

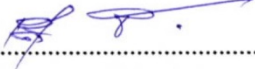
การสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ศศิธร จันทรมหา

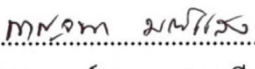
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวัดและเทคโนโลยีทางวิทยาการปัญญา
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
ธันวาคม 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

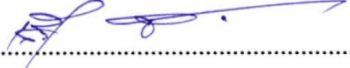
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ศศิธร จันทรมหา ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและเทคโนโลยีทางวิทยาการปัญญา ของมหาวิทยาลัยบูรพา
ได้


คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสรี ชัดรัมย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์กาญจนา มณีแสง)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสรี ชัดรัมย์)


..... กรรมการ
(ดร.ปิยะทิพย์ ประดุงพรม)


..... กรรมการ
(ดร.กนก พานทอง)

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญาอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและเทคโนโลยีทางวิทยาการ
ปัญญา ของมหาวิทยาลัยบูรพา


..... คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติดา กรเพชรปานิ) และวิทยาการปัญญา
วันที่ 15 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2560

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา
จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ประจำปี 2560

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.เสรี ชัดเข้ม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพและความเหมาะสมของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น รวมทั้งให้คำแนะนำในการปรับปรุง แก้ไข ทำให้มั่นใจในคุณภาพของโปรแกรมมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ขอขอบคุณ ดร.สุชาติ สกลกิจรุ่งโรจน์ และ คุณญานิศรา มุรินทร์สาคร สำหรับคำปรึกษาและการให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ที่กรุณาให้ทุนอุดหนุนการวิจัย ประเภทบัณฑิตศึกษา ประจำปี 2560 กับงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณครอบครัวที่เป็นกำลังใจและช่วยสนับสนุนให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้โดยสมบูรณ์ คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูทเวทิตาแด่ บุพการี บุรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

ศศิธร จันทรมหา

55910383: สาขาวิชา: การวัดและเทคโนโลยีทางวิทยาการปัญญา;
วท.ม. (การวัดและเทคโนโลยีทางวิทยาการปัญญา)

คำสำคัญ: การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ/ โมเดลข้อสอบ/ วิชาคณิตศาสตร์/ โปรแกรมคอมพิวเตอร์
ศศิธร จันทรมหา: การสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (AUTOMATIC ITEM GENERATION IN MATHEMATICS

ASSESSMENT WITH GRADE SIX STUDENTS USING COMPUTER SOFTWARE) คณะกรรมการ

ควบคุมวิทยานิพนธ์: เสรี ชัดเข้ม, ค.ด. 224 หน้า. ปี พ.ศ. 2560.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิด AIG (Automatic Item Generation) ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และระยะที่ 3 การหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยให้นักเรียนที่เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2559 แล้ว จำนวน 30 คน ทดสอบแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ แล้วนำผลการสอบมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient)

ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. สร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบได้ 44 ข้อ จากข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2551-2553 ที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์แล้ว

2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้น สามารถใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ โดยใช้เว็บเบราว์เซอร์ Internet Explorer และพิมพ์ URL 'http://www.aigtest.com' โปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความเหมาะสมในการใช้งานในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

3. ผลการสอบจากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลการสอบจากแบบทดสอบต้นแบบ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน เท่ากับ .96 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

55910383: MAJOR: MEASUREMENT AND TECHNOLOGY IN COGNITIVE SCIENCE;
M.Sc. (MEASUREMENT AND TECHNOLOGY IN COGNITIVE SCIENCE)
KEYWORDS: AUTOMATIC ITEM GENERATION: AIG/ ITEM MODEL/ MATHEMATICS/
COMPUTER SOFTWARE
SASITHORN CHANTHARAMAHA: AUTOMATIC ITEM GENERATION IN
MATHEMATICS ASSESSMENT WITH GRADE SIX STUDENTS USING COMPUTER
SOFTWARE. ADVISORY COMMITTEE: SEREE CHADCHAM, Ph.D. 224 P. 2017.

The objectives of this research were 1) to construct grade 6 mathematics item models, 2) to develop computer software for the automatic generation of Grade 6 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) concept; 2) Development of computer software for the automatic generation of Grade 6 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 6. 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 6 students.
3. A test created from the computer software was positively correlated with the prototype test, $r=0.96$, significant at the .01 level.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	3
สมมติฐานของการวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
ตอนที่ 1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	8
ตอนที่ 2 การทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) และงานวิจัยที่ เกี่ยวข้อง.....	17
ตอนที่ 3 การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบแบบเลือกตอบ แบบทดสอบ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	20
ตอนที่ 4 การสร้างข้อสอบอัตโนมติ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	35
ตอนที่ 5 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างข้อสอบอัตโนมติและงานวิจัย ที่เกี่ยวข้อง.....	54
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	60
ระยะที่ 1 การสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	62
ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	65
ระยะที่ 3 การหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับ ผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6....	75

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	78
ตอนที่ 1 ผลการสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	79
ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	100
ตอนที่ 3 ผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบ กับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	123
5 สรุปและอภิปรายผล	126
สรุปผลการวิจัย	126
อภิปรายผล	127
ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้	129
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป.....	130
บรรณานุกรม.....	131
ภาคผนวก.....	134
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ.....	135
ภาคผนวก ข หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ.....	137
ภาคผนวก ค ผังแบบทดสอบ (Test blueprint).....	139
ภาคผนวก ง โมเดลข้อสอบต้นแบบ.....	162
ภาคผนวก จ แบบประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชา คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	176
ภาคผนวก ฉ แบบประเมินผลการใช้งานโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	180
ภาคผนวก ช คู่มือการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	183
ภาคผนวก ซ ตัวอย่างแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบ อัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	203
ภาคผนวก ฌ หนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล.....	217
ภาคผนวก ญ ตารางการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันจาก โปรแกรม SPSS	219
ภาคผนวก ฎ ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 51 ข้อ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์	221
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	224

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1	11
2-2	25
2-3	42
2-4	56
4-1	79
4-2	80
4-3	81
4-4	82
4-5	84
4-6	116
4-7	117
4-8	118
4-9	118
4-10	119
4-11	120
4-12	120
4-13	121
4-14	121
4-15	123
4-16	125

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย เรื่องการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบ อัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	4
2-1 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวัดผลวิชาคณิตศาสตร์.....	20
2-2 แผนภาพแสดงลำดับขั้นของกระบวนการทางปัญญาตามทฤษฎีของบลูม ฉบับแก้ไข (A Revision of Bloom's Taxonomy).....	23
2-3 โมเดลข้อสอบแสดงการสร้างข้อสอบที่เป็น Isomorphic Instances	37
2-4 โมเดลข้อสอบแสดงการสร้างข้อสอบเป็น Variant Instances.....	38
2-5 โมเดลข้อสอบ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประมาณค่าและการปิดเศษ.....	39
2-6 ตัวอย่างข้อสอบที่สร้างขึ้นจากโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ระดับ Grade 3	40
2-7 ประเภทของโจทย์ในโมเดลข้อสอบ	41
2-8 ประเภทของตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ	41
2-9 โมเดลที่ 1 กรณีโจทย์แบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกแบบสุ่ม (Randomly Selected) และไม่มีข้อมูลเสริม	43
2-10 โมเดลที่ 2 กรณีโจทย์แบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกแบบจำกัด (Constrained) และมีข้อมูลเสริมเป็นรูปภาพ.....	44
2-11 โมเดลที่ 3 กรณีโจทย์แบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกแบบคงที่ (Fixed) และไม่มีข้อมูลเสริม.....	45
2-12 โมเดลที่ 4 กรณีโจทย์แบบไม่อิสระ (Dependent) ตัวเลือกแบบสุ่ม (Randomly Selected) และมีข้อมูลเสริมเป็นรูปภาพ	46
2-13 โมเดลที่ 5 กรณีโจทย์แบบไม่อิสระ (Dependent) ตัวเลือกแบบจำกัด (Constrained) และมีข้อมูลเสริมเป็นรูปภาพ	47
2-14 โมเดลที่ 6 กรณีโจทย์แบบไม่อิสระ (Dependent) ตัวเลือกแบบคงที่ (Fixed) และไม่มีข้อมูลเสริม.....	48
2-15 โมเดลที่ 7 กรณีโจทย์แบบผสม (Mixed) ตัวเลือกแบบสุ่ม (Randomly Selected) และไม่มีข้อมูลเสริม	49
2-16 โมเดลที่ 8 กรณีโจทย์แบบผสม (Mixed) ตัวเลือกแบบจำกัด (Constrained) และมีข้อมูลเสริมเป็นตาราง.....	50
2-17 โมเดลที่ 9 กรณีโจทย์แบบผสม (Mixed) ตัวเลือกแบบคงที่ (Fixed) และไม่มี ข้อมูลเสริม	51
2-18 โมเดลที่ 10 กรณีโจทย์แบบคงที่ (Fixed) ตัวเลือกแบบสุ่ม (Randomly Selected) และไม่มีข้อมูลเสริม	52
2-19 วงจรการพัฒนาาระบบ.....	55
2-20 แบบจำลองน้ำตก.....	58

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3-1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	61
3-2 ขั้นตอนการสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	62
3-3 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	65
3-4 ผังงานการเลือกรูปแบบการใช้งาน.....	67
3-5 ผังงานแสดงการทำงานของโปรแกรม เมื่อเลือกรูปแบบการสร้าง ‘ข้อสอบต้นแบบ’	68
3-6 ผังงานแสดงการตรวจสอบส่วนเพิ่มเติม (Option).....	69
3-7 ผังงานแสดงการตรวจสอบส่วนเพิ่มเติม (Option) ในการสร้างข้อสอบแบบ ‘เลือก ข้อสอบเอง’.....	70
3-8 ผังงานแสดงการสร้างข้อสอบแบบ ‘เลือกข้อสอบเอง’	71
3-9 ผังงานแสดงการทำงานของเมนู ‘ออกรายงาน’	72
3-10 ขั้นตอนการหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับ ผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม.....	75
4-1 การเข้าใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต.....	101
4-2 การลงทะเบียนก่อนเข้าใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	101
4-3 ปุ่มการทำงานต่างๆ บนหน้าจอหลักของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชา คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	102
4-4 หน้าจอ ‘หน้าหลัก’ ของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	102
4-5 หน้าจอ ‘ข้อสอบต้นแบบ’ จำนวน 44 ข้อ ที่นำมาสร้างเป็นโมเดลข้อสอบ ในโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	103
4-6 หน้าจอ ‘ดาวนโหลดเอกสาร’	103
4-7 หน้าจอ ‘สร้างข้อสอบ’	104
4-8 การเลือก ‘ข้อสอบต้นแบบ’ บนหน้าจอ ‘สร้างข้อสอบ’	104
4-9 หน้าจอระหว่างการประมวลผล	105
4-10 หน้าจอเมื่อโปรแกรมสร้างข้อสอบเสร็จ พร้อมรายงานผล.....	105
4-11 ผลการสร้างข้อสอบ.....	106
4-12 กล่องข้อความ ‘เอ็กซ์พอร์ต’	106
4-13 กล่องข้อความ ‘เอ็กซ์พอร์ต’ ขณะเลือกรูปแบบไฟล์.....	107
4-14 กล่องข้อความ ‘เอ็กซ์พอร์ต’ เมื่อเลือกรูปแบบไฟล์ที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว.....	107
4-15 กล่องข้อความให้บันทึกไฟล์.....	108

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-16 กล่องข้อความให้เลือกที่อยู่ที่จะบันทึกไฟล์	108
4-17 ไฟล์ที่เอ็กซ์พอร์ตออกมาแล้ว	109
4-18 หน้าจอ ‘สร้างข้อสอบ’ โดยเลือกข้อสอบเอง	109
4-19 หน้าจอการเลือกหัวข้อสาระการเรียนรู้	110
4-20 ปุ่มควบคุมการเลือกหัวข้อสาระการเรียนรู้ของข้อสอบที่ต้องการสร้าง	110
4-21 หน้าจอให้กำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละสาระการเรียนรู้	111
4-22 หน้าจอเลือกข้อสอบเองแบบเลือกโมเดล	112
4-23 หน้าจอ Option	112
4-24 การขยายรูปภาพรูปเรขาคณิตในข้อสอบที่สร้างขึ้น	113
4-25 การขยายรูปภาพ กราฟ ในข้อสอบที่สร้างขึ้น	113
4-26 ข้อสอบที่มีการแสดงค่าเศษส่วน	114
4-27 หน้าจอ ‘อ้างอิง’	114
4-28 ปกคู่มือการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	115

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันวิทยาการและเทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ กำลังเจริญก้าวหน้าและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่น่าไปสู่การคิดค้นและสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี เศรษฐกิจ และสังคม มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างละเอียดรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และทำให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก คือ หลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งการบูรณาการสิ่งเหล่านี้เข้าด้วยกันจะส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีคุณค่าต่อนักเรียน และช่วยให้การจัดการเรียนการสอนในสถานศึกษาประสบความสำเร็จยิ่งขึ้น

หลักสูตรการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศให้ความสำคัญกับวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก เด็กทุกคนเริ่มเรียนคณิตศาสตร์ตั้งแต่เข้าศึกษาในระบบและเรียนอย่างต่อเนื่องยาวนาน จนกระทั่งเข้ามหาวิทยาลัย สิ่งสำคัญที่เกิดควบคู่กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คือ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งมีความสำคัญ ทั้งในด้านการตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ การตัดสินผลการเรียนรู้ ตามสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เพื่อวินิจฉัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทักษะที่ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ในชีวิตประจำวัน และเพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลและจัดทำข้อมูลสารสนเทศด้านการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ข้อมูลจากการประเมินผลที่ได้ในการสรุปผลการเรียนของผู้เรียน และเป็นข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียนหรือผู้เกี่ยวข้องตามความเหมาะสม รวมทั้งนำข้อมูลไปใช้วางแผนบริหารการจัดการศึกษาของสถานศึกษา

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทุกคน ต้องได้รับการประเมินในช่วงปลายปีการศึกษา ที่เรียกว่า การทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O-NET) โดยใช้แบบทดสอบเติมคำ (Completion test) และแบบทดสอบปรนัย (Objective test) ประเภทเลือกตอบชนิดหลายตัวเลือก เป็นเครื่องมือในการวัดและประเมินผลความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากผลการทดสอบที่ผ่านมาปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทั่วประเทศ ปีการศึกษา 2558 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 43.47 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) สทศ., 2558, หน้า 25)

เอื้อมพร หลินเจริญ, สิริศักดิ์ อาจิวชัย และภริตา จันทร์อินทร์ (2552) ได้ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่ทำให้คะแนน O-NET ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ต่ำกว่าที่ควรจะเป็นว่า เกิดจาก

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้ความสำคัญต่อการสอบน้อย เพราะไม่เห็นความสำคัญของการสอบ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น คุณวุฒิของครูไม่ตรงตามวิชาที่สอน ครูมีภาระงานมาก ซึ่งเห็นได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไม่ได้เกี่ยวข้องกับนักเรียนฝ่ายเดียวเท่านั้น แต่ครูถือได้ว่ามีบทบาทสำคัญในการช่วยเหลือเด็กด้วย จากแนวคิดด้านการวัดและประเมินผลของ หลีกสูตรแกนกลาง พุทธศักราช 2551 ปรากฏว่า หน้าที่สำคัญประการหนึ่งของครูคณิตศาสตร์ คือ การสร้างเครื่องมือสำหรับวัดและประเมินผลตามตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้ เครื่องมือที่นิยมใช้กันมาก คือแบบทดสอบประเภทเลือกตอบชนิดหลายตัวเลือก ซึ่งเป็นปัญหาสำหรับครูที่มีภาระงานมาก เพราะต้องใช้เวลาในการสร้างข้อสอบให้มีคุณภาพ ประกอบกับวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องอาศัยการฝึกฝนบ่อย ๆ จากทฤษฎีฝึกสมอง (Mental Discipline) กล่าวว่า จิต สมอง หรือสติปัญญาสามารถพัฒนาให้ปราดเปรื่องได้โดยการฝึกสมองให้เป็นระเบียบ ฝึกโดยการคิด เรียนรู้ในสิ่งยาก ๆ ซ้ำ ๆ ซึ่งยิ่งยากมากเท่าไร สมองก็จะแข็งแกร่งมากขึ้นเท่านั้น จึงเป็นการพัฒนาสมองโดยให้นักเรียนเข้าใจและฝึกฝนมาก ๆ จนเกิดทักษะและความคงทนในการเรียนรู้ และถ่ายโยงไปใช้ได้อย่างอัตโนมัติ

วิธีการสอนที่นิยมวิธีหนึ่ง คือวิธีสอนแบบนิรนัย (Deductive Method) หมายถึง กระบวนการที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หลักการและสามารถนำหลักการไปใช้ได้ สถานการณ์ที่หลากหลาย โดยขั้นตอนสำคัญหลังจากที่ผู้สอนได้ถ่ายทอดความรู้ ทฤษฎี หลักการต่าง ๆ แล้ว ผู้สอนต้องให้ตัวอย่างสถานการณ์ใหม่ที่หลากหลาย ที่สามารถนำความรู้ที่เรียนไปมาใช้ได้ (ทศนา แคมมณี, 2554, หน้า 22) ซึ่งการที่จะฝึกฝนให้ได้ผลดีนั้น ควรจะมีแบบฝึกที่มีคุณภาพ เป็นแบบฝึกคู่ขนานกัน และมีจำนวนข้อมากเพียงพอในการนำมาใช้งานได้

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสร้างข้อสอบ ที่เรียกว่า การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (Automatic Item Generation: AIG) (Gierl, 2013, p. 23) วิธีการนี้พัฒนาขึ้นมาตั้งแต่ช่วงปลายคริสต์ศักราช 1960 แต่เพิ่งได้รับความสนใจและเริ่มมีความนิยมมากขึ้น การสร้างข้อสอบอัตโนมัติเป็นการสร้างข้อสอบภายใต้แนวคิดของวิศวกรรมการประเมิน (Assessment Engineering: AE) ซึ่งใช้หลักการวิศวกรรมเป็นฐานในการออกแบบและพัฒนา รวมทั้งการวิเคราะห์ การให้คะแนน และการรายงานผลการประเมิน (Gierl, Zhou, & Alves, 2008) ซึ่งกรอบแนวคิดของ AE (AE framework) มี 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 กำหนดโมเดลด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Models) โดยกำหนดขอบเขตเนื้อหาที่จะวัดความรู้ ความสามารถของผู้สอบ และทักษะที่ต้องการประเมินผล ขั้นที่ 2 สร้างโมเดลข้อสอบ (Item Model) โดยกำหนดจากเนื้อหาของข้อสอบ และระดับความยากของข้อสอบ และขั้นที่ 3 สร้างข้อสอบอัตโนมัติ (Automatic Item Generation: AIG) โดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นตัวช่วยในการทำงาน

อย่างไรก็ดี ข้อสอบที่สร้างขึ้นอัตโนมัติ นั้น จะมีคุณภาพเพียงพอที่จะนำไปใช้หรือไม่ ต้องขึ้นอยู่กับคุณภาพของโมเดลข้อสอบ การนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสร้างข้อสอบ จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดภาระงานของครู อีกทั้งช่วยอำนวยความสะดวกในการสร้างข้อสอบ ส่งผลให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพจำนวนมากขึ้นในเวลาที่รวดเร็ว (พิชิตพล ถนอมงาม, 2547)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดของวิศวกรรมการประเมิน (Assessment Engineering: AE) และการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (Automatic Item Generation: AIG) ของ Gierl,

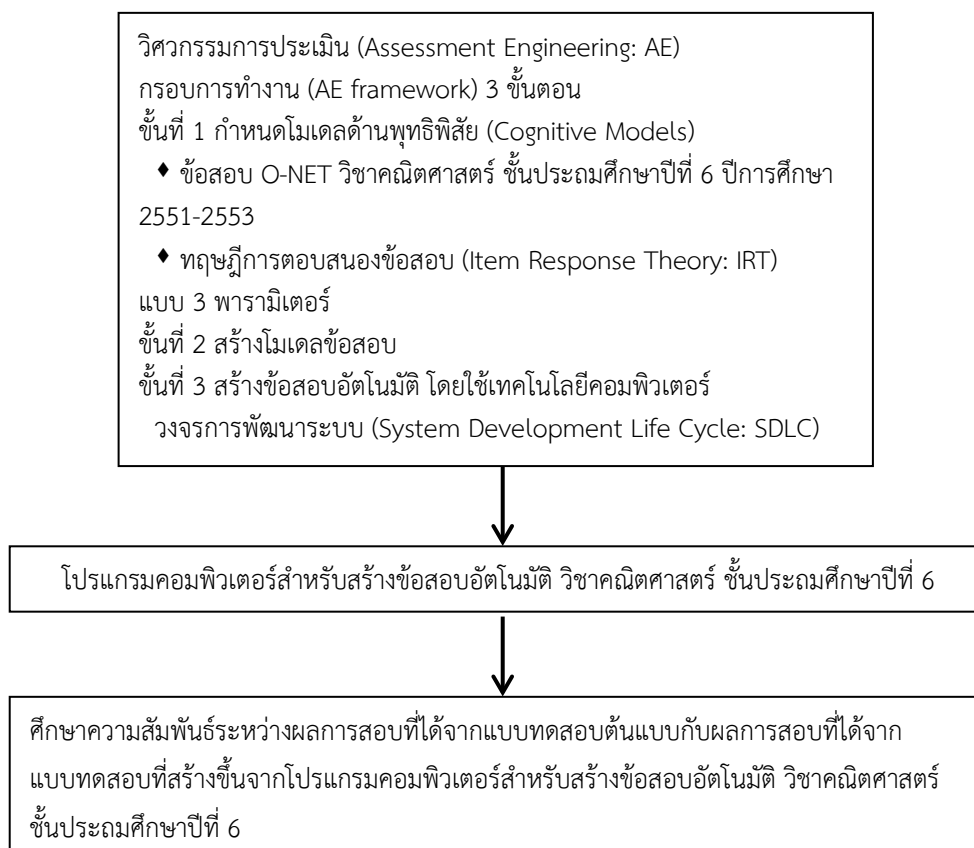
Zhou, and Alves (2008) ซึ่งในงานวิจัยนี้จะไม่ดำเนินการขั้นที่ 1 ของ AE framework เนื่องจากมีข้อสอบต้นแบบที่เป็นข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งผ่านการวิเคราะห์คุณภาพตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) เรียบร้อยแล้ว โดยจะเริ่มดำเนินการในขั้นที่ 2 คือสร้างโมเดลข้อสอบ (Item Model) ซึ่งประกอบไปด้วยโจทย์ (Stem) ตัวเลือก (Options) และข้อมูลเสริม (Auxiliary Information) ในส่วนของโจทย์ เป็นส่วนที่กำหนดบริบทเนื้อหา หรือคำถาม ตัวเลือกประกอบด้วยคำตอบที่เป็นทางเลือกในการตอบ ซึ่งจะมีตัวเลือกที่ถูกต้องหนึ่งข้อ และตัวเลือกอื่นที่ไม่ถูกต้องหรือเป็นตัวลวงนั่นเอง นอกจากนี้ยังมีข้อมูลเสริม ที่ประกอบไปด้วยข้อมูลเพิ่มเติม ทั้งที่อยู่ในโจทย์ หรือตัวเลือก ได้แก่ ข้อความ, ภาพ, ตาราง, และ/ หรือแผนผัง จากนั้นใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ในการสร้างข้อสอบจากโมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้น (Gierl et al., 2008) จากแนวคิดดังกล่าว จะช่วยลดภาระงานของครูในการสร้างข้อสอบ วิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งได้ข้อสอบที่มีคุณภาพจำนวนมากไว้ฝึกฝน ซึ่งจะช่วยให้ทักษะทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนและเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูงต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ผสมแนวคิดของวิศวกรรมการประเมิน (Assessment Engineering: AE) ซึ่งช่วยในการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (Automatic Item Generation: AIG) (Gierl & Haladyna, 2013) เป็นแนวทางในการสร้างข้อสอบคู่ขนานจำนวนมากจากโมเดลข้อสอบ (Item model) ที่มีคุณภาพ ร่วมกับแนวคิดของวงจรการพัฒนาาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) (อรรยา ปรีชาพานิช, 2557) มาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ โดยนำข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2551-2553 ที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ เรียบร้อยแล้ว มาสร้างเป็นข้อสอบต้นแบบ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยดังภาพที่ 1-1



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย เรื่องการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

สมมติฐานของการวิจัย

การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (AIG) สามารถช่วยสร้างข้อสอบได้จำนวนมาก จากโมเดลข้อสอบต้นแบบของแบบทดสอบต้นแบบ ซึ่งแบบทดสอบต้นแบบและแบบทดสอบที่สร้างขึ้น จะมีเนื้อหาที่ใกล้เคียงกัน แตกต่างกันเพียงรายละเอียดของข้อมูลบางส่วน ดังนั้นผู้รับการทดสอบที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบต้นแบบสูง น่าจะได้คะแนนจากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สูงด้วยเช่นกัน

ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานการวิจัย ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อ 3 ดังนี้ ผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. ได้โมเดลข้อสอบสำหรับการสร้างแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สามารถสร้างข้อสอบได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว
3. ได้องค์ความรู้ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบต้นแบบกับแบบทดสอบที่สร้างขึ้น จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
4. เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบในวิชาอื่น ๆ หรือในระดับการศึกษาอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ปีพ.ศ. 2551-2553 ซึ่งได้มาจากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ข้อสอบที่นำมาใช้ทุกข้อผ่านการวิเคราะห์ ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) แล้ว การวิจัยนี้มีขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบต้นแบบกับแบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นนักเรียนที่เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2559 แล้ว จากโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชวบียงเขต 1
2. เนื้อหา เป็นข้อสอบวัดความรู้วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประเภทเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก โดยมีเนื้อหาตรงตามหลักสูตรแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
3. ตัวแปรที่ศึกษา
 - 3.1 ผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นฉบับ (หน่วยวัดเป็นคะแนน)
 - 3.2 ผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (หน่วยวัดเป็นคะแนน)

นิยามศัพท์เฉพาะ

ข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ (Mathematics Test Items) หมายถึง ข้อคำถามที่วัดความรู้ และทักษะ ในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ข้อสอบต้นแบบ (The Primary Test Items) หมายถึง ข้อคำถามที่สร้างขึ้น และผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบรายข้อตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) แล้ว เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการสร้างโมเดลข้อสอบ (Item Model)

โมเดลข้อสอบ (Item Model) หมายถึง รูปแบบของข้อสอบที่แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ สำหรับการสร้างข้อสอบชุดใหม่ ซึ่งมีองค์ประกอบทั้งส่วนคงที่ และส่วนที่เป็นค่าแปรเปลี่ยน โมเดลข้อสอบประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

1) ข้อคำถาม (Stem) เป็นส่วนของข้อคำถามที่เป็นบริบทสำหรับข้อสอบหรือปัญหาที่ผู้สอบจะต้องตอบ

2) ตัวเลือก (Options) เป็นชุดของทางเลือกที่นำเสนอ ซึ่งประกอบด้วย คำตอบที่ถูกต้อง (Key) และคำตอบที่เป็นตัวลวง (Distractors)

3) ข้อมูลเสริม (Auxiliary information) เป็นเนื้อหาเพิ่มเติมซึ่งอาจมีหรือไม่มีก็ได้ ประกอบอยู่ในข้อคำถาม และ/ หรือ ในตัวเลือก เช่น ตาราง รูปภาพ แผนภาพ เสียง วิดีโอ

พารามิเตอร์ของข้อสอบ (Item Parameters) หมายถึง ดัชนีที่บ่งชี้คุณภาพของข้อสอบ ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ประกอบด้วย พารามิเตอร์ความยาก (Difficulty Parameters) พารามิเตอร์อำนาจจำแนก (Discrimination Parameters) และพารามิเตอร์การเดา (Guessing Parameters)

คุณภาพของข้อสอบรายข้อ (Item Quality) หมายถึง ลักษณะเฉพาะของข้อคำถาม แต่ละข้อ ในด้านของความยาก (Difficulty) และอำนาจการจำแนก (Discrimination) ที่วิเคราะห์ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory: CTT)

คุณภาพของแบบทดสอบ (Test Quality) หมายถึง ลักษณะเฉพาะของแบบทดสอบในด้านความตรง (Validity) และความเที่ยง (Reliability)

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer program) หมายถึง ชุดคำสั่งที่เขียนด้วยภาษา Visual Basic.NET โดยใช้ ซอฟต์แวร์ วิชาลสตูดิโอ 2010 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ประสิทธิผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Effectiveness of Computer Programs) หมายถึง ความสามารถในการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม ความถูกต้องในการใช้งาน ความสะดวกในการใช้โปรแกรม และ ความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม

ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม (General Characteristics of the Program) หมายถึง รูปลักษณะการออกแบบโปรแกรม ขนาดตัวอักษร ประเภทตัวอักษร การจัดวาง และการใช้สีสันทันที่เหมาะสม

ความถูกต้องในการทำงานของโปรแกรม (The Accuracy of the Functions) หมายถึง ความแม่นยำในการทำตามคำสั่งของโปรแกรม ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องเหมาะสม และมีกลไกการป้องกันความผิดพลาด

ความสะดวกในการใช้งาน (Ease of Usability) หมายถึง ความคล่องตัวในการใช้งานโปรแกรม ซึ่งรวมถึงการเข้าถึงโปรแกรม ปุ่มการดำเนินการต่าง ๆ ที่มีลักษณะที่เป็นมิตรกับผู้ใช้งาน (User Friendly)

ความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม (The Clarity of the Manual) หมายถึง ความชัดเจนในการอธิบายและการใช้ภาษาของคู่มือการใช้โปรแกรม ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจการใช้โปรแกรมได้ดี

ผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบ (Test Results Obtained from the Prototype Test) หมายถึง คะแนนสอบที่นักเรียนที่เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แล้ว ทำได้จากแบบทดสอบต้นแบบ

ผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (The Test Results Obtained from the Constructed Test) หมายถึง คะแนนสอบที่นักเรียนที่เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แล้ว ทำได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

นักเรียนที่เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แล้ว (Completed Grade Six Students) หมายถึง นักเรียนที่สำเร็จการศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระยอง เขต 1 จำนวน 30 คน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งการนำเสนอเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 2 การทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 3 การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบแบบเลือกตอบ แบบทดสอบ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 4 การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 5 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างข้อสอบอัตโนมัติ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ระบุรายละเอียดต่าง ๆ ไว้ดังนี้

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

1. จำนวนและการดำเนินการ เกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

2. การวัด เกี่ยวข้องกับการวัดความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงิน และเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

3. เรขาคณิต ประกอบด้วยความรู้ด้านรูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)

4. พีชคณิต เป็นความรู้ด้านแบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต และการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

5. การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ประกอบด้วยการกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

6. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์

ระหว่างดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิยามภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้นจะต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ได้แก่ การทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ในด้านการวัดและประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการ สามารถประเมินในระหว่างการเรียนรู้การสอน หรือประเมินไปพร้อมกับการประเมินด้านความรู้ได้

คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. มีความรู้ความเข้าใจและความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับและศูนย์ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง ร้อยละ การดำเนินการของจำนวน สมบัติเกี่ยวกับจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง และร้อยละ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ สามารถหาค่าประมาณของจำนวนนับและทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่งได้

2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร ความจุ เวลา เงิน ทิศ แผนที่ และขนาดของมุม สามารถวัดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด มุม และเส้นขนาน

4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูปและอธิบายความสัมพันธ์ได้ แก้ปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป สามารถวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหาพร้อมทั้งเขียนให้อยู่ในรูปของสมการเชิงเส้นที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัวและแก้สมการนั้นได้

5. รวบรวมข้อมูล อภิปรายประเด็นต่าง ๆ จากแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ แผนภูมิรูปวงกลม กราฟเส้น และตาราง และนำเสนอข้อมูลในรูปของแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้น ใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นเบื้องต้นในการคาดคะเนการเกิดขึ้นของเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้

6. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย

และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางคณิตศาสตร์

ในการประเมินความรู้ความเข้าใจทางด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นั้น ได้มีการกำหนดตัวชี้วัด ตามมาตรฐานการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 1 จำนวนและ การดำเนินการ	มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความ หลากหลายของ การแสดงจำนวน และการใช้จำนวนใน ชีวิตจริง	1. เขียนและอ่าน ทศนิยมไม่เกินสาม ตำแหน่ง 2. เปรียบเทียบและ เรียงลำดับเศษส่วน และทศนิยมไม่เกิน สามตำแหน่ง 3. เขียนทศนิยมในรูป เศษส่วน และเขียน เศษส่วนในรูป ทศนิยม	- ความหมาย การอ่าน และ การเขียนทศนิยมสามตำแหน่ง - หลัก ค่าประจำหลัก และค่าของ เลขโดดในแต่ละหลักของทศนิยม สามตำแหน่ง - การเขียนทศนิยมในรูปกระจาย - การเปรียบเทียบและเรียงลำดับ ทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง - การเปรียบเทียบและเรียงลำดับ เศษส่วน - การเขียนทศนิยมไม่เกินสาม ตำแหน่งในรูปเศษส่วน - การเขียนเศษส่วนที่ตัวส่วนเป็นตัว ประกอบของ 10, 100, 1,000 ใน รูปทศนิยม

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 1 จำนวนและ การดำเนินการ	มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้น จากการดำเนินการ ของจำนวนและ ความสัมพันธ์ ระหว่างการดำเนินการ ต่าง ๆ และใช้ การดำเนินการ ในการแก้ปัญหา	1. บวก ลบ คูณ หาร และ บวก ลบ คูณ หาร ระคนของเศษส่วน จำนวนคละ และ ทศนิยม พร้อมทั้ง ตระหนักถึงความ สมเหตุสมผลของ คำตอบ	- การบวก การลบ การคูณ การหาร เศษส่วน - การบวก การลบ การคูณ การหาร จำนวนคละ - การบวก ลบ คูณ หารระคนของ เศษส่วนและจำนวนคละ - การบวก การลบ การคูณ การหาร ทศนิยมที่มีผลลัพธ์ เป็นทศนิยมไม่ เกินสามตำแหน่ง - การบวก ลบ คูณ หารระคนของ ทศนิยมที่มีผลลัพธ์เป็นทศนิยมไม่ เกินสามตำแหน่ง - โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร และการบวก ลบ คูณ หารระคนของจำนวนนับ - การสร้างโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร และ การบวก ลบ คูณ หารระคนของ จำนวนนับ - โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร และการบวก ลบ คูณ หารระคนของเศษส่วน - โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร และการบวก ลบ คูณ หารระคนของทศนิยม - การสร้างโจทย์ปัญหาการคูณ การหาร และการคูณ หาร ระคนของทศนิยม - โจทย์ปัญหาร้อยละในสถานการณ์ ต่าง ๆ รวมถึงโจทย์ปัญหาร้อยละ เกี่ยวกับการหาค่าไร ขาดทุน การ ลดราคา การหาราคาขาย การหา ราคาทุน และดอกเบี้ย
		2. วิเคราะห์และแสดงวิธี หาคำตอบของ โจทย์ ปัญหาและโจทย์ ปัญหาระคนของ จำนวนนับ เศษส่วน จำนวนคละ ทศนิยม และร้อยละ พร้อมทั้ง ตระหนักถึงความ สมเหตุสมผลของ คำตอบ และสร้าง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ จำนวนนับได้	

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 1 จำนวนและ การดำเนินการ การดำเนินการ	มาตรฐาน ค 1.3 ใช้ การประมาณค่าใน การคำนวณและ แก้ปัญหา	1. บอกค่าประมาณ ใกล้เคียงจำนวนเต็ม หลักต่าง ๆ ของ จำนวนนับ และ นำไปใช้ได้	- ค่าประมาณใกล้เคียงเป็นจำนวน เต็มหมื่น เต็มแสน และเต็มล้าน
	มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวน และนำเสนอสมบัติ เกี่ยวกับจำนวนไป ใช้	2. บอกค่าประมาณของ ทศนิยมไม่เกินสาม ตำแหน่ง	- ค่าประมาณใกล้เคียงทศนิยมหนึ่ง ตำแหน่ง และสองตำแหน่ง
สาระที่ 2 การวัด	มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐาน เกี่ยวกับการวัด วัด และคาดคะเนขนาด ของสิ่งที่ต้องการวัด	1. ใช้สมบัติการสลับที่ สมบัติการเปลี่ยนหมู่ และสมบัติการแจก แจงในการคิด คำนวณ	- การบวก การคูณ - การบวก ลบ คูณ หารระคน
		2. หา ห.ร.ม. และ ค.ร.น. ของจำนวน นับ	- ตัวประกอบ จำนวนเฉพาะ และ ตัวประกอบเฉพาะ - การหา ห.ร.ม. - การหา ค.ร.น.
		1. อธิบายเส้นทางหรือ บอกตำแหน่งของสิ่ง ต่าง ๆ โดยระบุ ทิศทาง และระยะ ทางจริงจากรูปภาพ แผนที่ และ แผนที่	- ทิศ - การบอกตำแหน่งโดยใช้ทิศ - มาตราส่วน - การอ่านแผนผัง
		2. หาพื้นที่ของรูป สี่เหลี่ยม	- การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมโดยใช้ ความยาวของด้าน - การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมโดยใช้ สมบัติของเส้นทแยงมุม
		3. หาความยาวรอบรูป และพื้นที่ของรูป วงกลม	- การหาความยาวรอบรูปวงกลมหรือ ความยาวรอบวง - การหาพื้นที่ของรูปวงกลม

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 2 การวัด	มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับ การวัด	1. แก้ปัญหาเกี่ยวกับ พื้นที่ ความยาวรอบ รูปของรูปสี่เหลี่ยม และรูปวงกลม 2. แก้ปัญหาเกี่ยวกับ ปริมาตรและความจุ ของทรงสี่เหลี่ยมมุม ฉาก 3. เขียนแผนผังแสดง ตำแหน่งของสิ่ง ต่าง ๆ และแผนผัง แสดงเส้นทาง การเดินทาง	- การคาดคะเนพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาว รอบรูปและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาว รอบรูปและพื้นที่ของรูปวงกลม - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรหรือ ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก - การเขียนแผนผังแสดงสิ่งต่าง ๆ - การเขียนแผนผังแสดงเส้นทาง การเดินทาง - การเขียนแผนผังโดยสังเขป
สาระที่ 3 เรขาคณิต	มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและ วิเคราะห์รูป เรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ	1. บอกชนิดของรูป เรขาคณิตสองมิติที่ เป็นส่วนประกอบ ของรูปเรขาคณิตสาม มิติ 2. บอกสมบัติของเส้น ทแยงมุมของรูป สี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ 3. บอกได้ว่าเส้นตรงคู่ใด ขนานกัน	- ส่วนประกอบของรูปเรขาคณิต สามมิติ (ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรง กลมทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด) - สมบัติของเส้นทแยงมุมของรูป สี่เหลี่ยม - การพิจารณาเส้นขนานโดยอาศัย มุมแย้ง - การพิจารณาเส้นขนานโดยอาศัย ผลบวกของขนาดของมุมภายในที่ อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดเป็น 180 องศา

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 3 เรขาคณิต	มาตรฐาน ค 3.2 ใช้ การนิกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับ ปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้ แบบจำลองทาง เรขาคณิต (Geometric Model) ใน การแก้ปัญหา	1. ประดิษฐ์ทรงสี่เหลี่ยม มุมฉากทรงกระบอก กรวย ปริซึม และ พีระมิต จากรูปคลี่ หรือรูปเรขาคณิต สองมิติที่กำหนดให้ 2. สร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิด ต่าง ๆ	- รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ (ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกลม ทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิต) - การประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติ - การสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนด ความยาวของด้านและขนาดของ มุม หรือเมื่อกำหนดความยาวของ เส้นทแยงมุม
สาระที่ 4 พีชคณิต	มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์ แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และ ฟังก์ชัน มาตรฐาน ค 4.2 ใช้ นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และ ตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์ (Mathematical Model) อื่น ๆ แทน สถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปล ความหมายและ นำไปใช้แก้ปัญหา	1. แก้ปัญหาเกี่ยวกับ แบบรูป 1. เขียนสมการจาก สถานการณ์หรือ ปัญหา และ แก้สมการพร้อมทั้ง ตรวจคำตอบ	- ปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป - สมการเชิงเส้นที่มีตัวไม่ทราบค่า หนึ่งตัว - การแก้สมการโดยใช้สมบัติของ การเท่ากันเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ หรือการหาร - การแก้โจทย์ปัญหาด้วยสมการ

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 5 การวิเคราะห์ ข้อมูลและ ความน่าจะเป็น	มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการ ทางสถิติใน การวิเคราะห์ข้อมูล	1. อ่านข้อมูลจากกราฟ เส้น และแผนภูมิรูป วงกลม 2. เขียนแผนภูมิแท่ง เปรียบเทียบและ กราฟเส้น	- การอ่านกราฟเส้น และแผนภูมิ รูปวงกลม - การเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้น
	มาตรฐาน ค 5.2 ใช้ วิธีการทางสถิติและ ความรู้เกี่ยวกับ ความน่าจะเป็นใน การคาดการณ์ได้ อย่างสมเหตุสมผล	1. อธิบายเหตุการณ์โดย ใช้คำที่มีความหมาย เช่นเดียวกับคำว่า เกิดขึ้นอย่างแน่นอน อาจจะเกิดขึ้นหรือไม่ ก็ได้ ไม่เกิดขึ้นอย่าง แน่นอน	- การคาดคะเนเกี่ยวกับการเกิดขึ้น ของเหตุการณ์ต่าง ๆ
สาระที่ 6 ทักษะและ กระบวนการ ทาง คณิตศาสตร์	มาตรฐาน ค 6.1 มี ความสามารถใน การแก้ปัญหา การ ให้เหตุผล การ สื่อสาร การสื่อ ความหมายทาง คณิตศาสตร์ และ การนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ ต่าง ๆ ทาง คณิตศาสตร์และ เชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิด ริเริ่มสร้างสรรค์	1. ใช้วิธีการที่หลากหลาย หลายแก้ปัญหา 2. ใช้ความรู้ ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์และ เทคโนโลยีในการ แก้ปัญหาใน สถานการณ์ต่าง ๆ ได้ อย่างเหมาะสม 3. ให้เหตุผล ประกอบการ ตัดสินใจ และสรุปผล ได้อย่างเหมาะสม 4. ใช้ภาษาและ สัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ใน การสื่อสาร การสื่อ ความหมาย และ การนำเสนอได้อย่าง ถูกต้อง	ทุกสาระ

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 6 ทักษะและ กระบวนการ ทาง คณิตศาสตร์	มาตรฐาน ค 6.1 มี ความสามารถใน การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อ ความหมายทาง คณิตศาสตร์ และ การนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ ต่าง ๆ ทาง คณิตศาสตร์และ เชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่น ๆ และ มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	และเหมาะสม 5. เชื่อมโยงความรู้ ต่าง ๆ ใน คณิตศาสตร์และ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่น ๆ 6. มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	ทุกสาระ

ตอนที่ 2 การทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O-NET) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O-NET) เป็นการทดสอบเพื่อวัดความรู้และความคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประเมินตามมาตรฐานการเรียนรู้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จำนวน 51 มาตรฐานการเรียนรู้ ครอบคลุม 5 กลุ่มสาระ การเรียนรู้ ได้แก่ 1) ภาษาไทย 2) คณิตศาสตร์ 3) วิทยาศาสตร์ 4) สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม และ 5) ภาษาอังกฤษ ซึ่ง O-NET มีวัตถุประสงค์สำคัญ 5 ประการ ได้แก่ 1) เพื่อทดสอบความรู้และความคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 2) เพื่อนำผลการทดสอบไปใช้เป็นองค์ประกอบหนึ่งในการจบการศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 3) เพื่อนำผลการทดสอบไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพ การเรียนการสอนของโรงเรียน 4) เพื่อนำผลการทดสอบไปใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชาติ และ 5) เพื่อนำผลการทดสอบไปใช้ในวัตถุประสงค์อื่น

การจัดสอบดำเนินการโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ สทศ. ซึ่งจัดให้มีการสอบปีการศึกษาละ 1 ครั้ง ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ การจัดสอบในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นการจัดสอบเพื่อประเมินผลตามมาตรฐานการเรียนรู้ในหลักสูตรแกนกลาง

การศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ส่วนการจัดสอบในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นการจัดสอบเพื่อประเมินผลตามมาตรฐานการเรียนรู้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 มีจำนวนทั้งสิ้น 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ประกอบด้วย 1) ภาษาไทย 2) คณิตศาสตร์ 3) วิทยาศาสตร์ 4) สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม 5) ภาษาต่างประเทศ 6) สุขศึกษาและพลศึกษา 7) ศิลปะ 8) การงานพื้นฐานอาชีพและเทคโนโลยี (สำนักทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2555, หน้า 35)

การทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน ดำเนินการตามมาตรฐานการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ 5 มาตรฐาน ดังนี้ (สำนักทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2557, หน้า 35)

1. มาตรฐานด้านการบริหารการทดสอบ มีวัตถุประสงค์เพื่อประกันคุณภาพว่าระบบการบริหารการทดสอบมีความโปร่งใส ยุติธรรมซึ่งเป็นที่ยอมรับ และเชื่อถือได้ในระดับชาติ และสากล
2. มาตรฐานด้านบุคลากรการทดสอบ มีวัตถุประสงค์เพื่อประกันคุณภาพของบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบ ซึ่งจะต้องมีคุณภาพ และเชี่ยวชาญกับงานด้านการทดสอบ
3. มาตรฐานด้านการพัฒนาแบบทดสอบ มีวัตถุประสงค์เพื่อประกันคุณภาพของแบบทดสอบว่ามีการสร้างแบบทดสอบขึ้นอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนการดำเนินงานที่ชัดเจนเชื่อถือได้
4. มาตรฐานด้านการพิมพ์ข้อสอบ ได้แก่ การตรวจข้อสอบ การให้คะแนน และการประมวลผล เป็นมาตรฐานเพื่อประกันคุณภาพว่าระบบพิมพ์ข้อสอบรวมถึงกระดาษคำตอบมีการควบคุม และกำกับดำเนินงานอย่างมีระบบ และขั้นตอนที่ชัดเจนมีความปลอดภัยด้านการเก็บรักษาความลับอย่างรัดกุม และมีกระบวนการตรวจให้คะแนนที่ถูกต้อง รวมถึงสามารถตรวจสอบข้อผิดพลาด และรายงานผลการทดสอบได้อย่างมีระบบ
5. มาตรฐานด้านการรายงานผล และนำผลการทดสอบไปใช้ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการรายงานผลว่าเป็นไปอย่างถูกต้อง และยุติธรรมหรือไม่

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET)

นุภาพรณ ปลื้มใจ, ปิยะทิพย์ ตินวร และโสฬส สุขานนท์สวัสดิ์ (2558) ได้พัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบ O-NET ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ โดยจัดทำเป็น Web Application มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) วิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ O-NET ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ จำนวน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ 2) จัดทำคลังข้อสอบ O-NET จำนวน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ 3) พัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ และ 4) ประเมินความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โดยทำการทดสอบบนเว็บไซต์ (www.onetcat.net/onetM6) กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 61 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า 1. ข้อสอบ O-NET ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกจำนวน 1,197 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเฉลี่ย เท่ากับ 1.3693 ค่าความยากของข้อสอบเฉลี่ย เท่ากับ 0.8624 และค่าการเดาของข้อสอบเฉลี่ย เท่ากับ 0.2024 แสดงให้เห็นว่าข้อสอบที่อยู่ในคลังข้อสอบ O-NET

ค่อนข้างยาก 2. คลังข้อสอบ O-NET ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถบรรจุข้อสอบแบบหลายตัวเลือก ชนิด 4 ตัวเลือก ได้ไม่จำกัดขึ้นอยู่กับขนาดของ Server 3. โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบ O-NET ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความถูกต้องและปลอดภัยในการใช้งาน เป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญ และนักเรียนที่ทดลองใช้โปรแกรมประเมินว่า มีความสะดวกในการนำไปใช้งาน

สุชาติดา กรเพชรปาณี, ปิยะทิพย์ ดินวร และโสฬส สุขานนท์สวัสดิ์ (2559) ได้จัดทำคลังข้อสอบ O-NET และพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดสอบ O-NET ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระดับชั้นละ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ การจัดทำคลังข้อสอบใช้ฐานข้อมูล MySQL และคัดเลือกข้อสอบ O-NET ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ระหว่างปี พ.ศ. 2551-2553 ที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 258 ข้อ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 469 ข้อ และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1,197 ข้อ โดยข้อสอบในคลังข้อสอบ O-NET อยู่ในระดับค่อนข้างยาก การพัฒนาโปรแกรมจัดทำในรูปแบบของ Web Application โดยใช้ภาษา PHP พัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ตามแนวคิดของ Thompson and Weiss (2011)

Muninsakorn, Tinnaworn, and Sukhanonsawat (2015) ได้พัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบ O-NET ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ O-NET ตามหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ และคัดเลือกข้อสอบตามเกณฑ์ของ Urry เพื่อจัดทำคลังข้อสอบ O-NET ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้และพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบ O-NET ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากนั้นนำไปทดลองใช้และมีการประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรม โดยจากผลงานวิจัยปรากฏว่า ข้อสอบ O-NET ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าความยากของข้อสอบ (b) ในระดับค่อนข้างยาก คลังข้อสอบ O-NET ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 บรรจุข้อสอบแบบหลายตัวเลือก (Multiple Choice) ชนิด 4 ตัวเลือก ได้โดยไม่จำกัด ขึ้นอยู่กับขนาดของ Server ซึ่งมีข้อสอบจำนวน 258 ข้อ ที่ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามโมเดลโลจิส แบบ 3 พารามิเตอร์ใน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้และจากการประเมินความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบ O-NET ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปรากฏว่า มีค่าความเหมาะสมของโปรแกรมในระดับมากที่สุด ไม่มีปัญหาด้านการนำไปใช้ และเป็นที่ยอมรับของผู้ทดลองใช้โปรแกรม

จากการทบทวนงานวิจัยพบว่า ในปัจจุบันผลคะแนนการสอบ O-NET มีความสำคัญต่อระบบการศึกษา ซึ่งมีการวิจัย พัฒนาระบบการทดสอบให้มีคุณภาพอย่างต่อเนื่อง รวมไปถึงการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการบริหารการทดสอบ เช่น การจัดทำคลังข้อสอบที่มีคุณภาพ และ การจัดการทดสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

