

การพัฒนาคคลังข้อสอบสำหรับโปรแกรมทดสอบและวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา DEVELOPMENT OF AN ITEM BANK FOR TESTING AND DIAGNOSTIC OF PROBLEM SOLVING SKILLS

กนกกร พวงสมบัติ* ผศ.ดร.สมประสงค์ เสนารัตน์ และ ผศ.ดร.เบญจมาภรณ์ เสนารัตน์
Kanokkorn Paungsombat¹, Asst.Prof.Dr. Somprasong Senarat and Asst.Prof.Dr. Benjamaporn Senarat

¹ สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด 45120

¹Educational Research and Evaluation Roi Et Rajabhat University Roi Et 45120, Thailand

*Corresponding author: E-mail: kanokkorn9928@gmail.com

รับบทความ 14 พฤษภาคม 2561 แก้ไขบทความ 29 มิถุนายน 2561 ตอบรับบทความ 1 กรกฎาคม 2561 เผยแพร่บทความ ตุลาคม 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาคคลังข้อสอบสำหรับโปรแกรมทดสอบและวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 บุรีรัมย์ ปีการศึกษา 2560 จำนวน 1,266 คน ได้มาจากการสุ่มแบบสองขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบ 2 ชนิด คือ แบบทดสอบเพื่อสำรวจชนิดตอบสั้น และแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก วิเคราะห์ข้อมูลหาค่าพารามิเตอร์ของ ข้อสอบตามทฤษฎีตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory) ด้วยโปรแกรม BILOG-MG และปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ของ ข้อสอบด้วยวิธีค่าเฉลี่ยและซิกมามาก่อนที่จะคัดเลือกข้อสอบเข้าคลัง ผลจากการวิจัย พบว่า คลังข้อสอบที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพ มี ค่าพารามิเตอร์เป็นไปตามเกณฑ์ สามารถนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาโปรแกรมทดสอบและประเมินวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ ซึ่งคลังข้อสอบสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรมการจัดการฐานข้อมูล PhpMyAdmin สามารถจัดเก็บข้อมูลได้ทั้งรูปภาพและตัวอักษร มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกเข้าคลังข้อสอบจำนวน 48 ข้อ ประกอบด้วยข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมตามระดับของทักษะที่ต้องการวัดจากง่ายไปหายาก และอัตราส่วนของข้อสอบชั้นเข้าใจ โจทย์: ชั้นวางแผนแก้ปัญหา: ชั้นปฏิบัติตามแผน: ชั้นตรวจสอบ เป็น 8:9:17:14 ข้อ คลังข้อสอบมีค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบอยู่ใน เกณฑ์ดี มีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง ข้อสอบมีระดับความยากอยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงยาก มีค่าโอกาสการเดาต่ำ

คำสำคัญ: คลังข้อสอบ, การประเมินวินิจฉัย, ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา, กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

ABSTRACT

This study aimed to develop an item bank for testing and diagnostic assessment program of problem solving skills in application of linear equation. The samples were 1,266 lower secondary students in Secondary Educational Service Area 32 of academic year 2017. They were chosen by two-stage random sampling method. Research tools used in the study were two tests which were a completion test for survey and a 5-choice test of problem solving skills in application of linear equation. Parameter of the test was analyzed according to Item Response Theory by BILOG-MG program and calibrated test parameter by means and sigma methods before choosing for an item bank. Results revealed that the developed item bank showed quality of parameter as the criteria which were able to be used as a database for developing a testing and diagnostic assessment program of problem solving skills. an item bank was created by PhpMyAdmin, a data base management system program, which included data of pictures, letters, and numbers. 48 items selected for the item bank included proper level of difficulty for measuring skills from easy to difficult. Moreover, ration of the test in the stages of understanding the problem, devising a plan, carrying out the plan, and verifying was 8:9:17:14 items. It also found that items in the item bank had a good level of parameter which contained high discrimination, moderate to hard test difficulty, and low guessing possibility.

Keywords: Item Bank, Diagnostic Assessment, Problem Solving Skills, Polya's Problem Solving Process

บทนำ

การจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระคณิตศาสตร์เป็นกลุ่มสาระที่มุ่งพัฒนานักเรียนในด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดเชิงระบบเป็นอย่างมาก และยังมีความเชื่อมโยงกับการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 56) ซึ่งเป็นสาระการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21 ที่ยังคงต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ก็ต้องเปลี่ยนแปลงไป เป็นการเรียนรู้จากการค้นคว้าด้วยตนเอง โดยครูช่วยแนะนำ และช่วยออกแบบกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนแต่ละคนสามารถประเมินความก้าวหน้าการเรียนรู้ของตนเองได้ ซึ่งการประเมินเพื่อหาข้อมูลย้อนกลับของนักเรียนในระหว่างการเรียนการสอนอีกวิธีหนึ่ง คือ การวัดประเมินเพื่อวินิจฉัย (Diagnostic Assessment) เป็นการจำแนกสถานะที่ไม่ดีหรือไม่เป็นไปตามที่ต้องการในลำดับการเรียนรู้ เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้น (อมรรัตน์ สร้อยสังวาล, 2551, หน้า 14; อ้างจาก Hopkins & Antes, 1990) การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนการสอนเป็นการประเมินผลที่ให้สารสนเทศเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกี่ยวกับความรอบรู้ในเรื่องความรู้และทักษะในขอบเขต ที่กำหนดไว้ หรือมีความเข้าใจผิดเกี่ยวกับแนวคิดหรือเนื้อหาที่ครูสอน (Ketterlin-Geller & Yovanoff, 2009, p. 1; quoted in Fuchs & others, 2003) สารสนเทศต่าง ๆ ที่ได้จากการวินิจฉัยจะเป็นแนวทางให้ครูหาวิธีการต่าง ๆ มาแก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้และพัฒนานักเรียนได้อย่างเหมาะสม การประเมินเพื่อวินิจฉัยจึงเป็นกระบวนการที่สำคัญที่จะช่วยให้ครูสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียนไปในทิศทางที่พึงประสงค์ได้อย่างถาวร

การวินิจฉัยทางการศึกษาสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ แบบทั่วไป แบบวิเคราะห์ และแบบคลินิก ในแต่ละประเภทมีลักษณะแตกต่างกัน คือ แบบทั่วไปมุ่งสำรวจหาระดับความสามารถทั่วไปของบุคคลโดยใช้เกณฑ์ปกติในการเปรียบเทียบ ส่วนการวินิจฉัยแบบวิเคราะห์เป็นการวินิจฉัยความสามารถระดับเฉพาะที่มีการเก็บข้อมูลอย่างละเอียด เพื่อหาความบกพร่องของนักเรียนในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และการวินิจฉัยแบบคลินิกเป็นการวินิจฉัยอย่างละเอียดลึกซึ้ง เพื่อให้เห็นถึงสาเหตุของปัญหา ข้อบกพร่องที่พบในตัวนักเรียน ซึ่งมีความซับซ้อนต้องใช้ข้อมูลจากหลายแหล่งในการวินิจฉัย ซึ่งการวินิจฉัยประเภทแบบวิเคราะห์มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการหาข้อบกพร่องทางการเรียนในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง (อมรรัตน์ สร้อยสังวาล, 2551, หน้า 15; อ้างจาก Underhill, 1972)

