

การพัฒนาระบบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4

Development of a Diagnostic System for Mathematical Misconceptions
for Mattayom Suksa 4 Students

น้ำทิพย์ องอาจวานิชย์¹

Namthip Ongardwanich

Received: April 04, 2025

Revised: May 28, 2025

Accepted: May 28, 2025

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ 2) พัฒนาระบบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ และ 3) ตรวจสอบคุณภาพระบบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 305 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ และแบบประเมินความพึงพอใจต่อระบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์วี ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสามระดับสำหรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน จำนวน 40 ข้อ มีลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับในแต่ละข้อคำถาม ประกอบด้วยคำถาม 3 ส่วน คือ ระดับแรกหรือระดับเนื้อหา ระดับสองหรือระดับเหตุผล และระดับสามหรือระดับความมั่นใจ ผลการวินิจฉัยประกอบด้วย 8 ลักษณะ 2) ผลการพัฒนาระบบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า การออกแบบระบบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน มีขั้นตอนทั้งสิ้น 4 ขั้นตอน ดังนี้ (1) การ

¹⁻³ มหาวิทยาลัยนเรศวร; Naresuan University

Corresponding author, e-mail: namthipo@nu.ac.th

ออกแบบระบบการลงทะเบียน (2) การออกแบบลำดับของการแสดงข้อสอบและข้อมูลย้อนกลับ (3) การออกแบบหน้าจอของระบบ (4) การออกแบบรายงานผลการทดสอบ และ 3) ผลการตรวจสอบคุณภาพระบบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าระบบมีความเหมาะสม สำหรับรายการที่นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ระบบใช้งานง่ายทำงานไปข้างหน้าอย่างราบรื่น

คำสำคัญ: มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน, วินิจัย, คณิตศาสตร์, ข้อมูลย้อนกลับ

Abstract

The purposes of this research article were 1) to develop a diagnostic test for mathematical misconceptions; 2) to develop a diagnostic system for mathematical misconceptions; and 3) to examine the quality of a diagnostic system for mathematical misconceptions. The sample consisted of 305 Mattayom Suksa 4 Students in the 2024 academic year. The research instruments included interviews, a three-level diagnostic test for identifying misconceptions, and a satisfaction survey for the diagnostic questionnaire system. Data analysis was performed using mean, standard deviation, Cramer V correlation coefficient, and Cronbach's alpha coefficient. The research results showed that 1) the development of a three-level diagnostic test for misconceptions in Mathematics on relations and functions, consisting of 40 items, had a three-level diagnostic test structure for each question, comprising three parts: the first level or content level, the second level or reasoning level, and the third level or confidence level. The diagnostic results consisted of eight characteristics; 2) the development of a system for diagnosing misconceptions in Mathematics revealed that the design of the system for diagnosing misconceptions consisted of four steps: (1) designing the registration system, (2) designing the sequence of displaying test items and feedback, (3) designing the system's screen, and (4) designing the test result report; 3) the results of the quality assessment of the system for diagnosing misconceptions in mathematics showed that experts considered the

system suitable. The item with the highest student satisfaction was the ease of use and smooth operation.

Keywords: misconceptions, diagnosis, Mathematics, feedback

บทนำ

คณิตศาสตร์มีความสำคัญไม่เพียงแต่ในด้านการคำนวณ แต่ยังเป็นกระบวนการคิดที่มีเหตุผลและเป็นขั้นตอน ซึ่งใช้ในการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อน การที่เด็กสามารถคิดในลักษณะของคณิตศาสตร์จะช่วยให้พวกเขาพัฒนาคุณภาพของการคิดวิเคราะห์ มีเหตุผล และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ทั้งในชีวิตประจำวันและในการทำงาน อย่างไรก็ตาม แม้ว่านักเรียนจะมีความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ดี แต่ยังมีนักเรียนจำนวนมากที่มีความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ถูกต้องหรือไม่สมบูรณ์ โดยเฉพาะในด้านการสื่อสารและการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การอ้างอิงเหตุผล กระบวนการแก้ปัญหา และการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ระหว่างคณิตศาสตร์กับสถานการณ์จริง รวมถึงการคิดริเริ่มและสร้างสรรค์ จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ในชีวิตประจำวัน และใช้ในการศึกษาต่อขั้นสูงได้มีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) เมื่อพิจารณาจากผลการประเมิน ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) ของ PISA ปี 2022 พบว่า นักเรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ย 394 คะแนน ซึ่งมีผลต่ำกว่าค่าเฉลี่ยขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) ที่ค่าเฉลี่ย 472 คะแนน จากการเปรียบเทียบผลการประเมินเทียบกับการสอบครั้งก่อนในปี 2018 มีคะแนนลดลงมาก ดังนั้น บทบาทของครูผู้สอนในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ถือว่าสำคัญอย่างมาก คือ การประเมินผลเพื่อวินิจฉัยนักเรียน เช่น มีความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์เพียงใด มีอุปนิสัยความถนัดและความสนใจในการเรียนรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์อย่างไร เพื่อตอบสนองต่อรูปแบบการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนซึ่งอาจมีพื้นฐานที่แตกต่างกัน การศึกษานักเรียนนี้ทำให้ผู้สอนสามารถจัดกระบวนการเรียนการสอนได้เหมาะสมกับนักเรียน ซึ่งการสอนคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่นั้นมีความซับซ้อน และมีลักษณะที่เป็นนามธรรม เมื่อผู้สอนคาดหวังจากนักเรียนว่าจะเรียนรู้อะไรนั้น อาจจะเสียเวลาไปกับการที่ผู้สอนไม่รู้จักนักเรียนดีพอ ตัวอย่างเช่น ผู้สอนวินิจฉัยไม่รอบคอบว่านักเรียนอ่อนกว่าที่เป็นจริง จะทำให้เสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์กับการสอนซ้ำหรือฝึกทักษะซ้ำในสิ่ง