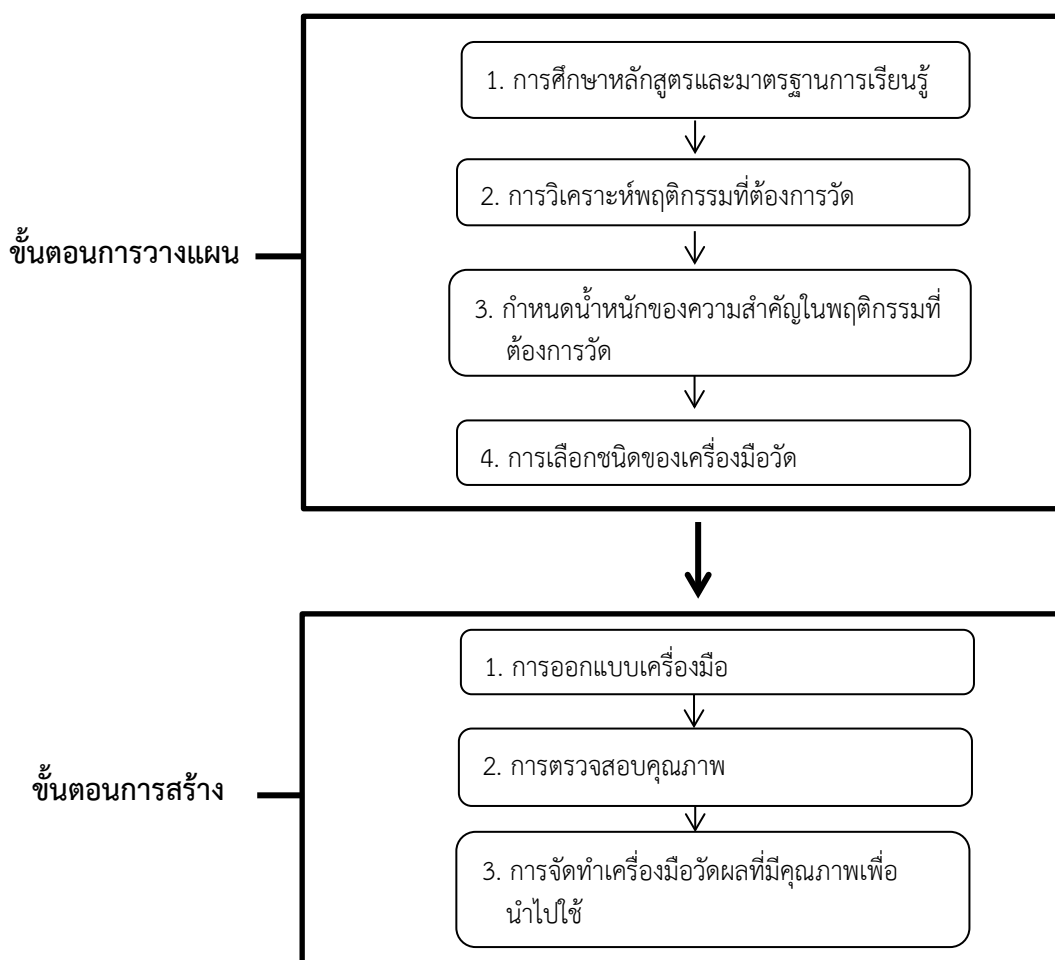
ตอนที่ 3 การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบแบบเลือกตอบ แบบทดสอบ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลประเมินผลที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เพื่อวัดและประเมินผล การเรียนรู้ผู้เรียนเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มในทุกรายวิชา ทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ และทุกระดับชั้น แบบทดสอบแต่ละฉบับประกอบด้วยชุดของข้อสอบจำนวนหลายข้อ เพื่อให้ใช้วัดและประเมินผู้เรียน ได้ครอบคลุมกับสิ่งที่ต้องการ โดยรูปแบบของข้อสอบมีอยู่หลากหลาย และควรเป็นข้อสอบที่มี คุณภาพ เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ในการวัดและประเมินผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในงานวิจัยนี้ จะกล่าวถึงการสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์ และการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ และแบบทดสอบ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

การสร้างข้อสอบ

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวัดผล วิชาคณิตศาสตร์

การสร้างเครื่องมือวัดผลวิชาคณิตศาสตร์มีขั้นตอนที่สำคัญ 2 ขั้นตอน แสดงไว้ดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวัดผลวิชาคณิตศาสตร์

จากภาพที่ 2-1 แสดงขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวัดผลวิชาคณิตศาสตร์ มี 2 ขั้นตอน ดังนี้
ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการวางแผน

การวางแผนสร้างเครื่องมือในการวัดและประเมินผลเป็นขั้นตอนแรกและมีความสำคัญมาก เนื่องจากการวางแผนที่ดีจะช่วยให้สร้างเครื่องมือที่มีเนื้อหาสาระและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่เหมาะสมและอยู่ในกรอบของมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรซึ่งจะส่งผลให้เครื่องมือที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ ขั้นตอนในการวางแผนสร้างเครื่องมือวัดผลประเมินผลมีดังนี้

1. การศึกษาหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้

การศึกษาหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วยให้สามารถกำหนดกรอบแนวคิดของเนื้อหาสาระและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่เหมาะสมในแต่ละระดับชั้น เนื่องจากเนื้อหาสาระที่ปรากฏในมาตรฐานการเรียนรู้จะมุ่งเน้นการวัดระดับความรู้ ความคิด การแก้ปัญหา หรือการประยุกต์ใช้ที่แตกต่างกัน

2. วิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัด

การวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัดสามารถพิจารณาได้โดยตรงจากมาตรฐานการเรียนรู้ เนื่องจากมาตรฐานการเรียนรู้จะประกอบด้วยกรอบเนื้อหาสาระโดยทั่วไป ระดับพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ ประกอบด้วยความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ รวมทั้งสามารถประเมินสมรรถภาพ และทักษะการคิดไปพร้อมกันได้ด้วย

3. การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด

การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด เป็นขั้นตอนที่ต้องทำก่อนลงมือสร้างเครื่องมือวัดผลประเมินผล เพื่อเป็นการกำหนดความสำคัญของเนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ เนื่องจากเนื้อหาในสาระการเรียนรู้ของแต่ละระดับชั้นมีความแตกต่างกัน และพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละมาตรฐานการเรียนรู้และในแต่ละระดับชั้นมีความสำคัญไม่เท่ากัน เช่น ในบางระดับชั้นอาจมุ่งเน้นพฤติกรรมด้านความเข้าใจ และการนำไปใช้ ในขณะที่บางระดับชั้นที่สูงขึ้นอาจให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

4. การเลือกชนิดของเครื่องมือการวัด

เครื่องมือวัดผลประเมินผลมีอยู่หลากหลาย การที่จะเลือกใช้เครื่องมือลักษณะใดนั้น ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ระดับของผู้เรียน ผู้ประเมิน การนำไปใช้เป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม ตัวอย่างของเครื่องมือวัดผลประเมินผล เช่น แบบทดสอบ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ แบบสัมภาษณ์ แบบบันทึกของผู้เรียน แบบวัดภาคปฏิบัติ โครงการคณิตศาสตร์ และแฟ้มสะสมงาน การเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมจะช่วยให้วัดในสิ่งที่ต้องการได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง ซึ่งจะทำให้ผลการประเมินที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการสร้าง

หลังจากได้วางแผนการสร้างเครื่องมือแล้ว ขั้นตอนถัดไปเป็นการสร้างหรือจัดทำเครื่องมือลักษณะต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ รวมทั้งการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ และปรับปรุงเครื่องมือให้มีคุณภาพ ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การออกแบบเครื่องมือ

การสร้างเครื่องมือจะเริ่มด้วยการสร้างเครื่องมือฉบับร่าง เป็นการออกแบบเครื่องมือที่ใช้วัดพฤติกรรมของผู้เรียน และการออกแบบการตรวจและประเมินพฤติกรรม รวมทั้งการกำหนดเกณฑ์การประเมิน การให้คะแนน การออกแบบแบบบันทึกคะแนน การกำหนดวิธีการแปลความหมายคะแนนตามที่ได้วางแผนไว้แล้ว

การสร้างเครื่องมือที่มีคุณภาพและเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการ จำเป็นต้องบันทึกข้อมูลในการสร้างเพื่อการตรวจสอบความถูกต้องและอ้างอิง ซึ่งมีประเด็นสำคัญ ได้แก่ 1) ระดับชั้น 2) สารการเรียนรู้ 3) มาตรฐานการเรียนรู้ 4) ตัวชี้วัด 5) พฤติกรรมที่วัด 6) คำถามหรือเครื่องมือวัด 7) คำตอบที่ถูกต้องหรือแนวการตอบ และ 8) เกณฑ์การให้คะแนนหรือแนวทางการประเมิน

2. การตรวจสอบคุณภาพ

หลังจากที่ได้เครื่องมือฉบับร่าง ควรมีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในเบื้องต้นตามประเด็นที่ทำบันทึกไว้ และถ้าต้องการให้เครื่องมือมีความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น จำเป็นต้องมีการนำเครื่องมือไปทดลองใช้ก่อน โดยเลือกกลุ่มผู้เรียนที่เป็นตัวแทนที่ดีของกลุ่มที่ใช้จริง ซึ่งคุณภาพของเครื่องมือมีหลายประการ เช่น ความตรง (Validity) ความเที่ยง (Reliability) ความยาก (Difficulty) อำนาจจำแนก (Discrimination)

3. การจัดทำเครื่องมือวัดผลประเมินผลที่มีคุณภาพเพื่อนำไปใช้

หลังจากมีการหาคุณภาพของเครื่องมือ นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงเครื่องมือให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ ยังต้องให้ความสำคัญกับปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องในการวัด เช่น ความชัดเจนของคำชี้แจงหรือคำสั่ง การกำหนดเวลาในการตอบ เป็นต้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

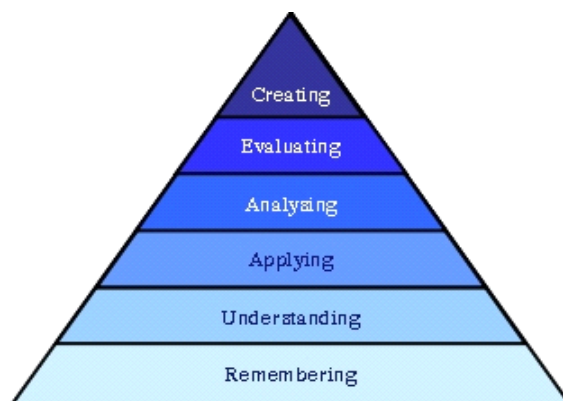
ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choices: MC)

ข้อสอบแบบเลือกตอบเป็นเครื่องมือวัดผล ซึ่งเป็นที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลาย เหมาะสำหรับการประเมินด้านพุทธิพิสัยหรือความรู้ (Cognitive Domain) ของผู้เรียน มีความเป็นปรนัย (Objectivity) สูง กล่าวคือ สามารถให้คะแนนได้ใกล้เคียงหรือเหมือนกัน แม้ว่าผู้ประเมินจะต่างคนกัน นอกจากนี้ยังสามารถบริหารจัดการสอบได้ง่าย เหมาะกับผู้เรียนจำนวนมาก

ข้อสอบแบบเลือกตอบมีลักษณะที่สำคัญคือ

1. ข้อสอบแบบเลือกตอบใช้วัดผลด้านความรู้เป็นหลัก

ในการวัดผลด้านความรู้ สามารถวัดได้หลายระดับตามการจำแนกระดับความรู้ตามทฤษฎีของบลูม (Bloom, 1956, pp. 125-127) ดังภาพที่ 2-2 เป็นการดัดแปลงมาจาก ทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูมฉบับแก้ไข (A Revision of Bloom's Taxonomy) (Anderson & Krathwohl, 2001, pp. 56-57) ได้แก่ การจำ การเข้าใจ การประยุกต์ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า และการคิดสร้างสรรค์ หรืออาจดัดแปลงง่าย ๆ เป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 ความจำ (Factual Knowledge หรือ Recall) ระดับที่ 2 ความเข้าใจและการแปลผล (Comprehension and Interpretation) และระดับที่ 3 การแก้ปัญหา (Problem-solving)



ภาพที่ 2-2 แผนภาพแสดงลำดับชั้นของกระบวนการทางปัญญาตามทฤษฎีของบลูม ฉบับแก้ไข
(A Revision of Bloom's Taxonomy) (Anderson & Krathwohl, 2001, pp. 56-57)

การสร้างแบบทดสอบรวม (Summative Test) เป็นเครื่องมือวัดความรู้สรุปรวม ผู้สอนใช้แบบทดสอบนี้เพื่อวัดความรู้ผู้เรียนหลังจากเรียนเนื้อหาจบไปแล้วหลายบทเรียน เช่น แบบทดสอบกลางภาคเรียน แบบทดสอบไล่ เมื่อจบรายวิชา หรือช่วงชั้น แบบทดสอบลักษณะนี้ต้องมีมาตรฐานในการสร้างและการให้ความหมายคะแนนสอบ โดยมีขั้นตอนสำคัญในการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้สรุปรวม ดังนี้ 1) การกำหนดเป้าหมายของการวัด 2) การวิเคราะห์ระดับความสามารถในการคิดให้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ 3) การกำหนดน้ำหนักความสำคัญให้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ 4) การกำหนดลักษณะของแบบทดสอบและการกำหนดจำนวนข้อสอบ 5) การสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ 6) การเขียนข้อสอบ 7) การพิจารณาทบทวนข้อสอบ และ 8) การตรวจคุณภาพแบบทดสอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การกำหนดเป้าหมายของการวัด เป็นการศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ เพื่อนำมา กำหนดเป็นขอบข่ายเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด ผู้สอนสามารถใช้การจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในวิชาคณิตศาสตร์ของวิลสัน (Wilson, 1971, pp. 95-103) เป็นแนวทางในการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด วิลสันจำแนกพฤติกรรมด้านสติปัญญาในวิชาคณิตศาสตร์เป็น 4 ระดับ คือ

1.1 ความรู้ความจำ และการคิดคำนวณ (Computation) เป็นความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว มีประสบการณ์มาแล้ว พฤติกรรมความรู้ความจำ และการคิดคำนวณ จำแนกได้เป็น 3 ชั้นย่อย ได้แก่

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Specific Facts)

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Terminology)

1.1.3 ความสามารถในการใช้ขั้นตอนวิธี (Algorithms) ได้แก่ บอกข้อเท็จจริงของขั้นตอนวิธี และดำเนินการตามขั้นตอนวิธี

1.2 ความเข้าใจ (Comprehend) เป็นความสามารถในการนำความรู้ที่เรียนมาแล้วมาสัมพันธ์กับปัญหาใหม่ ตลอดจนความสามารถในการแปลความ ตีความ และขยายความ พฤติกรรมความเข้าใจจำแนกเป็น 6 ชั้นย่อย ได้แก่

1.2.1 ความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concepts)

1.2.2 ความเข้าใจหลักการ กฎ และนัยทั่วไปทางคณิตศาสตร์ (Principles, Rules and Generalization)

1.2.3 ความเข้าใจโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Structure)

1.2.4 ความเข้าใจในการแปลงปัญหารูปหนึ่งไปเป็นปัญหาอีกรูปแบบหนึ่ง (Transform Problem Elements from One Mode to Another)

1.2.5 ความเข้าใจแนวทางการให้เหตุผล (Follow a Line of Reasoning)

1.2.6 ความเข้าใจการอ่านและตีความปัญหา (Read and Interpret on Problem)

1.3 การประยุกต์ (Application) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีหลายขั้นตอนที่คล้ายคลึงกับที่เคยเรียนมาแล้ว พฤติกรรมการนำไปใช้ จำแนกเป็น 4 ชั้นย่อย

1.3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหารoutine (Solve Routine Problem)

1.3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Make Comparison)

1.3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Analyze Data)

1.3.4 ความสามารถในการมองเห็นรูปโครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตรกัน (Recognize Patterns, Isomorphism and Symmetries)

1.4 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาซับซ้อนที่ผู้เรียนไม่เคยลองฝึกทำมาก่อน การแก้ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมา ร่วมกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เพื่อค้นพบวิธีการ หรือแนวทางในการแก้ปัญหา พฤติกรรมการวิเคราะห์จำแนกเป็น 5 ชั้นย่อย ได้แก่

1.4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่ routine (Solve Non-Routine problems)

1.4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ (Discover Relationships)

1.4.3 ความสามารถในการพิสูจน์ (Construct Proofs)

1.4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์การพิสูจน์ (Criticize Proofs)

1.4.5 ความสามารถในการตั้งสมมติฐานที่เป็นนัยทั่วไป และตรวจสอบความถูกต้องของสมมติฐาน (Formulate and Validate Generalization)

2. การวิเคราะห์ระดับความสามารถในการคิดให้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อให้รายละเอียดของขอบเขตเนื้อหาและระดับความสามารถในการคิด ผู้สอนต้องระบุระดับความสามารถในการคิดสำหรับจุดประสงค์แต่ละข้อให้ชัดเจน เพื่อให้ผู้สอนเขียนคำถามวัดความสามารถในการคิดให้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3. การกำหนดน้ำหนักความสำคัญให้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ถือเป็นตัวแทนของเนื้อหาและระดับความสามารถทางสติปัญญา จุดประสงค์การเรียนรู้อาจมีความสำคัญเท่ากันทุกข้อหรือไม่เท่ากันก็ได้ ขึ้นอยู่กับโครงสร้างเนื้อหาบทเรียน

7. การพิจารณาทบทวนข้อสอบแบบเลือกตอบ ควรจัดทำเพื่อทบทวนข้อสอบทุกข้อว่าเป็นข้อสอบที่ดี ตามหลักการดังนี้

7.1 มีประเด็นคำถามที่ชัดเจนเพียงประเด็นเดียว

7.2 ข้อความในข้อสอบอยู่ในรูปประโยคบอกเล่า ถ้าจำเป็นต้องใช้ประโยคปฏิเสธควรขีดเส้นใต้ที่คำ หรือวลีที่เป็นการปฏิเสธ

7.3 ข้อสอบต้องเป็นตัวแทนของแนวคิด และเนื้อหาที่สำคัญที่ต้องการวัดตั้งที่ระบุไว้ในตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

7.4 ข้อสอบแต่ละข้อเป็นอิสระจากกัน โดยการตอบข้อสอบของข้อหนึ่ง ไม่ไปชี้แนะหรือขึ้นอยู่กับข้อสอบของอีกข้อหนึ่ง

7.5 ตัวเลือกทุกตัวของข้อสอบข้อหนึ่งๆ ต้องมีโครงสร้างในลักษณะเดียวกัน เช่น อยู่ในประเด็นเดียวกันกับเรื่องที่ถาม รูปแบบประโยคประเภทเดียวกัน ความยาวของประโยคใกล้เคียงกัน

7.6 ตัวลวงต้องมีเหตุผลที่อาจเป็นไปได้ หรือมีส่วนถูก หรือสะท้อนความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

7.7 การเรียงตัวเลือกต้องมีหลักเหตุผล เช่น เรียงตามความสั้นยาวของข้อความ ตามจำนวนจากน้อยไปมาก หรือตามลำดับเหตุการณ์

7.8 การหลีกเลี่ยงไม่ให้ตำแหน่งของตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกเรียงกันเป็นรูปแบบอย่างใดอย่างหนึ่งจนผู้เรียนจับทิศทางได้ ความถี่ของตัวเลือกต่าง ๆ ที่ถูกกำหนดให้เป็นคำตอบถูกควรใกล้เคียงกัน

7.9 การหลีกเลี่ยงการใช้ตัวเลือก “ถูกต้องทุกข้อ” หรือ “ไม่มีข้อใดถูกต้อง” เพราะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเดาคำตอบได้ง่าย

7.10 ตัวเลือกทุกตัวของข้อสอบแต่ละข้อต้องเป็นอิสระจากกัน ไม่ควรให้ตัวเลือกตัวใดตัวหนึ่งเป็นส่วนย่อยของตัวเลือกอีกตัวหนึ่ง

8. การวิเคราะห์ข้อสอบ

8.1 การวิเคราะห์ทางกายภาพ เช่น ความชัดเจนของคำสั่ง คำถาม คำตอบ ความเหมาะสมของภาษา ความยาวของแบบสอบ ระยะเวลาที่กำหนดให้ รูปแบบการพิมพ์ เป็นต้น

8.2 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ เพื่อให้ทราบถึงคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ เกี่ยวกับความยากง่ายของข้อสอบ (Item Difficulty) อำนาจจำแนกของข้อสอบ (Item Discrimination) ตลอดจนประสิทธิภาพของตัวลวง (Effectiveness of Distracters) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556, หน้า 179-186)

2. ข้อสอบแบบเลือกตอบเป็นเครื่องมือชนิดเลือกตอบ (Selected Response)

ข้อสอบแบบเลือกตอบจะมีตัวเลือก 3-5 ตัวให้ผู้สอบเลือกตอบคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว มีส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน ดังนี้

2.1 โจทย์ (Stem) เป็นรูปแบบของคำถาม หรือประโยคบางส่วน

2.2 ตัวเลือก (Options) เป็นส่วนที่ตอบคำถามหรือเติมประโยคให้สมบูรณ์

2.3 ตัวเลือกที่ถูกต้อง (Correct Option) ในบางครั้งเรียกคำตอบที่ถูกต้อง (Correct Answer) หรือ เฉลย (Key)

2.4 ตัวเลือกที่ไม่ถูกต้อง (Incorrect Option) โดยส่วนใหญ่เรียกว่า ตัวลวง (Distractor) (Haladyna & Rodriguez, 2013, pp. 15-16)

คำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม กับตอนเลือก ในตอนเลือกนี้ หากเป็นระดับประถมศึกษา ควรมี 4 ตัวเลือก (ยกเว้นในระดับประถมศึกษาปีที่ 1 อาจมี 3 ตัวเลือก) ส่วนระดับมัธยมศึกษาขึ้นไป ควรมี 5 ตัวเลือก ซึ่งตัวเลือกดังกล่าวจะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นตัวถูกและตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว (สมนึก ภัททิยธนี, 2551, หน้า 203)

3. ข้อดีข้อเสียของข้อสอบแบบเลือกตอบ

ข้อดีของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1. สามารถประเมินความรู้ได้หลายระดับทั้งความจำ (ระดับที่ 1) และการประยุกต์ความรู้ (ระดับที่ 2 และ 3)
2. ประเมินเนื้อหาได้ครอบคลุมในระยะเวลาที่เหมาะสม
3. มีการให้คำตอบที่ถูกต้องก่อนการสอบ การให้คะแนนมีความเที่ยงหรือเชื่อถือได้ (Reliability) ลดปัญหาการให้คะแนนระหว่างผู้ประเมิน
4. สามารถตรวจข้อสอบและวิเคราะห์ข้อสอบได้ง่าย ปัจจุบันสามารถใช้ตรวจและวิเคราะห์ได้ด้วยระบบคอมพิวเตอร์
5. ไม่ถูกรบกวนจากทักษะการเขียนของผู้สอบ
6. การบริหารจัดการสอบทำได้ง่าย จัดสอบกับผู้สอบจำนวนมากได้
7. สามารถเก็บข้อสอบที่มีคุณภาพเข้าไปคลังข้อสอบ ลดปัญหาการจัดหาข้อสอบในอนาคตได้
8. มีความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) สามารถครอบคลุมเนื้อหาได้ดี ถ้ามีการกำหนดตารางการสร้างข้อสอบที่เหมาะสม ซึ่งจะได้กล่าวรายละเอียดต่อไป
9. มีความเป็นปรนัยสูง สามารถตรวจให้คะแนนได้เหมือนกัน แม้ว่าผู้ประเมินจะต่างคนกัน
10. สามารถจัดสอบได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก ใช้กับผู้เรียนจำนวนมากได้

ข้อเสียของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1. ไม่สามารถวัดทักษะในการจัดระบบความคิดหรือการตัดสินใจด้วยตนเอง เนื่องจากมีคำตอบให้เลือก
2. ผู้สอบไม่สามารถแสดงความคิดเห็นหรือเหตุผลในการเลือกตอบ
3. จำกัดความคิดของผู้สอบเฉพาะคำตอบที่ให้เลือก
4. แม้ว่าจะวัดความรู้ได้หลายระดับ ข้อสอบมีแนวโน้มที่จะเป็นการวัดความรู้ระดับความจำ การสร้างข้อสอบเพื่อวัดการแก้ปัญหาหรือความคิดสร้างสรรค์ทำได้ไม่ง่ายนัก
5. การสร้างข้อสอบที่มีคุณภาพต้องอาศัยความตั้งใจความใส่ใจอย่างจริงจัง เสียเวลาและอาศัยความร่วมมือของผู้สร้างข้อสอบ
6. มีโอกาสเดาได้ ถ้าข้อสอบไม่ดี ผู้สอบที่ไม่มีความรู้ อาจทำข้อสอบได้ถูกต้อง

7. มีโอกาสใช้ข้อสอบซ้ำ ผู้สอบจำข้อสอบได้ถ้ามีจำนวนข้อสอบไม่มาก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ผู้สอนต้องสร้างข้อสอบให้มากพอ เพื่อเก็บไว้ในคลังข้อสอบ

8. ต้องมีการวางแผนและสร้างตารางออกข้อสอบให้ครอบคลุมเนื้อหา เพื่อให้การวัดผลมีความตรงเชิงเนื้อหา

4. แนวทางการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบ

การสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบนั้นประกอบไปด้วย 2 ส่วนสำคัญ คือ การสร้างคำถาม และการสร้างตัวเลือก

4.1 การสร้างคำถามที่ดี ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

4.1.1 สั้น ได้ใจความชัดเจน และใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย

4.1.2 ใช้เป็นประโยคบอกเล่า ในกรณีที่มีการใช้คำปฏิเสธ เช่น ไม่หรือห้าม ต้องเน้นด้วยการทำตัวหนาหรือขีดเส้นใต้คำที่แสดงการปฏิเสธ

4.1.3 คำถามแต่ละข้อจะต้องเป็นอิสระต่อกัน การตอบคำถามของข้อหนึ่งจะต้องไม่ชี้นำหรือขึ้นอยู่กับอีกข้อหนึ่ง หรือใช้คำตอบของข้อหนึ่งเป็นคำถามของอีกข้อหนึ่ง

4.1.4 หลีกเลี่ยงการใช้ภาษาที่ชี้นำหรือสื่อความไปถึงคำตอบถูกหรือคำตอบผิด

4.1.5 แต่ละคำถามต้องมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว (ยกเว้นข้อสอบเพื่อการวิเคราะห์ที่มีคำตอบถูกหลายคำตอบได้ แต่การแปลผลจะต้องคำนึงถึงความหมายของแต่ละคำตอบ)

4.2 การสร้างตัวเลือก โดยทั่วไปตัวเลือกของข้อสอบเลือกตอบมีจำนวน 3–5 ตัวเลือก การกำหนดจำนวนตัวเลือกในข้อสอบต้องคำนึงถึงระดับและความสามารถของผู้เรียน ตัวเลือกที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

4.2.1 แต่ละตัวเลือกควรเป็นเรื่องหรือประเด็นเดียวกันและมีความยาวใกล้เคียงกัน

4.2.2 ใช้คำที่สั้น ได้ใจความชัดเจน และหลีกเลี่ยงการใช้คำศัพท์หรือข้อความที่เข้าใจได้ยาก

4.2.3 ไม่ควรใช้ตัวเลือก “ถูกทุกข้อ” “ผิดทุกข้อ” หรือ “ไม่มีข้อใดถูก” (เพราะเป็นการสื่อความหมายถึงความไม่แน่ใจในคำถาม หรือการเลือกตอบด้วยความไม่มั่นใจ)

4.2.4 ไม่ควรสร้างตัวเลือกโดยใช้ระดับของความถูกต้องเป็นประเด็นให้คิด เช่น ถูกครึ่ง-ผิดครึ่ง หรือถูกต้องเพียงบางส่วน เพราะอาจทำให้เกิดความสับสนในการตัดสินใจเลือกคำตอบ เมื่อสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบได้ตามจำนวนที่ต้องการแล้ว จะต้องนำข้อสอบเหล่านั้นมาจัดฉบับ โดยใช้แนวทางดังนี้

1. เรียงลำดับข้อสอบจากข้อง่ายไปข้อยาก

2. ถ้าในแบบทดสอบประกอบด้วยเนื้อหาหลายเรื่อง ควรจัดลำดับข้อสอบที่วัดเนื้อหาในเรื่องเดียวกันไว้ด้วยกัน

3. กระจายคำตอบที่ถูกต้องของแบบทดสอบทั้งฉบับ ให้มีจำนวนข้อที่ถูกต้องของแต่ละตัวเลือกใกล้เคียงกัน แต่ต้องไม่ใช้วิธีการกระจายโดยเรียงตัวเลือกถูกเป็นระบบ และไม่ควรถูกให้ตัวเลือกถูกเดียวกันเรียงติดกันหลายข้อ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 32-33)

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ความตรงของเครื่องมือ (Validity) หมายถึง ความแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด หรือสิ่งที่เครื่องมือควรจะวัด และคะแนนที่ได้จากเครื่องมือที่มีความตรงสูงสามารถบอกถึงสภาพที่แท้จริงและพยากรณ์ได้ถูกต้องแม่นยำ (สุวิมล ตีรพานันท์, 2551, หน้า 143-153)

ความตรงของเครื่องมือ จำแนกออกได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการวัด ในการวัดทางการศึกษาและจิตวิทยาแบ่งความตรงออกเป็น 3 ประเภท คือ ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) และความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-Related Validity)

ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญของเครื่องมือวิจัยทุกประเภท ก่อนนำเครื่องมือวิจัยไปรวบรวมข้อมูล ต้องตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาเป็นอันดับแรก ความหมายของความตรงตามเนื้อหา

ความตรงตามเนื้อหา หมายถึง วัดได้ตรงกับสิ่งที่ต้องการวัด

ความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือ หมายถึง เครื่องมือวัดที่มีเนื้อหาเป็นตัวแทนที่ดีของสิ่งที่ต้องการวัด มีขอบเขตครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการวัดอย่างครบถ้วน

เครื่องมือวิจัยที่มีความตรงตามเนื้อหา หมายถึง เครื่องมือวิจัยวัดได้ตรงกับสิ่งที่ต้องการวัด หรือวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด

แบบทดสอบความรู้วิจัยที่มีความตรงตามเนื้อหา หมายความว่า คำถามในแบบทดสอบความรู้วิจัยวัดความรู้การวิจัยได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด

แบบทดสอบถามพฤติกรรมโภชนาการที่มีความตรงตามเนื้อหา หมายความว่า คำถามในแบบทดสอบถามวัดการปฏิบัติเกี่ยวกับการบริโภคอาหารได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด

จากความหมายต่าง ๆ เหล่านี้ จึงสามารถสรุป ความหมายของข้อสอบวัดความรู้ที่มีความตรงตามเนื้อหา ได้ว่า เป็น ข้อสอบที่วัดความรู้ได้ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

การตรวจความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือใช้ดุลยพินิจหรือความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (Expert Opinion) หมายถึง การพิจารณาว่าเนื้อหาในคำถามวัดได้ตรงกับสิ่งที่ต้องการวัดหรือวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัดหรือไม่ โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาในคำถามกับค่านิยมเชิงปฏิบัติการ และแนวคิด ทฤษฎีของตัวแปร ไม่ใช่ความคิดเห็นที่เป็นอัตนัยของผู้เชี่ยวชาญ

วิธีคำนวณค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหา (Content Validity Index = CVI) มีดังนี้

ค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหา มีค่าระหว่าง 0.00 – 1.00

การแปลความหมายค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหา

CVI = 1.00 หมายความว่า เนื้อหาของคำถามทุกข้อในแบบทดสอบถามสอดคล้องกับแนวคิด ทฤษฎีของตัวแปร

CVI = 0.00 หมายความว่า เนื้อหาของคำถามทุกข้อในแบบทดสอบถามสอดคล้องกับแนวคิด ทฤษฎีของตัวแปร

ค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหาที่ผ่านเกณฑ์คุณภาพ ต้องไม่น้อยกว่า 0.80

ขั้นตอนคำนวณค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหา

ขั้นที่ 1 นำแบบทดสอบถามพร้อมด้วยโครงร่างวิจัยฉบับย่อให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งผู้วิจัยได้เรียนเชิญ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาในคำถามกับคำนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร โดยกำหนดระดับความคิดเห็น 4 ระดับ ได้แก่ 1, 2, 3, 4 ซึ่งแต่ละระดับมีความหมายดังนี้

- 1 หมายถึง คำถามไม่สอดคล้องกับคำนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 2 หมายถึง คำถามต้องปรับปรุงมากจึงสอดคล้องกับคำนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 3 หมายถึง คำถามต้องปรับปรุงเล็กน้อยจึงสอดคล้องกับคำนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 4 หมายถึง คำถามมีความสอดคล้องกับคำนิยามเชิงปฏิบัติการ

ขั้นที่ 2 รวบรวมแบบทดสอบถามที่ได้รับกลับคืนจากผู้เชี่ยวชาญมาแจกแจงตามระดับความคิดเห็น 4 ระดับ คือ 1, 2, 3, 4

ขั้นที่ 3 รวบรวมคำถามข้อที่ผู้เชี่ยวชาญทุกคนให้ความคิดเห็นระดับ 3 และ 4

ขั้นที่ 4 คำนวณค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหาจากสูตร

$$CVI = \frac{\text{จำนวนคำถามที่ผู้เชี่ยวชาญทุกคนให้ความคิดเห็นระดับ 3 และ 4}}{\text{จำนวนคำถามทั้งหมด}} \quad (1)$$

ขั้นที่ 5 ปรับปรุงคำถามตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

แม้ว่าค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบถาม ≥ 0.80 ซึ่งเป็นค่าที่ผ่านเกณฑ์คุณภาพก็ตาม ผู้วิจัยไม่ควรเพิกเฉยหรือมองข้ามคำถามที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะว่า ควรปรับปรุง แต่ควรใช้ดุลยพินิจปรับปรุงคำถามให้มีความสมบูรณ์และชัดเจน (บุญใจ ศรีสถิตยน์รากูร, 2555, หน้า 44-45)

ความเที่ยง (Reliability) หมายถึง ความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของผลที่ได้จากการวัดซ้ำ

ถ้าการวัดสิ่งเดียวกันหลายๆ ครั้ง ได้ค่าที่ค่อนข้างคงเส้นคงวาสูงขึ้นเพียงใดก็ถือว่าการวัดมีความเที่ยงมากขึ้นเพียงนั้น แบบทดสอบที่มีความเที่ยงสูงจะเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดคุณลักษณะที่ต้องการได้ผลอย่างคงเส้นคงวา

ในทางปฏิบัติ เราสามารถให้นิยามเชิงปฏิบัติการของความเที่ยงได้ว่า ความเที่ยงของแบบทดสอบ หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบคู่ขนาน 2 ชุด ซึ่งสอบโดยผู้สอบกลุ่มเดียวกัน ด้วยวิธีดำเนินการสอบที่เป็นอิสระจากกันแต่เป็นมาตรฐานเดียวกัน

การประมาณค่าความเที่ยง (Procedures for estimating reliability) สามารถกระทำได้หลายวิธี ซึ่งมีความคล้ายคลึงกันในการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด ซึ่งได้มาจากเครื่องมือเดียวกัน หรือเครื่องมือที่คู่ขนานกัน เนื่องจากการใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) สำหรับประมาณค่าความเที่ยง บางครั้งจึงเรียกผลที่ได้ว่า สัมประสิทธิ์ความเที่ยง (Reliability Coefficient)

ความเที่ยงแบบความสมมูล (Measure of Equivalence) คือ ความสอดคล้องกันของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาเดียวกันโดยใช้แบบทดสอบที่สมมูลกัน (Equivalence-Forms Method) ซึ่งสามารถดำเนินการได้โดยนำแบบทดสอบ 2 ฉบับที่สมมูลกัน (Equivalence-Forms) ไปทดสอบกับผู้สอบกลุ่มหนึ่งในเวลาเดียวกันแล้วนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบทั้งสองฉบับมาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน โดยแบบทดสอบที่สมมูลกัน (Equivalent-Forms) เป็นแบบทดสอบ 2 ฉบับ ที่พยายามสร้างให้คู่ขนานกัน (Parallel-Forms) หรือตัดเทียมกันโดยมีโครงสร้างการวัดอันเดียวกันมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้ของทั้ง 2 ฉบับเท่ากัน หรือใกล้เคียงกัน ในการนำแบบทดสอบสมมูลทั้ง 2 ฉบับไปใช้ทดสอบกลุ่มผู้สอบนั้น ควรสลับลำดับของการทำแบบทดสอบให้สมดุลกัน โดยการสุ่มผู้สอบประมาณร้อยละ 50 ให้ทำแบบทดสอบฉบับ A ก่อน B ส่วนที่เหลือให้ทำแบบทดสอบ B ก่อน A

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้โดยใช้แบบทดสอบสมมูลนี้ เรียกว่า สัมประสิทธิ์ความเที่ยงแบบสมมูล (Coefficient of Equivalence) ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 ค่าที่สูงเข้าใกล้ 1 หมายถึง ความสอดคล้องกันมากของคะแนนจากแบบทดสอบทั้งสอง ผลที่ได้จึงมีความสอดคล้องสามารถแลกเปลี่ยนกันได้ (Interchangeability)

การประมาณค่าความเที่ยงโดยวิธีใช้แบบทดสอบสมมูล ไม่มีปัญหาจากการกำหนดช่วงเวลาของการสอบซ้ำเหมือนวิธีสอบซ้ำ แต่มีความจำเป็นต้องสร้างแบบทดสอบสมมูลและตรวจสอบความตัดเทียมกันหรือความคล้ายคลึงกัน ทั้งทางด้านโครงสร้าง เนื้อหา และค่าสถิติ วิธีนี้นิยมใช้อย่างกว้างขวางสำหรับแบบทดสอบมาตรฐาน เนื่องจากการพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐานนิยมสร้างให้มีตั้งแต่ 2 พอร์ม ขึ้นไป (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556, หน้า 55-57)

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) อาจคำนวณโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป หรือคำนวณโดยใช้สูตร ดังนี้ (สิน พันธุ์พินิจ, 2554, หน้า 184-185)

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \quad (2)$$

เมื่อ r = สัมประสิทธิ์ความเชื่อถือได้ของเครื่องมือที่ใช้วัด

n = จำนวนผู้ตอบ

X = คะแนนที่วัดได้แต่ละข้อจากการวัดครั้งแรก

Y = คะแนนที่วัดได้แต่ละข้อจากการวัดครั้งหลัง

เกณฑ์การประเมินมีดังนี้

0.80-1.00 = มีความเชื่อถือได้สูงมาก

0.60-0.79 = มีความเชื่อถือได้ค่อนข้างสูง

0.40-0.59 = มีความเชื่อถือได้ปานกลาง

0.20-0.39 = มีความเชื่อถือต่ำ

0.01-0.19 = มีความเชื่อถือได้ต่ำมาก

การวิเคราะห์ข้อสอบตามแนวทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT)

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) ทฤษฎีนี้เสนอแนวคิดที่ว่า ความน่าจะเป็นของการตอบข้อสอบได้ถูกต้องขึ้นอยู่กับความสามารถจริงของผู้ตอบ และคุณลักษณะของข้อสอบ อันประกอบด้วย พารามิเตอร์ความยาก อำนาจจำแนก และโอกาสการเดาข้อสอบได้ถูก ระบบความสัมพันธ์ดังกล่าว สามารถแสดงด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบ ซึ่งอาจเป็นโมเดล 1 พารามิเตอร์ โมเดล 2 พารามิเตอร์ หรือโมเดล 3 พารามิเตอร์ ทฤษฎี IRT ถือว่าค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและความสามารถจริงของผู้สอบมีความสัมพันธ์กัน การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความน่าจะเป็นในการเดาข้อสอบได้ถูก จึงต้องพิจารณาร่วมกับความสามารถจริงของผู้ตอบ ดังนั้นเมื่อได้กลุ่มผู้ตอบขนาดใหญ่ที่เป็นตัวแทนของประชากร การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจะต้องกระทำพร้อม ๆ กับการหาค่าความสามารถจริงของผู้สอบ จึงจะทำให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่แม่นยำทั่วไป มีความน่าเชื่อถือ และไม่แปรผันไปตามความสามารถของกลุ่มผู้สอบ ในด้านความคลาดเคลื่อนของการวัด ทฤษฎี IRT สามารถวิเคราะห์ถึงความคลาดเคลื่อน ในการวัดของทั้งข้อสอบแต่ละข้อและแบบทดสอบทั้งฉบับ จำแนกตามระดับความสามารถจริงของผู้ตอบ นั่นคือข้อสอบแต่ละข้อรวมทั้งแบบทดสอบแต่ละฉบับ สามารถมีคุณภาพในด้านการให้สารสนเทศ (ความเที่ยงหรือความน่าเชื่อถือ) แตกต่างกันได้ สำหรับผู้สอบที่มีระดับความสามารถจริงแตกต่างกัน สำหรับการเปรียบเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ ทฤษฎี IRT ไม่มีข้อจำกัดว่าแบบทดสอบจะต้องเป็นแบบทดสอบคู่ขนานกัน ในทฤษฎี IRT มีเทคนิคที่สามารถเปรียบเทียบคะแนนของแบบทดสอบต่างฉบับที่มีความยากต่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทฤษฎี IRT มีข้อตกลงเบื้องต้นว่า แบบทดสอบมุ่งวัดคุณลักษณะเดียว (Unidimensionality) มีความเป็นอิสระระหว่างข้อสอบ (Independence) โมเดลการตอบสนองข้อสอบมีรูปแบบเป็นฟังก์ชันโลจิสติก (Logistic Function) และแบบทดสอบที่ใช้ต้องไม่เป็นแบบทดสอบประเภทความเร็ว (Speed Test) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555, หน้า 60-62)

เนื่องจากนักวัดผลพบว่า การวิเคราะห์ข้อสอบตามแนวทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory: CTT) มีปัญหาเกี่ยวกับค่าสถิติรายข้อ (Item Statistics) ได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความแปรปรวน ค่าความเที่ยง (Reliability) จะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของกลุ่มผู้สอบ ทำให้ค่าที่ได้ไม่คงที่ ยกเว้นการพิจารณาคุณภาพของข้อสอบ จึงมีการค้นหาทฤษฎีใหม่เพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้

เริ่มจากคริสต์ศักราช 1952 ที่ Lord ได้เสนอแนวคิดเรื่องโค้งคุณลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Curve) และมีการพัฒนาต่อมาจนได้แนวทางในการคำนวณเพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์จากโค้งคุณลักษณะข้อสอบนั้น ทฤษฎีการวิเคราะห์ใหม่นี้เรียกว่า ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) ในปัจจุบันมีการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ โปรแกรม BILOG โปรแกรม LOGIST โปรแกรม Xcalibre การวิเคราะห์ในช่วงแรกเป็นการวิเคราะห์ข้อสอบปรนัยแบบเลือกคำตอบที่ถูกต้อง (Multiple Choice) เท่านั้น ต่อมาจึงได้มีการพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้กับข้อมูลที่เป็น Rating scale เช่น โปรแกรม MULTILOG โปรแกรม Xcalibre

ในทฤษฎีการตอบข้อสอบค่าสถิติรายข้อที่สำคัญนิยมเรียกว่า ค่าพารามิเตอร์ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ประกอบด้วย

1.1 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.30 ถึง 2.00 ข้อสอบที่มีค่า a ที่ต่ำกว่า 0.80 จัดเป็นข้อสอบที่ไม่ดี

1.2 ค่าความยากของข้อสอบ (b) เป็นค่า z-score ปกติจะมีค่าอยู่ระหว่าง -3.00 ถึง +3.00

ข้อสอบที่มีค่า b เท่ากับ -3.00 เป็นข้อสอบง่าย

ข้อสอบที่มีค่า b เท่ากับ +3.00 เป็นข้อสอบยาก

ข้อสอบที่มีค่า b เท่ากับ 0 เป็นข้อสอบยากง่ายปานกลาง

1.3 ค่าการเดาของข้อสอบ (c) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 1.00 ข้อสอบที่ดีควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.20 ในข้อสอบแบบเลือกคำตอบที่ถูกต้อง ค่าการเดาจะมีค่าใกล้เคียงกับ

1/ จำนวนตัวเลือกในคำตอบ

2. ค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบ คือ ค่าความสามารถของผู้สอบ (θ) เป็นค่า z-score มีค่าอยู่ระหว่าง $-\alpha$ ถึง $+\alpha$ ปกติจะมีค่าอยู่ระหว่าง -3.00 ถึง +3.00

การประมาณค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวแบ่งออกเป็น 3 โมเดล คือ

2.1 โมเดล 3 พารามิเตอร์ ประกอบด้วยค่าความยาก (Item Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Item Discrimination) และค่าการเดา (Guessing) ค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัวนี้มักพบในแบบทดสอบชนิดเลือกคำตอบที่ถูกต้อง (Multiple Choice)

2.2 โมเดล 2 พารามิเตอร์ ประกอบด้วยค่าความยาก (Item Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Item Discrimination) ค่าพารามิเตอร์ 2 ตัวนี้จะพบในแบบวัดเจตคติ

2.3 โมเดล 1 พารามิเตอร์ เป็นรูปแบบพิเศษของโมเดล 3 พารามิเตอร์ โดยกำหนดให้ค่าการเดาเป็น 0 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 1 โมเดลนี้จะสามารถใช้ได้ดีถ้าผู้สร้างข้อสอบให้ความสำคัญระมัดระวังในการเขียนข้อสอบในรูแบบที่หลีกเลี่ยงการเดา ประกอบด้วยค่าความยาก (Item Difficulty) (สุวิมล ติรกันันท์, 2551, หน้า 110-112)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ และแบบทดสอบ

สมพิศ กาญจนานันท์ (2556) ได้สร้างและหาคุณภาพของข้อสอบคู่มานอิงโตเมนโดยใช้รูปแบบพาเซทวิชคณิตศาสตร์ เรื่องวงกลม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเพื่อตรวจสอบความเป็นคู่มานอิงของข้อสอบที่สร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน ปีการศึกษา 2553 ผู้วิจัยสร้างข้อสอบคู่มานอิง 2 ฉบับ ฉบับละ 36 ข้อ หลังจากตรวจสอบคุณภาพรายข้อแล้ว ยังได้วัดความเป็นคู่มานอิงของข้อสอบโดยวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน ได้ค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.95 ซึ่งแสดงว่าคะแนนจากการสอบข้อสอบทั้ง 2 ฉบับมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นุภาพรรณ ปลื้มใจ, ปิยะทิพย์ ดินนร และโสฬส สุขานนท์สวัสดิ์ (2558) ได้วิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ O-NET จัดทำคลังข้อสอบ O-NET และพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบ O-NET ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 กลุ่มสาระ

การเรียนรู้ และดำเนินการวิจัย โดยเริ่มจากการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ O-NET ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ จำนวน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ จัดทำคลังข้อสอบ พัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ และประเมินความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โดยทำการทดสอบบนเว็บไซต์ (www.onecat.net/onetM6) กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 61 คน โดยข้อสอบที่อยู่ในคลังข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก จำนวน 1,197 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเฉลี่ยเท่ากับ 1.3693 ค่าความยากของข้อสอบเฉลี่ยเท่ากับ 0.8624 และค่าการเดาของข้อสอบเฉลี่ยเท่ากับ 0.2024 แสดงให้เห็นว่าข้อสอบค่อนข้างยาก

สุชาติดา กรเพชรปภาณี ปิยะทิพย์ ดินวร และโสฬส สุขานนท์สวัสดิ์ (2559) ได้จัดทำคลังข้อสอบ O-NET และพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดสอบ O-NET ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระดับชั้นละ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ การจัดทำคลังข้อสอบใช้ฐานข้อมูล MySQL และคัดเลือกข้อสอบ O-NET ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ระหว่างปี พ.ศ. 2551-2553 ที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 258 ข้อ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 469 ข้อ และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1,197 ข้อ โดยข้อสอบในคลังข้อสอบ O-NET อยู่ในระดับค่อนข้างยาก การพัฒนาโปรแกรมจัดทำในรูปแบบของ Web application โดยใช้ภาษา PHP พัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ตามแนวคิดของ Thompson and Weiss (2011) การประเมินความเหมาะสมในการนำไปใช้ของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 โดยนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 224 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 432 คน และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 435 คน ปรากฏว่า การใช้งานของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบ O-NET อยู่ในเกณฑ์ดี เป็นที่พึงพอใจของนักเรียน

Muninsakorn, Tinnaworn, and Sukhanonsawat (2015) ได้พัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบ O-NET ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ O-NET ตามหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ และคัดเลือกข้อสอบตามเกณฑ์ของ Urry เพื่อจัดทำคลังข้อสอบ O-NET ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้และพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบ O-NET ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากนั้นนำไปทดลองใช้และมีการประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรม โดยจากผลงานวิจัยปรากฏว่า ข้อสอบ O-NET ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความยากของข้อสอบ (b) ในระดับค่อนข้างยาก คลังข้อสอบ O-NET ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 บรรจุข้อสอบแบบหลายตัวเลือก (Multiple Choice) ชนิด 4 ตัวเลือก ได้โดยไม่จำกัด ขึ้นอยู่กับขนาดของ Server ซึ่งมีข้อสอบจำนวน 258 ข้อ ที่ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามโมเดลโลจิส แบบ 3 พารามิเตอร์ใน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้

จากการศึกษางานวิจัยที่กล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า ในการวิเคราะห์ข้อสอบในปัจจุบันมีการใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) มากยิ่งขึ้น ซึ่งทำให้การตรวจสอบคุณภาพข้อสอบมีความละเอียดมากขึ้น

ตอนที่ 4 การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (Automatic Item Generation: AIG) เป็นกระบวนการที่ใช้โมเดลข้อสอบ (Item Models) ในการสร้างข้อสอบเทียบเคียง โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ การทำงานร่วมกันของนักวิชาการในส่วนต่าง ๆ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา มีบทบาทในการออกแบบและพัฒนาโมเดลข้อสอบที่มีคุณภาพ บทบาทของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์คือการประมวลส่วนประกอบ (Element) จำนวนมากในแต่ละโมเดลข้อสอบในการสร้างข้อสอบ และทฤษฎีทางสถิติเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเชื่อมโยงคุณลักษณะข้อสอบกับองค์ความรู้ของข้อสอบที่สร้างขึ้น

AIG ได้เริ่มต้นตั้งแต่ช่วงปลายคริสต์ศักราช 1960 และพัฒนามาจนถึงปัจจุบัน เป็นเวลากว่า 50 ปี โดยสรุปวิวัฒนาการของ AIG ได้ดังนี้

1. การสร้างข้อสอบอัตโนมัติแบบความเรียง (Prose-Based AIG) ของ Bormuth ในปี ค.ศ. 1970 โดยมีการสร้างแบบทดสอบแบบเติมคำลงในช่องว่าง (Cloze Testing) เพื่อวัดความเข้าใจในการอ่าน เช่น มีการสร้างโจทย์ใหม่โดยเปลี่ยนคำในโจทย์บางคำจากกลุ่มคำ เช่น who what when และ where แต่ส่วนอื่นๆในโจทย์ใช้ข้อความเหมือนเดิม

2. ทฤษฎีฟาเซท (Facet Theory) ของ Guttman ในปี ค.ศ. 1953 เป็นเทคโนโลยีการเขียนข้อสอบชนิดหนึ่ง โดยมีการนิยามขอบเขตของเนื้อหาอย่างมีระบบ ซึ่งจะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันของเนื้อหา และโครงสร้างทางสถิติ เป็นลักษณะของประโยคจับคู่ ที่มีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วนคือ 1) ส่วนคงที่ (Item Form Shell) 2) ส่วนที่เว้นว่างไว้ เรียกว่า ฟาเซท (Facet) ซึ่งต้องการคำมาเติม เป็นส่วนที่คล้ายการแทนที่ของฟอร์มข้อสอบ และ 3) ส่วนที่เป็นคำตอบ เรียกสมาชิกของฟาเซท (Facet Element) ซึ่งจะไปเติมในส่วนที่เว้นว่างของประโยคจับคู่ที่เหมาะสม

3. ฟอร์มข้อสอบ Item forms ของ Hively ในปี ค.ศ. 1974 คือการกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบ โดยกำหนดให้สามารถเขียนข้อสอบให้ได้มากข้อ กลุ่มข้อสอบที่สร้างได้จากฟอร์มข้อสอบนี้ ก็คือความรู้ที่ต้องการประเมินผล ที่สามารถวัดมวลความรู้เดียวกันได้อย่างครอบคลุม

4. การสร้างแนวคิด (Concept Formation) ของ Markle and Tiemann ในปี ค.ศ. 1970 เป็นการสร้างข้อสอบที่ยืดแนวทาง จิตวิทยาปัญญา หรือ จิตวิทยาการรู้คิด (Cognitive Psychology)

5. The 1998 ETS Invitational Seminar, การประชุมสัมมนา งานตีพิมพ์เรื่อง การสร้างข้อสอบสำหรับการพัฒนาการสอบ (Item Generation for Test Development) ของ Irvine and Kyllonen ในปี ค.ศ. 2002

