

การสร้างแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 The Construction of Mathematical Connection Ability Test for Grade Four Students

อมรรัตน์ ศรีดาธรรม^{1*}, ดารุณี ทิพยกุลไพโรจน์² และ จุฑาภรณ์ มาสันเทียะ³
Amonrat Sridatham^{1*}, Darunee Tippayakulpairoj² and Chuthaphon Masantiah³

(Received: October 27, 2023; Revised: December 3, 2023; Accepted: December 6, 2023)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ (1) สร้างแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (2) วิเคราะห์คุณสมบัติทางจิตมิติของแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ (3) วิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านคลองบัว (เอี่ยมแสงโรจน์) สำนักงานเขตบางเขน สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน ซึ่งใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ 2 ขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้เป็นข้อสอบแบบสร้างคำตอบจำนวน 15 ข้อ วิเคราะห์คุณสมบัติทางจิตมิติจาก (1) ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (2) ค่าความเที่ยง (3) ค่าความยาก (4) ค่าอำนาจจำแนก และวิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากสถิติบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ความถี่ ร้อยละ

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นข้อสอบแบบสร้างคำตอบจำนวน 15 ข้อ ที่มีการตรวจให้คะแนนแบบหลายค่า ข้อสอบทุกข้อวัดแนวคิดการเชื่อมโยงของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics, 2000) ใน 3 มาตรฐานได้แก่ (1) ระบุและใช้การเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 5 ข้อ (2) เข้าใจถึงการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ว่าเชื่อมโยงกันได้อย่างไรและนำความรู้ที่มีไปสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่สอดคล้องกับเรื่องเดิมจำนวน 5 ข้อ และ (3) ระบุและประยุกต์ใช้วิชา

¹ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการประเมินและการวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

² อาจารย์ สาขาวิชาการประเมินและการวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาการประเมินและการวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

¹ Master's degree student, Department of Evaluation and Research, Faculty of Education, Ramkhamhaeng University

² Lecturer, Department of Evaluation and Research, Faculty of Education, Ramkhamhaeng University

³ Assistant Professor, Department of Evaluation and Research, Faculty of Education, Ramkhamhaeng University

* Corresponding Author E-mail: 6312681009@rumail.ru.ac.th

คณิตศาสตร์ในบริบทอื่นที่นอกเหนือจากในวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 5 ข้อ

2. ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางจิตมิติของแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า แบบทดสอบทั้งฉบับมีความตรงเชิงเนื้อหาผ่านเกณฑ์ทุกข้อและมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.764 ซึ่งถือว่ามีความเที่ยงค่อนข้างสูงและผ่านเกณฑ์ และข้อสอบจำนวน 15 ข้อ มีความยากอยู่ในช่วง 0.444 ถึง 0.840 และอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง -0.037 ถึง 0.867

3. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 100 คน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 32.25 คะแนน จากคะแนนเต็ม 52 คะแนน และเมื่อพิจารณาผลการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ คือ มีคะแนนตั้งแต่ 26 คะแนนขึ้นไป หรือสูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม จำนวน 73 คน คิดเป็นร้อยละ 73.00 ขณะที่นักเรียนที่มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ คือ มีคะแนนต่ำกว่า 26 คะแนนลงไป หรือต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 27.00

คำสำคัญ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ข้อสอบแบบสร้างคำตอบ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

Abstract

This research had the objectives to (1) construct a mathematical connection ability test for grade 4 students, (2) analyze the psychometric properties of the mathematical connection ability test for grade 4 students, and (3) analyze the mathematical connection ability of grade 4 students. The sample consisted of 100 grade 4 students at Ban Khlong Bua School (Iam Saengrot), Bang Khen District Office, under Bangkok Metropolitan Administration (BMA), using the technique of two-stage cluster sampling. The research instrument was a fifteen-item response test. The psychometric properties were analyzed from (1) content validity, (2) reliability, (3) difficulty, and (4) discrimination. The mathematical connection ability was analyzed using descriptive statistics of mean, frequency, and percentage.

The findings were as follows:

1. The construction of the mathematical connection ability test for grade 4 students yielded a fifteen-item response test with polytomous scoring. All items measured the concept of Connectivism by the National Council of Teachers of Mathematics of the United States of America (NCTM, 2000) in three standards: (1) remembering and making connections for mathematical concepts—five items, (2) understanding the connections of mathematical knowledge to see how they connect and using the knowledge to construct new knowledge in consistency with existing knowledge—five items, (3) remembering and applying mathematics in other contexts beside mathematics—five items.

2. The analysis of psychometric properties of the mathematical connection ability test of the students under study revealed that the content validity of all items passed the criteria. The reliability was 0.764, rather a high level, and passed the criterion. All the fifteen test items exhibited difficulty between 0.444 and 0.840. The discrimination was from -0.037 to 0.867.

3. The analysis of the mathematical connection ability of the 100 students under investigation found the following: The students had an average score of 32.25 from 52. When considering the assessment of mathematical connection ability, it was found that 73 students exhibited the mathematical connection ability passing the criterion with a score of 26 or higher than 50 percent of the maximum score (73.00 percent), meanwhile, 27 students exhibited the mathematical connection ability lower than the criterion with the score lower than 26 or lower than 50 percent of the maximum score (27.00 percent).

Keywords: mathematical connection ability, constructed response items, mathematical connection

บทนำ

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นอีกหนึ่งทักษะจากทั้งหมด 5 ทักษะ ได้แก่ (1) การแก้ปัญหา (2) การให้เหตุผล (3) การสื่อสารสื่อความหมายและการนำเสนอ (4) การเชื่อมโยง (5) การคิดสร้างสรรค์ ถูกกำหนดไว้ในเป้าหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ว่าเป็นสิ่งที่ควรพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถแฝงของแต่ละบุคคลที่ต้องอาศัยกระบวนการคิดวิเคราะห์ในการนำความรู้ เนื้อหา สาระ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หรืองานที่เกี่ยวข้องมาสร้างความสัมพันธ์ให้เป็นองค์ประกอบเดียวกัน เพื่อนำไปสู่แนวคิดใหม่และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง (Ministry of Education, 2017) เนื่องจากเป็นทักษะที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างมากในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เพราะการที่นักเรียนสามารถเชื่อมโยงได้จะส่งผลให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์เป็นองค์รวมและเข้าใจวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น จนมองเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาที่พบเจอในวิชาคณิตศาสตร์และแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือที่นำไปใช้ประโยชน์กับศาสตร์สาขาอื่น ๆ ได้ (Makanong, 2016; Institute for the Promotion of Teaching Science & Technology, 2017) นอกจากการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ที่ต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้และทักษะ ในการจัดการเรียนการสอนจำเป็นต้องมีการวัดผลและประเมินผลนักเรียนควบคู่กันไป เพื่อให้ทราบถึงพัฒนาการของนักเรียนว่าอยู่ระดับใด มีจุดด้อยอะไรที่ต้องปรับปรุงแก้ไขและมีจุดเด่นอะไรที่ควรพัฒนาเพิ่มเติม

จากผลการประเมินการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียนจากการทดสอบระดับชาติ (National Testing : NT) บ่งชี้ให้เห็นคะแนนเฉลี่ยความสามารถพื้นฐานในด้านการคำนวณและด้านเหตุผล ซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ทั่วประเทศต่ำกว่าร้อยละ 50 ซึ่งเป็นมาตรฐานขั้นต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านการคำนวณต่ำกว่าทุก ๆ ด้าน (Institute for

the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017) และพบว่าในปี ค.ศ. 2022 ผลการประเมินคุณภาพ (NT) ของนักเรียนจากการทดสอบระดับประเทศ ด้านคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 49.12 และด้านภาษาไทยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 55.86 จะเห็นว่าด้านคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าด้านภาษาไทย โดยเฉพาะสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิตเป็นสาระชั้นพื้นฐานในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งในหลักสูตรได้จัดให้มีการเรียนการสอนในทุกระดับชั้น ผู้วิจัยจึงศึกษาสาระที่ 1 ในนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เนื่องจากเป็นนักเรียนชั้นพื้นฐานในช่วงชั้นที่ 2 จึงจำเป็นต้องพัฒนาทักษะพื้นฐานของวิชาคณิตศาสตร์โดยเฉพาะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นอีกทักษะที่กำหนดไว้ในเป้าหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ว่าเป็นสิ่งที่ควรพัฒนาให้เกิดกับนักเรียน (Ministry of Education, 2017) เพราะถ้านักเรียนเชื่อมโยงได้จะส่งผลให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์เป็นองค์รวมและเข้าใจวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น (Makanong, 2016) ผู้วิจัยจึงศึกษาสาระที่ 1 ในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยได้นำตัวชี้วัดวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 ตัวชี้วัด ได้แก่ ค 1.1 ป. 4/1, ค 1.1 ป. 4/2, ค 1.1 ป. 4/3, ค 1.1 ป. 4/4, ค 1.1 ป. 4/5, ค 1.1 ป. 4/6, ค 1.1 ป. 4/7, ค 1.1 ป. 4/8, ค 1.1 ป. 4/9, ค 1.1 ป. 4/10 มาเชื่อมโยงกันเพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics, 2000) ใน 3 มาตรฐานได้แก่ (1) ระลึกและใช้การเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ (2) เข้าใจถึงการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ว่าเชื่อมกันได้อย่างไร และนำความรู้ที่มีไปสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่สอดคล้องกับเรื่องเดิมและ (3) ระลึกและประยุกต์ใช้วิชาคณิตศาสตร์ในบริบทอื่น ที่นอกเหนือจากในวิชาคณิตศาสตร์

นอกจากนี้จากการศึกษาการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ยังพบว่ามีนักวิจัยหลายท่านได้สร้างเครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory) ในการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (Chuchuyasuwan, 2009) เนื่องจากทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมเป็นทฤษฎีมาตรฐานที่ใช้กันมาเป็นเวลานานและเหมาะกับการใช้กับกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กได้ สามารถวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบได้ จึงเหมาะกับการทดสอบในบริบททั่วไป เช่น การทดสอบในชั้นเรียน (Kanjawasee, 2013) จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบแบบสร้างคำตอบที่มีเกณฑ์การให้คะแนนหลายค่า เนื่องจากแบบทดสอบแบบสร้างคำตอบที่มีเกณฑ์การให้คะแนนหลายค่า ช่วยลดการตอบด้วยการเดา นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นหาคำตอบจากประสบการณ์ที่เรียนมาเขียนคำตอบได้อย่างเสรี และวัดพฤติกรรมขั้นสูงได้ เช่น การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ ซึ่งสอดคล้องกับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่มุ่งวัดการคิดขั้นสูง (Kritkharuehart, 2021; Ritjaroon, 2021) เนื่องจากแบบทดสอบที่ให้คะแนนแบบหลายค่ามีความเที่ยงสูงกว่าแบบทดสอบที่ให้คะแนน 2 ค่า (Jenkins, 2020) จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมวิเคราะห์คุณสมบัติทางจิตมิติของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ (1) ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (2) ค่าความเที่ยง

(3) ค่าความยาก (p) (4) ค่าอำนาจจำแนก (r) และวิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

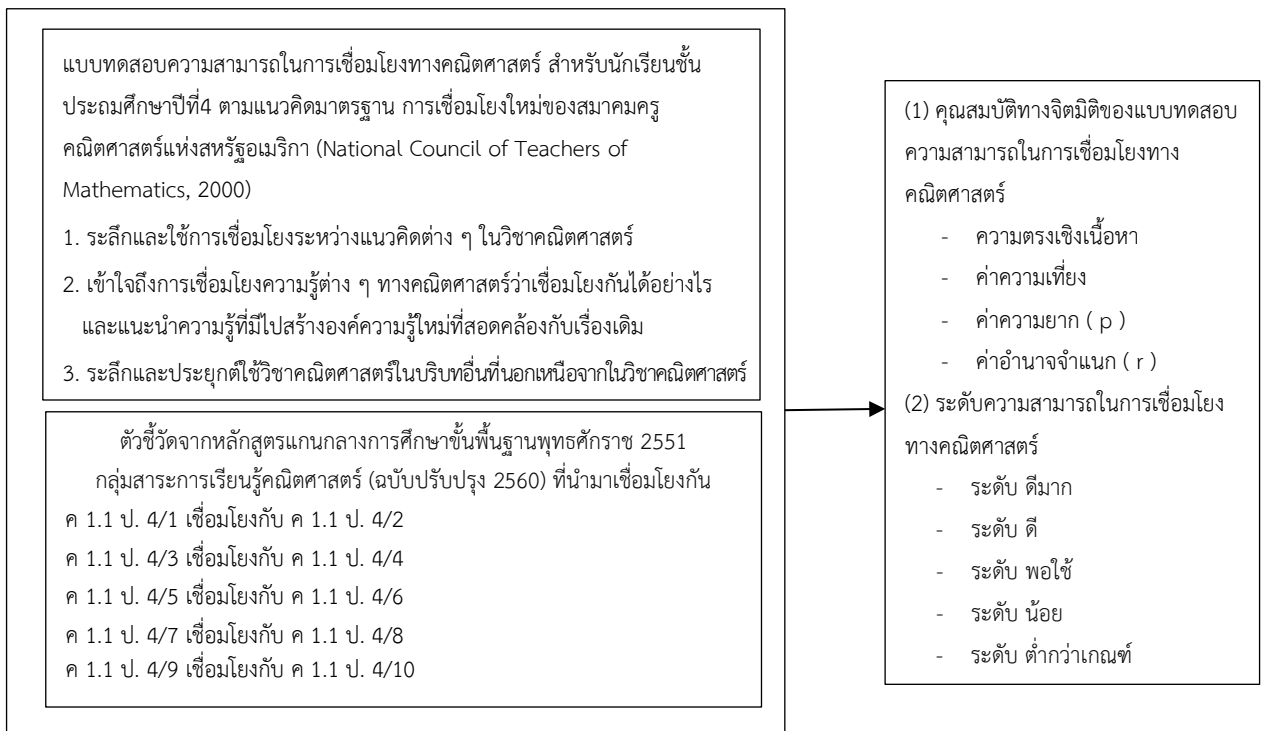
จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงศึกษาการสร้างความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ซึ่งทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมมีความสำคัญในการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบและเหมาะกับการใช้กับกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กจึงเหมาะกับกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยศึกษา ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบเพื่อให้ได้เครื่องมือวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพและเป็นข้อมูลสารสนเทศในการแก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้ ซ่อมเสริมได้ตรงจุด จนสามารถนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อสร้างความพร้อมในการเรียนเรื่องต่อไปในระดับที่สูงขึ้น และยังเป็นแนวทางในการสร้างความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สำหรับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ โดยนำผลการวิจัยไปใช้ได้เหมาะกับบริบทนักเรียนระดับประถมศึกษาและเกิดประโยชน์แก่นักเรียน ซึ่งเป็นข้อมูลในการพัฒนาตนเองและส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

