

บทความวิจัย (Research Article)

การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
CONSTRUCTION OF MATHEMATICAL CONNECTION ABILITY TEST
FOR GRADE 6 STUDENTS

Received: December 10, 2017

Revised: February 7, 2018

Accepted: February 9, 2018

ดวงเดือน พันธมิตร^{1*} และสุนีย์ เงินยวง²

Duangduen Panthamit^{1*} and Sunee Nguenyuang²

^{1,2}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

^{1,2}Faculty of Education, Chiangmai University, Chiang Mai 50200, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: dawduen@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ ซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบด้านความยากง่าย และอำนาจจำแนก จำนวน 100 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์หาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ จำนวน 400 คน เครื่องมือเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นตามกรอบแนวคิดของ Evitts (2004) ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นตามกรอบแนวคิดของ Evitts (2004) แบ่งออกเป็น 5 ลักษณะ ได้แก่ 1) เชื่อมโยงเชิงโมเดล 2) เชื่อมโยงเชิงโครงสร้าง 3) เชื่อมโยงทางการแสดงแทน 4) เชื่อมโยงเกี่ยวกับขั้นตอนและความคิดรวบยอด และ 5) เชื่อมโยงระหว่างสาระของคณิตศาสตร์ โดยใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ครอบคลุมตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แบบทดสอบแบ่งเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตามลักษณะการเชื่อมโยงลักษณะละ 4 ข้อคำถาม ตอนที่ 2 เป็นข้อสอบเขียนตอบแบบสั้นตามลักษณะการเชื่อมโยงลักษณะละ 2 ข้อคำถาม รวม 30 ข้อคำถาม

2. ผลการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาตั้งแต่ .80 ถึง 1.00 ค่าความยากง่าย เฉลี่ยเท่ากับ .55 ค่าความยาก

ง่ายรายข้อมีค่าตั้งแต่ .44 ถึง .62 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยเท่ากับ .47 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อมีค่าตั้งแต่ .31 ถึง .69 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .84 และค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) ด้วยโปรแกรม Mplus Version 7.4 พบว่าค่าไค-สแควร์ (χ^2) มีค่าเท่ากับ 2.139, df มีค่าเท่ากับ 5 และ p-value มีค่าเท่ากับ .8295 ซึ่งค่าไค-สแควร์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าโมเดลการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่สร้างตามกรอบแนวคิดของ Evitts (2004) มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ หรือมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

คำสำคัญ: ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

Abstract

This research aims to construct and validate the quality of the mathematical connection ability test for grade 6 students. The samples used in this study were grade 6 students in the schools under the Office of the Chiang Mai Primary Education Area, 100 samples were used to analyze the quality, difficulty and discrimination powers of the test; and 400 samples were used for construct validity which is a test of the ability of a student to make mathematical connection. In these studies, based on Evitts (2004) conceptual framework. The results are as follows:

1. The mathematics connection ability test for grade 6 students was divided into 5 types of connections: 1) modeling connections, 2) structural connections, 3) representational connections, 4) procedure-concept connections, and 5) connection between strands of mathematics. Using mathematics content grade 6 covering the indicators and core subjects of core curriculum in basic education 2008, the test was divided into 2 sections. The first was a, multiple-choice section, and there were 20 questions based on four multi-dimensional math problems. The second part of the test consisted of 10 short answer questions where students must show their work and demonstrated their understanding. There were 30 questions in total.

2. The result of the quality of the mathematical connection ability test for grade 6 students, the content validity ranged from .80 to 1.00. The mean difficulty was .55. The difficulty value was ranged from .44 to .62. Mean discrimination was .47. All items ranged from .31 to .69. The reliability was .84 and the construct validity of the mathematical model was investigated using confirmatory factor analysis with Mplus Version 7.4 showed that the chi-square (χ^2) was 2.139, df was 5, and p-value was .8295. The chi-square was not significant. The statistics show that the mathematical model of mathematical connectivity built by Evitts (2004) is consistent with empirical data or construct validity.