ที่นักเรียนรู้แล้ว แต่ถ้าผู้สอนคิดว่านักเรียนเก่งกว่าที่เป็นจริง นักเรียนจะไม่สามารถเป็นไปดังที่คาดหวัง เป็นต้น ดังนั้นครูผู้สอนควรวินิจฉัยนักเรียนโดยอาศัยเครื่องมือและวิธีการที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การสอบปากเปล่า การอภิปรายซักถาม การวางแผนร่วมกัน ระหว่างนักเรียนกับผู้สอน หรือการทดสอบด้วยแบบสอบเพื่อการวินิจฉัย (Diagnostic Test) เป็นแบบสอบที่สร้างขึ้นครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมสำคัญที่เป็นเป้าหมายการเรียนรู้ ซึ่งนำไปสู่การวินิจฉัยนักเรียนว่ามีความบกพร่องในด้านใด และมีสาเหตุใดเพื่อจะได้ช่วยแก้ไขความบกพร่องนั้นได้ตรงจุด ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงและแก้ไขเพื่อเสริมความรู้ของนักเรียน (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555; Adodo, S. O., 2013; Bauer, E., et. al, 2020; Andariana, A., et. al, 2020; Fadzil, H. M., et. al, 2022) การใช้แบบสอบวินิจฉัยสามารถจำแนกประเภทของการมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้และมีบทบาทในกระบวนการประเมินผลระหว่างเรียน (Formative Assessment) โดยช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงจุดแข็งและจุดที่ต้องพัฒนา รวมถึงแนวทางในการบรรลุเป้าหมายของตนเอง งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการให้ข้อมูลย้อนกลับระบุว่า วิธีการและลักษณะของการให้ข้อมูลย้อนกลับส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน (โชติกา ภาชีผล และคณะ, 2558; Henderson, M., et al., 2019; Haughney, K., et al., 2020) หากมีการใช้ข้อมูลย้อนกลับอย่างมีประสิทธิภาพ ก็จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองได้อย่างมีนัยสำคัญ จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน พบว่า ในวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนมักเกิดความเข้าใจที่ผิดพลาดได้ง่าย โดยหัวข้อที่พบบ่อยที่สุดคือ ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ในการตรวจสอบมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ครูมักใช้แบบสอบวินิจฉัย ไม่ว่าจะเป็นแบบดั้งเดิม แบบสองระดับ หรือแบบสามระดับ ซึ่งสามารถจำแนกประเภทของนักเรียนได้อย่างละเอียด อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่า แบบสอบวินิจฉัยส่วนใหญ่อยู่ในรูปแบบกระดาษ (Paper & Pencil) ซึ่งมีข้อจำกัดด้านระยะเวลาในการตรวจและการวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้ครูเพียงแค่วางงานคะแนนให้นักเรียนทราบ แต่ขาดการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงพัฒนาระบบวินิจฉัยที่สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ (COMPUTER-BASED) มาใช้ จะช่วยเพิ่มความสะดวกและรวดเร็วในการรายงานผลการวินิจฉัย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อทั้งผู้สอนและผู้เรียนในการนำข้อมูลไปปรับปรุงและพัฒนาต่อไป ดังนั้น การพัฒนาระบบวินิจฉัยมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์จึงเป็นแนวทางสำคัญที่ผู้วิจัยให้ความสนใจ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาแบบสอบวินิจัยสำหรับโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์
2. เพื่อพัฒนาระบบวินิจัยโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์
3. เพื่อตรวจสอบคุณภาพระบบวินิจัยโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา เพื่อออกแบบและพัฒนาแบบสอบวินิจัยโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีรายละเอียดการดำเนินการวิจัยทั้งสิ้น 3 ระยะ ดังนี้

ตารางที่ 1 รายละเอียดการดำเนินการวิจัยทั้งสิ้น

ขั้นตอน	ผลที่ได้
ระยะที่ 1 การพัฒนาแบบสอบวินิจัยร่วมกับการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ	
1. สำรวจโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนคณิตศาสตร์	โมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในคณิตศาสตร์
2. สร้างแบบสอบวินิจัยสามระดับคณิตศาสตร์ และตรวจสอบคุณภาพ	แบบสอบวินิจัยสามระดับที่มีคุณภาพด้านความเที่ยง และ ความตรง
3. สร้างข้อมูลย้อนกลับ และตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลย้อนกลับ	ข้อมูลย้อนกลับที่มีคุณภาพ
ระยะที่ 2 การพัฒนาระบบวินิจัยโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์	
1. พัฒนาระบบวินิจัยโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ระบบวินิจัยโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ
- ออกแบบและเขียนโปรแกรม	
- ทดลองใช้และแก้ไขโปรแกรม	
- จัดทำเอกสารและคู่มือการใช้ระบบ	
ระยะที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพระบบวินิจัยโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์	
1. ตรวจสอบคุณภาพระบบจากผู้เชี่ยวชาญ	ผลการตรวจสอบระบบ 3 ด้าน คือ 1) การทำงานของระบบ 2) การออกแบบระบบ 3) ลักษณะทั่วไปของระบบ
2. เตรียมระบบก่อนนำไปใช้	ระบบวินิจัยที่พร้อมใช้งาน
3. กำหนดสถานที่ในการทดสอบ	โรงเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองใช้เครื่องมือ
4. ชี้แจงก่อนการทดสอบ	การชี้แจงก่อนการทดสอบจริง 30 นาที
5. การดำเนินการทดสอบ	นักเรียนทำแบบสอบวินิจัยในระบบ ได้รับข้อมูลย้อนกลับจนครบทุกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และรายงานผลการวินิจัยทั้งสิ้น
6. ประเมินความพึงพอใจต่อระบบจากผู้ทดสอบ	ผลการประเมินความพึงพอใจ 3 ด้าน คือ 1) การใช้ระบบการทดสอบ 2) การออกแบบระบบ 3) ความรู้สึกต่อระบบและข้อมูลย้อนกลับ