โดยนักทฤษฎีในยุคแรก ได้วางรากฐานการทำงานในอนาคตเกี่ยวกับ AIG การพัฒนาทฤษฎีและเทคโนโลยีใหม่ ๆ มีการเติบโตอย่างช้า ๆ มีการเชื่อมโยงอย่างชัดเจนกับทฤษฎีการเรียนรู้

องค์ความรู้ และความร่วมมือของนักจิตวิทยา และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผล โมเดลข้อสอบเป็นหัวใจสำคัญของ AIG (Gierl, 2013, pp. 14-23)

ทฤษฎีและการสร้างโมเดลข้อสอบ

พัฒนาการทางวิทยาการปัญญา สถิติทางคณิตศาสตร์ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ จิตวิทยาการศึกษา และวิทยาการคอมพิวเตอร์ สร้างโอกาสสำหรับการเปลี่ยนแปลงทฤษฎีและการปฏิบัติในการวัดผลทางการศึกษาและสาขาที่เกี่ยวข้อง ทำให้เกิดพื้นที่ใหม่ของการวิจัยที่เรียกว่า วิศวกรรมการประเมิน (Assessment Engineering: AE) โดยใช้วิศวกรรมเป็นฐานในการออกแบบและพัฒนา รวมทั้งการวิเคราะห์ การให้คะแนน และการรายงานผลการประเมิน (Gierl, Zhou, & Alves, 2008)

กรอบแนวคิดของ AE (AE framework) มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดโมเดลด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Models)

กำหนดขอบเขตเนื้อหาที่จะวัดความรู้ ความสามารถ และทักษะที่ต้องการประเมินผล

ขั้นที่ 2 สร้าง โมเดลข้อสอบ (Item Model) โดยกำหนดจากเนื้อหา ระดับความยาก

ขั้นที่ 3 สร้างข้อสอบอัตโนมัติ

คำศัพท์และแนวคิดเกี่ยวกับโมเดลข้อสอบ (Item Model)

โมเดลข้อสอบ (Item Model) เป็นส่วนที่สำคัญในการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ ซึ่งอยู่ในขั้นที่ 2 ของ AE framework โดยอาจเรียกด้วยคำที่แตกต่างออกไป ได้แก่ Schema, Blueprint, Template, Form, Frame และ Shell ซึ่งโมเดลข้อสอบนี้ เป็นส่วนที่เป็นตัวแปรในการประเมินผล ซึ่งประกอบด้วย โจทย์ (Stem) ตัวเลือก (Options) และบ่อยครั้งที่มีส่วนเพิ่มเติม (Auxiliary Information) ด้วย

โจทย์ (Stem) เป็นส่วนหนึ่งของข้อสอบที่กำหนดบริบท เนื้อหา และ/ หรือ คำถามที่ผู้เข้าสอบจะต้องตอบคำถาม

ตัวเลือก (Options) บรรจุคำตอบทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งมีหนึ่งตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้อง และอีกหนึ่งหรือหลายตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ผิด หรือที่เรียกว่า ตัวลวง เมื่อสร้างโมเดลของโจทย์แบบหลายตัวเลือก (Multiple-Choice Item Model) จำเป็นต้องมีทั้ง โจทย์ และ ตัวเลือก แต่ถ้าเป็นโมเดลของโจทย์ปลายเปิด (Open-Ended Item Model) หรือโจทย์แบบสร้างการตอบสนอง (Constructed-response Item Model) ก็สร้างเพียงโจทย์เท่านั้น

ส่วนเพิ่มเติม (Auxiliary Information) คือส่วนประกอบที่เป็นข้อมูลเพิ่มเติมทั้งในโจทย์ หรือในตัวเลือก ซึ่งเป็นได้ทั้งข้อความ (Texts) รูปภาพ (Images) ตาราง (Tables) และ/ หรือ แผนภาพ (Diagrams)

โจทย์และตัวเลือกสามารถแยกเป็นองค์ประกอบ ซึ่งองค์ประกอบนี้มักแสดงในรูปข้อความ (Strings: S) ซึ่งเป็นค่าที่ไม่ใช่จำนวน (Non-Numeric Values) และ จำนวนเต็ม (Integers: I) ซึ่งเป็นค่าที่เป็นจำนวน ด้วยการจัดการอย่างเป็นระบบขององค์ประกอบ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผล สามารถสร้างข้อสอบจำนวนมากได้จากแต่ละโมเดล ถ้าข้อสอบตั้งใจจะวัดเนื้อหาที่ระดับความยากเดียวกัน ข้อสอบที่สร้างขึ้นก็จะ เป็น Isomorphic เมื่อเป้าหมายของการสร้างข้อสอบนั้นคือการสร้างข้อสอบที่เหมือนกัน (Isomorphic Instances) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลจะจัดการองค์ประกอบที่มีอยู่ใน

เนื้อหา (Incidental Elements) ซึ่งลักษณะภายนอกของข้อสอบไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงระดับความยาก ในทางตรงกันข้าม ถ้าข้อสอบนั้นต้องการวัดเนื้อหาในระดับความยากที่แตกต่างกัน ข้อสอบที่สร้างขึ้นก็จะเป็น Variants เมื่อเป้าหมายของการสร้างข้อสอบเพื่อสร้าง Variant Instances ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผล สามารถจัดการองค์ประกอบที่มีอยู่ในเนื้อหา แต่ต้องจัดการองค์ประกอบมูลฐาน (Radical Elements) อีกหนึ่งส่วนหรืออาจมากกว่านั้น ในโมเดลข้อสอบ องค์ประกอบมูลฐานนี้เป็นลักษณะเชิงลึก ที่จะเปลี่ยนความยากของข้อสอบ และอาจมีผลต่อคุณสมบัติการวัดทางจิตวิทยา ของแบบทดสอบ เช่น มิติ (Dimensionality)

ดังนั้น เพื่อแสดงให้เห็นถึงแนวคิดนี้ มีการนำเสนอโมเดลข้อสอบ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทั้งสองตัวอย่าง โจทย์ของตัวอย่างแรกมีจำนวนเต็ม (Integers) 2 จำนวน (I_1, I_2) ในขณะที่โจทย์ของตัวอย่างที่สอง มี 2 ข้อความ (String) (S_1, S_2)

องค์ประกอบ I_1 คือค่าใช้จ่ายของแอน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1525-1675 ดอลลาร์สหรัฐ (\$) ซึ่งเพิ่มทีละ 75 ดอลลาร์สหรัฐ (\$)

องค์ประกอบ I_2 คือราคาค่าจัดสวน ที่กำหนดเป็น 30 ดอลลาร์สหรัฐ (\$) ต่อ 1 ตารางเมตร (m^2) หรือ 45 ดอลลาร์สหรัฐ (\$) ต่อ 1 ตารางเมตร (m^2)

โดยตัวอย่างแรกจะนำเสนอรูปร่าง (Shape) ของสนามหญ้าเพียงแบบเดียว คือรูปร่างคองที่ ดังนั้นไม่จำเป็นต้องมีตัวแปรข้อความ (String) ดังภาพที่ 2-3 ตัวเลือก 4 ตัวแทนด้วย A ถึง D ที่ถูกสร้างขึ้นในตัวอย่างนั้น ใช้ขั้นตอนวิธี (Algorithms) สร้างจากค่าจำนวนเต็ม I_1 และ I_2 รวมไปถึงตัวเลือก A ในเฉลย (Keys)

Figure 1a: Item Model in Mathematics Used to Generate Isomorphic Instances

	Ann has paid \$1525 for planting her lawn. The cost of lawn is \$45/m ² . Given the shape of her lawn is square, what is the side length of Ann's lawn? A. 5.8 B. 6.8 C. 4.8 D. 7.3
Item Model Variables	
Stem	Ann has paid \$ I_1 for planting her lawn. The cost of lawn is \$ I_2 /m ² . Given the shape of her lawn is square, what is the side length of Ann's lawn?
Elements	I_1 Value Range: 1525 – 1675 by 75 I_2 Value Range: 30 or 40
Options	A. $= \sqrt{I_1/I_2}$ B. $= \sqrt{I_1/I_2} + 1$ C. $= \sqrt{I_1/I_2} - 1$ D. $= \sqrt{I_1/I_2} + 1.5$
Key	A

ภาพที่ 2-3 โมเดลข้อสอบแสดงการสร้างข้อสอบที่เป็น Isomorphic Instances

ตัวอย่างที่สอง แสดงดังภาพที่ 2-4 ตัวแปรรูปร่าง เป็น สี่เหลี่ยม และวงกลม ในส่วนของโจทย์ ดังนั้น องค์ประกอบ S1 จึงอธิบายรูปร่างของสนาม และ S2 จะต้องขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์กับ S1 ด้วยเหตุนี้ องค์ประกอบ S2 จะนำเสนอแนวคิดที่เหมาะสมเกี่ยวกับพื้นที่ (Area) ความยาวด้าน (Side Length) หรือ รัศมี (Radius) และต้องมีการคำนวณพื้นที่ของรูปร่าง เพราะ การคำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมต่างจากวงกลม ในส่วนของตัวเลือกจะมีการใช้ขั้นตอนวิธีสำหรับคำนวณหาพื้นที่วงกลม (แสดงไว้ที่ด้านขวามือของกล่องตัวเลือก) เช่นเดียวกันกับพื้นที่รูปสี่เหลี่ยม (แสดงไว้ที่ด้านซ้ายมือของกล่องตัวเลือก) การคำนวณพื้นที่ระหว่างรูปสี่เหลี่ยมและวงกลม เป็น Radical ของตัวอย่างที่ 2 ไม่มีข้อมูลเสริม สำหรับโมเดลข้อสอบนี้

Figure 1b: Item Model in Mathematics Used to Generate Variant Instances

Item Model Variables											
Stem	Ann has paid \$I1 for planting her lawn. The cost of lawn is \$I2/m ² . Given the shape of her lawn is S1, what is the S2 of Ann's lawn?										
Elements	I1 Value Range: 1525 – 1675 by 75 I2 Value Range: 30 or 40 S1 Range: "square" or "circular" S2 Range: "side length" or "radius" As S1 = "square", then S2 = "side length" As S1 = "circular", then S2 = "radius"										
Options	<table border="1"> <thead> <tr> <th>As S1 = "square"</th> <th>As S1 = "circular"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A. = $\sqrt{I1/I2}$</td> <td>A. = $\sqrt{I1/I2 * 3.14}$</td> </tr> <tr> <td>B. = $\sqrt{I1/I2} + 1$</td> <td>B. = $\sqrt{I1/I2 * 3.14} + 1$</td> </tr> <tr> <td>C. = $\sqrt{I1/I2} - 1$</td> <td>C. = $\sqrt{I1/I2 * 3.14} - 1$</td> </tr> <tr> <td>D. = $\sqrt{I1/I2} + 1.5$</td> <td>D. = $\sqrt{I1/I2 * 3.14} + 1.5$</td> </tr> </tbody> </table>	As S1 = "square"	As S1 = "circular"	A. = $\sqrt{I1/I2}$	A. = $\sqrt{I1/I2 * 3.14}$	B. = $\sqrt{I1/I2} + 1$	B. = $\sqrt{I1/I2 * 3.14} + 1$	C. = $\sqrt{I1/I2} - 1$	C. = $\sqrt{I1/I2 * 3.14} - 1$	D. = $\sqrt{I1/I2} + 1.5$	D. = $\sqrt{I1/I2 * 3.14} + 1.5$
As S1 = "square"	As S1 = "circular"										
A. = $\sqrt{I1/I2}$	A. = $\sqrt{I1/I2 * 3.14}$										
B. = $\sqrt{I1/I2} + 1$	B. = $\sqrt{I1/I2 * 3.14} + 1$										
C. = $\sqrt{I1/I2} - 1$	C. = $\sqrt{I1/I2 * 3.14} - 1$										
D. = $\sqrt{I1/I2} + 1.5$	D. = $\sqrt{I1/I2 * 3.14} + 1.5$										
Key	A										

ภาพที่ 2-4 โมเดลข้อสอบแสดงการสร้างข้อสอบเป็น Variant Instances

จากข้อสอบต้นแบบ (Parent Item) แสดงให้เห็นการสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 (Grade 3) ที่วัดความรู้เรื่องการประมาณค่าและการปัดเศษ ดังภาพที่ 2-5

Parent Item:	
	A teacher has 3 boxes that each contains 176 drinking straws. After combining the straws in all 3 boxes, the TOTAL number of straws is closest to A. 170 straws B. 180 straws C. 540 straws D. 600 straws
Item model:	
Stem	A teacher has I1 S1 that each contains I2 S2. After combining the S2 in all I1 S1, the TOTAL number of S2 is closest to
Elements	I1 Value Range: 3-5 by 1 I2 Value Range: 101 – 299 by 19 S1 Range: “boxes”, “trays”, “bowls”, “bags” S2 Range: “straws”, “cubes”, “blocks”, “marbles”, “chocolate”, “rings”
Options	A. ROUND (I2) to nearest 10s * (I1-1) S2 B. ROUND (I2) to nearest 100s * (I1+0.5) S2 C. ROUND (I2) to nearest 10s * I1 S2 D. ROUND (I2) to nearest 10s * (I1+1) S2
Auxiliary Information	None
Key	C

ภาพที่ 2-5 โมเดลข้อสอบ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประมาณค่าและการปัดเศษ (Gierl & Haladyna, 2013, p. 31)

จากภาพที่ 2-5 ในตัวโจทย์ประกอบไปด้วยข้อความ 2 ข้อความ (S1, S2) เลขจำนวนเต็ม 2 จำนวน (I1, I2) และไม่มีข้อมูลเสริม

S1 เป็นส่วนของคลังข้อมูลรายการภาชนะสำหรับใส่ของชิ้นเล็ก ๆ จากโมเดลข้อสอบนี้มี 4 ชนิด การเพิ่มปริมาณข้อสอบสามารถทำได้โดยเพิ่มรายการภาชนะ

S2 เป็นส่วนของคลังข้อมูลรายการสิ่งของชิ้นเล็ก ๆ จากโมเดลข้อสอบนี้มี 6 ชนิด

I1 คือจำนวนภาชนะ จากโมเดลข้อสอบนี้มี 3 ค่า ตั้งแต่ 3 ถึง 5

I2 คือจำนวนสิ่งของชิ้นเล็ก ๆ ที่บรรจุในภาชนะ จากโมเดลข้อสอบนี้มี 10 ค่า จาก 101 ถึง 299 โดยเพิ่มทีละ 19

จากการใช้ IGOR (Item GeneratOR) ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบที่พัฒนาโดย Gierl, Zhou, and Alves (2008) กับโมเดลข้อสอบนี้ จะสามารถสร้างข้อสอบได้ถึง 576 ข้อ ซึ่งนำเสนอไว้ดังภาพที่ 2-6

5. A teacher has 3 boxes that each contain 177 drinking straws. After combining the straws in all 3 boxes, the TOTAL number of straws is closest to

- a. 360 straws
- b. 540 straws
- c. 700 straws
- d. 720 straws

114. A teacher has 4 boxes that each contain 234 cubes. After combining the cubes in all 4 boxes, the TOTAL number of cubes is closest to

- a. 690 cubes
- b. 900 cubes
- c. 920 cubes
- d. 1150 cubes

225. A teacher has 3 trays that each contain 253 blocks. After combining the blocks in all 3 trays, the TOTAL number of blocks is closest to

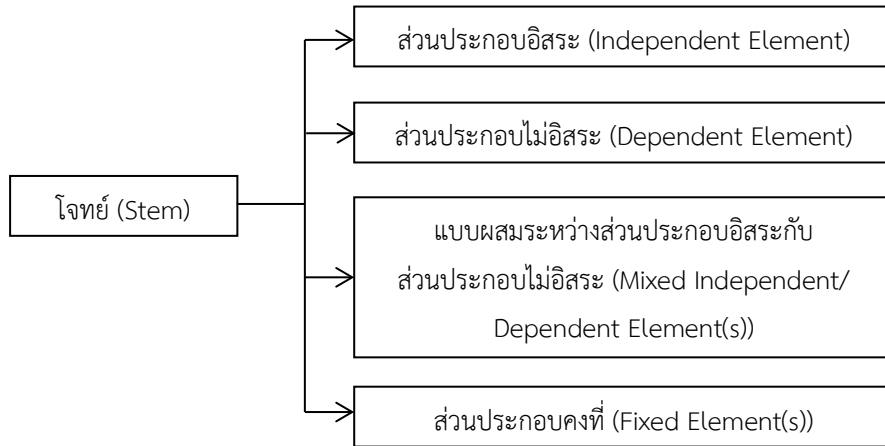
- a. 500 blocks
- b. 750 blocks
- c. 1000 blocks
- d. 1050 blocks

305. A teacher has 4 boxes that each contain 215 marbles. After combining the marbles in all 4 boxes, the TOTAL number of marbles is closest to

- a. 660 marbles
- b. 880 marbles
- c. 900 marbles
- d. 1100 marbles

ภาพที่ 2-6 ตัวอย่างข้อสอบที่สร้างขึ้นจากโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ระดับ Grade 3 (Gierl & Haladyna, 2013, p. 32)

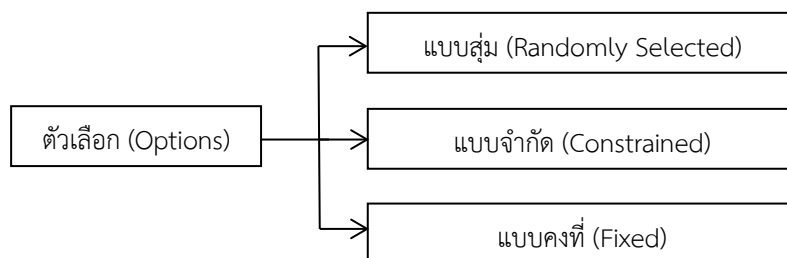
Gierl et al. (2008) ได้นำเสนอตัวอย่างโมเดลข้อสอบรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากลักษณะของโจทย์ 4 แบบ ดังภาพที่ 2-7



ภาพที่ 2-7 ประเภทของโจทย์ในโมเดลข้อสอบ (Gierl et al., 2008, p. 11)

จากภาพที่ 2-7 แสดงประเภทของโจทย์ในโมเดลข้อสอบ มี 4 แบบ ได้แก่

1. ส่วนประกอบอิสระ (Independent Element) มีจำนวนส่วนประกอบ 1 ส่วน เมื่อส่วนประกอบใดในโจทย์มีการเปลี่ยนแปลง จะไม่ส่งผลต่อส่วนประกอบอื่น
2. ส่วนประกอบไม่อิสระ (Dependent Element) มีจำนวนส่วนประกอบ 2 ส่วน แต่ละส่วนประกอบมีการเชื่อมโยงกับส่วนประกอบอื่น
3. รูปแบบผสมระหว่างส่วนประกอบอิสระและส่วนประกอบไม่อิสระ (Mixed Independent/ Dependent Element) โดยมีจำนวนส่วนประกอบอิสระ 1 ส่วน และจำนวนส่วนประกอบไม่อิสระ 1 ส่วน
4. ส่วนประกอบคงที่ (Fixed Element) มีลักษณะคงที่ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ส่วนของประเภทของตัวเลือก ได้แสดงไว้ดังภาพที่ 2-8



ภาพที่ 2-8 ประเภทของตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ (Gierl et al., 2008, p. 12)

จากภาพที่ 2-8 แสดงประเภทของตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ มี 3 แบบ ได้แก่

1) ตัวเลือกแบบสุ่ม (Randomly Selected Options) คือแบบที่ทั้งคำตอบที่ถูกต้อง และตัวลวงถูกเลือกจากการสุ่มจากคลังที่มีเนื้อหาตรงกัน

2) ตัวเลือกแบบจำกัด (Constrained Options) คือแบบที่ทั้งคำตอบที่ถูกต้อง และตัวลวงถูกสร้างตามข้อกำหนด เช่น สูตร การคำนวณ

3) ตัวเลือกแบบคงที่ (Fixed Options) คือแบบที่ทั้งคำตอบที่ถูกต้อง และตัวลวงไม่มีการเปลี่ยนแปลง

การจับคู่กันของโจทย์และตัวเลือกแต่ละแบบ ทำให้เกิดโมเดลข้อสอบรูปแบบต่าง ๆ ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกแบบต่าง ๆ ในโมเดลข้อสอบ

ตัวเลือก (Options)	โจทย์ (Stem)			
	แบบอิสระ (Independent)	แบบไม่อิสระ (Dependent)	แบบผสม (Mixed)	แบบคงที่ (Fixed)
แบบสุ่ม (Randomly Selected)	โมเดลที่ 1	โมเดลที่ 4	โมเดลที่ 7	โมเดลที่ 10
แบบจำกัด (Constrained)	โมเดลที่ 2	โมเดลที่ 5	โมเดลที่ 8	รูปแบบที่ไม่สามารถสร้างได้ (N/A)
แบบคงที่ (Fixed)	โมเดลที่ 3	โมเดลที่ 6	โมเดลที่ 9	รูปแบบที่ไม่สามารถสร้างได้ (N/A)

จากตารางที่ 2-3 จะเห็นว่า มีสร้างโมเดลข้อสอบได้จำนวน 10 รูปแบบ จากการจับคู่ระหว่างโจทย์กับตัวเลือกแบบต่าง ๆ และมี 2 แบบที่ไม่สามารถสร้างได้ (N/A) โดยมีการยกตัวอย่างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ทั้ง 10 รูปแบบ ดังภาพที่ 2-9 ถึง 2-18

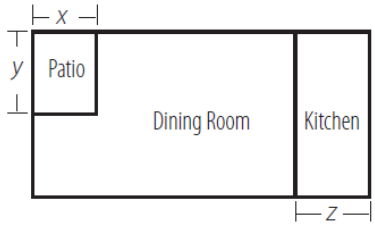
Model #1:	Stem: Independent; Options: Randomly Selected; Auxiliary Information: None
	<p>The students could see a circular lake from the top of a Tramway. The distance around the lake is known as its</p> <p>A. circumference B. diameter C. radius D. area</p>
	Item Model Variables
<i>Stem</i>	S1 could see a circular S2 from the top of a S3. The distance around the S2 is known as its
<i>Elements</i>	<p>S1 Range: "Some students", "Bob and Mike", "Anne and her sister", "Some boys", "Some girls"</p> <p>S2 Range: "lake", "pool"</p> <p>S3 Range: "Tramway", "mountain", "building", "tower"</p>
<i>Options</i>	<p><u>Key</u>: circumference or perimeter</p> <p><u>Distractors</u>: diameter, radius, area, sector, chord, arc</p>
<i>Auxiliary Information</i>	None
<i>Key</i>	A

ภาพที่ 2-9 โมเดลที่ 1 กรณียุทธแบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกแบบสุ่ม (Randomly Selected) และไม่มีข้อมูลเสริม (Gierl et al., 2008, p. 13)

Model #2: Stem: Independent; Options: Constrained; Auxiliary Information: Diagram

This is a diagram of the Pizza Place's floor plan. Fire regulations state that each customer in a dining room must have a minimum of 2.2 m² of floor space. What is the maximum number of customers that can be seated in the Pizza Place's dining room when $x = 3.0$, $y = 5.0$, $z = 4.0$, and the restaurant is 10×16 ?

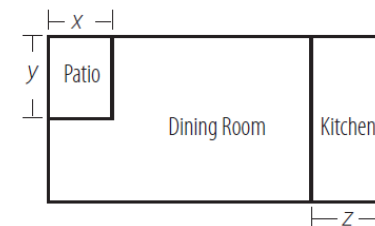
A. 47
B. 59
C. 54
D. 72



Item Model Variables

Stem

This is a diagram of the Pizza Place's floor plan. Fire regulations state that each customer in a dining room must have a minimum of 2.2 m² of floor space. What is the maximum number of customers that can be seated in the Pizza Place's dining room when $x = \mathbf{11}$, $y = \mathbf{12}$, $z = \mathbf{11} + 1$, and the restaurant is $2 * \mathbf{12}$ by $\mathbf{11} + 2 * \mathbf{12} + 3$?



Elements

$\mathbf{11}$ Value Range: 1–3 by 1
 $\mathbf{12}$ Value Range: 10–18 by 1

Options

A. Round Down $(4 * \mathbf{12} * \mathbf{12} + 4 * \mathbf{12} - \mathbf{11} * \mathbf{12}) / 2.2$
B. Round Down $(2 * \mathbf{12} * (\mathbf{11} + 2 * \mathbf{12} + 3) - \mathbf{11} * \mathbf{12}) / 2.2$
C. Round Down $(4 * \mathbf{12} * \mathbf{12} + 4 * \mathbf{12}) / 2.2$
D. Round Down $(2 * \mathbf{11} * \mathbf{12} + 4 * \mathbf{12} * \mathbf{12} + 6 * \mathbf{12}) / 2.2$

Auxiliary Information

Diagram of a Pizza Place's floor plan

Key

A

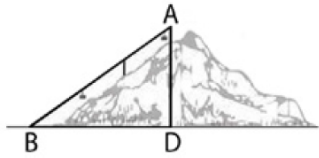
ภาพที่ 2-10 โมเดลที่ 2 กรณีโจทย์แบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกแบบจำกัด (Constrained) และมีข้อมูลเสริมเป็นรูปภาพ (Gierl et al., 2008, p. 14)

Model #3:	Stem: Independent; Options: Fixed; Auxiliary Information: None
	<p>In order to make a particular shade of green paint, Mary uses 24 parts of blue pigment, 12 parts of white, and 6 parts of yellow. What is the simplest ratio of these pigments?</p> <p>A. 4 : 2 : 1 B. 6 : 3 : 2 C. 12 : 6 : 3 D. 1 : 1/2 : 1/4</p>
	Item Model Variables
<i>Stem</i>	<p>In order to make a particular shade of S1 paint, Mary uses 4*I1 parts of S2 pigment, 2*I1 parts of white, and I1 parts of S3. What is the simplest ratio of these pigments?</p>
<i>Elements</i>	<p>S1 Range: "green", "orange", "purple", "brown" S2 Range: "blue", "red" S3 Range: "yellow", "blue", "black" I1 Value Range: 2, 3, 6, or 12 As S1="green", S2="blue", S3="yellow"; As S1="orange", S2="red", S3="yellow"; As S1="purple", S2="red", S3="blue"; As S1="brown", S2="red", S3="black"</p>
<i>Options</i>	<p>A. 4 : 2 : 1 B. 6 : 3 : 2 C. 12 : 6 : 3 D. 1 : 1/2 : 1/4</p>
<i>Auxiliary Information</i>	None
<i>Key</i>	A

ภาพที่ 2-11 โมเดลที่ 3 กรณีโจทย์แบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกแบบคงที่ (Fixed) และไม่มีข้อมูลเสริม (Gierl et al., 2008, p. 15)

Model #4: Stem: Dependent; Options: Randomly Selected; Auxiliary Information: Pictures

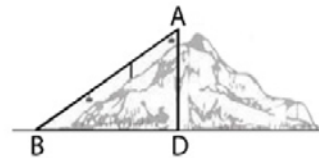
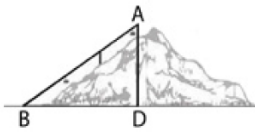

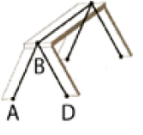

Some students visited the sights around Jasper. Omar observed that the Jasper Tramway formed an angle with the surroundings.



What kind of angle is $\angle ABD$?

A. Acute
B. Right
C. Obtuse
D. Straight

Item Model Variables

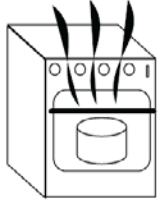
<i>Stem</i>	<p>Some students visited S1. Omar observed that the S2 formed an angle with the surroundings.</p> <p>What kind of angle is $\angle ABD$?</p>	
<i>Elements</i>	<p>S1 Range: "the sights around Jasper", "a pizzeria", "a park", "a watch store" S2 Range: "Jasper Tramway", "pizza slice", "park's table", "a clock" As S1= "the sights around Jasper", S2= "Jasper Tramway" As S1= "a pizzeria", then S2= "pizza slice" AS S1= "a park", then S2= "park's table" AS S1= "a watch store", then S2= "clock's pointer"</p>	
<i>Options</i>	<p><u>Key</u>: Acute <u>Distractors</u>: Right, Obtuse, Straight, Vertical</p>	
<i>Auxiliary Information</i>	<p>Picture of Jasper Tramway; Picture of pizza slice; Picture of park's table; Picture of a clock</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">     </div>	
<i>Key</i>	A	

ภาพที่ 2-12 โมเดลที่ 4 กรณีโจทย์แบบไม่อิสระ (Dependent) ตัวเลือกแบบสุ่ม (Randomly Selected) และมีข้อมูลเสริมเป็นรูปภาพ (Gierl et al., 2008, p. 16)

Model #5: Stem: Dependent; Options: Constrained; Auxiliary Information: Picture

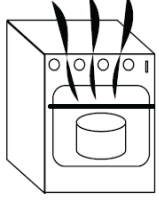
The thermostat of an oven malfunctioned. First, the temperature dropped 5°C, then it increased 7°C, fell 12°C, and finally decreased a further 30°C before it stabilized 185°C. What was the original temperature?

A. 239°C
B. 225°C
C. 131°C
D. 145°C



Item Model Variables

Stem The thermostat of an oven malfunctioned. First, the temperature dropped **I1** ° **S1**, then it increased **I2** ° **S1**, fell **I3** ° **S1**, and finally decreased a further **I4** ° **S1** before it stabilized **I5** ° **S1**. What was the original temperature?



	<i>As S1 = "°C"</i>	<i>As S1 = "°F"</i>
<i>Elements</i>	I1 Value range: 3 to 18 by 3 I2 Value range: 2 to 20 by 2 I3 Value range: 5 to 15 by 1 I4 Value range: 10 to 40 by 4 I5 Value range: 100 to 200 by 5	I1 Value range: 15 to 30 by 3 I2 Value range: 10 to 30 by 2 I3 Value range: 21 to 30 by 1 I4 Value range: 50 to 60 by 5 I5 Value range: 200 to 300 by 5

Options

A. **I1** + **I2** + **I3** + **I4** + **I5**
 B. **I1** - **I2** + **I3** + **I4** + **I5**
 C. **I1** + **I2** - **I3** - **I4** + **I5**
 D. -**I1** + **I2** - **I3** - **I4** + **I5**

Auxiliary Information Oven picture

Key B

ภาพที่ 2-13 โมเดลที่ 5 กรณีโจทย์แบบไม่อิสระ (Dependent) ตัวเลือกแบบจำกัด (Constrained) และมีข้อมูลเสริมเป็นรูปภาพ (Gierl et al., 2008, p. 17)

Model #6:	Stem: <i>Dependent</i>; Options: <i>Fixed</i>; Auxiliary Information: <i>None</i>
	<p>To calculate the speed of a motorcycle, if d = distance a motorcycle travels in metres, r = speed in m/s, and t = time in seconds, the formula $d = rt$ would have to be rewritten as</p> <p>A. $r = d - t$</p> <p>B. $r = dt$</p> <p>C. $r = d/t$</p> <p>D. $r = t/d$</p>
	Item Model Variables
<i>Stem</i>	To calculate the speed of a S1, if d = distance a S1 travels in S2, r = speed in S3 / S4, and t = time in S5, the formula $d = rt$ would have to be rewritten as
<i>Elements</i>	<p>S1 Range: "motorcycle", "bike", "car", "truck"</p> <p>S2 Range: "metres", "kilometres"</p> <p>S3 Range: "m", "km"</p> <p>S4 Range: "s", "h"</p> <p>S5 Range: "seconds", "hours"</p> <p>As S1 = "bike", then S2 = "metres"</p> <p>As S1 = "motorcycle", "car", "truck", then S2 = "kilometres"</p> <p>As S2 = "metres", then S3 = "m", S4 = "s", S5 = "seconds"</p> <p>As S2 = "kilometres", then S3 = "km", S4 = "h", S5 = "hours"</p>
<i>Options</i>	<p>A. $r = d - t$</p> <p>B. $r = dt$</p> <p>C. $r = d/t$</p> <p>D. $r = t/d$</p>
<i>Auxiliary Information</i>	None
<i>Key</i>	C

ภาพที่ 2-14 โมเดลที่ 6 กรณิโจทย์แบบไม่อิสระ (Dependent) ตัวเลือกแบบคงที่ (Fixed) และไม่มีข้อมูลเสริม (Gierl et al., 2008, p. 18)

Model #7: Stem: Mixed; Options: Randomly Selected; Auxiliary Information: None

Four of the students had a foot race at their campsite near Jasper. John finished 5 s behind Ryan, Sheila finished 3 s behind John, Danielle was 6 s in front of Sheila.

In what order, from first to last, did the students finish?

A. Ryan, Danielle, Sheila, John
 B. Ryan, John, Danielle, Sheila
 C. Ryan, Sheila, John, Danielle
 D. Ryan, Danielle, John, Sheila

Item Model Variables

Stem

Four S1 had a S2 at their S3. John finished I1 S4 behind Ryan, Sheila finished I2 S4 behind John, Danielle was I3 S4 in front of Sheila.

In what order, from first to last, did the S1 finish?

Elements

S1 Range: "students", "kids", "children"
 S2 Range: "foot race", "bike race", "competition", "raffle basket competition", "Miniature Golf Tournament", "balloon race", "Candy Bar Bingo"
 S3 Range: "school", "campsite near Jasper", "community league"
 S4 Range: "s", "points"
 I1 3 to 6 by 1
 I2 2 to 5 by 1
 I3 I2+2
 As S2="foot race", "bike race", or "balloon race", then S4="s"
 As S3="raffle basket competition", "Miniature Golf Tournament", or "Candy Bar Bingo", then S4="points"

Options

Key: Ryan, Danielle, John, Sheila

Distractors:
 Danielle, Ryan, Sheila, John
 Danielle, John, Ryan, Sheila
 Danielle, John, Sheila, Ryan
 Danielle, Sheila, Ryan, John
 Danielle, Sheila, John, Ryan
 Danielle, Ryan, John, Sheila
 Danielle, Ryan, John, Sheila
 Danielle, John, Ryan, Sheila
 Danielle, John, Sheila, Ryan
 John, Sheila, Danielle, Ryan
 John, Sheila, Ryan, Danielle
 Sheila, Danielle, Ryan, John
 Sheila, Danielle, John, Ryan
 Sheila, Ryan, Danielle, John
 Sheila, Ryan, John, Danielle
 Sheila, John, Danielle, Ryan
 Sheila, John, Ryan, Danielle

Auxiliary Information

None

Key

D

ภาพที่ 2-15 โมเดลที่ 7 กรณีโจทย์แบบผสม (Mixed) ตัวเลือกแบบสุ่ม (Randomly Selected) และไม่มีข้อมูลเสริม (Gierl et al., 2008, pp. 19-20)

Model #8: Stem: Mixed; Options: Constrained; Auxiliary Information: Table

Mrs. Kary kept a record of participants in school activities and the total points some teams accumulated.

Team	Participants	Total Points
Red	26	762
Green	33	978
Yellow	22	641
Blue	29	?

Based on the information in the table, the Blue team's total number of points would most likely be

- A. 692
- B. 768
- C. 809
- D. 851

Item Model Variables

S2 kept a record of participants in school activities and the total points some teams accumulated.

Team	Participants	Total Points
S1_1	I1	Round I1 * I2
S1_2	I1 + 7	Round (I1 + 7) * I3
S1_3	I1 - 4	Round (I1 - 4) * I4
S1_4	I1 + 3	?

Stem

Based on the information in the table, the **S1_4** team's total number of points would most likely be

Elements

- S1** Range: "Blue", "Green", "Yellow", "Red", "Gray", "Brown", "Black", "White"
- S2** Range: "Mr. Kary", "Mr. Rogers", "Mr. Pitt"
- I1** Value Range: 20 to 29 by 1
- I2** Value Range: 29.00 to 29.99 by 0.3
- I3** Value Range: 29.00 to 29.99 by 0.3
- I4** Value Range: 29.00 to 29.99 by 0.3
- I5** Value Range: 29.00 to 29.99 by 0.3

Options

- A. Round $((I1 - 4) * I4 + 7)$
- B. Round $((I1 - 4) * I4 + 29)$
- C. Round $((I1 * I2 + (I1 + 7) * I3 + (I1 - 4) * I4) / 3)$
- D. Round $((I1 + 3) * I5)$

Auxiliary Information

Table

Key

D

ภาพที่ 2-16 โมเดลที่ 8 กรณีโจทย์แบบผสม (Mixed) ตัวเลือกแบบจำกัด (Constrained) และมีข้อมูลเสริมเป็นตาราง (Gierl et al., 2008, pp. 21-22)

Model #9:	Stem: Mixed; Options: Fixed; Auxiliary Information: None
	<p>There are three radio stations in a town with about 60,000 potential listeners. Peter was hired to determine the approximate number of listeners each station had. He decided to survey 200 people.</p> <p>These 200 people are called a</p> <p>A. sample</p> <p>B. population</p> <p>C. frequency</p> <p>D. census</p>
	Item Model Variables
<i>Stem</i>	<p>There are I1 S1 in a town with about I2 potential S2. S3 was hired to determine the approximate number of S2 each one had. He decided to survey I3 people.</p> <p>These I3 people are called a</p>
<i>Elements</i>	<p>S1 Range: "radio stations", "TV stations", "sports teams"</p> <p>S2 Range: "listeners", "watchers", "fans"</p> <p>S3 Range: "school", "campsite near Jasper", "community league"</p> <p>I1 Value range: 2 to 5 by 1</p> <p>I2 Value range: 20,000 to 80,000 by 10,000</p> <p>I3 Value range: 200 to 600 by 50</p> <p>As S1= "radio stations", then S2= "listeners"</p> <p>As S1= "TV stations", then S2= "watchers"</p> <p>As S3= "sports teams", then S2= "fans"</p>
<i>Options</i>	<p>A. sample</p> <p>B. population</p> <p>C. frequency</p> <p>D. census</p>
<i>Auxiliary Information</i>	None
<i>Key</i>	A





ภาพที่ 2-17 โมเดลที่ 9 กรณียุทธแบบผสม (Mixed) ตัวเลือกแบบคงที่ (Fixed) และไม่มีข้อมูลเสริม (Gierl et al., 2008, p. 23)

**Model #10: Stem: Fixed; Options: Randomly Selected;
Auxiliary Information: None**

There is a team crest on Henry's jacket that:

- is a polygon
- has more sides than a triangle but fewer than a hexagon
- is not a quadrilateral

What is the shape of the crest?

- A. 
- B. 
- C. 
- D. 

Item Model Variables

Stem

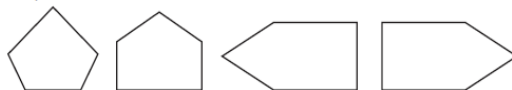
There is a team crest on Henry's jacket that:

- is a polygon
- has more sides than a triangle but fewer than a hexagon
- is not a quadrilateral

What is the shape of the crest?

Options

Key:



Distractors:



Auxiliary
Information

None

Key

A

ภาพที่ 2-18 โมเดลที่ 10 กรณียุทธ์แบบคงที่ (Fixed) ตัวเลือกแบบสุ่ม (Randomly Selected) และไม่มีข้อมูลเสริม (Gierl et al., 2008, p. 24)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ

พิชิตพล ถนอมงาม (2547) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบวัดความสามารถด้านการคำนวณช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3) จากฟอร์มข้อสอบที่สร้างขึ้น โดยโปรแกรมเขียนโดยชุดคำสั่งของภาษาวีซวลเบสิก รุ่น 6.0 (Visual Basic Version 6.0) ขั้นตอนในการวิจัย ได้แก่ การนิยามปัญหา การสร้างข้อสอบต้นแบบและฟอร์มข้อสอบ การเขียนโปรแกรมให้คอมพิวเตอร์สร้างข้อสอบจากฟอร์มข้อสอบ การจัดทำคู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ การตรวจแก้ไขข้อผิดพลาดและประเมินประสิทธิผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ประเมินประสิทธิผลการใช้โปรแกรมโดยผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 และผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 24 คน ผลการวิจัย มีดังนี้

1. ข้อสอบประเภทหลายตัวเลือกชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 66 ข้อ ที่โปรแกรมสร้างขึ้นจากฟอร์มข้อสอบแต่ละข้อ วัดความสามารถด้านการคำนวณ โปรแกรมสามารถสร้างข้อสอบได้จำนวนเท่ากับฟอร์มข้อสอบ ข้อสอบทุกข้อมีดัชนีความยากและดัชนีอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ดี ความตรงและความเที่ยงของแบบทดสอบแต่ละชุดอยู่ในเกณฑ์ดี
2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถสร้างข้อสอบได้คงเส้นคงวา สามารถผลิตแบบทดสอบ แก้ไขข้อสอบ และพิมพ์แบบทดสอบลงกระดาษ ตรวจสอบความเหมาะสมของข้อสอบที่สร้างขึ้น และข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมมีคุณภาพไม่ต่างจากข้อสอบต้นแบบ
3. การประเมินประสิทธิผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ พบว่า โปรแกรมมีความสะดวกในการใช้งานดีมาก โปรแกรมมีความถูกต้องในการใช้งานดีมาก คู่มือการใช้โปรแกรมมีความชัดเจนดี และลักษณะทั่วไปของโปรแกรมอยู่ในเกณฑ์ดี

Bejar et al. (2003) ได้ศึกษาเพื่อประเมินความเป็นไปได้ของแนวทางการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้โมเดลข้อสอบ (item Model) ที่มีฐานมาจาก the Graduate Record Examination (GRE) Test โดยโมเดลข้อสอบนั้นเป็น วิธีการสร้างข้อสอบที่เป็นการทำให้เกิดการเทียบเท่าในเนื้อหา และเทียบเท่าในด้านของ Psychometrically และข้อสอบยังมีการปรับเทียบโดยให้สอดคล้องกับ IRT Response Model

Gierl, Zhou, and Alves (2008) ได้นำเสนอเกี่ยวกับโมเดลข้อสอบ (Item Model) ที่เป็นตัวแปรที่ชัดเจนในงานด้านการวัดผล โดยจะเป็นการดำเนินการในขั้นตอนที่ 2 ในการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (Automatic Item Generation: AIG) ภายใต้กรอบแนวคิด วิศวกรรมกรรมการประเมิน (Assessment Engineering) ซึ่งโมเดลข้อสอบนี้ประกอบไปด้วย โจทย์ (Stem) ตัวเลือก (Options) และข้อมูลเสริม (Auxiliary Information) โดย 1) โจทย์ เป็นส่วนหนึ่งของข้อสอบที่กำหนดบริบทเนื้อหา และ/หรือ คำถามที่ผู้เข้าสอบจะต้องตอบคำถาม 2) ตัวเลือก บรรจุคำตอบทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งมีหนึ่งตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้อง และอีกหนึ่งหรือหลายตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ผิด หรือที่เรียกว่าตัวเลือก 3) ส่วนเพิ่มเติม (Auxiliary Information) คือส่วนประกอบที่เป็นข้อมูลเพิ่มเติมทั้งในโจทย์หรือในตัวเลือก ซึ่งเป็นได้ทั้งข้อความ (Texts) รูปภาพ (Images) ตาราง (Tables) และ/หรือ แผนภาพ (Diagrams) งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการแบ่งประเภทของโมเดลข้อสอบ จำนวน 10 โมเดล ซึ่งเป็นการจับคู่ระหว่างโจทย์กับตัวเลือกที่มีรูปแบบแตกต่างกัน ซึ่งยกตัวอย่างแต่ละโมเดลด้วยข้อสอบ

วิชาคณิตศาสตร์ และในท้ายสุด มีการพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับสร้างข้อสอบแต่ละโมเดล ที่ชื่อว่า IGOR (Item GeneratOR) ที่เขียนโดยใช้ Sun Microsystems JAVA SE 6.0

Lai et al. (2009) ได้ใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (Automatic Item Generation: AIG) มาช่วยแก้ปัญหาการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Adaptive Testing: CAT) อันเนื่องมาจากการเขียนข้อสอบเป็นทักษะที่ต้องใช้ความละเอียดและใช้เวลานาน ดังนั้นเพื่อที่จะลดความเสี่ยงของข้อสอบ CAT ซึ่งต้องใช้ข้อสอบจำนวนมากสำหรับการบริหารจัดการ การสอบ ขณะที่การพัฒนาการทดสอบกลายเป็นความซับซ้อนมากขึ้น มีความต้องการทั้งปริมาณและคุณภาพของข้อสอบ ที่ใกล้เคียงกว่าความสามารถของผู้เขียนข้อสอบที่เขียนอยู่ในปัจจุบัน เพื่อจัดการปัญหานี้ การใช้ AIG จะเป็นวิธีการที่ช่วยพัฒนาการทดสอบในปัจจุบัน วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการสำรวจความต้องการของการพัฒนาโมเดลข้อสอบ (Item Model) ภายใต้ AIG โดยใช้ item Model Taxonomy หลังจากการฝึกอบรมกลุ่มตัวอย่างในการสร้างโมเดลข้อสอบ ซึ่งโมเดลข้อสอบที่ถูกสร้างขึ้นจำนวน 34 ข้อ สามารถนำมาใช้สร้างข้อสอบได้ถึง 64,280 ข้อ จากการศึกษานี้ได้มีการอภิปรายทั้งด้านผลกระทบและศักยภาพที่จะพัฒนาได้สำหรับการใช้ AIG

Gierl, Lai, Hogen, and Matovinovic (2015) ได้ออกแบบวิธีการสร้างข้อสอบทางการศึกษาที่สอดคล้องกับหลักสูตรมาตรฐานแกนกลางคณิตศาสตร์ของรัฐ (CCSSM) เพื่อตอบสนองความต้องการในการใช้ข้อสอบที่มากขึ้น โดยการสร้างข้อสอบโดยใช้โมเดลข้อสอบและเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ตามแนวทางของ AIG โดยมี 3 ขั้นตอน คือ 1) พัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบ ชุด Generation 0 item models (G0) จำนวน 18 โมเดล โดยใช้วิธี n-layer 2) พัฒนาโมเดล ชุด Generation 1 item models (G1) ให้สอดคล้องกับ CCSSM แต่วัดในขั้นที่แตกต่างกับชุด G0 และ 3) สร้างเฉลย และตัวลวง โดยผลของการศึกษานี้ทำให้สามารถสร้างข้อสอบจำนวนมากที่หลากหลายแต่สอดคล้องกับหลักสูตรมาตรฐานแกนกลางคณิตศาสตร์ของรัฐ (CCSSM)

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวทั้งในประเทศและต่างประเทศจะเห็นได้ว่าการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (Automatic Item Generation: AIG) มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่ออำนวยความสะดวกในการสร้างข้อสอบซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่จะช่วยให้การวัดและประเมินผลการศึกษา มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ตอนที่ 5 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างข้อสอบอัตโนมัติและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษานี้เป็นการวิจัยและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทางของ AIG ซึ่งต้องใช้คอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือสำคัญในการทำงาน ดังนั้นจึงต้องมีการนำหลักการของวงจรพัฒนาระบบ (Systems Development Life Cycle: SDLC) มาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมอย่างเป็นขั้นเป็นตอนเพื่อให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพมากที่สุด

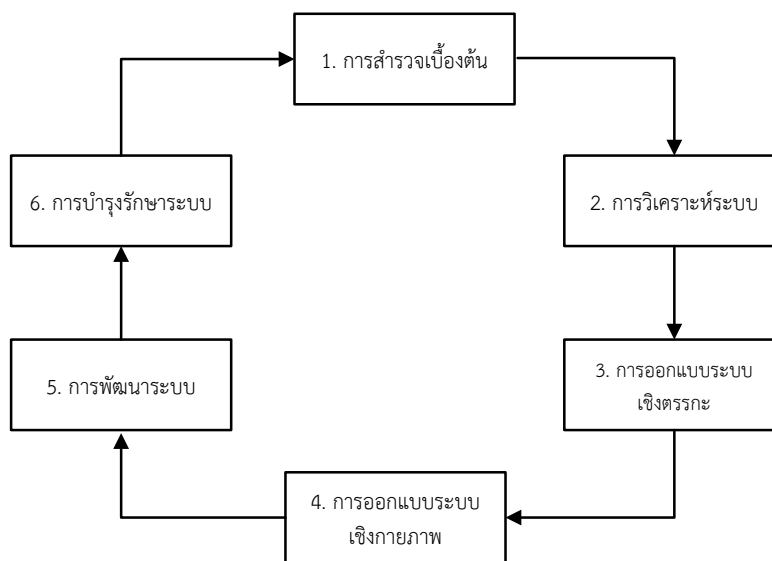
ความหมายและกระบวนการของวงจรการพัฒนาาระบบ (Systems Development Life Cycle: SDLC)

วงจรการพัฒนาาระบบ เป็นวงจรการทำงานที่เป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน ที่ช่วยในการพัฒนาาระบบ โดยมีการวางแผนตั้งแต่ต้นว่าเริ่มทำอะไรบ้าง พัฒนาเสร็จแล้วจะต้องบำรุงรักษาอย่างไร เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานได้ โดยในแต่ละขั้นตอน จะสัมพันธ์กันตลอดเวลา ไปจนกว่าระบบงานจะเสร็จสิ้น (สุพรรณษา ยวงทอง, 2557, หน้า 203)

วงจรการพัฒนาาระบบ เป็นวงจรการทำงานเพื่อสร้างระบบสารสนเทศใหม่ หรือการปรับปรุงระบบสารสนเทศให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือหลักในการทำงาน (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 41)

สรุปความหมายของ วงจรการพัฒนาาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) เป็นรูปแบบการพัฒนาาระบบด้านคอมพิวเตอร์ โดยมีการวางแผนงานอย่างชัดเจน และมีความเกี่ยวข้องต่อเนื่องกันไป ซึ่งตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งาน

วงจรการพัฒนาาระบบประกอบด้วย 6 ขั้นตอนโดยเริ่มจากการสำรวจข้อเท็จจริง วิเคราะห์และออกแบบระบบ พัฒนาและทดสอบระบบ และในขั้นตอนสุดท้ายคือการบำรุงรักษาาระบบ ดังภาพที่ 2-19 (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 41-46)



ภาพที่ 2-19 วงจรการพัฒนาาระบบ (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 42)

ในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นตอนการสำรวจเบื้องต้น (Preliminary Investigation Phase) เป็นขั้นตอนที่ระบุปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อที่จะกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม โดยเมื่อศึกษาข้อเท็จจริงแล้วจะพิจารณาวิธีการที่เหมาะสม ซึ่งจะมีสามแนวทางคือ 1) ยังคงใช้ระบบเดิม 2) ปรับปรุงระบบเดิม



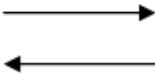

3) พัฒนาระบบใหม่ จากนั้นจะศึกษาความเป็นไปได้ และจัดทำแผนการพัฒนาระบบ ซึ่งจะกำหนดรายละเอียด ระยะเวลาดำเนินงาน รวมไปถึงทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบ (System Analysis Phase) เป็นการรวบรวมความต้องการใช้งานของผู้ใช้ และจัดทำเป็นข้อกำหนดความต้องการของระบบ โดยเขียนในรูปของ แบบจำลองกระบวนการ (Process Model) และ แบบจำลองข้อมูล (Data Model)

2.1 รวบรวมความต้องการใช้งานของผู้ใช้ (User Requirement)

2.2 วิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของระบบ (System Requirement) โดยพิจารณาจากผลสรุปความต้องการใช้งานระบบ ว่าส่วนใดควรพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศ และความต้องการส่วนใดที่ไม่เหมาะสม โดยจะได้เป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับความต้องการของระบบ (System Requirement Specification: SRS) หลังจากนั้นจึงจะนำมาเขียนเป็น แบบจำลองกระบวนการ (Process Model) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่แสดงให้เห็นว่าระบบมีกระบวนการทำงานเป็นลำดับขั้นตอนอย่างไร แต่ละขั้นตอนต้องใช้ข้อมูลนำเข้าจากแหล่งใด รวมไปถึงข้อมูลที่ได้จากการทำงานจะถูกส่งไปยังแหล่งรับข้อมูลใดบ้าง โดยสามารถเขียนในรูปแบบแผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ได้แก่ (อริยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 99-129) 1) กระบวนการทำงาน (Process) 2) เอนทิตีภายนอก (External Entity) 3) กระแสข้อมูล (Data Flow) และ 4.) แหล่งจัดเก็บข้อมูล (Data Store) และสัญลักษณ์ที่ใช้สื่อความหมายถึงแต่ละองค์ประกอบในการสร้างแผนภาพกระแสข้อมูล ใช้ชุดสัญลักษณ์ที่กำหนดโดย Gane and Sarson (อริยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 100-106) ดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 สัญลักษณ์และความหมายที่ใช้ในการเขียนแผนภาพกระแสข้อมูล