Keyword: Mathematical Connection Ability

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ ซึ่งกำหนดไว้ทั้งในหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐานและการศึกษาขั้นสูง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนบรรลุผลสำเร็จเกี่ยวกับการเชื่อมโยงภายในหัวข้อและ ระหว่างหัวข้อทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งเชื่อมโยงในสาขาวิชาอื่นที่ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้โดยผู้เรียนเอง (Sangpom, 2015, p. 210) ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นคุณลักษณะสำคัญอีกประการหนึ่งของคณิตศาสตร์ ซึ่งช่วยให้คณิตศาสตร์ไม่ถูกมองว่าเป็นอะไรที่ลึกลับซับซ้อน ห่างไกลจากการดำเนินชีวิต และยังส่งเสริมให้คณิตศาสตร์ เป็นศาสตร์ที่ท้าทาย น่าเรียนรู้ การเชื่อมโยงในฐานะเครื่องมือการแก้ปัญหา การเชื่อมโยงเป็นการสร้างเกี่ยวกับความคิด จากสถานการณ์ปัญหาซึ่งไม่ได้สนใจในคำตอบ สิ่งที่สำคัญอยู่ที่กระบวนการที่ได้มารวมถึงความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ ปัญหา (Hodgson, 1995, p. 13) จะเห็นได้ว่าการเชื่อมโยงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย เพราะการเชื่อมโยงจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดี สามารถนำไปใช้กับศาสตร์ สาขาอื่น ได้ทำให้คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ ไม่ใช่เป็นเพียงวิชาที่เรียนทฤษฎีบท กฎสูตร นิยาม เพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉพาะในห้องเรียนอีกต่อไป (National Council of Teachers of Mathematics, 2000) ด้วยเหตุผลดังกล่าว ทักษะการเชื่อมโยง จึงถูกเน้นในการเรียนการสอนปัจจุบันและยังจำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2007, pp. 82-83) อย่างไรก็ตาม การวัดและ ประเมินผลคณิตศาสตร์ในด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ยังพบปัญหาที่เกี่ยวกับเครื่องมือวัดผลอยู่หลาย ประการ เช่น เครื่องมือวัดไม่ตรงจุดประสงค์ เครื่องมือขาดคุณภาพ และในการวัดและประเมินผลที่ต้องการนำผลการวัด ไปใช้ในการแปลผลพฤติกรรมความสามารถของบุคคล หรือนำไปใช้เพื่อการสรุปผลการเรียน จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือก่อนนำไปใช้ (Wannat, 2005, pp. 46-50) จากการศึกษาแบบทดสอบที่ผู้สอนใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียน ส่วนใหญ่เป็นการสร้างขึ้นใช้กับผู้เรียนเฉพาะกลุ่ม เพื่อประเมิน ความรู้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนจะบูรณาการกับสาระต่างๆ เข้าด้วยกันเท่าที่จำเป็น (Tuejanta, 2009, p. 3)

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นสมรรถภาพที่จำเป็นต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะ ดังนี้ เปรียบเทียบความรู้ของแต่ละสาระ เชื่อมโยงสถานการณ์จริงกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หาข้อสรุป จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงความรู้ในแต่ละสาระทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ มโนทัศน์ที่ซับซ้อน และสรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2003, p. 19) เช่นเดียวกับ Evitts (2004) กล่าวว่า ลักษณะการเชื่อมโยงเป็น มาตรฐานการเชื่อมโยง ประกอบด้วย 5 ลักษณะ ได้แก่ การเชื่อมโยงเชิงโมเดล การเชื่อมโยงเชิงโครงสร้าง การเชื่อมโยง ทางการแสดงแทน การเชื่อมโยงเกี่ยวกับขั้นตอนและความคิดรวบยอด การเชื่อมโยงระหว่างสาระคณิตศาสตร์ ซึ่งมหาวิทยาลัยเพนซิลวาเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ในเชิงหลักสูตรของสหรัฐอเมริกาและหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของประเทศไทยมีความคล้ายทั้งในด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงพิจารณาถึงลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของ Evitts (2004) เพื่อให้มองเห็นภาพลักษณะการเชื่อมโยงที่ชัดเจนมากขึ้น

จากปัญหาและความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ประกอบกับการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ยังมีน้อยมาก ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบทดสอบรูปแบบผสม คือ ข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และข้อสอบแบบเขียนตอบแบบสั้น เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบรูปแบบผสมนั้นสามารถวัดได้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความคิด หลักการ ทฤษฎี การตัดสินใจ การประเมินตัวแปร การแปลความหมายข้อมูล การแสดงความเข้าใจในธรรมชาติของคณิตศาสตร์ อีกทั้งผู้ตอบต้องแสดงความรู้ความสามารถด้านการเขียนคำตอบที่เป็นผลลัพธ์ของปัญหา (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2007) และผลที่ได้จากการศึกษานี้ จะทำให้ทราบถึงความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยนำสารสนเทศที่ได้ไปวางแผนเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง และพัฒนาผู้เรียนให้เต็มตามศักยภาพต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนในสังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่

