

Received: 27 พ.ย. 2562

Revised: 15 ม.ค. 2563

Accepted: 16 ม.ค. 2563

การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ  
สำหรับการทดสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

Development of Multidimensional Computerized Adaptive Testing Program for  
Grade 12 O-NET Mathematics

ศักดิ์ชัย จันทะแสง

สำนักงานประกันคุณภาพการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Sakchai Jantasang

Office of Educational Quality Assurance,

Rajamangala University of Technology Krungthep

**Abstract**

This research aimed to develop the item pools strategies by using interval a-parameter stratification with content balancing and development of Multidimensional Computerized Adaptive Testing (MCAT) program for grade 12 O-NET mathematics. Using the O-NET mathematics exam form the National Institute of Educational Testing Service (public organization) and selecting the O-NET mathematics items from 2008-2010 and 2012-2016 with the 3-PL item response model, which resulted in 193 items. These results indicated that the items in the O-NET item pools were in a difficult level. The Java-based MCAT system with SQL was developed based on the framework published by Reckase and Thompson and Weiss. The MCAT website system was completed and was evaluated in December, 2017 by three experts selected by Purposive sampling and 30 students selected by Convenient sampling using the Black-Box Testing method. The MCAT system was found to perform well and the feedback from the experts and students was satisfactory and positive.

**Keywords:** *Multidimensional Computer Adaptive Testing*

*Multidimensional Item Response Theory Model, O-NET Mathematics Test*

## บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำคลังข้อสอบตามค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแบบเป็นช่วงของแต่ละระดับชั้นร่วมกับการจัดสมมูลเนื้อหา และพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับการทดสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ระหว่างปีการศึกษา 2551–2553 และปีการศึกษา 2555–2559 มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ 3 พารามิเตอร์ จำนวน 193 ข้อ ข้อสอบมีค่าความยากในระดับยาก และพัฒนาโปรแกรมในรูปแบบของ Web Application โดยใช้ภาษา Java พัฒนาโปรแกรมและใช้ภาษา SQL เป็นคำสั่งในการเชื่อมโยงในฐานข้อมูล พัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติตามแนวคิดของ Reckase และ Thompson and Weiss ระบบมีเว็บไซต์ที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว และประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง และนักเรียนจำนวน 30 คน เลือกกลุ่มตัวอย่างตามสะดวก โดยใช้วิธี Black-Box Testing ปรากฏว่า การใช้งานของโปรแกรมการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับการทดสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความเหมาะสมของโปรแกรมอยู่ในเกณฑ์ดี เป็นที่พึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญและนักเรียน

**คำสำคัญ :** การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ, ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ, การทดสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์

## 1. บทนำ

การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ (Multidimensional Computerized Adaptive Testing: MCAT) หมายถึง การผสมผสานแนวคิดของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Multidimensional item response theory: MIRT) กับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Adaptive Testing: CAT) ซึ่งเป็นการทดสอบที่ลดความยาวของข้อสอบและเพิ่มความแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ ซึ่งหลักการคล้ายกับการทดสอบแบบปรับเหมาะแบบเอกมิติ โดยมีความแตกต่างเพียงค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกจะมีหลายค่าตามมิติที่มุ่ง เป็นการขยายแนวคิดจากการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ จากการวัดด้วยข้อสอบที่วัดได้เพียงหนึ่งคุณลักษณะ ไปเป็นการวัดด้วยข้อสอบที่สามารถวัดคุณลักษณะได้มากกว่าหนึ่งคุณลักษณะ แนวคิดนี้ ถ้าใช้จำนวนข้อสอบที่เท่ากัน การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติจะเป็นการทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์และการทดสอบแบบดั้งเดิม เช่น การทดสอบด้วยการทดสอบแบบปรับ

เหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติสามารถลดจำนวนข้อสอบลงได้มากกว่าการทดสอบด้วยการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ประมาณ 30-50% และลดจำนวนข้อสอบได้มากกว่าการทดสอบแบบดั้งเดิมประมาณ 70% โดยไม่สูญเสียความแม่นยำในการทดสอบ (Frey & Seitz, 2009)

การดำเนินการทดสอบการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสร้างคลังข้อสอบ (Develop Item Bank and CAT System) เป็นขั้นตอนที่ต้องการพิจารณาขนาดของคลังข้อสอบและเงื่อนไขต่างๆ ที่สอดคล้องกับหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดมาจัดเก็บในคลังข้อสอบ 2) การคัดเลือกข้อสอบข้อเริ่มต้น (Starting Point and Start Test) เป็นการคัดเลือกข้อสอบข้อเริ่มต้น ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีความยากของข้อสอบระดับปานกลาง กล่าวคือ การเลือกข้อสอบที่มีระดับความสามารถที่มีระดับยากของข้อสอบใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของ ค่าความยากของข้อสอบทั้งหมดหรือการคัดเลือกข้อสอบข้อเริ่มต้นจากการสุ่มในช่วงระดับความยากของข้อสอบที่กำหนดหรือการคัดเลือกข้อสอบข้อเริ่มต้นตามกฎเกณฑ์ที่กำหนด 3) การคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป (Select Item and Deliver to Examinee) เป็นขั้นตอนที่ต้องพิจารณาคัดเลือกข้อสอบตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยอาศัยผลการตอบข้อสอบข้อก่อนหน้ามาร่วมพิจารณาด้วย 4) การประมาณค่าความสามารถ (Score Item, Update Examinee Score Estimate) เป็นการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบหลังจากตอบข้อสอบแล้ว และ 5) การยุติการทดสอบ (Conclude Test) คือ การสรุปผลการทดสอบหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นการสิ้นสุดการทดสอบ เมื่อผู้สอบได้ทดสอบตามเงื่อนไขหรือเกณฑ์ที่กำหนด (Reckase, 2009; Thompson & Weiss, 2011)