ความมุ่งหมายในการวิจัย

1. สร้างแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
2. วิเคราะห์คุณสมบัติทางจิตมิติของแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
3. วิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2566 สำนักงานเขตบางเขน สังกัด กรุงเทพมหานคร จำนวน 5 โรงเรียน (1) โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ (2) โรงเรียนบ้านคลองบัว (เอี่ยมแสงโรจน์) (3) โรงเรียนประชาภิบาล (4) โรงเรียนบ้านบัวมลและ (5) โรงเรียนวัดไตรรัตนาราม รวมทั้งหมด 719 คน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สำนักงานเขตบางเขนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 แบ่งเป็นกลุ่มทดลองใช้เครื่องมือ 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน และกลุ่มตัวอย่างวิจัย 3 ห้องเรียน จำนวน 100 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบ 2 ขั้นตอน (two - stage random sampling) การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง มีวิธีและลำดับขั้นตอนการสุ่มดังนี้ (1) การสุ่มโดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยจากโรงเรียนทั้งหมด 5 โรงเรียน ได้กลุ่มตัวอย่าง 1 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนบ้านคลองบัว (เอี่ยมแสงโรจน์) (2) การสุ่มโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยจากห้องเรียนทั้งหมด 6 ห้องเรียน ได้กลุ่มตัวอย่าง 3 ห้องเรียน จำนวน 100 คน การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างใช้สูตรของ (Krejcie & Morgan, 1970) จากประชากร 719 คน ได้กลุ่มตัวอย่าง 85 คน มีความคลาดเคลื่อน 10 % ระดับความเชื่อมั่น 95 % เนื่องจากจำนวนนักเรียน 3 ห้องเรียน มีทั้งสิ้น 100 คน ผู้วิจัยจึงเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 ห้องเรียน ซึ่งครอบคลุมจำนวนตัวอย่างที่คำนวณได้

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นข้อสอบแบบสร้างคำตอบ (constructed response items) ที่ให้ผู้สอบเขียนบรรยายภายใต้เงื่อนไขและกรอบกำหนด ข้อสอบแต่ละข้อมีเกณฑ์การให้คะแนนแตกต่างกัน เช่น ข้อสอบข้อที่ 1 มีเกณฑ์การให้คะแนน 1, 2, 3 และข้อสอบข้อที่ 2 มีเกณฑ์การให้คะแนน 1, 2, 3, 4 เป็นต้น จำนวน 30 ข้อ การสร้างข้อสอบได้นำตัวชี้วัดจำนวน 10 ตัวชี้วัดได้แก่ ค 1.1 ป. 4/1, ค 1.1 ป. 4/2, ค 1.1 ป. 4/3, ค 1.1 ป. 4/4, ค 1.1 ป. 4/5, ค 1.1 ป. 4/6, ค 1.1 ป. 4/7, ค 1.1 ป. 4/8, ค 1.1 ป. 4/9, ค 1.1 ป. 4/10 มาเชื่อมโยงกันเพื่อวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics, 2000) ใน 3 มาตรฐานได้แก่ (1) ระบุและใช้การเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ (2) เข้าใจถึงการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ว่าเชื่อมกันได้อย่างไรและนำความรู้ที่มีไปสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่สอดคล้องกับเรื่องเดิม (3) ระบุและประยุกต์ใช้วิชาคณิตศาสตร์ในบริบทอื่นที่นอกเหนือจากในวิชาคณิตศาสตร์ รายละเอียดดังตาราง 1

ตาราง 1 ความสัมพันธ์ตัวชี้วัดวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่นำมาเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ตัวชี้วัดที่นำมาเชื่อมโยงกัน	เนื้อหา	(National Council of Teachers of Mathematics, 2000)	น้ำหนัก (ร้อยละ)	ข้อที่	คะแนนเต็ม	จำนวนข้อ	รวมข้อ
ตัวชี้วัด ค 1.1 ป. 4/1 เชื่อมโยงกับ ค 1.1 ป. 4/2	จำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0	NCTM (2000) ข้อที่ 1	6.67	1	3	2	6
				2	3		
		NCTM (2000) ข้อที่ 2	6.67	3	3	2	
				4	3		
		NCTM (2000) ข้อที่ 3	6.67	5	3	2	
				6	3		

ตาราง 1 (ต่อ)

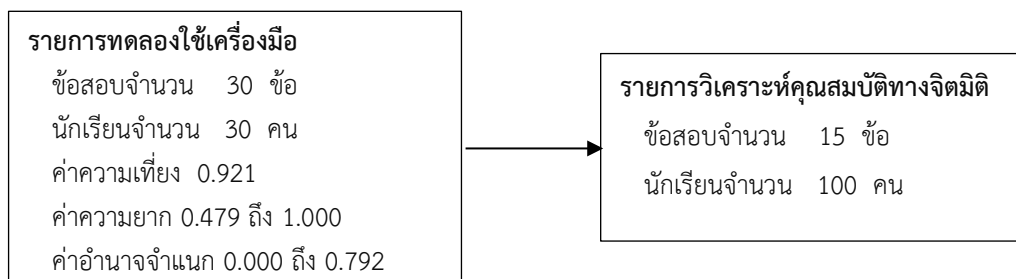
ตัวชี้วัดที่นำมาเชื่อมโยงกัน	เนื้อหา	(National Council of Teachers of Mathematics, 2000)	น้ำหนัก (ร้อยละ)	ข้อที่	คะแนนเต็ม	จำนวนข้อ	รวมข้อ
ตัวชี้วัด ค 1.1 ป. 4/3 เชื่อมโยงกับ ค 1.1 ป. 4/4	เศษส่วน	NCTM (2000) ข้อที่ 1	6.67	7	3	2	6
				8	3		
		NCTM (2000) ข้อที่ 2	6.67	9	3	2	
				10	3		
NCTM (2000) ข้อที่ 3	6.67	11	3	2			
		12	3				
ตัวชี้วัด ค 1.1 ป. 4/5 เชื่อมโยงกับ ค 1.1 ป. 4/6	ทศนิยม	NCTM (2000) ข้อที่ 1	6.67	13	3	2	6
				14	3		
		NCTM (2000) ข้อที่ 2	6.67	15	3	2	
				16	3		
NCTM (2000) ข้อที่ 3	6.67	17	3	2			
		18	3				
ตัวชี้วัด ค 1.1 ป. 4/7 เชื่อมโยงกับ ค 1.1 ป. 4/8	การบวก การลบ การคูณ การหาร จำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0	NCTM (2000) ข้อที่ 1	6.67	19	4	2	6
				22	4		
		NCTM (2000) ข้อที่ 2	6.67	20	4	2	
				23	4		
NCTM (2000) ข้อที่ 3	6.67	21	6	2			
		24	6				
ตัวชี้วัด ค 1.1 ป. 4/9 เชื่อมโยงกับ ค 1.1 ป. 4/10	การบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0	NCTM (2000) ข้อที่ 1	6.67	25	2	2	6
				28	2		
		NCTM (2000) ข้อที่ 2	6.67	26	4	2	
				29	4		
NCTM (2000) ข้อที่ 3	6.67	27	5	2			
		30	5				
รวม			100	30	104	30	30