ภาพสัญลักษณ์	ความหมาย
	กระบวนการทำงาน (Process) หมายถึง ขั้นตอนการทำงานภายในระบบ
	เอนทิตีภายนอก (External Entity) หมายถึง ปัจจัยหรือสภาพแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อระบบ
	กระแสข้อมูล (Data Flow) แสดงถึง เส้นทาง การไหลของข้อมูล แสดงทิศทางของข้อมูลจาก ขั้นตอนการทำงานหนึ่ง ไปยังอีกขั้นตอนหนึ่ง
	แหล่งจัดเก็บข้อมูล (Data Store) แสดงถึง แหล่งจัดเก็บข้อมูลทั้งในส่วน of ข้อมูลนำเข้า และ ข้อมูลสารสนเทศที่เป็นผลลัพธ์

3. ขั้นตอนการออกแบบเชิงตรรกะ (Logical Design Phase) เป็นการกำหนดรายละเอียดองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบให้สอดคล้องกับข้อกำหนดความต้องการของระบบ ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้

3.1 การออกแบบในส่วนของรูปแบบผลลัพธ์ที่ได้จากระบบ (Output) เช่น ผลลัพธ์จากการค้นหาข้อมูล แบบฟอร์มและรายงานต่าง ๆ ที่สามารถเรียกดูหรือสั่งพิมพ์จากระบบ

3.2 การออกแบบส่วนนำเข้าสู่ข้อมูล (Input) เช่น รูปแบบของข้อมูล และช่วงของค่าที่เป็นไปได้ของข้อมูลก่อนนำเข้าสู่ระบบ

3.3 การออกแบบในส่วนของกระบวนการทำงาน (Process) ว่าประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานใด และมีวิธีการทำงานอย่างไร

3.4 การออกแบบในส่วนของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface) เช่น รูปแบบและวิธีการนำเสนอข้อมูลให้เหมาะสมกับผู้ใช้แต่ละบทบาท

4. ขั้นตอนการออกแบบเชิงกายภาพ (Physical Design Phase) เป็นการนำผลจากการออกแบบระบบเชิงตรรกะมาระบุลักษณะการทำงานของระบบทางกายภาพ ประกอบด้วย

4.1 การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่เหมาะสม

4.2 การออกแบบฐานข้อมูลของระบบ

4.3 การออกแบบคุณลักษณะเฉพาะของโปรแกรม โดยอาจเขียนในรูปของซูโดโค้ด (Pseudocode) ผังงานโปรแกรม (Program Flowchart) และผังงานระบบ (System Flowchart)

4.4 การออกแบบระบบรักษาความปลอดภัย

5. ขั้นตอนการพัฒนาระบบ (System Implementation Phase)

5.1 การเขียนโปรแกรม (Programming) และการทดสอบระบบ (System Testing) เป็นการระบุรูปแบบการพัฒนาระบบ ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรม การทดสอบระบบด้วยเทคนิคต่าง ๆ เช่น เทคนิคการทดสอบแบบกล่องดำ (Black Box Testing) ซึ่งเป็นการทดสอบที่เน้นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น (Output) จากการประมวลผลโปรแกรม (Process) โดยไม่เน้นรูปแบบการเขียนโปรแกรมของโปรแกรมเมอร์

5.2 การจัดทำคู่มือการใช้งาน (User's Manual) เมื่อระบบได้รับการทดสอบ และปรับปรุงจุดบกพร่องเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะต้องมีการจัดทำคู่มือการติดตั้งระบบรวมทั้งการใช้งานระบบด้วย เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถใช้งานได้โดยสะดวกรวดเร็ว

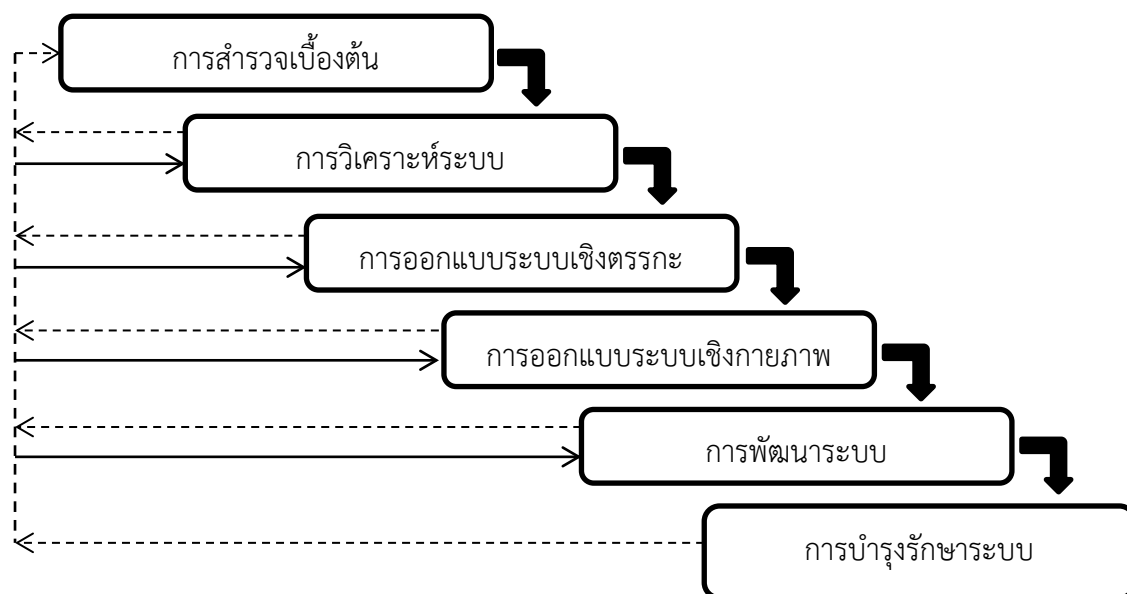
5.3 การประเมินผลระบบ (System Evaluation) อาจทำได้โดยการสอบถามความคิดเห็นจากผู้ทดลองใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านความสามารถของโปรแกรม ด้านความถูกต้องของโปรแกรม ด้านการออกแบบโปรแกรม และด้านคู่มือการใช้โปรแกรม

6. ขั้นตอนการบำรุงรักษาระบบ (System Maintenance Phase) เป็นการติดตามผลการใช้งานและให้ความช่วยเหลือแก่ผู้ใช้งานเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง และมีประสิทธิภาพ

แบบจำลองของวงจรการพัฒนาารระบบ (System Development Life Cycle Model: SDLC Model)

แบบจำลองของวงจรพัฒนาระบบ เป็นแผนภาพที่แสดงถึงรูปแบบการดำเนินงานของ SDLC ที่มีหลายรูปแบบแล้วแต่ความเหมาะสมในการใช้งาน รูปแบบที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้คือ

แบบจำลองน้ำตก (Waterfall Model) โดยแบบจำลองน้ำตกเป็นรูปแบบการพัฒนาที่นิยมใช้ในอดีตตั้งแต่ปี ค.ศ.1970 เป็นต้นมา จึงเรียกได้ว่าเป็นแบบจำลองดั้งเดิม (Tradition Model) โดยมีหลักการทำงานให้เสร็จในแต่ละขั้นตอน แล้วจึงจะทำงานในขั้นตอนถัดไป ในปัจจุบันมีการปรับปรุงให้สามารถย้อนกลับไปแก้ไขข้อมูลในขั้นตอนต่าง ๆ ได้ ดังภาพที่ 2-20



ภาพที่ 2-20 แบบจำลองน้ำตก (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 47-48)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวงจรการพัฒนาาระบบ

Chakraborty, Baowaly, Arefin, and Bahar (2012) ได้ศึกษาบทบาทของวิศวกรรมความต้องการ (Requirement Engineering) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ 2 ในวงจรการพัฒนาาระบบ (SDLC) วิศวกรรมความต้องการเป็นกระบวนการที่จะทำให้วิศวกรซอฟต์แวร์เข้าใจ และเข้าถึงความต้องการของลูกค้าอย่างแท้จริง ด้วยการสกัดความต้องการ ตรวจสอบ และนิยามความต้องการ เพื่อนำไปสร้างเป็นข้อกำหนดความต้องการด้านระบบ หรือซอฟต์แวร์ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนาาระบบในขั้นตอนต่อไป ด้วยความสำคัญของวิศวกรรมความต้องการที่มีบทบาทอย่างยิ่งในทุกขั้นตอนของการพัฒนาาระบบปัจจุบันจึงมีการพัฒนาแนวทางการดำเนินการตามแนวคิดของวิศวกรรมความต้องการอย่างหลากหลาย แนวทางที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ได้แก่ Object-Based และ Problem Domain-Based Approaches งานวิจัยนี้จึงได้นำระบบของโรงพยาบาลมาวิเคราะห์ เพื่อแสดงให้เห็นถึงวิศวกรรมความต้องการที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมในขั้นตอนของวิศวกรรมความต้องการ โดยบางวิธี เช่น Abstraction และ Portioning นั้นมีความเหมาะสมด้วยการสร้างโมเดลที่เป็นประโยชน์สำหรับนักพัฒนา แต่ไม่ได้มุ่งเน้นไปที่ความต้องการของลูกค้า ในส่วนนี้การใช้วิธี Domain-Based Approached จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมกว่าในการจับประเด็นความต้องการของผู้ใช้และจะเป็นการช่วยลดข้อผิดพลาดในขั้นตอนถัดไปซึ่งจะส่งผลให้ค่าบำรุงรักษาต่ำลง

Kimmar and Chandwal (2013) ได้เปรียบเทียบโมเดลวงจรการพัฒนาาระบบ ปี ค.ศ. 2013 (SDLC-2013 Model) เทียบกับโมเดลวงจรการพัฒนาาระบบอื่น ๆ โดยใช้ The Constructive Cost Model (COCOMO) ซึ่งเป็นโมเดลสำหรับการประมาณค่าความคุ้มค่า และความคุ้มค่าของการพัฒนาโปรแกรมเป็นโมเดลในการเปรียบเทียบผลการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ได้จาก Waterfall Model, Prototype Model, Incremental Model และ SDLC-2013 Model ซึ่งโมเดลต่าง ๆ เหล่านี้มีแนวคิด และโครงสร้างในการพัฒนาแตกต่างกัน รวมทั้งมีความเหมาะสมในการนำไปใช้แตกต่างกันด้วย เช่น แบบจำลองน้ำตก (Waterfall Model) มักใช้สำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่มีขนาดเล็กและมีความต้องการที่ชัดเจนและมีเสถียรภาพ ในขณะที่แบบจำลองต้นแบบ (Prototype Model) ใช้สำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่มีความต้องการไม่ชัดเจนและไม่เสถียร ความแตกต่างทางโครงสร้างดังกล่าวหากนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาซอฟต์แวร์ตัวเดียวกันก็จะส่งผลให้ Lines of Code (LOC) ในการพัฒนาโปรแกรมแตกต่างกันซึ่งผลปรากฏว่า SDLC-2013 Model มีประสิทธิภาพมากกว่า Waterfall Model, Prototype Model, และ Incremental Model ทั้งในด้านการประหยัดค่าใช้จ่าย เวลา และแรงงาน

Barjtya, Sharma, and Rani (2015) ได้ศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบ SDLC ทั้งหมดและวิธีการลูกผสมอื่น ๆ ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยอธิบายถึงข้อดีและข้อเสียของโมเดลต่าง ๆ ที่มีอยู่ ข้อจำกัดต่างๆ และแนวทางการใช้ประโยชน์ โดยได้กล่าวถึง แบบจำลองน้ำตก (Waterfall Model) ซึ่งเป็นแบบจำลองดั้งเดิม (Traditional Model) ของ SDLC ซึ่งมีหลักการทำงานโดยให้ดำเนินการให้เสร็จในแต่ละขั้นตอนแล้วจึงทำงานต่อในขั้นต่อไป แต่ไม่มีทางเลือกสำหรับการย้อนกลับ ซึ่งผลที่เกิดในระยะถัดไปก็มาจากผลของระยะก่อนหน้านี้ แบบจำลองน้ำตกนั้นง่ายต่อการจัดการและเข้าใจได้ง่าย แต่ในบางสถานการณ์จะทำให้โครงการล่าช้าเนื่องจากก่อนที่จะย้ายไปขั้นต่อไปก็ต้องให้ขั้นตอนแรกเสร็จสมบูรณ์เสียก่อน และจากการศึกษานี้ยังพบว่าระเบียบวิธีการพัฒนาระบบ (System Development Methodology) แบบ Agile เป็นรูปแบบที่ดีกว่าแบบอื่นทั้งในเรื่องประสิทธิภาพ, รอบเวลาที่เร็วขึ้น และการวิเคราะห์ความเสี่ยง

จากการทบทวนงานวิจัยเกี่ยวกับวงจรการพัฒนาาระบบ (SDLC) ปรากฏว่า วงจรการพัฒนาาระบบ มีโมเดลให้เลือกใช้หลายรูปแบบ แต่ละโมเดลมีความเหมาะสมกับบริบทที่แตกต่างกัน สามารถนำมาประยุกต์กับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

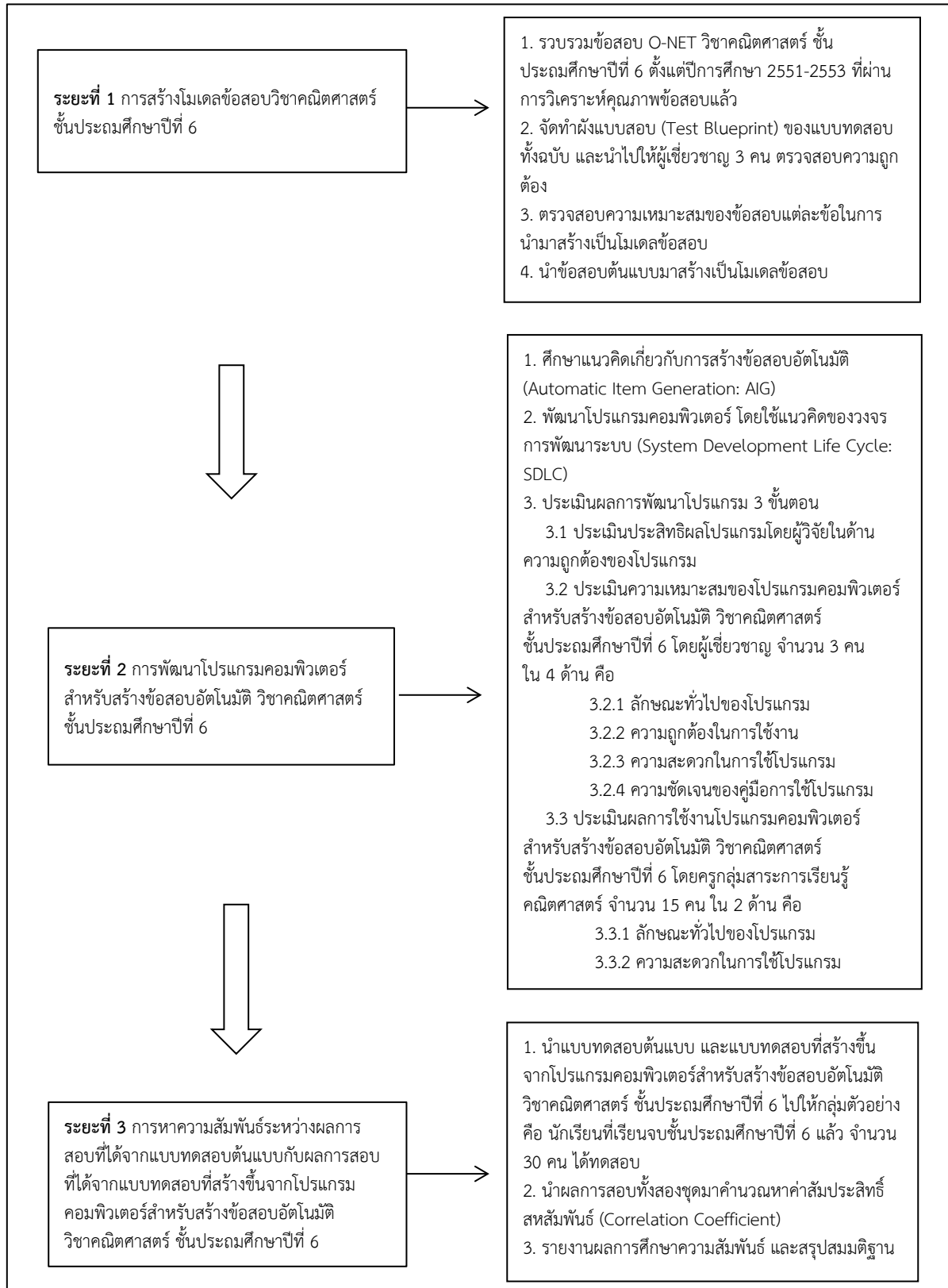
การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การศึกษาแบ่งเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ระยะที่ 3 การหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

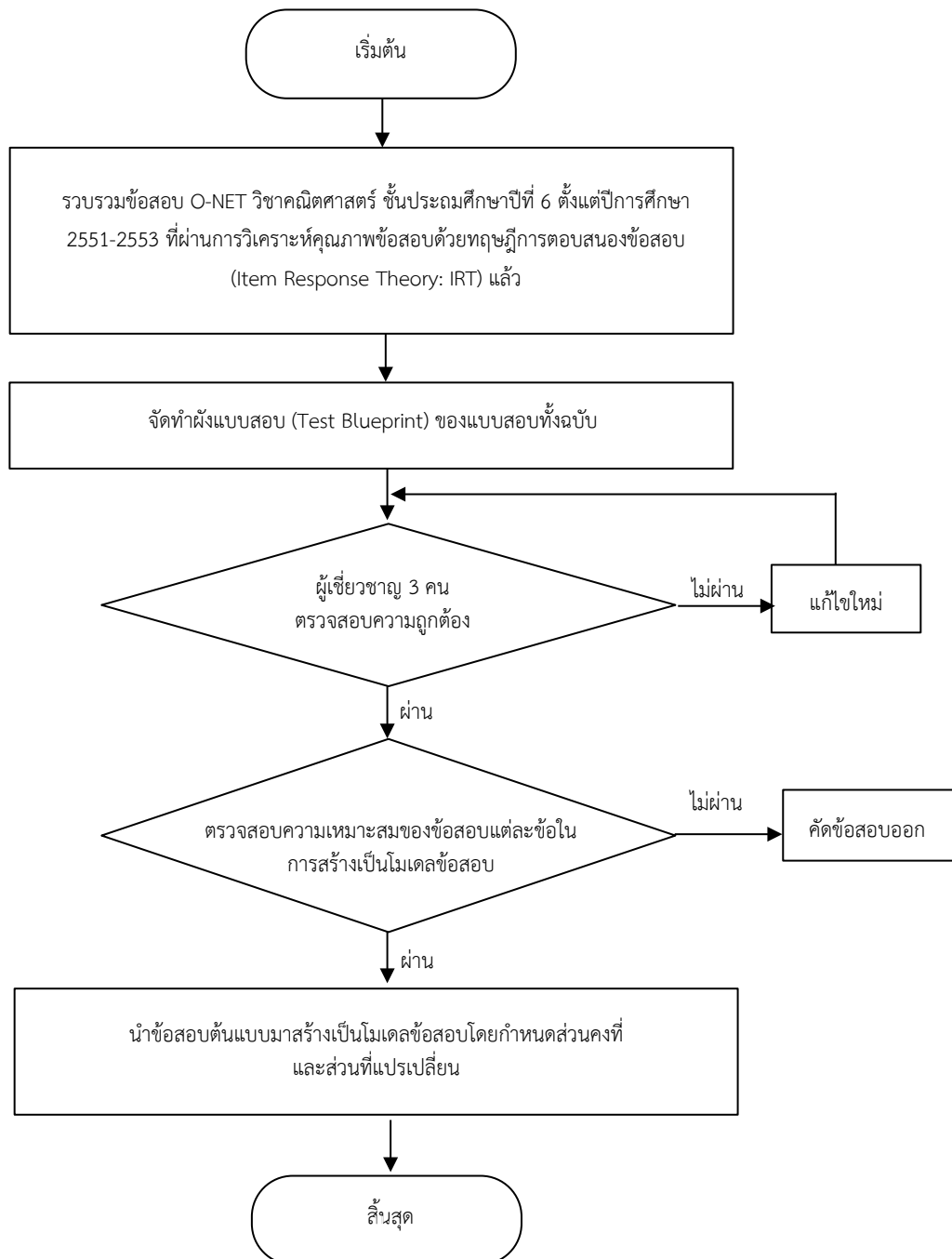
การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีการดำเนินการวิจัย 3 ระยะ ดังภาพ ที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ระยะที่ 1 การสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อนำมาใช้เป็นข้อสอบต้นแบบในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จากภาพที่ 3-2 แสดงขั้นตอนการสร้างโมเดลข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ดังนี้

1. การรวบรวมข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ในการรวบรวมข้อสอบนั้นจะมีการรวบรวม O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2551-2553 ซึ่งประกอบด้วย 6 สาระ ดังนี้ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) การวัด 3) เรขาคณิต 4) พีชคณิต 5) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และ 6) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) แล้ว (Muninsakorn, Tinnaworn, & Sukhanonsawat, 2015, pp. 290-298) ดังภาคผนวก ก

2. การจัดทำผังแบบทดสอบ (Test blueprint)

การจัดทำผังแบบทดสอบของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยจัดทำให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้หลัก กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และ ระบุระดับการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามทฤษฎีของ บลูม ฉบับแก้ไข (A Revision of Bloom's Taxonomy) (Anderson & Krathwohl, 2001, pp. 56-57) จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบความถูกต้องประกอบด้วย

2.1 นางสาวยุพา ธิสศรี ศึกษาพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพะเยา เขต 1

2.2 ว่าที่ ร.ต.รังษยดี ศรีสวัสดิ์ ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดเขาศรีรัทมย์ จังหวัดชลบุรี

2.3 นางสาววรรณิ มากหลาย ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนวัดเนินพระ จังหวัดระยอง

3. การตรวจสอบความเหมาะสมของข้อสอบแต่ละข้อในการสร้างเป็นโมเดลข้อสอบ

การตรวจสอบความเหมาะสมนั้น จะพิจารณาเนื้อความของข้อสอบแต่ละข้อว่า มีส่วนที่สามารถกำหนดเป็นส่วนคงที่ และ ส่วนที่แปรเปลี่ยนได้หรือไม่ ถ้าข้อสอบข้อใดไม่เหมาะสม ผู้วิจัยจะตัดข้อสอบข้อนั้นออก

4. การสร้างโมเดลข้อสอบ

ผู้วิจัยนำข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมในการสร้างเป็นโมเดลข้อสอบ มาวิเคราะห์และกำหนดข้อมูลที่เหมาะสม โดยแบ่งรายละเอียดเป็น 5 ส่วน คือ 1) โจทย์ (Stem) 2) ส่วนประกอบ (Elements) 3) ตัวเลือก (Options) 4) ข้อมูลเสริม (Auxiliary Information) และ 5) เฉลย (Key) โดยมีแนวทางการสร้างโมเดลข้อสอบในแต่ละส่วน ดังนี้

4.1 โจทย์ (Stem) เป็นส่วนสำคัญที่ประกอบด้วยข้อมูล เนื้อหา ข้อคำถามที่จำเป็นกับผู้สอบในการตอบแบบทดสอบ ผู้วิจัยจะแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนคงที่ และส่วนที่แปรเปลี่ยนได้ โดยวิเคราะห์ว่าข้อมูลใดที่จะกำหนดให้เป็นส่วนคงที่ ก็ให้คงเนื้อหาเดิมไว้ และข้อมูลใดที่จะกำหนดให้เป็นส่วนที่แปรเปลี่ยนได้ ก็ให้กำหนดเป็นตัวแปร ดังนี้

4.1.1 ข้อความ กำหนดเป็น ตัวแปร S และถ้าในโจทย์มีข้อความหลายส่วน ให้กำกับด้วยตัวเลข เช่น S1, S2 หรือ S3 เป็นต้น

4.1.2 จำนวน กำหนดเป็น ตัวแปร I และถ้าในโจทย์มีจำนวนหลายส่วน ให้กำกับด้วยตัวเลข เช่น I1, I2 หรือ I3 เป็นต้น และอาจมีบางกรณีที่ต้องมีเงื่อนไข หรือช่วงของจำนวน ซึ่งจะตั้งเป็น ตัวแปร ANS และกำกับด้วยตัวเลข เช่น ANS1, ANS2 หรือ ANS3 เป็นต้น

ซึ่งรายละเอียดของการกำหนดเกี่ยวกับค่าทั้งหมดที่สามารถแปรเปลี่ยนได้ ได้แก่ ค่าของตัวแปร S, ตัวแปร I และ ตัวแปร ANS นั้น จะระบุไว้ในส่วนของ Elements

4.1.3 รูปภาพประกอบ ให้กำหนดเป็น ตัวแปร p และถ้าในโจทย์มีรูปภาพหลายส่วน ให้กำกับด้วยตัวเลข เช่น P1, P2 หรือ P3 เป็นต้น

4.2 ส่วนประกอบ (Elements) จะมีรายละเอียดของการกำหนดเกี่ยวกับค่าทั้งหมดที่สามารถแปรเปลี่ยนได้ ได้แก่ ค่าของ ตัวแปร S, ตัวแปร I และ ตัวแปร ANS โดยจะกำหนดเป็นช่วงข้อมูลที่ผู้วิจัยเห็นว่าเหมาะสมสำหรับโจทย์แต่ละข้อ เช่น S1 เป็นตัวแปรแทนชื่อคน อาจกำหนดให้ S1 สุ่มเลือกจาก ‘ต้น’, ‘ตุน’, ‘บอย’ และ ‘หญิง’ เป็นต้น หรือ I1 เป็นตัวแปรแทน ค่าเงินในโจทย์ อาจกำหนดให้ I1 สุ่มเลือกค่าได้ตั้งแต่ 500 ถึง 1000 เป็นต้น โดยในการกำหนดค่าเพื่อให้โปรแกรมสุ่มมาใช้ นั้น ควรพิจารณาให้มีความเป็นไปได้ และเหมาะสมกับข้อมูลอื่น ๆ ในโจทย์ด้วย

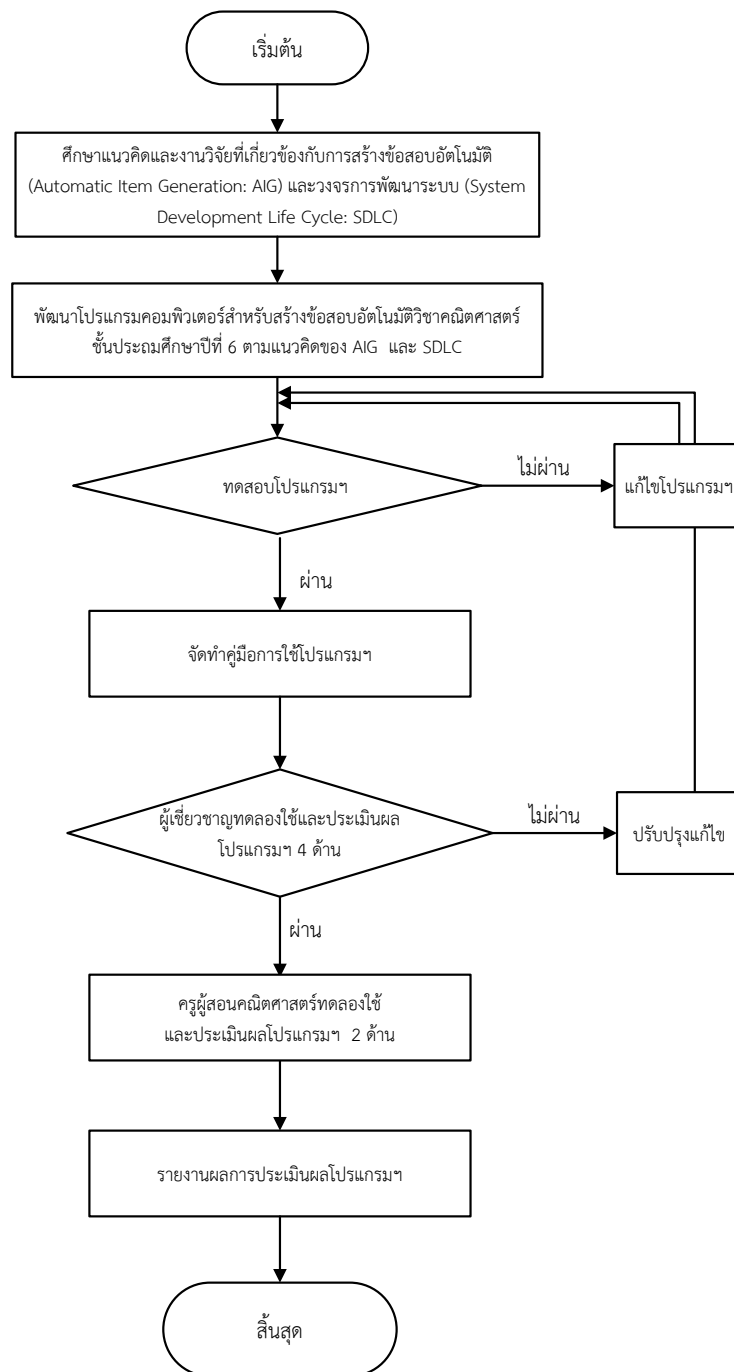
4.3 ตัวเลือก (Options) ประกอบด้วยคำตอบจำนวน 4 ตัวเลือก โดยมีเพียงหนึ่งข้อที่ถูกต้องที่สุด และที่เหลือเป็นตัวลวง ถ้าตัวเลือกนั้นเป็นจำนวนจะกำหนดเป็น ตัวแปร I (ถ้ามีหลายส่วนจะมีตัวเลขกำกับเช่น I1, I2 หรือ I3) หรือเป็น ตัวแปร ANS เมื่อมีเงื่อนไขที่ซับซ้อน

4.4 ข้อมูลเสริม (Auxiliary Information) เป็นข้อมูลส่วนขยาย ที่อาจใส่ไว้ในส่วนของ โจทย์ (Stem) หรือ ส่วนของตัวเลือก (Options) ซึ่งจะได้ทั้งข้อความ รูปภาพ ตาราง แผนภาพ เสียง หรือ วิดีโอ สำหรับข้อสอบที่ผู้วิจัยนำมาสร้างเป็นโมเดลข้อสอบนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นรูปภาพจึงกำหนดเป็น ตัวแปร p และถ้ามีรูปภาพหลายส่วน ให้กำกับด้วยตัวเลข เช่น P1, P2, P3

4.5 เฉลย (Key) ผู้วิจัยเขียนโปรแกรมกำหนดให้สลับคำตอบกันแบบสุ่มในแต่ละข้อ

ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จากภาพที่ 3-3 แสดงขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้วงจรพัฒนาระบบ (SDLC) ดังนี้

1. การศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (Automatic Item Generation: AIG) และ วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบโปรแกรม

2. การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดของวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) โดยใช้แบบจำลองน้ำตก (Waterfall Model) นั้น มีรายละเอียดการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน แบ่งเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นการสำรวจเบื้องต้น (Preliminary investigation phase) โดยศึกษาจุดประสงค์และความเป็นไปได้ในการพัฒนาโปรแกรม

2. ขั้นการวิเคราะห์ระบบ (System analysis phase) โดยเมื่อมีข้อมูลความต้องการในการใช้งาน และสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการสร้างข้อสอบอัตโนมัติแล้ว จึงกำหนดให้มีการพัฒนาระบบใหม่ โดยใช้ ภาษา Visual Basic.NET

3. ขั้นการออกแบบเชิงตรรกะ (Logical design phase) โดยกำหนดในส่วนของ โมเดลข้อสอบ (Item Model) ว่าส่วนใดจะกำหนดเป็นส่วนคงที่ และส่วนใดเป็นส่วนที่แปรเปลี่ยน และกำหนดในส่วนของกระบวนการทำงาน การนำเข้าข้อมูล การแสดงผล เป็นต้น

4. ขั้นการออกแบบเชิงกายภาพ (Physical design phase) โดยมีการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ดังนี้

4.1 ซีพียู (CPU) ระดับ Intel (R) Core (TM) i3 ขึ้นไป

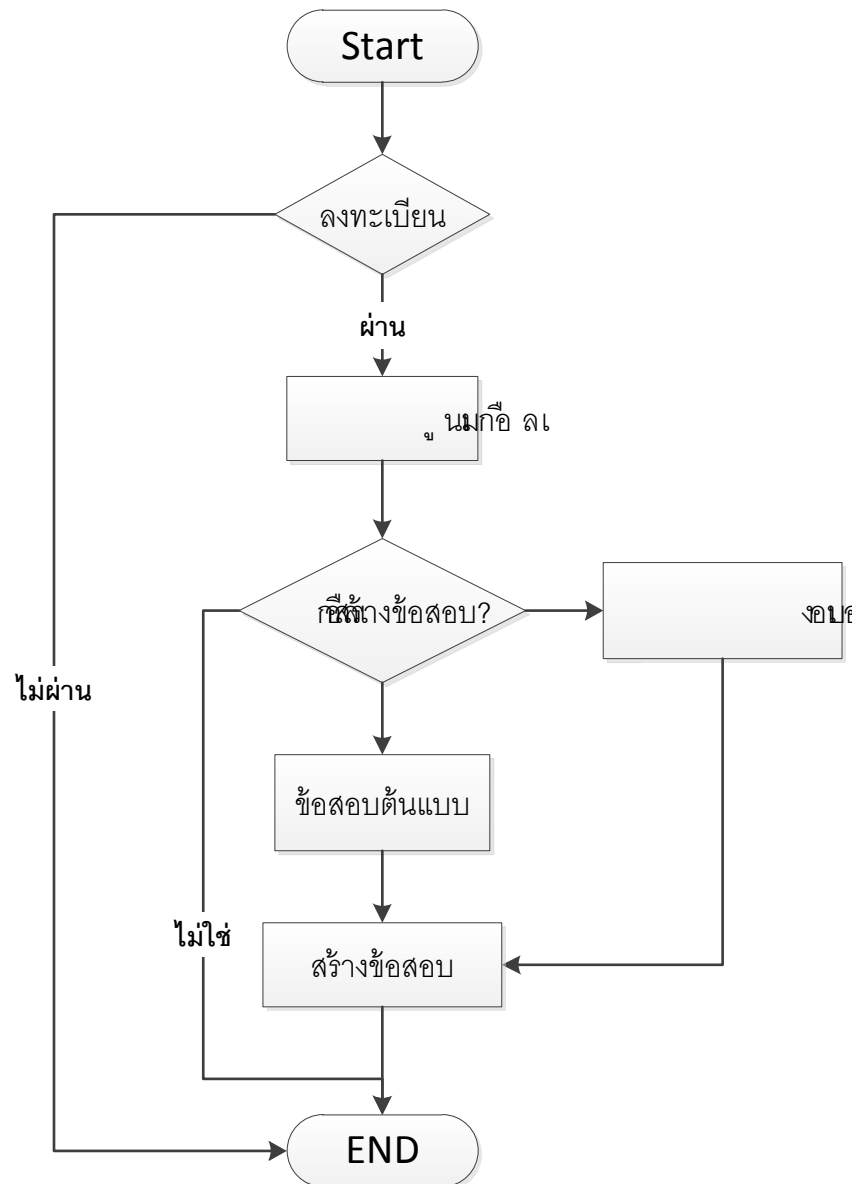
4.2 RAM 4.00 GB

4.3 System type ใช้ windows 7 64 bit

4.4 การติดตั้งซอฟต์แวร์ Visual Studio .NET Professional

รวมถึงการกำหนดลักษณะเฉพาะของโปรแกรม ในรูปผังงานโปรแกรม กำหนดแผนงานการดำเนินงาน และสร้างโปรแกรมต้นแบบ เป็นแบบจำลองระบบก่อนการพัฒนาจริง

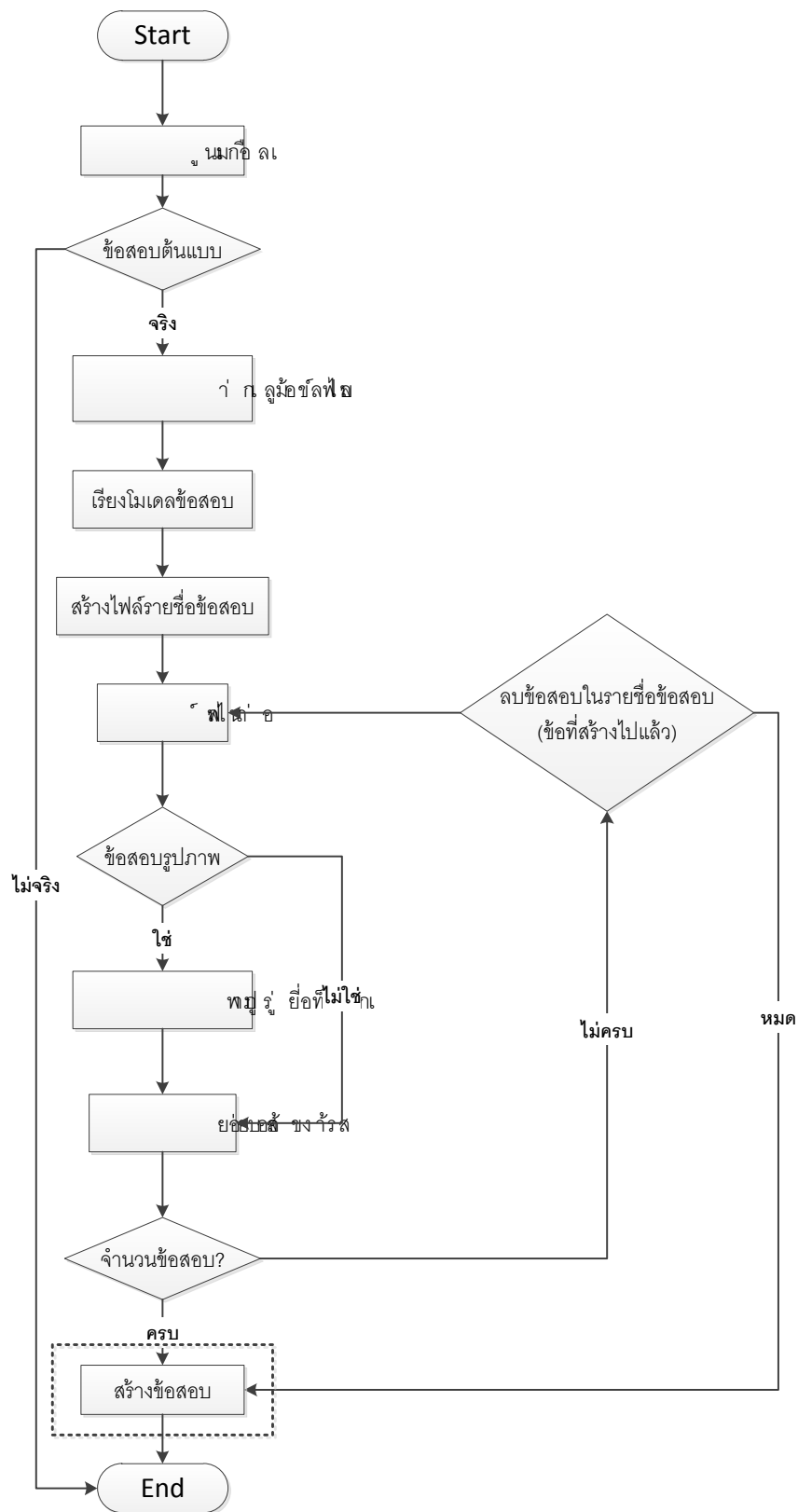
5. ขั้นการพัฒนาโปรแกรม โดยเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้สร้างข้อสอบคู่ขนานจากโมเดลข้อสอบที่กำหนดไว้ ซึ่งจะมีเมนูแสดงหน้าจอต่าง ๆ ได้แก่ 1) เมนู 'หน้าหลัก' 2) เมนู 'ข้อสอบต้นแบบ' 3) เมนู 'สร้างข้อสอบ' 4) เมนู 'ออกรายงาน' 5) เมนู 'ดาวน์โหลดเอกสาร' และ 6) เมนู 'อ้างอิง' ซึ่งการทำงานที่เป็นหลักสำคัญของโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 คือ การสร้างข้อสอบ ซึ่งเขียนเป็นผังงาน (Flowchart) ได้ดังภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-4 ผังงานการเลือกรูปแบบการใช้งาน

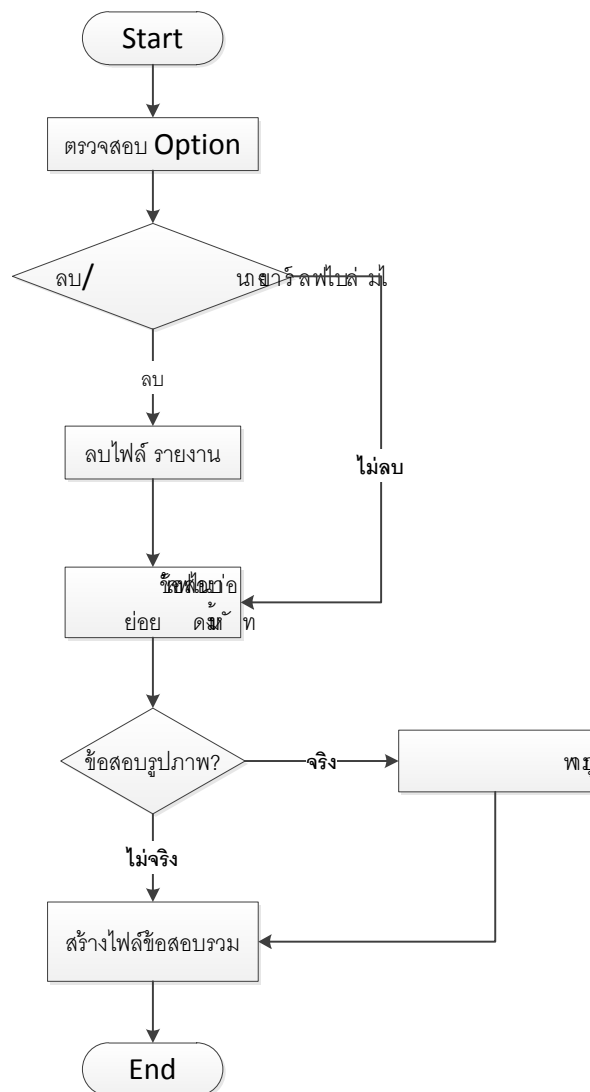
จากภาพที่ 3-4 แสดงผังงานการเลือกรูปแบบการใช้งานโดยเริ่มจากเข้าที่เมนู 'สร้างข้อสอบ' แล้วจะมีให้เลือก 2 ระบบ คือ 1) ให้โปรแกรมสร้างข้อสอบตามข้อสอบต้นแบบ และ 2) เลือกข้อสอบเอง

ในส่วนของระบบที่ 1 คือให้โปรแกรมสร้างข้อสอบตามข้อสอบต้นแบบนั้น มีผังงานการพัฒนาโปรแกรกดังภาพที่ 3-5



ภาพที่ 3-5 ผังงานแสดงการทำงานของโปรแกรม เมื่อเลือกรูปแบบการสร้าง 'ข้อสอบต้นแบบ'

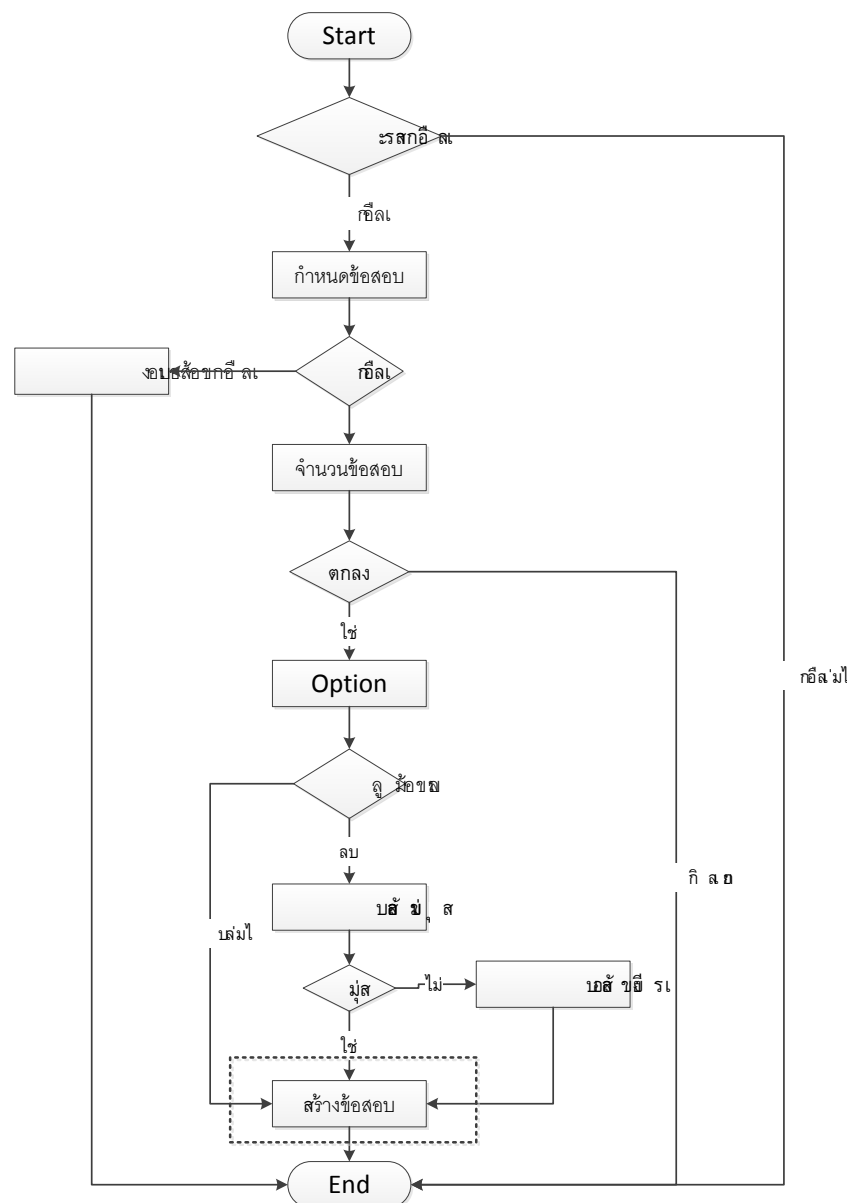
จากภาพที่ 3-5 เป็นผังงานแสดงการทำงานของโปรแกรมเมื่อเลือกรูปแบบการสร้างข้อสอบแบบ 'ข้อสอบต้นแบบ' โดยเมื่อเลือก 'ข้อสอบต้นแบบ' ระบบจะลบข้อมูลเก่าทั้งหมด ทั้งข้อสอบย่อยและข้อสอบรวม ค้นหาโมเดลข้อสอบทั้งหมด แล้วสร้างไฟล์ นามสกุลไฟล์ .txt (สร้างไฟล์รายชื่อข้อสอบ) เปิดไฟล์และบันทึกโมเดลข้อสอบทั้งหมดลงไป ตรวจสอบว่าโมเดลข้อไหนเป็นข้อความธรรมดาหรือรูปภาพ ถ้าเป็นรูปหรือมีรูปภาพ จะเปลี่ยนข้อมูลเป็นที่อยู่ของไฟล์รูปนั้น ๆ แทน เมื่อทำเสร็จในแต่ละข้อ จะสร้างไฟล์ .txt ของแต่ละโมเดล (สร้างข้อสอบย่อย) และลบชื่อโมเดลออกจากรายการ ไฟล์รายชื่อข้อสอบ วนทำซ้ำจนครบรายชื่อโมเดลในไฟล์รายชื่อข้อสอบหมดจึงจะจบการทำงาน ซึ่งในการสร้างข้อสอบนั้นจะมี ส่วนเพิ่มเติม (Option) โดยมีผังงานดังภาพที่ 3-6



ภาพที่ 3-6 ผังงานแสดงการตรวจสอบส่วนเพิ่มเติม (Option)

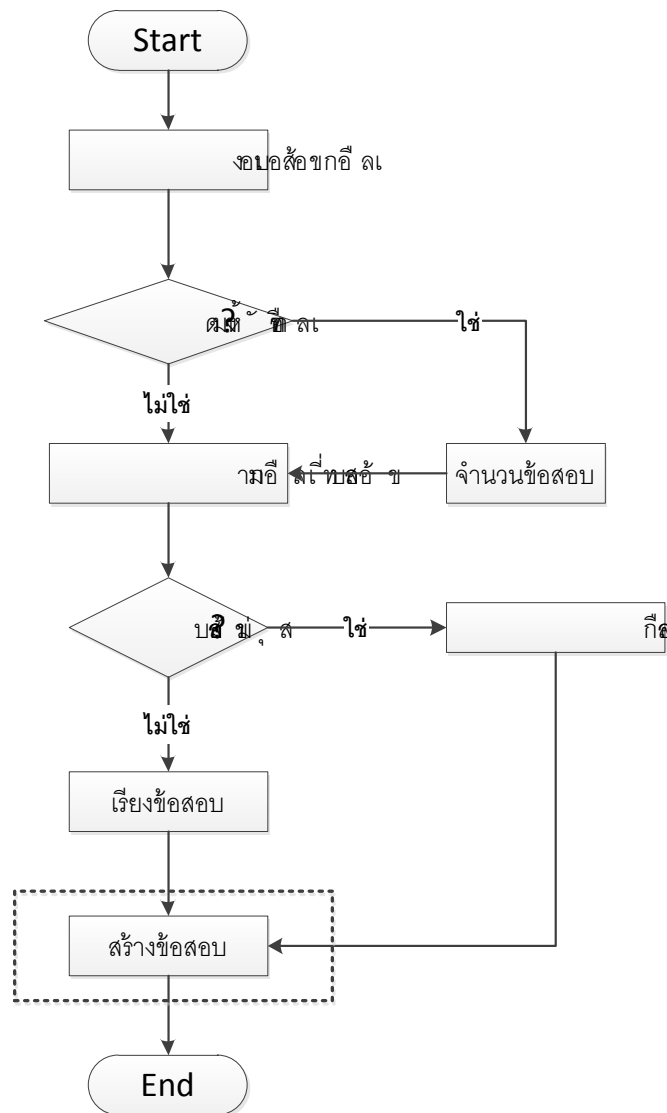
จากภาพที่ 3-6 ขั้นตอนการสร้างข้อสอบ ระบบจะตรวจสอบว่า มีส่วนเพิ่มเติม (Option) อะไรบ้าง ลบหรือไม่ลบไฟล์รายงาน ถ้าลบ จะลบไฟล์ก่อนจึงจะเข้าไปอ่านไฟล์ข้อสอบย่อย ถ้าไม่ลบ จะข้ามเข้าการอ่านไฟล์ข้อสอบย่อย แล้วตรวจสอบว่าเป็นรูปแบบใด เป็นอักษรหรือภาพ ถ้าเป็นอักษร จะสร้างไฟล์ข้อสอบ แต่ถ้าเป็นรูปภาพจะแปลงเป็นที่ยูรูปภาพ แล้วนำไปสร้างไฟล์ข้อสอบ จบขั้นตอน

