การศึกษาหลักฐานความตรงของการประเมินวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

The Study of Validity Evidence on Cognitive Diagnostic Assessment on Addition and Subtraction of Fractions for Pratomsuksa 4 Students

สุธาศิณี โพธิ์พรม (Suthasinee Poprom)[1]* ดร.จตุภูมิ เขตจัตุรัส (Dr.Jatuphum Ketchatturat)**

(Received: *January 22, 2024;* Revised: *May 7, 2024;* Accepted: *May 15, 2024*)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 2) พัฒนาแบบรายงานผลการประเมินวินิจฉัย และ 3) ศึกษาหลักฐานความตรงของการประเมินวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเป็นการวิจัยออกแบบและพัฒนา สร้างข้อสอบตามเทคนิคการคิดออกเสียง (Think Aloud) และแผนผังการออกข้อสอบ (Q-Matrix) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ได้ข้อสอบ จำนวน 12 ข้อ กลุ่มตัวอย่างในการตรวจสอบคุณภาพตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CTT) จำนวน 30 คน ตามโมเดลวินิจฉัย DINA Model จำนวน 300 คน ผลการวิจัย พบว่า 1) การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา ข้อสอบได้ถูกออกแบบโดยใช้ 5 คุณลักษณะ การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้กับนักเรียนได้ 2) ผลการออกแบบและพัฒนาแบบรายงานผลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาเป็นรายบุคคล พบว่า แบบรายงานมีองค์ประกอบทั้งหมด 6 องค์ประกอบ คุณภาพของแบบรายงาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.81, S.D.=0.26) 3) ผลการศึกษาหลักฐานความตรงของการประเมินวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา พบว่า หลักฐานความตรงตามเนื้อหา มีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (CVI) เท่ากับ 1.00 หลักฐานความตรงตามกระบวนการตอบสนอง พบว่า แนวคิดของนักเรียนกับคุณลักษณะที่กำหนดไว้มีความสอดคล้องกัน หลักฐานความตรงตามโครงสร้าง พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามด้วยกันเองและองค์ประกอบต่าง ๆ ของแบบประเมินสอดคล้องกับตัวแปรคุณลักษณะกำหนดไว้ หลักฐานความตรงตามความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น พบว่า ผลการวินิจฉัยกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับสูง (r_{xy}=.638) หลักฐานความตรงของผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น พบว่า ผลการประเมินการนำผลวินิจฉัยไปใช้ประโยชน์อยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน ผลการศึกษาเชิงคุณภาพ พบว่า นักเรียน ครู ผู้บริหารสถานศึกษา และศึกษานิเทศ นำผลวินิจฉัยไปใช้ประโยชน์ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการประเมินซึ่งแตกต่างกันตามบริบท

[1]*Corresponding author: suthasinee.p@kkumail.com*

**นักศึกษา หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*

**Students, Master of Education Program in Measurement and Evaluation, Faculty of Education, Khon Kaen University*

***รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*

***Associate Professor, Measurement and Evaluation Program, Faculty of Education, Khon Kaen University*

ABSTRACT

The objectives of this study were (i) to design and develop the cognitive diagnostic assessment on addition and subtracting fractions for Pratomsuksa 4 (Grade 4) students, (ii) to develop the cognitive diagnostic assessment reports on addition and subtracting fractions, (iii) to study the validity evidence of the cognitive diagnostic assessment on addition and subtracting fractions. Design and Development Research (DDR) served as the research methodology in this study. The 12 items of the test were constructed along with think aloud and Q-Matrix. Content validity of the test was validated by 5 experts and had been tried out with 30 students to determine difficulty and discrimination through Classical Test Theory or CTT. Group of tests based on Deterministic–input, Noisy–and–Gate Model or DINA Model with 300 students. The results of the study were as follows: a) It was discovered that there were five attributes, the results of the quality inspection of the test are within the appropriate criteria and be able to use the test with students. b) It was ascertained that there were six aspects illustrated outcome reports. The investigation results of the quality were averaged at the maximum level ($\bar{x}$ = 4.81, S.D.=0.26). c) It was determined that the study results on the validity evidence of the cognitive diagnostic assessment were as follows: the CVI evidence was equal to 1.00. The validity evidence of the responsive process pointed out that students' understanding corresponded with their specified characteristics. The structural validity evidence showed that the relationship between all item and the various elements of the assessment accord to the attribute. The validity evidence with other variables showed that the diagnosis results and academic achievement were significantly corresponded with one another at a high level (r_{xy}=.638). In conclusion, the validity evidence derived from the cognitive diagnostic assessment can be relevant at the highest levels. In terms of the qualitative study, the findings demonstrated that students, teachers, educational supervisors, and experienced instructors.

คำสำคัญ: หลักฐานความตรง การประเมินวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา
Keywords: Validity evidence, Cognitive diagnostic assessment

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งถือเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาทรัพยากรและเศรษฐกิจของประเทศ จึงมีความจำเป็นในการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับยุคดิจิทัล การเตรียมผู้เรียนให้พร้อมด้านคณิตศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญ แต่ในปัจจุบันพบว่า การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษายังไม่ประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร เนื่องจากเมื่อพิจารณาจากคะแนนการศึกษาผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ มีแนวโน้มลดลงทุกปี โดยเฉพาะตัวชี้วัดใน เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน ซึ่งอาจเกิดจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน [1-4] หากนักเรียนได้พัฒนาอย่างทันท่วงที ก็จะทำให้นักเรียนเข้าเนื้อหาที่ซับซ้อนได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น จะต้องอาศัยการวินิจฉัยที่เป็นระบบและมีประสิทธิภาพ

การวินิจฉัยจึงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนการสอน [1-4] ซึ่งการประเมินเชิงการวินิจฉัยเป็นกระบวนการใช้ดุลยพินิจในการศึกษาพิจารณาสิ่งที่จะประเมิน เพื่อให้เข้าใจสภาพปัญหา จุดแข็ง จุดอ่อน และสาเหตุของปัญหาเพื่อนำไปสู่หนทางการแก้ปัญหา การประเมินเชิงวินิจฉัยที่ได้รับความสนใจในปัจจุบันได้จากการนำแนวคิดทางพุทธิปัญญามาปรับใช้ในการวินิจฉัย นำไปสู่การพัฒนาโมเดลทางพุทธิปัญญาจำนวนมาก และโมเดลที่มีประสิทธิภาพในการวินิจฉัยกลุ่มหนึ่งที่มีความสอดคล้องกับการวินิจฉัย เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน คือโมเดลในกลุ่มทดแทนไม่ได้ DINA Model เป็นการประมาณค่าเพื่อจำแนกทักษะความสามารถของผู้สอบมีความเฉพาะกับแบบแผนความสามารถของผู้สอบ ผู้สอบจะต้องมีทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหาตรงกับทักษะที่ใช้ในการหาคำตอบของข้อคำถาม [5] เมื่อมีการวิเคราะห์ผลการวินิจฉัย การรายงานผลการวินิจฉัยถือเป็นส่วนสำคัญมากในประเมิน ดังนั้นถ้ามีการออกแบบและพัฒนารูปแบบการรายงานผลเป็นรายบุคคลและทำให้มีความเข้าใจง่ายขึ้น ได้สารสนเทศที่เป็นข้อมูลป้อนกลับแบบเรียลไทม์ ซึ่งปจจุบันนี้มีเครื่องมือสำเร็จรูปที่นำมาช่วยในการนำเสนอข้อมูลเชิงกราฟก ซึ่งสามารถแสดงผลในรูปแบบ data visualization อาทิ โปรแกรม Looker studio นอกจากความสำคัญของการรายงานผลการวินิจฉัยแล้ว ในกระบวนการประเมินวินิจฉัย ผลที่เกิดขึ้นหลังจากการวินิจฉัยเป็นอีกหนึ่งส่วนสำคัญในการวัดและประเมินผลและเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน

กระบวนการประเมินวินิจฉัยที่กล่าวมาในข้างต้น มีทั้งการวัดและการประเมินผลในทุกขั้นตอน ดังนั้นจึงต้องทำให้ผลการประเมินมีความถูกต้องแม่นยำให้มากที่สุด เพื่อให้ผลการประเมินมีความน่าเชื่อถือที่ผู้ใช้ผลการประเมินจะได้นำผลการประเมินไปใช้ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ [6-9] การแสดงหลักฐานความตรงตามแนวคิดที่เป็นปจจุบัน ได้เสนอไวในหนังสือ Standards for Educational and Psychological Testing ปี 2014 ได้แก่ คือ หลักฐานความตรงเชิงเนื้อหา หลักฐานความตรงเกี่ยวกับกระบวนการตอบสนองของนักเรียน หลักฐานความตรงเกี่ยวกับโครงสร้างภายในหลักฐานความตรงเกี่ยวกับความสัมพันธ์ภายนอกกับตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้อง และหลักฐานความตรงของผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นการแสดงหลักฐานความตรงที่ครอบคลุม และเป็นมิติมุมมองใหม่ในการหาความตรงของการวัดและประเมินผล ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการแสดงหลักฐานความตรงของการวัดและการประเมินผล เพื่อศึกษาถึงหลักฐานความตรงในกระบวนการประเมินในขั้นตอนต่าง ๆ ในการประเมินวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เพื่อให้การประเมินวินิจฉัยมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ยังประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียนและบุคลากรทางการศึกษาเพื่อพัฒนาการศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อพัฒนาแบบรายงานผลการประเมินวินิจฉัย เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
3. เพื่อศึกษาหลักฐานความตรงของการประเมินวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

วิธีการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยออกแบบและพัฒนา (Design and Development Research : DDR) ผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนการทำวิจัย ดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน

1. การสร้างแบบสอบเชิงวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่พิจารณาความถูกต้องของคุณลักษณะและตรวจสอบความถูกต้องของการออกข้อสอบตามผังการออกข้อสอบ (Q-matrix) จำนวน 5 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของการกำหนด Q-matrix ในเชิงประจักษ์ โดยการใช้วิธีการคิดออกเสียง (Think aloud) จำนวน 10 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา จำนวน 12 ข้อ และแบบประเมินความถูกต้องของข้อสอบกับผังการสอบ ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาเอกสารงานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กำหนดคุณลักษณะที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา กำหนดแผนผังการออกข้อสอบ สร้างข้อสอบตามแผนผังการออกข้อสอบ ตรวจสอบความถูกต้องและออกแบบตัวลวง ผู้เชี่ยวชาญประเมินความถูกต้องของแบบสอบ วิเคราะห์ความถูกต้องในเชิงประจักษ์โดยใช้วิธีการคิดออกเสียง และวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบจากค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบ (Content Validity Index : CVI)

2. การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบเชิงวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาเรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน โดยมีการตรวจสอบคุณภาพโดยใช้ทฤษฎีการสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory: CTT) ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ผ่านการเรียนเนื้อหา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 12 ข้อ ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน และการตรวจสอบคุณภาพเชิงวินิจฉัยของข้อสอบด้วยโมเดลวินิจฉัย DINA Model ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 300 คน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้การสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi stage random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบ เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน ขั้นตอนการดำเนินการ คือ ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบ วิเคราะห์ด้วยโมเดลวินิจฉัย DINA ตรวจสอบคุณภาพข้อคำถามโดยการหาคุณภาพของข้อคำถามแต่ละข้อเกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการตอบถูกของผู้สอบที่มีแบบแผนการคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาและความรอบรู้ในความสามารถในการบวกและการลบเศษส่วน