ประชากรและตัวอย่างวิจัย

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 9 อำเภอ ทั้งหมด 39 โรงเรียน รวมจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งหมด 4,955 คน

ตัวอย่างวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling) ซึ่งมีขั้นตอนในการสุ่มตัวอย่าง ดังนี้ 1) สุ่มโรงเรียน อำเภอละ 1 โรงเรียน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) รวมได้โรงเรียนจำนวน 9 โรงเรียน 3) สุ่มห้องเรียนเป็นตัวแทนโรงเรียน 1 ห้องเรียน จาก 1 โรงเรียน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ได้นักเรียนทั้งสิ้น 305 คน

เครื่องมือวิจัย การวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งเครื่องมือเป็น 4 ชนิด ประกอบด้วย

1. แบบสอบถามวินิจฉัยสามระดับสำหรับโน้ตบุ๊กที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน จำนวน 40 ข้อ ซึ่งมีลักษณะของแบบสอบถามวินิจฉัยแบบสามระดับสำหรับโน้ตบุ๊กที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ในแต่ละข้อคำถาม ประกอบด้วยคำถาม 3 ส่วน คือ คำถามระดับแรกหรือระดับเนื้อหา (Content Tier) วัดความรู้เนื้อหาสำคัญด้วยคำถามแบบปรนัยจำนวน 4 ตัวเลือก คำถามระดับสองหรือระดับเหตุผล (Reason Tier) วัดเหตุผลที่สนับสนุนในการตอบระดับแรกหรือระดับเนื้อหาด้วยคำถามแบบปรนัยจำนวน 4 ตัวเลือก ซึ่งทั้งสองระดับใช้คำถามและตัวเลือกเดียวกัน และคำถามระดับสามหรือระดับความมั่นใจ (Confidence Tier) มีการใช้คำถามวัดความมั่นใจของคำตอบทั้งสองระดับที่ผ่านมา โดยมีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ได้แก่ มั่นใจ และไม่มั่นใจ นำข้อคำถามในระดับเนื้อหาและข้อคำถามระดับเหตุผลไปตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาและความตรงเชิงวินิจฉัยโดยผู้เชี่ยวชาญในวิชาคณิตศาสตร์ และการวัดและประเมินผลทางการศึกษา จำนวน 5 คน หลังจากปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ นำแบบสอบถามวินิจฉัยสามระดับทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 36 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพรายข้อของแบบสอบถามวินิจฉัยสามระดับ ใช้เกณฑ์ค่าความยากของข้อสอบ ค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เพื่อตรวจสอบความเป็นเอกพันธ์ของข้อคำถาม โดยใช้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha) ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธของการวินิจฉัย โดยใช้แบบสอบถามวินิจฉัยสามระดับกับการวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคคิดออกเสียง

2. แบบคิดออกเสียงสำหรับวินิจฉัยโน้ตบุ๊กที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จะประกอบด้วย 8 ข้อคำถามที่มีเนื้อหาการวัดตาม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งหมด 8 วัตถุประสงค์ ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์เดียวกันกับแบบสอบถามวิจัยสามระดับวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญในวิชาคณิตศาสตร์และการวัดและประเมินผลทางการศึกษา จำนวน 5 คน

3. แบบประเมินระบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) 3 ด้าน คือ 1) การทำงานของระบบ 2) การออกแบบระบบ 3) ลักษณะทั่วไปของระบบ ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญในเทคโนโลยีทางการศึกษาหรือที่เกี่ยวข้องและการวัดและประเมินผลทางการศึกษา จำนวน 5 คน

4. แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อระบบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ ดำเนินการสร้างข้อคำถามตามประเด็นในเรื่อง 1) การใช้ระบบการทดสอบ 2) การออกแบบระบบการทดสอบ 3) ความรู้สึกต่อระบบการทดสอบและข้อมูลย้อนกลับแบบสอบถามที่ใช้เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญในเทคโนโลยีทางการศึกษาหรือที่เกี่ยวข้องและการวัดและประเมินผลทางการศึกษา จำนวน 5 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลถึงผู้อำนวยการโรงเรียน
2. ผู้วิจัยสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนคณิตศาสตร์
3. ผู้วิจัยนำข้อมูลจากผลการตอบแบบสอบถามวินิจัยสามระดับคณิตศาสตร์ และข้อมูลย้อนกลับ
4. ผู้วิจัยลงพื้นที่เก็บข้อมูลการทดลองใช้ระบบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์
5. ผู้วิจัยเก็บข้อมูลความพึงพอใจต่อระบบจากผู้ใช้งาน

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การวิเคราะห์ด้วยสถิติบรรยาย ซึ่งสถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คราเมอร์วี (Cramer's V Coefficient) ระหว่างการวินิจัยโดยใช้แบบสอบถามวินิจัยสามระดับสำหรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ กับการวินิจัยโดยใช้เทคนิคคิดออกเสียง การแปลผลความหมายคะแนนการประเมินในส่วนของผู้เชี่ยวชาญ/คะแนนความคิดเห็นของนักเรียน ใช้เกณฑ์จากค่าเฉลี่ยดังนี้