ในส่วนของระบบที่ 2 คือให้โปรแกรมสร้างข้อสอบโดยผู้ใช้งานเลือกข้อสอบเอง จะมีผังงานการพัฒนาโปรแกรมดังภาพที่ 3-7



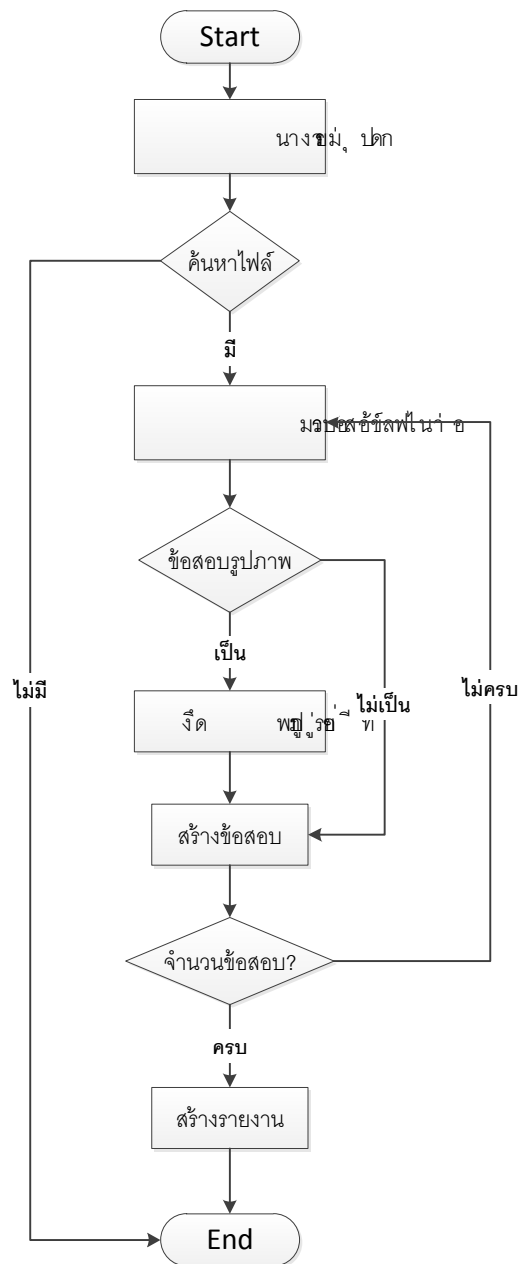
ภาพที่ 3-7 ผังงานแสดงการตรวจสอบส่วนเพิ่มเติม (Option) ในการสร้างข้อสอบแบบ 'เลือกข้อสอบเอง'

จากภาพที่ 3-7 ผังงานแสดงการตรวจสอบส่วนเพิ่มเติม (Option) ในการสร้างข้อสอบแบบเลือกข้อสอบเอง โดยเริ่มจากหน้าจอ ‘สร้างข้อสอบ’ เลือกหัวข้อ ‘เลือกข้อสอบเอง’ เลือกสาระของข้อสอบที่จะสร้าง กรณีไม่เลือกสาระของข้อสอบจะข้ามและจบกระบวนการ เมื่อเลือกสาระข้อสอบ แล้วจะเข้ามาในส่วนของ แถบจำนวนข้อสอบ ในแถบนี้จะเปิดช่องให้กรอกจำนวนข้อตามสาระข้อสอบที่เลือกมาเมื่อกดตกลงระบบจะตรวจสอบ ว่ามีส่วนเพิ่มเติมอะไรหรือไม่ (แถบ Option) ถ้ามีให้ลบข้อมูล ระบบจะลบข้อมูลของแต่ละโมเดลออกทั้งหมด หรือมีการสุ่มด้วย ระบบจะดำเนินการสุ่มข้อสอบแต่ละโมเดลจากสาระข้อสอบหลักที่เลือกมาสร้างไฟล์ข้อสอบ กรณีไม่ลบข้อสอบและไม่สุ่ม จะเขียนข้อมูลต่อท้ายข้อมูลเก่าของโมเดลนั้น และเรียงข้อสอบตามโมเดลข้อสอบต้นแบบ จากนั้นจะเข้าสู่แผนผังสร้างข้อสอบ ดังภาพที่ 3-8



ภาพที่ 3-8 ผังงานแสดงการสร้างข้อสอบแบบ ‘เลือกข้อสอบเอง’

จากภาพที่ 3-8 แสดงการสร้างข้อสอบโดยเลือกข้อสอบเอง เริ่มจากหน้าสร้างข้อสอบ แล้วเลือกหัวข้อ ‘เลือกข้อสอบเอง’ เลือกสาระของข้อสอบที่จะสร้าง กรณีไม่เลือกสาระของข้อสอบ จะข้ามและจบกระบวนการ เมื่อเลือกสาระข้อสอบ แล้วให้เลือกในส่วนของแถบเลือกข้อสอบเอง ระบบจะเลือกที่ช่องเลือกข้อสอบเองให้โดยอัตโนมัติ เลือกตัวเลือกทั้งหมดเพื่อออกข้อสอบทั้งหมดที่ได้จากการเลือกสาระข้อสอบเข้ามา ถ้ามีการสุ่มข้อสอบ ระบบจะสุ่มข้อสอบจากตัวเลือกที่เกิดจากการเลือกข้อสอบ ถ้าไม่สุ่มข้อสอบ ตัวข้อสอบจะเรียงข้อสอบตามโมเดลข้อสอบต้นแบบ จากนั้นจะเข้าสู่ผังงานการรายงานผลการสร้างข้อสอบ ที่เมนู ‘ออกรายงาน’ ดังภาพที่ 3-9



ภาพที่ 3-9 ผังงานแสดงการทำงานของเมนู ‘ออกรายงาน’

จากภาพที่ 3-9 แสดงผังงานการทำงานของเมนู ‘ออกรายงาน’ โดยการออกรายงาน จะเริ่มเมื่อกดที่เมนู ‘รายงาน’ ระบบค้นหาไฟล์ที่เป็นไฟล์ข้อสอบรวม ถ้าไม่มีจะจบกระบวนการ ถ้ามีจะเข้าไปสู่ขั้นตอนการอ่านไฟล์ข้อสอบรวม จากนั้นตรวจสอบว่าเป็นข้อความ หรือเป็นที่อยู่ของรูปภาพ ถ้าเป็นที่อยู่รูปภาพจะดึงข้อมูลภาพมาใส่ในหน้ารายงาน ส่วนที่เป็นอักษรจะนำเข้ารายงานที่รองรับระบบจะทำการสร้างรายงานจนครบจำนวนข้อสอบแล้วออกรายงาน

6. ขั้นตอนการบำรุงรักษาระบบ เป็นขั้นตอนสุดท้าย เมื่อผู้ใช้มีปัญหาในการใช้งานระบบ ผู้พัฒนาโปรแกรมจะบริการให้คำแนะนำ หรือช่วยเหลือเพื่อให้การใช้งานเป็นไปด้วยความราบรื่น

3. การทดสอบโปรแกรม

การทดสอบโปรแกรม โดยเมื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้มีการทดสอบโปรแกรม โดยใช้เทคนิคการทดสอบแบบกล่องดำ (Black Box Testing) ซึ่งเป็นการทดสอบโปรแกรมแบบเน้นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น (Output) จากการประมวลผลโปรแกรม (Process) โดยไม่เน้นรูปแบบการเขียนโปรแกรม เพื่อหาจุดบกพร่องเบื้องต้นก่อน เช่น อาจมีการสร้างโจทย์หรือตัวเลือกซ้ำ การผิดพลาดในการรายงานผล เป็นต้น โดยเมื่อพบข้อผิดพลาดจะดำเนินการแก้ไขโปรแกรมและมีการทดสอบซ้ำจนไม่พบข้อผิดพลาด และปรับปรุงแก้ไขในส่วนอื่น ๆ ให้มีความสมบูรณ์ที่สุด จากนั้นนำโปรแกรมที่มีการทดสอบโดยผู้วิจัยแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอความคิดเห็นและนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

4. การจัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรม

หลังจากทดสอบการใช้งานโปรแกรม แก้ไขข้อผิดพลาด และปรับปรุงโปรแกรมให้สมบูรณ์แล้ว จึงจัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ใช้งานได้ศึกษาก่อนการใช้งาน

5. ผู้เชี่ยวชาญประเมินผลการใช้งานโปรแกรม

หลังจากทดสอบ แก้ไขและจัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำโปรแกรมและคู่มือการใช้งานไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม โดยผู้เชี่ยวชาญต้องมีความรู้ทางด้าน การวัดผลการศึกษา ด้านการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และมีประสบการณ์ด้านนี้ไม่น้อยกว่า 10 ปี มีวุฒิการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาโท โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ประกอบด้วย

5.1 อาจารย์รัชกฤษ ธนพัฒน์ดล ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ และอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

5.2 นายนิพนธ์ สุขวิสัย รองหัวหน้าฝ่ายพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ ศูนย์วิจัย การจัดการนวัตกรรมและเทคโนโลยี สำนักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

5.3 นายสุริยะ สายแหว เจ้าหน้าทีแผนกไอที บริษัท มาย แพชชั่น แอนด์ อินสไปเรชั่น จำกัด (สำนักงานใหญ่) จังหวัดระยอง

ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ใน 4 ด้าน คือ 1) ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม

2) ความถูกต้องในการใช้งาน 3) ความสะดวกในการใช้โปรแกรม และ 4) ความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับโดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- 5 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

และแปลความหมายตามเกณฑ์มาตรประมาณค่า (Likert Scale) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 แปลความว่า มีความเหมาะสมในระดับ มากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 แปลความว่า มีความเหมาะสมในระดับ มาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 แปลความว่า มีความเหมาะสมในระดับ ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 แปลความว่า มีความเหมาะสมในระดับ น้อย

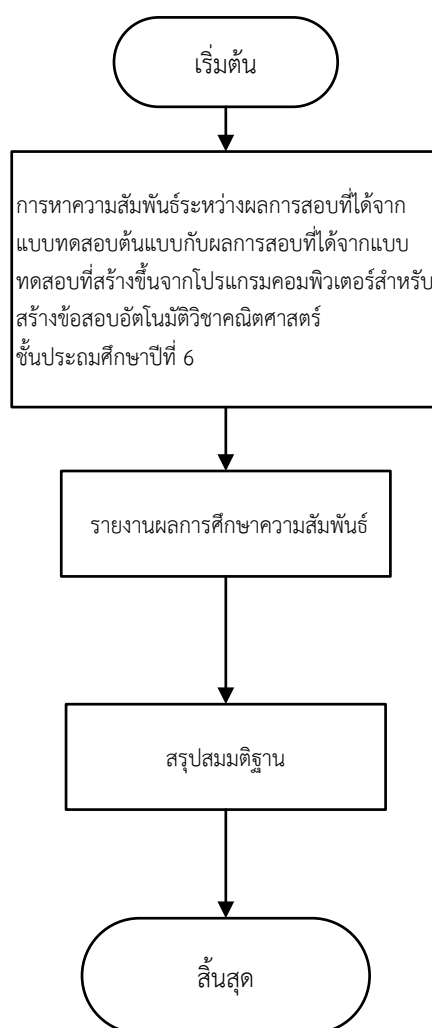
คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 แปลความว่า มีความเหมาะสมในระดับ น้อยที่สุด

6. ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ประเมินผลการใช้งานโปรแกรม

หลังจากปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คนแล้ว ผู้วิจัยนำโปรแกรมและคู่มือการใช้งานไปให้ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 15 คน ได้ทดลองใช้งานและประเมินผลการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ใน 2 ด้านคือ 1) ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม และ 2) ความสะดวกในการใช้โปรแกรม จากนั้น วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ระยะที่ 3 การหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับ ผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้าง ข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้
จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังภาพที่ 3-10



ภาพที่ 3-10 ขั้นตอนการหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม

จากภาพที่ 3-10 แสดงขั้นตอนการหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไว้ดังนี้

1. หาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เมื่อผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จนเสร็จสมบูรณ์แล้ว ลำดับต่อไปผู้วิจัยจะหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

1.1 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยระยะที่ 3 นี้ เป็นนักเรียนที่เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2559 แล้ว ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนครระยองวิทยาคม - วัดโขดใต้ จำนวน 30 คน ที่มาจากการสุ่มอย่างง่าย จากนักเรียนทั้งห้อง กำหนดหมายเลขให้นักเรียนเพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูล ตั้งแต่ 01 - 30

1.2 เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบ 2 ฉบับ มีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 แบบทดสอบต้นแบบ เรียกแทนด้วย แบบทดสอบฉบับ A

ผู้วิจัยจัดพิมพ์แบบทดสอบต้นแบบ ที่ใช้ในการทำโมเดลข้อสอบ ซึ่งวัดได้ครบสาระการเรียนรู้แกนกลางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 สาระ จำนวน 44 ข้อ

1.2.2 แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรียกแทนด้วย แบบทดสอบฉบับ B

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยในขั้นตอนการสร้าง เมื่อเลือกเมนู ‘สร้างข้อสอบ’ ให้เลือกรูปแบบการสร้างข้อสอบเป็น ‘ข้อสอบต้นแบบ’ จากนั้นโปรแกรมจะสร้างข้อสอบที่เป็นข้อสอบคู่ขนานกับข้อสอบต้นแบบ จำนวน 44 ข้อ ที่มีการเรียงลำดับข้อเช่นเดียวกับข้อสอบต้นแบบ ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจัดทำสำเนาไว้ 30 ชุด เพื่อใช้ในการทดสอบ

1.3 การเก็บข้อมูล

ขั้นตอนการเก็บข้อมูล ดำเนินการดังนี้

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับไปให้นักเรียนที่เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แล้ว จำนวน 30 คน ได้ทดสอบ โดยให้เวลาในการทำแบบทดสอบฉบับละ 1 ชั่วโมง 30 นาที และ พัก 15 นาทีเมื่อทำเสร็จ 1 ฉบับ โดยจัดการทดสอบ ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 กำหนดการในการจัดการทดสอบ

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.	พัก	
10.45 น. – 12.15 น.	นักเรียนหมายเลข 01 ถึง 15 ทำแบบทดสอบฉบับ B	นักเรียนหมายเลข 16 ถึง 30 ทำแบบทดสอบฉบับ A

หลังการทดสอบเสร็จสิ้น ผู้วิจัยตรวจแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ และจัดบันทึกคะแนนไว้
1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ดำเนินการโดยนำผลการสอบจากแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับมา
คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) ซึ่งคำนวณโดย
ใช้โปรแกรม SPSS

2. รายงานผลการศึกษาความสัมพันธ์

การรายงานผลการศึกษาความสัมพันธ์นั้นจะพิจารณาจากผลการหาค่าสัมประสิทธิ์
สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) ของแบบทดสอบต้นแบบ และ
แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม ว่ามีความสัมพันธ์กันในลักษณะใด โดยจะออกมาใน 3 ลักษณะ
คือ 1) สหสัมพันธ์ทางบวก (Positive Correlations) 2) สหสัมพันธ์ทางลบ (Negative
Correlations) และ 3) สหสัมพันธ์เป็นศูนย์ (Zero Correlations)

3. สรุปสมมติฐาน

ผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานการวิจัยไว้ดังนี้

“ผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้าง
ข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลการสอบที่ได้
จากแบบทดสอบต้นแบบ”

การสรุปสมมติฐานนั้นต้องพิจารณาจากรายงานผลการศึกษาความสัมพันธ์ แล้วจึงจะสรุป
ได้ว่า สมมติฐานของการวิจัยนั้นเป็นจริงหรือเท็จ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยแบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 3 ผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

M หมายถึง ค่าเฉลี่ย

S หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

r หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน

ตอนที่ 1 ผลการสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. รวบรวมข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2551-2553 ที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบแล้ว จำนวน 51 ข้อ (Muninsakorn, Tinnaworn, & Sukhanonsawat, 2015, pp. 290-298) มาจำแนกตามสาระการเรียนรู้แกนกลางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 เรื่อง โดยมีจำนวนข้อในแต่ละสาระการเรียนรู้แกนกลางคณิตศาสตร์ ดังนี้

- 1.1 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มีข้อสอบจำนวน 26 ข้อ
- 1.2 สาระที่ 2 การวัด มีข้อสอบจำนวน 5 ข้อ
- 1.3 สาระที่ 3 เรขาคณิต มีข้อสอบจำนวน 8 ข้อ
- 1.4 สาระที่ 4 พีชคณิต มีข้อสอบจำนวน 4 ข้อ
- 1.5 สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น มีข้อสอบจำนวน 5 ข้อ
- 1.6 สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีข้อสอบจำนวน 3 ข้อ

2. จัดทำผังแบบทดสอบ (Test Blueprint)

ผู้วิจัยได้นำข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 51 ข้อ มาจัดทำผังแบบทดสอบ (Test Blueprint) ซึ่งได้ระบุสาระการเรียนรู้แกนกลางคณิตศาสตร์ที่คิดว่าสอดคล้องกับข้อสอบ รวมไปถึงการระบุพฤติกรรมที่วัดจากข้อสอบแต่ละข้อ โดยมีตัวอย่างของผังแบบทดสอบ (Test Blueprint) ดังตารางที่ 4-1 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค)

ตารางที่ 4-1 ตัวอย่างผังแบบทดสอบ (Test Blueprint)

ข้อสอบข้อที่ 1					
ปีนี้มีนักท่องเที่ยวต่างชาติเข้ามาเที่ยวในประเทศไทย จำนวนสิบล้านเก้าแสนห้าหมื่นแปดร้อยเอ็ดคน เขียนเป็นตัวเลขได้อย่างไร					
<ol style="list-style-type: none"> 1. 10,905,801 2. 10,950,801 3. 10,958,001 4. 10,958,010 					
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
จำนวนและการดำเนินการ	จำ				

ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบและสรุปว่า การจำแนกข้อสอบตามสาระการเรียนรู้แกนกลาง คณิตศาสตร์ และการระบุพฤติกรรมที่วัดจากข้อสอบนั้น มีความสอดคล้อง และเหมาะสมแล้ว โดยสรุป ดังตาราง 4-2

ตารางที่ 4-2 จำนวนข้อสอบที่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่จะวัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของข้อสอบ 51 ข้อ

พฤติกรรม สาระหลัก	จำ	เข้าใจ	ประยุกต์	วิเคราะห์	ประเมิน ค่า	คิด สร้างสรรค์	รวม
1. จำนวนและการ ดำเนินการ	3	12	10	1	-	-	26
2 การวัด	-	-	3	-	2	-	5
3 เรขาคณิต	6	1	-	1	-	-	8
4 พีชคณิต	-	1	1	1	1	-	4
5 การวิเคราะห์ ข้อมูลและความ น่าจะเป็น	1	2	1	1	1	-	6
6 ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	-	-	-	-	2	-	2
รวม	10	16	15	4	6	0	51

3. ตรวจสอบความเหมาะสมของข้อสอบแต่ละข้อในการสร้างเป็นโมเดลข้อสอบ

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความเหมาะสมของข้อสอบแต่ละข้อในการนำมาสร้างเป็นโมเดลข้อสอบ โดยพิจารณาแล้วพบว่า สามารถนำมาสร้างเป็นโมเดลข้อสอบได้ทั้งสิ้น 44 ข้อ จาก 51 ข้อ โดยมี 7 ข้อ ที่ไม่สามารถนำมาสร้างเป็นโมเดลได้ เนื่องจากมีข้อจำกัด เช่น ไม่สามารถวิเคราะห์หาทิศทาง และรูปที่จะสร้างออกมาได้อย่างถูกต้องได้ ไม่สามารถเปลี่ยนรูป และตัวเลขในโจทย์ให้สัมพันธ์กันได้ หรือเป็นข้อสอบที่ต้องตีความหมาย ซึ่งเกินขีดความสามารถของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ข้อสอบที่สามารถนำมาสร้างโมเดลได้นั้น จะมีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้แกนกลางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ครอบคลุมสาระ แต่มีจำนวนข้อในแต่ละสาระไม่เท่ากัน หลังจากวิเคราะห์ความเหมาะสมในการสร้างโมเดลแล้ว สรุปผลการจำแนกข้อสอบตามสาระการเรียนรู้แกนกลางคณิตศาสตร์ และการระบุพฤติกรรมที่วัดจากข้อสอบ ได้ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 จำนวนข้อสอบที่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่จะวัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง
คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของข้อสอบที่จะเป็นโมเดลข้อสอบต้นแบบจำนวน
44 ข้อ

พฤติกรรม สาระหลัก	จำ	เข้าใจ	ประยุกต์	วิเคราะห์	ประเมิน ค่า	คิด สร้างสรรค์	รวม
1. จำนวนและการ ดำเนินการ	3	12	10	-	-	-	25
2 การวัด	-	-	2	-	1	-	3
3 เรขาคณิต	6	1	-	-	-	-	7
4 พีชคณิต	-	1	1	-	-	-	2
5 การวิเคราะห์ ข้อมูลและความ น่าจะเป็น	1	2	1	1	1	-	6
6 ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	-	-	-	-	1	-	1
รวม	10	16	14	1	3	0	44

โดยแต่ละโมเดลที่สร้างขึ้นนั้นจะสอดคล้องกับโมเดลต้นแบบทั้ง 10 แบบตามแนวคิดของ
AIG (Gierl et al., 2008) ดังรูปแบบโมเดลที่แสดงไว้ในเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (หน้า 45-54)
โดยรายละเอียดความสอดคล้องของข้อสอบสาระการเรียนรู้แกนกลางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 6 และโมเดลต้นแบบตามแนวคิด AIG ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ความสอดคล้องของข้อสอบ สารระการเรียนรู้แกนกลางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 6 และโมเดลต้นแบบตามแนวคิด AIG

สาระที่	ข้อสอบข้อที่	Model ต้นแบบ
สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ	1	โมเดลที่ 2
	2	โมเดลที่ 2
	3	โมเดลที่ 2
	4	โมเดลที่ 2
	5	โมเดลที่ 2
	6	โมเดลที่ 2
	7	โมเดลที่ 2
	8	โมเดลที่ 2
	9	โมเดลที่ 2
	10	โมเดลที่ 2
	11	โมเดลที่ 2
	12	โมเดลที่ 2
	13	โมเดลที่ 2
	14	โมเดลที่ 2
	16	โมเดลที่ 2
	20	โมเดลที่ 2
	21	โมเดลที่ 2
	22	โมเดลที่ 10
	24	โมเดลที่ 2
	27	โมเดลที่ 10
28	โมเดลที่ 2	
30	โมเดลที่ 2	
31	โมเดลที่ 2	
39	โมเดลที่ 10	
40	โมเดลที่ 2	

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

สาระที่	ข้อสอบข้อที่	Model ต้นแบบ
สาระที่ 2 การวัด	25	โมเดลที่ 8
	34	โมเดลที่ 3
	41	โมเดลที่ 2
สาระที่ 3 เรขาคณิต	17	โมเดลที่ 3
	18	โมเดลที่ 3
	19	โมเดลที่ 3
	36	โมเดลที่ 10
	37	โมเดลที่ 7
	42	โมเดลที่ 2
	43	โมเดลที่ 10
สาระที่ 4 พีชคณิต	15	โมเดลที่ 2
	35	โมเดลที่ 10
สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	23	โมเดลที่ 2
	26	โมเดลที่ 2
	29	โมเดลที่ 2
	32	โมเดลที่ 3
	33	โมเดลที่ 3
	38	โมเดลที่ 2
สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	44	โมเดลที่ 2

4. สร้างโมเดลข้อสอบ

การสร้างโมเดลข้อสอบนั้น มีการกำหนดรายละเอียดในส่วนต่าง ๆ 5 ส่วน ดังนี้

4.1 โจทย์ (Stem) โดยมีการนำข้อความโจทย์มาวิเคราะห์เพื่อกำหนดส่วนคงที่และส่วนแปรผัน โดยในส่วนของข้อมูลที่แปรผันนั้น สามารถเป็นได้ทั้งข้อความ ตัวเลข และรูปภาพ

4.2 ส่วนประกอบ (Elements) จะเป็นส่วนที่ต้องกำหนดรายละเอียด ข้อจำกัด ขอบเขตของค่าของตัวเลขหรือข้อความที่กำหนดให้ใช้ได้ โจทย์ รวมไปถึงเงื่อนไขการดำเนินการต่าง ๆ ของข้อมูลในโจทย์

4.3 ตัวเลือก (Options) โดยในแต่ละโมเดลจะมี 4 ตัวเลือก มีการกำหนดเป็นข้อความ ตัวเลข รูปภาพ หรือเป็นเงื่อนไขการดำเนินการต่าง ๆ ของข้อมูลในโจทย์

4.4 ข้อมูลเสริม (Auxiliary Information) เป็นรูปภาพ ซึ่งอาจมีในบางโมเดล

4.5 เฉลย (Key) เป็นคำตอบที่ถูกต้องของข้อสอบข้อนั้น ๆ ซึ่งคำตอบจะมีการสลับกันไปในแต่ละข้อของข้อสอบที่ถูกสร้างขึ้นจากโมเดลเดียวกัน

จากหลักการดังกล่าวข้างต้น จึงสามารถสร้างโมเดลข้อสอบจากข้อสอบต้นฉบับได้ทั้งสิ้น 44 โมเดล (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง) โดยจะยกตัวอย่างโมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้นจากข้อสอบต้นแบบที่สอดคล้องกับแต่ละสาระการเรียนรู้แกนกลางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไว้ดังตารางที่ 4-5 ดังนี้

ตารางที่ 4-5 ตัวอย่างโมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้นจากข้อสอบต้นแบบที่สอดคล้องกับแต่ละสาระการเรียนรู้แกนกลางวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

สาระที่	โมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้น
สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ	<p>ข้อสอบต้นแบบข้อที่ 1</p> <p>ปีนี้มีนักท่องเที่ยวต่างชาติเข้ามาเที่ยวในประเทศไทย จำนวนสิบล้านเก้าแสนห้าหมื่นแปดร้อยเอ็ดคน เขียนเป็นตัวเลขได้อย่างไร</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 10,905,801 2. 10,950,801 3. 10,958,001 4. 10,958,010 <p>Stem</p> <p>ปีนี้มีนักท่องเที่ยวต่างชาติเข้ามาเที่ยวในประเทศไทย จำนวน (Ans1) คน เขียนเป็นตัวเลขได้อย่างไร</p>

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

สาระที่	โมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้น
สาระที่ 1 จำนวนและ การดำเนินการ	<p>Elements</p> <p>Ans1 สุ่มตัวเลขจาก 100000- 100000000</p> <p>Ans2 เก็บค่า Ans1</p> <p>Ans1 เปลี่ยนตัวเลขเป็นภาษาอ่านตาม“หน่วยไทย”</p> <p>Options</p> <ol style="list-style-type: none"> S1 : Ans2 สลับตำแหน่งตัวเลข หลักที่ 2 S2 : Ans2 S3 : Ans2 สลับตำแหน่งตัวเลข หลักที่ 3 S4 : Ans2 สลับตำแหน่งตัวเลข หลักที่ 4 <p>Auxiliary Information</p> <p>-</p> <p>Key</p> <p>ข้อ 2</p> <p>สลับคำตอบ</p> <hr/> <p>ข้อสอบต้นแบบข้อที่ 8</p> <p>ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ 102</p> <ol style="list-style-type: none"> $102 = 6 \times 17$ $102 = 2 \times 51$ $102 = 2 \times 3 \times 17$ $102 = 1 \times 2 \times 3 \times 17$ <p>Stem</p> <p>ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ I1</p> <p>Elements</p> <p>I1 = I2 * I3 * I4</p> <p>I2 Value Range: 20 - 999</p> <p>I3 Value Range: 20 - 999</p>

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

สาระที่	โมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้น
สาระที่ 1 จำนวนและ การดำเนินการ	<p>14 Value Range: 20 - 999</p> <p>Options</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $11 = (12 * 13) \times 14$ 2. $11 = 12 \times (13 * 14)$ 3. $11 = 12 \times 13 \times 14$ 4. $11 = 1 \times 12 \times 13 \times 14$ <p>Auxiliary Information</p> <p>-</p> <p>Key</p> <p>ข้อ 3</p> <p>สลับคำตอบ</p>
สาระที่ 2 การวัด	<p>ข้อสอบต้นแบบข้อที่ 25</p> <p>กล่องไม้ขีดไฟทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก กว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร สูง 1.5 เซนติเมตร นำมาบรรจุใส่กล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก กว้าง 6 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร สูง 3 เซนติเมตร จะบรรจุกล่องไม้ขีดไฟได้กี่กล่อง</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 6 กล่อง 2. 8 กล่อง 3. 10 กล่อง 4. 12 กล่อง <p>Stem</p> <p>กล่อง S1 ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก กว้าง I1 เซนติเมตร ยาว I2 เซนติเมตร สูง I3 เซนติเมตร นำมาบรรจุใส่กล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก กว้าง J1 เซนติเมตร ยาว J2 เซนติเมตร สูง J3 เซนติเมตร จะบรรจุกล่อง S1 ได้กี่กล่อง</p>



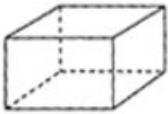
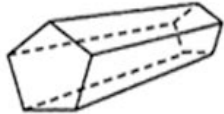
ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

สาระที่	โมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้น
สาระที่ 2 การวัด	<p>Elements</p> <p>S1 Range: "กล่องไม้ขีด", "กล่องขนม", "กล่องใส่ของ"</p> <p>$I1 = 1 - 10$</p> <p>$I2 = I1 + 1 - 5$</p> <p>$I3 = (I2 * I1) / 10$</p> <p>$X = 2-9$</p> <p>$J1 = I1 * X$</p> <p>$J2 = I2 * X$</p> <p>$J3 = I3 * X$</p> <p>$I1 = (J1 * J2 * J3) / (I1 * I2 * I3)$</p> <p>$I2 = (J1 * J2 - J3) / (I1 * I2 - I3)$</p> <p>$I3 = (J1 * J2 - J3) / (I1 * I2 - I3) + 2$</p> <p>$I4 = (J1 * J2 - J3) / (I1 * I2 - I3) - 2$</p> <p>Options</p> <p>1. $I1$</p> <p>2. $I2$</p> <p>3. $I3$</p> <p>4. $I4$</p> <p>Auxiliary Information</p> <p>-</p> <p>Key</p> <p>ข้อ 1</p> <p>สลับคำตอบ</p>



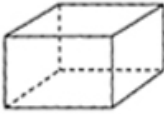
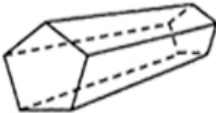
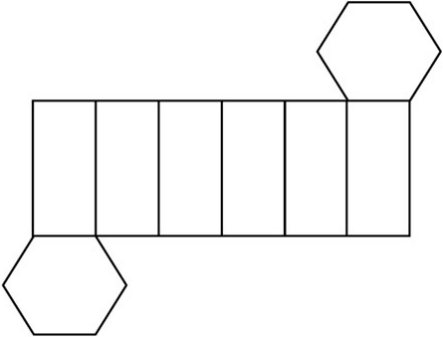
ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

สาระที่	โมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้น
สาระที่ 2 การวัด	<p>ข้อสอบต้นแบบข้อที่ 41</p> <p>จากแผนผัง ระยะทางจากตลาดถึงสถานีตำรวจไกลกว่า ระยะทางจากบ้านถึงโรงเรียนเท่าไร</p> <p style="text-align: center;">มาตราส่วน 1 ซม. : 200 ม.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 500 เมตร 2. 800 เมตร 3. 1 กิโลเมตร 4. 1 กิโลเมตร 800 เมตร <p>Stem</p> <p>จากแผนผัง Px ระยะทางจาก B1 ถึง B2 ไกลกว่าระยะทางจาก A1 ถึง A2 เท่าไร</p> <p>Elements</p> <p>qX Range: (1 ถึง 30) * 10 หรือ 100</p> <p>มาตราส่วน 1 ซม. : qX</p> <p>กำหนดให้</p> <p>qD Range: (7 ถึง 30)</p> <p>qA Range: (6 ถึง qD)</p> <p>qB Range: (5 ถึง qA)</p> <p>qC Range: 3 ถึง qB)</p> <p>A = qA</p> <p>B = qB</p> <p>C = qC</p> <p>D = qD</p> <p>ผู้มั่วตัวเลือกจุดไปแต่ละจุด คำนวณค่าตามสมการ</p>

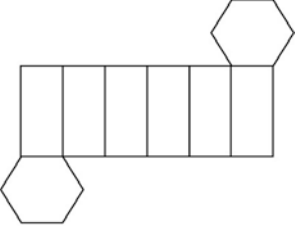
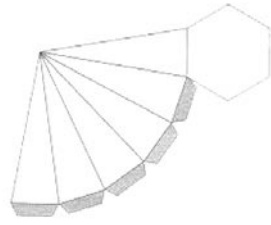
ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

สาระที่	โมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้น
สาระที่ 2 การวัด	$I_1 = (x_A - x_B) * q_X$ $I_2 = I_1 + (\text{สุ่มตัวเลข 1 ถึง 7}) * 100$ $I_3 = I_2 + (\text{สุ่มตัวเลข 1 ถึง 7}) * 100$ $I_4 = I_3 + (\text{สุ่มตัวเลข 1 ถึง 7}) * 100$
	<p>Options</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 1 2. 2 3. 3 4. 4 <p>Auxiliary Information</p> <p>-</p> <p>Key</p> <p>ข้อ 1</p> <p>สลับคำตอบ</p>
สาระที่ 3 เรขาคณิต	<p>ข้อสอบต้นแบบข้อที่ 17</p> <p>รูปเรขาคณิตสามมิติใดเป็นพีระมิด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.  2.  3.  4.  <p>Stem</p> <p>รูปเรขาคณิตสามมิติใดเป็นพีระมิด (P1)</p> <p>Elements</p> <p>Range: P1, P2, P3, P4</p>

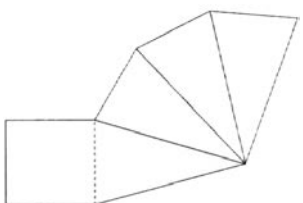
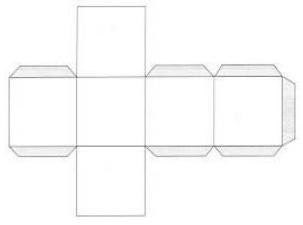
ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

สาระที่	โมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้น
สาระที่ 3 เรขาคณิต	<p>Options</p> <p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p> <p>4. </p> <p>Auxiliary Information</p> <p>P1 รูปคลี่ปริซึมสามเหลี่ยม</p> <p>P2 พีระมิดฐานหกเหลี่ยม</p> <p>P3 พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม</p> <p>P4 ปริซึมห้าเหลี่ยม</p> <p>Key</p> <p>ข้อ 1</p> <p>สลับคำตอบ</p>
	<p>ข้อสอบต้นแบบข้อที่ 18</p> <p>รูปคลี่ข้างล่างนี้ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใด</p> 

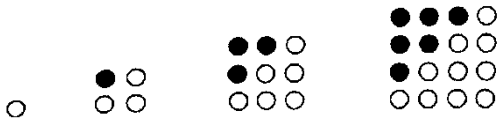
ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

สาระที่	โมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้น
สาระที่ 3 เรขาคณิต	1. ปริซึมหกเหลี่ยม 2. พีระมิดฐานหกเหลี่ยม 3. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม 4. ปริซึมสี่เหลี่ยม
<p>Stem</p> <p>รูปคลี่ข้างล่างนี้ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใด</p> <p style="text-align: center;">P1</p>	
<p>Elements</p> <p>Range: P1, P2, P3, P4</p>	
<p>Options</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ปริซึมหกเหลี่ยม 2. พีระมิดฐานหกเหลี่ยม 3. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม 4. ปริซึมสี่เหลี่ยม 	
<p>Auxiliary Information</p> <p>P1 รูปคลี่ปริซึมหกเหลี่ยม</p>	
 <p>The diagram shows a net of a hexagonal prism. It consists of a central horizontal row of six rectangles. A regular hexagon is attached to the top edge of the rightmost rectangle, and another regular hexagon is attached to the bottom edge of the leftmost rectangle.</p>	
<p>P2 พีระมิดฐานหกเหลี่ยม</p>  <p>The diagram shows a net of a hexagonal pyramid. It features a central regular hexagon. Six triangles are attached to each of the six sides of the hexagon, all meeting at a single common vertex located to the left of the hexagon.</p>	



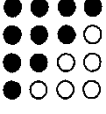
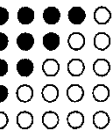








ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

สาระที่	โมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้น
สาระที่ 3 เรขาคณิต	<p data-bbox="678 459 949 504">P3 พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม</p>  <p data-bbox="678 750 885 795">P4 ปริซึมสี่เหลี่ยม</p>  <p data-bbox="678 1086 742 1131">Key</p> <p data-bbox="678 1131 742 1176">ข้อ 1</p> <p data-bbox="678 1176 821 1220">สลับคำตอบ</p>
สาระที่ 4 พีชคณิต	<p data-bbox="678 1220 949 1265">ข้อสอบต้นแบบข้อที่ 15</p> <p data-bbox="678 1265 1348 1422">นักชื้อกางเกง 3 ตัว ราคาตัวละ 200 บาท และชื้อเสื้ออีก 4 ตัว ราคาตัวละ ก บาท ต้องใช้เงินทั้งหมด 1,000 บาท เสื้อราคาตัวละกี่บาท</p> <ol data-bbox="694 1422 853 1624" style="list-style-type: none"> 1. 50 บาท 2. 100 บาท 3. 150 บาท 4. 200 บาท <p data-bbox="678 1668 758 1713">Stem</p> <p data-bbox="678 1713 1348 1848">S1ชื้อS2 1S3 ตัว ราคาตัวละ S4 บาท และชื้อ S5 อีก S6 ตัว ราคาตัวละ S7 บาท ต้องใช้เงินทั้งหมด S8 บาท S9 ราคาตัวละกี่บาท</p>

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

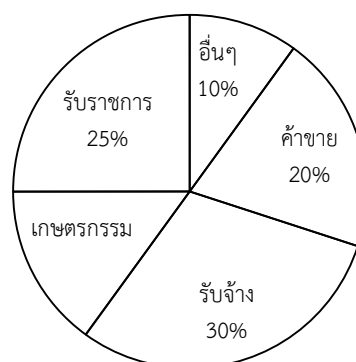
สาระที่	โมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้น
สาระที่ 4 พืชชนิดิต	<p>Elements</p> <p>S1 Range: “นภัส”, “สุดา”, “มะลิ”</p> <p>S2 Range: “ทางแกง”, “กระโปรง”</p> <p>S3 Range: “เสื่อ”, “เสื่อยัด”, “เสื่อกล้ำม”</p> <p>S4 Range: “ก”, “จ”, “ค”, “ง”</p> <p>I1 Value Range: 1-5 by 1</p> <p>I2 Value Range: 100-300 by 50</p> <p>I3 Value Range: 1-5 by 1</p> <p>I4 = I1*I2 + I3*I4</p> <p>I5 Value Range: 50-200 by 50</p> <p>Options</p> <p>1. = I5 / 2</p> <p>2. = I5</p> <p>3. = I5 + I5 / 2</p> <p>4. = I5 * 2</p> <p>Auxiliary Information</p> <p>-</p> <p>Key</p> <p>ข้อ 2</p> <p>สลับคำตอบ</p>
	<p>ข้อสอบต้นแบบข้อที่ 35</p>  <p>จากแบบรูปที่กำหนด ถ้าต่อแบบรูปออกไป รูปที่อยู่ถัดไป เหมือนรูปใด</p>

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

สาระที่	โมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้น
สาระที่ 4 พืชชนิด	<p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p> <p>4. </p> <p>Stem</p> <p>Px จากแบบรูปที่กำหนด ถ้าต่อแบบรูปออกไปรูปที่อยู่ถัดไปเหมือนรูปใด</p> <p>Elements</p> <p>Range:  P1,  P2,  P3,  P4</p> <p>Options</p> <p>1.  P1</p> <p>2.  P2</p> <p>3.  P3</p> <p>4.  P4</p> <p>Auxiliary Information</p> <p>-</p> <p>Key</p> <p>ข้อ 4</p> <p>สลับคำตอบ</p>

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

สาระที่	โมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้น
สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล และความน่าจะเป็น	ข้อสอบต้นแบบข้อที่ 26 จำนวนประชากรที่ประกอบอาชีพต่าง ๆ



จากแผนภูมิรูปวงกลม ถ้ามีประชากรรวม 200 คน จะมีประชากรที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมกี่คน

1. 25 คน
2. 30 คน
3. 45 คน
4. 85 คน

Stem

จากแผนภูมิวงกลม ถ้ามีประชากรรวม S1 คน จะมีประชากรที่ประกอบอาชีพ S2 กี่คน

Elements

S1 Range: "200", "300", "400", "500", "600", "700", "800", "900"

S2 Range: "เกษตรกร", "ครู", "นักบัญชี", "แพทย์"

S3 Range: "ทำไร่", "ทำสวน", "ทำนา", "จัดดอกไม้"

S4 Range: "มอเตอร์ไซด์รับจ้าง", "นักศึกษา", "พ่อครัว", "ค้าขาย"

S5 Range: "นักสถิติ", "นักบัญชี", "นักเขียน", "นักกฎหมาย"

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

สาระที่	โมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้น
สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล และความน่าจะเป็น	I1 = "10%" I2 = "20%" I3 = "25%" I4 = "30%" I5 = "15%"
	สุ่ม Sx, สุ่ม เลือก Ix กำหนดให้เป็น AnsX
	Options I1 = (Sx * AnsX) / 100 I2 = (Sx * Ix) / 100 I3 = (Sx * Ix) / 100 I4 = (Sx * Ix) / 100
	1. I1 2. I2 3. I3 4. I4
	Auxiliary Information -
	Key ข้อ 1 สลับคำตอบ

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

สาระที่	โมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้น
สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล และความน่าจะเป็น	<p>ข้อสอบต้นแบบข้อที่ 38</p> <p>มีลูกอมรสนม 5 เม็ด รสส้ม 7 เม็ด รสสตอร์วเบอร์รี่ 4 เม็ด และรสมะนาว 3 เม็ด ถ้าสุ่มหยิบลูกอมครั้งละ 6 เม็ด จะมีโอกาสหยิบลูกอมชนิดใดได้เหมือนกันทั้ง 6 เม็ด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. รสนม 2. รสส้ม 3. รสมะนาว 4. รสสตอร์วเบอร์รี่ <p>Stem</p> <p>มีลูกอม S1 I1 เม็ด S2 I2 เม็ด S3 I3 เม็ด และ S4 I4 เม็ด ถ้าสุ่มหยิบลูกอมครั้งละ X เม็ด จะมีโอกาสหยิบลูกอมชนิดใดได้เหมือนกันทั้ง X เม็ด</p> <p>Elements</p> <p>S1 Range: "รสนม", "รสส้ม", "รสมะนาว", "รสสตอร์วเบอร์รี่"</p> <p>S2 Range: "รสช็อคโกแลต", "รสชานม", "รสกาแฟ", "รสชาเขียว"</p> <p>S3 Range: "รสมินต์", "รสโยเกิร์ต", "รสองุ่น", "รสบ๊วย"</p> <p>S4 Range: "รสแอปเปิ้ล", "รสแตงโม", "รสเชอร์รี่", "รสสับปะรด"</p> <p>X = Range: 10 – 40</p> <p>ถ้า X มากกว่า 15</p> <p>I1 = X – (Range: 1 - 7)</p> <p>I2 = X + (Range: 1 - 10)</p> <p>I3 = I1 - (Range: 1 - 7)</p> <p>I4 = I3 - (Range: 1 - 7)</p>

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

สาระที่	โมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้น
สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล และความน่าจะเป็น	<p>ถ้า X น้อยกว่า 15</p> <p>1 = $X -$ (Range: 1 - 5)</p> <p>2 = $X +$ (Range: 1 - 10)</p> <p>3 = $I1 -$ (Range: 1 - 5)</p> <p>4 = $I3 -$ (Range: 1 - 5)</p> <p>Options</p> <p>1. 1</p> <p>2. 2</p> <p>3. 3</p> <p>4. 4</p> <p>Auxiliary Information</p> <p>-</p> <p>Key</p> <p>ข้อ 2</p> <p>สลับคำตอบ</p>
สาระที่ 6 ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	<p>ข้อสอบต้นแบบข้อที่ 44</p> <p>‘ในกระปุกออมสินสีเขียวมียเงิน 1,000 บาท ซึ่งเงินจำนวนนี้เป็น 3 เท่าของเงินในกระปุกออมสินสีชมพู รวมกับเงินอีก 100 บาท ในกระปุกออมสินสีชมพูมีเงินกี่บาท’ ข้อใดถูกต้องตามเนื้อเรื่องในโจทย์ปัญหา</p> <p>1. เงินในกระปุกออมสินสีเขียวมียมากกว่า 1,000 บาท</p> <p>2. เงินในกระปุกออมสินสีเขียวเป็น 3 เท่าของเงินในกระปุกออมสินสีชมพู</p> <p>3. เงินในกระปุกออมสินสีเขียวมียมากกว่าเงินในกระปุกออมสินสีชมพู 100 บาท</p> <p>4. เงินในกระปุกออมสินสีเขียวมียมากกว่า 3 เท่าของเงินในกระปุกออมสินสีชมพู 100 บาท</p>

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

สาระที่	โมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้น
สาระที่ 6 ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	<p>Stem</p> <p>ในกระปุกออมสิน S1 มีเงิน 11 บาท ซึ่งเงินจำนวนนี้เป็น 12 เท่าของเงินในกระปุกออมสิน S2 รวมกับเงินอีก 13 บาท ในกระปุกออมสิน S2 มีเงินกี่บาท ข้อใดถูกต้องตามเนื้อเรื่องในโจทย์ปัญหา</p> <p>11 = เงินในกระปุกออมสิน S1 มีมากกว่า 11 บาท 12 = เงินในกระปุกออมสิน S1 เป็น 12 เท่าของเงินในกระปุกออมสิน S2 13 = เงินในกระปุกออมสิน S1 มีมากกว่าเงินในกระปุกออมสิน S2 13 บาท 14 = เงินในกระปุกออมสิน S1 มีมากกว่า 12 เท่าของเงินในกระปุกออมสิน S2 13 บาท</p> <p>Options</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 11 2. 12 3. 13 4. 14 <p>Auxiliary Information</p> <p>-</p> <p>Key</p> <p>ข้อ 2</p> <p>สลับคำตอบ</p>

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. ศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าแนวทางการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ต้องใช้องค์ความรู้สำคัญใน 2 เรื่องดังนี้


1.1 การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (Automatic Item Generation: AIG) เป็นแนวทางในการออกแบบโมเดลข้อสอบที่จะช่วยในการสร้างข้อสอบคู่ขนานจำนวนมาก ซึ่งต้องมีการกำหนดข้อมูลส่วนคงที่ และส่วนที่แปรเปลี่ยน ให้เหมาะสม

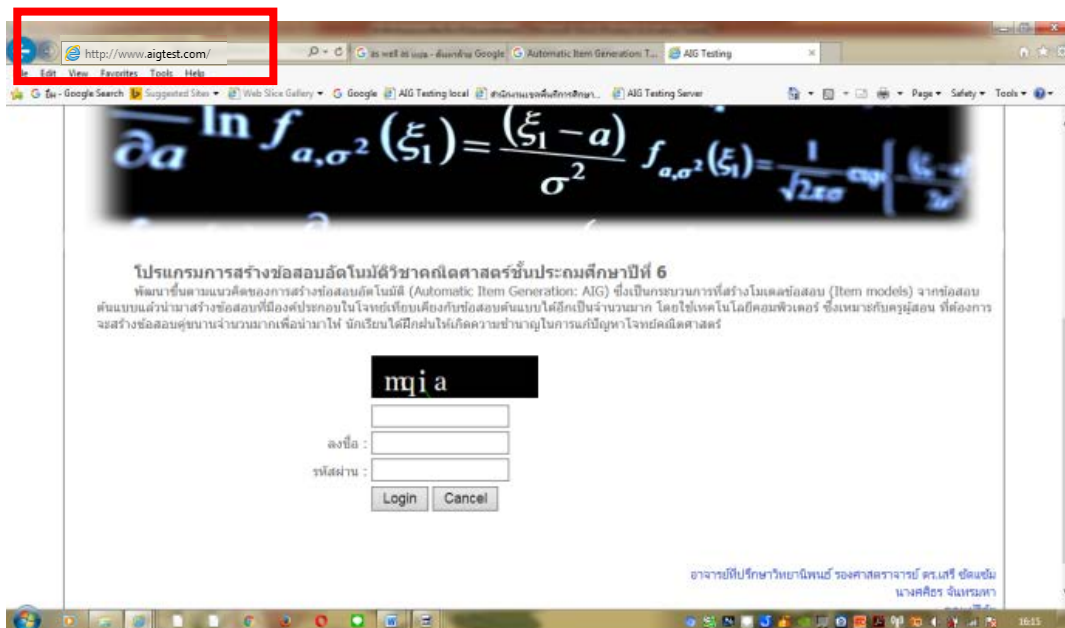
1.2 วงจรการพัฒนากระบวนการ (System Development Life Cycle: SDLC)

เป็นแนวทางในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างข้อสอบอัตโนมัติ ให้เป็นไปตามโมเดลข้อสอบที่ได้ออกแบบไว้

2. พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

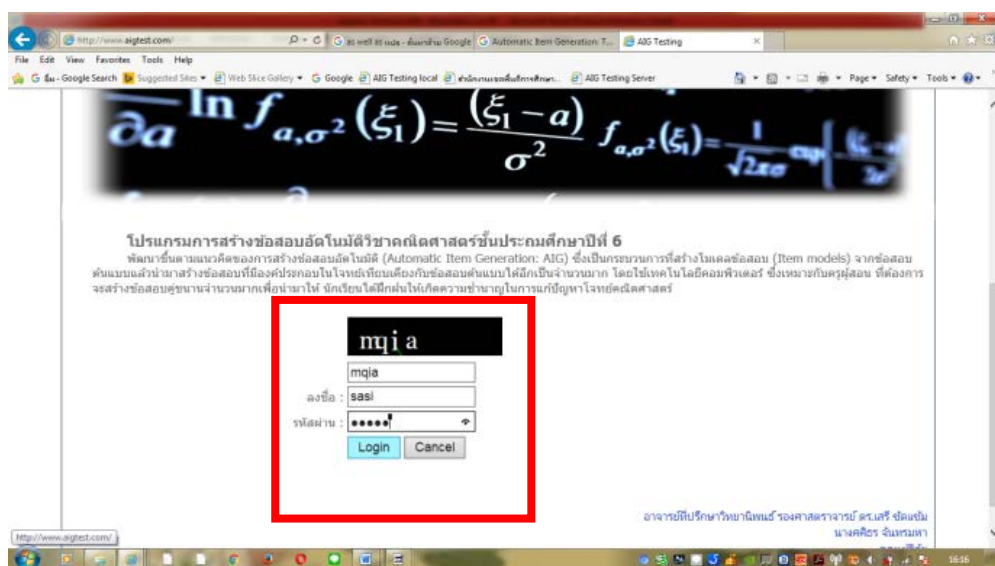
การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นการพัฒนาโปรแกรมตามแนวคิดของ AIG (Automatic Item Generation) และ วงจรการพัฒนากระบวนการ (System Development Life Cycle: SDLC) เพื่อช่วยในการสร้างข้อสอบคู่ขนานจากข้อสอบต้นแบบที่มีคุณภาพ ซึ่งผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีดังนี้

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นี้ ผู้ใช้สามารถใช้งานโปรแกรมผ่านระบบอินเทอร์เน็ต โดยใช้เว็บเบราว์เซอร์ Internet Explorer สัญลักษณ์คือ  โดยพิมพ์ URL ดังนี้ <http://www.aigstest.com> ดังภาพที่ 4-1



