประกอบด้วย 5 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา 2) ความสามารถในการให้เหตุผล 3) ความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ 4) ความสามารถในการเชื่อมโยง และ 5) ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย นัฐพร ตื้อจันทา (2552) ได้สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กิตติยาภรณ์ สุปะทัง (2560) สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

1.2 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

เกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นอยู่ในรูปแบบแยกส่วน ซึ่งเป็นการประเมินผลงานโดยจำแนกออกเป็นส่วนๆ และมีการกำหนดวิธีการให้คะแนนตามระดับความสามารถของผู้ถูกประเมิน เพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาให้ตรงจุดต่อไป สอดคล้องกับสาธิตา สกฤตตันกุลชัย (2559) ที่กล่าวว่า เกณฑ์การให้คะแนนประเมินแบบแยกส่วนนั้นเหมาะสมกับการประเมินที่ต้องการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อให้ผู้เรียนได้ปรับปรุงและพัฒนา

2. การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วย

2.1 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดทักษะกระบวนการคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง .80 – 1.00 จึงกล่าวได้ว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ทั้ง 3 ชุดมีความตรงเชิงเนื้อหาเป็นไปตามเกณฑ์ที่มีคุณภาพ ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับ ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543) ซึ่งกล่าวว่า ถ้าดัชนีความสอดคล้องที่คำนวณได้มีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป แสดงว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ครอบคลุมตรงตามสิ่งที่ต้องการวัด

2.2 ผลการตรวจสอบความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ พบว่า มีค่าความยากตั้งแต่ .34–.72 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .31–.71 ซึ่งมีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดสอดคล้องกับ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ที่กล่าวว่า ค่าความยากของข้อสอบควรอยู่ระหว่าง .20–.80 และสอดคล้องกับ สุวิมล ติรภานันท์ (2551) ที่กล่าวว่าค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบควรมีค่าตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ซึ่งจะเห็นได้ว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่สร้างขึ้น มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกมีความเหมาะสมตามเกณฑ์ สามารถใช้วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 2 ได้

2.3 ผลการตรวจสอบความเชื่อมั่นแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความสอดคล้องภายในของทั้ง 3 ชุดอยู่ระหว่าง .70 - .72 เห็นได้ว่ามีความเชื่อมั่นสอดคล้องภายในตั้งแต่ .70 ขึ้นไปซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสาวตรี จุ้ยทอง (2554) ได้ศึกษาความเชื่อมั่นของรูปแบบเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริง รายวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .73 ถือได้ว่าเหมาะสมตามเกณฑ์

2.4 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของจำนวนชุดแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ได้ออกแบบการวัดแบบ One – facet design ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า เมื่อนำมาวิเคราะห์จำนวนของชุดแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แล้ว มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสูง นั่นคือมีคุณภาพด้านความเชื่อมั่นสูง เมื่อนำแบบวัดไปใช้กับตัวอย่างจำนวน 1 ชุด พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ .70 เมื่อประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 2 ชุด พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ .82 ซึ่งเพิ่มขึ้นจากการใช้แบบวัดเพียงชุดเดียว .12 และเมื่อประเมินทักษะทางคณิตศาสตร์ด้วยแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 3 ชุด พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เท่ากับ .87 เพิ่มขึ้นจากการใช้แบบวัดจำนวน 2 ชุด เท่ากับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ค่าความเชื่อมั่นควรมีค่ามากกว่า .70 จึงจะเป็นแบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นได้นอกจากนี้จากผลสรุปของจากวิจัยพบว่า ค่าของสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงจากแบบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์ 1 ชุด 2 ชุด และ 3 ชุด มีค่าเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของครอนบาคและคณะ (Cronbach et al., 1972 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) ได้กล่าวว่า ผลที่ได้จากการวัดภายใต้สถานการณ์หรือเงื่อนไขของการวัดเดียวกันด้วยแบบทดสอบชุดเดียว และทำการทดสอบครั้งเดียว ยังมีความเชื่อถือไม่ได้เต็มที่ ซึ่งการทดสอบในหลายๆ สถานการณ์ด้วยแบบทดสอบหลายชุด จะทำให้ได้ความน่าเชื่อถือมากกว่าการวัดเพียงครั้งเดียวด้วยแบบทดสอบชุดเดียว

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำวิจัยไปใช้

1. แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น มีความง่ายอยู่ภายในเกณฑ์ปานกลาง มีคุณภาพด้านความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์เหมาะสม จึงเหมาะกับการนำไปใช้ในการวัดทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

2. การทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผู้สอบจะมีความเคยชินกับรูปแบบของข้อคำถามอัตนัย จึงควรนำแนวคิดของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษากลุ่มเงื่อนไขเกี่ยวกับจำนวนของชุดแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ควรใช้ในการสอบ ซึ่งในการวิจัยครั้งต่อไปอาจศึกษากลุ่มเงื่อนไขใหม่ที่ น่าสนใจ ยิ่งขึ้น เช่น ประสิทธิภาพของผู้ตรวจ จำนวนครั้งของการวัดซ้ำ เป็นต้น

2. เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในส่วน of ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ใช้เกณฑ์การให้คะแนนโดยพิจารณาจากการเสนอแนวทางการแก้ปัญหา ซึ่งในการทำวิจัยครั้งต่อไป อาจมีการพัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนด้านความคิดสร้างสรรค์โดยพิจารณาจากความแปลกใหม่ของคำตอบ ความแปลกใหม่ของวิธีการได้มาซึ่งคำตอบ เป็นต้น

3. การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น อิงตามเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในเรื่องแผนภูมิรูปภาพ ความหลากหลายในการตอบคำถามหรือวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบจึงมีความหลากหลายลดลง ดังนั้นในงานวิจัยครั้งต่อไปสามารถอิงตามเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่นๆ ที่หลากหลายมากยิ่งขึ้นได้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิตติยาภรณ์ สุปะทัง. (2560). *การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา]. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. <http://gs.rmu.ac.th/grc2017/fullpaper/file/ED-P-30.pdf>
- นัฐพร ต้อจันตา. (2552). *การสร้างแบบวัดกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา]. CMU Intellectual Repository. <http://repository.cmu.ac.th/handle/6653943832/25847>
- มลิวลย์ ผิวคราม. (2545). *การวิจัยทางการศึกษา*. <https://sites.google.com/site/wichakarwicaythangkarsuksa/ray-laxeiyd-wicha>
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. สุวีริยาสาส์น.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2545). *ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่* (พิมพ์ครั้งที่ 2). โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2555). *ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่* (พิมพ์ครั้งที่ 4). โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สาธิตา สกุรัตน์กุลชัย. (2559). การสร้างเครื่องมือและเกณฑ์การประเมินแบบ SCORING RUBRICS.

<https://www.spu.ac.th/tlc/files/2016/02/2-การสร้าง-rubric-scoring.pdf>

สาวิตรี จั๊ยทอง. (2554). การตรวจสอบคุณภาพรูปแบบของชุดเครื่องมือการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. Strategic Wisdom and Research Institute Srinakharinwirot University. http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Ed_Mea

สุวิมล ติรกานันท์. (2551). การสร้างเครื่องมือวัดตัวแปรในการวิจัยทางสังคมศาสตร์: แนวทางสู่การปฏิบัติ. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Kimberley D. L., & William, T. H. (2009). Applications of generalizability theory to clinical child and adolescent psychology research. *The Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 38(1), 144–165. <https://doi.org/10.1080/15374410802575461>