เกณฑ์จากค่าเฉลี่ย

ความหมาย

4.51 - 5.00 ประเด็นการประเมินอยู่ใน/เห็นด้วยกับข้อความใน ระดับมากที่สุด

3.51 - 4.50 ประเด็นการประเมินอยู่ใน/เห็นด้วยกับข้อความใน ระดับมาก

2.51 - 3.50 ประเด็นการประเมินอยู่ใน/เห็นด้วยกับข้อความใน ระดับปานกลาง

1.51 - 2.50 ประเด็นการประเมินอยู่ใน/เห็นด้วยกับข้อความใน ระดับน้อย

1.00 - 1.50 ประเด็นการประเมินอยู่ใน/เห็นด้วยกับข้อความใน ระดับน้อยที่สุด

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง “การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสมรรถนะสำหรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4” สามารถแสดงผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

1. ผลการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสมรรถนะสำหรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ โครงสร้างแบบสอบวินิจฉัยสมรรถนะสำหรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ วัดมโนทัศน์พื้นฐานในเรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์ 8 ข้อเป็นหลัก ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 40 ข้อ การวินิจฉัยตามรูปแบบการตอบของแบบสอบวินิจฉัยสมรรถนะสำหรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ มีผลการวินิจฉัยนักเรียน 8 ลักษณะ ได้แก่

AC = มโนทัศน์ที่ถูกต้อง = เนื้อหาถูก เหตุผลถูก มั่นใจ

AE1 = มีความคลาดเคลื่อนแบบผิดทางบวก = เนื้อหาถูก เหตุผลผิด มั่นใจ

AE2 = มีความคลาดเคลื่อนแบบผิดทางลบ = เนื้อหาผิด เหตุผลถูก มั่นใจ

AE3 = มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน = เนื้อหาผิด เหตุผลผิด มั่นใจ

ALG = เดาคำตอบถูก หรือ ขาดความมั่นใจ = เนื้อหาถูก เหตุผลถูก ไม่มั่นใจ

ALK1 = การขาดความรู้แบบที่ 1 = เนื้อหาถูก เหตุผลผิด ไม่มั่นใจ

ALK2 = การขาดความรู้แบบที่ 2 = เนื้อหาผิด เหตุผลถูก ไม่มั่นใจ

ALK3 = การขาดความรู้แบบที่ 3 = เนื้อหาผิด เหตุผลผิด ไม่มั่นใจ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อคำถามรายข้อ ของแบบสอบวินิจฉัยสมรรถนะสำหรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ ความยากของข้อสอบในแบบสอบวินิจฉัยสมรรถนะ อยู่ในช่วง 0.20 - 0.79 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ อยู่ในช่วง 0.30 - 0.69 ค่าความเที่ยงแบบ สอดคล้องภายใน มีค่าเท่ากับ 0.94 ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธระหว่างการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบ

วินิจฉัยสามระดับสำหรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ กับการวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคคิดออกเสียง อยู่ในช่วง 0.52 – 0.79

การสร้างข้อมูลย้อนกลับที่จะนำไปใช้ในระบบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างข้อมูลย้อนกลับ 2 รูปแบบคือ 1) ข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไป (Feedback) 2) ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา (Feedforward) ตัวอย่างรายละเอียดข้อมูลย้อนกลับ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ตัวอย่างข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไป

รูปแบบ	ข้อมูลย้อนกลับ
อธิบาย รายละเอียด	พิจารณาสมาชิกในเซต A และ B เพื่อดำเนินการตาม บทนิยาม : ผลคูณคาร์ทีเซียนของเซต A และ B คือ เซตของคู่อันดับ (a,b) ทั้งหมดโดยที่ a เป็นสมาชิกของเซต A และ b เป็นสมาชิกของเซต B ผลคูณคาร์ทีเซียนของเซต A และเซต B เขียนแทนด้วย $A \times B$ (อ่านว่า เอ คูณ บี) เขียน $A \times B$ ในรูปเซตแบบบอกเงื่อนไขได้ดังนี้ $A \times B = \{(a,b) a \in A \text{ และ } b \in B\}$ การหาผลคูณคาร์ทีเซียน $B \times A$ ควรพิจารณาว่าเซต B มีสมาชิกอะไรบ้าง ซึ่งคือ y และ z และเซต A มีสมาชิกอะไรบ้าง ซึ่งคือ x จากนั้นการหาค่าผลคูณคาร์ทีเซียน $B \times A$ คือ การสร้างคู่อันดับที่มีสมาชิกตัวหน้าเป็น B จับคู่กับสมาชิกตัวหลังเป็น A ทุกตัว กล่าวคือ สมาชิกตัวแรกของ B คือ y ต้องจับคู่กับสมาชิกของ A ทุกตัว จะได้ 1 คู่อันดับ คือ y คู่กับ x เขียนในรูปคู่อันดับคือ (y, x) และสมาชิกตัวที่สองของ B คือ z ต้องจับคู่กับสมาชิกของ A ทุกตัว จะได้ 1 คู่อันดับ คือ z คู่กับ x เขียนในรูปคู่อันดับคือ (z, x)
ชี้แนะ คำตอบ	ตัวอย่างเพิ่มเติม กำหนดให้ $A = \{1\}$ และ $B = \{3, 4\}$ ข้อใดคือ $A \times B$ 1. $\{(1, 1)\}$ 2. $\{(3, 1), (4, 1)\}$ 3. $\{(1, 1), (3, 1), (4, 1)\}$ 4. $\{(3, 3), (3, 4), (4, 3), (4, 4)\}$ วิธีคิด พิจารณาตัวเลือก 1. เป็นผลคูณคาร์ทีเซียน $A \times A$ เนื่องจากสร้างคู่อันดับที่มีสมาชิกตัวหน้าเป็น A จับคู่กับสมาชิกตัวหลังเป็น A ทุกตัว ตัวเลือก 2. เป็นผลคูณคาร์ทีเซียน $B \times A$ เนื่องจากสร้างคู่อันดับที่มีสมาชิกตัวหน้าเป็น B จับคู่กับสมาชิกตัวหลังเป็น A ทุกตัว ตัวเลือก 3. เป็นผลคูณคาร์ทีเซียน $(A \cup B) \times A$ เนื่องจากสร้างคู่อันดับที่มีสมาชิกตัวหน้าเป็น $A \cup B$ จับคู่กับสมาชิกตัวหลังเป็น A ทุกตัว ตัวเลือก 4. เป็นผลคูณคาร์ทีเซียน $B \times B$ เนื่องจากสร้างคู่อันดับที่มีสมาชิกตัวหน้าเป็น B จับคู่กับสมาชิกตัวหลังเป็น B ทุกตัว