ขอบเขตด้านเนื้อหา

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งสร้างและวัดทักษะความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เนื้อหาที่ใช้ประกอบด้วยองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตร การแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วย สาระจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลความน่าจะเป็น และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัย เรื่อง “การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” มีแนวคิดซึ่งเป็นกรอบของการดำเนินงานวิจัย 2 ประการ ประกอบด้วย

1. การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามกรอบแนวคิดของ Evitts (2004) โดยมีลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 5 ลักษณะ คือ เชื่อมโยงเชิง

โมเดล เชื่อมโยงเชิงโครงสร้าง เชื่อมโยงทางการแสดงแทน เชื่อมโยงเกี่ยวกับขั้นตอนและความคิดรวบยอด และเชื่อมโยงระหว่างสาระของคณิตศาสตร์

2. การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบ ทดสอบผสมให้มีคุณภาพ โดยพิจารณาคุณภาพในด้าน ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ดังภาพประกอบ 1



ภาพ 1 แนวคิดในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 14,075 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) ดังนี้ ขั้นที่ 1 สุ่มเลือกเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ โดยสุ่มแบบเป็นกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ขั้นที่ 2 จำแนกโรงเรียนออกเป็น 3 ประเภทตามเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ คือ โรงเรียนขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ขั้นที่ 3 สุ่มโรงเรียนในแต่ละขนาด ด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วย

2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้านความยากง่าย อำนาจจำแนก โดยกำหนดกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างคำนวณโดยใช้สูตรของ Taro Yamane ให้ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ .05 ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 389 คน ใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง 400 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีรายละเอียดตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หลักการสร้างแบบทดสอบ และผลงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2. เขียนนิยามคุณลักษณะที่แสดงถึงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และกำหนดองค์ประกอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ได้ 5 ด้าน ตามแนวคิดของ Evitts (2004) โดยปรับคัพทนิยามความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แต่ละด้านให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายที่จะวัดและนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาช่วยตรวจสอบความถูกต้อง

3. วิเคราะห์ขอบเขตเนื้อหาที่ต้องการวัด กำหนดรายละเอียดการสร้างแบบทดสอบ

4. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตามนิยามคัพทความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ และเขียนตอบแบบสั้น จำนวน 10 ข้อ

5. ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยนำแบบทดสอบทั้งฉบับให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของข้อสอบ ปรับปรุงแก้ไขด้านภาษา ข้อคำถามและตัวเลือก แล้วนำไปขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และนำผลการประเมินมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง และคัดเลือกได้ข้อคำถามที่มีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .80 ถึง 1.00

6. การทดลองใช้ (Tryout) แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 100 คน เพื่อหาความยากง่าย และอำนาจจำแนก

7. คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 ถึง .80 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 400 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis)

8. วิเคราะห์หาความเชื่อมั่น โดยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา ของครอนบาค (Cronbach)

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยดำเนินการ ดังนี้

1. ผู้วิจัยจัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งกำหนดวัน เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลแจ้งไปยังโรงเรียนที่เลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบครั้งที่ 1

2. จัดเตรียมแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบครั้งที่ 1 จำนวน 100 ชุด วางแผนดำเนินการสอบโดยขอความอนุเคราะห์จากครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นผู้เก็บข้อมูล และในบางโรงเรียนผู้วิจัยเก็บข้อมูลด้วยตัวเอง

3. นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน และนำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพในด้านความยากง่าย และอำนาจจำแนก

4. ติดต่อยื่นหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูล กำหนดวัน เวลาในการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบครั้งที่ 2

5. จัดเตรียมแบบทดสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบครั้งที่ 2 จำนวน 400 ชุด วางแผนดำเนินการสอบโดยขอความอนุเคราะห์จากครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นผู้เก็บข้อมูล

6. นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน และนำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item Objective Congruency: IOC) ค่าความยากง่าย (P) จากสูตร $P = (H+L)/2N$ ค่าอำนาจจำแนก (r) จากสูตร $r = (H-L)/N$ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) โดยใช้โปรแกรม Mplus Version 7.4 และค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟา ของครอนบาค (Cronbach)