การพัฒนาคลังข้อสอบสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะมีความคล้ายคลึงกับคลังข้อสอบแบบดั้งเดิม ข้อสอบจะต้องสร้างตามตารางกำหนดเนื้อหาและควรมีการตรวจสอบคุณภาพของเนื้อหาและความไวของแบบทดสอบ และมีการทดลองใช้เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางจิตวิทยา (Wainer, et al., 2001) และ Thompson & Weiss (2011) ได้เสนอขั้นตอนการพัฒนาคลังข้อสอบสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ดังนี้ 1) สร้างข้อสอบให้มีจำนวนมากพอที่จะครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดตามกฎเบื้องต้นในการเขียนข้อสอบ 2) ตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบเพื่อให้ข้อสอบมีคุณภาพสูงสุด 3) นำข้อสอบที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ 4) คัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพด้วยการวิเคราะห์ตามหลักสถิติจากการทดลองใช้ 5) ตรวจสอบสัดส่วนของข้อสอบในแต่ละเนื้อหา และประเมินกระบวนการทดสอบด้วยการจำลองสถานการณ์การทดสอบ (Simulation) เพื่อพิจารณาว่าข้อสอบครอบคลุมช่วงของคุณลักษณะแฝงที่ต้องการวัดหรือไม่ และ 6) ดำเนินการปรับข้อสอบที่เหมาะสมทั้งหมดให้อยู่ในรูปแบบของคอมพิวเตอร์ตามแนวทางการจัดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตามหลักการของวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Cycle: SDLC) (Elliott, 2004) โดยมีขั้นตอนดังนี้ 1) การวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม 2) การออกแบบฐานข้อมูล 3) การพัฒนาโปรแกรม 4) การทดสอบระบบ และ 5) การนำไปใช้งาน โดยในส่วนของพัฒนาโปรแกรม จะประกอบไปด้วย 3 ส่วน ดังนี้ 1) ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม 2) ฐานข้อมูลของโปรแกรม 3) Web Server ของโปรแกรม (ใช้ในการรันโปรแกรม) จากการวิเคราะห์ถึงต้นทุนค่าใช้จ่ายในการพัฒนาโปรแกรมแล้วนั้น เลือกที่จะใช้ภาษา JAVA ในการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งมีการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล MySQL แล้วรันโปรแกรมผ่านทาง Glassfish ซึ่งทั้งสามโปรแกรมนี้ไม่มีค่าใช้จ่ายทางด้านลิขสิทธิ์ในการใช้งาน (Freeware) หลักการพัฒนาโปรแกรมสามารถอธิบายได้ ดังนี้ เรียกใช้งานโปรแกรมผ่าน Web Browser (Chrome, Internet Explorer เป็นต้น) เมื่อมีการใส่ข้อมูลที่หน้าจอ แล้วกดบันทึก สิ่งที่ใช้ใช้งานได้กรอกลงไป จะถูกเก็บไว้ที่ MySQL โดย JAVA เป็นสื่อกลางในการเชื่อมต่อ โปรแกรมกับฐานข้อมูลไว้ด้วยกัน หลังจากพัฒนาโปรแกรมเสร็จแล้วต้องนำโปรแกรมไปใช้งานจริง จะเรียกว่าการ Deploy โปรแกรมบน Web Server ซึ่งในที่นี้ได้ใช้ โปรแกรม Glassfish เป็นตัวรันระบบที่เราได้พัฒนาขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยได้ศึกษาการทดสอบแบบปรับเหมาะแบบพหุมิติตามระดับความสามารถของผู้เข้าสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นการทดสอบที่ผู้เข้าสอบแต่ละคนใช้แบบทดสอบแตกต่างกัน โดยมีการคัดเลือกข้อสอบที่มีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เข้าสอบ (Weiss, 1974) เพื่อประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบได้อย่างแม่นยำและมีความคลาดเคลื่อนต่ำมีค่าน้อยกว่า 0.3 จึงยุติการทดสอบ ทำให้จำนวนข้อสอบที่ใช้สั้นลงประหยัดเวลาในการทดสอบยังช่วยผ่อนคลายความเครียดของผู้เข้าสอบ (Sakolkijrunroj, Chadcham & Sudhasani, 2015) โดยการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับการทดสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

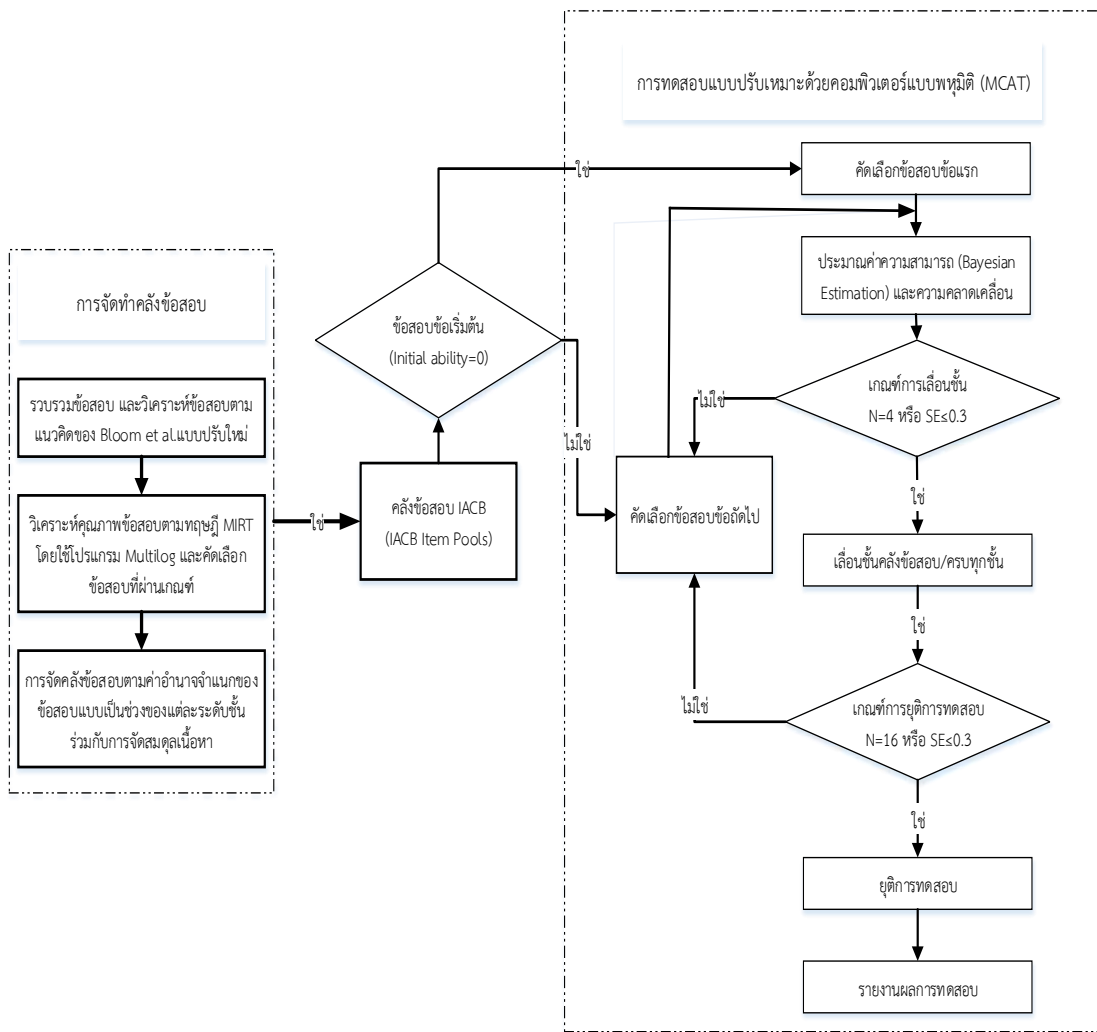
1. เพื่อจัดทำคลังข้อสอบตามค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแบบเป็นช่วงของแต่ละระดับชั้น ร่วมกับการจัดสมดุลเนื้อหา ที่ใช้สำหรับการทดสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติที่ใช้วิธีการจัดคลังข้อสอบตามค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแบบเป็นช่วงของแต่ละระดับชั้น ร่วมกับการจัดสมดุลเนื้อหา สำหรับการทดสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

### กรอบแนวทางการวิจัย

การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับการทดสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ใช้ข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างปีการศึกษา 2551-2553 และปีการศึกษา 2555-2559 ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ที่ได้มาจากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) โดยนำมาวิเคราะห์ข้อสอบตามแนวคิดของ Bloom, Engelhart, Furst, Hill & Krathwohl. (1956) และ (Anderson, et al., 2001; Krathwohl, 2002) แล้วนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (MIRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ ประกอบด้วยค่าความยากของข้อสอบ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ และค่าโอกาสในการเดาของข้อสอบ