3. การออกแบบและพัฒนาแบบรายงานการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา ด้วย Looker studio ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่พิจารณาการออกแบบและพัฒนาแบบรายงานการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา ด้วย Looker studio จำนวน 5 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบประเมินคุณภาพของแบบรายงานผลการวินิจฉัย ขั้นตอนการดำเนินการ คือ ศึกษาเอกสาร**และ**ออกแบบรายงานผลการวินิจฉัย ผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบรายงาน ปรับปรุงแก้ไขแบบรายงาน และนำผลการทดสอบมาวินิจฉัยและรายงานผลการวินิจฉัย ด้วยโปรแกรม Looker studio วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าสถิติพื้นฐาน

ระยะที่ 2 ศึกษาการนำผลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาไปใช้ประโยชน์

1. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการวินิจฉัยกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 90 คน จากการผลวิจัยในระยะที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในปีการศึกษาก่อนหน้า และแบบรายงานผลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน ขั้นตอนการดำเนินการ คือ บันทึกข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 บันทึกค่าร้อยละของความรอบรู้คุณลักษณะและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการวินิจฉัยกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้การวิเคราะห์สถิติสหสัมพันธ์เพียร์สัน

2. การประเมินผลการนำผลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน ไปใช้ประโยชน์ ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 ห้องเรียน จากผลการวิจัยระยะที่ 1 ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ จำนวน 14 คน ผู้บริหารสถานศึกษา จำนวน 14 คน จากการวิจัยในระยะที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

แบบประเมินการนำผลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาไปใช้ประโยชน์สำหรับนักเรียน สำหรับครูผู้สอนและสำหรับผู้บริหารสถานศึกษา ขั้นตอนการดำเนินการ คือ ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องสร้างแบบประเมินการนำผลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาไปใช้ประโยชน์ แล้วนำเสนอผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแบบประเมิน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าสถิติพื้นฐาน

3. การศึกษาผลเชิงคุณภาพการนำผลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 คน ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน ผู้บริหารสถานศึกษา จำนวน 3 คน และศึกษานิเทศก์ จำนวน 1 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างการนำผลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาไปใช้ประโยชน์ สำหรับนักเรียน ครูผู้สอน ผู้บริหารสถานศึกษา และศึกษานิเทศก์ ขั้นตอนการดำเนินการ ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาวิธีการสร้างแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง สร้างแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างแล้วนำเสนอผู้เชี่ยวชาญ ปรับปรุงแบบสัมภาษณ์ และเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง วิเคราะห์ข้อมูล โดยการสังเคราะห์เอกสารและการสัมภาษณ์ การสังเกต แบบบันทึกข้อมูล นำมาตรวจสอบความถูกต้อง ความสมบูรณ์ ความเชื่อถือได้ เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์สรุปอุปนัย (Analytic Induction)

ผลการศึกษา

1. ผลการสร้างแบบสอบเชิงวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน

1.1 การกำหนดคุณลักษณะ (Attribute) ของการบวกและการลบเศษส่วนที่กำหนดขึ้นเป็น คุณลักษณะที่จำเป็นต้องใช้ในการทำโจทย์ เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน จากการศึกษางานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง จึงสามารถกำหนดคุณลักษณะได้ทั้งหมด 5 คุณลักษณะ ได้แก่ คุณลักษณะที่ 1 (A1) ทักษะการบวกเศษส่วน คุณลักษณะที่ 2 (A2) ทักษะการลบเศษส่วน คุณลักษณะที่ 3 (A3) ทักษะการจัดรูปเศษส่วนให้ตัวส่วนเท่ากัน คุณลักษณะที่ 4 (A4) ทักษะการเปลี่ยนรูปจำนวนคละ คุณลักษณะที่ 5 (A5) ทักษะเศษส่วนอย่างต่ำ

1.2 ผลการกำหนดแผนผังการออกข้อสอบ (Q - Matrix) ผู้วิจัยนำคุณลักษณะทั้ง 5 คุณลักษณะมาทำการวิเคราะห์เพื่อสร้างแผนผัง การออกข้อสอบ (Q-matrix) ตามแนวคิดโมเดลวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา (Cognitive Diagnostic Models : CDMs) เพื่อวิเคราะห์หาทักษะเฉพาะที่จำเป็นสำหรับการทำข้อสอบ คุณลักษณะนี้สามารถนำมาเป็นรหัสในการกำหนดแบบแผนการคิดในการแก้ปัญหา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน และสร้างเป็นแผนผังการออกข้อสอบ ได้ทั้งหมด 32 แบบ แบบแผนการคิดที่ผู้วิจัยเลือกนำมาใช้ในการออกแบบแผนผังการออกข้อสอบ ทั้งหมด 12 แบบแผน ดังนี้

ตารางที่ 1 แบบแผนการคิดทั้งหมดที่ใช้เป็นแผนผังในการออกข้อสอบ 12 แบบ

			คุณลักษณะ (Attribute)		
ข้อสอบ	**รูปแบบข้อสอบ**	**ข้อสอบ**	**รูปแบบข้อสอบ**	**ข้อสอบ**	**รูปแบบข้อสอบ**
ข้อที่ 1	10000	ข้อที่ 5	10100	ข้อที่ 9	10110
ข้อที่ 2	01000	ข้อที่ 6	01100	ข้อที่ 10	01110
ข้อที่ 3	10001	ข้อที่ 7	10101	ข้อที่ 11	10111
ข้อที่ 4	01001	ข้อที่ 8	01101	ข้อที่ 12	01111

จากตารางจะเห็นว่า แบบแผนการคิดที่ผู้วิจัยเลือกนำมาใช้ในการออกแบบแผนผังการออกข้อสอบทั้งหมด 12 แบบแผนซึ่งเป็นคุณลักษณะที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วนกับโจทย์ทุกรูปแบบ

แบบทดสอบวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน ที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ 12 ข้อ

1.3 ผลการตรวจสอบความถูกต้องระหว่างแนวคิดของนักเรียนกับคุณลักษณะที่กำหนดไว้โดยวิธีการคิดออกเสียง (Think aloud) พบว่า แนวคิดของนักเรียนช่วยสนับสนุนคุณลักษณะที่กำหนดไว้ แนวคิดนักเรียนในการแก้ปัญหามีความหลากหลาย ครอบคลุมแนวคิดที่เป็นไปได้ทั้งหมด สามารถเป็นแนวทางในการสร้างข้อสอบและการสร้างตัวลวงได้