หมายเหตุ NCTM (2000) หมายถึง แนวคิดการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของสมาคมครูคณิตแห่งสหรัฐอเมริกา 3 มาตรฐานได้แก่ (1) ระบุและใช้การเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ (2) เข้าใจถึงการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ว่าเชื่อมกันได้อย่างไรและนำความรู้ที่มีไปสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่สอดคล้องกับเรื่องเดิมและ (3) ระบุและประยุกต์ใช้วิชาคณิตศาสตร์ในบริบทอื่นที่นอกเหนือจากในวิชาคณิตศาสตร์

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเองที่โรงเรียนบ้านคลองบัว (เอี่ยมแสงโรจน์) สำนักงานเขตบางเขน สังกัดกรุงเทพมหานคร โดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มทดลองใช้เครื่องมือ 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน โดยใช้แบบทดสอบ 1 ฉบับ จำนวน 30 ข้อ ตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลและนำมาตรวจให้คะแนนและนำไปวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคัดเลือกข้อสอบให้เหลือ 15 ข้อ การคัดเลือกข้อสอบได้พิจารณาจากค่าความยากและ

ค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสมกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง + 0.20 ถึง + 1.00 และวัดได้ครอบคลุมมาตรฐานการเชื่อมโยงตามแนวคิดของสมาคมครุคณิตศาสตร์ใน 3 มาตรฐาน ได้ข้อสอบจำนวน 15 ข้อ และได้นำแบบทดสอบไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างวิจัยจำนวน 100 คน ตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลและนำมาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์ข้อมูล แสดงรายละเอียดดังภาพ 2



ภาพ 2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 วิเคราะห์ค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบโดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์และด้านการวัดผล 3 ท่าน พิจารณาให้คะแนน จากนั้นนำผลมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item - Objective Congruence หรือ IOC) โดยใช้สูตรของ (Koonkaew, 2022)

4.2 วิเคราะห์คุณสมบัติทางจิตมิติได้แก่ (1) ค่าความเที่ยง (2) ค่าความยาก (3) ค่าอำนาจจำแนก คำนวณได้จากสูตร (Jangsiripornpakorn, 2007) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม RTAP

4.3 วิเคราะห์ระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากสถิติบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และวิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนของ (Chuchaysuwan, 2009) ดังต่อไปนี้

ร้อยละ 80 – 100 ของคะแนนเต็ม หมายถึง มีความสามารถเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ระดับ ดีมาก

ร้อยละ 70 – 79 ของคะแนนเต็ม หมายถึง มีความสามารถเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ระดับ ดี

ร้อยละ 60 – 69 ของคะแนนเต็ม หมายถึง มีความสามารถเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ระดับ พอใช้

ร้อยละ 50 – 59 ของคะแนนเต็ม หมายถึง มีความสามารถเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ระดับ น้อย

ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม หมายถึง มีความสามารถเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ระดับ ต่ำกว่าเกณฑ์

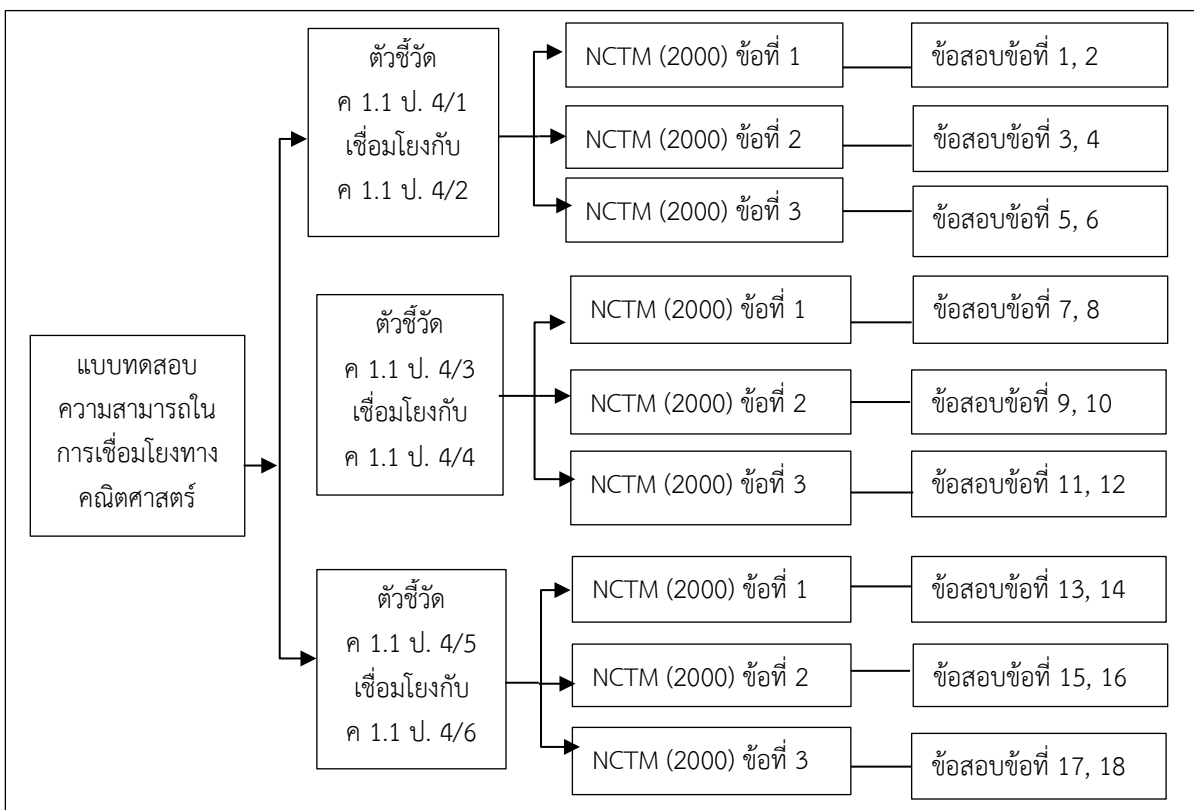
เกณฑ์การให้คะแนนระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์วัดจากคะแนนในการทำแบบทดสอบแบบสร้างคำตอบจำนวน 15 ข้อ ของคะแนนเต็ม 52 คะแนน โดยหาค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนรายข้อ นักเรียนได้ 42 – 52 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80 – 100 ของคะแนนเต็ม มีความสามารถเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก นักเรียนได้ 37 – 41 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70 – 79 ของคะแนนเต็ม มีความสามารถเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ระดับดี นักเรียนได้ 32 – 36 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 60 – 69 ของคะแนนเต็ม มีความสามารถเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ระดับพอใช้ นักเรียนได้ 26 – 31 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 50 – 59 ของคะแนนเต็ม มีความสามารถเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ระดับน้อย นักเรียนได้ 0 - 25 คะแนน อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์