การจัดทำคลังข้อสอบตามระดับชั้นของค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a-Stratified Method: a-STR) โดยประยุกต์วิธีการของ Chang & Ying (1996) แบ่งคลังข้อสอบออกเป็น 4 ชั้น ตามช่วงของค่าอำนาจจำแนกข้อสอบ (a) ดังนี้ ชั้นที่ 1 (a อยู่ระหว่าง 0.50 ถึง 0.99) ชั้นที่ 2 (a อยู่ระหว่าง 1.00 ถึง 1.49) ชั้นที่ 3 (a อยู่ระหว่าง 1.50 ถึง 1.99) และ ชั้นที่ 4 (a อยู่ระหว่าง 2.00 ถึง 2.50) ร่วมกับการจัดสมดุลเนื้อหา (Content Balancing) ภายในชั้นของค่าอำนาจจำแนก ได้แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ตามสาระการเรียนรู้ที่ออกข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้แก่ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) การวัด 3) พีชคณิต และ 4) การวิเคราะห์และความน่าจะเป็น ดังนั้นวิธีการควบคุมการแสดงข้อสอบ (Controlling Item Exposure) จึงใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) โดยให้กลุ่มสาระการเรียนรู้เนื้อหาการออกข้อสอบเป็นชั้นภูมิ และให้ค่าความยากของข้อสอบ (b) ที่มีลักษณะเหมือนกัน (Homogeneous) เป็นหน่วยการสุ่ม

ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมการทดสอบตามแนวคิดของ Reckase (2009) และ Thompson & Weiss (2011) ซึ่งได้กำหนดขั้นตอน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวทางการวิจัย

### 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การจัดทำคลังข้อสอบตามคำอำนาจจำแนกของข้อสอบแบบเป็นช่วงของแต่ละระดับชั้น ร่วมกับการจัดสมดุลเนื้อหา และพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับการทดสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

#### ตอนที่ 1 การจัดทำคลังข้อสอบวิธี IACB

1. การรวบรวมข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ระหว่างปีการศึกษา 2551-2553 และปีการศึกษา 2555-2559 ที่ได้จากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) จำนวน 256 ข้อ มาวิเคราะห์ตามจุดประสงค์ทางการศึกษาใหม่ตาม

แนวคิดของ Bloom, Engelhart, Furst, Hill & Krathwohl. (1956); Anderson, et al., (2001) และ Krathwohl (2002) เปลี่ยนโครงสร้างจากมิติเดียวเป็นสองมิติ โดยได้เพิ่มโครงสร้างในมิติด้านความรู้ (Knowledge Dimension) เข้ามาในโครงสร้างของจุดประสงค์ทางการศึกษา ด้านพุทธิปัญญา ทำให้โครงสร้างใหม่มีลักษณะเป็นสองมิติประกอบด้วยมิติด้านกระบวนการพุทธิปัญญาและมิติด้านความรู้ รวมทั้งอธิบายความหมายของมิติด้านความรู้ โดยมิติด้านความรู้ แบ่งเป็น 4 ส่วน คือ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ ความรู้เกี่ยวกับวิธีดำเนินการ และความรู้เกี่ยวกับอภิปัญญา และมิติด้านกระบวนการพุทธิปัญญา แบ่งเป็น 6 กระบวนการ คือ จำ เข้าใจ ประยุกต์ วิเคราะห์ ประเมินค่า และสร้างสรรค์

2. การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ มีขั้นตอน ดังนี้

2.1 ตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อสอบ O-NET ทั้งข้อคำถาม ตัวเลือก และเฉลย ถ้าข้อสอบข้อใดไม่สมบูรณ์ จะคัดข้อสอบข้อนั้นออก

2.2 จัดเตรียมข้อมูลจากผลการตอบข้อสอบ พร้อมกำหนดเงื่อนไขของการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ 3 พารามิเตอร์

2.3 วิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ โดยใช้โปรแกรม Multilog

3. การคัดเลือกข้อสอบ โดยคัดเลือกตามเกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบของ Urry (1977) ดังนี้

1) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ มีค่าตั้งแต่ 0.50 ถึง 2.50 2) ค่าความยากของข้อสอบ มีค่าตั้งแต่ -2.50 ถึง 2.50 และ 3) ค่าโอกาสการเดาของข้อสอบ มีค่าไม่เกิน 0.30

4. การจัดทำคลังข้อสอบตามค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแบบเป็นช่วงของแต่ละระดับชั้น ร่วมกับการจัดสมดุลเนื้อหา

4.1 การพัฒนาคลังข้อสอบเริ่มจากแบ่งคลังข้อสอบเป็น 4 ชั้น ตามระดับของค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบดังนี้ 1) ชั้นที่ 1 0.50-0.99 2) ชั้นที่ 2 1.00-1.49 3) ชั้นที่ 3 1.50-1.99 และ 4) ชั้นที่ 4 2.00-2.50

4.2 การพัฒนาคลังข้อสอบเริ่มจากแบ่งชั้นคลังข้อสอบเป็น 4 ชั้นตามระดับค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบร่วมกับการจัดสมดุลเนื้อหาในแต่ละชั้น โดยในแต่ละชั้นได้จัดกลุ่มเนื้อหาข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ โดยจำแนกเป็น 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้ที่ออกข้อสอบ ได้แก่ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) การวัด 3) พีชคณิต และ 4) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

4.3 วิธีการควบคุมการแสดงข้อสอบด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) โดยให้กลุ่มสาระการเรียนรู้เป็นชั้นภูมิ และให้ค่าความยากของข้อสอบ ที่มีลักษณะเหมือนกัน (Homogeneous) เป็นหน่วยการสุ่ม

จากนั้นนำข้อคำถาม ตัวเลือก เฉลย ค่าความยากของข้อสอบ ค่าความยากของข้อสอบ และค่าโอกาสการเดาของข้อสอบ คลังข้อสอบชั้นที่ชุดของข้อสอบ เนื้อหาที่ออกข้อสอบ ระดับความยาก บันทึกลงในคลังข้อสอบที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ฐานข้อมูล MySQL

## ตอนที่ 2 การพัฒนาโปรแกรม MCAT

1. การวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรมการทดสอบ มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้
  - 1.1 วิเคราะห์แผนผังบริบท (Context Diagram) เป็นการวิเคราะห์เพื่อหา Source Destination ที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมการทดสอบ
  - 1.2 การจัดทำผังการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) เป็นการวิเคราะห์ให้เห็นภาพรวมในการทำงานของโปรแกรม ซึ่งทำให้ง่ายต่อการศึกษาของผู้ที่สนใจ
2. การออกแบบฐานข้อมูลของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ในการวิจัยครั้งนี้ มี 8 แฟ้มข้อมูล คือ 1) แฟ้มข้อมูลข้อสอบ 2) แฟ้มข้อมูลผู้สอบ 3) แฟ้มข้อมูลวันที่ทดสอบของนักเรียน 4) แฟ้มข้อมูลผลการทดสอบของนักเรียน 5) แฟ้มข้อมูลตารางค่า Theta 6) แฟ้มข้อมูลแบบประเมิน (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) 7) แฟ้มข้อมูลแบบประเมิน (สำหรับผู้ใช้งาน) และ 8) แฟ้มข้อมูลผู้ดูแลระบบ
3. การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบโดยใช้ภาษา Java พัฒนาโปรแกรมและใช้ภาษา SQL เป็นคำสั่งเชื่อมโยงข้อมูลในฐานข้อมูล พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตามหลักการของวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Cycle: SDLC) (Elliott, 2004) และขั้นตอนการดำเนินการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติตามแนวคิดของ Reckase (2009) และ Thompson & Weiss (2011) ที่ใช้กับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ 3 พารามิเตอร์
4. ทดสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรม เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขต่อไป โดยนำไปทดสอบกับอาจารย์และนักเรียน
5. จัดทำคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ เพื่อเป็นแนวทางการนำไปใช้จริง
6. การประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม
  - 6.1. การประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญต้องมีความรู้ทางด้าน การวัดผล คณิตศาสตร์ หรือด้านคอมพิวเตอร์ ไม่น้อยกว่า 10 ปี และมีวุฒิการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาโท ผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความต้องการของผู้ใช้โปรแกรม 2) ด้านการทำงานของโปรแกรม 3) ด้านการใช้งาน 4) ด้านการรักษาความปลอดภัยของการเข้าถึงข้อมูล และ 5) ด้านความชัดเจนของคู่มือการใช้งาน และขอเสนอแนะเพื่อการพัฒนาโปรแกรม โดยใช้แบบประเมินด้วยวิธี Black-Box Testing ลักษณะมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ



## 6.2. การประเมินความเหมาะสมโดยผู้ใช้งาน

เป็นการประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้งานโปรแกรมทั้ง 2 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการใช้งาน และ 2) ด้านความชัดเจนของคู่มือการใช้งาน และข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาโปรแกรม โดยกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 โรงเรียนบางกะปิ จำนวน 30 คน คัดเลือกด้วยวิธีการเลือกตัวอย่างตามสะดวก โดยใช้แบบประเมินด้วยวิธี Black-Box Testing ลักษณะมาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. จัดเตรียมเอกสารชี้แจงการใช้งานโปรแกรมการทดสอบที่พัฒนาขึ้น
2. เก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560
3. อธิบายหลักการของการทดสอบกับผู้เชี่ยวชาญและนักเรียน และวิธีการดำเนินการทดสอบให้กับผู้เชี่ยวชาญและนักเรียน
4. ดำเนินการทดสอบโปรแกรม ผ่านทาง

<http://mcatonetmath.ddns.net:8080/MCATWebApp/> หลังจากเสร็จสิ้นการทดสอบและประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม

5. ทดสอบโปรแกรมและประเมินโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ ในระหว่างวันที่ 1-10 ธันวาคม พ.ศ. 2560 และนักเรียน ในระหว่างวันที่ 15-29 ธันวาคม พ.ศ. 2560

ผลการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับการทดสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีดังนี้

### ตอนที่ 1 ผลการจัดทำคลังข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ มีจำนวนข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ 193 ข้อจากข้อสอบทั้งหมด 256 ข้อ ร้อยละ 75.39 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านเกณฑ์

ชั้น	สาระการออกข้อสอบ	จำนวนข้อสอบ	ค่าความยากเฉลี่ย	ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย	ค่าโอกาสการเดาเฉลี่ย	ความหมาย
ชั้นที่ 1 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ 0.50–0.99	จำนวนและการดำเนินการ	3	1.33	0.93	0.09	ยาก
	การวัดพีชคณิต	1	-0.36	0.61	0.00	ปานกลาง
	การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	9	0.87	0.83	0.13	ค่อนข้างยาก
	การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	5	1.17	0.73	0.11	ยาก
ชั้นที่ 2 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ 1.00–1.49	จำนวนและการดำเนินการ	5	1.32	1.27	0.22	ยาก
	การวัดพีชคณิต	2	1.56	1.47	0.20	ยาก
	การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	22	1.19	1.31	0.20	ยาก
	การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	20	1.11	1.23	0.17	ยาก
ชั้นที่ 3 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ 1.50–1.99	จำนวนและการดำเนินการ	16	1.34	1.71	0.16	ยาก
	การวัดพีชคณิต	4	1.00	1.73	0.19	ค่อนข้างยาก
	การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	24	1.24	1.74	0.18	ยาก
	การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	20	1.29	1.72	0.18	ยาก
ชั้นที่ 4 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ 2.00–2.50	จำนวนและการดำเนินการ	11	1.25	2.32	0.18	ยาก
	การวัดพีชคณิต	8	1.33	2.22	0.22	ยาก
	การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	33	1.33	2.22	0.18	ยาก
	การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	10	1.00	2.26	0.21	ค่อนข้างยาก
<b>รวม</b>		<b>193</b>	<b>1.21</b>	<b>1.69</b>	<b>0.18</b>	<b>ยาก</b>

จากตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวนข้อสอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 193 ข้อ มีค่าความยากของข้อสอบ

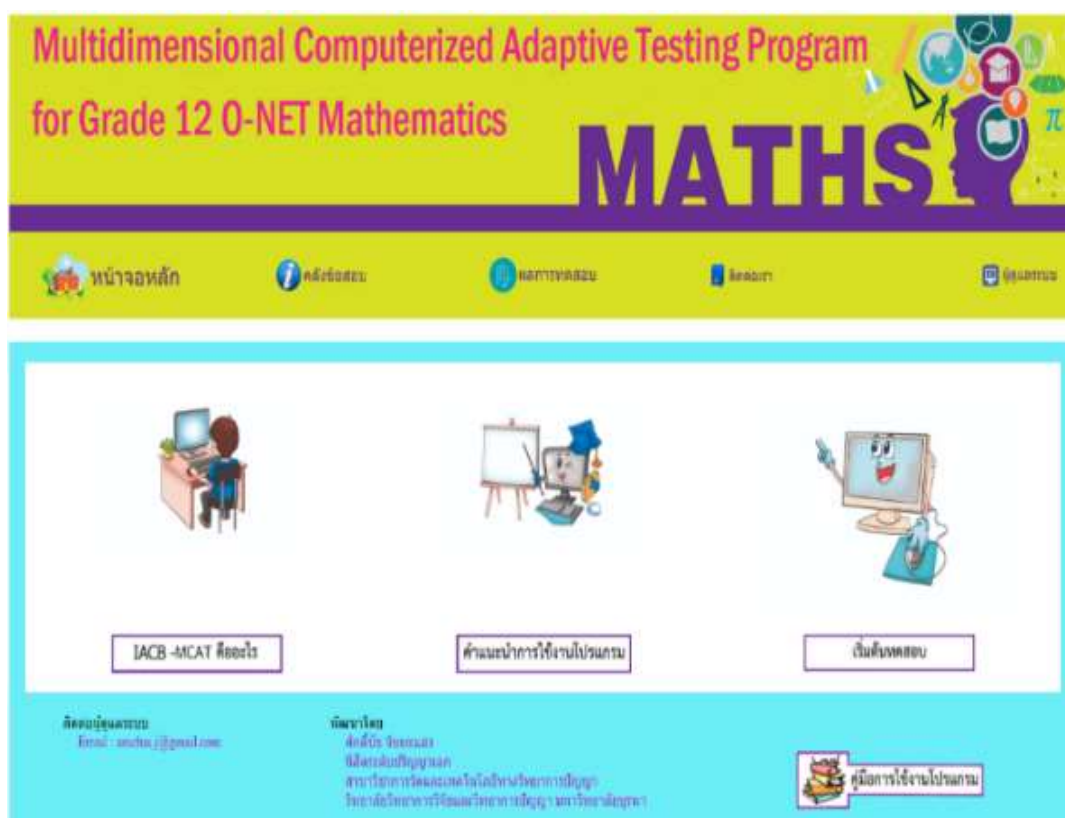
เฉลี่ยเท่ากับ 1.21 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเฉลี่ยเท่ากับ 1.69 และค่าโอกาสการเดาของข้อสอบเฉลี่ยเท่ากับ 0.18 แสดงให้เห็นว่าข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบอยู่ในระดับยาก (Pluemjai, Tinnaworn & Sukhanonsawat, 2015)

## ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาโปรแกรม

การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติในรูปแบบ Web application (<http://mcatonetmath.ddns.net:8080/MCATWebApp>) สำหรับการทดสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการพัฒนาโปรแกรม มีดังนี้

1. รูปแบบโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ

1.1 หน้าจอหลักของโปรแกรมการทดสอบ ภาพที่ 2



ภาพที่ 2 หน้าจอหลักของโปรแกรมการทดสอบ

จากภาพที่ 2 แสดงหน้าจอหลักของโปรแกรมประกอบด้วยเมนูหลัก 5 เมนู ดังนี้

1) หน้าจอหลัก เป็นเมนูที่แสดงหน้าจอหลักของโปรแกรมการทดสอบ ซึ่งแบ่งเนื้อหาเป็น 4 ส่วนย่อย ได้แก่ IACB-MCAT คือ อะไร คำแนะนำการใช้โปรแกรม เริ่มต้นทดสอบ และคู่มือการใช้งานโปรแกรม

2) คลังข้อสอบ เป็นเมนูแสดงหน้าคลังข้อสอบ ซึ่งแบ่งเนื้อหาเป็น 3 ส่วนย่อย ได้แก่ ความหมายคลังข้อสอบ รูปแบบการจัดคลังข้อสอบ และเกณฑ์การประเมินความสามารถของผู้สอบ

3) ผลการทดสอบ เป็นเมนูสำหรับการค้นหาผลการทดสอบที่ผ่านมาของผู้ใช้งาน ซึ่งผู้ใช้งานต้องใส่ข้อมูลเลขประจำตัวประชาชน กับ รหัสผ่าน เพื่อค้นหาผลการทดสอบ

4) ติดต่อเรา เป็นเมนูสำหรับแสดงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้วิจัย

5) ผู้ดูแลระบบ เป็นเมนูสำหรับเข้าสู่ระบบของผู้ดูแลระบบ

1.2 รายละเอียดของโปรแกรม แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) การจัดสอบ 2) การดำเนินการสอบ และ 3) การรายงานผลการทดสอบ โดยยกตัวอย่างหน้าจอบางส่วนดังภาพที่ 3-8

Multidimensional Computerized Adaptive Testing Program  
for Grade 12 O-NET Mathematics

MATHS

หน้าจอหลัก | คลังข้อสอบ | ผลการทดสอบ | ติดต่อเรา | ผู้ดูแลระบบ

ข้อมูลผู้เข้ารับการทดสอบ \*กรุณากรอกข้อมูลในช่องสีส้มทั้งหมด\*

เลขประจำตัวประชาชน :

รหัสเข้าใช้งานระบบ :  กรุณากรอกรหัสเข้าใช้งานระบบ :

ชื่อ - สกุล :

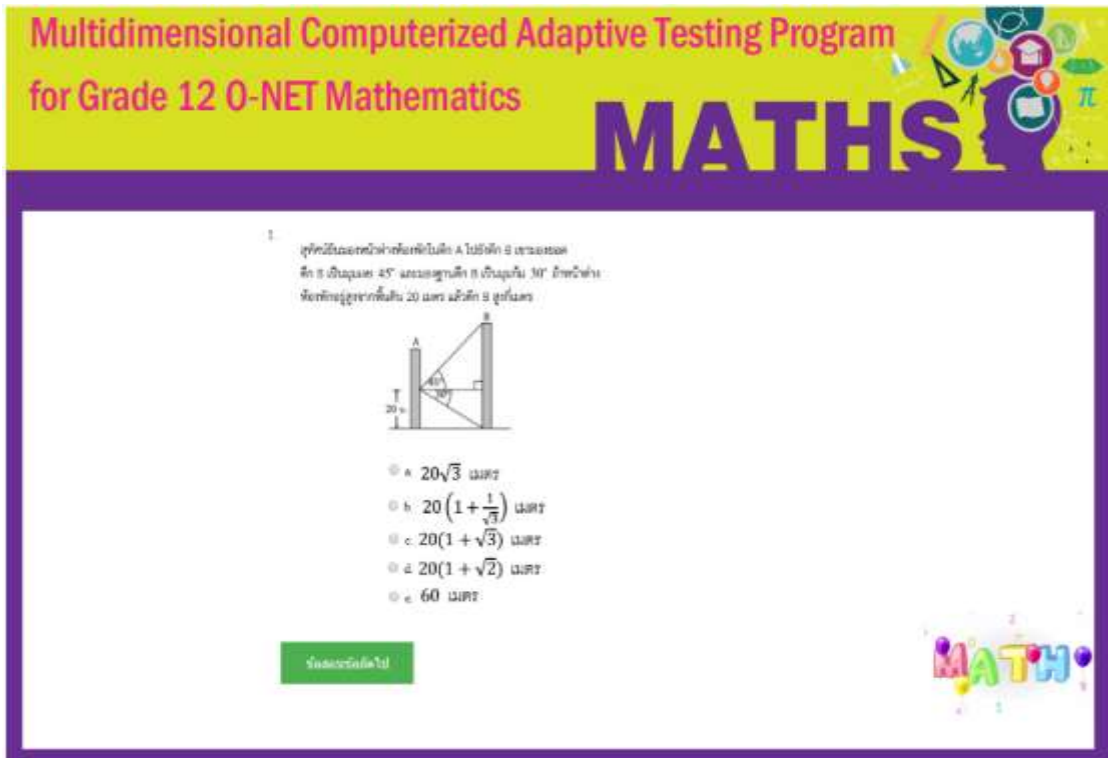
เพศ :  ชาย  หญิง

วัน เดือน ปี เกิด :  Ex. 03/03/2553

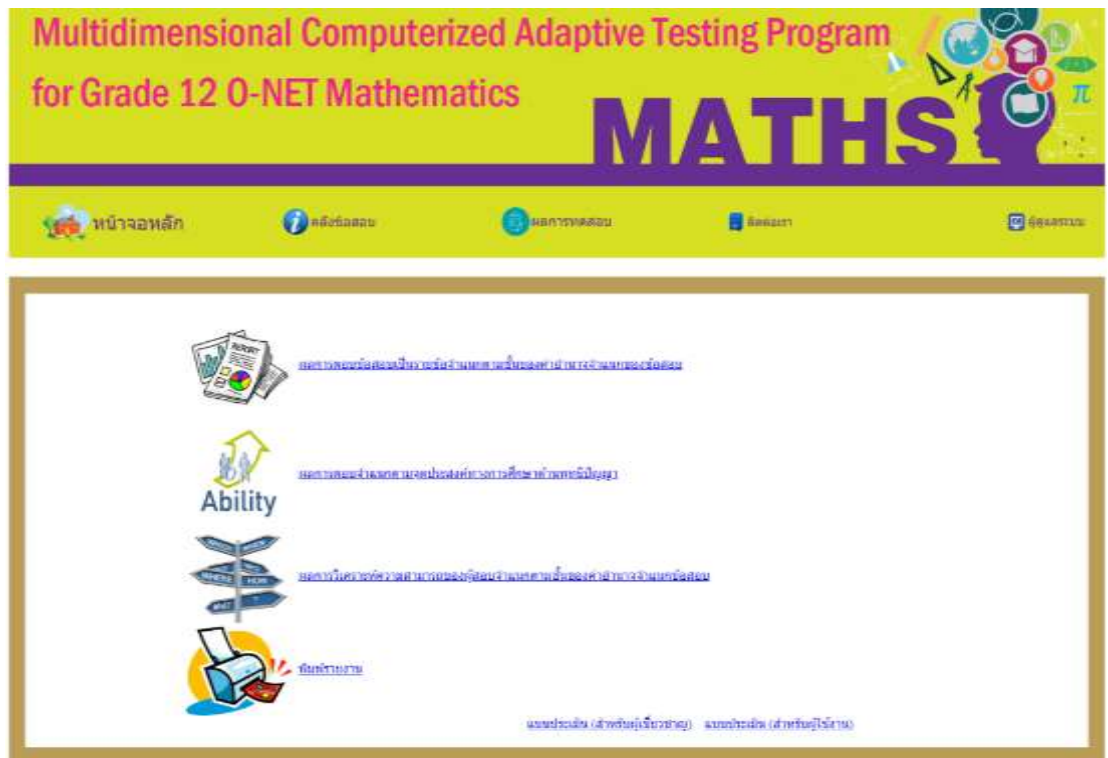
โรงเรียน :