ผลการวิจัย

ผลการสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า

1. ผลการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นตามกรอบแนวคิดของ Evitts (2004) แบ่งเป็น 5 ลักษณะ ดังนี้

ตาราง 1 แสดงรายละเอียดของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ลักษณะความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	หมายเลขข้อ		รวม (ข้อ)
	ตอนที่ 1 (เลือกตอบ)	ตอนที่ 2 (เขียนตอบแบบสั้น)	
1. เชื่อมโยงเชิงโมเดล	1,2,3,4	1,2	6
2. เชื่อมโยงเชิงโครงสร้าง	5,6,7,8	3,4	6
3. เชื่อมโยงทางการแสดงแทน	9,10,11,12	5,6	6
4. เชื่อมโยงเกี่ยวกับขั้นตอนและความคิดรวบยอด	13,14,15,16	7,8	6
5. เชื่อมโยงระหว่างสาระของคณิตศาสตร์	17,18,19,20	9,10	6
รวม	20	10	30

2. ผลการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.1 ผลการศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความยากง่าย อำนาจจำแนกรายข้อ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบรายด้าน ตามลักษณะของแบบทดสอบ และแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยมีค่าคุณภาพสรุปไว้ดังนี้

ตาราง 2 แสดงผลการหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นตามลักษณะของแบบทดสอบ

ลักษณะของแบบทดสอบ	คุณภาพของแบบทดสอบ			
	IOC	p	r	ความเชื่อมั่น
ตอนที่ 1 (ข้อสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก)	.80 - 1.00	.49 - .62	.32 - .83	.778
ตอนที่ 2 (ข้อสอบเขียนตอบแบบสั้น)	.80 - 1.00	.44 - .58	.33 - .63	.734

จากตาราง 2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทั้ง 2 ตอน มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มีความยากง่ายพอเหมาะ มีค่าอำนาจจำแนกในระดับดี และมีค่าความเชื่อมั่นสูง

ตาราง 3 แสดงผลการหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นตาม ลักษณะความสามารถในการเชื่อมโยง และทั้งฉบับ

องค์ประกอบของแบบทดสอบ			ความ	ความ	อำนาจ	ความ	ความ
หมายเลขข้อ		ลักษณะความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	เที่ยงตรง	ยากง่าย	จำแนก	เชื่อมั่น	เชื่อมั่น
ตอนที่ 1	ตอนที่ 2		เชิงเนื้อหา (IOC)	(p)	(r)	รายด้าน	ทั้งฉบับ
1,2,3,4	1,2	การเชื่อมโยงเชิงโมเดล	.80-1.00	.46-.62	.32-.63	.739	
5,6,7,8	3,4	การเชื่อมโยงเชิงโครงสร้าง	.80-1.00	.52-.59	.37-.63	.659	
9,10,11,12	5,6	การเชื่อมโยงทางการแสดงแทน	.80-1.00	.48-.59	.33-.83	.743	
13,14,15,16	7,8	การเชื่อมโยงเกี่ยวกับขั้นตอนและความคิดรวบยอด	.80-1.00	.44-.58	.44-.63	.635	.84
17,18,19,20	9,10	การเชื่อมโยงระหว่างสาระของคณิตศาสตร์	.80-1.00	.51-.58	.44-.68	.769	

จากตาราง 3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แยกตามลักษณะความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ด้าน และทั้งฉบับ มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มีความยากง่ายพอเหมาะ มีค่าอำนาจจำแนกในระดับดี และมีค่าความเชื่อมั่นสูง

2.2 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) ด้วยโปรแกรม Mplus Version 7.4 เพื่อเป็นการยืนยันว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นนั้นสามารถวัดได้ตรงตามโครงสร้างของโมเดลการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบหรือไม่ ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงผลดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