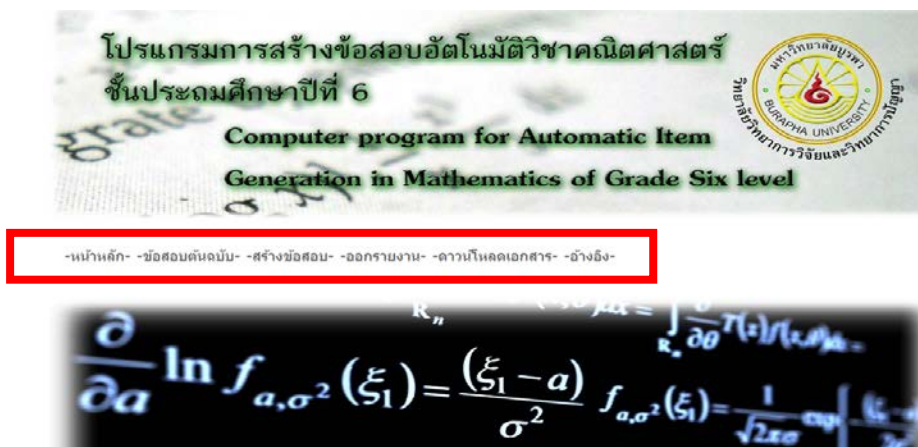
ภาพที่ 4-1 การใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

เมื่อเข้าสู่โปรแกรมจะพบหน้าจอการลงทะเบียนให้ผู้ใช้กรอกข้อมูล โดยพิมพ์ตัวอักษร แคปต์ชา (CAPTCHA) ตามที่เห็น กรอกข้อมูลชื่อและรหัสผ่าน โดยทั้งชื่อและรหัสผ่าน ให้กำหนดเป็นตัวอักษรหรือตัวเลข จำนวนกี่ตัวก็ได้ ดังภาพที่ 4-2



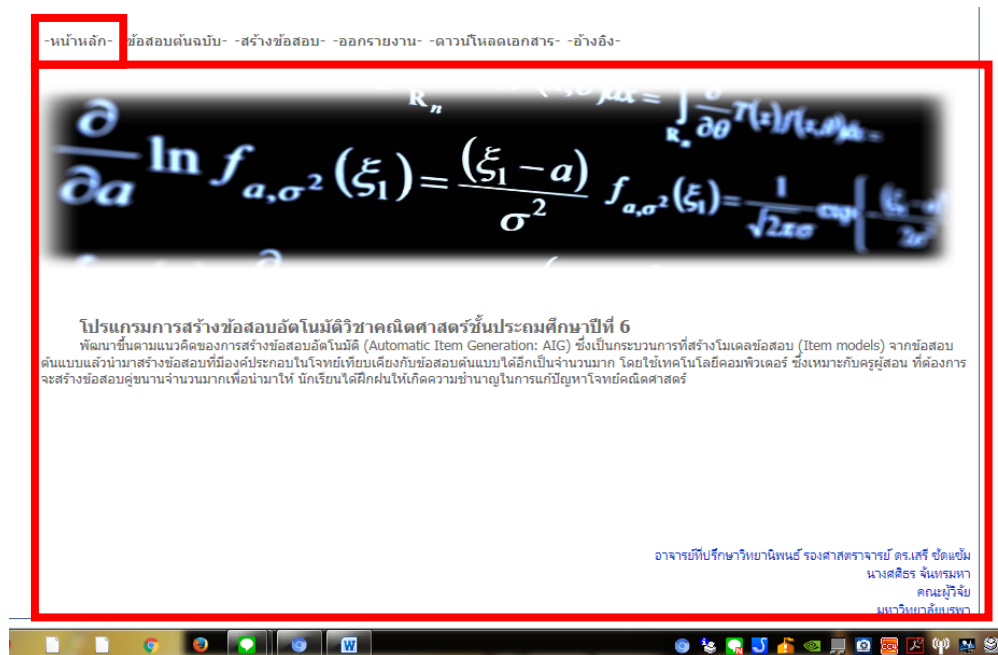
ภาพที่ 4-2 การลงทะเบียนก่อนใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เมื่อเข้าสู่โปรแกรมแล้ว จะพบกับหน้าจอหลัก ซึ่งบนหน้าจอหลักจะมีแถบเมนูแสดงหัวข้อต่างๆ ให้คลิกเข้าไปใช้งานหรือดูข้อมูลได้ ได้แก่ ปุ่ม 'หน้าหลัก' ปุ่ม 'ข้อสอบต้นแบบ' ปุ่ม 'สร้างข้อสอบ' ปุ่ม 'ออกรายงาน' ปุ่ม 'ดาวน์โหลดเอกสาร' และปุ่ม 'อ้างอิง' ดังภาพที่ 4-3



ภาพที่ 4-3 ปุ่มการทำงานต่างๆ บนหน้าจอหลักของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เมื่อคลิกปุ่ม 'หน้าหลัก' หน้าจอจะแสดงข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรมและแนวคิดของการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (Automatic Item Generation: AIG) ดังภาพที่ 4-4



ภาพที่ 4-4 หน้าจอ 'หน้าหลัก' ของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เมื่อคลิกปุ่ม ‘ข้อสอบต้นฉบับ’ หน้าจอจะแสดงข้อสอบต้นแบบจำนวน 44 ข้อ ดังภาพที่ 4-4 ซึ่งเป็นข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2551-2553 ซึ่งใช้วัดผลในสาระแกนกลางคณิตศาสตร์ ได้แก่ จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น โดยข้อสอบทุกข้อเป็นข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) แล้ว ดังภาพ 4-5

Generation in Mathematics of Grade Six level

-หน้าหลัก -ข้อสอบต้นฉบับ- สร้างข้อสอบ- ออกรายงาน- ดาวนโหลดเอกสาร- อังอิง-

ข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์

สำหรับโปรแกรมนี้ มีข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2551-2553 เป็นข้อสอบต้นแบบ จำนวน 44 ข้อ ซึ่งใช้วัดผลในสาระแกนกลางคณิตศาสตร์ได้แก่ จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น โดยข้อสอบทุกข้อเป็นข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) แล้ว

ข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 44 ข้อ

**โมเดลข้อสอบ O-NET กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างปี พ.ศ. 2551-2553 จำนวน 44 ข้อ**

1. ปีนี้นักท่องเที่ยวต่างชาติเข้ามาเที่ยวในประเทศไทย จำนวนสิบล้านเก้าแสนห้าหมื่นแปดร้อยห้าคน เขียนเป็นตัวเลขได้อย่างไร (จำนวนและการดำเนินการ)

1.	10,905,801
2.	10,950,801

ภาพที่ 4-5 หน้าจอ ‘ข้อสอบต้นฉบับ’ จำนวน 44 ข้อ ที่นำมาสร้างเป็นโมเดลข้อสอบในโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เมื่อคลิกปุ่ม ‘ดาวนโหลดเอกสาร’ หน้าจอจะแสดงรายละเอียดของคู่มือการใช้งานโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยสามารถดาวนโหลดได้ทั้ง ไฟล์ PDF และ Microsoft Word ดังภาพที่ 4-6

-หน้าหลัก- ข้อสอบต้นฉบับ- สร้างข้อสอบ- ออกรายงาน- ดาวนโหลดเอกสาร- อังอิง-

คู่มือการใช้งาน

[PDF File](#)

[Microsoft Word](#)

ภาพที่ 4-6 หน้าจอ ‘ดาวนโหลดเอกสาร’

เมื่อคลิกปุ่ม ‘สร้างข้อสอบ’ จะปรากฏหน้าจอที่มีข้อความให้เลือก คือ ‘ข้อสอบต้นแบบ’ และ ‘เลือกข้อสอบเอง’ ดังภาพที่ 4-7



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

สร้างข้อสอบ

ข้อสอบต้นแบบ

เลือกข้อสอบเอง

ภาพที่ 4-7 หน้าจอ ‘สร้างข้อสอบ’

ถ้าต้องการสร้างข้อสอบ ตามโมเดลข้อสอบทั้ง 44 ข้อ ให้คลิกเลือก ‘ข้อสอบต้นแบบ’ ดังภาพที่ 4-8

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

สร้างข้อสอบ

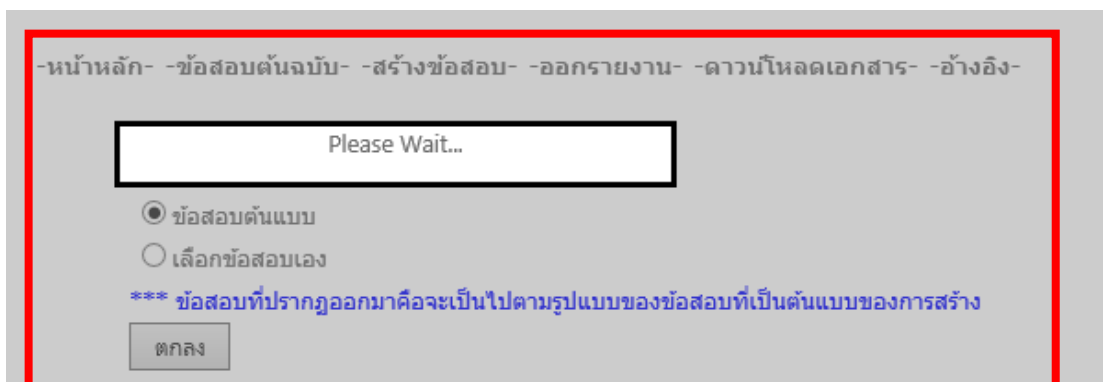
ข้อสอบต้นแบบ

เลือกข้อสอบเอง

*** ข้อสอบที่ปรากฏออกมาคือจะเป็นไปตามรูปแบบของข้อสอบที่เป็นต้นแบบของการสร้าง

ภาพที่ 4-8 การเลือก ‘ข้อสอบต้นแบบ’ บนหน้าจอ ‘สร้างข้อสอบ’

เมื่อคลิกปุ่ม ‘ตกลง’ โปรแกรมจะทำการสร้างข้อสอบจากโมเดลข้อสอบทั้ง 44 ข้อ ดังภาพที่ 4-9




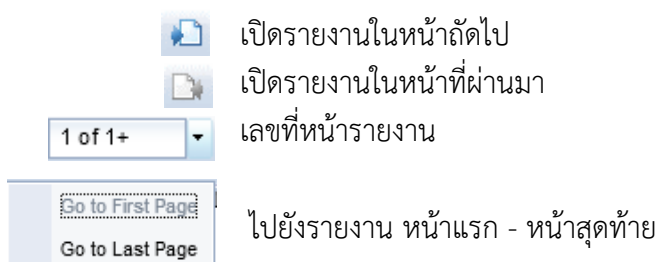
ภาพที่ 4-9 หน้าจอระหว่างการประมวลผล

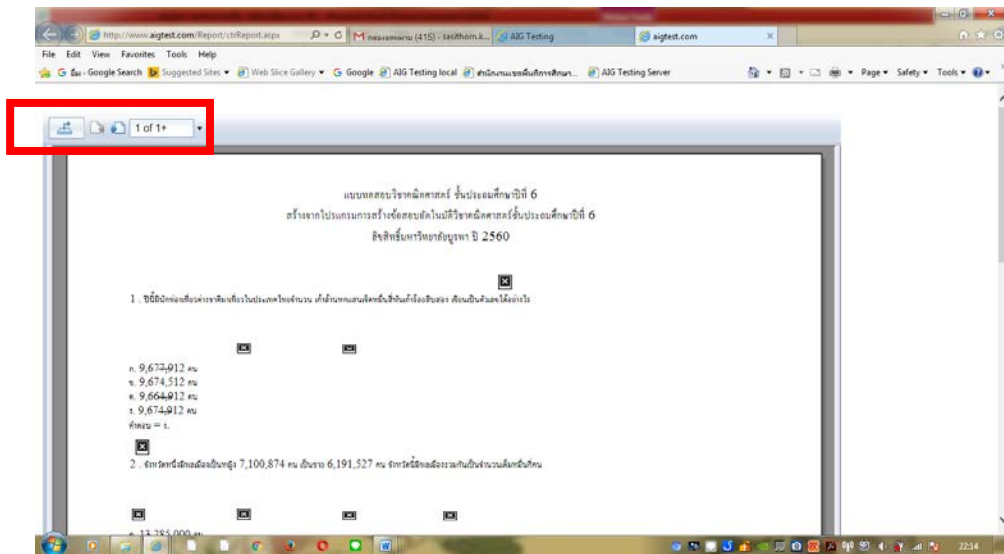
เมื่อโปรแกรมสร้างข้อสอบเสร็จ หน้าจอจะแสดงดังภาพที่ 4-10 ให้ผู้ใช้งานโปรแกรมคลิกที่ปุ่ม ‘ออกรายงาน’ บนแถบเมนูด้านบนของโปรแกรม



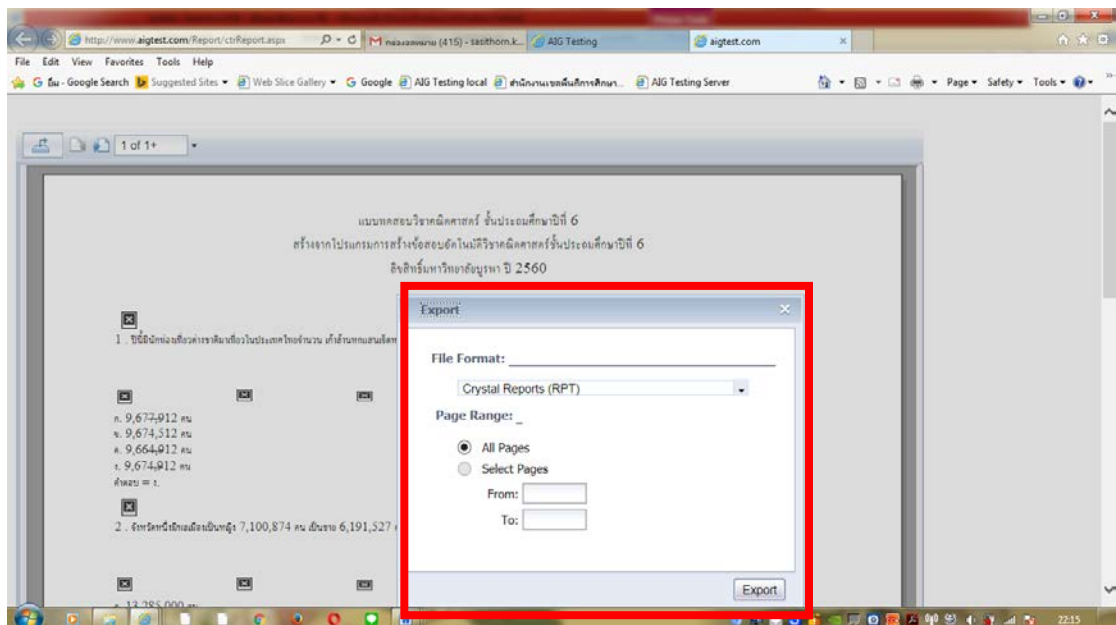
ภาพที่ 4-10 หน้าจอเมื่อโปรแกรมสร้างข้อสอบเสร็จ พร้อมรายงานผล

หลังจากคลิกที่ปุ่ม ‘ออกรายงาน’ จะพบหน้าจอแสดงผลการสร้างข้อสอบ ดังภาพที่ 4-11 ซึ่งข้อสอบที่ได้จะเป็นข้อสอบคู่ขนานของข้อสอบต้นแบบ โดยเรียงตามข้อ ซึ่งมีทั้งสิ้น 44 ข้อ จากนั้นให้คลิกที่ปุ่ม  เพื่อส่งข้อมูลข้อสอบออกในรูปแบบไฟล์ตามต้องการ โดยจะปรากฏกล่องข้อความ ‘เอ็กซ์พอร์ต’ เพื่อให้เลือกรูปแบบของไฟล์ที่ต้องการดังภาพที่ 4-12 และในหน้ารายงานนี้ยังมีปุ่มควบคุมอื่น ๆ ที่มีการใช้งานดังนี้



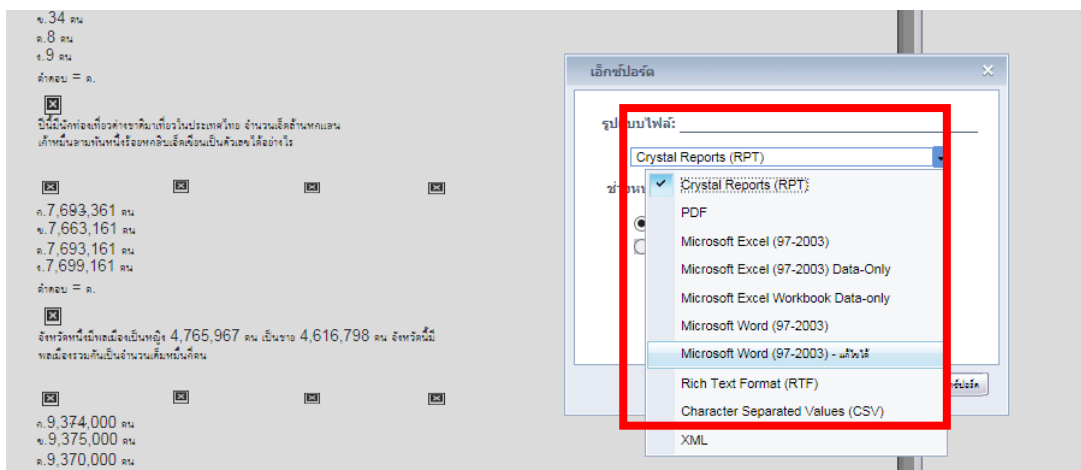


ภาพที่ 4-11 ผลการสร้างข้อสอบ

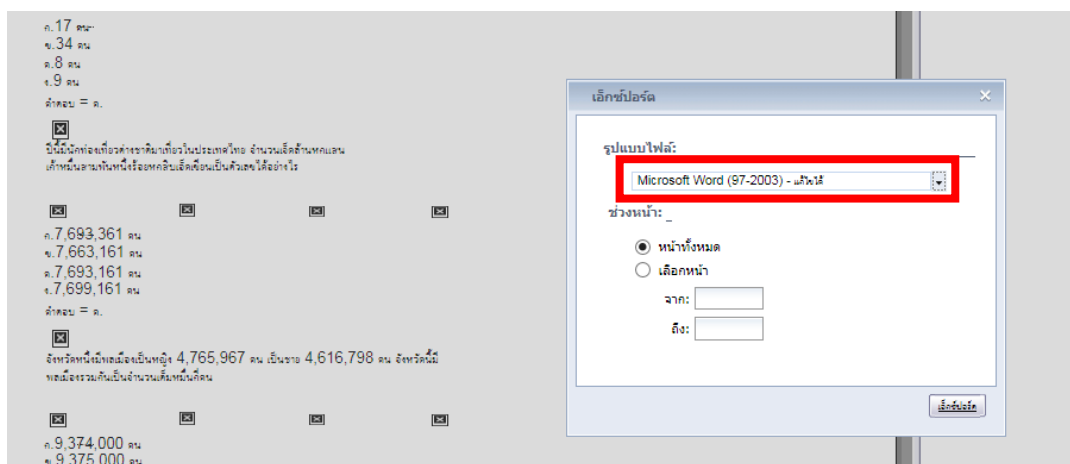


ภาพที่ 4-12 กล่องข้อความ 'เอ็กซ์พอร์ต'

เมื่อเลือกรูปแบบไฟล์ที่ต้องการแล้วให้กดปุ่ม ‘เอ็กซ์พอร์ต’ ด้านล่าง ดังภาพที่ 4-13 และ 4-14 โดยในคู่มือนี้ จะเลือกเป็นไฟล์ Microsoft Word ซึ่งสามารถปรับแก้ได้สะดวก

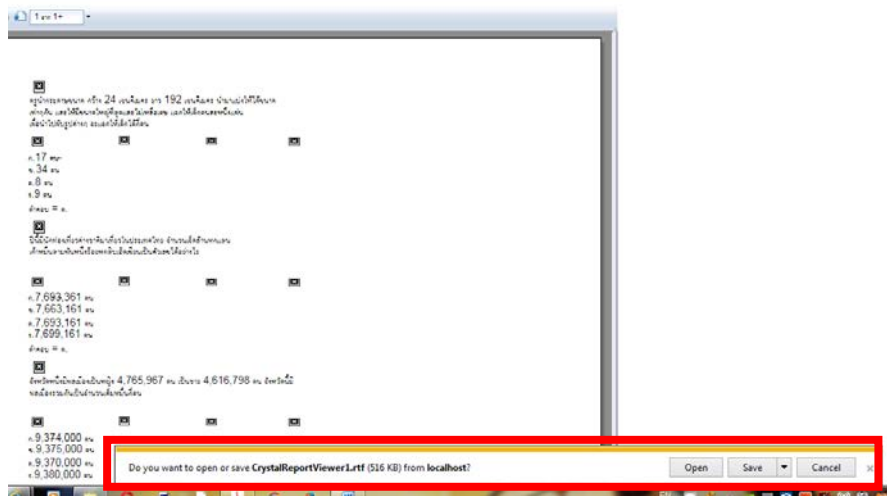


ภาพที่ 4-13 กล่องข้อความ ‘เอ็กซ์พอร์ต’ ขณะเลือกรูปแบบไฟล์

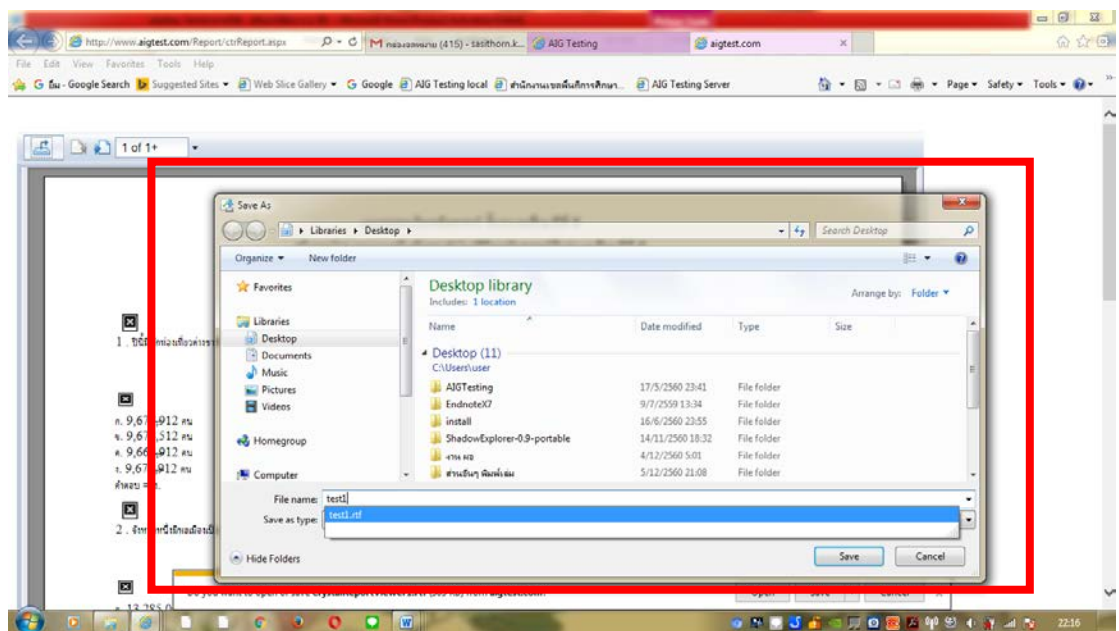


ภาพที่ 4-14 กล่องข้อความ ‘เอ็กซ์พอร์ต’ เมื่อเลือกรูปแบบไฟล์ที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว

หลังจากกดปุ่ม ‘เอ็กซ์พอร์ต’ แล้ว จะมีกล่องข้อความให้บันทึกไฟล์ โดยเลือกที่จัดเก็บไฟล์ แล้วกด save ดังภาพที่ 4-15 และ ภาพที่ 4-16

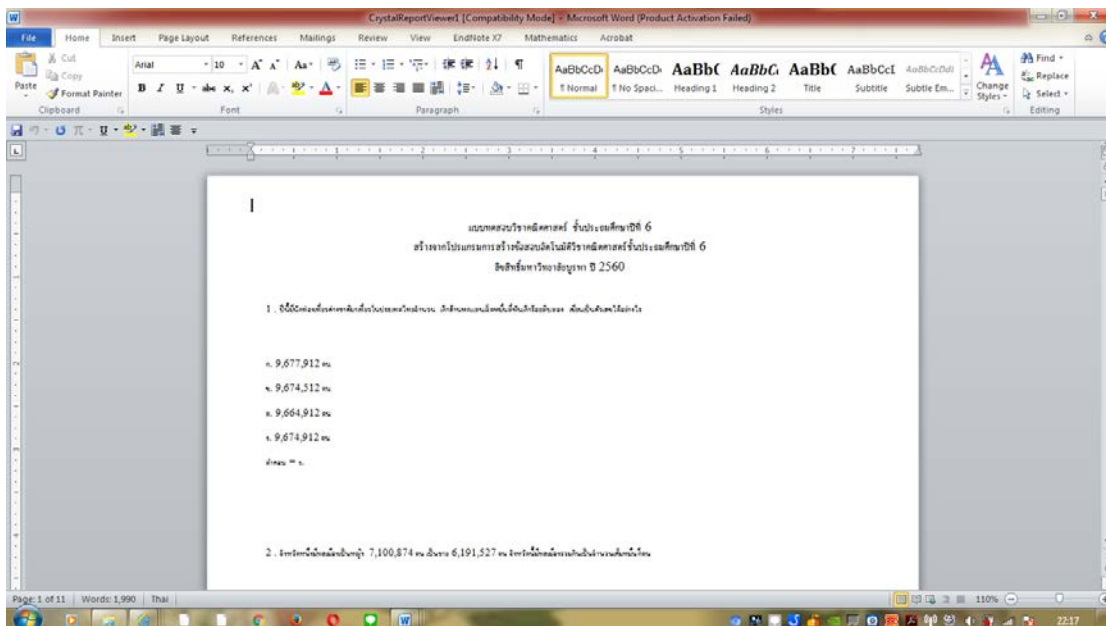


ภาพที่ 4-15 กล่องข้อความให้บันทึกไฟล์



ภาพที่ 4-16 กล่องข้อความให้เลือกที่อยู่ที่จะบันทึกไฟล์

จากภาพที่ 4-17 เป็นไฟล์ข้อสอบในรูปแบบไฟล์ Microsoft Word ตามที่ผู้ใช้งานได้เลือกไว้ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเพิ่มหัวข้อสอบ ใส่เลขข้อและปรับแก้ข้อสอบได้ตามต้องการ โดยในแต่ละข้อ จะมีเฉลยข้อสอบไว้ให้ด้วย



ภาพที่ 4-17 ไฟล์ที่เอ็กซ์พอร์ตออกมาแล้ว

ถ้าต้องการสร้างข้อสอบ โดยเลือกข้อสอบเอง ซึ่งอาจเลือกบางโมเดล จากแต่ละสาระการเรียนรู้ หรือหลาย ๆ โมเดล และสามารถกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการได้ ให้คลิกเลือก 'เลือกข้อสอบเอง' ในหน้าจอ 'สร้างข้อสอบ' แล้วกดปุ่ม 'ตกลง' ดังภาพที่ 4-18

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

สร้างข้อสอบ

ข้อสอบต้นแบบ

เลือกข้อสอบเอง

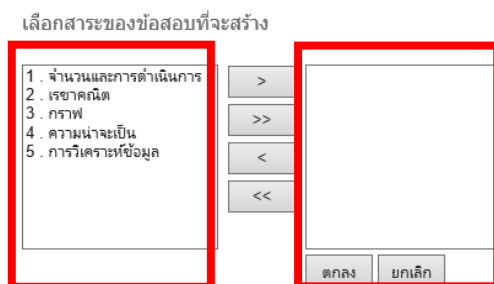
*** ข้อสอบที่ปรากฏออกมาคือจะเป็นไปตามรูปแบบของข้อสอบที่กำหนดไว้

ตกลง

ภาพที่ 4-18 หน้าจอ 'สร้างข้อสอบ' โดยเลือกข้อสอบเอง

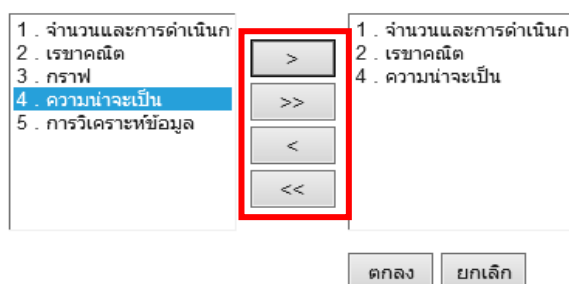
ผู้ใช้งานจะพบหน้าจอที่ให้เลือกระบบของข้อสอบที่จะสร้าง โดยมีกรอบข้อความอยู่สองด้าน ด้านซ้าย แสดงรายการหัวข้อสาระการเรียนรู้ และด้านขวา แสดงหัวข้อที่ผู้ใช้งานเลือกดังภาพที่ 4-19

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



ภาพที่ 4-19 หน้าจอการเลือกหัวข้อสาระการเรียนรู้

ในหน้าจอนี้จะมีปุ่มควบคุมการเลือกหัวข้อดังภาพที่ 4-20



ภาพที่ 4-20 ปุ่มควบคุมการเลือกหัวข้อสาระการเรียนรู้ของข้อสอบที่ต้องการสร้าง

จากภาพที่ 4-20 จะมีปุ่มควบคุมการเลือกสาระต่าง ๆ โดยมีการใช้งานดังนี้

เมื่อต้องการเลือกเฉพาะรายการ

คลิกที่ชื่อสาระที่ต้องการในกรอบด้านซ้าย แล้วคลิกปุ่ม

เมื่อต้องการเลือกรายการทั้งหมด

คลิกปุ่ม

เมื่อต้องการลบเฉพาะรายการ

คลิกที่ชื่อสาระที่ต้องการลบในกรอบด้านขวา แล้วคลิกปุ่ม

เมื่อต้องการลบรายการในกรอบด้านขวาทั้งหมด

คลิกปุ่ม

เมื่อเลือกเรียบร้อยแล้วให้คลิกปุ่ม ‘ตกลง’ จะพบหน้าจอที่มีเมนูย่อย 3 แถบ ได้แก่ ‘จำนวนข้อสอบ’ ‘เลือกข้อสอบเอง’ และ ‘Option’ ในแถบแรก คือ ‘จำนวนข้อสอบ’ ดังภาพที่ 4-21 ให้กำหนดจำนวนข้อสอบ โดยจะกำหนดจำนวนข้อสอบได้เฉพาะหัวข้อสาระที่เลือกไว้ เมื่อกำหนดจำนวนข้อสอบแล้วให้คลิกปุ่ม ‘ตกลง’ รอการประมวลผลสักครู่ จะพบกับหน้าจอรายงานผลการสร้างข้อสอบ ให้คลิกที่เมนู ‘ออกรายงาน’ แล้วดำเนินการบันทึกไฟล์ตามขั้นตอนเดิม โดยข้อสอบที่ได้จะเป็นข้อสอบที่สุ่มมาจากสาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้

กำหนดจำนวนข้อสอบ

จำนวนข้อสอบ: เลือกข้อสอบเอง Option

เรื่อง	จำนวน
1 . จำนวนและการดำเนินการ	<input type="text"/>
2 . เรขาคณิต	<input type="text"/>
3 . กราฟ	<input type="text"/>
4 . ความน่าจะเป็น	<input type="text"/>
5 . การวิเคราะห์ข้อมูล	<input type="text"/>

ตกลง ยกเลิก

ภาพที่ 4-21 หน้าจอให้กำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละสาระการเรียนรู้

สำหรับแถบที่สอง คือ ‘เลือกข้อสอบเอง’ โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกโมเดลข้อสอบที่ต้องการได้ (ดูข้อสอบต้นแบบได้จากหน้าจอ ‘ข้อสอบต้นแบบ’) ให้ดำเนินการโดยคลิกที่ ‘เลือกข้อสอบเอง’ กำหนดจำนวนข้อสอบคลิกที่ ‘สุ่มข้อสอบ’ แล้วคลิกเลือกโมเดลที่ต้องการ จากนั้นคลิกปุ่ม ‘ตกลง’ ดังภาพที่ 4-22 รอการประมวลผลสักครู่ จะพบกับหน้าจอรายงานผลการสร้างข้อสอบ ให้คลิกที่เมนู ‘ออกรายงาน’ แล้วดำเนินการบันทึกไฟล์ตามขั้นตอนเดิม โดยข้อสอบที่ได้จะเป็นข้อสอบที่สร้างตามโมเดลที่เลือก โดยจะเฉลี่ยจำนวนข้อในแต่ละโมเดลให้ผลรวมพอดีกับจำนวนข้อสอบที่กำหนด

เลือกข้อสอบเอง ==> กำหนดจำนวนข้อสอบ หรือ เลือกทั้งหมด

ภาพที่ 4-22 หน้าจอเลือกข้อสอบเองแบบเลือกโมเดล

สำหรับแถบที่สาม คือ 'Option' จะมีการทำงานเพิ่มเติมให้อีก 2 หัวข้อ คือ 'ลบข้อมูลเก่า' และ 'ไม่เรียงหัวข้อ' ดังภาพที่ 4-23 โดยมีการทำงาน ดังนี้

ลบข้อมูลเก่า ==> โปรแกรมจะทำการลบข้อมูลที่เคยออกรายงานก่อนหน้าทั้งหมด

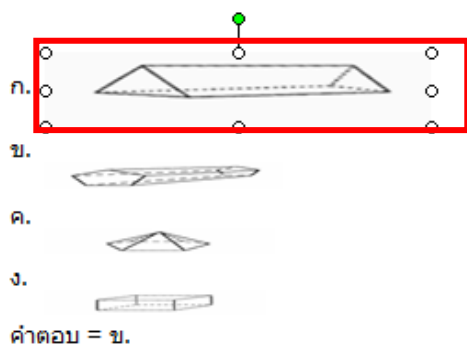
ไม่เรียงหัวข้อ ==> โปรแกรมจะทำการเลือกข้อสอบทั้งหมด แล้วทำการคละข้อสอบโดยไม่เรียงตามเนื้อหาที่เลือก

เมื่อเลือกการทำงานในหน้า 'Option' แล้ว ให้กลับไปคลิกปุ่ม 'ตกลง' ในหน้าที่เลือกข้อสอบ

ภาพที่ 4-23 หน้าจอ Option

ในส่วนของคุณสมบัติที่รายงานออกมาแล้วนั้น จะสามารถทำการปรับแก้ได้ โดยถ้าข้อสอบข้อนั้นมีรูปภาพ รูปภาพจะถกย่อไว้ ผู้ใช้งานสามารถขยาย และขยายรูปภาพได้เหมือนใช้งาน word ปกติ ดังภาพที่ 4

รูปเรขาคณิตสามมิติใดเป็นปริซึมห้าเหลี่ยม

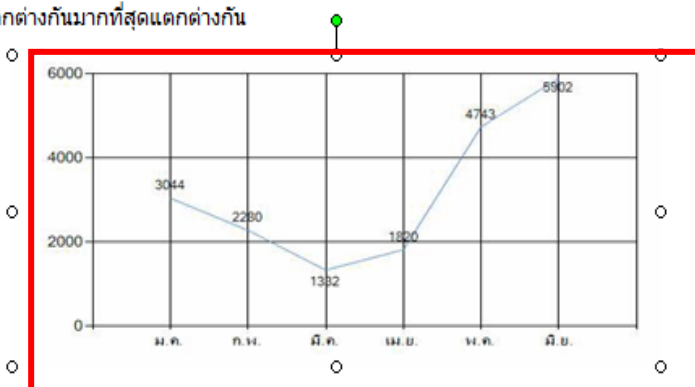


ภาพที่ 4-24 การขยายรูปภาพรูปเรขาคณิตในข้อสอบที่สร้างขึ้น

จากกราฟแสดงจำนวนผู้ใช้รถโดยสารประจำทางในช่วงเวลา 6 เดือนแรกของปี จำนวนผู้ใช้รถโดยสารในรอบ 2 เดือนต่อกันที่แตกต่างกันมากที่สุดแตกต่างกันเท่าใด

- ก. 764
- ข. 948
- ค. 1,159
- ง. 2,923

คำตอบ = ง.



จากกราฟแสดงจำนวนผู้ใช้รถโดยสารประจำทางในช่วงเวลา 6 เดือนแรกของปี จำนวนผู้ใช้รถโดยสารในรอบ 2 เดือนต่อกันที่แตกต่างกันมากที่สุดแตกต่างกันเท่าใด



ภาพที่ 4-25 การขยายรูปภาพ กราฟ ในข้อสอบที่สร้างขึ้น

ในส่วนของคำถาม และคำตอบที่อยู่ในรูปเศษส่วน ตัวรายงานไม่สามารถแสดงผลออกมาได้ เมื่อ เอ็กซ์พอร์ต มาแล้วจะแสดงค่าตามตัวอย่าง ดังภาพที่ 4-26 ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขให้อยู่ในรูปแบบปกติได้ เช่น $44,1/2 = 44 \frac{1}{2}$

1. ค่าต้องการซื้อรถจักรยานคันหนึ่งราคา 5,390 บาท แต่เก็บเงินได้เพียง 420 บาทจึงขอให้แม่ช่วยออกเงินส่วนที่เหลือให้ก่อน ถ้าค่าผ่อนจ่ายเงินคืนให้แม่เดือนละ 100 บาท ต้องใช้เวลานานเท่าไรจึงจะคืนเงินได้ครบ

ก. 24 เดือน

ข. $44,1/2$ เดือน

ค. 50 เดือน

ง. 25 เดือน

คำตอบ = ก.

ภาพที่ 4-26 ข้อสอบที่มีการแสดงค่าเศษส่วน

เมื่อคลิกปุ่ม ‘อ้างอิง’ หน้าจอจะแสดงประวัติย่อของผู้วิจัย, ความเป็นมาในการวิจัย, กรอบแนวคิดในการวิจัย และเงื่อนไขการใช้งาน ดังภาพที่ 4-27

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

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล : นางสาวศศิธร จันทรมหา

ประวัติการศึกษา : 2540-2544 : การศึกษามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยบูรพา

2555-2560 : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การวัดและเทคโนโลยีทางวิทยาการปัญญา) มหาวิทยาลัยบูรพา

E-mail : Sasithorn.kruae@gmail.com

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ ดร.เสรี ชัดรัมย์

ความเป็นมาในการวิจัย :

การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (Automatic Item Generation: AIG) (Gienl, 2012, p. 23) วิธีการนี้พัฒนาขึ้นมาตั้งแต่ช่วงปลายคริสต์ศตวรรษ 1960 แต่เพิ่งได้รับความสนใจและความนิยมมากขึ้นในปัจจุบัน การสร้างข้อสอบอัตโนมัติเป็นการสร้างข้อสอบภายใต้แนวคิดของโมเดลข้อสอบ (Item model) จากนั้นจึงสร้างข้อสอบจำนวนมากจากโมเดลดังกล่าว โดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นตัวช่วยในการทำงาน การนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสร้างข้อสอบจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดภาระงานของผู้สอน อีกทั้งช่วยอำนวยความสะดวกในการสร้างข้อสอบ ส่งผลให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพจำนวนมากขึ้นในเวลาที่รวดเร็ว (พิชิตพล ฤนามงาม, 2547)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทางของ AIG ซึ่งจะเป็นการช่วยลดภาระงานของครูในการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้เกิดการวัดผลการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ รวมทั้งได้ข้อสอบที่มีคุณภาพจำนวนมากไว้ฝึกฝน ซึ่งจะช่วยให้ทักษะทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนและเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูงต่อไป

ภาพที่ 4-27 หน้าจอ ‘อ้างอิง’

3. การทดสอบโปรแกรม

เมื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ทดสอบโปรแกรมเพื่อหาจุดบกพร่องเบื้องต้น โดยพบความผิดพลาดของโปรแกรม ดังนี้

3.1 หน้ารายงาน ไม่สามารถออกรายได้ เมื่อนำไฟล์ Project ขึ้นที่ Server แล้วเมื่อทำการทดสอบและทำการออกรายงานหน้ารายงานจะไม่แสดงผลออกมา จึงแก้ไขโดยนำ Folder Aspnet_Client ที่อยู่ใน Inetpub\wwwroot\ โดย Folder นี้จะมีได้ก็ต่อเมื่อที่เครื่องเปิดใช้งาน iis ไว้

3.2 เมื่อกดดาวน์โหลดเอกสาร จะไม่สามารถดาวน์โหลดเอกสารได้ โดยจะไม่มีอะไรเกิดขึ้น จึงแก้ไขได้โดย Set ค่า Ftp Site แก้ไข Code Program สำหรับการดาวน์โหลด แก้ไขที่ web.config และที่ Code Program

หลังจากที่ดำเนินการแก้ไขโปรแกรมและมีการทดสอบซ้ำจนไม่พบข้อผิดพลาด และปรับปรุงแก้ไขในส่วนอื่น ๆ ให้มีความสมบูรณ์ที่สุดแล้ว จึงนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอความคิดเห็นและนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

4. การจัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรม

หลังจากทดสอบการใช้งานโปรแกรม แก้ไขข้อผิดพลาด และปรับปรุงโปรแกรมให้สมบูรณ์แล้ว จึงจัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ใช้งานได้ศึกษาก่อนการใช้งาน โดยมีการจัดทำเป็นรูปเล่มที่มีภาพประกอบพร้อมคำอธิบายการใช้งานเมนูต่าง ๆ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข) ซึ่งมีภาพปกคู่มือการใช้ ดังภาพที่ 4-28



ภาพที่ 4-28 ปกคู่มือการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

โดยผู้เชี่ยวชาญ ประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบ
อัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ใน 4 ด้าน คือ 1) ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม
2) ความถูกต้องในการใช้งาน 3) ความสะดวกในการใช้โปรแกรม และ 4) ความชัดเจนของกลุ่มผู้ใช้
โปรแกรม ผลการประเมิน ดังตารางที่ 4-6 ถึง ตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-6 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับที่	รายการ	<i>M</i>	<i>SD</i>	ระดับความ เหมาะสม
ด้านที่ 1 ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม				
1	การเรียกใช้โปรแกรมมีความสะดวก	4.00	0.00	มาก
2	รูปแบบการทำงานของโปรแกรมเข้าใจง่าย	4.00	0.00	มาก
3	รายการบนแถบเมนูมีความเหมาะสม	4.00	1.00	มาก
4	โปรแกรมมีความสวยงาม เหมาะสมกับการใช้งาน	3.67	1.15	มาก
สรุปด้านที่ 1		3.92	0.54	มาก

จากตารางที่ 4-6 แสดงให้เห็นว่า ในด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรมมีความเหมาะสมใน
ระดับมาก ($M = 3.92$, $SD = 0.54$)

ตารางที่ 4-7 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมด้านความถูกต้องในการใช้งาน
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับที่	รายการ	<i>M</i>	<i>SD</i>	ระดับความ เหมาะสม
ด้านที่ 2 ความถูกต้องในการใช้งาน				
1	โปรแกรมสามารถสร้างข้อสอบข้อใหม่ได้ตามโมเดล ของข้อสอบต้นแบบ	4.33	0.58	มาก
2	โปรแกรมสามารถสร้างตัวเลือกได้เหมาะสม และ ถูกต้อง	4.33	0.58	มาก
3	โปรแกรมสามารถเฉลยคำตอบที่ถูกต้องได้อย่างถูกต้อง	4.00	1.00	มาก
4	โปรแกรมสามารถสร้างข้อสอบได้ตามรูปแบบที่มีให้ เลือก	4.00	1.00	มาก
5	โปรแกรมสามารถส่งข้อมูลข้อสอบออกทางโปรแกรม จัดการเอกสารที่ผู้ใช้งานต้องการได้	3.67	1.53	มาก
สรุปด้านที่ 2		4.07	0.94	มาก

จากตารางที่ 4-7 แสดงให้เห็นว่า ในด้านความถูกต้องในการใช้งานโปรแกรมมีความ
เหมาะสมในระดับมาก ($M = 4.07$, $SD = 0.94$)

ตารางที่ 4-8 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรม
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับที่	รายการ	<i>M</i>	<i>SD</i>	ระดับความเหมาะสม
ด้านที่ 3 ความสะดวกในการใช้โปรแกรม				
1	ความสะดวกในการเรียกใช้งานบนแถบเมนู	4.67	0.58	มากที่สุด
2	โปรแกรมสามารถสร้างข้อสอบได้เร็วกว่าการสร้างข้อสอบด้วยมือ	5.00	0.00	มากที่สุด
3	โปรแกรมสามารถแสดงผลการสร้างข้อสอบบนจอภาพได้ครบถ้วน	3.67	0.58	มาก
4	โปรแกรมสามารถแก้ไขปรับปรุงข้อสอบได้ตามความต้องการของผู้ใช้	4.33	0.58	มาก
5	ผู้ใช้โปรแกรมสามารถสั่งพิมพ์แบบทดสอบพร้อมเฉลยได้สะดวก	4.00	1.73	มาก
สรุปด้านที่ 3		4.33	0.69	มาก

จากตารางที่ 4-8 แสดงให้เห็นว่า ในด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรมมีความเหมาะสมในระดับมาก ($M = 4.33, SD = 0.69$)

ตารางที่ 4-9 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม ด้านความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม โดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับที่	รายการ	<i>M</i>	<i>SD</i>	ระดับความเหมาะสม
ด้านที่ 4 ความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม				
1	เนื้อหาคู่มือการใช้งานโปรแกรมเข้าใจง่าย และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโปรแกรม	4.00	1.00	มาก
2	ภาษาที่ใช้ในคู่มือการใช้โปรแกรม อ่านและเข้าใจง่าย	3.67	0.58	มาก
3	มีวิธีการอธิบายการใช้งานของโปรแกรมได้อย่างมีลำดับขั้นตอน	4.00	0.00	มาก
4	มีภาพประกอบวิธีการใช้งานอย่างชัดเจน	4.33	0.58	มาก
5	รูปแบบของคู่มือการใช้โปรแกรมมีความน่าสนใจ	3.67	0.58	มาก
สรุปด้านที่ 4		3.93	0.55	มาก

จากตารางที่ 4-9 แสดงให้เห็นว่า ในด้านความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรมมีความเหมาะสมในระดับมาก ($M = 3.93, SD = 0.55$)

สรุปผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมทั้ง 4 ด้าน โดยผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมทั้ง 4 ด้าน โดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับที่	รายการ	<i>M</i>	<i>SD</i>	ระดับความเหมาะสม
1	ด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม	3.92	0.54	มาก
2	ด้านความถูกต้องในการใช้งาน	4.07	0.94	มาก
3	ด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรม	4.33	0.69	มาก
4	ด้านความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม	3.93	0.55	มาก
	สรุปผลการประเมิน	4.06	0.68	มาก

จากตารางที่ 4-10 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ แสดงให้เห็นว่า โปรแกรม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($M = 4.06, SD = 0.68$) แต่มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ดังนี้

- 1) ควรปรับเปลี่ยนตำแหน่งการจัดวางข้อความ และปริมาณข้อความให้เหมาะสมกับหน้าโปรแกรม เพื่อความสวยงาม และความสะดวกในการใช้งาน
- 2) ให้ปรับแก้ไขคู่มือการใช้ โดยให้มีตัวเลขและลูกศรชี้กำกับในภาพ ประกอบคำอธิบาย เพื่อความชัดเจนในการสื่อความหมาย และควรมีเมนูให้ผู้ใช้งานได้ดาวน์โหลดเอกสารคู่มือการใช้เก็บไว้ได้ด้วย
- 3) ปรับขยายกรอบแสดงข้อมูลให้ครบถ้วน
- 4) ควรปรับแก้ข้อความเมื่อโปรแกรมสร้างข้อสอบเรียบร้อยแล้ว จาก “Completed” เป็นข้อความอื่น เช่น “โปรแกรมได้สร้างข้อสอบเรียบร้อยแล้ว กรุณาคลิก ออกรายงาน” เป็นต้น

6. ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ประเมินผลการใช้งานโปรแกรม

ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และคู่มือการใช้ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน จากนั้นจึงนำโปรแกรมและคู่มือการใช้งานไปให้ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 15 คน ได้ทดลองใช้งานและประเมินผลการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ใน 2 ด้านคือ 1) ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม และ 2) ความสะดวกในการใช้โปรแกรม ผลการประเมิน ดังตารางที่ 4-11 ถึง ตารางที่ 4-13

ตารางที่ 4-11 ผลการประเมินการใช้งานโปรแกรมด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรมโดยครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ลำดับที่	รายการ	<i>M</i>	<i>SD</i>	ระดับความคิดเห็น
ด้านที่ 1 ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม				
1	การเรียกใช้โปรแกรมมีความสะดวก	4.13	0.52	มาก
2	รูปแบบการทำงานของโปรแกรมเข้าใจง่าย	4.47	0.52	มาก
3	รายการบนแถบเมนูมีความเหมาะสม	4.40	0.51	มาก
4	โปรแกรมมีความสวยงาม เหมาะสมกับการใช้งาน	4.33	0.62	มาก
สรุปด้านที่ 1		4.33	0.54	มาก

จากตารางที่ 4-11 แสดงให้เห็นว่า ในด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม มีความคิดเห็นว่าคุณสมบัติทั่วไปของโปรแกรมมีความเหมาะสมในการใช้งานในระดับมาก ($M = 4.33$, $SD = 0.54$)

ตารางที่ 4-12 ผลการประเมินการใช้งานโปรแกรมด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรมโดยครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ลำดับที่	รายการ	<i>M</i>	<i>SD</i>	ระดับความคิดเห็น
ด้านที่ 2 ความสะดวกในการใช้โปรแกรม				
1	ความสะดวกในการเรียกใช้งานบนแถบเมนู	4.13	0.35	มาก
2	โปรแกรมสามารถสร้างข้อสอบได้เร็วกว่าการสร้างข้อสอบด้วยมือ	4.40	0.51	มาก
3	โปรแกรมสามารถแสดงผลการสร้างข้อสอบบนจอภาพได้ครบถ้วน	4.20	0.56	มาก
4	โปรแกรมสามารถแก้ไขปรับปรุงข้อสอบได้ตามความต้องการของผู้ใช้	3.60	0.51	มาก
5	ผู้ใช้โปรแกรมสามารถสั่งพิมพ์แบบสอบพร้อมเฉลยได้สะดวก	3.60	0.51	มาก
สรุปด้านที่ 2		3.99	0.49	มาก

จากตารางที่ 4-12 แสดงให้เห็นว่า ในด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรม มีความคิดเห็นว่าโปรแกรมมีความสะดวกในการใช้งานในระดับมาก ($M = 3.99$, $SD = 0.49$)

ตารางที่ 4-13 ผลการประเมินการใช้งานโปรแกรมทั้ง 2 ด้าน โดยครูกลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ลำดับที่	รายการ	<i>M</i>	<i>SD</i>	ระดับความ คิดเห็น
1	ด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม	4.33	0.54	มาก
2	ด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรม	3.99	0.49	มาก
สรุปผลการประเมิน		4.16	0.52	มาก

จากตารางที่ 4-13 แสดงผลการประเมินการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้าง
ข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
แสดงให้เห็นว่า ผลการประเมินการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์อยู่ในระดับมาก ($M = 4.16, SD =$
0.52)

การสร้างข้อสอบโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชา
คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นี้จะสามารถสร้างข้อสอบได้อีกหลายข้อจากโมเดลข้อสอบ
ต้นแบบทั้ง 44 โมเดล โดยมีจำนวนข้อสูงสุดที่สามารถสร้างได้ ดังตารางที่ 4-14

ตารางที่ 4-14 จำนวนข้อสอบสูงสุดที่สร้างได้จากโมเดลข้อสอบต้นแบบทั้ง 44 ข้อ

โมเดลข้อสอบ	จำนวนข้อ
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

ตารางที่ 4-14 (ต่อ)

โมเดลข้อสอบ	จำนวนข้อ
17	4
18	4
19	4
20	216,513
21	900
22	726,571,800
23	1.55968906E+22
24	576
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

**ตอนที่ 3 ผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับ
ผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับ
สร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**

1. หาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

หลังจากที่ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แล้ว ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบจากโปรแกรม โดยในขั้นตอนการสร้าง เมื่อเลือกเมนู ‘สร้างข้อสอบ’ ให้เลือกรูปแบบการสร้างข้อสอบเป็น ‘ข้อสอบต้นแบบ’ โปรแกรมจะสร้างข้อสอบที่เป็นข้อสอบคู่ขนานกับข้อสอบต้นแบบ จำนวน 44 ข้อ ที่มีการเรียงลำดับข้อเช่นเดียวกับข้อสอบต้นแบบ นำแบบทดสอบต้นแบบ และแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม รวม 2 ฉบับไปให้นักเรียนที่เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แล้ว จำนวน 30 คน ได้ทดสอบ โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ฉบับละ 1 ชั่วโมง 30 นาที โดยได้ผลคะแนนการทดสอบดังตารางที่ 4-15

ตารางที่ 4-15 ผลการสอบของนักเรียนที่เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แบบทดสอบต้นแบบ และแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม

นักเรียนลำดับที่	ผลการสอบโดยใช้แบบทดสอบต้นแบบ	ผลการสอบโดยใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม
1	18	20
2	25	24
3	23	28
4	39	40
5	40	42
6	40	38
7	41	40
8	32	33
9	35	34
10	33	35
11	33	36
12	30	32
13	40	42
14	27	27
15	25	25
16	28	28

ตารางที่ 4-15 (ต่อ)

นักเรียนลำดับที่	ผลการสอบโดยใช้แบบทดสอบ ต้นแบบ	ผลการสอบโดยใช้แบบทดสอบ ที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม
17	34	34
18	26	26
19	33	33
20	30	32
21	28	31
22	28	29
23	19	23
24	32	35
25	33	33
26	37	38
27	25	26
28	32	30
29	30	29
30	42	40
<i>M</i>	31.27	32.10
<i>SD</i>	6.33	5.87
<i>Max</i>	42	42
<i>Min</i>	18	20

จากตารางที่ 4-15 ได้แสดงผลการสอบของนักเรียนที่ได้จากการสอบแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ เมื่อนำผลการสอบมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ได้ผลดังตารางที่ 4-16

ตารางที่ 4-16 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ

	ผลการสอบโดยใช้แบบทดสอบต้นแบบ	
	<i>r</i>	Sig. (2-tailed)
ผลการสอบโดยใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม	.96 **	.00

** . Correlation is significant at the .01 level (2-tailed).

2. รายงานผลการศึกษาความสัมพันธ์

จากตารางที่ 4-16 ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson' s Correlation Coefficient) มีค่าเป็น .96 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ +1 คือ เป็นสหสัมพันธ์ทางบวก (Positive Correlations) หมายความว่า ผลการสอบจากแบบทดสอบต้นแบบ มีความสัมพันธ์กันในทางบวกกับผลการสอบจากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3. สรุปสมมติฐาน

จากผลการหาค่าความสัมพันธ์ ดังตารางที่ 4-16 และ การรายงานผลการศึกษาความสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ว่าสมมติฐานการวิจัยของงานวิจัยนี้เป็นจริง คือ ผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบ

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้งานแบบออนไลน์ได้ ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ Internet Explorer โดยพิมพ์ URL <http://www.aigtest.com> หลังจากที่ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แล้ว ให้ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 15 คน ได้ทดลองใช้งานและประเมินผลการใช้งานโปรแกรม โดยวิเคราะห์ความคิดเห็นของครูด้วยค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระยะที่ 3 การหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยสร้างข้อสอบจากโปรแกรม เลือก สร้างข้อสอบตามข้อสอบต้นแบบ จากนั้นได้นำแบบทดสอบต้นแบบและแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม (ฉบับละ 44 ข้อ) ไปให้นักเรียนที่เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แล้วได้ทดสอบ โดยใช้เวลาในการทดสอบ ฉบับละ 1 ชั่วโมง 30 นาที แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) เพื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2551-2553 ที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบแล้ว จำนวน 51 ข้อ (Muninsakorn, Tinnaworn, & Sukhanonsawat, 2015) และมีการจัดทำผังแบบทดสอบ (Test Blueprint) ให้ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบความถูกต้องเกี่ยวกับการระบุสาระการเรียนรู้แกนกลางคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมที่วัด สรุปว่า มีความเหมาะสมแล้ว และเมื่อนำข้อสอบทั้ง 51 ข้อ มาวิเคราะห์ตามแนวคิด AIG เพื่อนำไปจัดทำโมเดลข้อสอบ พบว่า มีจำนวนทั้งสิ้น 44 ข้อที่สามารถนำมาสร้างโมเดลข้อสอบได้ แต่มีจำนวนข้อในแต่ละสาระไม่เท่ากัน โดยโมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับโมเดลต้นแบบทั้ง 10 แบบตามแนวคิดของ AIG (Gierl et al., 2008) การสร้างโมเดลข้อสอบได้มีการกำหนดรายละเอียดในส่วนต่าง ๆ 5 ส่วน ดังนี้ 1) โจทย์ (Stem) 2) ส่วนประกอบ (Elements) 3) ตัวเลือก (Options) 4) ข้อมูลเสริม (Auxiliary Information) และ 5) เฉลย (Key)

2. ผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เมื่อพัฒนาโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ได้มีการทดสอบโปรแกรมเพื่อหา

จุดบกพร่องเบื้องต้นโดยผู้วิจัย และได้ให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถได้พิจารณาความเหมาะสมของโปรแกรมใน 4 ด้านคือ 1) ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม 2) ความถูกต้องในการใช้งาน 3) ความสะดวกในการใช้โปรแกรม และ 4) ความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม โดยการประเมินผลการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($M = 4.06$, $SD = 0.68$) เมื่อแก้ไขข้อบกพร่องของโปรแกรมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ได้ให้ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 15 คน ได้ทดลองใช้งานและประเมินผลการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ใน 2 ด้านคือ 1) ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม และ 2) ความสะดวกในการใช้โปรแกรม มีผลการประเมินภาพรวมในระดับมาก ($M = 4.16$, $SD = 0.52$) เช่นกัน สามารถใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้อย่างสะดวก โดยใช้เว็บเบราว์เซอร์ Internet Explorer และพิมพ์ URL ‘<http://www.aigtest.com>’

3. ผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson’s Correlation Coefficient) โดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ค่าเป็น .96 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ +1 เป็นสหสัมพันธ์ทางบวก (Positive Correlations) ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย คือ ผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบ

อภิปรายผล

ผลการสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และการหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีประเด็นที่ควรอภิปราย ดังนี้

1. การสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยสร้างโมเดลข้อสอบจากข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2551-2553 ที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบแล้ว จำนวน 44 ข้อ (จากข้อสอบ O-NET จำนวน 51 ข้อ) (Muninsakorna et al., 2015) เพื่อเป็นการลดขั้นตอนในการวิจัย และประหยัดทรัพยากร ซึ่งข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นี้ ถือเป็นข้อมูลทุติยภูมิ โดยข้อสอบแบบ 4 ตัวเลือกนี้ เป็นข้อสอบต้นแบบที่มีคุณภาพ เนื่องจากการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ แล้ว จึงทำให้ข้อสอบที่สร้างขึ้นจากโมเดลข้อสอบนี้ย่อมเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพด้วย เนื่องจากเป็นข้อสอบคู่ขนานกัน ในงานวิจัยนี้ได้ดำเนินงานตามแนวคิดของ AIG และ AE framework ที่มี 3 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 กำหนดโมเดลด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Models) กำหนดขอบเขตเนื้อหาที่จะวัดความรู้ ความสามารถ และทักษะที่ต้องการประเมินผล ขั้นที่ 2 สร้างโมเดลข้อสอบ (Item Model) โดยกำหนดจากเนื้อหา ระดับความยาก ขั้นที่ 3 สร้าง

ข้อสอบอัตโนมัติ (Automatic Item Generation: AIG) โดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นตัวช่วยในการทำงาน แต่เนื่องจากมีข้อสอบต้นแบบแล้ว จึงไม่ได้ดำเนินการขั้นที่ 1 ของ AE framework โดยข้อสอบต้นแบบที่นำมาสร้างเป็นโมเดลข้อสอบนั้น ได้พิจารณาจากข้อสอบ O-NET จำนวน 51 ข้อ ซึ่งนำมาสร้างเป็นโมเดลข้อสอบได้จำนวน 44 ข้อ เมื่อพิจารณาให้สอดคล้องกับรูปแบบของโมเดลต้นแบบทั้ง 10 แบบตามแนวคิดของ AIG (Gierl et al., 2008) และพิจารณาตามความเหมาะสมที่จะนำมาทำโมเดลข้อสอบ โดยมี 6 ข้อที่ไม่สามารถนำมาสร้างเป็นโมเดลข้อสอบได้ เนื่องจากมีข้อจำกัด เช่น ไม่สามารถวิเคราะห์หาทิศทางและรูปที่จะสร้างออกมาได้อย่างถูกต้อง ไม่สามารถเปลี่ยนรูป และตัวเลขในโจทย์ให้สัมพันธ์กันได้ หรือเป็นข้อสอบที่ต้องตีความหมาย ซึ่งเกินขีดความสามารถของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2. การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการทำงาน โดยการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัตินี้ จะสามารถสร้างข้อสอบคู่ขนานจากโมเดลข้อสอบได้อีกหลายข้อ ดังเทคนิคการสร้างข้อสอบคู่ขนานแบบสุ่ม โดยอาจมีจำนวนข้อที่สร้างได้แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับลักษณะของโจทย์ และค่าที่เป็นไปได้ที่กำหนดไว้ในโมเดลข้อสอบต้นแบบ โดยผู้วิจัยได้ต่อยอดแนวคิดการพัฒนาโปรแกรมจากงานวิจัยเรื่องการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบวัดความสามารถด้านการคำนวณ ช่วงชั้นที่ 3 (พิชิตพล ถนอมงาม, 2547) ที่พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างฟอร์มข้อสอบวัดความสามารถด้านการคำนวณ ช่วงชั้นที่ 3 ในสาระการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว อัตราส่วนและร้อยละ และจำนวนเต็ม โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิด การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (Automatic Item Generation: AIG) และวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) ซึ่งทำให้โปรแกรมมีขีดความสามารถเพิ่มมากขึ้น ทั้งในการใส่ข้อมูลรูปภาพ และข้อความได้หลากหลาย และเพื่อเพิ่มความสะดวกให้กับผู้ใช้งาน ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมให้สามารถใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้อีกด้วย โดยแนะนำให้ใช้เว็บเบราว์เซอร์ Internet Explorer เพื่อการทำงานที่สมบูรณ์ของโปรแกรม เนื่องจากผู้วิจัยพัฒนาโดยใช้ Visual Basic.Net โดยจะรองรับ Optional Argument ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการใช้งานร่วมกับ ActiveX, MS Office, Framework รวมถึง Component อื่น ๆ ที่มาในสายของ Windows โดย Internet Explorer เป็นส่วนหนึ่งของ Microsoft ซึ่งถูกสร้างขึ้นมาให้เป็นส่วนหนึ่งของ OS และส่วนของ Developer Tool Kits บางกลุ่มจะมีแต่เฉพาะ Internet Explorer ดังนั้นถ้าผู้ใช้งานเปิดใช้งานโปรแกรมโดยเว็บเบราว์เซอร์ อื่น ๆ เช่น Firefox Opera หรือ Google Chrome อาจส่งผลให้การทำงานของโปรแกรมไม่สมบูรณ์

จากการประเมินความเหมาะสมโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีเหมาะสมในระดับมาก ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม ด้านความถูกต้องในการใช้งาน ด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรม และด้านความชัดเจนของคู่มือ

และจากการประเมินผลการใช้งานจากผู้ใช้งานจริง คือครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า ผลการประเมินอยู่ในระดับมาก โดยมีความคิดเห็นว่าโปรแกรมมีลักษณะทั่วไปที่นำใช้งาน

เรียกใช้งานได้สะดวก รูปแบบการทำงานเข้าใจได้ง่าย เมนูรายการที่ให้เลือกมีความเหมาะสมดี โปรแกรมมีความสวยงาม นำใช้งาน นอกจากนี้ยังมีความคิดเห็นในด้านความสะดวกในการใช้ โปรแกรมในระดับมาก คือ มีความสะดวกในการเรียกใช้งานบนแถบเมนู โปรแกรมสร้างข้อสอบได้เร็วกว่าการสร้างด้วยมือ มีการแสดงผลการสร้างบนจอภาพได้ครบถ้วน สามารถแก้ไข ปรับปรุงข้อสอบได้ตามความต้องการ และสามารถสั่งพิมพ์แบบสอบ พร้อมเฉลยได้สะดวก โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้จะช่วยลดภาระงานในการสร้างข้อสอบของครู เพราะใช้เวลาในการสร้างข้อสอบประมาณ 1 นาที โดยสามารถสร้างข้อสอบที่มีคุณภาพได้หลายข้อ และครูสามารถเลือกใช้งานได้ตามความต้องการ เช่น การสร้างข้อสอบทั้งหมดตามโมเดลข้อสอบ 44 ข้อ หรือต้องการสร้างเพียงบางโมเดล โดยศึกษาวิธีใช้งานโปรแกรมได้จากคู่มือการใช้ นอกจากนี้ ผู้ที่สนใจ ได้แก่ นักเรียน ผู้ปกครอง ก็สามารถเข้าใช้งานโปรแกรมได้อย่างสะดวก โดยโปรแกรมนี้ได้ออกแบบให้ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน และประมวลผลได้ค่อนข้างเร็ว (ประมาณ 1 นาที) อีกทั้งยังเอื้อให้ผู้ใช้งานสามารถปรับแต่งรูปแบบข้อสอบ หรือเพิ่มเติมข้อมูล ในโปรแกรมจัดการเอกสาร เช่น Microsoft Word ก่อนพิมพ์ออกมาใช้งานได้อีกด้วย

3. การหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การหาความสัมพันธ์ในงานวิจัยนี้ คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ได้ผลเป็นสหสัมพันธ์ทางบวก (Positive Correlations) โดยมีความสัมพันธ์กันสูงมาก ได้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันเป็น .96 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากข้อสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมเป็นข้อสอบคู่ขนานกับข้อสอบต้นแบบ เนื่องจากมีการปรับเปลี่ยนข้อมูลเพียงบางส่วนในโมเดลข้อสอบ ข้อสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมจึงเป็น Isomorphic Instances ที่ลักษณะภายนอกของข้อสอบไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงระดับความยาก (Gierl et al., 2008) สอดคล้องกับงานวิจัยของสมพิศ กาญจนานันท์ (2556) ที่สร้างและหาคุณภาพของข้อสอบคู่ขนานอิงโดเมนโดยใช้รูปแบบพาเซทวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องวงกลม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน ได้ค่าเป็น 0.95 ซึ่งแสดงว่า คะแนนจากการสอบแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ปรากฏว่าสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย คือ ผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบ เนื่องจากข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมถือได้ว่าเป็นข้อสอบคู่ขนานกับข้อสอบต้นแบบ เพราะสร้างจากโมเดลข้อสอบที่มีคุณภาพเหมือนกันทุกประการ จากข้อสรุปนี้สนับสนุนให้โปรแกรมมีความน่าเชื่อถือ ว่าสามารถสร้างข้อสอบคู่ขนานจำนวนมากที่มีคุณภาพเทียบเท่าข้อสอบต้นแบบได้จริง

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และ

การหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ ดังนี้

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นี้ เหมาะสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป ทั้งครู นักเรียน ผู้ปกครอง หรือผู้ที่สนใจในวิชาคณิตศาสตร์ โดยสามารถเข้าถึงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ง่ายผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งแนะนำให้ใช้เว็บเบราว์เซอร์เป็น Internet Explorer เพื่อการทำงานที่สมบูรณ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์
2. ผู้ใช้ควรศึกษาคู่มือการใช้ให้เข้าใจก่อนเริ่มใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยสามารถดาวน์โหลดคู่มือได้จากเมนู ‘ดาวน์โหลดเอกสาร’ ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์
3. ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ในการสร้างข้อสอบคู่ขนานที่มีข้อสอบ O-NET เป็นข้อสอบต้นแบบ เพื่อไว้ใช้ในการสอนทบทวนให้นักเรียน ซึ่งจะช่วยลดภาระของครูในการสร้างข้อสอบได้
4. นักเรียนที่มีความสนใจในการฝึกฝนด้านคณิตศาสตร์ สามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ในการสร้างข้อสอบไว้ฝึกฝนด้วยตนเองได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยต่อไป

1. ควรพัฒนาโปรแกรมให้มีขีดความสามารถเพิ่มขึ้น เช่น การเพิ่มโมเดลข้อสอบให้มีจำนวนมากกว่าในโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นี้ เพื่อการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่ครอบคลุมเนื้อหามากขึ้น
2. ควรใช้เป็นแนวทางในการสร้างโมเดลข้อสอบ หรือพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติในวิชาอื่น ๆ หรือชั้นอื่น ๆ

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ทีศนา เขมมณี. (2554). *14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นุภาพรรณ ปลื้มใจ, ปิยะทิพย์ ตินวร และโสฬส สุขานนท์สวัสดิ์. (2558). การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบ O-NET ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา*, 13(2), 109-125.
- บุญใจ ศรีสถิตย์นรากร. (2555). *การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย: คุณสมบัติการวัดเชิงจิตวิทยา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชิตพล ถนอมงาม. (2547). การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบวัดความสามารถด้านการคำนวณช่วงชั้นที่ 3 (มัธยมศึกษาปีที่ 1- 3). *วารสารวิจัยและวัดผลการศึกษามหาวิทยาลัยบูรพา*, 2(1), 73-92.
- พิมพาภรณ์ สุขพ่วง. (2548). การพัฒนาผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีสอนแบบร่วมมือกันแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับเทคนิค KWDL. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัยมหาวิทยาลัยศิลปากร*, 2(1), 34.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2555). *ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ (Modern Test Theories)*.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory)*.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) สทศ. (2558). *ข้อมูลการจัดสอบ O-NET ปีการศึกษา 2558*. วันที่ค้นข้อมูล 26 มีนาคม 2559, เข้าถึงได้จาก
<http://www.niets.or.th/th/catalog/view/211>
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) สทศ. (2558). *ค่าสถิติพื้นฐาน O-NET ปีการศึกษา 2558*. วันที่ค้นข้อมูล 26 มีนาคม 2559, เข้าถึงได้จาก
http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETP6_2558.pdf
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) สทศ. (2558). *ตารางสรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2558*. วันที่ค้นข้อมูล 26 มีนาคม 2559, เข้าถึงได้จาก
http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETP6_2558.pdf

- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) สทศ. (2558). รายงานประจำปี 2558, 25. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สิน พันธุ์พินิจ. (2554). *เทคนิคการวิจัยทางสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2 แก้ไขเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: จูน พับลิชชิ่ง.
- สุชาดา กรเพชรปानी, ปิยะทิพย์ ดินวรร และโสฬส สุขานนท์สวัสดิ์. (2559). การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดสอบ O-NET. *วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา*, 14(1), 14-31.
- สุพรรณษา ยวงทอง. (2557). *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ*. กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น.
- สุวิมล ตีรกานันท์. (2551). *การสร้างเครื่องมือวัดตัวแปรในการวิจัยทางสังคมศาสตร์แนวทางการปฏิบัติ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิมล ตีรกานันท์. (2551). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์: แนวทางการปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2551). *เทคนิคการสอนและรูปแบบการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบวิชาคณิตศาสตร์เบื้องต้น*. กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมพิศ กาญจนานันท์. (2556). การสร้างข้อสอบคู่ขนานอิงโดเมนโดยใช้รูปแบบฟาเซทวิชาคณิตศาสตร์เรื่องวงกลม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารวิชาการศรีปทุม ชลบุรี*, 9(4), 56-60.
- อรยา ปรีชาพานิช. (2557). *คู่มือเรียนการวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis and Design) ฉบับสมบูรณ์*. นนทบุรี: ไอดีซี พรีเมียร์.
- เอี่ยมพร หลินเจริญ, สิริศักดิ์ อาจิวชัย และภัทรดา จันทร์อินทร์. (2552). รายงานวิจัย: ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ทำให้คะแนนการทดสอบ O-NET ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ต่ำ. สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 84-85.
- Anderson, L., & Krathwohl, D. A. (2001). *Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Bloom, B.S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*. New York: Longmans, Green.
- Barjtya, S., Sharma, A., & Rani, U. (2015). A detailed study of Software Development Life Cycle (SDLC) Models. *International Journal Of Engineering And Computer Science*, 6(7), 22097-22100.
- Chakraborty, A., Baowaly, M. K., Arefin, A., & Bahar, A. N. (2012). The Role of Requirement Engineering in Software Development Life Cycle. *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*, 3(5), 723-729.

- Embretson, S.E. (2002). Generating abstract reasoning items with cognitive theory. In S. H. Irvine & P. C. Kyllonen (Eds.), *Item generation for test development*. Mahwah, New Jersey: Erlbaum.
- Gierl, M. J., & Haladyna, T. M. (2013). *Automatic Item Generation Theory and Practice*. New York: Routledge.
- Gierl, M. J., Lai, H., Hogan, J. B., & Matovinovic, D. (2015). A Method for Generating Educational Test Items that are Aligned to the Common Core State Standards. *Journal of Applied Testing Technology*, 16(1). 1-18.
- 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>.
- Haladyna, T. M., & Rodriguez, M. C. (2013). *Developing and validating test items*. New York: Routledge.
- Irvine, S. H., & Kyllonen, P. C. (2002). *Item Generation for Test Development*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kimar, N., & Chandwal, P. (2013). Comparison of SDLC-2013 Model with Other SDLC Models by Using COCOMO. *International Journal of Emerging Science and Engineering*, 1(6), 76-84.
- Lai, H., Alves, C., & Gier, M. J. (2009). Using Automatic Item Generation to Address Item Demands for CAT. In D. J. Weiss (Ed.), *Proceedings of the 2009 GMAC Conference on Computerized Adaptive Testing*. Retrieved 31 March 2016 from www.psych.umn.edu/psylabs/CATCentral/
- Lord, F. M. (1971). A theoretical study of two-stage testing. *Psychometrika*, 36(3), 227-242.
- Mislevy, R. J., & Riconscente, M. M. (2006). Evidence-centered assessment design. In S. M. Downing & T. Haladyna (Eds.), *Handbook of test development*. Mahwah, New Jersey: Erlbaum.
- Muninsakorna, Y., Tinnaworna, 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.
- Wilson, James W. (1971). *Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics in Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. U.S.A., McGraw-Hill.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของผังแบบทดสอบ (Test blueprint)

1. นางสาวยุพา ริสศรี ศึกษาพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระบุรี เขต 1
2. ว่าที่ ร.ต.รังสฤษดิ์ ศรีสวัสดิ์ ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดเขาคีรีธรรม จังหวัดชลบุรี
3. นางสาววรรณิ มากหลาย ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนวัดเนินพระ จังหวัดระยอง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินผลการใช้โปรแกรม

1. อาจารย์รัชกฤษ ธนพัฒน์ดล ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ และอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
2. นายนิพนธ์ สุขวิสัย รองหัวหน้าฝ่ายพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ ศูนย์วิจัยการจัดการนวัตกรรมและเทคโนโลยี สำนักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
3. นายสุริยะ สายแหว เจ้าหน้าที่แผนกไอที บริษัท มาย แพชชั่น แอนด์ อินสไปเรชั่น จำกัด (สำนักงานใหญ่) จังหวัดระยอง

ภาคผนวก ข

หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ



ที่ ศธ ๖๒๒๔/ว-๐๑๐๑

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๓๑ สิงหาคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวยุพา ริสศรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางศศิธร จันทรมหา รหัสประจำตัว ๕๕๙๑๐๓๘๓ นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและเทคโนโลยีทางวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การสร้างข้อสอบ อัตโนมัตินิติศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์" ซึ่งอยู่ในความควบคุมดูแล ของ ดร.สุชาดา สกสกิจรุ่งโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย ในการนี้ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัยแก่นิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปามี)
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

โทร. ๐ ๓๘๑๐ ๒๐๗๗๗-๘

โทร/ โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๔

<http://www.rmcs.buu.ac.th>

ภาคผนวก ค
ผังแบบทดสอบ (Test blueprint)

**แบบประเมินความเหมาะสมในการระบุสาระการเรียนรู้และพฤติกรรมที่จะวัดของข้อสอบ O-NET
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**

คำชี้แจง ขอความกรุณาท่านตรวจสอบความเหมาะสมของการระบุสาระการเรียนรู้และพฤติกรรมที่จะวัดของข้อสอบ O-NET จำนวนทั้งสิ้น 51 ข้อ โดยสาระการเรียนรู้จำแนกตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งจำแนกเป็น 5 สาระ ประกอบด้วย

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

พฤติกรรมที่จะวัดจำแนกตามลำดับขั้นของกระบวนการทางปัญญาของบลูม ฉบับปรับปรุงใหม่ (A Revision of Bloom's Taxonomy) (Anderson & Krathwohl, 2001) ซึ่งจำแนกการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ออกเป็น 6 ชั้น ประกอบด้วย

1. จำ (Remembering) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ แสดงรายการได้ บอกได้ ระบุนุ บอกชื่อได้
2. เข้าใจ (Understanding) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย ยกตัวอย่าง สรุป อ่างอิง
3. ประยุกต์ (Applying) หมายถึง ความสามารถในการนำไปใช้ ประยุกต์ แก้ไขปัญหา
4. วิเคราะห์ (Analyzing) หมายถึง ความสามารถในการเปรียบเทียบ อธิบายลักษณะการจัดการ
5. ประเมินค่า (Evaluating) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบ วิจาร์ณ ตัดสิน
6. คิดสร้างสรรค์ (Creating) หมายถึง ความสามารถในการออกแบบ (Design) วางแผน ผลิต

ขอให้ท่านพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อ และการระบุสาระการเรียนรู้/พฤติกรรมที่จะวัดตามความคิดเห็นของผู้วิจัย แล้วแสดงความคิดเห็นว่า การระบุสาระการเรียนรู้/พฤติกรรมที่จะวัดดังกล่าวนี้เหมาะสมกับข้อสอบหรือไม่ หากท่านคิดว่าเหมาะสมให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องว่าง ดังตัวอย่าง

ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
เรขาคณิต	เข้าใจ	✓			

แต่หากท่านมีความเห็นว่ามันไม่เหมาะสม ขอความกรุณาให้ข้อเสนอแนะโดยเติมสาระการเรียนรู้และพฤติกรรมที่วัดในช่องว่างดังตัวอย่าง

ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
เรขาคณิต	เข้าใจ		จำนวนและการดำเนินการ	จำ	

หากท่านมีความคิดเห็นเพิ่มเติม ขอความกรุณาท่านระบุความคิดเห็นดังกล่าวในช่องข้อเสนอแนะ จักเป็นพระคุณยิ่ง
ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ผู้วิจัย

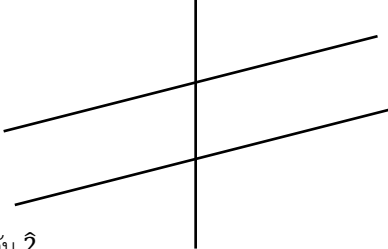
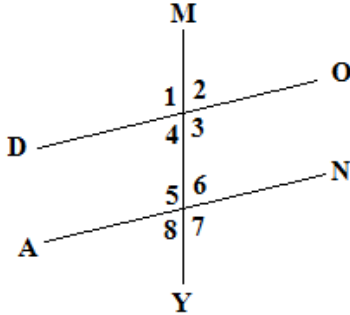
ข้อสอบข้อที่ 1 ปีนี้นักท่องเที่ยวต่างชาติเข้ามาเที่ยวในประเทศไทย จำนวนสิบล้านเก้าแสนห้าหมื่นแปดร้อยเอ็ดคน เขียนเป็นตัวเลขได้อย่างไร 1. 10,905,801 2. 10,950,801 3. 10,958,001 4. 10,958,010					
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
จำนวนและ การ ดำเนินการ	จำ				
ข้อสอบข้อที่ 2 จังหวัดหนึ่งมีพลเมืองเป็นหญิง 570,416 คน เป็นชาย 413,721 คน จังหวัดนี้มีพลเมืองรวมกันเป็นค่าใกล้เคียงจำนวนเต็มหมื่นกี่คน 1. 980,000 2. 984,000 3. 985,000 4. 990,000					
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
จำนวนและ การ ดำเนินการ	เข้าใจ				
ข้อสอบข้อที่ 3 คุณย่ามีเงินจำนวนหนึ่ง เมื่อแบ่งให้หลาน 4 คน คนละ 1,250 บาท ยังมีเงินเหลืออีก 4,000 บาท เดิมคุณย่ามีเงินเท่าไร 1. 5,000 บาท 2. 5,250 บาท 3. 9,000 บาท 4. 10,000 บาท					
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
จำนวนและ การดำเนินการ	ประยุกต์				

ข้อสอบข้อที่ 4 ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ 102 1. $102 = 6 \times 17$ 2. $102 = 2 \times 51$ 3. $102 = 2 \times 3 \times 17$ 4. $102 = 1 \times 2 \times 3 \times 17$					
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			
สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรมที่ วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้ เป็น		ข้อเสนอแนะ
			สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรม ที่วัด	
จำนวนและ การดำเนินการ	เข้าใจ				

ข้อสอบข้อที่ 5 ครูนำกระดาษรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 60 เซนติเมตร ยาว 90 เซนติเมตร มาแบ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดเท่า ๆ กันให้มีขนาดใหญ่ ที่สุดและไม่เหลือเศษ แจกให้เด็กคนละหนึ่งแผ่นเพื่อนำไปพับเป็นรูปสัตว์ จะแจกให้เด็กได้กี่คน 1. 5 คน 2. 6 คน 3. 10 คน 4. 30 คน					
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			
สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรมที่ วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้ เป็น		ข้อเสนอแนะ
			สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรม ที่วัด	
จำนวนและ การดำเนินการ	ประยุกต์				

ข้อสอบข้อที่ 6 ต้องแทน \square ด้วยจำนวนใด จึงจะทำให้ $(135 \times 15) + (202 \times 15) = (135 + 202) \times \square$ เป็นประโยคสัญลักษณ์ที่ถูกต้อง 1. 202 2. 135 3. 30 4. 15					
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			
สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรมที่ วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้ เป็น		ข้อเสนอแนะ
			สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรม ที่วัด	
จำนวนและ การดำเนินการ	เข้าใจ				

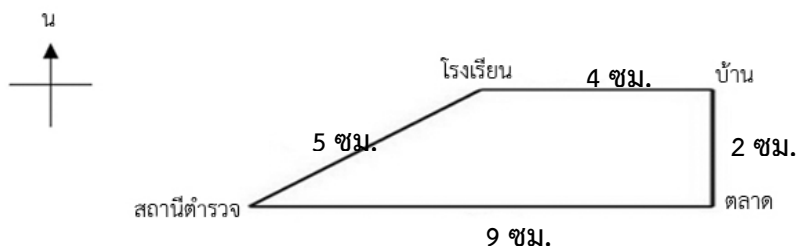
ข้อสอบข้อที่ 7					
เศษส่วนชุดใดเรียงลำดับจากน้อยไปมาก					
1. $\frac{5}{8}, \frac{3}{5}, \frac{4}{7}$		2. $\frac{3}{5}, \frac{4}{7}, \frac{5}{8}$			
3. $\frac{4}{7}, \frac{3}{5}, \frac{5}{8}$		4. $\frac{5}{8}, \frac{4}{7}, \frac{3}{5}$			
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
จำนวนและการดำเนินการ	เข้าใจ				

ข้อสอบข้อที่ 8					
จากรูป \overline{DO} ขนานกับ \overline{AN} มี \overline{MY} เป็นเส้นตัด มุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดซึ่งรวมกันได้ 180 องศา คือข้อใด					
					
1. 1 กับ 2		2. 4 กับ 8			
3. 3 กับ 6		4. 5 กับ 7			
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
เรขาคณิต	จำ				

ข้อสอบข้อที่ 9						
ร้านค้าตัดราคาชุดรับแขกไว้ 26,000 บาท ขายจริงราคา 18,200 บาท ร้านค้าลดราคาร้อยละเท่าไร						
1. 10 %		2. 20 %				
3. 30 %		4. 40 %				
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				
สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรมที่ วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้ เป็น		ข้อเสนอแนะ	
			สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรม ที่วัด		
จำนวนและ การดำเนินการ	ประยุกต์					
ข้อสอบข้อที่ 10						
50 + 6 + 0.7 + 0.009 เป็นรูปกระจายของจำนวนใด						
1. 506.709		2. 506.079				
3. 56.709		4. 56.079				
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				
สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรมที่ วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้ เป็น		ข้อเสนอแนะ	
			สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรม ที่วัด		
จำนวนและ การดำเนินการ	เข้าใจ					
ข้อสอบข้อที่ 11						
ในเดือนเมษายน มะนาว 3 ผล ราคา 5 บาท แต่ในเดือนพฤษภาคม มะนาว 4 ผล ราคา 5 บาท ราคาขายของมะนาวลดลงกี่เปอร์เซ็นต์						
1. 5 %		2. 15 %				
3. 20 %		4. 25 %				
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				
สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรมที่ วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้ เป็น		ข้อเสนอแนะ	
			สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรม ที่วัด		
จำนวนและ การดำเนินการ	ประยุกต์					
ข้อสอบข้อที่ 12						
กล่องไม้ขีดไฟทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก กว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร สูง 1.5 เซนติเมตร นำมาบรรจุใส่กล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก กว้าง 6 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร สูง 3 เซนติเมตร จะบรรจุกล่องไม้ขีดไฟได้กี่กล่อง						
1. 6 กล่อง		2. 8 กล่อง				
3. 10 กล่อง		4. 12 กล่อง				
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				
สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรมที่ วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้ เป็น		ข้อเสนอแนะ	
			สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรม ที่วัด		
การวัด	ประยุกต์					

ข้อสอบข้อที่ 13

จากแผนผัง ระยะทางจากตลาดถึงสถานีตำรวจไกลกว่าระยะทางจากบ้านถึงโรงเรียนเท่าไร



มาตราส่วน 1 ซม. : 200 ม.

1. 500 เมตร
2. 800 เมตร
3. 1 กิโลเมตร
4. 1 กิโลเมตร 800 เมตร

ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
การวัด	ประยุกต์				

ข้อสอบข้อที่ 14

$8\frac{5}{9}$ เขียนเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่งได้เท่าใด

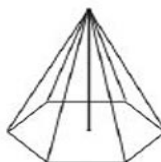
1. 0.55
2. 0.56
3. 8.55
4. 8.56

ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
จำนวนและการดำเนินการ	เข้าใจ				

ข้อสอบข้อที่ 15


รูปที่กำหนดให้เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใด

1. กรวย
2. ปริซึมสามเหลี่ยม
3. พีระมิดฐานสามเหลี่ยม
4. พีระมิดฐานหกเหลี่ยม




ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
เรขาคณิต	จำ				


ข้อสอบข้อที่ 19
มีกล่อง 4 ใบ แต่ละใบใส่ลูกแก้วสีดำและสีขาว จำนวนแตกต่างกัน ดังรูป




ใบที่ 1



ใบที่ 2



ใบที่ 3



ใบที่ 4

ถ้าต้องการสุ่มหยิบลูกแก้ว 1 ลูก ให้ได้ลูกแก้วสีดำ ควรจะสุ่มหยิบลูกแก้วจากกล่องใบใด จึงจะมีโอกาสมากที่สุด

1. กล่องใบที่ 1
2. กล่องใบที่ 2
3. กล่องใบที่ 3
4. กล่องใบที่ 4





ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	วิเคราะห์				

ข้อสอบข้อที่ 20
นักชื้อกางเกง 3 ตัว ราคาตัวละ 200 บาท และซื้อเสื้ออีก 4 ตัว ราคาตัวละ ก บาท ต้องใช้เงินทั้งหมด 1,000 บาท เสื้อราคาตัวละกี่บาท

1. 50 บาท
2. 100 บาท
3. 150 บาท
4. 200 บาท

ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
พีชคณิต	ประยุกต์				


ข้อสอบข้อที่ 21
 ถกขคว่ำแก้วเรียงซ้อนกัน เขามองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแก้วและจำนวนแถวที่แก้ววางซ้อนกัน ดังนี้

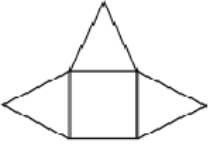
				
จำนวนแถว	1	2	3	4
จำนวนแก้ว	1	3	6	10

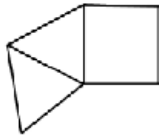
ถ้าเขาคว่าแก้วเรียงซ้อนกัน 5 แถว เขาต้องใช้แก้วกี่ใบ

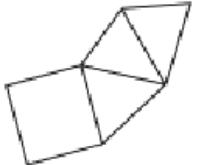
1. 6 ใบ
2. 14 ใบ
3. 15 ใบ
4. 21 ใบ

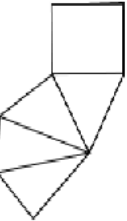
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
พีชคณิต	วิเคราะห์				

ข้อสอบข้อที่ 22
 ถ้านำ  มาคลี่ออก จะได้เป็นรูปใด

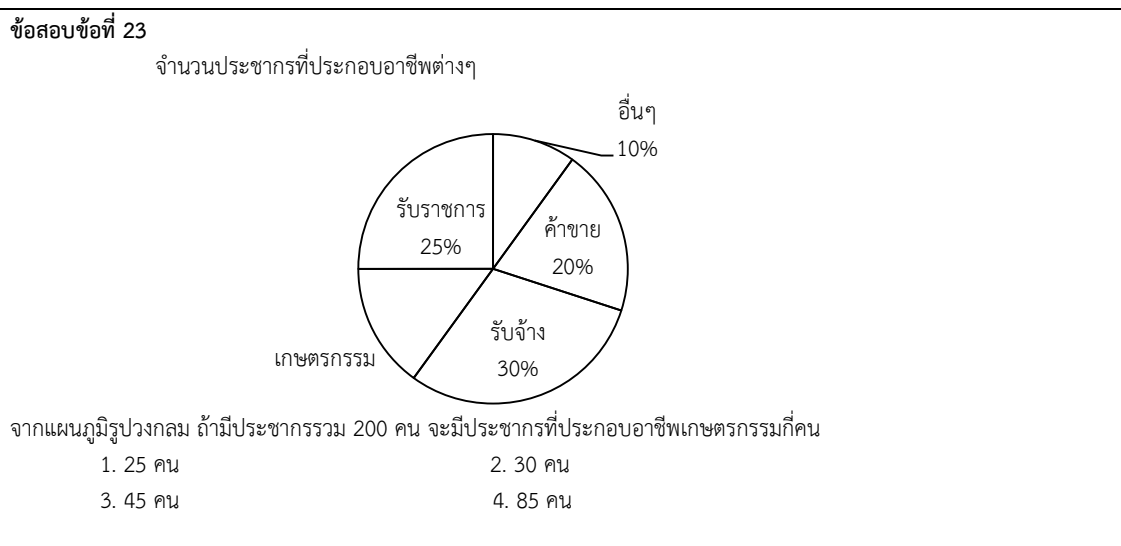
1. 

2. 

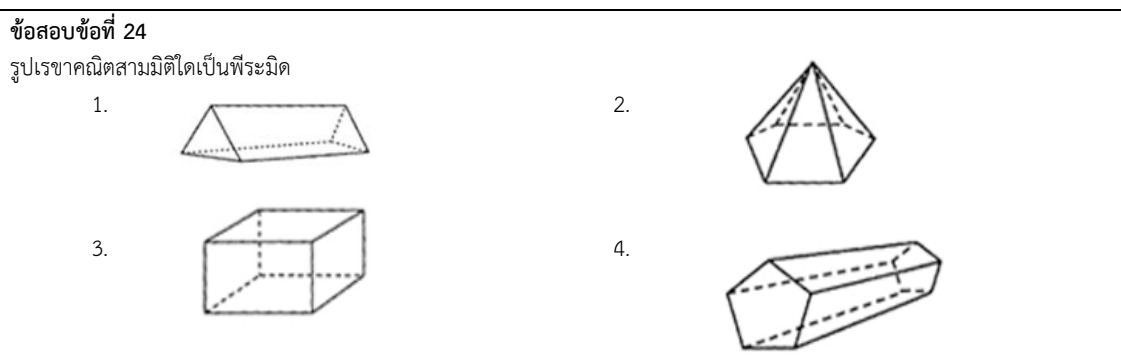
3. 

4. 

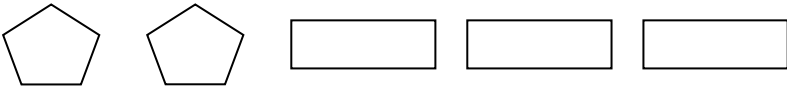
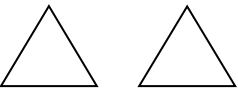
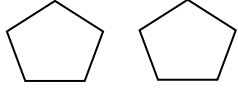
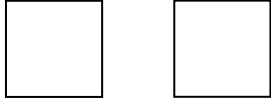
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
เรขาคณิต	จำ				



ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	ประยุกต์				



ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
เรขาคณิต	จำ				

ข้อสอบข้อที่ 25					
มีผู้โดยสารเครื่องบินระหว่างประเทศ สองร้อยเจ็ดสิบเก้าพันสี่พันหนึ่งร้อยหกสิบห้าคน จำนวนผู้โดยสารเขียนเป็นตัวเลขได้อย่างไร					
1. 207,094,165		2. 217,904,165			
3. 270,904,165		4. 270,094,165			
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
จำนวนและการดำเนินการ	จำ				
ข้อสอบข้อที่ 26					
 <p>จากรูปข้างบน วิรัชต้องการสร้างปริซึมห้าเหลี่ยม แต่รูปเรขาคณิตสองมิติที่มีอยู่ยังไม่เพียงพอ วิรัชต้องการรูปในข้อใดมาเพิ่มอีกจึงจะสร้างได้</p>					
1.				2.	
3.				4.	
					
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
เรขาคณิต	จำ				

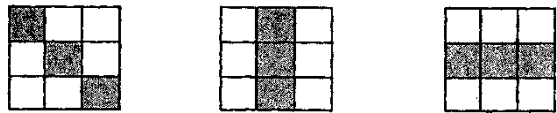
ข้อสอบข้อที่ 27					
มีลูกอมรสส้ม 5 เม็ด รสส้ม 7 เม็ด รสสตรอเบอร์รี่ 4 เม็ด และรสมะนาว 3 เม็ด ถ้าสุ่มหยิบลูกอมครั้งละ 6 เม็ด จะมีโอกาสหยิบลูกอมชนิดใดได้เหมือนกัน ทั้ง 6 เม็ด					
1. รสส้ม					
2. รสส้ม					
3. รสมะนาว					
4. รสสตรอเบอร์รี่					
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	เข้าใจ				

ข้อสอบข้อที่ 28
 ค่าประมาณใกล้เคียงจำนวนเต็มล้านของระยะทางจากดาวอังคารถึงดวงอาทิตย์ ซึ่งห่างกัน 227,940,000 กิโลเมตร เป็นเท่าใด

1. 230,000,000
 2. 229,000,000
 3. 228,000,000
 4. 208,000,000

ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้ เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
จำนวนและการดำเนินการ	เข้าใจ				

ข้อสอบข้อที่ 29



ผลบวกของส่วนที่ระบายสี เป็นเท่าไร

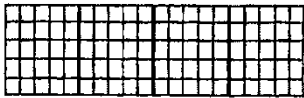
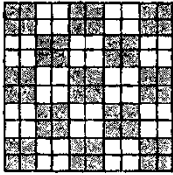
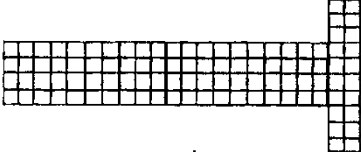
1. $\frac{3}{9}$
 2. $\frac{1}{2}$
 3. $\frac{9}{18}$
 4. $\frac{3}{3}$

ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้ เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
จำนวนและการดำเนินการ	เข้าใจ				

ข้อสอบข้อที่ 30
 0.175 เขียนเป็นเศษส่วนอย่างต่ำได้เท่าใด

1. $\frac{7}{45}$
 2. $\frac{7}{40}$
 3. $\frac{1}{5}$
 4. $\frac{1}{4}$

ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้ เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
จำนวนและการดำเนินการ	เข้าใจ				

<p>ข้อสอบข้อที่ 31</p> <p>เรือสองลำแล่นออกจากท่าเรือเดียวกันพร้อมกัน เรือแต่ละลำแล่นด้วยความเร็วสม่ำเสมอชั่วโมงละ 100 กิโลเมตร เรือลำแรกออกจากท่าเรือไปทางทิศเหนือ เมื่อเวลาผ่านไปครึ่งชั่วโมงจึงเลี้ยวไปทางทิศตะวันออก ส่วนเรือลำที่สอง ออกจากท่าเรือไปทางทิศตะวันออก เมื่อเรือทั้งสองลำแล่นไปได้ 1 ชั่วโมง เรือลำแรกอยู่ทางทิศใดของเรือลำที่สอง</p> <p>1. ตะวันตกเฉียงเหนือ 2. ตะวันตกเฉียงใต้ 3. ตะวันออกเฉียงเหนือ 4. ตะวันออกเฉียงใต้</p>						
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		ข้อเสนอแนะ		
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น			
			สาระการเรียนรู้			พฤติกรรมที่วัด
การวัด	ประยุกต์					
<p>ข้อสอบข้อที่ 32</p> <p>ดินำแผ่นตารางเซนติเมตรมาตัด แล้วเรียงต่อกันเป็นรูปต่างกัน 3 แบบ ข้อใดแสดงการเปรียบเทียบพื้นที่ของรูปทั้ง 3 แบบได้อย่างถูกต้อง</p>						
 <p>รูปที่ 1</p>		 <p>รูปที่ 2</p>		 <p>รูปที่ 3</p>		
1. รูปที่ 2 มีพื้นที่มากที่สุด		2. รูปที่ 3 มีพื้นที่น้อยที่สุด		3. ทั้งสามรูปมีพื้นที่เท่ากัน		
				4. รูปที่ 1 และ รูปที่ 3 มีพื้นที่เท่ากัน แต่น้อยกว่ารูปที่ 2		
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		ข้อเสนอแนะ		
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น			
			สาระการเรียนรู้			พฤติกรรมที่วัด
การวัด	ประเมินค่า					

<p>ข้อสอบข้อที่ 33</p> <p>จากรูปที่กำหนด ข้อใดถูกต้อง</p>					
<p>1. \hat{COF} ใหญ่กว่า \hat{AOD}</p> <p>2. \hat{BOE} เล็กกว่า \hat{AOD}</p> <p>3. \hat{AOD} ไม่เท่ากับ \hat{BOE} และ \hat{COF}</p> <p>4. \hat{AOD} เท่ากับ \hat{BOE} และ \hat{COF}</p>					
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			
สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรมที่ วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้ เป็น		ข้อเสนอแนะ
			สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรม ที่วัด	
เรขาคณิต	เข้าใจ				
<p>ข้อสอบข้อที่ 34</p> <p>จำนวนใด เมื่อตัดตัวเลขศูนย์ออกแล้ว จำนวนนั้นมีค่าเพิ่มขึ้น</p>					
<p>1. 0.75</p> <p>2. 7.05</p> <p>3. 7.50</p> <p>4. 750</p>					
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			
สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรมที่ วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้ เป็น		ข้อเสนอแนะ
			สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรม ที่วัด	
จำนวนและ การดำเนินการ	เข้าใจ				

ข้อสอบข้อที่ 35

จากแบบรูปที่กำหนด ถ้าต่อแบบรูปออกไปรูปที่อยู่ถัดไปเหมือนรูปใด

-
-
-
-

ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรมที่ วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้ เป็น		
			สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรม ที่วัด	
พิชคณิต	เข้าใจ				

ข้อสอบข้อที่ 36

โลกกับดาวพฤหัสบดี ห่างกันประมาณหกร้อยสี่สิบแปดล้านเจ็ดแสนสี่หมื่นสามพันสามสิบหกกิโลเมตร เขียนเป็นตัวเลขได้อย่างไร

- 6,208,743,036 กิโลเมตร
- 6,028,743,306 กิโลเมตร
- 628,743,360 กิโลเมตร
- 628,743,036 กิโลเมตร

ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรมที่ วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้ เป็น		
			สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรม ที่วัด	
จำนวนและ การดำเนินการ	จำ				

ข้อสอบข้อที่ 37

ประโยคสัญลักษณ์ใด ใช้การประมาณค่าใกล้เคียงจำนวนเต็มแสน ในการหาผลบวกของ 2,154,378 กับ 6,309,000

- $2,000,000 + 6,000,000 = 8,000,000$
- $2,100,000 + 6,300,000 = 8,400,000$
- $2,200,000 + 6,300,000 = 8,500,000$
- $2,600,000 + 6,300,000 = 8,900,000$

ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรมที่ วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้ เป็น		
			สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรม ที่วัด	
จำนวนและ การดำเนินการ	เข้าใจ				

ข้อสอบข้อที่ 38
 กู้กั๊กต้องการซื้อรถจักรยานคันหนึ่งราคา 1,650 บาท แต่เก็บเงินได้เพียง 550 บาท จึงขอให้แม่ออกเงินส่วนที่เหลือให้ก่อน ถ้ากู้กั๊กผ่อนจ่ายเงินคืนให้แม่เดือนละ 100 บาท ต้องใช้เวลานานเท่าไรจึงจะคืนเงินได้ครบ

1. 22 เดือน
2. $16\frac{1}{2}$ เดือน
3. 11 เดือน
4. 10 เดือน

ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
จำนวนและการดำเนินการ	ประยุกต์				

ข้อสอบข้อที่ 39
 ธานีพาครอบครัวไปพักผ่อนที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยเครื่องบินกำหนดออกจากสนามบิน เวลา 10.30 น. ธานีต้องการไปถึงสนามบินก่อนเวลาเครื่องบินออก $1\frac{1}{2}$ ชั่วโมง และใช้เวลาเดินทางจากบ้านถึงสนามบิน 45 นาที ครอบครัวนี้ต้องออกจากบ้านเวลาใด

1. 9.00 น.
2. 8.15 น.
3. 8.00 น.
4. 7.45 น.