จังหวัด :

ภาพที่ 3 หน้าจอลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานในระบบ



ภาพที่ 4 หน้าจอข้อสอบข้อแรก



ภาพที่ 5 หน้าจอรายงานผลการทดสอบ

**รายงานผลการทดสอบแบบปรับเหมาะตัวคอมพิวเตอร์แบบพหุเมติ สำหรับทดสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

ที่: บ้านเลขที่ โรงเรียน จำนวนข้อสอบ : 16 ข้อ วันที่ ชี้ผลสอบ : 08-12-2017 ความสามารถของผู้สอบ : 0.73192	เพศ ชาย จังหวัด จำนวนข้อที่ตอบถูก : 5 ข้อ เวลา : 00:00:41 ระดับความสามารถของผู้สอบ <b>ค่อนข้างสูง</b>
--	---

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบกับกระบวนการทฤษฎีภาษากวาม									ความสามารถของผู้สอบ	ระดับความสามารถของผู้สอบ
ข้อ	ข้อสอบ	การวิเคราะห์ข้อสอบ	กระบวนการทฤษฎีภาษา					ผลการตอบ		
			การเข้าใจเกี่ยวกับนิเวศน์	การประยุกต์เกี่ยวกับนิเวศน์	การวิเคราะห์เกี่ยวกับนิเวศน์	การใช้เงินการ	การวิเคราะห์เกี่ยวกับวิธีดำเนินการ			
1	1						ถูก	-0.20515	ปกติ	
	2			✓			ถูก	-0.43963	ปกติ	
	3						ถูก	0.25538	ปกติ	
	4				✓		ถูก	0.84569	ค่อนข้างสูง	
2	5						ถูก	0.61576	ค่อนข้างสูง	
	6						ถูก	1.01106	สูง	
	7						ถูก	0.92198	ค่อนข้างสูง	
	8						ถูก	0.78429	ค่อนข้างสูง	
3	9						ถูก	1.1026	สูง	
	10						ถูก	1.00586	สูง	
	11				✓		ถูก	0.8966	ค่อนข้างสูง	
	12		✓				ถูก	0.84492	ค่อนข้างสูง	
4	13						ถูก	0.80579	ค่อนข้างสูง	
	14					✓	ถูก	0.73029	ค่อนข้างสูง	
	15		✓				ถูก	0.65082	ค่อนข้างสูง	
	16		✓				ถูก	0.73192	ค่อนข้างสูง	
รวม	0	3	1	1	9	1				

ภาพที่ 6 หน้าจอบันทึกผลสอบ

แบบประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม (Think-Pair-Share)

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

วัตถุประสงค์: เพื่อประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะตัวคอมพิวเตอร์แบบพหุเมติ สำหรับทดสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผู้ประเมิน: นายสมชาย ใจดี

ข้อ	ข้อความ	1	2	3	4	5
<b>ส่วนที่ 1: ข้อมูลทั่วไป</b>						
1.1	ชื่อของโปรแกรม					
1.2	ชื่อผู้พัฒนา					
1.3	ชื่อหน่วยงาน					
1.4	ปีที่พัฒนา					
1.5	วันที่ประเมิน					
<b>ส่วนที่ 2: วัตถุประสงค์และขอบเขต</b>						
2.1	วัตถุประสงค์ของโปรแกรม					
2.2	ขอบเขตของโปรแกรม					
2.3	กลุ่มเป้าหมาย					
2.4	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ					
2.5	ความสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้					
2.6	ความสอดคล้องกับความต้องการของครู					
2.7	ความสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน					
2.8	ความสอดคล้องกับความต้องการของโรงเรียน					
2.9	ความสอดคล้องกับความต้องการของสังคม					
2.10	ความสอดคล้องกับความต้องการของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง					
<b>ส่วนที่ 3: คุณสมบัติของโปรแกรม</b>						
3.1	ความถูกต้องของข้อมูล					
3.2	ความถูกต้องของวิธีการคำนวณ					
3.3	ความถูกต้องของผลลัพธ์					
3.4	ความถูกต้องของรายงาน					
3.5	ความถูกต้องของข้อมูลนำเข้า/ส่งออก					
3.6	ความถูกต้องของข้อมูลนำเข้า/ส่งออก					
3.7	ความถูกต้องของข้อมูลนำเข้า/ส่งออก					
3.8	ความถูกต้องของข้อมูลนำเข้า/ส่งออก					
3.9	ความถูกต้องของข้อมูลนำเข้า/ส่งออก					
3.10	ความถูกต้องของข้อมูลนำเข้า/ส่งออก					
<b>ส่วนที่ 4: การใช้งานและการบำรุงรักษา</b>						
4.1	ความง่ายในการใช้งาน					
4.2	ความง่ายในการบำรุงรักษา					
4.3	ความง่ายในการอัปเดต					
4.4	ความง่ายในการแก้ไขปัญหา					
4.5	ความง่ายในการสำรองข้อมูล					
<b>ส่วนที่ 5: การสนับสนุนและการฝึกอบรม</b>						
5.1	การมีคู่มือการใช้งาน					
5.2	การมีคู่มือการบำรุงรักษา					
5.3	การมีคู่มือการอัปเดต					
5.4	การมีคู่มือการแก้ไขปัญหา					
5.5	การมีคู่มือการสำรองข้อมูล					
<b>ส่วนที่ 6: การประเมินผลและการปรับปรุง</b>						
6.1	การมีแบบสอบถาม					
6.2	การมีแบบสัมภาษณ์					
6.3	การมีแบบทดสอบ					
6.4	การมีแบบสำรวจ					
6.5	การมีแบบประเมิน					

ภาพที่ 7 แบบประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

**แบบประเมินความเหมาะสม (Black-Box Testing)**  
 โปรแกรมการพัฒนาระบบประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียน O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6  
 (สำหรับใช้ภายใน)