ผลการวิจัย

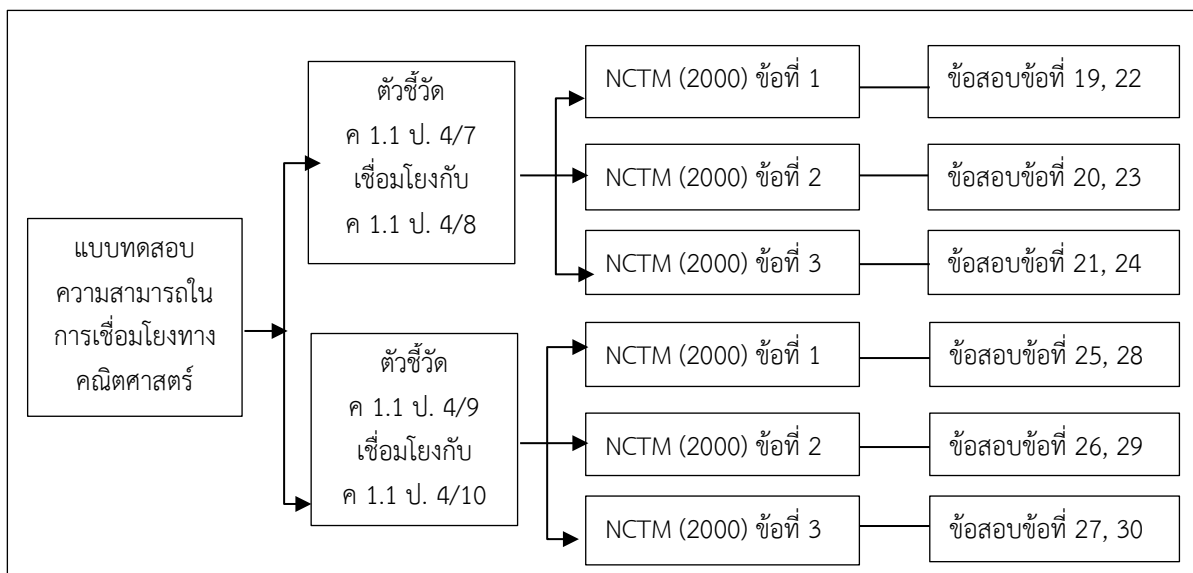
ผู้วิจัยได้แบ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ตอน ได้แก่ (1) ผลการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามแนวคิดมาตรฐานการเชื่อมโยงใหม่ของสมาคมครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (2) ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางจิตมิติของแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้แก่ (2.1) ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (2.2) ค่าความเที่ยง (2.3) ค่าความยาก (2.4) ค่าอำนาจจำแนก และ (3) ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

1. ผลการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามแนวคิดมาตรฐานการเชื่อมโยงใหม่ของสมาคมครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา พบว่า

1.1 ผลการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการประยุกต์ใช้ตัวชี้วัดจำนวน 10 ตัวชี้วัดได้แก่ ค 1.1 ป. 4/1, ค 1.1 ป. 4/2, ค 1.1 ป. 4/3, ค 1.1 ป. 4/4, ค 1.1 ป. 4/5, ค 1.1 ป. 4/6, ค 1.1 ป. 4/7, ค 1.1 ป. 4/8, ค 1.1 ป. 4/9, ค 1.1 ป. 4/10 ที่ครอบคลุมแนวคิดของสมาคมครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกาใน 3 มาตรฐานได้แก่ (1) ระลึกและใช้การเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ (2) เข้าใจถึงการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ว่าเชื่อมกันได้อย่างไรและนำความรู้ที่มีไปสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่สอดคล้องกับเรื่องเดิม และ (3) ระลึกและประยุกต์ใช้วิชาคณิตศาสตร์ในบริบทอื่นที่นอกเหนือจากในวิชาคณิตศาสตร์ โดยผลการสร้างข้อสอบเป็นข้อสอบแบบสร้างคำตอบ (constructed response items) ที่ให้ผู้สอบเขียนบรรยายภายใต้เงื่อนไขและกรอบกำหนดจำนวน 30 ข้อ มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบหลายค่ามีแผนผังการสร้างดังภาพ 3



ภาพ 3 แผนผังการสร้างข้อสอบจำนวน 30 ข้อ



ภาพ 3 (ต่อ) แผนผังการสร้างข้อสอบจำนวน 30 ข้อ

หมายเหตุ NCTM (2000) หมายถึง แนวคิดการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของสมาคมครูคณิตแห่งสหรัฐอเมริกา 3 มาตรฐานได้แก่ (1) ระบุและใช้การเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ (2) เข้าใจถึงการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ว่าเชื่อมกันได้อย่างไรและนำความรู้ที่มีไปสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่สอดคล้องกับเรื่องเดิมและ (3) ระบุและประยุกต์ใช้วิชาคณิตศาสตร์ในบริบทอื่นที่นอกเหนือจากในวิชาคณิตศาสตร์

1.2 ผลการคัดเลือกแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 ข้อ โดยพิจารณาจากค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่มีค่าสูงที่สุดและวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ครอบคลุมแนวคิดมาตรฐานการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกาแสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการคัดเลือกแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 ข้อ

ตัวชี้วัด ที่นำมาเชื่อมโยงกัน	แนวคิดการเชื่อมโยงของ สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่ง สหรัฐอเมริกา ใน 3 มาตรฐาน	ข้อสอบ ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	ผลการ คัดเลือก
ค 1.1 ป. 4/1 เชื่อมโยงกับ ค 1.1 ป. 4/2	NCTM (2000) ข้อที่ 1	1	0.729	0.292	✓
		2	0.708	0.250	✗
	NCTM (2000) ข้อที่ 2	3	0.729	0.375	✓
		4	0.667	0.250	✗
	NCTM (2000) ข้อที่ 3	5	0.771	0.458	✗
		6	0.708	0.500	✓
ค 1.1 ป. 4/3 เชื่อมโยงกับ ค 1.1 ป. 4/4	NCTM (2000) ข้อที่ 1	7	0.667	0.333	✓
		8	0.813	0.375	✗
	NCTM (2000) ข้อที่ 2	9	0.729	0.375	✗
		10	0.667	0.417	✓
	NCTM (2000) ข้อที่ 3	11	0.750	0.417	✗
		12	0.521	0.542	✓

ตาราง 2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด ที่นำมาเชื่อมโยงกัน	แนวคิดการเชื่อมโยงของ สมาคมครุคณิตศาสตร์แห่ง สหรัฐอเมริกา ใน 3 มาตรฐาน	ข้อสอบ ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	ผลการ คัดเลือก
ค 1.1 ป. 4/5 เชื่อมโยงกับ ค 1.1 ป. 4/6	NCTM (2000) ข้อที่ 1	13	0.750	0.417	×
		14	0.729	0.542	✓
	NCTM (2000) ข้อที่ 2	15	0.667	0.250	×
		16	0.668	0.458	✓
	NCTM (2000) ข้อที่ 3	17	0.604	0.625	×
		18	0.583	0.500	✓
ค 1.1 ป. 4/7 เชื่อมโยงกับ ค 1.1 ป. 4/8	NCTM (2000) ข้อที่ 1	19	0.813	0.375	×
		22	0.813	0.375	✓
	NCTM (2000) ข้อที่ 2	20	0.750	0.500	×
		23	0.563	0.625	✓
	NCTM (2000) ข้อที่ 3	21	0.625	0.750	×
		24	0.479	0.792	✓
ค 1.1 ป. 4/9 เชื่อมโยงกับ ค 1.1 ป. 4/10	NCTM (2000) ข้อที่ 1	25	0.875	0.250	✓
		28	0.938	0.125	×
	NCTM (2000) ข้อที่ 2	26	0.813	0.375	✓
		29	0.938	0.125	×
	NCTM (2000) ข้อที่ 3	27	0.875	0.250	✓