1.4 ผลการตรวจสอบดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity Index : CVI) ด้วยวิธีการเชิงปริมาณของแบบทดสอบและแผนผังการออกข้อสอบ ในด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญทุกคนให้ความเห็นสอดคล้องกันว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นแต่ละข้อถูกต้องตามแผนผังการออกข้อสอบที่กำหนด วิเคราะห์โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหามีค่า CVI 1.00 ทุกข้อ โดยค่า CVI ที่เหมาะสมต้องมีค่า 0.75 ขึ้นไป

1.5 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา จากการวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory) แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบในด้านความยากและอำนาจจำแนก

ข้อ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$\bar{x}$	S.D.	Lovett
p	0.67	0.80	0.23	0.47	0.47	0.57	0.40	0.40	0.47	0.50	0.53	0.20	0.50	0.19	0.64
B - Index	0.49	0.24	0.37	0.46	0.73	0.68	0.86	0.59	0.46	0.54	0.34	0.29	0.48	0.17	

จากตาราง ผลการตรวจสอบคุณภาพในด้านความยากและอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์โดยใช้ เกณฑ์ 50% พบว่า แบบทดสอบมีคุณภาพความยากรายข้อ (p) ของแบบทดสอบต่ำสุด เท่ากับ 0.20 สูงสุดเท่ากับ 0.80 มีค่าเฉลี่ยความยากเท่ากับ 0.50 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า ความยากเท่ากับ 0.19 และมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B-Index) ต่ำสุดเท่ากับ 0.24 สูงสุดเท่ากับ 0.86 มีค่าเฉลี่ยอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.48 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.17 ในด้านความเที่ยงแบบโลเวท (Lovett Method) ของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.64

1.6 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยด้วยโมเดลวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา โดยการประยุกต์ใช้โมเดล DINA (DINA model) แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 คุณภาพของแบบทดสอบด้วยการวิเคราะห์ด้วยโมเดลวินิจฉัย DINA

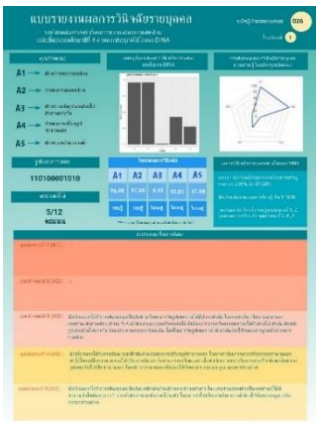
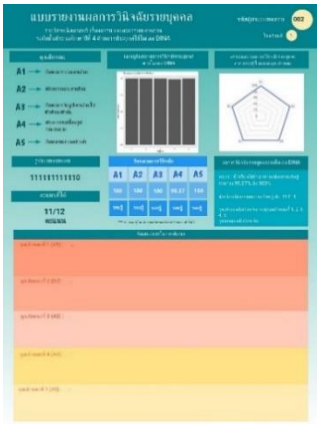
ข้อ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$\bar{x}$	S.D.
guessing	0.09	0.57	0.10	0.15	0.09	0.07	0.09	0.11	0.20	0.18	0.40	0.16	0.18	0.15
slipping	0.03	0.03	0.22	0.25	0.13	0.13	0.16	0.14	0.11	0.16	0.44	0.46	0.19	0.14
RMSEA	0.053	0.038	0.061	0.165	0.025	0.066	0.028	0.058	0.042	0.057	0.041	0.114	0.062	0.04
IDI	0.88	0.40	0.68	0.60	0.79	0.80	0.75	0.75	0.69	0.66	0.16	0.38	0.63	0.21

จากตารางพบว่า ค่าการเดา (guessing) มีค่ามากสุดเท่ากับ 0.57 ต่ำสุดเท่ากับ 0.07 มี ค่าเฉลี่ยการเดาเท่ากับ 0.18 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเดาเท่ากับ 0.15 ค่าความสะเพร่า (slipping) มีค่ามากสุดเท่ากับ 0.46 ต่ำสุดเท่ากับ 0.03 มีค่าเฉลี่ยความสะเพร่าเท่ากับ 0.19 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.14 พิจารณาค่า RMSEA โดยใช้หลักเกณฑ์ที่ว่า RMSEA < .089 แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมีความเหมาะสมเพียงพอที่จะสามารถนำไปใช้ได้ เนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และถ้า RMSEA < .05 หมายความว่า ข้อสอบข้อนั้นมีความคลาดเคลื่อนต่ำมากและมีความเหมาะสมที่จะนำไปวินิจฉัยผู้เรียน ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าดัชนีความคลาดเคลื่อนในการประมาณ

ค่าพารามิเตอร์ (RMSEA) มีค่ามากสุดเท่ากับ 0.164 ค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.024 ค่าเฉลี่ยของดัชนีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 0.062 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.040

2. ผลการพัฒนาแบบรายงานผลการประเมินวินิจฉัย เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน ด้วย Looker studio

2.1 ผลการออกแบบรายงานผลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาเป็นรายบุคคล โดยใช้ DINA MODEL และโปรแกรม R Studio ในการวินิจฉัย ซึ่งจะถูกรายงานในรูปแบบของแบบรายงานผลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญารายบุคคลด้วยโปรแกรม Looker Studio ซึ่งรายงานทั้งหมด 6 องค์ประกอบ ดังนี้ องค์ประกอบที่ 1 หัวข้อแบบรายงาน องค์ประกอบที่ 2 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบทดสอบ องค์ประกอบที่ 3 คุณลักษณะที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา องค์ประกอบที่ 4 ผลการทดสอบของนักเรียน องค์ประกอบที่ 5 แผนภูมิแสดงผลการวินิจฉัยรายบุคคลตามโมเดล DINA องค์ประกอบที่ 6 ข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาทักษะทางคณิตศาสตร์

2.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบรายงานผลการวินิจฉัยรายบุคคลจากผู้เชี่ยวชาญ คุณภาพด้านความเหมาะสมของแบบรายงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.26 แปลผลอยู่ในระดับมากที่สุด คุณภาพด้านความเป็นไปได้ของแบบรายงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 แปลผลอยู่ในระดับมากที่สุด คุณภาพด้านความถูกต้องของแบบรายงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.95 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.23 แปลผลอยู่ในระดับมากที่สุด คุณภาพด้านความเป็นประโยชน์ของแบบรายงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 แปลผลอยู่ในระดับมากที่สุด

3. ผลการศึกษาหลักฐานความตรงของการประเมินวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน

3.1 หลักฐานความตรงตามเนื้อหาการทดสอบ : ความตรงจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถกำหนดคุณลักษณะที่ใช้ในการทำโจทย์เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน กำหนดแผนผังการออกข้อสอบและสร้างเป็นแผนผังการออกข้อสอบ ผู้วิจัยนำผลการแสดงแนวคิดของนักเรียนมาเพื่อตรวจสอบ ยืนยัน ความตรงของการกำหนดคุณลักษณะกับโจทย์ปัญหา และทำการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน ผลการตรวจสอบค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาด้วยวิธีการเชิงปริมาณของแบบทดสอบและแผนผังการออกข้อสอบในด้านเนื้อหา พิจารณาจากค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหามีค่า CVI เท่ากับ 1.00

3.2 ผลการศึกษาหลักฐานความตรงตามกระบวนการตอบสนอง : แนวคิดที่ได้จากวิธีการคิดออกเสียง (Think aloud) ของนักเรียน ผลการตรวจสอบความถูกต้องระหว่างแนวคิดของนักเรียนกับคุณลักษณะที่กำหนดไว้โดยวิธีการคิดออกเสียง ผู้วิจัยนำแบบตรวจสอบความถูกต้องที่ได้มาจากการตอบสนองของนักเรียน เพื่อตรวจสอบความตรง

ระหว่างแนวคิดของนักเรียนกับคุณลักษณะที่กำหนดไว้ ได้ผลการทดสอบที่เป็นแนวทางในการสร้างข้อสอบและการสร้างตัวลวงในลำดับต่อไป ซึ่งเป็นการแสดงหลักฐานความตรงประเภทที่ 2 หลักฐานความตรงตามกระบวนการตอบสนอง

3.3 ผลการศึกษาหลักฐานความตรงตามโครงสร้างภายใน : จากการศึกษาการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาด้วยทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory) และการตรวจสอบ โดยการประยุกต์ใช้โมเดล DINA (DINA model) ดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามด้วยกันเองและองค์ประกอบต่าง ๆ ของแบบประเมิน ว่ามีความสอดคล้องกับตัวแปรคุณลักษณะที่กำหนด แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้วัดคุณลักษณะรอบด้านของนักเรียนในภาพรวมและรายด้านตามโครงสร้างที่ผู้วิจัยกำหนด

3.4 ผลการศึกษาหลักฐานความตรงตามความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ : ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการวินิจฉัยกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันระหว่างผลการวินิจฉัยกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

	ร้อยละความรอบรู้คุณลักษณะ	**คะแนนสอบ ชั้น ป.4**	**คะแนนสอบ ชั้น ป.5**
ร้อยละความรอบรู้คุณลักษณะ			
คะแนนสอบ ชั้น ป.4	.638**		
คะแนนสอบ ป.5	.481**	.855**	

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

จากตารางที่ พบว่า ผลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (ค่าร้อยละของความรอบรู้คุณลักษณะ) กับคะแนนสอบเรื่องการบวกและการลบเศษส่วน ชั้น ป. 4 มีทิศทางความสัมพันธ์ของคู่ตัวแปรไปในทิศทางเดียวกัน (r = .638) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ คู่ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับสูง และผลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญากับคะแนนสอบเรื่องการบวกและการลบเศษส่วน ชั้น ป.5 มีทิศทางความสัมพันธ์ของคู่ตัวแปรไปในทิศทางเดียวกัน (r = .481) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ คู่ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับปานกลาง

3.5 ผลการศึกษาหลักฐานความตรงของผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น

ผลการประเมินการนำผลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 6 ผลการประเมินการนำผลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน ไปใช้ประโยชน์

ประเด็นการประเมิน	**สำหรับนักเรียน**			**สำหรับครู**			**สำหรับผู้บริหาร**		
	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
คุณลักษณะที่ 1 การใช้ในเชิงแนวคิด (Conceptual Use)	4.51	0.53	มากที่สุด	4.46	0.51	มาก	4.25	0.47	มาก
คุณลักษณะที่ 2 การใช้ในเชิงตรวจสอบยืนยัน (Legitimate Use)	3.72	0.61	มาก	4.39	0.31	มาก	4.05	0.31	มาก
คุณลักษณะที่ 3 การใช้ในเชิงสัญลักษณ์ (Symbolic Use)	3.45	0.45	ปานกลาง	4.45	0.33	มาก	4.78	0.36	มากที่สุด
คุณลักษณะที่ 4 การใช้ในเชิงเครื่องมือ (Instrumental Use)	4.32	0.53	มาก	4.71	0.50	มากที่สุด	3.97	0.47	มาก

จากตาราง พบว่า สำหรับนักเรียน การนำผลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาไปใช้ประโยชน์มากที่สุด คือ คุณลักษณะที่ 1 การใช้ในเชิงแนวคิด ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.51 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.53 สำหรับครู การนำผลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาไปใช้ประโยชน์มากที่สุด คือ คุณลักษณะที่ 4 การใช้ในเชิงเครื่องมือ ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.50 สำหรับผู้บริหาร การนำผลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาไปใช้ประโยชน์มากที่สุด คือ คุณลักษณะที่ 3 การใช้ในเชิงสัญลักษณ์ (Symbolic Use) ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.36

2. ผลการศึกษาผลเชิงคุณภาพการนำผลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน

จากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนนำผลการวินิจฉัยไปใช้ทำให้ความเข้าใจปัญหาของตนเองว่ารอบรู้ ไม่รอบรู้ทักษะใด ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์นี้ “เมื่อหนูอ่านผลการสอบ ทำให้หนูรู้ว่าหนูยังไม่รอบรู้คุณลักษณะที่ 4 และ 5 หนูยังเปลี่ยนรูปจำนวนคละและทำเศษส่วนอย่างต่ำไม่เก่งค่ะ” และนอกจากนี้จากบทสัมภาษณ์ยังแสดงให้เห็นว่านักเรียนตระหนักถึงการนำแก้ไขปัญหาของ นำผลไปเปรียบเทียบกับผลการทดสอบอื่น ๆ ใช้เป็นข้อมูลในการติดตาม พัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ของตนเองและนำผลการวินิจฉัยไปพัฒนาตนเอง สำหรับครู พบว่า ผลการวินิจฉัยทำให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาของนักเรียน ทำให้ตระหนักถึงการนำผลการวินิจฉัยมาแก้ไขปัญหาของนักเรียน พัฒนานักเรียนได้ตรงตามความบกพร่องนั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็วและพัฒนาอย่างมีคุณภาพ ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์นี้ “ผลการวินิจฉัยทำให้ทราบถึงข้อบกพร่องของนักเรียนแต่ละคนได้อย่างละเอียด เหมาะกับการพัฒนานักเรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งจะทำให้สามารถวางแผนการสอนและการสอนซ่อมเสริมได้ค่ะ” สำหรับผู้บริหาร พบว่า ผลการวินิจฉัยทำให้ตระหนักถึงการพัฒนาครูผู้สอนให้สามารถจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีคุณภาพ สนับสนุนนโยบายด้านการพัฒนานักเรียนและครูผู้สอน ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์นี้ “ผลการวินิจฉัยทำให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาของนักเรียน ทราบถึงจุดที่ต้องได้รับการพัฒนาอย่างตรงจุด ซึ่งสอดคล้องกับพันธกิจและกลยุทธ์การพัฒนาของโรงเรียน” สำหรับศึกษานิเทศก์ พบว่า ผลการวินิจฉัยสามารถนำมาเป็นข้อมูลในการสนับสนุนนโยบายด้านการพัฒนานักเรียนและครูผู้สอน ผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการของผู้เรียน การนิเทศการจัดการเรียนการสอน และการพัฒนาหลักสูตร ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์นี้ “การวินิจฉัยทำให้ตระหนักถึงการนำผลการวินิจฉัยมาแก้ไขปัญหาของนักเรียน การพัฒนาครูให้มีความรู้ความเชี่ยวชาญมากยิ่งขึ้น เป็นข้อมูลในการพัฒนาครูผู้สอน การนิเทศการจัดการเรียนการสอน และการพัฒนาหลักสูตรครับ”

อภิปรายและสรุปผลการศึกษา

การวิจัยศึกษาผลการวินิจฉัยจากกระบวนการใช้แบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่อง การ บวกและการลบเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีผลการวิจัยซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน โดยใช้โมเดล DINA สามารถกำหนดคุณลักษณะ ได้ทั้งหมด 5 คุณลักษณะ ใช้แผนผังการออกข้อสอบทั้งหมด 12 แบบ ข้อสอบแต่ละข้อที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นมีความสอดคล้องถูกต้องตามแผนผังการออกข้อสอบ ซึ่งตรวจสอบโดยการวิเคราะห์ความตรงของเนื้อหาพิจารณาจากค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบด้วยทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม และคุณภาพตามโมเดลวินิจฉัย DINA Model พบว่า ข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสมและมีคุณภาพ สามารถจำแนกนักเรียนที่มีความรอบรู้และนักเรียนที่ไม่มีความรอบรู้ได้ แบบสอบทุกข้อมีค่าความยากอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แบบสอบชุดนี้มีความเหมาะสมที่จะนำไปวินิจฉัยผู้เรียน เมื่อพิจารณาจากความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบของผู้สอบด้วยโมเดลการวินิจฉัย DINA พบว่าคุณลักษณะที่ 3 ทักษะการจัดรูปเศษส่วนให้มีส่วนเท่ากัน เป็นคุณลักษณะที่นักเรียนมีความรอบรู้น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 32 ซึ่งเห็นได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่รอบรู้เกี่ยวกับการจัดรูปเศษส่วนให้เท่ากัน ซึ่งเกี่ยวข้องกับความรู้ความเข้าใจในเรื่องของพหุคูณ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกัญญ์วรา [5] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

เรื่อง เศษส่วน การวิจัยพบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องด้านการคิดคำนวณและการดำเนินการมากที่สุด โดยพบว่า นักเรียนมีข้อบกพร่องในเรื่องการเปลี่ยนจำนวนคละให้เป็นเศษเกินและการจัดรูปเศษส่วนให้เท่ากัน อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบของผู้สอบ ร้อยละของการรอบรู้ในแต่ละคุณลักษณะมีค่าค่อนข้างสูง ซึ่งทำให้เกิดข้อสังเกตว่าควรมีการศึกษาคุณลักษณะเพิ่มเติมในการแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วนอีกหรือไม่

2. การพัฒนาแบบรายงานผลการประเมินวินิจฉัย เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน จากผลการวินิจฉัยสามารถนำมาออกแบบแบบรายงานผลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญารายบุคคล ด้วยโปรแกรม Looker Studio ซึ่งรายงานทั้งหมด 6 องค์ประกอบ ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบรายงานผลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาเป็นรายบุคคลโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า คุณภาพด้านความเหมาะสมของแบบรายงาน คุณภาพด้านความเป็นไปได้ของแบบรายงาน คุณภาพด้านความถูกต้องของแบบรายงาน และคุณภาพด้านความเป็นประโยชน์ของแบบรายงาน มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในค่าที่เหมาะสม สามารถนำแบบรายงานไปใช้ได้อย่างเหมาะสม ผลการใช้แบบรายงานพบว่าครู นักเรียนและผู้บริหารสถานศึกษา สามารถใช้ข้อมูลสารสนเทศจากแบบรายงานวินิจฉัยนักเรียนรายบุคคล ในการวิเคราะห์ผล เพื่อวางแผนพัฒนาผู้เรียนและการจัดการเรียนการสอนให้ตรงจุดและมีประสิทธิภาพ