คำชี้แจง  
 แบบประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการทดสอบแบบประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียน O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อทราบความคิดเห็นเชิงอัตนัยของผู้ใช้โปรแกรมการทดสอบ รวมทั้งผู้ดูแลการใช้งาน  
 เพื่อข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมต่อไป  
 โปรแกรมที่ตรวจสอบอยู่ในข้อนี้คือโปรแกรมที่จัดทำโดยคุณครู นพ.ดร.พรเทพ ใจดี ซึ่งใช้ในการใช้โปรแกรมการทดสอบแบบประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียน O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6  
 ระดับ 5 หมายถึง โปรแกรมที่มีความเหมาะสมมากที่สุด  
 ระดับ 4 หมายถึง โปรแกรมที่มีความเหมาะสมมาก  
 ระดับ 3 หมายถึง โปรแกรมที่มีความเหมาะสมปานกลาง  
 ระดับ 2 หมายถึง โปรแกรมที่มีความเหมาะสมน้อย  
 ระดับ 1 หมายถึง โปรแกรมที่มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>หมวดที่ 1 ส่วนตัวโปรแกรม</b>					
1.1 ความสอดคล้องใช้งานของระบบ	○	○	○	○	○
1.2 ความเหมาะสมในการเลือกใช้อินเตอร์เฟซที่ทันสมัย	○	○	○	○	○
1.3 ความเหมาะสมในการเลือกโปรแกรมของตัวอักษรและสาย	○	○	○	○	○
1.4 ความเหมาะสมในการใช้สื่อองค์ประกอบกราฟิก	○	○	○	○	○
1.5 ความเหมาะสมในการใช้สื่อความเพื่ออธิบายสื่อความหมาย	○	○	○	○	○
1.6 ความเหมาะสมในการใช้สื่อลักษณะที่รูปภาพ ในกรณี ความหมาย	○	○	○	○	○
1.7 ความเหมาะสมในการใช้สื่อที่ช่วยในการอธิบายความหมาย	○	○	○	○	○
1.8 ความเหมาะสมในการใช้สื่อที่ช่วยในการอธิบายความหมาย	○	○	○	○	○
1.9 ความเหมาะสมในการใช้สื่อที่ช่วยในการอธิบายความหมาย	○	○	○	○	○
1.10 ค่าดัชนีที่ใช้ประเมินความเหมาะสมตามปฏิบัติตามวิธีปฏิบัติ	○	○	○	○	○
<b>หมวดที่ 2 ส่วนความพึงพอใจของผู้ใช้โปรแกรม</b>					
2.1 มีความพึงพอใจในการใช้งานโปรแกรม	○	○	○	○	○
2.2 ความพึงพอใจในการใช้งานโปรแกรม	○	○	○	○	○
2.3 ความพึงพอใจในการใช้งานโปรแกรม	○	○	○	○	○
2.4 ความพึงพอใจในการใช้งานโปรแกรม	○	○	○	○	○
2.5 ความพึงพอใจในการใช้งานโปรแกรม	○	○	○	○	○

ชื่อ : \_\_\_\_\_ (ผู้ประเมิน)

คลิกที่นี่

ภาพที่ 8 แบบประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม (สำหรับผู้ใช้งาน)

2. ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม นำเสนอเป็น 2 ส่วน ดังนี้

2.1 การประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ได้ประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมใน 5 ด้าน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ

ด้านการประเมิน	Mean	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. ตรงตามความต้องการของผู้ใช้โปรแกรม	4.73	0.23	มากที่สุด
2. การทำงานของโปรแกรม	4.17	0.87	มาก
3. การใช้งาน	4.23	0.35	มาก
4. การรักษาความปลอดภัยของการเข้าถึงข้อมูล	3.67	0.42	มาก
5. ความชัดเจนของคู่มือการใช้งาน	4.67	0.48	มากที่สุด
<b>สรุป</b>	<b>4.27</b>	<b>0.41</b>	<b>มาก</b>

หมายเหตุ: Mean คือ ค่าเฉลี่ย, S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับ  
 เหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับทดสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
 โดยผู้เชี่ยวชาญ แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (Mean=4.27)

2.2 การประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการทดสอบโดยผู้ใช้งาน เป็นการประเมินความ  
 คิดเห็นของผู้ใช้งานโปรแกรมทั้ง 2 ด้าน กลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6  
 โรงเรียนบางกะปิ จำนวน 30 คน คัดเลือกด้วยวิธีการเลือกตัวอย่างตามสะดวก (ตารางที่ 3)

**ตารางที่ 3 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม โดยผู้ใช้งาน**

ด้านการประเมิน	Mean	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. การใช้งาน	4.17	0.46	มาก
2. ความชัดเจนของคู่มือการใช้งาน	4.47	0.51	มาก
<b>สรุป</b>	<b>4.27</b>	<b>0.38</b>	<b>มาก</b>

หมายเหตุ: Mean คือ ค่าเฉลี่ย, S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 3 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับ  
 เหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับทดสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
 โดยผู้ใช้งาน แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (Mean=4.27)

### การอภิปรายผล

การจัดทำคลังข้อสอบตามคำอำนาจจำแนกของข้อสอบแบบเป็นช่วงของแต่ละระดับชั้น  
 ร่วมกับการจัดสมดุลเนื้อหา สำหรับการทดสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็น  
 ขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากคลังข้อสอบจะส่งผลต่อการจัดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วย  
 คอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ดังนั้น ควรจัดทำคลังข้อสอบให้มีคุณภาพ ซึ่งข้อสอบที่นำมาบรรจุในคลัง  
 ข้อสอบต้องผ่านการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขของทฤษฎีการ  
 ตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Khomyoo, Chadcham & Chinnasarn, 2013) ตามหลักการของ  
 ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ สำหรับข้อสอบที่นำมาใช้กับคลังข้อสอบในการทดสอบแบบ  
 ปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ควรมีความละเอียดมากที่สุด (Mejang, Wongdee &  
 Konta, 2010) โดยใช้โมเดลของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ แบบ 3 พารามิเตอร์  
 เนื่องจากโมเดลของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ แบบ 3 พารามิเตอร์ สามารถวิเคราะห์



คุณภาพของข้อสอบได้ทั้งค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ค่าความยากของข้อสอบ และค่าโอกาสการเดาของข้อสอบ

การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับการทดสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นการพัฒนาโปรแกรมในรูปแบบของ Web Application โดยใช้ภาษา Java ในการพัฒนาโปรแกรม ใช้ MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล และใช้ภาษา SQL เป็นคำสั่ง ในการเชื่อมโยงข้อมูลในฐานข้อมูล (Sukhanonsawat, Chadcham, & Chinnasarn, 2013) ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตามหลักการของวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Cycle: SDLC) (Elliott, 2004) ในแต่ละขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ มีจุดเด่น ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การสร้างคลังข้อสอบ โปรแกรมนี้รองรับข้อสอบที่มีลักษณะการตรวจให้คะแนน 2 ค่า คือถูก-ผิด หรือ 0-1 และมีรายการคำตอบอย่างน้อย 4 รายการ จึงสามารถนำโปรแกรมไปปรับใช้วัดความรู้ทางการศึกษาในรายวิชาอื่นๆ ได้ ที่ข้อสอบมีลักษณะเดียวกัน ขั้นตอนที่ 2 การคัดเลือกข้อแรก โดยสุ่มข้อสอบในคลังข้อสอบที่มีค่าความยากของข้อสอบอยู่ระหว่าง -1.0 ถึง 1.0 ซึ่งวิธีการนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการเลือกข้อสอบใดข้อหนึ่ง ที่มีค่าความยากของข้อสอบปานกลาง มาเป็นข้อสอบข้อแรก เพราะสามารถลดปัญหาข้อสอบข้อแรกถูกเลือกใช้บ่อยครั้งเกินไปได้ ขั้นตอนที่ 3 การคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปพิจารณาจากค่าความยากข้อสอบ ข้อก่อนหน้าโดยใช้วิธีควบคุมการแสดงข้อสอบด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิที่คำนึงถึงการจับสมดุลเนื้อหาข้อสอบ โดยจะให้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นชั้นภูมิ และให้ค่าความยากของข้อสอบที่มีลักษณะเหมือนกันเป็นหน่วยการสุ่ม โดยบังคับกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่ถูกเลือกไปให้ผู้สอบแล้วไม่ให้ถูกเลือกขึ้นมาซ้ำ ซึ่งเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสามารถประมาณค่าความสามารถของผู้สอบได้แม่นยำ ขั้นตอนที่ 4 การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ เลือกใช้วิธีการประมาณแบบเบย์ (Bayesian Estimation) ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย และเป็นวิธีที่สามารถคำนวณค่าได้และขั้นตอนที่ 5 เกณฑ์การยุติการทดสอบ เลือกใช้เกณฑ์ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน น้อยกว่า 0.3 ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่มีความน่าเชื่อถือ และลดความยาวของแบบทดสอบได้มาก (Lilley et al., 2004; Thompson & Weiss, 2011) และการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น โปรแกรมมีความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก ถึง มากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Premthongsuk, Chadcham and Praduiprom. (2017); Pluemjai, Tinnaworn and Sukhanonsawat. (2015); Sukhanonsawat, Chadcham and Chinnasarn. (2013)