รูปแบบ	ข้อมูลย้อนกลับ
แบบผสม	ผลคูณคาร์ทีเซียนของเซต A และเซต B เขียนแทนด้วย $A \times B$ (อ่านว่า เอ คูณ บี) เขียน $A \times B$ ในรูปเซตแบบบอกเงื่อนไขได้ดังนี้ $A \times B = \{(a, b) a \in A \text{ และ } b \in B\}$ การหาผลคูณคาร์ทีเซียน $B \times A$ ควรพิจารณาว่าเซต B มีสมาชิกอะไรบ้าง ซึ่งคือ y และ z และเซต A มีสมาชิกอะไรบ้าง ซึ่งคือ x จากนั้นการหาค่าผลคูณคาร์ทีเซียน $B \times A$ ตัวอย่างเพิ่มเติม กำหนดให้ $A = \{1\}$ และ $B = \{3, 4\}$ ข้อใดคือ $A \times B$ 1. $\{(1, 1)\}$ 2. $\{(3, 1), (4, 1)\}$ 3. $\{(1, 1), (3, 1), (4, 1)\}$ 4. $\{(3, 3), (3, 4), (4, 3), (4, 4)\}$ วิธีคิด พิจารณาตัวเลือก 1. เป็นผลคูณคาร์ทีเซียน $A \times A$ เนื่องจากสร้างคู่อันดับที่มีสมาชิกตัวหน้าเป็น A จับคู่กับสมาชิกตัวหลังเป็น A ทุกตัว ตัวเลือก 2. เป็นผลคูณคาร์ทีเซียน $B \times A$ เนื่องจากสร้างคู่อันดับที่มีสมาชิกตัวหน้าเป็น B จับคู่กับสมาชิกตัวหลังเป็น A ทุกตัว ตัวเลือก 3. เป็นผลคูณคาร์ทีเซียน $(A \cup B) \times A$ เนื่องจากสร้างคู่อันดับที่มีสมาชิกตัวหน้าเป็น $A \cup B$ จับคู่กับสมาชิกตัวหลังเป็น A ทุกตัว ตัวเลือก 4. เป็นผลคูณคาร์ทีเซียน $B \times B$ เนื่องจากสร้างคู่อันดับที่มีสมาชิกตัวหน้าเป็น B จับคู่กับสมาชิกตัวหลังเป็น B ทุกตัว

2. ผลการพัฒนาระบบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ ระบบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

2.1 การลงทะเบียนเข้าสู่ระบบทดสอบ ผู้เข้ารับการทดสอบดำเนินการเข้าสู่ระบบในหน้าแรกของระบบ จะปรากฏดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1 การเข้าสู่ระบบการทดสอบ

2.2 การดำเนินการทดสอบ จะปรากฏดังภาพ



ภาพที่ 2 รายละเอียดการดำเนินการทดสอบ

เมื่อผู้เข้าร่วมทดสอบเข้าสู่ระบบเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ระบบจะแสดงหน้าจอรายละเอียด ข้อมูลต่าง ๆ หลังจากที่ผู้เข้าร่วมการทดสอบอ่านคำชี้แจง และกรอกข้อมูลส่วนตัวเรียบร้อยแล้ว ผู้เข้าร่วมจะต้องกดที่ปุ่มเข้าทดสอบ จะปรากฏข้อสอบทีละ 1 ข้อ และแสดงเวลาที่เหลือในการทดสอบ โดยผู้ทดสอบจะต้องตอบ 3 คำตอบใน 1 ข้อ และคลิกปุ่มข้อถัดไปเพื่อทำข้อสอบต่อ

2.3 การรายงานผลการทดสอบ ระบบจะรายงานผลการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับความสามารถและข้อบกพร่องของนักเรียนเพื่อใช้ในการพัฒนาตนเอง จะปรากฏดังภาพ



ภาพที่ 3 การรายงานผลการทดสอบ

เมื่อผู้เข้าทดสอบดำเนินการสอบครบทั้ง 8 วัตถุประสงค์ ซึ่งครอบคลุมเรื่อง 1) ความสัมพันธ์ 2) โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ 3) ฟังก์ชัน และ 4) ฟังก์ชันเชิงเส้น แล้วระบบจะรายงานผลการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับความสามารถและข้อบกพร่องของนักเรียนเพื่อใช้ในการพัฒนาตนเอง สำหรับรายงานผลการทดสอบแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่ 1) รายงานข้อมูลส่วนตัวของผู้เข้าทดสอบ 2) ตารางและกราฟ แสดงคะแนนรวม คะแนนเฉลี่ย ความหมายของ

คะแนน 3) ตารางแสดงผลการวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน จำแนกตามวัตถุประสงค์ทั้ง 8 วัตถุประสงค์ 4) สรุปผลการวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน โดยรายงานจุดเด่นคือเรื่องที่นักเรียนมีความรู้ดีมาก จุดด้อยคือเรื่องที่นักเรียนขาดความรู้และเรื่องที่มโนทัศน์คลาดเคลื่อน 5) ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา (Feed Forward)

3. ผลการตรวจสอบคุณภาพระบบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ระบบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมีคุณภาพเฉลี่ยด้านลักษณะทั่วไปของระบบอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.38$, S.D.= 0.60) คุณภาพเฉลี่ยด้านการออกแบบระบบอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.70$, S.D.= 0.60) คุณภาพเฉลี่ยด้านการทำงานของระบบอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.70$, S.D.= 0.52)

ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อระบบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า ด้านการใช้ระบบการทดสอบนักเรียนมีความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.36$, S.D.= 0.64) ด้านการออกแบบระบบการทดสอบนักเรียนมีความพึงพอใจเฉลี่ย อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.25$, S.D.= 0.62) สำหรับด้านความรู้สึกต่อระบบการทดสอบและข้อมูลย้อนกลับที่ได้รับนักเรียนมีความพึงพอใจเฉลี่ย อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.34$, S.D.= 0.62)

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาระบบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผลในประเด็นที่เกิดขึ้น ได้ดังนี้

1. การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสามระดับสำหรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับสามารถใช้ประเมินนักเรียนผ่านการตอบคำถามในสามมิติ ได้แก่ คำถามเกี่ยวกับเนื้อหา เหตุผล และระดับความมั่นใจ ซึ่งช่วยจำแนกนักเรียนออกเป็นประเภทต่างๆ ตามรูปแบบการวินิจฉัยที่มีทั้งหมด 8 ประเภท ได้แก่ 1) มโนทัศน์ที่ถูกต้อง 2) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดทางบวก 3) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดทางลบ 4) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 5) การเดาคำตอบได้ถูกต้อง 6) การขาดความรู้แบบที่ 1 7) การขาดความรู้แบบที่ 2 8) การขาดความรู้แบบที่ 3 แบบสอบวินิจฉัยสามระดับช่วยให้สามารถจำแนกมโนทัศน์ของนักเรียนได้อย่างละเอียดมากขึ้น ซึ่งผลการวิจัยสนับสนุนแนวคิดที่ว่า แบบสอบวินิจฉัยสองระดับมีข้อจำกัดในการแยกแยะการตอบผิดเกิดจากการขาดความรู้ (Lack Of Knowledge) หรือเกิดจากการยึดติดกับมโนทัศน์ทางเลือก (Alternative Conceptions) นอกจากนี้ ยังไม่สามารถแยกแยะได้ว่าการตอบ

ถูกมาจากความเข้าใจที่แท้จริงหรือเป็นเพียงการเดาสุ่ม (Caleon, I. & Subramaniam, R., 2010; Muryani, D. I., et al., 2022) ดังนั้น แบบสอบวินิจนัยสามารถปรับปรุงพัฒนาขึ้นเพื่อลดข้อจำกัดของแบบสอบวินิจนัยสองระดับ โดยสามารถให้การวินิจนัยที่ครอบคลุมและละเอียดมากขึ้นเกี่ยวกับปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียน (Peşman, H. & Eryılmaz, A., 2010; Sari, D. N., et al., 2024)

2. การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพระบบวินิจนัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อระบบวินิจนัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งพิจารณาใน 3 ด้าน ได้แก่ การใช้งานระบบทดสอบ การออกแบบระบบ และความรู้สึกต่อระบบทดสอบและข้อมูลย้อนกลับ พบว่า นักเรียนมีระดับความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับสูงทั้งสามด้าน ปัจจัยที่อาจส่งผลต่อความพึงพอใจนี้ ได้แก่ การกำหนดเป้าหมายการทดสอบ เนื้อหาที่ต้องทดสอบ และระยะเวลาที่ใช้ได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ ระบบยังได้รับการออกแบบให้ใช้งานง่าย เช่น การจัดเมนูให้สะดวก มีข้อความแจ้งเตือนเมื่อข้อสอบยังทำไม่ครบ และระบบยืนยันการส่งคำตอบเมื่อทำข้อสอบครบ 5 ข้อในแต่ละวัตถุประสงค์การเรียนรู้ นอกจากนี้ ระบบยังมีการเรียงลำดับข้อสอบจากง่ายไปยาก และให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีหลังจากทำข้อสอบเสร็จในแต่ละหัวข้อ ซึ่งช่วยกระตุ้นให้นักเรียนอยากทำข้อสอบต่อเนื่องไปยังเรื่องถัดไป เมื่อทำแบบทดสอบครบทุกหัวข้อแล้ว ระบบจะสรุปผลการทดสอบในภาพรวม โดยแสดงจุดเด่น จุดที่ต้องพัฒนา และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน พร้อมข้อมูลย้อนกลับที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย ความพึงพอใจของนักเรียนต่อระบบนี้ สอดคล้องกับข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบตามที่ Zilles, C., West, M., Mussulman, D. & Sacris, C. (2018) ศึกษาประสบการณ์ของนักเรียนและผู้สอนในการใช้ระบบการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ พบว่า การใช้เทคโนโลยีช่วยเพิ่มความน่าสนใจในการเรียนรู้ ลดความน่าเบื่อ และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้ทันที (Immediate Feedback) ซึ่งการทดสอบแบบกระดาษทั่วไปไม่สามารถทำได้ อีกทั้งระบบยังมีความแม่นยำและรวดเร็วในการคำนวณผลสอบ นอกจากนี้ กิดานันท์ มลิทอง (2548) ยังกล่าวว่า ระบบทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ไม่ได้มีเพียงแค่การวัดความรู้ของผู้เรียนเท่านั้น แต่ยังช่วยให้ผู้สอนสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการทดสอบจากแนวเดิมที่ใช้ข้อสอบปรนัยหรือคำถามจากบทเรียน มาเป็นการทดสอบแบบมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ ซึ่งช่วยเพิ่มความน่าสนใจ ลดความน่าเบื่อ และทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ การใช้คอมพิวเตอร์ยังช่วยลดปริมาณกระดาษที่ต้องใช้ในการทดสอบแต่ละครั้ง ถือเป็นอีกหนึ่งข้อดีของระบบทดสอบอิเล็กทรอนิกส์

ในการพัฒนาระบบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ได้มีการปรับปรุงและแก้ไขโปรแกรมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของระบบ การปรับปรุงที่สำคัญได้แก่ การปรับขนาดตัวอักษรให้ชัดเจนขึ้นเพื่อให้อ่านง่าย และการปรับโทนสีของหน้าจอให้สว่างขึ้นเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถอ่านข้อสอบได้อย่างสบายตา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของกิตติศักดิ์ ญพัทธ์ (2545); Yusof, A. M., Yunus, M. M. & Embi, M. A. (2021) ที่ระบุว่าการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนรู้หรือการทดสอบ หากมีการออกแบบสีสัน ภาพ และเสียงอย่างเหมาะสมจะช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและลดความเบื่อหน่าย นอกจากนี้ ผู้เชี่ยวชาญยังแนะนำให้ลดจำนวนภาพการ์ตูนในบางหน้าจอ เนื่องจากการใช้ภาพประกอบมากเกินไปอาจทำให้นักเรียนเสียสมาธิและลดความสนใจต่อข้อสอบลง

แม้ว่าระบบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับร่วมกับการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 จะประกอบด้วยข้อสอบวินิจฉัยที่มีคุณภาพและสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นประโยชน์ แต่จากการทดลองใช้งานกับนักเรียนจำนวน 305 คน พบว่ายังมีข้อจำกัดบางประการ ได้แก่ 1) ระยะเวลาในการทดสอบ การสอบใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 1 ชั่วโมง ซึ่งถือว่าใช้เวลาค่อนข้างมาก อาจทำให้นักเรียนรู้สึกเหนื่อยล้าระหว่างการทำข้อสอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื่องจากผู้ทดสอบต้องทำแบบทดสอบให้ครบทั้ง 4 หัวข้อ ได้แก่ ความสัมพันธ์, โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์, ฟังก์ชัน และฟังก์ชันเชิงเส้น ระบบจึงจะสามารถสรุปผลการวินิจฉัยในภาพรวมได้ อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้ยังไม่สามารถแบ่งการทดสอบออกเป็นรายหัวข้อได้ ในอนาคตอาจมีการพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถเลือกทำข้อสอบทีละหัวข้อ และกำหนดระยะเวลาให้เหมาะสมกับแต่ละเนื้อหา 2) รูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ ข้อมูลย้อนกลับที่ให้กับนักเรียนในปัจจุบันอยู่ในรูปแบบข้อความตัวอักษร ซึ่งต้องใช้เวลาอ่านค่อนข้างมาก อาจทำให้นักเรียนขาดความสนใจหรือไม่อ่านอย่างละเอียด เพื่อแก้ไขข้อจำกัดนี้ อาจมีการพัฒนาเป็น ข้อความเสียงหรือสื่อแอนิเมชัน เพื่อช่วยอธิบายเพิ่มเติม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของกิตติศักดิ์ มลิทอง (2548) ที่ระบุว่าการใช้สี ภาพเคลื่อนไหว และเสียงประเภทต่างๆ สามารถเพิ่มความสนใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจมากขึ้น 3) การรายงานผลการวินิจฉัย ระบบที่พัฒนาขึ้นยังไม่มีฟังก์ชันในการระบุรายละเอียดว่าผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนประเภทใดในแต่ละข้อ โดยปัจจุบันจะแสดงผลเฉพาะภาพรวมของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในแต่ละวัตถุประสงค์การเรียนรู้เท่านั้น ซึ่งในอนาคตอาจพัฒนาให้ระบบสามารถแสดงรายละเอียดที่เจาะจงมากขึ้น เพื่อนำไปใช้ปรับปรุงการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

องค์ความรู้ใหม่

จากผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับสำหรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน มีลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับในแต่ละข้อคำถาม ประกอบด้วยคำถาม 3 ส่วน คือ ระดับแรกหรือระดับเนื้อหา เป็นระดับที่ใช้คำถามวัดความรู้เนื้อหาสำคัญ ระดับสองหรือระดับเหตุผล เป็นระดับที่ใช้คำถามวัดเหตุผลที่สนับสนุนในการตอบระดับแรกหรือระดับเนื้อหา และระดับสามหรือระดับความมั่นใจ เป็นระดับที่ใช้คำถามวัดความมั่นใจของคำตอบทั้งสองระดับที่ผ่านมา ผลการวินิจฉัยประกอบด้วย 8 ลักษณะ ได้แก่ มโนทัศน์ที่ต้อง 1 ลักษณะ ความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์ 3 ลักษณะ การเดาคำตอบถูกต้อง 1 ลักษณะ และการขาดความรู้ 3 ลักษณะ นอกจากนี้ยังได้ระบบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนทั้งสิ้น 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การออกแบบระบบการลงทะเบียน 2) การออกแบบลำดับของการแสดงข้อสอบและข้อมูลย้อนกลับ 3) การออกแบบหน้าจอของระบบ 4) การออกแบบรายงานผลการทดสอบ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. แบบสอบวินิจฉัยสามระดับสำหรับการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยองค์ประกอบของ ระดับความมั่นใจ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดการประเมินตนเองของผู้เรียน และมีผลต่อกระบวนการวินิจฉัยประเภทของมโนทัศน์ ดังนั้น เพื่อให้ได้ผลการวินิจฉัยที่สะท้อนความเข้าใจที่แท้จริงของผู้เรียน นักเรียนควรทำแบบสอบด้วยความตั้งใจ และตอบคำถามอย่างรอบคอบ ครูผู้สอนควรให้คำแนะนำแก่นักเรียนก่อนการทำแบบสอบ พร้อมทั้งจัดเตรียมคำชี้แจงที่ชัดเจน เพื่อป้องกันความสับสน เนื่องจากแบบสอบวินิจฉัยสามระดับประกอบด้วยคำตอบในสามส่วนย่อยที่ต้องตอบให้ครบถ้วน