3. ผลการศึกษาหลักฐานความตรงของการประเมินวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน

3.1 หลักฐานความตรงตามเนื้อหาการทดสอบ : จากการศึกษา พบว่า หลักฐานความตรงประเภทนี้เกิดขึ้นในขั้นการกำหนดคุณลักษณะที่ใช้ในการทำโจทย์ การกำหนดคุณลักษณะ จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดคุณลักษณะได้ตรงตามหลักสูตรและเนื้อหาเรื่องการบวกและการลบเศษส่วนได้ครอบคลุมและตรงตามเนื้อหาที่ต้องการวัด การกำหนดแผนผังการออกข้อสอบ ซึ่งเป็นหลักฐานความถูกต้องที่สำคัญที่สามารถหาได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาของแบบทดสอบและโครงสร้างที่ต้องการ หลักฐานเชิงเนื้อหาเป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการประเมิน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการประเมินความสอดคล้องระหว่างมาตรฐานการเรียนรู้ของนักเรียนและเนื้อหาแบบทดสอบ ว่ามีความเหมาะสมกับคุณลักษณะที่กำหนดไว้หรือไม่ [9]

3.2 หลักฐานความตรงตามกระบวนการตอบสนอง : จากการศึกษา หลักฐานความตรงตามกระบวนการตอบสนอง พบว่า หลักฐานความตรงประเภทนี้เกิดขึ้นในขั้นการตรวจสอบความถูกต้องระหว่างแนวคิดของนักเรียนกับคุณลักษณะที่กำหนดไว้โดยวิธีการคิดอออกเสียง (Think aloud) ผลการตรวจสอบความถูกต้อง ผู้วิจัยนำแบบตรวจสอบความถูกต้องที่ได้มาจากการตอบสนองของนักเรียน ได้ผลการทดสอบที่เป็นแนวทางในการสร้างข้อสอบและการสร้างตัวลวง และยังสามารถใช้เพื่อตรวจสอบ ยืนยัน ความตรงของการกำหนดคุณลักษณะกับโจทย์ปัญหา ข้อมูลที่ผู้วิจัยรวบรวมได้ถูกนำมาใช้ ปรับปรุงข้อข้อคำถามเพื่อยืนยันว่า ผู้วิจัยและนักเรียนเข้าใจเนื้อหาทั้งหมดของข้อคำถามตรงกันและมีหลักฐานสนับสนุนกระบวนการตอบสนองข้อคำถามของนักเรียน [13]

3.3 หลักฐานความตรงตามโครงสร้างภายใน : จากการศึกษา พบว่า หลักฐานความตรงประเภทนี้เกิดขึ้นในขั้นการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา จากการวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ได้แก่ ค่าความเที่ยงแบบโลเวท, ความยากรายข้อ, ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ และการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยด้วยโมเดลวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา โดยการประยุกต์ใช้โมเดล DINA (DINA model) ได้แก่ ค่าการเดา, ค่าความสะเพร่า, ค่าดัชนีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ และค่าดัชนีอำนาจจำแนกเชิงวินิจฉัย ค่าที่ได้จากการตรวจสอบทั้งหมดนี้มีความเหมาะสม อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งผลการตรวจสอบคุณภาพเชิงโครงสร้างทั้งหมดนี้ คือ ความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามด้วยกันเองและองค์ประกอบต่าง ๆ ของแบบประเมินสอดคล้องกับ ตัวแปรคุณลักษณะที่เป็นฐานเพื่อให้การตีความผลการวัดตามที่ตั้งใจที่จะเกิดขึ้น [9] นั่นคือ หลักฐานความตรงประเภทนี้จะแสดงให้เห็นว่า

แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้วัดคุณลักษณะรอบด้านของนักเรียนในภาพรวมและรายด้านตามโครงสร้างที่ผู้วิจัย กำหนดไว้หรือไม่ [13]

3.4 หลักฐานความตรงตามความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ : จากการศึกษา พบว่า หลักฐานความตรงประเภทนี้เกิดขึ้นในขั้นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการวินิจฉัยกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ผลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน กับคะแนนสอบเรื่องการบวกและการลบเศษส่วน ชั้น ป.4 และชั้น ป.5 มีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับสูง สามารถยืนยันถึงความสอดคล้องของผลการวัดที่ได้จากเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นกับผลการวัดจากเครื่องมืออื่นหรือตัวแปรภายนอกอื่น ๆ เพื่อยืนยันถึงความตรงของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นกับแบบทดสอบอื่นที่มีการทดสอบในเรื่องที่ใกล้เคียงกัน สามาราถอธิบายถึงคะแนนการทดสอบ สามารถทำนายประสิทธิภาพของเกณฑ์การทดสอบว่ามีความแม่นยำเพียงใด ระดับความแม่นยำและช่วงคะแนนที่ต้องการความแม่นยำนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ใช้การทดสอบ ดังนั้น การทดสอบจึงไม่ใช่การวัดเกณฑ์การทดสอบ แต่เป็นการวัดที่ตั้งสมมติฐานว่าเป็นตัวทำนายที่เป็นไปได้ของเกณฑ์เป้าหมายนั้น ๆ หรือไม่ [9]