## สรุป

จากผลการประเมินความเหมาะสมในการใช้งานของโปรแกรม ปรากฏว่า การใช้งานอยู่ในเกณฑ์ดี เป็นที่พึงพอใจของผู้ใช้งาน ดังนั้น โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับการทดสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถนำไปใช้งานจริงได้

## ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ข้อสอบในคลังข้อสอบ มีจำนวนข้อสอบน้อยเกินไป ควรมีการบรรจุข้อสอบเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้มีจำนวนข้อสอบเหมาะสมสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ
2. ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ มีจำนวนค่อนข้างน้อย จึงควรมีการวิเคราะห์ข้อสอบ O-NET เก็บไว้ในคลังข้อสอบให้มีจำนวนมาก ๆ เนื่องจากคลังข้อสอบที่จะนำมาใช้กับโปรแกรม MCAT จะต้องมีความใหญ่คือมีข้อสอบจำนวนมาก โดยข้อสอบต้องครอบคลุมคุณลักษณะและเนื้อหาที่ต้องการวัดความสามารถของผู้เรียน (Weiss, 1988) คลังข้อสอบที่มีความเหมาะสมนั้น จะต้องมีความยาวข้อสอบเท่ากับ  $2^n$  ข้อ โดยที่  $n$  คือจำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้ในการทดสอบ เช่น ถ้าต้องการใช้ข้อสอบประมาณ 10 ข้อ ข้อสอบในคลังข้อสอบควรมีจำนวน  $2^{10}$  ข้อ หรือประมาณ 1,024 ข้อ
3. ผู้สนใจพัฒนาวิธีการจัดคลังข้อสอบ สามารถนำวิธีการ IACB ไปประยุกต์ใช้กับวิชาอื่น ๆ ได้ ซึ่งวิธีการนี้มีความเหมาะสมกับข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอยู่ในระดับปานกลางและระดับสูง
4. ครู อาจารย์ ศึกษานิเทศก์ หรือผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองของสอบแบบพหุมิติ นำมาจัดเก็บในคลังข้อสอบตามค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ที่เหมาะสมและสามารถนำไปใช้กับโปรแกรม MCAT หรือนำไปประยุกต์กับการวัดผลการศึกษาในรายวิชาและในระดับอื่น ๆ ได้

## ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

1. ควรสร้างคลังข้อสอบที่มีการแบ่งมิติตามทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานของกระทรวงศึกษาธิการ
2. ควรวิจัยเกี่ยวกับวิธีการคัดเลือกข้อสอบเริ่มต้น การคัดเลือกข้อสอบข้อต่อไป และเกณฑ์การหยุดที่เหมาะสมในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ
3. ควรพัฒนาโปรแกรมให้มีการแจ้งเตือนทันทีว่าถูกหรือผิดก่อนไปข้อถัดไป และควรมีช่องทางสำหรับ Reset Password ของผู้ใช้ กรณีที่จำ Password ไม่ได้ ให้ใช้ Email โดย User กรอก Mail แล้วให้ระบบส่ง Password แล้วค่อยไปแก้ Password

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทบัณฑิตศึกษา จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2560

### เอกสารอ้างอิง

- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., ... & Wittrock, M. C. (2001). **A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives, abridged edition.** New York: Longman.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). **Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals: handbook I: cognitive domain (No. 373.19 C734t).** New York, US: D. McKay.
- Chang, H. H., & Ying, Z. (1996). **A global information approach to computerized adaptive testing.** *Applied Psychological Measurement, 20*(3), 213-229.
- Elliott, G. (2004). **Global Business Information Technology: An Integrated Systems Approach.** Ontario: Pearson Addison Wesley.
- Frey, A., & Seitz, N. N. (2009). **Multidimensional adaptive testing in educational and psychological measurement: Current state and future challenges.** *Studies in Educational Evaluation, 35*(2), 89-94.
- Khumyoo, T., Chadcham, S., & Chinnasarn, K. (2013). **Diagnostic of English reading skill by applying the attributes hierarchy model and computerized adaptive testing.** *Research Methodology & Cognitive Science, 10*(2). 55-70. (in Thai)
- Krathwohl, D. R. (2002). **A revision of Bloom's taxonomy: An overview.** *Theory into Practice, 41*(4), 212-218.
- Lilley, M., Barker, T., & Britton, C. (2004). **The development and evaluation of a software prototype for computer-adaptive testing.** *Computers & Education, 43,* 109-123.

- Mejang, S., Wongdee, P., & Konta, U. (2010). **A comparison of results from equating O-NET scores with common items and with a three-parameter IRT model.** *Research Methodology & Cognitive Science*, 7(2), 81-92. (in Thai)
- Premthongsuk, P., Chadcham, S., & Praduiprom, P. (2017). **Development of the Next Item Selection Procedure Using Hurwicz Criterion and Item Exposure Control for Computerized Adaptive Testing.** *Science and Technology Silpakorn University*, 4(6), 32-50. (in Thai)
- Pluemjai, N., Tinnaworn, P., & Sukhanonsawat, S. (2015). **Development of the computerized adaptive testing program for O-NET at the Grade Twelve level.** *Research Methodology & Cognitive Science*, 13(2), 109-125. (in Thai)
- Reckase, M. D. (2009). *Multidimensional item response theory*. New York: Springer.
- Sakolkijrunroj, S., Chadcham, S., & Sudhasani, S. (2015). **The development of computerized adaptive testing program for Thai happiness scale.** *Research Methodology & Cognitive Science*, 13(1), 1-17. (in Thai)
- Sukhanonsawat, S., Chadcham, S., & Chinnasarn, K. (2013). **Development of the next item selection procedure using decision theory in computerized adaptive testing.** *Research Methodology & Cognitive Science*, 10(2), 71-85. (in Thai)
- Thompson, N. A., & Weiss, D. J. (2011). A Framework for the development of computerized adaptive tests. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 16(1), 1-9.
- Urry, V. W. (1977). **Tailored testing:** A successful application of latent trait theory. *Journal of Educational Measurement*, 14(2), 181-196.
- Wainer, H., Dorans, N., Eignor, D., Flaugher, R., Green, B. F., Mislevy, R. J., & Steinberg, L. (2001). **Computerized adaptive testing: A primer.** *Quality of Life Research*, 10(8), 733-734.
- Weiss, D. J. (1974). **Strategies of adaptive ability measurement (Research Report 74-5).** Minneapolis: University of Minnesota, Department of Psychology, Psychometric Methods Program, Computerized Adaptive Testing Laboratory
- Weiss, R. S. (1988). **Loss and Recovery.** *Journal of Social Issues*, 44(3), 37-52.