การวินิจฉัยแบบการวิเคราะห์ทักษะหรือเนื้อหาวิชาเป็นรูปแบบหนึ่งของการวินิจฉัยหาข้อบกพร่อง โดยอาศัยเครื่องมือที่สามารถวิเคราะห์ข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างละเอียด (Lindquist, 1956, p. 37) โดยทั่วไปเครื่องมือที่นิยมนำมาใช้คือ แบบทดสอบวินิจฉัย ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อให้เห็นจุดบกพร่องหรือจุดที่เป็นปัญหา หรืออุปสรรคในการเรียนเรื่องหนึ่ง ๆ ของนักเรียนแต่ละคน (บุญชม ศรีสะอาด, 2523, หน้า 10) โดยแยกออกเป็นฉบับย่อย ๆ มีเป้าหมายที่จะวัดความรู้และความสามารถของนักเรียนเป็นด้าน ๆ ของแต่ละรายวิชา เนื้อหาที่ต้องการวัดจะต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร เป็นแบบทดสอบที่เน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นหลัก และต้องเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่ายมีจำนวนข้อสอบมากในแต่ละเนื้อหาที่ต้องการทดสอบและในการทำแบบทดสอบต้องใช้เวลาเต็มที่ ข้อสอบไม่จำเป็นต้องสร้างเกณฑ์ปกติ เพราะมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล แต่ต้องมีเกณฑ์ขั้นต่ำที่ใช้ในการวินิจฉัยนักเรียนว่ามีความบกพร่องหรือไม่ คะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคนจะมีความสำคัญน้อยกว่าการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนรายข้อ (สมประสงค์ เสนารัตน์, 2555, หน้า 26) โดยทั่วไปจะใช้กระดาษเขียนตอบ (Paper Pencil Test) ซึ่งจะเสียเวลามากในการตรวจและวินิจฉัยเพื่อหาข้อบกพร่องของนักเรียน ดังนั้นปัจจุบันจึงมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการทดสอบและประเมินผลนักเรียน ซึ่งวิธีการหนึ่งก็คือการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ เนื่องจากการทดสอบมีความคล่องตัว สามารถทดสอบเป็นรายบุคคล มีการตรวจให้คะแนน และรายงานผลเป็นไปอย่างอัตโนมัติ สามารถตรวจให้คะแนน และให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) แก่นักเรียนได้ทันที ส่งผลให้ครูนำข้อมูลไปปรับปรุงการเรียนการสอนได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น และนักเรียนได้ทำข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมกับระดับความสามารถของตน (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555, หน้า 211) ทั้งนี้ข้อประกอบที่สำคัญของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อประเมินวินิจฉัยจะต้องอาศัยโมเดลวินิจฉัยพฤติปัญหาที่มุ่งประเมินเพื่อให้สารสนเทศว่านักเรียนรอบรู้หรือไม่รอบรู้ในแต่ละกลุ่มทักษะหรือคุณลักษณะร่วมกับคลังข้อสอบที่ข้อสอบแต่ละข้อมีการกำหนด Q-matrix เอาไว้ (Huebner, 2010, pp. 1-2)

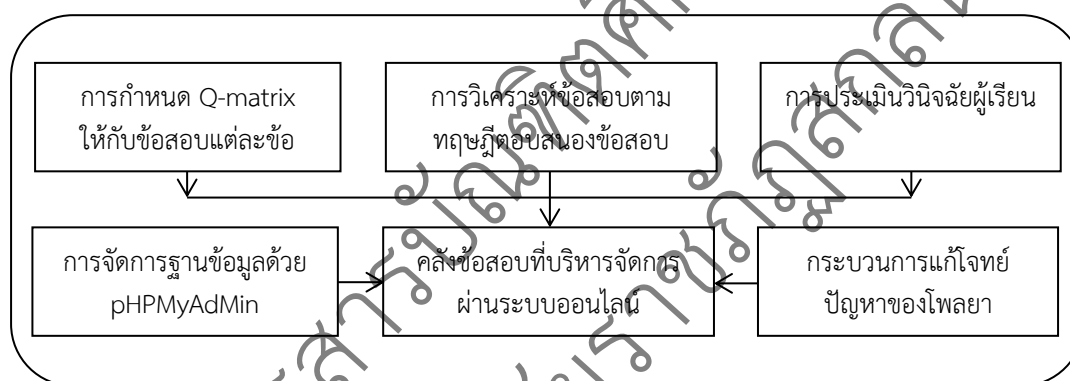
ทักษะที่สำคัญประการหนึ่งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่จะต้องเกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ คือ ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2552, หน้า 16) แต่จากผลการทดสอบ O-NET ปีการศึกษา 2558 พบว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นกลุ่มสาระที่มีคะแนนน้อยที่สุดเป็นอันดับ 2 รองจากกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2559, หน้า 25-26) และสาระที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ สาระทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 9.23 (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยภูมิ เขต 1, 2559, หน้า 70)

จากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ ข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาล้างข้อสอบวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยประยุกต์ใช้แนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยา และกำหนด Q-matrix ตามแนวทางการพัฒนาล้างข้อสอบสำหรับใช้ในโปรแกรมการทดสอบและประเมินวินิจฉัยด้วยคอมพิวเตอร์ ให้สามารถวินิจฉัยทักษะได้พร้อมกันหลายทักษะ (Senarat, Tayraukham, Piyapimonsit, & Tongkhambanjong, 2012, p. 22) และวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบตามโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory) เพื่อจัดเตรียมไว้สำหรับการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับทดสอบและประเมินวินิจฉัย อันจะเป็นเครื่องมือให้ครูสามารถวินิจฉัยการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ประหยัดเวลาในการตรวจข้อสอบ ได้ผลการประเมินที่สามารถวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาได้หลายทักษะพร้อม ๆ กัน ทำให้ทราบจุดบกพร่องในการเรียนรู้ของนักเรียนได้ตรงประเด็น สามารถนำสารสนเทศที่ได้จากการประเมินไปพัฒนา ปรับปรุง กระบวนการเรียนการสอนของตนเอง นอกจากนี้ผู้บริหารสามารถนำสารสนเทศที่ได้ไปใช้ในการวางแผนเชิงนโยบายในการบริหารโรงเรียน รวมถึงผู้ที่มีสนใจ สามารถนำแนวทางการวัดและประเมินไปใช้ในโรงเรียน หรือในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาล้างข้อสอบสำหรับโปรแกรมทดสอบและวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 ที่เรียนเนื้อหาเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ในปีการศึกษา 2560 จำนวน 10,292 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 ที่เรียนเนื้อหาเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ในปีการศึกษา 2560 จำนวน 1,266 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยมีรายละเอียดดังนี้

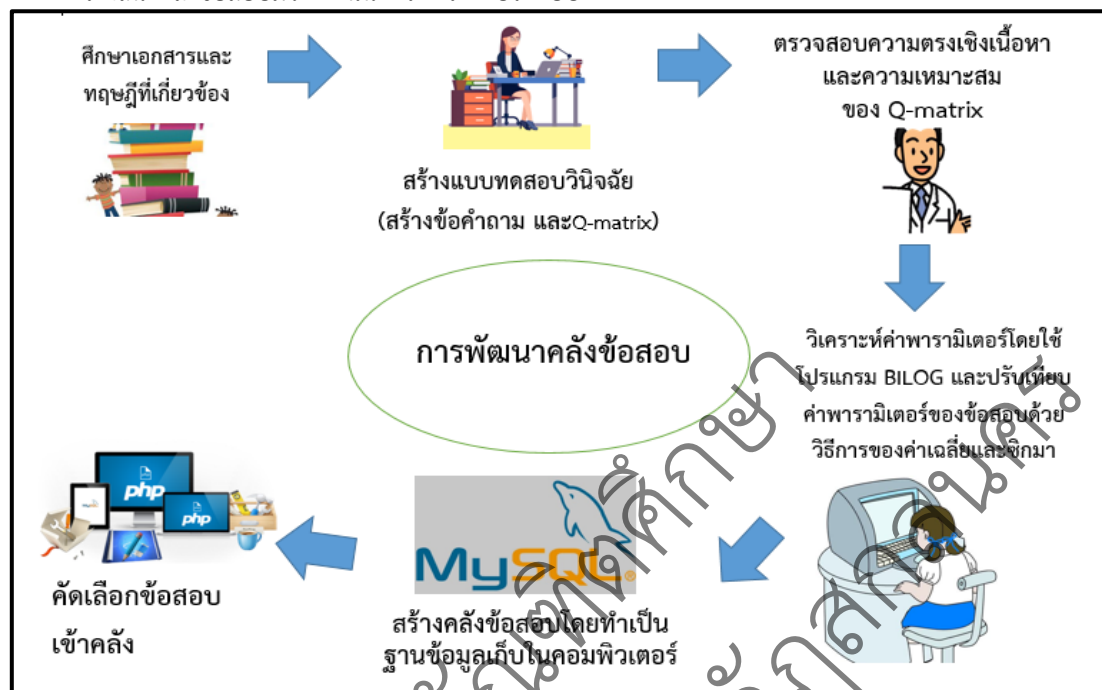
1.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับวิเคราะห์หาจุดบกพร่องทางการเรียนสำหรับนำมาสร้างตัวลอง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 ที่เรียนเนื้อหาเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ในปีการศึกษา 2560 จำนวน 60 คน ได้มาโดยเลือกจากโรงเรียนที่ให้ความร่วมมือ และเป็นโรงเรียนที่นักเรียนมีความสามารถปานกลางและน้อย

1.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับหาคุณภาพของข้อสอบ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 ที่เรียนเนื้อหาเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ในปีการศึกษา 2560 จำนวน 1,206 คน ได้มาด้วยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage random sampling) โดยแบ่งกลุ่มตามขนาดโรงเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม คือ ใหญ่พิเศษ ใหญ่ กลาง และเล็ก จากนั้นสุ่มโรงเรียนแต่ละกลุ่มโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ด้วยวิธีการจับ

สละมาจำนวน 5 โรงเรียน เป็นขนาดใหญ่พิเศษ 1 โรงเรียน ขนาดกลาง 1 โรงเรียน และขนาดเล็ก 2 โรงเรียน และให้นักเรียนทุกคนที่อยู่ในโรงเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นสุ่มนักเรียนที่จะได้รับข้อสอบแต่ละฉบับด้วยการสุ่มแบบมีระบบ (Systematic sampling)

2. การพัฒนาค้างข้อสอบ

การพัฒนาค้างข้อสอบมีวิธีดำเนินการ ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ลำดับขั้นตอนการพัฒนาค้างข้อสอบ

จากภาพประกอบ 2 รายละเอียดการพัฒนาค้างข้อสอบ มีดังต่อไปนี้

2.1 การสร้างแบบทดสอบวินิจัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2.1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์ สังเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎี เอกสาร ตำรา บทความ งานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ รวมทั้งฐานข้อมูลต่าง ๆ ในอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวินิจัยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา และสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องโดยสรุปได้ดังนี้

1) เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับ จำนวนและอายุ ความยาวและพื้นที่ อัตราส่วนและร้อยละ เงิน และอัตราเร็ว (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2552, หน้า 12-56)

2) กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya, 1957, pp. 5-15) มี 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ (Understanding the Problem) เป็นขั้นตอนการอ่านและวิเคราะห์โจทย์ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถบอกได้ว่า โจทย์ต้องการทราบข้อมูลอะไร และโจทย์ให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง และกำหนดตัวแปรของข้อมูล ขึ้นวางแผนแก้ปัญหา (Devising a Plan) เป็นขั้นตอนหาความสัมพันธ์หรือความสัมพันธ์ของข้อมูลกับตัวแปร และสามารถเขียนความสัมพันธ์ในรูปสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ขั้นปฏิบัติตามแผน (Carrying out the Plan) เป็นขั้นตอนดำเนินการแก้สมการตามความสัมพันธ์ในรูปสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เขียนไว้ในขั้นตอนที่ 2 ซึ่งนักเรียนสามารถคำนวณหาคำตอบได้ ขั้นตรวจสอบ (Looking Back) เป็นขั้นตอนการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาว่าถูกต้อง โดยพิจารณาถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

3) วิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจัย เริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาหรือทักษะตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือสาระการเรียนรู้ที่ต้องการ สร้างแบบทดสอบแบบตอบสั้นเพื่อสำรวจหาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน โดยแบ่งแบบทดสอบเป็นฉบับย่อย ๆ ให้มีจำนวนข้อคำถามเพียงพอที่จะวัดทักษะของนักเรียน จากนั้นนำไปทดสอบกับนักเรียน ตรวจสอบข้อสอบ และสร้างแบบทดสอบวินิจัยโดยใช้ข้อคำถามจากแบบทดสอบแบบตอบสั้น และสร้างตัวเลือกจากคำตอบที่รวบรวมจากการตอบของนักเรียนนำแบบทดสอบไปทดสอบและวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ ก่อนที่จะนำไปเก็บไว้ในคลังข้อสอบในขั้นตอนต่อไป

2.1.2 การสร้างแบบทดสอบวินิจัย

1) สร้างแบบทดสอบแบบตอบสั้นเพื่อหาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน โดยมีคำถามเป็นโจทย์ปัญหาเป็นคำถามหลัก และใช้ขั้นทักษะการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาเป็นคำถามย่อย จากเนื้อหาเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 75 ข้อ แล้วแบ่งข้อสอบออกเป็น 3 ฉบับ แต่ละฉบับมีข้อสอบ จำนวน 25 ข้อ

2) นำแบบทดสอบแบบตอบสั้นไปทดสอบกับนักเรียน จำนวน 60 คน เพื่อหาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน สำหรับเป็นข้อมูลในการจัดทำแบบทดสอบแบบเลือกตอบต่อไป