3.5 หลักฐานความตรงของผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น : จากการศึกษาผลการประเมินการนำผลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาไปใช้ประโยชน์ สำหรับนักเรียน พบว่า การใช้ในเชิงแนวคิด มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด แปลผลอยู่ในระดับมากที่สุด สำหรับครู พบว่า การใช้ในเชิงเครื่องมือ มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด แปลผลอยู่ในระดับมากที่สุด ผลการประเมินถูกนำไปใช้โดยตรงในทางปฏิบัติเป็นเครื่องมือในการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนานักเรียน [4] และ สำหรับผู้บริหาร พบว่า การใช้ในเชิงสัญลักษณ์ แปลผลอยู่ในระดับมากที่สุด ผลการวินิจฉัยถูกใช้เป็นเครื่องติดตามกำกับหรือควบคุมการประเมินว่าได้มีการทำตามแนวทางระเบียบ ขั้นตอนที่กำหนดไว้เพื่อให้งานประเมินเป็นที่ยอมรับยิ่งขึ้น [4] ซึ่งจะเห็นได้ว่าผู้ใช้ประโยชน์จากการประเมินมีการใช้ผลการประเมินที่แตกต่างกันตามบริบท ผลการศึกษาผลเชิงคุณภาพ พบว่า นักเรียน ครูผู้สอน ผู้บริหารสถานศึกษาและศึกษานิเทศก์ มีการนำผลการวินิจฉัยไปใช้ประโยชน์ในการทำความเข้าใจผลการวินิจฉัย สรุปเป็นแนวทางในการพัฒนาและใช้เป็นข้อมูลในการยืนยัน สนับสนุนการประเมินอื่น ๆ นำผลไปเปรียบเทียบกับผลการทดสอบอื่น ๆ นำผลการวินิจฉัยลงสู่การพัฒนา ตรงตามวัตถุประสงค์ของการประมิน และเหมาะสมกับการพัฒนาของผู้ใช้ประโยชน์จากผลการวินิจฉัย ผลการวัดที่เกิดขึ้นหรือค่าประมาณลักษณะนิสัยแฝงของนักเรียนสามารถตีความได้ตามการสันนิษฐาน นักเรียนเข้าใจวัตถุประสงค์ของการวิจัย มีแนวโน้มพฤติกรรมต่อสถานการณ์นั้น ๆ อย่างตรงไปตรงมา [13]

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์สามารถนำแบบทดสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่องการบวกและการลบเศษส่วนไปใช้กับนักเรียนในชั้นเรียนของตนเองได้เพื่อวิเคราะห์หานักเรียนที่มีจุดอ่อนจุดแข็งในแต่ละคุณลักษณะ และนำผลการวิเคราะห์มาจัดการเรียนซ่อมเสริม ให้นักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อวางแผนการเรียนคณิตศาสตร์ในบทเรียนถัดไป

2. หลักฐานความตรงที่ศึกษาและวิเคราะห์ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้หรือเป็นแนวทางในการตรวจสอบความตรงของการประเมินอื่น ๆ เพื่อให้การประเมินนั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. วิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาโปรแกรมอื่นที่สามารถรายงานผลการวินิจฉัยได้สะดวกรวดเร็ว ทันสมัย เพื่อให้ผู้สอบ ผู้ปกครอง และครูผู้สอน นำผลการวินิจฉัยไปเป็นสาสารสนเทศและพัฒนานักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. จากความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบของผู้สอบ ด้วยโมเดลการวินิจฉัย DINA โดยแยกตามคุณลักษณะแต่ละคุณลักษณะ ที่มีค่าร้อยละความรอบรู้ค่อนข้างสูง ควรมีการศึกษาคุณลักษณะเพิ่มเติม เรื่องการบวกและการลบเศษส่วน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. จตุภูมิ เขตจัตุรัส ที่ได้ให้คำแนะนำในการทำวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนปรับปรุงสิ่งที่บกพร่องอันเป็นประโยชน์ต่อคุณภาพของงานวิจัย ซึ่งผู้วิจัยซาบซึ้งและกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Leighton RJ, Gokiert MK, Cor CH. Assessment in Education. Principles, Policy&Practice; 2010
2. Leighton JP, Gierl MJ. Cognitive Diagnostics Assessment for Education Theory and Application. New York: Cambridge University Press; 2007.
3. Ketterlin-Geller LR, Yovanoff P. Diagnostic assessments in mathematics to support instructional decision making. Practical Assessment Research and Evaluation; 2009.
4. Sirichai K. Evaluation theory. Bangkok: Chulalongkorn University Press; 2019. Thai.
5. Kanwara L, Woranuch Y, Nopporn Y. Diagnosis of Mathematical Deficiencies in Fractions of Prathom Sueksa Five Students at a School in Cluster 32, Prawet District Office, Bangkok Metropolis. Journal of the Association of Researchers. 2021; 26(1): 392-410. Thai.
6. Pornsuda S. Design and Development Research of Cognitive Diagnostic test and Personalized Report on Addition and Subtraction of Fractions for Matthayomsuksa 1 Students. [MSc thesis]. Khon Kaen: Khon Kaen University; 2021. Thai.
7. Gregory J. Cizek. Sources of Validity Evidence for Educational and Psychological Tests: A Follow-Up Study. Paper Presented at the Annual Meeting of the National Council on Measurement in Education Denver; 2010.
8. Joseph Rios and Craig Wells. Validity evidence based on internal structure. Psicothema 2014; 26(1): 108-116.
9. American Educational Research Association (AERA), American Psychological Association, & National Council on Measurement in Education. Standards for educational and psychological testing. Washington, DC: AERA; 2014.
10. Chaiwichit C. Evidence of the reliability and validity of self-directed learning scale for technical college students: An analysis of multi-method. ED KKU J. 2010; 36(1): 67-76. Thai.
11. Sane M. An Investigation of Teacher's Knowledge for Learning Mathematics Management : A Case Study of Fractions: Ratchaphruek Journal 2015; 13(2): 59-68. Thai.
12. Anongnuch W. A Cognitive Analysis of Grade 7 Students' Errors and Misconceptions bout Application of Fractions. [MSc thesis]. Khon Kaen: Khon Kaen University; 2012. Thai.
13. Chatsiri P. Weerapat S. Developing Student's Personality Trait Inventory according to Big-Five Personality Trait Theory using Construct Mapping and Rasch Measurement Approach: Journal of National Educational Testing and Assessment. NIETS; 2017. Thai.