องค์ประกอบความสามารถในการเชื่อมโยง	β	SE	Z	p-value	R^2
1. เชื่อมโยงเชิงโมเดล	0.739	0.029	25.347	0.000	0.546
2. เชื่อมโยงเชิงโครงสร้าง	0.659	0.034	19.441	0.000	0.434
3. เชื่อมโยงทางการแสดงแทน	0.743	0.029	25.706	0.000	0.552
4. เชื่อมโยงเกี่ยวกับขั้นตอนและความคิดรวบยอด	0.635	0.035	17.981	0.000	0.403
5. เชื่อมโยงระหว่างสาระของคณิตศาสตร์	0.769	0.027	28.180	0.000	0.592

$$\chi^2 = 2.139 \text{ df} = 5, \chi^2/\text{df} = 0.427, \text{p-value} = 0.8295, \text{CFI} = 1.000$$

$$\text{TLI} = 1.008, \text{RMSEA} = 0.000, \text{SRMR} = 0.008$$

จากตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน พบว่า χ^2 มีค่าเท่ากับ 2.139, df มีค่าเท่ากับ 5 และ p-value มีค่าเท่ากับ .8295 ซึ่งค่าไค-สแควร์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า โมเดลการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และเมื่อพิจารณาค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) มีค่าเท่ากับ 1.000 ซึ่งค่านี้มีค่าสูงเป็น 1 นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของการประมาณค่าความคลาดเคลื่อน (RMSEA) มีค่าเท่ากับ .000 ค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนที่เหลือมาตรฐาน (SRMR) มีค่าเท่ากับ .008 ซึ่งน้อยกว่า .05 ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2 / df) เท่ากับ .042 แสดงให้เห็นว่าโมเดลการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่สร้างตามกรอบแนวคิดของ Evitts (2004) มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ หรือมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

อภิปรายผลการวิจัย

แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นตามกรอบแนวคิดของ Evitts (2004) แบ่งเป็น 5 ลักษณะ ได้แก่ 1) เชื่อมโยงเชิงโมเดล 2) เชื่อมโยงเชิงโครงสร้าง 3) เชื่อมโยงทางการแสดงแทน 4) เชื่อมโยงเกี่ยวกับขั้นตอนและความคิดรวบยอด และ 5) เชื่อมโยงระหว่างสาระของคณิตศาสตร์ โดยใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ครอบคลุมตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แบบทดสอบที่สร้างได้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ตามลักษณะการเชื่อมโยงละ 4 ข้อคำถาม ใช้วัดได้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความคิด หลักการ ทฤษฎี การตัดสินใจ การประเมินตัวแปร การแปลความหมายข้อมูล การแสดงความเข้าใจในธรรมชาติของคณิตศาสตร์ ตลอดจนความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2007) สอดคล้องกับ Pinyoanantapong (2002) ที่ว่าแบบทดสอบแบบเลือกตอบมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้ตอบได้แสดงความรู้ความสามารถต่างๆ ตามที่ผู้ถามต้องการ ซึ่งจะวัดได้ตั้งแต่ความจำผิวเผินไปจนถึงวัดพฤติกรรมที่ลึกซึ้ง ตอนที่ 2 เป็นข้อสอบแบบเขียนตอบแบบสั้น จำนวน 10 ข้อ ตามลักษณะการเชื่อมโยงละ 2 ข้อคำถาม ที่วัดได้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจและทักษะกระบวนการ โดยผู้ตอบต้องแสดงความรู้ความสามารถด้านการเขียนคำตอบที่เป็นผลลัพธ์ของปัญหา (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2007) ซึ่งสอดคล้องกับ Tuejanta (2009) ที่สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบเขียนตอบแบบสั้น ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบรูปแบบผสม (Mixed-format Tests) สามารถช่วยลดข้อจำกัดของข้อสอบแบบเลือกตอบ และข้อสอบแบบเขียนตอบแบบสั้น และใช้จุดเด่นของข้อสอบทั้งสองชนิด ทำให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพสามารถวัดได้ครอบคลุมตรงตามลักษณะพฤติกรรมบ่งชี้ (Kamjanawasi, 2009)

ผลการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ดำเนินการหาคุณภาพของแบบทดสอบในด้านต่างๆ ดังนี้

1. คุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ศึกษานิเทศก์ที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ครูชำนาญการพิเศษในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน รวมทั้งหมด จำนวน 5 ท่าน จากผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ข้อสอบทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .80 ถึง 1.00 จึงกล่าวได้ว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สามารถนำไปใช้ทดสอบนักเรียนได้ สอดคล้องกับ Pinyoanantapong (2002, p. 95) ที่ว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องที่มีค่า .50 ขึ้นไป ถือว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และสอดคล้องกับ Saiyot and Saiyot (2000, p. 208) ซึ่งได้กล่าวไว้ว่า ถ้าดัชนีความสอดคล้องที่คำนวณได้มีค่าตั้งแต่ .70 ขึ้นไป แสดงว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ครอบคลุมตรงตามลักษณะพฤติกรรมบ่งชี้

