

## การสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

### Automatic Item Generation in Mathematics for Grade Six Students Using Computer Software

ศศิธร จันทรมหา<sup>1\*</sup>, เสรี ชัดรัมย์<sup>1</sup>

Sasithorn Chantharamaha<sup>1\*</sup>, Seree Chadcham<sup>1</sup>

<sup>1</sup> College of Research Methodology and Cognitive Science, Burapha University, Thailand

#### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิด AIG (Automatic Item Generation) ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และระยะที่ 3 การหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยให้นักเรียนที่เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2559 จำนวน 30 คน ทดสอบแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ แล้วนำผลการสอบมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน

ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. สร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบได้ 44 ข้อ จากข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2551-2553 ที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์แล้ว
2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ โดยใช้เว็บเบราว์เซอร์ Internet Explorer และพิมพ์ URL 'http://www.aigtest.com' โปรแกรมมีความเหมาะสมในการใช้งานในภาพรวมอยู่ในระดับมาก
3. ผลการสอบจากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับสูงกับผลการสอบจากแบบทดสอบต้นแบบ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน เท่ากับ .96 ( $p < .01$ )

**คำสำคัญ:** การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ, โมเดลข้อสอบ, วิชาคณิตศาสตร์, โปรแกรมคอมพิวเตอร์

\*Corresponding author. E-mail: sasithorn.kruea@gmail.com

## ABSTRACT

The objectives of this research were 1) to construct grade six Mathematics item models, 2) to develop computer software for the automatic generation of Grade six Mathematics test items, and 3) to study the relationship between test results obtained from the prototype test, and those obtained by a test automatically generated by the software. The research was divided into three phases as follows: 1) Construction of an O-NET examination in Mathematics using item models based on automatic item generation (AIG) principle; 2) Development of computer software for the automatic generation of Grade six Mathematics items; and 3) determination of the relationship between the test scores obtained from the prototype test and the test constructed by using the software developed for the study. The sample involved 30 students who had completed Grade six. Data were analyzed using Pearson's Correlation Coefficient.

The results were as follows:

1. Forty four prototype test items were generated by using O-NET examinations from the academic year 2008 to 2010, with item quality analyzed by applying the three-parameter logistic model from Item Response Theory (IRT).
2. The test created by the computer software developed for the study was made available at <http://www.aigtest.com>, and was judged to be highly suitable for grade six students.
3. The test created from the computer software was positively correlated with the prototype test,  $r=.96$ , significant at the .01 level.

**Keywords:** automatic item generation: AIG, item model, mathematics, computer software

## ความนำ

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทุกคน ต้องได้รับการประเมินในช่วงปลายปีการศึกษา ที่เรียกว่า การทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O-NET) โดยใช้แบบทดสอบเติมคำ (Completion test) และแบบทดสอบปรนัย (Objective test) ประเภทเลือกตอบชนิดหลายตัวเลือก เป็นเครื่องมือในการวัดและประเมินผลความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากผลการทดสอบที่ผ่านมาปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทั่วประเทศมีค่าเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 โดยในปีการศึกษา 2558 มีค่าเฉลี่ยเพียงร้อยละ 43.47 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) สทศ., 2558)

เอี่ยมพร หลินเจริญ, สิริศักดิ์ อัจฉริยะ และภริดา จันทร์อินทร์ (2552) ได้ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่ทำให้คะแนน O-NET ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ต่ำกว่าที่ควรจะเป็น พบว่า เกิดจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้ความสำคัญกับการสอบน้อย เพราะไม่เห็นความสำคัญของการสอบ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น คุณวุฒิของครูไม่ตรงตามวิชาที่สอน ครูมีภาระงานมาก ซึ่งเห็นได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไม่ได้เกี่ยวข้องกับนักเรียนฝ่ายเดียวเท่านั้น แต่ครูถือได้ว่ามีบทบาทสำคัญในการช่วยเหลือเด็กด้วย จากแนวคิดด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาของหลักสูตรแกนกลาง พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ปรากฏว่า หน้าที่สำคัญประการหนึ่งของครูคณิตศาสตร์ คือ