3) สร้างแบบทดสอบวินิจัยแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก โดยใช้ข้อคำถามจากแบบทดสอบแบบตอบสั้น และใช้คำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดมาสร้างเป็นตัวเลือกตามทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาเป็น 4 ขั้นตอน โดยขั้นตอนของทักษะเป็นการก้าวข้ามแบบขั้นบันไดไม่สามารถก้าวข้ามขั้นตอนได้ ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติตามแผน และขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ ได้ข้อสอบจำนวนทั้งสิ้น 120

4) เชื่อมโยงข้อสอบแต่ละข้อกับ Q-matrix เพื่อระบุว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาใดได้บ้าง ดังตัวอย่างในภาพประกอบ 3

ข้อสอบ	ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา			
	เข้าใจโจทย์	วางแผน	ปฏิบัติ	ตรวจสอบ
1000. น้ํายาฆ่าเชื้อชนิด 25% มีปริมาตร 32 ลิตร ต้องการผสมกับน้ํากลั่นเพื่อให้น้ํายาฆ่าเชื้อมีความเข้มข้น 20% จะต้องกำหนดสิ่งใดเป็นตัวแปร ก. น้ํากลั่น ข. น้ํายาฆ่าเชื้อ 25% ค. น้ํายาฆ่าเชื้อที่ผสมแล้ว ง. น้ํากลั่นหรือน้ํายาฆ่าเชื้อที่ผสมแล้ว จ. น้ํากลั่นและน้ํายาฆ่าเชื้อที่ผสมแล้ว	✓			
1110. ชายคนหนึ่งผสมน้ํายาชนิด 18% แล้วนำมาเติมน้ําเพื่อให้ได้น้ํายาชนิด 12% จำนวน 10 ลิตร จงหาว่า เขาต้องให้น้ํายาชนิด 18% กี่ลิตร ก. 3.3 ข. 4.0 ค. 6.0 ง. 6.7 จ. 8.0	✓	✓	✓	

ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างเชื่อมโยงข้อสอบแต่ละข้อกับ Q-matrix เพื่อระบุว่าข้อสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาใด

2.2 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา

2.2.1 นำข้อสอบไปตรวจสอบหาคุณภาพเกี่ยวกับความตรงเชิงเนื้อหาว่าข้อสอบแต่ละข้อมีข้อความตรงตามเนื้อหา และพิจารณาความเหมาะสมของการระบุ Q-matrix

2.2.2 ปรับปรุง แก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และพิมพ์ชุดข้อสอบ โดยจัดชุดข้อสอบออกเป็น 4 ฉบับ แต่ละฉบับมีข้อสอบจำนวน 35 ข้อ โดยแต่ละฉบับมีข้อสอบรวมจำนวน 8 ข้อ (มิตละ 2 ข้อ) รวมข้อสอบทั้งสิ้น 116 ข้อ

2.2.3 นำแบบทดสอบแต่ละฉบับที่จัดพิมพ์เรียบร้อยแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียน จำนวน 1,206 คน โดยทำการสุ่มข้อสอบให้กับนักเรียนแต่ละคน ซึ่งนักเรียนจะได้ข้อสอบเพียง 1 ชุด และใช้เวลาในการทดสอบ จำนวน 1 ชั่วโมง

2.2.4 การหาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบนักเรียน จำนวน 1,206 คน มาวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ (ค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (b) และโอกาสการเดา (c)) โดยใช้โปรแกรม BILOG-MG

2.2.5 เปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยและซิกมา (Mean and Sigma Method) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555, หน้า 174) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการคำนวณ

2.3 การสร้างคลังข้อสอบวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2.3.1 สร้างคลังข้อสอบโดยจัดทำเป็นฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรม PhpMyAdmin โดยให้แต่ละเรคคอร์ด (Record) ในฐานข้อมูลประกอบด้วย ฟิลด์ (Field) ที่เป็นข้อมูลรูปภาพ ตัวอักษร และตัวเลข ดังภาพประกอบ 4

ชื่อตาราง (Table Name)	ชื่อฟิลด์ (Field Name)	ชนิดของข้อมูล (Data Type)	คำอธิบาย (Description)
	item	Number	รหัสข้อสอบ
	pic	Picture	ภาพข้อสอบพร้อมตัวเลือก
	Choice1	Text	ตัวเลือก ก
	Choice2	Text	ตัวเลือก ข
	Choice3	Text	ตัวเลือก ค
tblTest	Choice4	Text	ตัวเลือก ง
	Choice5	Text	ตัวเลือก จ
	a	Number	ค่าอำนาจจำแนก
	b	Number	ค่าความยาก
	c	Number	ค่าโอกาสการเดา
	Q-matrix	Text	ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา
	key	Text	เฉลย

ภาพประกอบ 4 รายละเอียดโครงสร้างฐานข้อมูลคลังข้อสอบวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา

2.3.2 คัดเลือกข้อสอบเข้าคลังข้อสอบ ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบเข้าคลังข้อสอบ คือ ข้อสอบต้องมีค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ค่าความยาก (b) อยู่ระหว่าง -3.50 ถึง 3.50 ค่าโอกาสการเดา (c) มีค่าไม่เกิน 0.30 ข้อสอบที่วัดขั้นทำความเข้าใจโจทย์จะต้องมีความยากน้อยกว่าข้อสอบที่วัดขั้นวางแผน ข้อสอบที่วัดขั้นวางแผนจะต้องมีความยากน้อยกว่าข้อสอบที่วัดขั้นปฏิบัติ และข้อสอบที่วัดขั้นปฏิบัติและขั้นตรวจสอบ ให้มีค่าความยากในระดับเดียวกันได้

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยจะดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็น 3 ระยะ ดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 การทดสอบของนักเรียนด้วยแบบทดสอบสำรวจชนิดตอบสั้น ๆ เพื่อนำมาหาจุดบกพร่องการเรียนของนักเรียน มาสร้างตัวลงในแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. ขอนหนังสือจากมหาวิทยาลัย เพื่อขอความอนุเคราะห์จากหัวหน้าสถานศึกษา

2 ประสานหัวหน้าสถานศึกษาเพื่อแจ้งและขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยนำแบบทดสอบที่จัดเตรียมไว้ทั้งหมดตามจำนวนกลุ่มตัวอย่างมอบให้ครูที่ได้รับมอบหมายจากหัวหน้าสถานศึกษาเป็นผู้ดำเนินการทดสอบ โดยผู้วิจัยอธิบายจุดมุ่งหมายในการวิจัยและแจ้งวิธีการทดสอบให้ครูทราบ ดำเนินการทดสอบเองให้ใช้วิธีการทดสอบในช่วงโม่งเรียน โดยจัดที่นั่งเป็นรูปตัวยูเหมือนกับการทดสอบ O-NET พร้อมทั้งนัดหมาย วัน เวลา ที่จะขอรับแบบทดสอบคืน

3. ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล ตั้งแต่ 17 มิถุนายน 2560 ถึง 23 มิถุนายน 2560