การที่แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาอยู่ในเกณฑ์ดี เนื่องจาก 1) ภาษาที่ใช้ในแบบทดสอบมีความชัดเจน รัดกุม ไม่กำกวม ไม่สลับซับซ้อนจนเกินไป 2) มีการกำหนดนิยามคุณลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้อย่างชัดเจน 3) มีกระบวนการสร้างตามหลักการสร้างแบบทดสอบและการให้คะแนน การที่ผู้วิจัยมีความเข้าใจในนิยามของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ประกอบกับการที่ได้ศึกษาวิธีการสร้างข้อคำถามแบบเลือกตอบ ตัวเลือกตัวลวง และข้อคำถามแบบเขียนตอบแบบสั้น อีกทั้งข้อคำถามของแบบทดสอบได้ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และนำมาปรับปรุงแก้ไขหลายครั้งก่อนที่จะนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ทำให้แบบทดสอบมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งสอดคล้องกับ Kamjanawasi (2009, p. 156) ที่ว่าการใช้ข้อสอบที่กำกวม การกำหนดความหมาย และขอบเขตของมวลงเนื้อเรื่องที่มีงัดผลต่อการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับความครอบคลุม และความเป็นตัวแทนของตัวอย่างพฤติกรรม (ข้อสอบ) ที่มีต่อมวลงเนื้อเรื่องทั้งหมดที่มีงัด ซึ่งส่งผลต่อความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบ อีกทั้งแบบทดสอบจะมีความเที่ยงตรงมากน้อยเพียงไร ย่อมขึ้นอยู่กับตัวแบบทดสอบเองเป็นสำคัญ กระบวนการสร้างและส่วนประกอบของแบบทดสอบ สามารถส่งผลต่อความเที่ยงตรงของแบบทดสอบด้วย

2. คุณภาพของแบบทดสอบด้านความยากง่าย และอำนาจจำแนก

ความยากง่ายของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในเกณฑ์ดีทุกข้อ กล่าวคือ มีดัชนีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .44 ถึง .62 สอดคล้องกับ Saiyot and Saiyot (2000, p. 185) ว่าข้อสอบที่ดีต้องมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 ถ้าค่าความยากง่ายต่ำหรือสูงกว่านี้แสดงว่าข้อสอบไม่ดีควรปรับปรุง

อำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในเกณฑ์ดีทุกข้อ กล่าวคือ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .31 ถึง .69 สอดคล้องกับ Ebel (as cited in Samutthai, 2002, p. 172) ที่ว่าดัชนีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 หรือมากกว่า .20 ขึ้นไป แสดงว่ามีอำนาจจำแนกในระดับดี

การที่แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีความยากง่ายและอำนาจจำแนกพอเหมาะ ทั้งนี้ เนื่องจากจากผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบตามหลักการสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบและแบบเขียนตอบแบบสั้น กล่าวคือ ดำเนินถึงคุณลักษณะที่

ต้องการวัด ข้อคำถามเป็นภาษาที่เข้าใจง่าย ชัดเจน ได้ใจความ สร้างข้อคำถามที่เหมาะสมกับความสามารถและพฤติกรรมของนักเรียน ตรวจสอบว่าข้อคำถามในแบบทดสอบตรงตามนิยามคุณลักษณะความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หรือไม่ และมีการคาดคะเนว่าแบบทดสอบแต่ละข้อนักเรียนมีโอกาสที่จะตอบถูกหรือไม่ มีความยากระดับใด และนอกจากนี้ แบบทดสอบที่สร้างขึ้น ยังได้ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ และได้ผ่านการปรับปรุงหลายครั้ง ทำให้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ สอดคล้องกับ Krongsard (2005, p. 157) ว่า การสร้างแบบทดสอบตามขั้นตอน ถูกต้องตามหลักการ ทำให้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ และการที่แบบทดสอบมีความยากง่ายพอเหมาะ ส่งผลให้แบบทดสอบมีอำนาจจำแนกดีด้วย สอดคล้องกับ Karnjanawasi (2009, p. 157) ที่ว่า ข้อสอบยากเกินไปหรือง่ายเกินไป ทำให้ข้อสอบขาดอำนาจจำแนก

3. คุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) ด้วยโปรแกรม Mplus Version 7.4 เพื่อเป็นการยืนยันว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นสามารถวัดได้ตรงตามกรอบแนวคิดของ Evitts (2004) ที่กำหนดไว้หรือไม่ จากการพิจารณาค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของการประมาณค่าความคลาดเคลื่อน (RMSEA) มีค่าเท่ากับ .000 ค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนที่เหลือมาตรฐาน (SRMR) มีค่าเท่ากับ .008 ซึ่งน้อยกว่า .05 ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2 / df) เท่ากับ .042 แสดงให้เห็นว่าโมเดลการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่สร้างตามกรอบแนวคิดของ Evitts มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ สอดคล้องกับ Kelloway (1998, pp. 25-32) ที่สรุปว่า โมเดลที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ต้องมีค่า χ^2 ต่ำๆ และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} > .05$) ค่า χ^2 / df มีค่าน้อยกว่า 2 ค่า SRMR มีค่าน้อยกว่า .05 ค่า RMSEA มีค่าน้อยกว่า .05 และค่า CFI มีค่าตั้งแต่ .90 ขึ้นไป จึงสรุปได้ว่าแบบทดสอบมีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง สามารถวัดได้ตรงตามคุณลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในแต่ละลักษณะได้อย่างมีความเที่ยงตรง สอดคล้องกับ Worakam (2012, p. 277) ที่สรุปว่า ถ้าผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน พบว่า มีความสอดคล้องกันระหว่างโมเดลเชิงสมมติฐานที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีกับโมเดลจากข้อมูลเชิงประจักษ์ ก็เป็นหลักฐานในการยืนยันโครงสร้างองค์ประกอบของลักษณะที่ต้องการวัดได้ ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบตามลำดับขั้นตอนอย่างมีคุณภาพ และก่อนนำเครื่องมือไปใช้ในการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างผ่านการหาคุณภาพเบื้องต้นและผ่านการหาคุณภาพรายข้อของแบบทดสอบอย่างถูกต้องตามขั้นตอน จึงทำให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพและสามารถวัดได้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

4. คุณภาพของแบบทดสอบด้านความเชื่อมั่น ผู้วิจัยตรวจสอบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ โดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach) มีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ .84 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นมีความเชื่อมั่นสูง ซึ่งค่าความเชื่อมั่นสอดคล้องกับเกณฑ์การพิจารณาค่าความเชื่อมั่นของ Garrett (as cited in Siangchi, 1983, p. 47) ที่ว่า ค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ .71 ถึง 1.00 มีความเชื่อมั่นสูง และ

สอดคล้องกับ Saiyot and Saiyot (2000, p. 244) ที่กล่าวว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบควรมีค่าสูงกว่า .70 จึงจะถือว่าแบบทดสอบนั้นมีผลการวัดที่มีความคงที่แน่นอนเป็นที่เชื่อถือได้ ซึ่งการที่แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีค่าความเชื่อมั่นสูงเนื่องจาก 1) ข้อคำถามมีความชัดเจน 2) แบบทดสอบมีความยากง่ายพอเหมาะ และ 3) กลุ่มตัวอย่างมีความสามารถแตกต่างกัน สอดคล้องกับ Ritcharoon (2001, pp. 164-165) ที่กล่าวไว้ว่า แบบทดสอบจะมีความเชื่อมั่นสูงขึ้นหากข้อคำถามมีความชัดเจน ผู้ตอบอ่านแล้วเข้าใจ กล่าวคือ มีความเป็นปรนัยในการถาม การเลือกกลุ่มผู้ทดสอบที่มีลักษณะแตกต่างกันมีความสามารถกระจายกันออกไป ทำให้คะแนนสอบมีความแปรปรวนมาก และมีผลทำให้ความเชื่อมั่นสูงขึ้น ส่วนแบบทดสอบที่มีความยากเกินไป หรือง่ายเกินไปคะแนนจากการทำแบบทดสอบจะไม่กระจาย ทำให้ค่าความแปรปรวนต่ำ และมีผลทำให้ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบต่ำตามไปด้วย แต่การที่ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบไม่เท่ากับ 1.00 อาจเนื่องมาจากจำนวนข้อคำถามในแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีจำนวนน้อย สอดคล้องกับ Pattiyatani (2012, p. 230) ที่ว่า องค์ประกอบที่ส่งผลต่อความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ได้แก่ จำนวนข้อสอบ ข้อสอบที่มีจำนวนข้อมาก ย่อมมีความเชื่อมั่นสูงกว่าข้อสอบที่มีจำนวนข้อน้อย และสอดคล้องกับ Ritcharoon (2001, pp. 154) ว่าแบบทดสอบถ้ายิ่งยาวจะเพิ่มค่าความเชื่อมั่นให้สูงขึ้น เนื่องจากจะมีข้อคำถามที่มากพอทำให้ผู้สอบผิดกรรมได้มากขึ้น เพื่อครอบคลุมในเรื่องที่จะศึกษา