การสร้างเครื่องมือสำหรับวัดและประเมินผลตามตัวชี้วัดและมาตรฐาน การเรียนรู้ เครื่องมือที่นิยมใช้กันมากคือ แบบทดสอบประเภทเลือกตอบชนิดหลายตัวเลือก ซึ่งเป็นปัญหาสำหรับครูที่มีภาระงานมาก เพราะต้องใช้เวลาในการสร้างข้อสอบให้มีคุณภาพ ประกอบกับวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องอาศัยการฝึกฝนบ่อย ๆ ฝึกโดยการคิด เรียนรู้ในสิ่งยาก ๆ ซ้ำ ๆ ซึ่งยิ่งยากมากเท่าไร สมอังกก็จะแข็งแกร่งมากขึ้นเท่านั้น จึงเป็นการพัฒนาสมอังกโดยให้นักเรียนเข้าใจและฝึกฝนมาก ๆ จนเกิดทักษะและความคงทนในการเรียนรู้ และถ่ายโยงไปใช้ได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งการที่จะฝึกฝนให้ได้ผลดีนั้น ควรจะมีแบบฝึกที่มีคุณภาพและมีจำนวนข้อมากเพียงพอในการนำมาใช้งานได้

ปัจจุบันมีการนำเสนอแนวคิดเรื่องเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสร้างข้อสอบที่เรียกว่า การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (Automatic Item Generation: AIG) (Gierl & Haladyna, 2013) วิธีกรรมนี้พัฒนาขึ้นมาตั้งแต่ช่วงปลายคริสต์ศักราช 1960 การสร้างข้อสอบอัตโนมัติเป็นการสร้างข้อสอบภายใต้แนวคิดของโมเดลข้อสอบ (Item model) จากนั้นจึงสร้างข้อสอบจำนวนมากจากโมเดลข้อสอบดังกล่าว โดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นตัวช่วยในการทำงาน อย่างไรก็ตาม ข้อสอบที่สร้างขึ้นอัตโนมัตินั้น จะมีคุณภาพเพียงพอที่จะนำไปใช้หรือไม่ ย่อมต้องขึ้นอยู่กับคุณภาพของโมเดลข้อสอบด้วยการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสร้างข้อสอบ จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดภาระงานของครู อีกทั้งช่วยอำนวยความสะดวกในการสร้างข้อสอบ ส่งผลให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพจำนวนมากขึ้นในเวลาที่รวดเร็ว (พิชิตพล ถนอมงาม, 2547)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ขึ้นตามแนวทางการสร้างข้อสอบอัตโนมัติของ Gierl, Zhou, and Alves (2008) ซึ่งเป็นไปตามกระบวนการของวิศวกรรมการประเมิน (Assessment

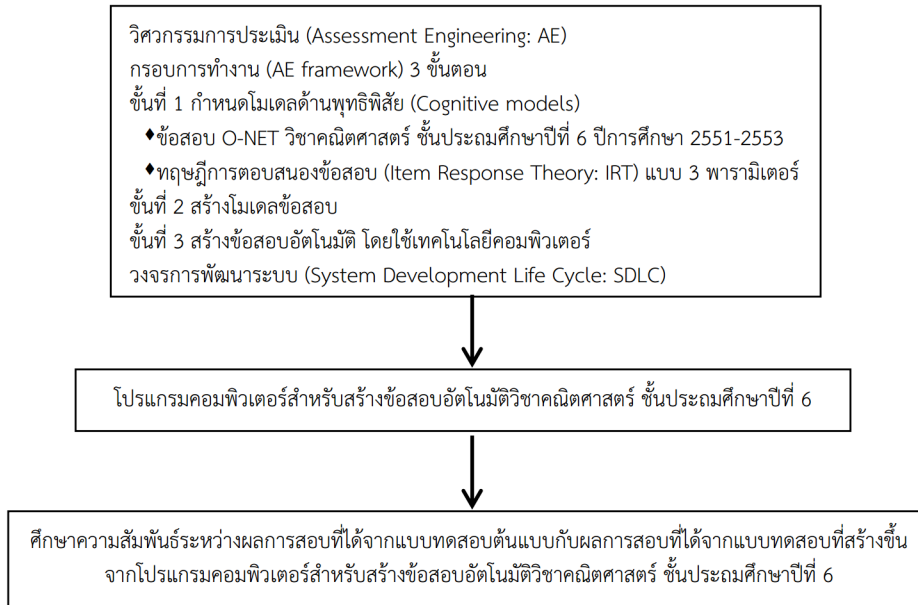
Engineering: AE) อันจะช่วยลดภาระงานของครูในการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพจำนวนมากไว้ฝึกฝน ซึ่งจะช่วยให้ทักษะทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