ระยะที่ 2 การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยกดูความสอดคล้องของเนื้อหาข้อสอบ และตรวจสอบความเหมาะสมของการระบุ Q-matrix โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. ขอนหนังสือจากมหาวิทยาลัย เพื่อขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ

2. ประสานผู้เชี่ยวชาญ เพื่อแจ้งและขอความอนุเคราะห์

3. ส่งแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา

4. ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล ตั้งแต่ 25 มิถุนายน 2560 ถึง 29 มิถุนายน 2560

ระยะที่ 3. การทดสอบของนักเรียน ด้วยแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก เพื่อนำมาหาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. ขอนหนังสือจากมหาวิทยาลัย เพื่อขอความอนุเคราะห์จากหัวหน้าสถานศึกษา
2. ประสานหัวหน้าสถานศึกษาเพื่อแจ้งและขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยนำแบบทดสอบที่จัดเตรียมไว้ทั้งหมดตามจำนวนกลุ่มตัวอย่างมอบให้ครูที่ได้รับมอบหมายจากหัวหน้าสถานศึกษาเป็นผู้ดำเนินการทดสอบ โดยผู้วิจัยอธิบายจุดมุ่งหมายในการวิจัยและชี้แจงวิธีการทดสอบให้ครูทราบ คือ กรณีทางโรงเรียนดำเนินการทดสอบเองให้ใช้วิธีการทดสอบในช่วงโม่งเรียน โดยจัดที่นั่งเป็นรูปตัวยูเหมือนกับการทดสอบ O-NET พร้อมทั้งนัดหมาย วัน เวลา ที่จะขอรับแบบทดสอบคืน และบางโรงเรียนผู้วิจัยดำเนินการทดสอบด้วยตนเอง

3. ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล ตั้งแต่ 1 กรกฎาคม 2560 ถึง 30 กรกฎาคม 2560
ผลการวิจัย

การพัฒนาคำถามข้อสอบสำหรับโปรแกรมทดสอบและวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีผลการวิจัยดังนี้

1. ผลการพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับเนื้อหาและความเหมาะสมของการระบุ Q-matrix ของผู้เชี่ยวชาญ ได้ผลดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับเนื้อหา และความเหมาะสมของการระบุ Q-matrix

ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา	จำนวนข้อสอบ		
	สร้างขึ้น	เป็นไปตามเกณฑ์	คัดเลือกไว้
ขั้นทำความเข้าใจโจทย์	30	30	27
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	35	35	35
ขั้นปฏิบัติตามแผน	35	35	35
ขั้นตรวจสอบ	20	20	19
รวม	120	120	116

จากตาราง 1 ข้อสอบที่สร้างขึ้นจำนวน 120 ข้อ มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและความเหมาะสมในการระบุกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา (Q-matrix) ทั้งจำนวน 120 ข้อ โดยมีค่า IOC ระหว่าง 0.80 - 1.00 และผู้วิจัยคัดเลือกไว้เพื่อจัดทำเป็นแบบทดสอบสำหรับไปทดลองสอบเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบในขั้นตอนต่อไป จำนวน 116 ข้อ (เลือกมาชนิดละ 2 ข้อ เพื่อนำมาเป็นข้อสอบรวม จำนวน 8 ข้อ จะเหลือข้อสอบจำนวน 108 ข้อ นำไปจัดเป็น 4 ฉบับ แต่ละฉบับมีข้อสอบจำนวน 35 ข้อ) โดยมีข้อสอบที่วัดขั้น 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา และข้อสอบที่วัดขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติตามแผน จำนวนมากที่สุด คือ ขั้นละ 35 ข้อ รองลงมา คือ ข้อสอบที่วัดขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ จำนวน 27 ข้อ และข้อสอบที่วัดขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ จำนวน 19 ข้อ ตามลำดับ

2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ โดยการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วยโปรแกรม BILOG-MG และเปรียบเทียบพารามิเตอร์ของข้อสอบให้อยู่บนมาตรฐานเดียวกันด้วยวิธีค่าเฉลี่ยและซิกมา ได้ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วยโปรแกรม BILOG-MG และเปรียบเทียบพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วยวิธีการค่าเฉลี่ยและซิกมา

ค่าสถิติ	ค่าพารามิเตอร์		
	ค่าอำนาจจำแนก (a)	ค่าความยาก (b)	ค่าโอกาสการเดา (c)
ค่าต่ำสุด	0.64	-0.32	0.01
ค่าสูงสุด	13.19	3.69	0.31
ค่าเฉลี่ย	1.96	1.63	0.17
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.45	0.65	0.06

จากตาราง 2 แสดงค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจำนวน 116 ข้อ พบว่าค่าอำนาจจำแนก มีค่าอยู่ระหว่าง 0.64 ถึง 13.19 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย เท่ากับ 1.96 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.45 แสดงว่า ข้อสอบมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง ส่วนค่าความยาก มีค่าอยู่ระหว่าง -0.32 ถึง 3.69 ค่าความยากเฉลี่ย เท่ากับ 1.63 และมี

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.65 แสดงว่า ข้อสอบมีระดับความยากอยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงยาก และค่าโอกาสการเดามีค่าอยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 0.31

3. ผลการคัดเลือกข้อสอบเข้าคลังข้อสอบ

ผลการคัดเลือกข้อสอบผู้วิจัยจะนำเสนอเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

3.1 ผลการคัดเลือกข้อสอบเข้าคลังข้อสอบ จำแนกตามชั้นของทักษะการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา รายละเอียด ดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการคัดเลือกข้อสอบเข้าคลังข้อสอบ จำแนกตาม

ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา	จำนวนข้อสอบ	
	สร้างขึ้น	คัดเลือกไว้
ขั้นทำความเข้าใจโจทย์	27	8
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	35	9
ขั้นปฏิบัติตามแผน	35	17
ขั้นตรวจสอบ	19	14
รวม	116	48