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้ ควรศึกษารายละเอียดในคู่มือการใช้ให้เข้าใจ ชี้แจงวิธีการทำแบบทดสอบ และควบคุมให้นักเรียนทำแบบทดสอบด้วยความตั้งใจ และเต็มความสามารถ เพื่อให้การวัดผลตรงตามวัตถุประสงค์และได้ข้อมูลที่ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด

1.2 หากต้องการนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นไปใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ สิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ เนื้อหาที่นำมาเป็นข้อคำถามควรเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

2.1 เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาในมุมกว้าง ควรมีการทำการวิจัยในระดับชั้นหรือกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ เพื่อสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับนักเรียนในแต่ละระดับอายุ ระดับชั้นเรียนต่อไป

2.2 ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะต่างจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ทำการศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้ได้แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่มีความเหมาะสมหลากหลายๆ รูปแบบ

2.3 การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบรูปแบบผสม คือ ข้อสอบแบบเลือกตอบ และข้อสอบแบบเขียนตอบแบบสั้น มีการตรวจให้คะแนนเป็นแบบ 0, 1 ดังนั้น ควรมีการศึกษาสำหรับแบบทดสอบรูปแบบผสมที่มีการตรวจให้คะแนนมากกว่าสองค่า

References

- Evitts, A. T. (2004). *Investigating the mathematical connections that pre-service teachers use and develop while solving problems from reform curricula* (Doctoral dissertation). USA: The Pennsylvania State University.
- Hodgson, T. R. (1995). Connections as problem-solving tool. In PA. House (Ed.), *Connecting mathematics across the curriculum, 1995 Yearbook* (pp. 13-21). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2003). *Mathematics assessment tool*. Bangkok: Bophit Printing. [in Thai]
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2007). *Mathematics assessment tool*. Bangkok: The Ministry of Education. [in Thai]
- Karnjanawasi, S. (2009). *Traditional test theory* (6th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]
- Kelloway, E. K. (1998). *Using LISREL for structural equation modeling*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Nation Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VI: NCTM.
- Krongsa-ard, S. (2005). *Creating a study aptitude test to predict the learning achievement for Mathayomsuksa 6 students* (Master thesis). Chiang Mai: Chiang Mai University. [in Thai]
- Pattiyatani, S. (2012). *Educational measurement* (6th ed.). Kalasin: Prasarn Printing. [in Thai]
- Pinyoanantapong, B. (2002). *Assessment of learner-centered learning: Concepts and methods* (2nd ed.). Bangkok: Thai Watana Panich Publishing. [in Thai]
- Ritcharoon, P. (2001). *Principles of measurement and evaluation of education*. Bangkok: Faculty of Education, Phranakhon Rajabhat University. [in Thai]
- Worrakam, P. (2012). *Educational research* (5th ed.). Maha Sarakham: Taksila Printing. [in Thai]
- Saiyot, L., & Saiyot, A. (2000). *Learning measurement techniques*. Bangkok: Faculty of Education, Srinakharinwirot University. [in Thai]
- Samutthai, R. (2002). *Basic educational measurement and evaluation*. Chiang Mai: Faculty of Education, Chiang Mai University. [in Thai]

- Sangpom, W. (2015). Mathematical connections for learner's knowledge creation. *Journal of Education Naresuan University*, 16(4), 210-215. [in Thai]
- Siangchi, T. (1983). *Course 0720 theory of testing and measurement*. Chiang Mai: Faculty of Education, Chiang Mai University. [in Thai]
- Tuejanta, N. (2009). *Creating a mathematical process skills curriculum for Pratomsuksa 6 students* (Master thesis). Chiang Mai: Chiang Mai University. [in Thai]
- Wannat, W. (2005). *Use of measurement and evaluation of learning objectives 21425 measurement and evaluation of elementary learning achievement unit 15*. Nonthaburi: Sukhothai Thammathirat Open University. [in Thai]