### กรอบแนวทางการวิจัย

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ผสมผสานแนวคิดของวิศวกรรมการประเมิน ซึ่งช่วยในการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (Gierl & Haladyna, 2013) เป็นแนวทางในการสร้างข้อสอบคู่ขนานจำนวนมากจากโมเดลข้อสอบต้นแบบที่มีคุณภาพ ร่วมกับแนวคิดของวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) (อรรยา ปรีชาพานิช, 2557) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ โดยนำข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2551-2553 ที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ เรียบร้อยแล้ว มาสร้างเป็นโมเดลข้อสอบต้นแบบ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวทางการวิจัยเรื่อง การสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

### สมมติฐานการวิจัย

การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (AIG) สามารถช่วยสร้างข้อสอบได้จำนวนมาก จากโมเดลข้อสอบต้นแบบของแบบทดสอบต้นแบบ ซึ่งแบบทดสอบต้นแบบและแบบทดสอบที่สร้างขึ้น จะมีเนื้อหาที่ใกล้เคียงกัน แตกต่างกันเพียงรายละเอียดของข้อมูลบางส่วน ดังนั้นผู้รับการทดสอบที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบต้นแบบสูง น่าจะได้คะแนนจากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในระดับสูงด้วยเช่นกัน จึงตั้งสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

ผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบ

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

**ระยะที่ 1** การสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. รวบรวมข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2551-2553 ซึ่งประกอบด้วย 6 สาระ ดังนี้ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) การวัด 3) เรขาคณิต 4) พีชคณิต 5) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และ 6) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแล้ว (Muninsakorn et al., 2015)

2. จัดทำผังแบบทดสอบ (Test blueprint) โดยจัดทำให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้หลัก กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และระดับการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามทฤษฎีของบลูม ฉบับแก้ไข (A Revision of Bloom's Taxonomy) จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบความถูกต้อง

3. ตรวจสอบความเหมาะสมของข้อสอบแต่ละข้อในการสร้างเป็นโมเดลข้อสอบ โดยพิจารณาเนื้อหาของข้อสอบแต่ละข้อว่า มีส่วนที่สามารถกำหนดเป็นส่วนคงที่และกำหนดเป็นส่วนที่แปรเปลี่ยนได้หรือไม่ ถ้าข้อสอบข้อใดไม่เหมาะสมได้ตัดข้อสอบข้อนั้นออกไป

4. สร้างโมเดลข้อสอบ โดยนำข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมในการสร้างเป็นโมเดลข้อสอบ มาวิเคราะห์ และกำหนดข้อมูลที่เหมาะสม แบ่งรายละเอียดเป็น 5 ส่วน คือ 1) โจทย์ (Stem) 2) ส่วนประกอบ (Elements) 3) ตัวเลือก (Options) 4) ข้อมูลเสริม (Auxiliary information) และ 5) เฉลย (Key)

**ระยะที่ 2** การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัตินิติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในเรื่องการสร้างข้อสอบอัตโนมัตินิติ และวงจรการพัฒนาระบบ เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบโปรแกรม

2. พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัตินิติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดของวงจรการพัฒนาระบบ โดยใช้แบบจำลองน้ำตก (Waterfall model)

3. ทดสอบโปรแกรมโดยใช้เทคนิคการทดสอบแบบกล่องดำ (Black box testing) ซึ่งเป็นการทดสอบโปรแกรมแบบเน้นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น (Output) จากการประมวลผลโปรแกรม (Process) โดยไม่เน้นรูปแบบการเขียนโปรแกรม เพื่อหาจุดบกพร่องเบื้องต้นก่อน เช่น อาจมีการสร้างโจทย์หรือตัวเลือกซ้ำ การผิดพลาดในการรายงานผล เป็นต้น โดยเมื่อพบข้อผิดพลาดได้ดำเนินการแก้ไขโปรแกรมและมีการทดสอบซ้ำจนไม่พบข้อผิดพลาด และปรับปรุงแก้ไขในส่วนอื่น ๆ ให้มีความสมบูรณ์ที่สุด

4. จัดทำคู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัตินิติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ใช้งานได้ศึกษาก่อนการใช้งาน

5. ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 4 ด้าน คือ 1) ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม 2) ความถูกต้องในการใช้งาน 3) ความสะดวกในการใช้โปรแกรม และ 4) ความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม โดยใช้แบบประเมินที่พัฒนาขึ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ

6. ให้ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จำนวน 15 คน ประเมินผลการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 2 ด้าน

คือ 1) ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม และ 2) ความสะดวกในการใช้โปรแกรม แล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

**ระยะที่ 3** การหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัตินิติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. หาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

2. พิจารณาผลการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) ของแบบทดสอบต้นแบบ และแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมว่า มีความสัมพันธ์กันในลักษณะใด ซึ่งจะมี 3 ลักษณะ คือ 1) ความสัมพันธ์ทางบวก (Positive Correlations) 2) ความสัมพันธ์ทางลบ (Negative Correlations) และ 3) ความสัมพันธ์เป็นศูนย์ (Zero Correlations)

3. สรุปสมมติฐานการวิจัย ต้องพิจารณาจากผลการศึกษาความสัมพันธ์ แล้วจึงสรุปได้ว่ายอมรับสมมติฐานของการวิจัยนั้นหรือไม่

### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2559 ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนครระยองวิทยาคม-วัดโขดใต้ จำนวน 30 คน สุ่มอย่างง่ายจากนักเรียนทั้งห้อง กำหนดหมายเลขให้นักเรียนเพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูล โดยกำหนดหมายเลขให้นักเรียนตั้งแต่ 01 ถึง 30

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบ 2 ฉบับ ดังนี้

1. แบบทดสอบต้นแบบ เป็นข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2551-2553 ที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์แล้ว ที่นำมาใช้ในการทำโมเดลข้อสอบ จำนวน 44 ข้อ เรียกแทนด้วย แบบทดสอบฉบับ A

2. แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 44 ข้อ เรียกแทนด้วย แบบทดสอบฉบับ B

**วิธีการเก็บข้อมูล**

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ไปให้นักเรียนที่เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แล้ว จำนวน 30 คน ได้ทดสอบ โดยให้เวลาในการทำแบบทดสอบฉบับละ 1 ชั่วโมง 30 นาที และพัก 15 นาที ก่อนทำฉบับที่สอง การจัดการทดสอบ แสดงดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** กำหนดการจัดการทดสอบ

เวลา	การจัดการทดสอบ	
09.00 น. - 10.30 น.	นักเรียนหมายเลข 01 ถึง 15 ทำแบบทดสอบฉบับ A	นักเรียนหมายเลข 16 ถึง 30 ทำแบบทดสอบฉบับ B
10.30 น. - 10.45 น. (15 นาที)	พัก	
10.45 น. - 12.15 น.	นักเรียนหมายเลข 01 ถึง 15 ทำแบบทดสอบฉบับ B	นักเรียนหมายเลข 16 ถึง 3 ทำแบบทดสอบฉบับ A

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการโดยนำผลการสอบจากแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson’s correlation coefficient) โดยใช้โปรแกรม SPSS

**ผลการวิจัย**

1. ผลการสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2551-2553 ที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ ตามหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์แล้ว จำนวน 51 ข้อ โดยมีค่าความยากของข้อสอบ (b) ในระดับค่อนข้างยาก (Muninsakorna et al., 2015) มีการจัดทำผังแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบความถูกต้องเกี่ยวกับการระบุสาระการเรียนรู้แกนกลางคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมที่วัด ซึ่งสรุปว่า มีความเหมาะสมดีแล้ว และเมื่อนำข้อสอบทั้ง 51 ข้อ มาพิจารณาความเป็นไปได้ตามหลัก AIG เพื่อจัดทำโมเดลข้อสอบ พบว่า มี 44 ข้อ ส่วนอีก 7 ข้อไม่สามารถนำมาสร้างเป็นโมเดลข้อสอบได้ เนื่องจากมีข้อจำกัด เช่น ไม่สามารถวิเคราะห์หาทิศทางและรูปที่จะสร้างออกมา

ได้อย่างถูกต้อง ไม่สามารถเปลี่ยนรูปและตัวเลขในโจทย์ให้สัมพันธ์กันได้ หรือเป็นข้อสอบที่ต้องตีความหมาย ซึ่งเกินขีดความสามารถของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ซึ่งโมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้นนั้นมีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้แกนกลางวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ครบทุกสาระ แต่มีจำนวนข้อในแต่ละสาระไม่เท่ากัน โดยเมื่อพิจารณาแต่ละโมเดลพบว่า มีความสอดคล้องกับโมเดลต้นแบบตามแนวคิดของ AIG (Gierl et al., 2008) จำนวน 5 แบบจาก 10 แบบ การสร้างโมเดลข้อสอบมีการกำหนดรายละเอียดในส่วนต่าง ๆ 5 ส่วน ดังนี้ 1) โจทย์ 2) ส่วนประกอบ 3) ตัวเลือก 4) ข้อมูลเสริม และ 5) เฉลย ดังตัวอย่างโมเดล ข้อสอบที่สร้างขึ้นจากข้อสอบต้นแบบ ดังนี้