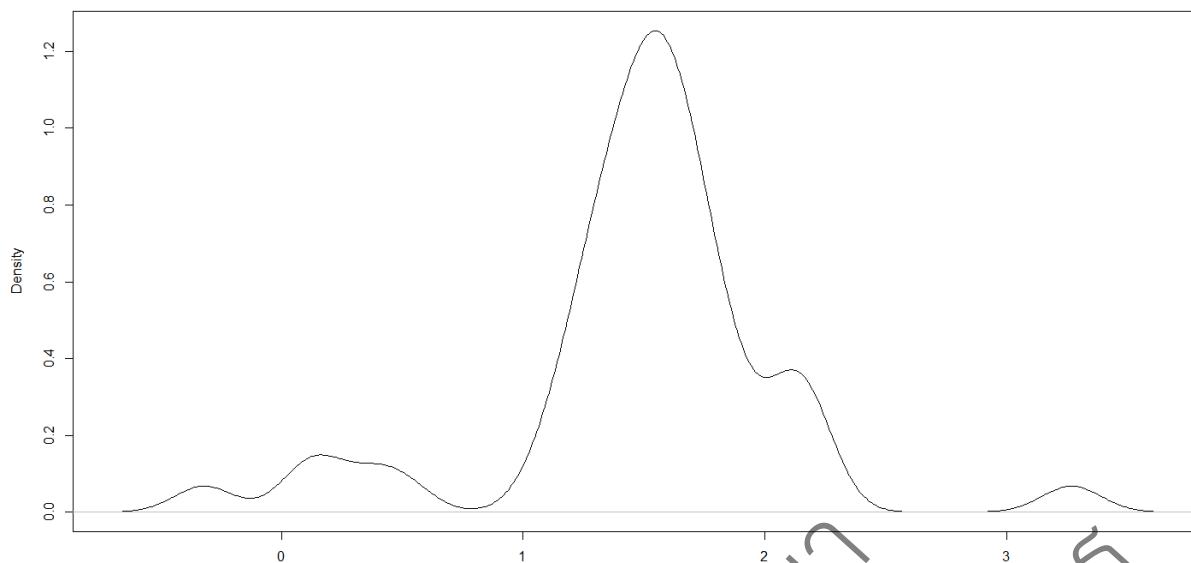
จากตาราง 3 พบว่า ข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ จำนวน 116 ข้อ ถูกคัดเลือกเข้าคลัง จำนวน 48 ข้อ ประกอบด้วยข้อสอบที่วัดขั้นขั้นปฏิบัติตามแผน มากที่สุด จำนวน 17 ข้อ รองลงมาเป็นข้อสอบที่วัดขั้นตรวจสอบ จำนวน 14 ข้อ ข้อสอบที่วัดขั้นวางแผนแก้ปัญหา จำนวน 9 ข้อ และข้อสอบที่วัดขั้นเข้าใจโจทย์ จำนวน 8 ข้อ ตามลำดับ

3.2 ค่าสถิติของค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่ถูกคัดเลือกเข้าคลังข้อสอบ รายละเอียด ดังตาราง 4

ตาราง 4 ค่าสถิติของค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่ถูกคัดเลือกเข้าคลังข้อสอบ

ค่าสถิติ	ค่าพารามิเตอร์		
	ค่าอำนาจจำแนก (a)	ค่าความยาก (b)	โอกาสการเดา (c)
ค่าต่ำสุด	0.70	-0.32	0.05
ค่าสูงสุด	3.19	3.27	0.28
ค่าเฉลี่ย	1.87	1.48	0.17
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.58	0.59	0.06

จากตาราง 4 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบในคลังข้อสอบ มีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.70 ถึง 3.19 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย เท่ากับ 1.87 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.58 แสดงว่า ข้อสอบมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง และค่าโอกาสการเดา อยู่ระหว่าง 0.05 ถึง 0.28 ส่วนความยากมีค่าอยู่ระหว่าง -0.32 ถึง 3.27 ค่าความยากเฉลี่ย เท่ากับ 1.48 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.59 และเมื่อนำค่าความยากของข้อสอบมีคลังข้อสอบมาเขียนกราฟเพื่อแสดงถึงลักษณะ การกระจายของค่าความยากของข้อสอบ พบว่า โค้งการแจกแจงของกราฟมีลักษณะค่อนข้างสมมาตร ดังภาพประกอบ 5 แสดงว่าข้อสอบในคลังข้อสอบมีความยากอยู่ในระดับยากถึงยากมาก



ภาพประกอบ 5 ลักษณะการกระจายค่าความยากของข้อสอบในคลังข้อสอบ

4. ผลการจัดทำฐานข้อมูลในคลังข้อสอบ

การออกแบบฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บข้อสอบไว้ในคลังข้อสอบ ผู้วิจัยออกแบบฐานข้อมูลประกอบด้วย หมายเลขข้อสอบ ภาพข้อสอบพร้อมตัวเลือก ตัวเลือก ก ตัวเลือก ข ตัวเลือก ค ตัวเลือก ง ตัวเลือก จ คำอ่านภาษาไทย คำความยาก ค่าโอกาสการเดา ทักษะการแก้ปัญหา และเฉลยข้อคำถาม รูปแบบตัวเลข ตัวอักษร และรูปภาพ โดยใช้โปรแกรมการจัดฐานข้อมูล PhpMyAdmin บันทึกข้อมูลถูกจัดเก็บไว้ในรูปของตาราง โดยผ่านโปรแกรมทดสอบและประเมินวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เข้าสู่ระบบการใช้งานโปรแกรมบน Web Browser ได้หลากหลาย ได้แก่ Google-Chrome Mozilla Firefox, Spark โดยพิมพ์ URL: <http://202.29.56.60/tests/> ผ่านช่องทางผู้ดูแลระบบ ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 หน้าจอหลักของโปรแกรม

จากภาพประกอบ 6 เมื่อเลือกเข้าระบบโดยผู้ดูแลระบบและจะมีหน้าจอขึ้นมาให้เลือกเพื่อจัดการข้อสอบ และอื่น ๆ ได้ ทั้งนี้สามารถเข้าไปเพิ่มหรือลบข้อสอบได้ ผ่านทางปุ่มเพิ่มข้อสอบ ดังภาพประกอบ 7 และเมื่อดำเนินการเพิ่มข้อสอบเรียบร้อยแล้ว จะได้ฐานข้อมูลข้อสอบดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 7 หน้าจอหลักสำหรับผู้ดูแลระบบ

Item	pic	Choice 1	Choice 2	Choice 3	Choice 4	Choice 5	a	b	c	Q-matrix	key
1003	pic	ก	ข	ค	ง	จ	2.09	1.09	0.13	1000	5
1005	pic	ก	ข	ค	ง	จ	2.20	1.19	0.10	1000	3
1006	pic	ก	ข	ค	ง	จ	1.58	1.26	0.25	1000	2
10012	pic	ก	ข	ค	ง	จ	3.09	1.35	0.19	1100	3

ภาพประกอบ 8 หน้าจอฐานข้อมูลในคลังข้อสอบ

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาคลังข้อสอบสำหรับโปรแกรมทดสอบและประเมินวินิจัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวผลการวิจัยในภาพรวม พบว่า คลังข้อสอบที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพ มีค่าพารามิเตอร์เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สามารถนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาโปรแกรมทดสอบและประเมินวินิจัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ ซึ่งคลังข้อสอบสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรมการจัดการฐานข้อมูล PhpMyAdmin สามารถจัดเก็บข้อมูลได้ทั้งรูปภาพและตัวอักษร มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกเข้าคลังข้อสอบจำนวน 48 ข้อ ประกอบด้วยข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมตามระดับของทักษะที่ต้องการวัดจากง่ายไปหายาก และอัตราส่วนของข้อสอบขึ้นเข้าใจโจทย์: ขึ้นวางแผนแก้ปัญห: ขึ้นปฏิบัติตามแผน: ขึ้นตรวจสอบ เป็น 8:9:17:14 ข้อ คลังข้อสอบมีค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ดี มีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง ข้อสอบมีระดับความยากอยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงยาก มีค่าโอกาสการเดาต่ำ โดยมีรายละเอียดผลการวิจัยในแต่ละประเด็นดังนี้