หมายเหตุ ช่องผลการคัดเลือกเครื่องหมายถูก คือ คัดเลือกไว้ เครื่องหมายผิด คือ ตัดออก

จากตาราง 2 ผลการคัดเลือกแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นข้อสอบแบบสร้างคำตอบจำนวน 30 ข้อ ที่นำไปใช้กับกลุ่มทดลอง (try out) จำนวน 30 คน มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.479 – 1.000 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.000 - 0.792 มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 21 ข้อ ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 9 ข้อ ได้แก่ข้อที่ 8, 19, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 30 และข้อสอบฉบับนี้มีค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ 0.921 ผู้วิจัยได้ตัดข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ทั้งจำนวน 4 ข้อ ได้แก่ ข้อสอบข้อที่ 8, 19, 28, 29, 30 และได้คัดเลือกข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ไว้จำนวน 4 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 22, 25, 26, 27 เนื่องจากไม่สามารถที่จะตัดข้อสอบทั้ง 4 ข้อทิ้งได้เพราะเป็นข้อสอบที่วัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เชื่อมโยงตัวชี้วัดของ ค 1.1 ป. 4/9 เชื่อมโยงกับ ค 1.1 ป. 4/10 ผู้วิจัยได้มีการปรับปรุงข้อคำถามของข้อสอบทั้ง 4 ข้อ ให้มีความยากขึ้น เนื่องจากเป็นข้อสอบที่ง่ายและอำนาจจำแนกปานกลาง คือมีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.813 – 0.875 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.250 – 0.375 เมื่อปรับปรุงข้อสอบให้มีความยากขึ้น ผู้วิจัยได้มีการคัดเลือกข้อสอบให้เหลือ 15 ข้อ เนื่องจากการสร้างข้อสอบในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างข้อสอบเป็น 2 เท่าที่นำไปใช้จริงจึงมีการคัดเลือกอีกครั้ง เกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบผู้วิจัยพิจารณาจากค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่เหมาะสมกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง + 0.20 ถึง + 1.00 และวัดได้

ครอบคลุมมาตรฐานการเชื่อมโยงตามแนวคิดของสมาคมครุศาสตร์ใน 3 มาตรฐาน ได้ข้อสอบจำนวน 15 ข้อ ได้แก่ 1, 3, 6, 7, 10, 12, 14, 16, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 27 เมื่อปรับปรุงข้อสอบเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยจึงนำแบบทดสอบไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างวิจัยจำนวน 100 คน

2. ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางจิตมิติของแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นข้อสอบแบบการสร้างคำตอบ (constructed response items) จำนวน 15 ข้อ ที่มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบหลายค่าเก็บข้อมูลกับตัวอย่างวิจัยจำนวน 100 คน โดยได้นำแบบทดสอบไปใช้จริงและวิเคราะห์คุณสมบัติทางจิตมิติ ได้แก่ (1) ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (2) ค่าความเที่ยง โดยมีผลการวิเคราะห์ดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์ค่าความตรงเชิงเนื้อหาและค่าความเที่ยงทั้งฉบับ

ตัวชี้วัดที่เชื่อมโยงกัน	NCTM (2000)	ข้อสอบข้อที่	ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC)	ค่าความเที่ยงทั้งฉบับ
ค 1.1 ป. 4/1 เชื่อมโยงกับ ค 1.1 ป. 4/2	1	1	1.00	0.794
	2	2	1.00	
	3	3	1.00	
ค 1.1 ป. 4/3 เชื่อมโยงกับ ค 1.1 ป. 4/4	1	4	1.00	
	2	5	1.00	
	3	6	1.00	
ค 1.1 ป. 4/5 เชื่อมโยงกับ ค 1.1 ป. 4/6	1	7	1.00	
	2	8	1.00	
	3	9	1.00	
ค.11 ป. 4/7 เชื่อมโยงกับ ค 1.1 ป. 4/8	1	10	1.00	
	2	11	1.00	
	3	12	1.00	
ค 1.1 ป. 4/9 เชื่อมโยงกับ ค 1.1 ป. 4/10	1	13	1.00	
	2	14	1.00	
	3	15	1.00	

จากตาราง 2 ผลการวิเคราะห์ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) เก็บกับกลุ่มตัวอย่าง 100 คน ข้อสอบทุกข้อมีค่าเท่ากับ 1.00 ถือว่าผ่านเกณฑ์ และมีค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ 0.794 ถือว่าแบบทดสอบมีความเที่ยงค่อนข้างสูง

3. ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นข้อสอบแบบการสร้างคำตอบ (constructed response items) ที่มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบหลายค่าจำนวน 15 ข้อ เก็บข้อมูลกับตัวอย่างวิจัยจำนวน 100 คน โดยมีผลการวิเคราะห์ดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย
1	0.809	-0.037	ง่าย ใช้ไม่ได้
2	0.840	0.148	ง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ
3	0.735	0.407	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
4	0.593	0.148	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ
5	0.444	0.173	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ
6	0.568	0.617	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง
7	0.765	0.272	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง
8	0.642	0.272	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง
9	0.568	0.395	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง
10	0.620	0.500	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
11	0.611	0.593	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
12	0.472	0.549	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
13	0.648	0.704	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกสูง
14	0.486	0.824	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง
15	0.485	0.867	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง

จากตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.444 - 0.840 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง - 0.037 - 0.867 โดยรวมแล้วข้อสอบค่อนข้างง่ายอำนาจจำแนกค่อนข้างสูงถือว่าผ่านเกณฑ์ และมีข้อสอบจำนวน 1 ข้อ คือข้อสอบข้อที่ 1 ที่มีอำนาจจำแนกติดลบเนื่องจากเป็นข้อสอบที่ง่ายนักเรียนส่วนใหญ่ทำถูก อาจเกิดจากตัวชี้วัดที่นำมาเชื่อมโยงกันเป็นตัวชี้วัดที่มีการเรียนการสอนในทุกๆระดับจึงทำให้นักเรียนทำถูกเป็นส่วนมาก ก่อนนำแบบทดสอบไปใช้ควรมีการปรับปรุงข้อสอบให้ยากขึ้น

4. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์โดยใช้สถิติพรรณนาจากคะแนนในการทำแบบทดสอบแบบสร้างคำตอบจำนวน 15 ข้อ ของคะแนนเต็ม 52 คะแนน กลุ่มตัวอย่างวิจัยจำนวน 100 คน ได้แบ่งเกณฑ์การวิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็น 5 ระดับ ได้แก่ (1) ระดับดีมาก (2) ระดับดี (3) ระดับพอใช้ (4) ระดับน้อย (5) ระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	เกณฑ์	ช่วงค่าเฉลี่ยคะแนน	คะแนนเต็ม	จำนวนนักเรียน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
ระดับ ดีมาก	ร้อยละ 80-100 ของคะแนนเต็ม	42 – 52	52	16	16.00
ระดับ ดี	ร้อยละ 70 – 79 ของคะแนนเต็ม	37 – 41	52	24	24.00
ระดับ พอใช้	ร้อยละ 60 – 69 ของคะแนนเต็ม	32 – 36	52	19	19.00
ระดับ น้อย	ร้อยละ 50 – 59 ของคะแนนเต็ม	26 – 31	52	14	14.00
ระดับต่ำกว่าเกณฑ์	ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม	0 – 25	52	27	27.00
รวม				100	100.00

จากตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 15 ข้อ คะแนนเต็ม 52 คะแนน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในช่วง 37 – 41 คะแนน จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 24.00 ขณะที่นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในช่วง 0 – 25 คะแนน จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 27.00 ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์

อภิปรายผล

จากการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยขอเสนอการอภิปรายผลออกเป็น 3 ประเด็นดังต่อไปนี้

1. จากผลการวิจัยที่พบว่าแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบสร้างคำตอบที่มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบหลายค่า จำนวน 15 ข้อ เป็นข้อสอบที่วัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการเชื่อมโยงตัวชี้วัดในสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 10 ตัวชี้วัด ข้อสอบทุกข้อวัดได้ครอบคลุมมาตรฐานการเชื่อมโยงของของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกาใน 3 มาตรฐาน ซึ่งการสร้างข้อสอบที่ให้นักเรียนเติมคำตอบจะช่วยลดจุดอ่อนของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (multiple choice) ที่มีโอกาสในการเดาสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Chuchuaswan, 2009) นอกจากนี้การสร้างแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่เป็นแบบทดสอบอัตนัยเป็นแบบสอบที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนความรู้ได้ดีกว่าแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Ritjaroon, 2021; Koonkaew, 2022)

2. ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางจิตมิติของแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้แก่ ค่าความตรงเชิงเนื้อหา ค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ พบว่า

2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากผลการวิเคราะห์ที่พบว่าข้อสอบทุกข้อมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์เป็นข้อสอบมีค่าความสอดคล้องกับแนวคิดมาตรฐานการเชื่อมโยงของของสมาคมครู

คณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกาใน 3 มาตรฐาน เนื่องจากผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาที่ต้องการวัดและสร้างผังข้อสอบ และเขียนข้อสอบตามผังข้อสอบ ให้ครอบคลุมเนื้อหาที่วัดและออกข้อสอบ 2 เท่า ที่จะใช้จริงจึงมีการคัดเลือกอีกครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับ (Kanjanawasee, 2013; Koonkaew, 2022) กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบให้มีความตรงเชิงเนื้อหาสูงจะต้องมีการ (1) กำหนดมวลเนื้อเรื่อง (2) ระบุผลสัมฤทธิ์ที่ต้องการวัด (3) สร้างผังข้อสอบสำหรับคัดเลือกตัวแทนของมวลผลสัมฤทธิ์ที่ต้องการวัด (4) เขียนข้อสอบตามแผนผังเพื่อให้ได้ข้อสอบที่เป็นตัวแทนมวลผลสัมฤทธิ์ที่ต้องการวัด ซึ่งสอดคล้องกับ (Chuchaysuwan, 2009; Panthamit, 2017) ที่มีการสร้างแผนผังข้อสอบและเขียนข้อสอบตามผังข้อสอบ ผลวิจัยพบว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและนิยามปฏิบัติการอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมากข้อสอบทุกข้อจึงผ่านเกณฑ์พิจารณา

2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 15 ข้อ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.794 ถือว่าแบบทดสอบมีความเที่ยงค่อนข้างสูง ที่เป็นเช่นนี้น่าจะมีผลมาจากผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบที่เป็นแบบสร้างคำตอบแบบจำกัดขอบเขตให้ผู้สอบตอบภายในขอบเขตของเนื้อหาที่วัดและมีการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบหลายค่า (polytomous) ครอบคลุมเนื้อหาที่วัด ซึ่งสอดคล้องกับ (Kritkharuehart, 2021) ที่กล่าวว่า ควรเลือกสร้างข้อสอบอัตรณ์แบบจำกัดขอบเขตของการตอบให้มีจำนวนข้อที่ครอบคลุมกับเนื้อหาในการวัดมากกว่าข้อสอบอัตรณ์แบบไม่จำกัดขอบเขตของการตอบที่มีจำนวนเพียง 2 ถึง 3 ข้อ เนื่องจากมีจำนวนข้อสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาในการวัดจะช่วยให้แบบทดสอบมีคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงเป็นอย่างดี และสอดคล้องงานวิจัยของ (Avsar & Tavsancil, 2017) ที่ได้ตรวจสอบคุณสมบัติทางจิตมิติของแบบทดสอบที่มีการให้คะแนนหลายค่าในข้อสอบที่มีความยาว 10 - 30 ข้อ พบว่า แบบทดสอบมีค่าความเที่ยงอยู่ในช่วง 0.76 - 0.95 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Jenkins, 2020) ที่เปรียบเทียบคุณสมบัติทางจิตมิติของแบบทดสอบที่มีการให้คะแนน 2 ค่า และให้คะแนนแบบหลายค่า พบว่า แบบทดสอบที่ให้คะแนนหลายค่ามีความเที่ยงสูงกว่าแบบทดสอบที่ให้คะแนน 2 ค่า

2.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) ของแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 15 ข้อ พบว่าค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.444 - 0.833 และความยากทั้งฉบับเท่ากับ 0.62 โดยรวมแล้วข้อสอบมีความยากง่ายพอเหมาะ ที่เป็นเช่นนี้เพราะผู้วิจัยมุ่งสร้างแบบทดสอบที่เป็นการประเมินแบบอิงเกณฑ์และได้สร้างแผนผังข้อสอบออกข้อสอบเป็น 2 เท่าที่นำไปใช้จริงและนำแบบทดสอบไป try out กับกลุ่มตัวอย่างจึงได้มีการคัดเลือกอีกครั้งก่อนจะนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เก็บข้อมูลจริง อย่างไรก็ตามข้อสอบข้อที่ 1 และข้อที่ 2 เป็นข้อสอบที่ง่ายมากเพราะตัวชี้วัดที่นำมาเชื่อมโยงเป็นตัวชี้วัดพื้นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่มีจัดให้มีการเรียนการสอนในทุกๆระดับซึ่งสอดคล้องกับ (Amornrattanasak, 2011; Kanjanawasee, 2013) กล่าวว่าโดยทั่วไปข้อสอบจะมีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.2 - 0.8 และข้อสอบที่จะนำไปใช้คือข้อสอบที่มีค่า (p) อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 ซึ่งถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะและข้อสอบทั้งฉบับควรมีค่าความยากง่ายเฉลี่ยประมาณ 0.50

2.4 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จำนวน 15 ข้อ พบว่าค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง - 0.037 - 0.867 โดยภาพรวมพบว่าข้อสอบส่วนใหญ่มีค่า