**ตัวอย่างข้อสอบต้นแบบ**

ปีนี้มีนักท่องเที่ยวต่างชาติเข้ามาเที่ยวในประเทศไทย จำนวนสิบล้านเก้าแสนห้าหมื่นแปดร้อยเอ็ดคน เขียนเป็นตัวเลขได้อย่างไร

1. 10,905,801
2. 10,950,801
3. 10,958,001
4. 10,958,010

ผู้วิจัยนำข้อสอบต้นแบบมากำหนดส่วนคงที่และส่วนที่แปรเปลี่ยนได้ เป็นโมเดลข้อสอบ ดังนี้

#### ตัวอย่างโมเดลข้อสอบ

##### 1. Stem

ปีนี้มีนักท่องเที่ยวต่างชาติเข้ามาเที่ยวในประเทศไทย จำนวน (Ans1) คน เขียนเป็นตัวเลขได้อย่างไร

##### 2. Elements

(Ans1) สุ่มตัวเลขจาก 100,000 - 100,000,000

(Ans2) เก็บค่า Ans1

(Ans1) เปลี่ยนตัวเลขเป็นภาษาไทยอ่านตาม “หน่วยไทย”

##### 3. Options

1. S1 : Ans2 สลับตำแหน่งตัวเลข หลักที่ 2

2. S2 : Ans2

3. S3 : Ans2 สลับตำแหน่งตัวเลข หลักที่ 3

4. S4 : Ans2 สลับตำแหน่งตัวเลข หลักที่ 4

##### 4. Auxiliary information

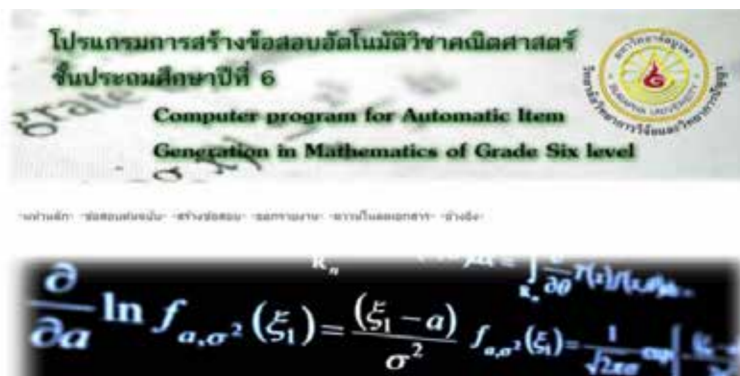
-

##### 5. Key

ข้อ 2

2. ผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 ได้ใช้การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ และวงจรการพัฒนาระบบ

มาเป็นแนวทางในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างข้อสอบอัตโนมัติ ให้เป็นไปตามโมเดลข้อสอบที่ได้ ออกแบบไว้ ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ สามารถใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้อย่างสะดวก โดยใช้เว็บเบราว์เซอร์ Internet Explorer และพิมพ์ URL ‘http://www.aigtest.com’ เมื่อพัฒนาโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ได้มีการทดสอบโปรแกรมเพื่อหาจุดบกพร่องเบื้องต้นโดยผู้วิจัย และได้ให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถด้านโปรแกรม ได้พิจารณาความเหมาะสมของโปรแกรมใน 4 ด้าน คือ 1) ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม 2) ความถูกต้องในการใช้งาน 3) ความสะดวกในการใช้โปรแกรม และ 4) ความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม โดยผลการประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ( $Mean = 4.06, SD = 0.68$ ) เมื่อแก้ไขข้อบกพร่องของโปรแกรมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ได้ให้ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ทดลองใช้งานและประเมินผลการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ใน 2 ด้านคือ 1) ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม และ 2) ความสะดวกในการใช้โปรแกรม โดยมีผลการประเมินโปรแกรมในภาพรวมอยู่ในระดับมากเช่นกัน ( $Mean = 4.16, SD = 0.52$ ) ลักษณะหน้าจอของโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 2 ถึง 4



ภาพที่ 2 หน้าจอ ‘หน้าหลัก’ ของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