1. ผลการหาความตรง (Validity) ของข้อสอบ โดยการพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับเนื้อหาและความเหมาะสมของการระบุ Q-matrix ของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ข้อสอบที่สร้างขึ้นจำนวน 120 ข้อ ผ่านเกณฑ์ทั้ง 120 ข้อ โดยมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00 และคัดเลือกไว้จำนวน 116 ข้อ โดยมีข้อสอบที่วัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา 4 ขั้นตอน ประกอบด้วยขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญห และขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน จำนวนมากที่สุด คือ 35 ข้อ รองลงมา คือ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ จำนวน 27 ข้อ และขั้นที่ 4 ตรวจสอบ จำนวน 19 ข้อ ตามลำดับ

2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ โดยการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วยโปรแกรม BILOG-MG และเปรียบเทียบพารามิเตอร์ของข้อสอบให้อยู่บนมาตรฐานเดียวกันด้วยวิธีค่าเฉลี่ยและซิกมา ได้ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจำนวน 116 ข้อ พบว่า มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.64 ถึง 13.19 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย เท่ากับ 1.96 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.45

แสดงว่า ข้อสอบมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง ส่วนค่าความยาก มีค่าอยู่ระหว่าง -0.32 ถึง 3.69 ค่าความยากเฉลี่ยเท่ากับ 1.63 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.65 แสดงว่า ข้อสอบมีระดับความยากอยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงยาก และค่าโอกาสการเดามีค่าอยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 0.31

3. ผลการคัดเลือกข้อสอบเข้าคลังข้อสอบ พบว่า ข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ จำนวน 116 ข้อ ถูกคัดเลือกเข้าคลัง จำนวน 48 ข้อ ประกอบด้วยข้อสอบที่วัดขั้นปฏิบัติตามแผนมากที่สุด จำนวน 17 ข้อ รองลงมาเป็นข้อสอบที่วัดขั้นตรวจสอบ จำนวน 14 ข้อ ข้อสอบที่วัดขั้นวางแผนแก้ปัญหา จำนวน 9 ข้อ และข้อสอบที่วัดขั้นเข้าใจโจทย์ จำนวน 8 ข้อ ตามลำดับ และค่าสถิติของค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่ถูกคัดเลือกเข้าคลังข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.70 ถึง 3.19 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย เท่ากับ 1.87 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.58 แสดงว่า ข้อสอบมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง และค่าโอกาสการเดา อยู่ระหว่าง 0.05 ถึง 0.28 ส่วนความยากมีค่าอยู่ระหว่าง -0.32 ถึง 3.27 ค่าความยากเฉลี่ย เท่ากับ 1.48 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.59 และเมื่อนำค่าความยากของข้อสอบมาเขียนกราฟเพื่อแสดงถึงลักษณะการกระจายของค่าความยากของข้อสอบ พบว่า โค้งการแจกแจงของกราฟมีลักษณะค่อนข้างสมมาตร แสดงว่าข้อสอบในคลังข้อสอบมีความยากอยู่ในระดับยากถึงยากมาก

4. ผลการจัดทำฐานข้อมูลในคลังข้อสอบ พบว่า ฐานข้อมูลคลังข้อสอบสามารถจัดเก็บข้อมูลได้ทั้งแบบตัวอักษรและรูปภาพ โดยฐานข้อมูลคลังข้อสอบประกอบด้วย หมายเลขข้อสอบ (Item) ภาพข้อสอบ (Pic) ตัวเลือก ก (Choice1) ตัวเลือก ข (Choice2) ตัวเลือก ค (Choice3) ตัวเลือก ง (Choice4) ตัวเลือก จ (Choice5) ค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (b) ค่าโอกาสการเดา (c) ทักษะการแก้ปัญหา Q-matrix และเฉลย (Key) สามารถบันทึกข้อมูลผ่านโปรแกรมการจัดฐานข้อมูล PhpMyAdmin ข้อมูลถูกจัดเก็บไว้ในรูปของตาราง ผ่านโปรแกรมทดสอบและประเมินวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เข้าสู่ระบบการใช้งานโปรแกรมบน Web Browser ได้หลากหลาย ได้แก่ Google-Chrome Mozilla Firefox, Spark โดยพิมพ์ URL: <http://202.29.53.60/tests/>

อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัย จะนำเสนอในประเด็นดังต่อไปนี้

1. จำนวนข้อสอบที่สร้างขึ้น 120 ข้อ ผ่านเกณฑ์การพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับเนื้อหาและความเหมาะสมของการระบุ Q-matrix ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 120 ข้อ โดยมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00 ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการสร้างแบบทดสอบวินิจัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นไปตามลำดับขั้นตอนของการสร้างครอบคลุมทักษะและจุดประสงค์การเรียนรู้ และได้สร้างข้อสอบออกเป็นทักษะย่อย ๆ ตามแนวคิดของโพลยา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ บุญชม ศรีสะอาด (2523, หน้า 10 – 12) ที่ได้ว่า ในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยการเรียนรู้จะต้องครอบคลุมจุดประสงค์ในการเรียนและทักษะพื้นฐานทุกด้าน และยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Thorndike & Hagen (1969, pp. 269 – 271) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยจะต้องวิเคราะห์ทักษะหรือเนื้อหาวิชาที่ต้องการทดสอบออกเป็นทักษะหรือองค์ประกอบย่อย ๆ

2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบมีความน่าเชื่อถือ โดยผู้วิจัยได้ทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วยโปรแกรม BILOG-MG และเปรียบเทียบพารามิเตอร์ของข้อสอบให้อยู่บนมาตรฐานเดียวกันด้วยวิธีค่าเฉลี่ยและซิกมา ได้ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจำนวน 116 ข้อ พบว่า มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.64 ถึง 3.19 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย เท่ากับ 1.96 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.45 แสดงว่า ข้อสอบมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง ส่วนค่าความยาก มีค่าอยู่ระหว่าง -0.32 ถึง 3.69 ค่าความยากเฉลี่ยเท่ากับ 1.63 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.65 แสดงว่า ข้อสอบมีระดับความยากอยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงยาก และค่าโอกาสการเดามีค่าอยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 0.31 ทั้งนี้ ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบมีความน่าเชื่อถือ เนื่องจาก การปรับเทียบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Equating Through Item Response Theory) ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยและซิกมา (Mean and Sigma Method) เป็นวิธีที่สามารถปรับค่าประมาณพารามิเตอร์ความยาก (b) ของข้อสอบร่วมจากแบบทดสอบฉบับที่ 1 (X) ให้อยู่บนมาตรฐานหรือสเกลเดียวกับแบบทดสอบฉบับที่ 2 (Y) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555, หน้า 173 – 174) ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะแก้ปัญหาที่เกิดจากการปรับเทียบคะแนนแบบดั้งเดิมในด้านความเสมอภาค (Equity) ความสมมาตร (Symmetry) และความไม่ผันแปรตามกลุ่มผู้สอบ (Invariance) (ศิริชัย กาญจนวาสี, หน้า 2555, หน้า 171; อ้างจาก Kolen, 1981)