อำนาจจำแนกสูง โดยรวมแล้วถือว่าผ่านเกณฑ์ ที่เป็นเช่นนี้น่าจะมีผลมาจากผู้วิจัยได้สร้างผังข้อสอบและเขียนข้อสอบตามผังข้อสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาที่วัดแล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและนำมาหาคุณภาพค่าความตรงเชิงเนื้อหาก่อนที่จะนำแบบทดสอบไปใช้จริง ซึ่งพบว่า ค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 1.00 ซึ่งถือว่าแบบทดสอบมีความตรงเชิงเนื้อหาสูงซึ่งสอดคล้องกับ (Ritjaroon, 2021) ที่กล่าวว่า ค่าอำนาจจำแนกมีความสัมพันธ์กับความตรงเชิงเนื้อหาสอดคล้องกันในทางบวก กล่าวคือ ถ้าเครื่องมือใดมีอำนาจจำแนกสูง เครื่องมือนั้นก็จะความตรงเชิงเนื้อหาสูงด้วย แต่อย่างไรก็ดีพบว่า มีข้อสอบจำนวน 1 ข้อ ที่มีค่าอำนาจจำแนกติดลบ คือข้อสอบข้อที่ 1 ที่เป็นเช่นนี้น่าจะมีผลมาจากข้อสอบข้อที่ 1 เป็นข้อสอบที่ง่ายนักเรียนส่วนมากทำถูกทั้งหมด น่าจะเป็นผลมาจากตัวชี้วัดที่นำมาเชื่อมโยงกัน คือ ตัวชี้วัด ค 1.1 ป.4/1 เชื่อมโยงกับ ค 1.1 ป.4/2 ซึ่งเป็นตัวชี้วัดพื้นฐานที่มีการเรียนการสอนในทุกระดับ ก่อนนำแบบทดสอบไปใช้อาจต้องมีการปรับปรุงข้อสอบให้ยากขึ้น

3. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 100 คน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 32.25 คะแนน จากคะแนนเต็ม 52 คะแนน และเมื่อพิจารณาผลการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ คือ มีคะแนนตั้งแต่ 26 คะแนนขึ้นไป หรือสูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม จำนวน 73 คน คิดเป็นร้อยละ 73.00 ขณะที่นักเรียนที่มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ต่ำกว่าเกณฑ์ คือ มีคะแนนต่ำกว่า 26 คะแนนลงไป หรือต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 27.00 โดยรวมแล้วนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ ที่เป็นเช่นนี้เพราะในโรงเรียนมีการจัดการเรียนการสอนแบบเชื่อมโยงความรู้ เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ครูอาจใช้คำถามที่ฝึกให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เช่น เราใช้ความรู้เรื่องเวลาในชีวิตประจำวันอย่างไรบ้าง ให้นักเรียนยกตัวอย่างมาคนละ 1 คำตอบ เป็นต้น ขณะที่นักเรียนจำนวน 27 คน ที่มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่ำกว่าเกณฑ์ ครูอาจต้องหาวิธีการจัดกิจกรรมรูปแบบอื่น ๆ ที่เหมาะสมกับนักเรียนให้นักเรียนได้ฝึกเชื่อมโยงความรู้ซึ่งสอดคล้องกับ (Paramutthakorn, 2013; Chuetawat, 2020) ที่พัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบต่างๆ เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็ม การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด เป็นต้น ผลวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบต่างๆ มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 และหลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบต่าง ๆ นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ดีการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยทดลองใช้เครื่องมือกับกลุ่มตัวอย่างวิจัยจากโรงเรียนเดียวในสังกัดกรุงเทพมหานคร เมื่อนำเครื่องมือไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างระดับเดียวกันและสังกัดอื่น ๆ แม้แต่ระดับชั้นเดียวกันอาจให้ผลการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 จากผลการวิจัยที่พบว่าแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบสร้างคำตอบที่มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบหลายค่า โดยเชื่อมโยงตัวชี้วัดจำนวน 10 ตัวชี้วัดที่วัดได้ครอบคลุมมาตรฐานการเชื่อมโยงของของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา ใน 3 มาตรฐาน การนำผลวิจัยไปใช้ควรศึกษาตัวชี้วัด เกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อและการจัดสรรเวลาให้เพียงพอในการทำแบบทดสอบ ก่อนทำแบบทดสอบควรชี้แจงรายละเอียดให้ผู้สอบเข้าใจก่อนการลงมือทำแบบทดสอบ

1.2 หากต้องการนำแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบสร้างคำตอบที่มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบหลายค่า โดยเชื่อมโยงตัวชี้วัด 10 ตัวชี้วัดที่วัดได้ครอบคลุมมาตรฐานการเชื่อมโยงของของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา ใน 3 มาตรฐาน ไปเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบควรคำนึงถึงตัวชี้วัดที่จะนำไปเชื่อมโยงกันต้องมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันถึงจะสามารถเชื่อมโยงกันได้

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการเชื่อมโยงตัวชี้วัดในสาระอื่น ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงตัวชี้วัดระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ

2.2 ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า

References

- Avsar, A.S & Tavsancil, E. (2017). *Examination of Polytomous Item' Psychometric Properties According to Nonparametric Item Response Theory Models in Different Test Conditions*. Educational sciences: theory & practice. <https://www.researchgate.net/publication/312147279>
- Jenkins, D. (2020). *Comparing Dichotomous and Polytomous Item Using Item Response Trees*. Part of the industrial and Organizational Psychology Commons. https://corescholar.libraries.wright.edu/etd_all
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607–610.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for school Mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics. www.nctm.org

Translate Thai References

- Amornrattanasak, S. (2011). *Research Methodology: Principles of Practice*. Center for Academic Promotion Publishing. (in Thai)
- Chuchuausuwan, A. (2009). *A Development of Mathematical Connection Ability Test for Mathayomsuksa V Students* [Master's thesis]. Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Chuetawat, C. (2020). *A Study of Mathematical Connection Ability on Conic Section for Mathayomsuksa v Students via Stem Education* [Master's thesis]. Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). *Manual for using the mathematics subject group curriculum (revised edition 2017) according to the Basic Education Core Curriculum 2008*. <https://www.scimath.org/ebook-mathematics/item/8378-2560-2551> (in Thai)
- Jangsiripornpakorn, A. (2007). *Educational measurement and evaluation*. Chulalongkorn University. (in Thai)
- Kanjanawasee, S. (2013). *Classical Test Theory* (4th ed.). Chulalongkorn University. (in Thai)
- Koonkaew, A. (2022). *Test New approaches to measurement and evaluation of education*. Chulalongkorn University. (in Thai)
- Kritkharuehart, S. (2021). *Achievement Test Constructions*. Ramkhamhaeng University. (in Thai)
- Makanong, A. (2016). *Mathematical skills and processes: Development for development* (3th ed.). Chulalongkorn University. (in Thai)
- Ministry of Education. (2017). *Indicators and core learning content for the mathematics learning group (revised edition 2017) according to the Basic Education Core Curriculum 2008*. Pollen Cooperative Publishing House of Thailand Co., Ltd. (in Thai)
- Panthamit, D. (2017). *Construction of Mathematical Connection Ability Test for Grade 6 Students* [Master's thesis]. Chiang Mai University. (in Thai)
- Paramutthakorn, L. (2013). *Development of Mathematical Knowledge and Connection Ability of Grade Five Students by Organizing Mathematica Learning Activities Based on Mui Tip Intelligence Theory* [Master's thesis]. Chulalongkorn University. <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/52618> (in Thai)
- Ritjaroon, P. (2021) *Learning measurement and evaluation techniques*. Chulalongkorn University. (in Thai)