2. ครูผู้สอนหรือผู้ที่สนใจสามารถนำ ระบบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับรวมกับการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับด้วยคอมพิวเตอร์ ไปใช้ในการทดสอบนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของ การประเมินผลระหว่างเรียน (Formative Assessment) โดยระบบนี้จะช่วยให้ได้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับ จุดแข็ง จุดอ่อน และแนวทางพัฒนาตนเองของผู้เรียน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อทั้งนักเรียนและครูผู้สอนในการวางแผนการเรียนการสอนเสริม เพื่อช่วยให้นักเรียนพัฒนาศักยภาพของตนเองและประสบความสำเร็จทางการ

เรียน ทั้งนี้ ผู้ที่จะนำระบบไปใช้ควรมีความรู้พื้นฐานในการใช้งานคอมพิวเตอร์ เนื่องจากต้องติดตั้งโปรแกรมลงในเครื่อง นอกจากนี้ ควรมีการ เตรียมห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่มีอุปกรณ์เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน และศึกษาคู่มือการใช้งานระบบให้เข้าใจก่อนการใช้งาน เพื่อให้สามารถดำเนินการทดสอบได้อย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ หลังจากที่นักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จ ครูควร พิมพ์รายงานผลการทดสอบให้กับนักเรียนทันที พร้อมทั้งให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นประโยชน์ ในเชิงสร้างสรรค์และให้กำลังใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนพัฒนาตนเองต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยและตีพิมพ์เผยแพร่จากมหาวิทยาลัยนเรศวรและกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- กิดานันท์ มลิทอง. (2548). *เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อรุณการพิมพ์.
- กิตติศักดิ์ ณ พัทลุง. (2545). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เครื่องผสมสัญญาณเสียงระบบดิจิทัล*. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- โชติกา ภาชีผล, ประกอบ กรณีกิจ และพิทักษ์ โสตถยาคม. (2558). การพัฒนารูปแบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการประเมินพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. *วารสารวิธีวิทยาการวิจัย*, 28(1), 1-25.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2555). *ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : 3-คิว มีเดีย.
- Adodo, S. O. (2013). Effects of two-tier multiple choice diagnostic assessment items on students' learning outcome in basic science technology (BST) . *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 2(2), 201-210.
- Andariana, A., Zubaidah, S., Mahanal, S. & Suarsini, E. (2020). Identification of biology students' misconceptions in human anatomy and physiology course

- through three-tier diagnostic test. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(3), 1071-1085.
- Bauer, E., Fischer, F., Kieseewetter, J., Shaffer, D. W., Fischer, M. R., Zottmann, J. M. & Sailer, M. (2020). Diagnostic activities and diagnostic practices in medical education and teacher education: an interdisciplinary comparison. *Frontiers in psychology*, 11(562665), 1-9.
- Caleon, I. & Subramaniam, R. (2010). Development and application of a three-tier diagnostic test to assess secondary students' understanding of waves. *International Journal of Science Education*, 32(7), 939-961.
- Fadzil, H. M., Saat, R. M., & Rafi, A. (2022). Development of Technology-Enhanced Three-Tier Diagnostic Test to Assess Pre-university Students' Understanding of Scientific Concepts. In *Alternative Assessments in Malaysian Higher Education* (pp. 285-292). Singapore : Springer.
- Haughney, K., Wakeman, S., & Hart, L. (2020). Quality of feedback in higher education: A review of literature. *Education Sciences*, 10(3), 60.
- Henderson, M., Ajjawi, R., Boud, D., & Molloy, E. (Eds.). (2019). The Impact of Feedback in Higher Education: Improving assessment outcomes for learners. *Springer Nature*. Retrieved from <https://content.e-bookshelf.de/media/reading/L-12776953-e2d186faca.pdf>
- Muryani, D. I., Jana, P. & Umasugi, S. M. (2022). The Students' Misconceptions in Using Three-tier Multiple Choice Diagnostic Test on the Angle Relationships. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 12(1), 25-34.
- Peşman, H. & Eryilmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *The Journal of educational research*, 103(3), 208-222.
- Sari, D. N., Arif, K., Yurnetti, Y. & Putri, A. N. (2024). Identification of Students' Misconceptions in Junior High Schools Accredited A using the Three Tier Test Instrument in Science Learning. *Journal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(1), 1-11.

- Yusof, A. M., Yunus, M. M. & Embi, M. A. (2021). Preferences of Generation Z students in user interface design for online learning. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 99(7), 1539–1550.
- Zilles, C., West, M., Mussulman, D. & Sacris, C. (2018). Student and Instructor Experiences with a Computer-Based Testing Facility. *EDULEARN18 Proceedings*, 1–10.