3. การคัดเลือกข้อสอบเข้าคลังข้อสอบ พบว่า คลังข้อสอบไม่มีข้อสอบง่ายอยู่เลย ซึ่งผู้วิจัยได้ตั้งเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบเข้าคลังข้อสอบไว้ที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง -3.50 ถึง 3.50 แต่ผลการคัดเลือกค่าความยากของข้อสอบในคลังข้อสอบ พบว่า ข้อสอบมีค่าความยากอยู่ระหว่าง -0.32 ถึง 3.69 และโดยภาพรวมข้อสอบในคลังข้อสอบมีค่าความยากเฉลี่ย เท่ากับ 1.63 แสดงว่า คลังข้อสอบไม่มีข้อสอบง่ายอยู่เลย แต่มีข้อสอบเริ่มต้นที่มีระดับความยากอยู่ในระดับปานกลางถึงยากมาก ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อหา เรื่อง

การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยาก จึงทำให้ข้อสอบมีความยากไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสมประสงค์ เสนารัตน์ (2555, หน้า 156) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาคลังข้อสอบพัฒนาการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อวินิจฉัยกระบวนการพุทธิปัญญาในการเรียนพีชคณิตของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ และได้คัดเลือกข้อสอบ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เข้าคลังข้อสอบ จำนวน 104 ข้อ ข้อสอบมีค่าความยากอยู่ระหว่าง -0.925 ถึง 3.875 และภาพรวมของข้อสอบในคลังข้อสอบมีค่าความยากเฉลี่ย เท่ากับ 1.058 และสอดคล้องกับ Senarat, Tayraukham, Piypimonsit & Tongkhambanjong (2013, หน้า 26) ที่ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาคลังข้อสอบ เรื่อง คู่อันดับและกราฟ โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ และได้คัดเลือกข้อสอบเข้าคลังข้อสอบ จำนวน 59 ข้อ ข้อสอบมีค่าความยากอยู่ระหว่าง -1.663 ถึง 3.133 และภาพรวมของข้อสอบในคลังข้อสอบมีค่าความยากเฉลี่ยเท่ากับ 0.831

4. ผลการจัดทำฐานข้อมูลในคลังข้อสอบ พบว่า ฐานข้อมูลคลังข้อสอบสามารถจัดเก็บข้อมูลได้ทั้งแบบตัวอักษรและรูปภาพ โดยฐานข้อมูลคลังข้อสอบสามารถบันทึกข้อมูลผ่านโปรแกรมการจัดการฐานข้อมูล PhpMyAdmin โดยใช้ภาษา PHP เพื่อใช้ในการบริหารจัดการฐานข้อมูล MySQL ข้อมูลถูกจัดเก็บไว้ในรูปของตาราง ผ่านโปรแกรมทดสอบและประเมินวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เข้าสู่ระบบการใช้งานโปรแกรมบน Web Browser ได้หลากหลาย ได้แก่ Google-Chrome Mozilla Firefox, Spark ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เบญจมาภรณ์ เสนารัตน์ (2558, หน้า 126 - 134) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาเครื่องมือประเมินความสามารถทางการวิจัยการศึกษานักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัญญา วุฒิพรพงษ์ (2558, หน้า 13 - 46) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาระบบคลังข้อสอบสำหรับการตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยทางไซเบอร์ พบว่า การจัดการคลังข้อสอบของผู้วิจัยทั้งสองคนจัดการฐานข้อมูลโดยใช้ MySQL และใช้ภาษา PHP ในการพัฒนาคลังข้อสอบ และจัดการคลังข้อสอบผ่านเว็บ Template

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการวิจัยเพื่อการสร้างคลังข้อสอบตามทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ให้ครบทุกทักษะ และให้แต่ละข้อวัดได้มากกว่าหนึ่งทักษะ พร้อมกับกำหนด Q-matrix ให้กับข้อสอบแต่ละข้อ เพื่อนำไปใช้ประกอบการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์

ครูผู้สอนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สามารถเอาข้อสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้ในการทดสอบกับนักเรียนได้ทั้งในรูปแบบใช้กระดาษเขียนตอบ (Paper Pencil Test) หรือจะใช้การทดสอบคอมพิวเตอร์ก็ได้ ทั้งนี้สามารถดูค่าความยากของข้อสอบประกอบการนำไปใช้งานให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2523). แบบทดสอบวินิจฉัย. *วารสารการวัดผลการศึกษา*, 2(1), 9-24.
- เบญจมาภรณ์ เสนารัตน์. (2558). *การพัฒนาเครื่องมือประเมินความสามารถทางการวิจัยการศึกษานักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ*. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2555). *ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมประสงค์ เสนารัตน์. (2555). *การพัฒนาการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อวินิจฉัยกระบวนการพุทธิปัญญาในการเรียนพีชคณิตของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ*. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2559). *รายงานประจำปี 2559*. เข้าถึงได้จาก http://www.niets.or.th/uploads/content_pdf/pdf_1503649895.pdf. 10 เมษายน 2561.
- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษายโสธร เขต 1. (2559). *รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2558*. เข้าถึงได้จาก <http://www.yst1.go.th/forum.php?mod=viewthread&tid=867>. 10 เมษายน 2561.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2552). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

- อมรรัตน์ สร้อยสังวาล. (2551). การพัฒนาวิธีการเชิงประเมินวินิจฉัย โดยประยุกต์ใช้โมเดลลำดับชั้นของคุณลักษณะและการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัชณา วุฒิพรพงษ์. (2558). การพัฒนาระบบคลังข้อสอบสำหรับการตรวจวัดความรู้ด้านความปลอดภัยทางไซเบอร์. การค้นคว้าอิสระ วท.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- Huebner, A. (2010). An Overview of Recent Developments in Cognitive Diagnostic Computer Adaptive Assessments. *Practical Assessment, Research & Evaluation*. 15(3). from: <http://pareonline.net/getvn.asp?v=15&n=3>. 14 march 2018.
- Ketterlin-Geller, L.R. and Yovanoff, P. (2009). Diagnostic Assessments in Mathematics to Support Instructional Decision Making. *Practical Assessment, Research Evaluation*. 14(16). from: <http://pareonline.net/getvn.asp?v=14&n=16>. 15 march 2018
- Lindquist, E.F. (1956). *Educational Measurement*. Washington: American Council of Education.
- Polya, G. (1957). *How to Solve It*. (2nd ed.). New Jersey: Princeton University Press.
- Senarat S., Tayraukham, S., Piyapimonsit, C., and Tongkhambanjong, S. (2012). Development of an item bank of order and graph by applying multidimensional item response theory *Canadian Social Science*, 8(4), 20-27.
- Senarat S., Tayraukham, S., Piyapimonsit, C., and Tongkhambanjong, S. (2013). Development of a computerized Adaptive testing for diagnosing the cognitive process of grade 7 students in learning algebra, using Multidimensional item response theory. *Educational Research and Reviews*, Kenya, 8(13), 1009-1021.
- Thorndike, R.L., and Hagen, E. (1969). *Measurement and Evaluation in Psychology and Education*. New York: John Wiley and Sons.