-หน้าหลัก- -ข้อสอบต้นฉบับ- -สร้างข้อสอบ- -ออกรายงาน- -ดาวน์โหลดเอกสาร- -อ้างอิง-

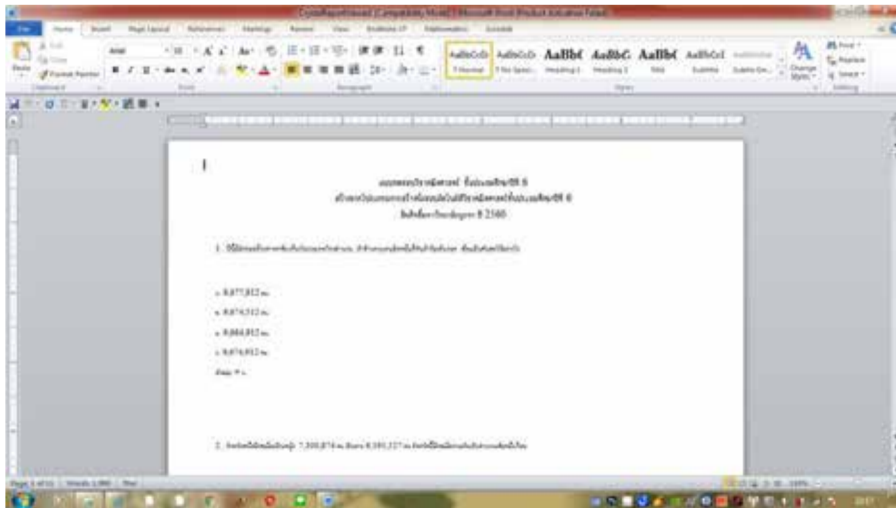
**สร้างข้อสอบ**

- ข้อสอบต้นแบบ
- เลือกข้อสอบเอง

**\*\*\* ข้อสอบที่ปรากฏออกมาคือจะเป็นไปตามรูปแบบของข้อสอบที่เป็นต้นแบบของการสร้าง**

ตกลง

ภาพที่ 3 หน้าจอ ‘สร้างข้อสอบ’



ภาพที่ 4 ไฟล์ที่เอ็กซ์พอร์ตออกมาแล้ว

ตัวอย่างข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีลักษณะดังนี้

แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยบูรพา ปี พ.ศ. 2560

1. ปีนี้มีนักท่องเที่ยวต่างชาติมาเที่ยวในประเทศไทยจำนวนเจ็ดล้านแปดแสนเก้าหมื่นเจ็ดสิบสามคน เขียนเป็นตัวเลขได้อย่างไร

- ก. 7,880,073
- ข. 7,890,073

- ค. 7,899,073
- ง. 7,900,073

คำตอบ = ข.

2. ปีนี้มีนักท่องเที่ยวต่างชาติมาเที่ยวในประเทศไทยจำนวนเจ็ดล้านเก้าแสนหกพันแปดร้อยห้าคน เขียนเป็นตัวเลขได้อย่างไร

- ก. 7,906,605
- ข. 7,996,805
- ค. 7,906,805
- ง. 7,900,805

คำตอบ = ค.



จากตัวอย่างข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรม ผู้ใช้งาน งานได้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถสร้างข้อสอบจาก  
สามารถใช้โปรแกรมจัดการเอกสาร ปรับแต่งรูปแบบ โมเดลข้อสอบต้นแบบทั้ง 44 ข้อ ได้อีกจำนวนหลายข้อ  
ข้อสอบหรือเพิ่มเติมข้อมูลก่อนพิมพ์ข้อสอบออกมาใช้ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนข้อสอบสูงสุดที่สามารถสร้างได้จากแต่ละโมเดลข้อสอบ

โมเดลข้อสอบ	จำนวนข้อสอบสูงสุด
1	99,900,001
2	588,060,118,800,006
3	9,900,001
4	11,880,000,012
5	71,280,000,072
6	990,000,001
7	17,100
8	24,389
9	72,738,090
10	6,561
11	216
12	21,870
13	1,344
14	3,456
15	537,600
16	175
17	4
18	4
19	4
20	216,513
21	900
22	726,571,800
23	1.55968906E+22
24	576

ตารางที่ 2 (ต่อ)

โมเดลข้อสอบ	จำนวนข้อสอบสูงสุด
25	3,000
26	10,240
27	81
28	1,508,220
29	1,000,000
30	168,055
31	304
32	96
33	96
34	24
35	24
36	24
37	12
38	7,936
39	6
40	1,185,921
41	88,920
42	12
43	5
44	12,800

3. ผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยให้นักเรียนที่เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แล้ว จำนวน 30 คน ได้ทำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบต้นแบบกับแบบทดสอบที่สร้างขึ้น แล้วนำผลการทดสอบมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ได้ค่าเท่ากับ .96 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ +1 เป็นความสัมพันธ์ทางบวก ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการ

วิจัย คือผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบ

### อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัย มีประเด็นที่อภิปราย ดังนี้

1. ผลการสร้างโมเดลข้อสอบจากข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2551-2553 ได้จำนวน 44 ข้อ จากข้อสอบ O-NET จำนวน 51 ข้อ (Muninsakorna et al., 2015) ซึ่งเป็นข้อสอบ

O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชนิด 4 ตัวเลือก เป็นข้อสอบต้นแบบที่มีคุณภาพ เนื่องจากการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์แล้ว จึงทำให้ข้อสอบที่สร้างขึ้นจากโมเดลข้อสอบนี้ย่อมเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพด้วย เนื่องจากเป็นข้อสอบที่เท่าเทียมกัน (Alternative form) หรืออาจเรียกได้ว่าเป็นข้อสอบคู่ขนานกัน โมเดลข้อสอบจำนวน 44 ข้อที่สร้างขึ้นนี้มีความสอดคล้องกับโมเดลต้นแบบตามแนวคิดของ AIG (Gierl et al., 2008) จำนวน 5 แบบจาก 10 แบบ

2. การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการทำงาน โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัตินี้สามารถสร้างข้อสอบคู่ขนานจากโมเดลข้อสอบได้อีกหลายข้อ โดยข้อที่สร้างได้มีจำนวนแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับลักษณะของโจทย์ และค่าที่เป็นไปได้ที่กำหนดไว้ในโมเดลข้อสอบต้นแบบ ผู้วิจัยได้ต่อยอดแนวคิดการพัฒนาโปรแกรมจากงานวิจัยเรื่องการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบวัดความสามารถด้านการคำนวณ ช่วงชั้นที่ 3 (พิชิตพล ถนอมงาม, 2547) ที่พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างฟอร์มข้อสอบวัดความสามารถด้านการคำนวณ ช่วงชั้นที่ 3 ในสาระการเรียนรู้เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว อัตราส่วนและร้อยละ และจำนวนเต็ม โดยได้ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ และวงจรการพัฒนา ระบบ ซึ่งทำให้โปรแกรมมีขีดความสามารถเพิ่มมากขึ้น ทั้งในเรื่องการใส่ข้อมูลรูปภาพและข้อความได้หลากหลาย และเพิ่มความสะดวกให้กับผู้ใช้งานได้พัฒนาโปรแกรมให้สามารถใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ โดยแนะนำให้ใช้เว็บเบราว์เซอร์ Internet Explorer เพื่อการทำงานที่สมบูรณ์ของโปรแกรม เนื่องจากได้พัฒนาโดยใช้ Visual Basic.Net ซึ่งรองรับ Optional argument ที่เป็นส่วนสำคัญในการใช้งานร่วมกับ ActiveX, MS office, Framework รวมถึง Component อื่น ๆ ที่มาในสายของ Windows โดย Internet Explorer เป็นส่วนหนึ่งของ Microsoft

ซึ่งได้สร้างขึ้นมาให้เป็นส่วนหนึ่งของ OS และส่วนของ Developer tool kits บางกลุ่ม จะมีแต่เฉพาะ Internet Explorer ดังนั้นถ้าผู้ใช้งานเปิดใช้งานโปรแกรมโดยเว็บเบราว์เซอร์ อื่น ๆ เช่น Firefox opera หรือ Google chrome อาจส่งผลให้การทำงานของโปรแกรมไม่สมบูรณ์จากการประเมินผลการใช้งานจากผู้ใช้งานจริง คือครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พบว่า ผลการประเมินการใช้งานโปรแกรมในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยโปรแกรมนี้ช่วยลดภาระงานในการสร้างข้อสอบของครู เพราะใช้เวลาในการสร้างข้อสอบประมาณ 1 นาที ก็สามารถสร้างข้อสอบที่มีคุณภาพได้หลายข้อ และครูสามารถเลือกใช้งานได้ตามความต้องการ เช่น การสร้างข้อสอบทั้งหมดตามโมเดลข้อสอบ 44 ข้อ หรือต้องการสร้างเพียงบางโมเดลข้อสอบ ก็สามารถทำได้ โดยศึกษาวิธีใช้งานโปรแกรมได้จากคู่มือการใช้ นอกจากนี้ ผู้ที่สนใจ ได้แก่ นักเรียน ผู้ปกครอง ก็สามารถเข้าใช้งานโปรแกรมได้อย่างสะดวก โปรแกรมนี้ได้ออกแบบให้ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน และประมวลผลได้ค่อนข้างเร็ว อีกทั้งยังเอื้อให้ผู้ใช้งานสามารถปรับแต่งรูปแบบข้อสอบ หรือเพิ่มเติมข้อมูล ในโปรแกรมจัดการเอกสาร เช่น Microsoft Word ก่อนพิมพ์ออกมาใช้งานได้อีกด้วย

3. การหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ได้ผลเป็นสหสัมพันธ์ทางบวก พบว่า มีความสัมพันธ์กันสูงมาก ( $r = .96$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ถือได้ว่าเป็นข้อสอบคู่ขนานกับข้อสอบต้นแบบ เพราะสร้างจากโมเดลข้อสอบที่มีคุณภาพและมีการกำหนดข้อมูลตัวเลข ข้อความ หรือรูปภาพ ให้เปลี่ยนไปเพียงบางส่วนเท่านั้น สามารถสร้างข้อสอบคู่ขนานจำนวนมากที่มีคุณภาพเทียบเท่าข้อสอบต้นแบบได้จริง เนื่องจากมีการปรับเปลี่ยนข้อมูลเพียงบางส่วนในโมเดลข้อสอบ ข้อสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมจึงเป็น Isomorphic instances ที่ลักษณะ

ภายนอกของข้อสอบไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงระดับความยาก (Gierl et al., 2008) สอดคล้องกับงานวิจัยของสมพิศ กาญจนานาเพ็ญกุล (2556) ที่สร้างและหาคุณภาพของข้อสอบคู่ขนานอิงโดเมนโดยใช้รูปแบบฟาเซท วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องวงกลม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ได้ค่าความสัมพันธ์ทางบวกในระดับสูงเช่นกัน

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นี้ สามารถเข้าถึงโปรแกรมได้ง่ายผ่านระบบอินเทอร์เน็ต จึงแนะนำให้ใช้เว็บเบราว์เซอร์ เป็น Internet Explorer เพื่อการทำงานที่สมบูรณ์ของโปรแกรม อีกทั้งผู้ใช้งานควรศึกษาคู่มือ

การใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์อย่างละเอียดก่อนใช้งาน โปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้มีประโยชน์โดยตรงสำหรับครู และศึกษานิเทศก์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีความครอบคลุมด้านเนื้อหา ควรเพิ่มโมเดลข้อสอบให้มีจำนวนมากขึ้น โดยสร้างจากข้อสอบต้นแบบที่มีคุณภาพ เช่น ข้อสอบที่ออกสอบบ่อย หรือเป็นข้อสอบที่มีความยาก ซึ่งนักเรียนควรได้ฝึกทำมาก ๆ เพื่อให้เกิดความชำนาญ

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2560

### เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

พิชิตพล ถนอมงาม. (2547). การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบวัดความสามารถด้านการคำนวณช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3). *วารสารวิจัยและวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา*, 2(1), 73-92.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) สทศ. (2558). *คำสถิติพื้นฐาน O-NET ปีการศึกษา 2558*. วันที่ค้นข้อมูล 26 มีนาคม 2559, เข้าถึงได้จาก [http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETP6\\_2558.pdf](http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETP6_2558.pdf)

สมพิศ กาญจนานาเพ็ญกุล. (2556). การสร้างข้อสอบคู่ขนานอิงโดเมนโดยใช้รูปแบบฟาเซท วิชาคณิตศาสตร์เรื่องวงกลม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารวิชาการศรีปทุม ชลบุรี*, 9(4), 56-60.

อรยา ปรีชาพานิช. (2557). *คู่มือเรียนการวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis and Design) ฉบับสมบูรณ์*. นนทบุรี: โอดีซี พรีเมียร์.

เอี่ยมพร หลินเจริญ, สิริศักดิ์ อาจวิชัย และภริดา จันทร์อินทร์. (2552). รายงานวิจัย: ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ทำให้คะแนนการทดสอบ O-NET ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ต่ำ. กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน).

Gierl, M. J., & Haladyna, T. M. (2013). *Automatic Item Generation: Theory and Practice*. New York: Routledge.

Gierl, M. J., Zhou, J., & Alves, C. (2008). Developing a taxonomy of item model types to promote assessment engineering. *The Journal of Technology, Learning, and Assessment*, 7(2), 4-24. Retrieved 31 March 2016 from <http://www.jtla.org>.

Muninsakorn, Y., Tinnaworn, P., & Sukhanonsawata, S. (2015). Development of the Computerized Adaptive Testing Program for O-NET at the Grade 6 Level. In *Proceedings of the Burapha University International Conference 2015*, (pp. 290-298). Chon Buri: Burapha University.