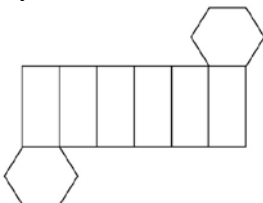
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
จำนวนและการดำเนินการ	ประยุกต์				

ข้อสอบข้อที่ 40
 กข และ คข ยาวไม่เท่ากัน ตัดกันและแบ่งครึ่งซึ่งกันและกันที่จุด จ และ กจ มีขนาด 120 องศา ถ้าลาก กค, คข, ขง, งก รูป กขค เป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด

1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
2. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
3. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน
4. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
เรขาคณิต	วิเคราะห์				

ข้อสอบข้อที่ 41
รูปคลี่ข้างล่างนี้ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใด



1. ปริซึมหกเหลี่ยม
2. พีระมิดฐานหกเหลี่ยม
3. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม
4. ปริซึมสี่เหลี่ยม

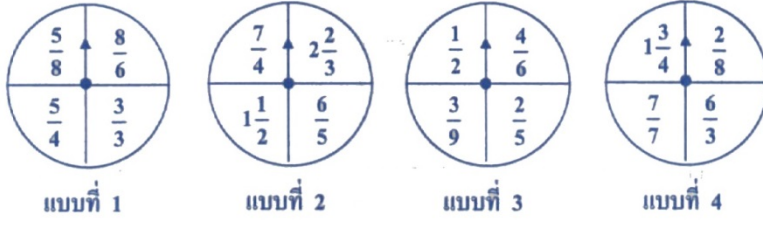
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
เรขาคณิต	จำ				

ข้อสอบข้อที่ 42
ออร์ทยอกรู้ว่าน้ำปริมาณต่างๆกัน ใช้เวลาทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 100 °C แตกต่างกัน หรือไม่ ออร์ทยอกรู้วิธีการใดในการรวบรวมข้อมูลจึงจะน่าเชื่อถือ

1. การศึกษาค้นคว้า
2. การสังเกต
3. การสอบถาม
4. การทดลอง

ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
การวัด	ประเมินค่า				

ข้อสอบข้อที่ 43
อ็อดสร้างแป้นหมุน 4 แบบดังนี้



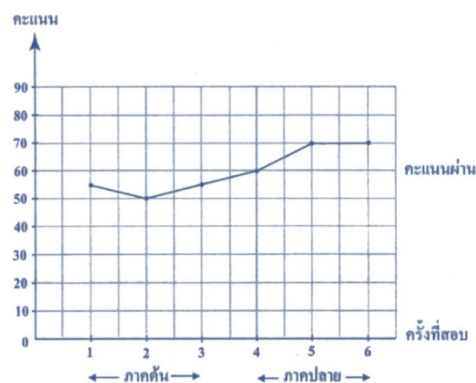
การหมุนแป้นหมุนแบบใด ลูกศรชี้เศษส่วนที่มีค่าน้อยกว่าหนึ่งแน่นอน

1. แบบที่ 1
2. แบบที่ 2
3. แบบที่ 3
4. แบบที่ 4

ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	จำ				

ข้อสอบข้อที่ 44

ผลการสอบคณิตศาสตร์ตลอดปีของกรีซ
(คะแนนเต็ม 100 คะแนน)



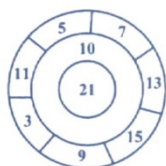
จากกราฟ ภาคต้นกรีซสอบไม่ผ่านทุกครั้ง หลังการปรับปรุงตนเอง ผลการสอบภาคปลายของกรีซเป็นอย่างไร

1. ผลการสอบภาคปลาย กรีซยังสอบไม่ผ่านเช่นเดียวกับภาคต้น
2. ผลการสอบภาคปลาย กรีซได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่า 70 %
3. ผลการสอบภาคปลาย บางครั้งกรีซสอบผ่าน บางครั้งสอบไม่ผ่าน
4. ผลการสอบภาคปลาย กรีซได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าภาคต้น

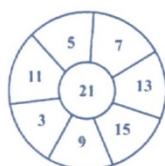
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	ประเมินค่า				

ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรมที่ วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้ เป็น		
			สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรม ที่วัด	
ทักษะและ กระบวนการ ทาง คณิตศาสตร์	ประเมินค่า				
ข้อสอบข้อที่ 45 ข้อใดถูกต้องตามเนื้อเรื่องในโจทย์ปัญหา ในกระป๋องอมลินสีเขียวมียเงิน 1,000 บาท ซึ่งเงินจำนวนนี้เป็น 3 เท่าของเงินในกระป๋องอมลินสีชมพู รวมกับเงินอีก 100 บาท ใน กระป๋องอมลินสีชมพูมีเงินกี่บาท 1. เงินในกระป๋องอมลินสีเขียวมียมากกว่า 1,000 บาท 2. เงินในกระป๋องอมลินสีเขียวนั้นเป็น 3 เท่า ของเงินในกระป๋องอมลินสีชมพู 3. เงินในกระป๋องอมลินสีเขียวมียมากกว่าเงินในกระป๋องอมลินสีชมพู 100 บาท 4. เงินในกระป๋องอมลินสีเขียวมียมากกว่า 3 เท่า ของเงินในกระป๋องอมลินสีชมพู 100 บาท					
ข้อสอบข้อที่ 46 เด็ก 2 คน มีวิธีคิดหาจำนวนเงินในกระป๋องอมลินสีชมพูแตกต่างกันดังนี้ วิธีคิดของซิด $(1,000 - 100) \div 3$ ได้คำตอบ 300 บาท วิธีคิดของซัย $(3 \times n) + 100 = 1,000$ ได้คำตอบ 366 บาท วิธีคิดและคำตอบของทั้งสองคนเป็นอย่างไร 1. วิธีคิดและคำตอบของทั้งสองคนถูกต้อง 2. วิธีคิดและคำตอบของทั้งสองคนผิด 3. วิธีคิดและคำตอบของซิดถูกต้อง วิธีคิดของซัยถูกต้องแต่คำตอบผิด 4. วิธีคิดและคำตอบของซัยถูกต้อง วิธีคิดของ ซิดถูกต้องแต่คำตอบผิด					
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรมที่ วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้ เป็น		
			สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรม ที่วัด	
พีชคณิต	ประเมินค่า				

ข้อสอบข้อที่ 47



รูปที่ 1



รูปที่ 2

ดอกลูกดอกกลีบหน้า (รูปที่ 1) รวม 4 ครั้ง ได้คะแนน 11, 15, 9 และ 10 รวมเป็น 45

คะแนน ถ้าตัดคะแนน 10 ออกจากเป้า (รูปที่ 2) ดอกลูกดอก 4 ครั้งให้ได้ 45 คะแนน ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

1. ไม่ได้ เพราะทุกจำนวนเป็นจำนวนคู่ เมื่อบวกกัน 4 จำนวน ผลบวกย่อมเป็นจำนวนคู่
2. ไม่ได้ เพราะทุกจำนวนเป็นจำนวนคี่ เมื่อบวกกัน 4 จำนวน ผลบวกย่อมเป็นจำนวนคู่
3. ได้ เพราะทุกจำนวนเป็นจำนวนคี่ เมื่อบวกกัน 4 จำนวน ผลบวกย่อมเป็นจำนวนคี่
4. ได้ เพราะบางจำนวนเป็นจำนวนคู่ บางจำนวนเป็นจำนวนคี่ เมื่อบวกกัน 4 จำนวน ผลบวกจึงอาจเป็นจำนวนคู่หรือจำนวนคี่

ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	ประเมินค่า				

ข้อสอบข้อที่ 48

ดอกลูกดอกกลีบหน้า (รูปที่ 2) รวม 4 ครั้ง ครั้งแรกได้ 21 คะแนน อีก 3 ครั้ง ได้คะแนนอยู่ในวงนอกของเป้าเท่านั้น และไม่มีคะแนนซ้ำกันเลย ปรากฏว่าดอกลูกดอกได้คะแนนรวมสูงสุด ดอกลูกดอกได้กี่คะแนน

1. 36 คะแนน
2. 39 คะแนน
3. 60 คะแนน
4. 69 คะแนน

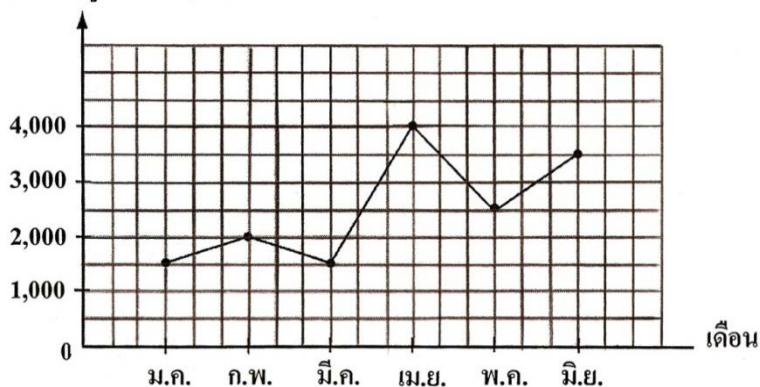
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
จำนวนและการดำเนินการ	วิเคราะห์				

ข้อสอบข้อที่ 49					
วิธีต้นกู่เงิน 50,000 บาท เสียดอกเบี้ยอัตราร้อยละ 9 ต่อปี ถ้ากู่เงิน 292 วัน จะส่งเงินต้นและดอกเบี้ยรวมเป็นเงินเท่าไร					
1. 53,200 บาท		2. 53,500 บาท			
3. 53,600 บาท		4. 54,500 บาท			
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรมที่ วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้ เป็น		
			สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรม ที่วัด	
จำนวนและ การดำเนินการ	ประยุกต์ใช้				
ข้อสอบข้อที่ 50					
เอื่อนำแผ่นกระดาษรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 12 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร วางเรียงติดกันให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีขนาดเล็กที่สุด รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปนั้นมีขนาดเท่าใด					
1. 12 เซนติเมตร <input checked="" type="checkbox"/> 12 เซนติเมตร		2. 15 เซนติเมตร <input checked="" type="checkbox"/> 15 เซนติเมตร			
3. 60 เซนติเมตร <input checked="" type="checkbox"/> 60 เซนติเมตร		4. 120 เซนติเมตร <input checked="" type="checkbox"/> 120 เซนติเมตร			
ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรมที่ วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้ เป็น		
			สาระการ เรียนรู้	พฤติกรรม ที่วัด	
จำนวนและ การดำเนินการ	ประยุกต์ใช้				

ข้อสอบข้อที่ 51

จำนวนผู้ใช้รถโดยสารประจำทางในเวลา 6 เดือนแรกของปี

จำนวนผู้โดยสาร (คน)



จากกราฟแสดงจำนวนผู้โดยสารประจำทางในเวลา 6 เดือนแรกของปี จำนวนผู้โดยสารในรอบ 2 เดือนต่อกันที่แตกต่างกันมากที่สุด แตกต่างกันเท่าใด

1. 1,500 คน
2. 2,000 คน
3. 2,500 คน
4. 3,000 คน

ความคิดเห็นของผู้วิจัย		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม ควรปรับแก้เป็น		
			สาระการเรียนรู้	พฤติกรรมที่วัด	
การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	เข้าใจ				

ขอขอบคุณท่านผู้เชี่ยวชาญเป็นอย่างสูง ที่กรุณาเสียสละเวลาในการตรวจสอบความเหมาะสมของการระบุสาระการเรียนรู้และพฤติกรรมที่วัดของข้อสอบทั้ง 51 ข้อ

ชื่อผู้เชี่ยวชาญ
(.....)

ตำแหน่ง

วันที่

ภาคผนวก ง
โมเดลข้อสอบต้นแบบ

ตัวอย่างโมเดลข้อสอบต้นแบบ จำแนกตามสาระการเรียนรู้แกนกลางวิชาคณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

ข้อที่ 1

ปีนี้มีนักท่องเที่ยวต่างชาติเข้ามาเที่ยวในประเทศไทย จำนวนสิบล้านเก้าแสนห้าหมื่นแปดร้อยเอ็ดคน เขียนเป็นตัวเลขได้อย่างไร

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

Stem

ปีนี้มีนักท่องเที่ยวต่างชาติเข้ามาเที่ยวในประเทศไทย จำนวน (S1) คน เขียนเป็นตัวเลขได้อย่างไร

Elements

Ans1 Value Range: 100,000- 100,000,000

S1 เก็บค่า Ans1

S1 เปลี่ยนตัวเลขเป็นภาษาอ่านตาม“หน่วยไทย”

Options

1. Ans1 สลับตำแหน่งตัวเลข หลักที่ 2
2. Ans1
3. Ans1 สลับตำแหน่งตัวเลข หลักที่ 3
4. Ans1 สลับตำแหน่งตัวเลข หลักที่ 4

Auxiliary Information

-

Key

ข้อ 2

สลับคำตอบ

ข้อที่ 7

คุณย่ามีเงินจำนวนหนึ่ง เมื่อแบ่งให้หลาน 4 คน คนละ 1,250 บาท ยังมีเงินเหลืออีก 4,000 บาท เดิมคุณย่ามีเงินเท่าไร

1. 5,000 บาท
2. 5,250 บาท
3. 9,000 บาท
4. 10,000 บาท

Stem

คุณ S_1 มีเงินจำนวนหนึ่ง เมื่อแบ่งให้ S_2 I_1 คน คนละ I_2 บาท ยังมีเงินเหลืออีก I_3 บาท เดิมคุณ S_1 มีเงินเท่าไร

Elements

S_1 Range: “ปู่”, “ย่า”, “ตา”, “ยาย”, “พ่อ”, “แม่”

S_2 Range: “หลาน”, “ลูก”

I_1 Value Range: 2-6

n_{I_2} Value Range: 2-20

$I_2 = (n_{I_2} \times 100) + 50$

n_{I_3} Value Range: 1-15

$I_3 = n_{I_3} \times 1,000$

Options

1. $= I_1 * I_2$ บาท
2. $= (I_1 * I_2) + (I_2/5)$ บาท
3. $= (I_1 * I_2) + I_3$ บาท
4. $= (I_1 * I_2) * 2$ บาท

Auxiliary Information

-

Key

ข้อ 3

สลับคำตอบ

ข้อที่ 8

ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ 102

1. $102 = 6 \times 17$
2. $102 = 2 \times 51$
3. $102 = 2 \times 3 \times 17$
4. $102 = 1 \times 2 \times 3 \times 17$

Stem

ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ 11

Elements

$$11 = 12 * 13 * 14$$

12 Value Range: 2 - 30

13 Value Range: 2 - 30

14 Value Range: 2 - 30

Options

1. $11 = (12 * 13) \times 14$
2. $11 = 12 \times (13 * 14)$
3. $11 = 12 \times 13 \times 14$
4. $11 = 1 \times 12 \times 13 \times 14$

Auxiliary Information

-

Key

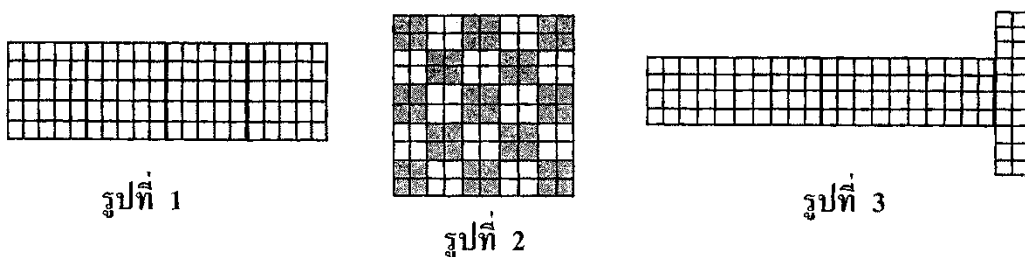
ข้อ 3

สลับคำตอบ

สาระที่ 2 การวัด

ข้อที่ 34

ด้นำแผ่นตารางเซนติเมตรมาตัด แล้วเรียงต่อกันเป็นรูปต่างกัน 3 แบบ ข้อใดแสดงการเปรียบเทียบพื้นที่ของรูปทั้ง 3 แบบได้อย่างถูกต้อง



1. รูปที่ 2 มีพื้นที่มากที่สุด
2. รูปที่ 3 มีพื้นที่น้อยที่สุด
3. ทั้งสามรูปมีพื้นที่เท่ากัน
4. รูปที่ 1 และ รูปที่ 3 มีพื้นที่เท่ากัน แต่น้อยกว่ารูปที่ 2

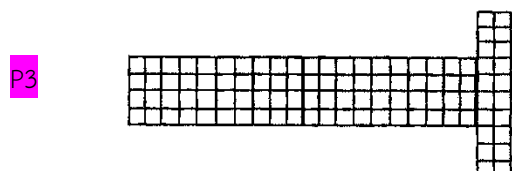
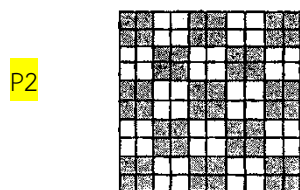
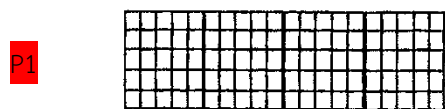
Stem

S1 นำแผ่นตารางเซนติเมตรมาตัด แล้วเรียงต่อกันเป็นรูปต่างกัน 3 แบบ ข้อใดแสดงการเปรียบเทียบพื้นที่ของรูปทั้ง 3 แบบได้อย่างถูกต้อง



Elements

S1 Range: "เอ", "บี", "ซี", "ดี"



Px Range: **P1**, **P2**, **P3**

Py Range: **P1**, **P2**, **P3**

เมื่อ **Py** ไม่เป็น **Px**

Pz Range: **P1**, **P2**, **P3**

เมื่อ **Pz** ไม่เป็น **Py** และไม่เป็น **Px**

Options

1. รูปที่ 2 มีพื้นที่มากที่สุด
2. รูปที่ 3 มีพื้นที่น้อยที่สุด
3. ทั้งสามรูปมีพื้นที่เท่ากัน
4. รูปที่ 1 และ รูปที่ 3 มีพื้นที่เท่ากัน แต่น้อยกว่ารูปที่ 2

1. **P1**
2. **P2**
3. **P3**
4. **P4**

Auxiliary Information

-

Key

ข้อ 3

สลับคำตอบ

สาระที่ 3 เรขาคณิต

ข้อที่ 17

รูปเรขาคณิตสามมิติใดเป็นพีระมิด

1.



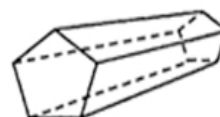
2.



3.



4.



Stem

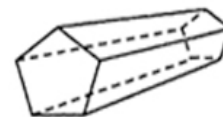
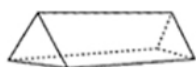
รูปเรขาคณิตสามมิติใดเป็น **S1**

Elements

S1 Range: ปริซึมสามเหลี่ยม, พีระมิดฐานหกเหลี่ยม, ปริซึมสี่เหลี่ยม, ปริซึมห้าเหลี่ยม

Options

Range:



Auxiliary Information

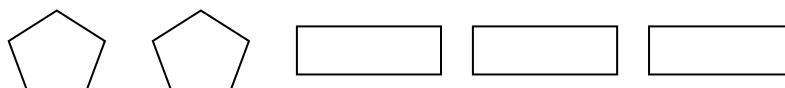
-

Key

ข้อ 1

สลับคำตอบ

ข้อที่ 37



จากรูปข้างบน วิธีที่ต้องการสร้างปริซึมห้าเหลี่ยมแต่รูปเรขาคณิตสองมิติที่มีอยู่ยังไม่เพียงพอ วิธีที่ต้องการรูปในข้อใดมาเพิ่มอีกจึงจะสร้างได้

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Stem

Px

จากรูปข้างบน S1 ต้องการสร้าง X1 แต่รูปเรขาคณิตสองมิติที่มีอยู่ยังไม่เพียงพอ S1 ต้องการรูปในข้อใดมาเพิ่มอีกจึงจะสร้างได้

Elements

Pa

Pb

Pc

S1 Range: "วิรัช", "ประกิต", "มานพ", "อรณี"

X1 Range: "ปริซึมห้าเหลี่ยม", "ปริซึมสามเหลี่ยม", "ปริซึมสี่เหลี่ยม"

Px Range: Pa, Pb, Pc

เมื่อ X1 = "ปริซึมห้าเหลี่ยม"; Px = Pa

X1 = "ปริซึมสามเหลี่ยม"; Px = Pb

X1 = "ปริซึมสี่เหลี่ยม"; Px = Pc

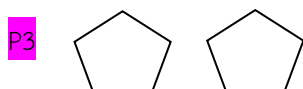
Options

Range: P1, P2, P3, P4, P5

เมื่อ Px = Pa ; คำตอบ คือ P2

เมื่อ Px = Pb ; คำตอบ คือ P5

เมื่อ Px = Pc ; คำตอบ คือ P2



Auxiliary Information

-

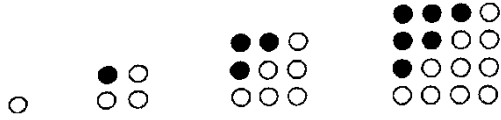
Key

ข้อ 4

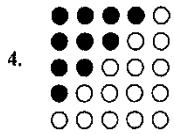
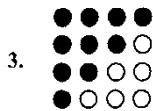
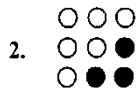
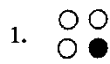
สลับคำตอบ

สาระที่ 4 พิชชคณิต

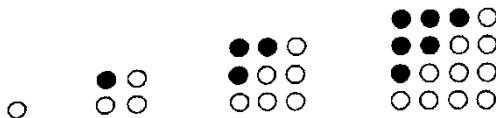
ข้อที่ 35



จากแบบรูปที่กำหนด ถ้าต่อแบบรูปออกไปรูปที่อยู่ถัดไปเหมือนรูปใด



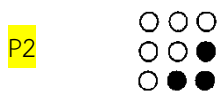
Stem

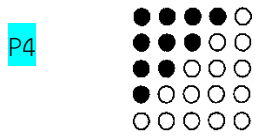
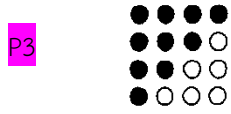


จากแบบรูปที่กำหนด ถ้าต่อแบบรูปออกไปรูปที่อยู่ถัดไปเหมือนรูปใด

Options

Range: P1, P2, P3, P4





Auxiliary Information

-

Key

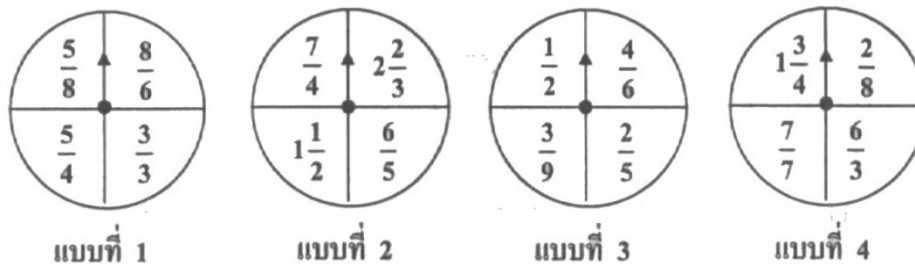
ข้อ 4

สลับคำตอบ

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

ข้อที่ 32

อีตสร้างแป้นหมุน 4 แบบดังนี้



การหมุนแป้นหมุนแบบใด ลูกศรชี้เศษส่วนที่มีค่าน้อยกว่าหนึ่งแน่นอน

1. แบบที่ 1
2. แบบที่ 2
3. แบบที่ 3
4. แบบที่ 4

Stem

S1 สร้างแป้นหมุน 4 แบบดังนี้

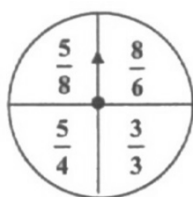
Px

Elements

S1 Range: "อีต", "ก๊ีบเก๋", "ส้มโอ", "มะนาว"

Px Range: P1, P2, P3, P4

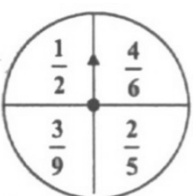
P1



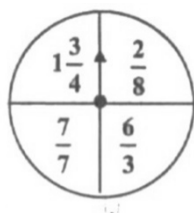
P2



P3



P4



Options

1. แบบที่ 1
2. แบบที่ 2
3. แบบที่ 3
4. แบบที่ 4

Auxiliary Information

-

Key

ข้อ 3

สลับคำตอบ

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ข้อที่ 44

ในกระปุกออมสินสีเขียวมีเงิน 1,000 บาท ซึ่งเงินจำนวนนี้เป็น 3 เท่าของเงิน
ในกระปุกออมสินสีชมพู รวมกับเงินอีก 100 บาท ในกระปุกออมสินสีชมพูมีเงินกี่บาท
ข้อใดถูกต้องตามเนื้อเรื่องในโจทย์ปัญหา

1. เงินในกระปุกออมสินสีเขียวมีมากกว่า 1,000 บาท
2. เงินในกระปุกออมสินสีเขียวเป็น 3 เท่า ของเงินในกระปุกออมสินสีชมพู
3. เงินในกระปุกออมสินสีเขียวมีมากกว่าเงินในกระปุกออมสินสีชมพู 100 บาท
4. เงินในกระปุกออมสินสีเขียวมีมากกว่า 3 เท่า ของเงินในกระปุกออมสินสีชมพู 100 บาท

Stem

ในกระปุกออมสิน S1 มีเงิน I1 บาท ซึ่งเงินจำนวนนี้เป็น I2 เท่าของเงินในกระปุกออมสิน S2 รวมกับเงินอีก I3 บาท
ในกระปุกออมสิน S2 มีเงินกี่บาท ข้อใดถูกต้องตามเนื้อเรื่องในโจทย์ปัญหา

Elements

S1 Range: สีเขียว, สีแดง, สีเหลือง, สีเทา, สีส้ม

S2 Range: สีม่วง, สีน้ำเงิน, สีชมพู, สีขาว, สีฟ้า

n_1 Range: 1 - 9

$I_1 = n_1 \times 1,000$

I2 Range: 2 - 9

n_3 Range: 1 - 9

$I_3 = n_3 \times 100$

Ia = เงินในกระปุกออมสิน S1 มีมากกว่า I1 บาท

Ib = เงินในกระปุกออมสิน S1 เป็น I2 เท่า ของเงินในกระปุกออมสิน S2

Ic = เงินในกระปุกออมสิน S1 มีมากกว่าเงินในกระปุกออมสิน S2 I3 บาท

Id = เงินในกระปุกออมสิน S1 มีมากกว่า I2 เท่า ของเงินในกระปุกออมสิน S2 I3 บาท

Options

Range: Ia, Ib, Ic, Id

Auxiliary Information

-

Key

ข้อ 2

สลับคำตอบ

ภาคผนวก จ

แบบประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ
วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ



แบบประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง

แบบประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมคอมพิวเตอร์การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อสอบถามความคิดเห็นของท่านหลังจากได้ทดลองใช้งานโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แล้ว เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาโปรแกรมให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยแบบประเมินฉบับนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม

ด้านที่ 2 ความถูกต้องในการใช้งาน

ด้านที่ 3 ความสะดวกในการใช้โปรแกรม

ด้านที่ 4 ความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญเป็นอย่างสูงที่ท่านกรุณาสละเวลาเพื่อให้ความ
คิดเห็นในการพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขอแสดงความนับถือ

นางศศิธร จันทรมหา

นิสิตระดับปริญญาโท

สาขาวิชาการวัดและเทคโนโลยีทางวิทยาการปัญญา

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

คำชี้แจง

แบบประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นมาตรฐานค่า 5 ระดับ โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับ
 ระดับความคิดเห็นของท่าน หลังจากที่ท่านได้ศึกษาคู่มือการใช้โปรแกรมและทดลองใช้โปรแกรมแล้ว

- | | | |
|---|---------|--------------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมาก |
| 3 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อย |
| 1 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด |

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
ด้านที่ 1 ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม					
1.1 การเรียกใช้โปรแกรมมีความสะดวก					
1.2 รูปแบบการทำงานของโปรแกรมเข้าใจง่าย					
1.3 รายการบนแถบเมนูมีความเหมาะสม					
1.4 โปรแกรมมีความสวยงาม เหมาะสมกับการใช้งาน					
ด้านที่ 2 ความถูกต้องในการใช้งาน					
2.1 โปรแกรมสามารถสร้างข้อสอบข้อใหม่ได้ตามโมเดล ของข้อสอบต้นแบบ					
2.2 โปรแกรมสามารถสร้างตัวเลือกได้เหมาะสม และ ถูกต้อง					
2.3 โปรแกรมสามารถเฉลยคำตอบที่ถูกต้องได้อย่างถูกต้อง					
2.4 โปรแกรมสามารถสร้างข้อสอบได้ตามรูปแบบที่มีให้ เลือก					
2.5 โปรแกรมสามารถส่งข้อมูลข้อสอบออกจากโปรแกรม จัดการเอกสารที่ผู้ใช้งานต้องการได้					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
ด้านที่ 3 ความสะดวกในการใช้โปรแกรม					
3.1 ความสะดวกในการเรียกใช้งานบนแถบเมนู					
3.2 โปรแกรมสามารถสร้างข้อสอบได้เร็วกว่าการสร้างข้อสอบด้วยมือ					
3.3 โปรแกรมสามารถแสดงผลการสร้างข้อสอบบนจอภาพได้ครบถ้วน					
3.4 โปรแกรมสามารถแก้ไขปรับปรุงข้อสอบได้ตามความต้องการของผู้ใช้					
3.5 ผู้ใช้โปรแกรมสามารถสั่งพิมพ์แบบสอบพร้อมเฉลยได้สะดวก					
ด้านที่ 4 ความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม					
4.1 เนื้อหาคู่มือการใช้งานโปรแกรมเข้าใจง่าย และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโปรแกรม					
4.2 ภาษาที่ใช้ในคู่มือการใช้โปรแกรม อ่านและเข้าใจง่าย					
4.3 มีวิธีการอธิบายการใช้งานของโปรแกรมได้อย่างมีลำดับขั้นตอน					
4.4 มีภาพประกอบวิธีการใช้งานอย่างชัดเจน					
4.5 รูปแบบของคู่มือการใช้โปรแกรมมีความน่าสนใจ					

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ภาคผนวก ฉ

แบบประเมินผลการใช้งานโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ
วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยครูกลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์



แบบประเมินผลการใช้งาน โปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คำชี้แจง

แบบประเมินผลการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อสอบถามความคิดเห็นของท่านหลังจากได้ทดลองใช้งานโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แล้ว เพื่อประเมินประสิทธิผลของโปรแกรมที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น โดยแบบประเมินฉบับนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1** ความคิดเห็นของครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2 แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้
ด้านที่ 1 ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม
ด้านที่ 2 ความสะดวกในการใช้โปรแกรม
- ตอนที่ 2** ข้อเสนอแนะอื่นๆ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญเป็นอย่างสูงที่ท่านกรุณาสละเวลาเพื่อให้ความ
คิดเห็นในการพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขอแสดงความนับถือ
นางศศิธร จันทรมหา
นิสิตระดับปริญญาโท
สาขาวิชาการวัดและเทคโนโลยีทางวิทยาการปัญญา
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

คำชี้แจง

แบบประเมินผลการใช้งานโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นมาตรฐานค่า 5 ระดับ โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับ
 ระดับความคิดเห็นของท่าน หลังจากที่ท่านได้ศึกษาคู่มือการใช้โปรแกรมและทดลองใช้โปรแกรมแล้ว

5	หมายถึง	มีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความคิดเห็นในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความคิดเห็นในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความคิดเห็นในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความคิดเห็นในระดับน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1.ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม					
1.1 การติดตั้งโปรแกรมมีความสะดวก					
1.2 การเรียกใช้โปรแกรมมีความสะดวก					
1.3 รูปแบบของโปรแกรมเข้าใจง่าย					
1.4 โปรแกรมง่ายต่อการใช้งาน					
1.5 โปรแกรมมีระบบป้องกันการทำงานผิดพลาดของผู้ใช้					
2. ความสะดวกในการใช้โปรแกรม					
2.1 ข้อเสนอแนะการใช้โปรแกรมในเมนูช่วยเหลือทำให้ใช้โปรแกรมได้สะดวก					
2.2 โปรแกรมสามารถสร้างข้อสอบได้เร็วกว่าการสร้างข้อสอบด้วยมือ					
2.3 โปรแกรมสามารถแสดงผลการสร้างข้อสอบบนจอภาพได้ครบถ้วน					
2.4 โปรแกรมสามารถแก้ไขปรับปรุงแบบสอบได้ตามความต้องการของผู้ใช้					
2.5 ผู้ใช้โปรแกรมสามารถสั่งพิมพ์แบบสอบพร้อมเฉลยได้สะดวก					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 (.....)

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ
วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



คู่มือการใช้

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ
 วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยบูรพา
 ปีพุทธศักราช 2560

คำนำ

คู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (User Guide for Computer program for Automatic Item Generation in Mathematics of Grade Six level) เล่มนี้ ได้อธิบายถึงการใช้งานเมนูต่าง ๆ ในโปรแกรมไว้อย่างละเอียด เข้าใจง่าย โดยผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดคู่มือได้โดยตรงจากโปรแกรม โดยเลือกเมนู ‘ดาวน์โหลดเอกสาร’

คู่มือเล่มนี้เหมาะกับผู้สนใจจะใช้งานโปรแกรมเพื่อการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้แก่ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นักเรียน หรือผู้ปกครองที่สนใจ รวมไปถึงนักวิจัยที่ต้องการศึกษาเพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมอื่นๆ ต่อไป ซึ่งหากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยต้องขออภัย ไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้วิจัย
พฤศจิกายน 2560

สารบัญ

เรื่อง		หน้า
1	คู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	1
	วัตถุประสงค์ของโปรแกรม	1
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
2	วิธีใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	2

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 1	2
ภาพที่ 2	3
ภาพที่ 3	3
ภาพที่ 4	3
ภาพที่ 5	4
ภาพที่ 6	4
ภาพที่ 7	5
ภาพที่ 8	5
ภาพที่ 9	6
ภาพที่ 10	6
ภาพที่ 11	7
ภาพที่ 12	7
ภาพที่ 13	8
ภาพที่ 14	8
ภาพที่ 15	9
ภาพที่ 16	9
ภาพที่ 17	10
ภาพที่ 18	10
ภาพที่ 19	11
ภาพที่ 20	11
ภาพที่ 21	12
ภาพที่ 22	13
ภาพที่ 23	13
ภาพที่ 24	14
ภาพที่ 25	14
ภาพที่ 26	15
ภาพที่ 27	15

คู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

(User Guide for Computer program for Automatic Item Generation in Mathematics of Grade
Six level)

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
(Computer program for Automatic Item Generation in Mathematics of Grade Six level) เป็นโปรแกรม
ที่พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยลดภาระงานในการออกข้อสอบของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
โดยมีหลักการทำงานคือการสร้างข้อสอบคู่ขนานจำนวนมากจากโมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้นจากข้อสอบต้นแบบ
ผู้สนใจใช้งานโปรแกรมควรศึกษารายละเอียดในคู่มือเล่มนี้ก่อนการใช้โปรแกรมเพื่อการใช้งานที่มี
ประสิทธิภาพ และตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน


วัตถุประสงค์ของโปรแกรม

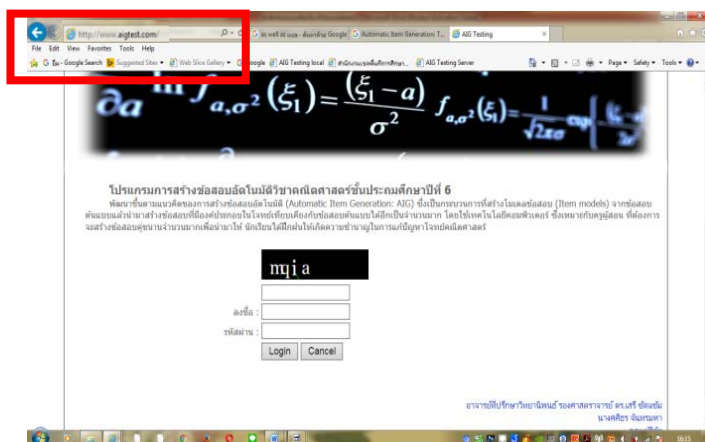
เพื่อช่วยในการสร้างข้อสอบคู่ขนานจำนวนมาก ของข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 6

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผู้ใช้งานพึงพอใจในการใช้งานโปรแกรม
 2. สามารถนำไปเป็นแนวทางในการศึกษา หรือพัฒนาโปรแกรมต่อไปได้
-

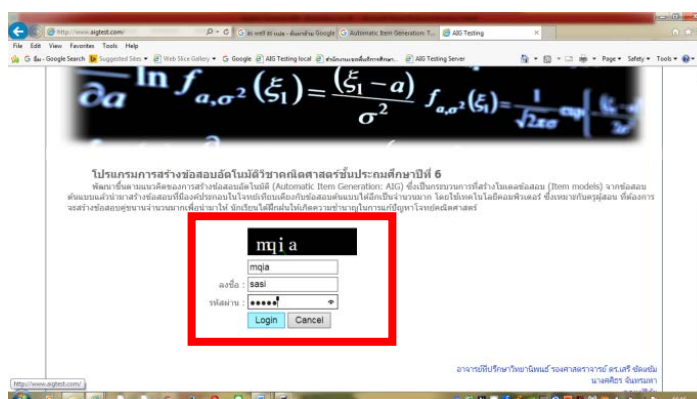
วิธีใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นี้ ผู้ใช้สามารถใช้งานโปรแกรมผ่านระบบอินเทอร์เน็ต โดยใช้เว็บเบราว์เซอร์ Internet Explorer สัญลักษณ์คือ  โดยพิมพ์ URL ดังนี้ <http://www.aigtest.com> เมื่อเข้าสู่โปรแกรมจะพบหน้าจอ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การเข้าใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

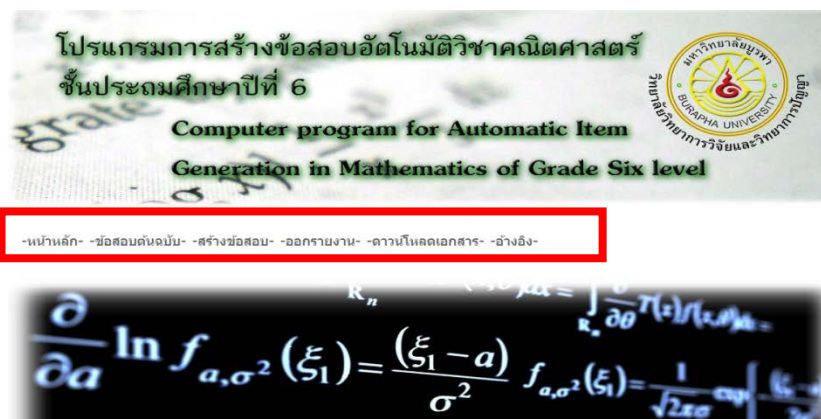
เมื่อเข้าสู่โปรแกรมจะพบหน้าจอการลงทะเบียนให้ผู้ใช้กรอกข้อมูล โดยพิมพ์ตัวอักษร แคปต์ชา (CAPTCHA) ตามที่เห็น กรอกข้อมูลชื่อและรหัสผ่าน โดยทั้งชื่อและรหัสผ่าน ให้กำหนดเป็นตัวอักษรหรือตัวเลขจำนวนกี่ตัวก็ได้ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การลงทะเบียนก่อนเข้าใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชา
คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

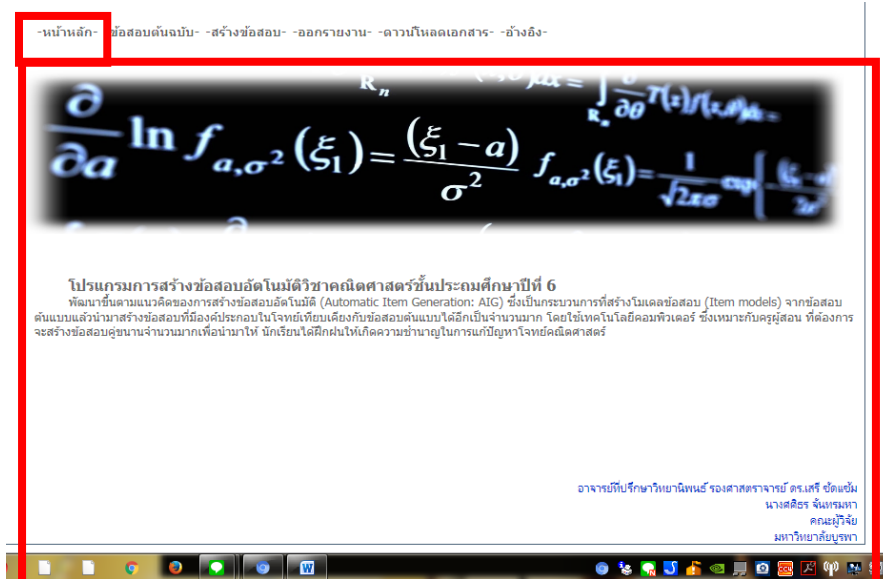
3

เมื่อเข้าสู่โปรแกรมแล้ว จะพบกับหน้าจอหลัก บนหน้าจอหลักจะมีแถบเมนูแสดงหัวข้อต่าง ๆ ให้คลิกเข้าไปใช้งานหรือดูข้อมูลได้ ได้แก่ ปุ่ม 'หน้าหลัก' ปุ่ม 'ข้อสอบต้นแบบ' ปุ่ม 'สร้างข้อสอบ' ปุ่ม 'ออกรายงาน' ปุ่ม 'ดาวน์โหลดเอกสาร' และปุ่ม 'อ้างอิง' ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ปุ่มการทำงานต่างๆ บนหน้าจอหลักของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เมื่อคลิกปุ่ม 'หน้าหลัก' หน้าจอจะแสดงข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรมและแนวคิดของการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (Automatic Item Generation: AIG) ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 หน้าจอ 'หน้าหลัก' ของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เมื่อคลิกปุ่ม 'ข้อสอบต้นฉบับ' หน้าจอจะแสดงข้อสอบต้นแบบจำนวน 44 ข้อ ดังภาพที่ 5 ซึ่งเป็นข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2551-2553 ซึ่งใช้วัดผลในสาระแกนกลางคณิตศาสตร์ได้แก่ จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น โดยข้อสอบทุกข้อเป็นข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) แล้ว

Generation in Mathematics of Grade Six level

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

ข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์

สำหรับโปรแกรมนี้ มีข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2551-2553 เป็นข้อสอบต้นแบบ จำนวน 44 ข้อ ซึ่งใช้วัดผลในสาระแกนกลางคณิตศาสตร์ได้แก่ จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น โดยข้อสอบทุกข้อเป็นข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ คุณภาพข้อสอบด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) แล้ว

ข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 44 ข้อ

โมเดลข้อสอบ O-NET กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างปี พ.ศ. 2551-2553 จำนวน 44 ข้อ

1. ปีนี้นักท่องเที่ยวต่างชาติเข้ามาเที่ยวในประเทศไทย จำนวนล้านบาทแสนห้าหมื่นแปดร้อยเอ็ดคน เขียนเป็นตัวเลขได้อย่างไร (จำนวนและการดำเนินการ)

1.	10,905,801
2.	10,950,801

ภาพที่ 5 หน้าจอ 'ข้อสอบต้นฉบับ' จำนวน 44 ข้อ ที่นำมาสร้างเป็นโมเดลข้อสอบในโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

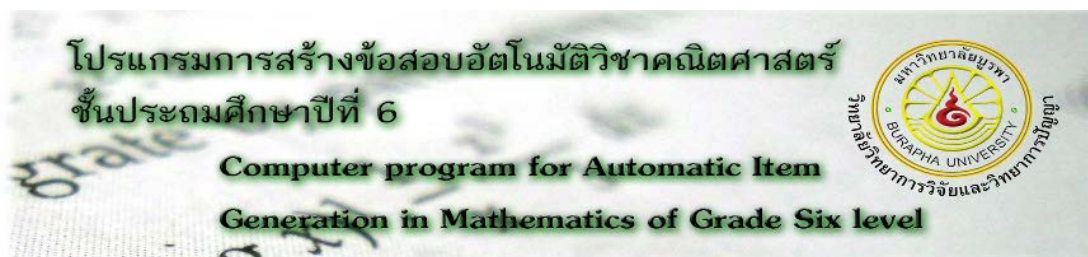
เมื่อคลิกปุ่ม 'ดาวน์โหลดเอกสาร' หน้าจอจะแสดงรายละเอียดของคู่มือการใช้งานโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยสามารถดาวน์โหลดได้ทั้ง ไฟล์ PDF และ Microsoft Word ดังภาพที่ 6

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

คู่มือการใช้งาน
[PDF File](#)
[Microsoft Word](#)

ภาพที่ 6 หน้าจอ 'ดาวน์โหลดเอกสาร'

เมื่อคลิกปุ่ม 'สร้างข้อสอบ' จะปรากฏหน้าจอที่มีข้อความให้เลือก คือ 'ข้อสอบต้นแบบ' และ 'เลือกข้อสอบเอง' ดังภาพที่ 7



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

สร้างข้อสอบ

ข้อสอบต้นแบบ

เลือกข้อสอบเอง

ภาพที่ 7 หน้าจอ 'สร้างข้อสอบ'

ถ้าต้องการสร้างข้อสอบ ตามโมเดลข้อสอบทั้ง 44 ข้อ ให้คลิกเลือก 'ข้อสอบต้นแบบ' ดังภาพที่ 8

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

สร้างข้อสอบ

ข้อสอบต้นแบบ

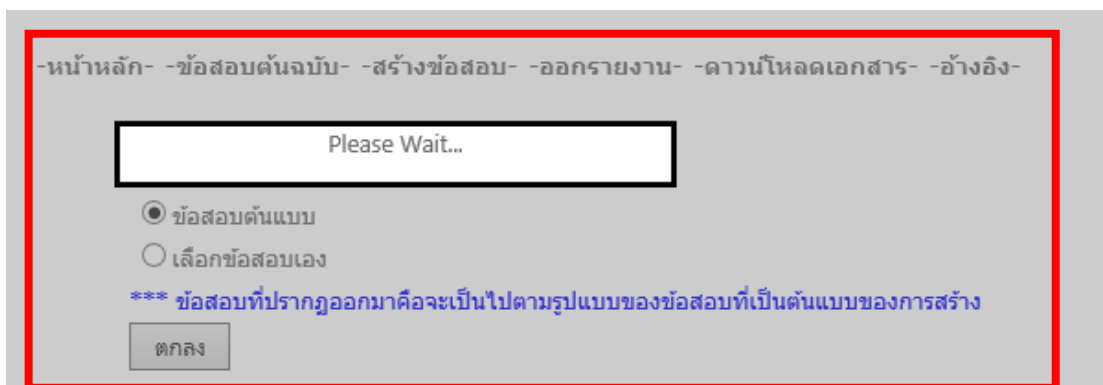
เลือกข้อสอบเอง

***** ข้อสอบที่ปรากฏออกมาคือจะเป็นไปตามรูปแบบของข้อสอบที่เป็นต้นแบบของการสร้าง**

ภาพที่ 8 การเลือก 'ข้อสอบต้นแบบ' บนหน้าจอ 'สร้างข้อสอบ'

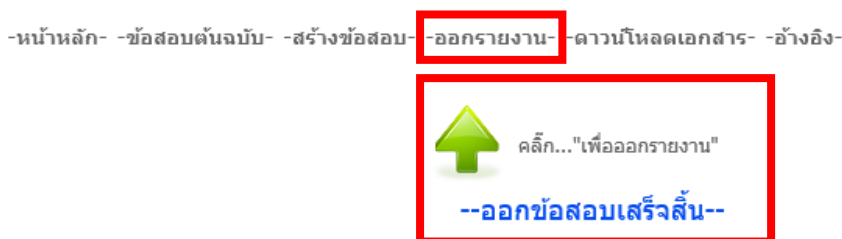
6

เมื่อคลิกปุ่ม 'ตกลง' โปรแกรมจะทำการสร้างข้อสอบจากโมเดลข้อสอบทั้ง 44 ข้อ ดังภาพที่ 9




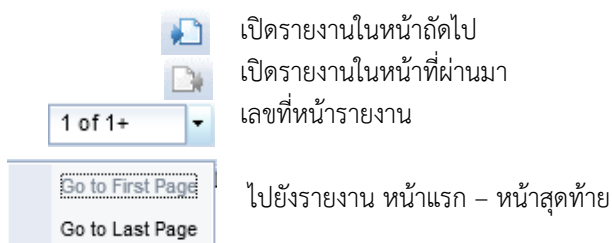
ภาพที่ 9 หน้าจอระหว่างการประมวลผล

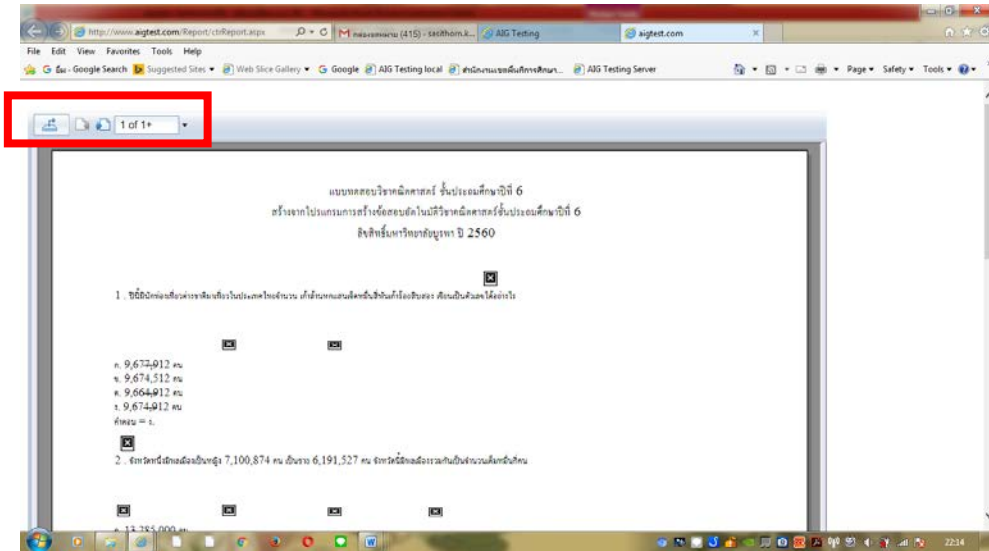
เมื่อโปรแกรมสร้างข้อสอบเสร็จ หน้าจอจะแสดงดังภาพที่ 10 ให้ผู้ใช้งานโปรแกรมคลิกที่ปุ่ม 'ออกรายงาน' บนแถบเมนูด้านบนของโปรแกรม



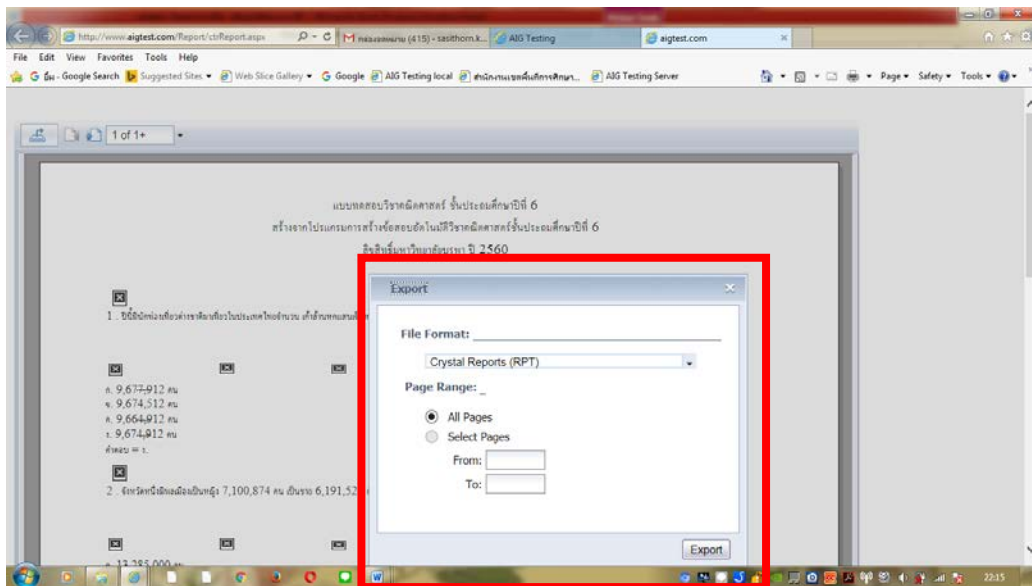
ภาพที่ 10 หน้าจอเมื่อโปรแกรมสร้างข้อสอบเสร็จ พร้อมรายงานผล

หลังจากคลิกที่ปุ่ม 'ออกรายงาน' จะพบหน้าจอแสดงผลการสร้างข้อสอบ ดังภาพที่ 11 ซึ่งข้อสอบที่ได้จะเป็นข้อสอบคู่ขนานของข้อสอบต้นแบบ โดยเรียงตามข้อ ซึ่งมีทั้งสิ้น 44 ข้อ จากนั้นให้คลิกที่ปุ่ม  เพื่อส่งข้อมูลข้อสอบออกในรูปแบบไฟล์ตามต้องการ โดยจะปรากฏกล่องข้อความ 'เอ็กซ์พอร์ต' เพื่อให้เลือกรูปแบบของไฟล์ที่ต้องการดังภาพที่ 12 และในหน้ารายงานนี้ยังมีปุ่มควบคุมอื่น ๆ ที่มีการใช้งานดังนี้





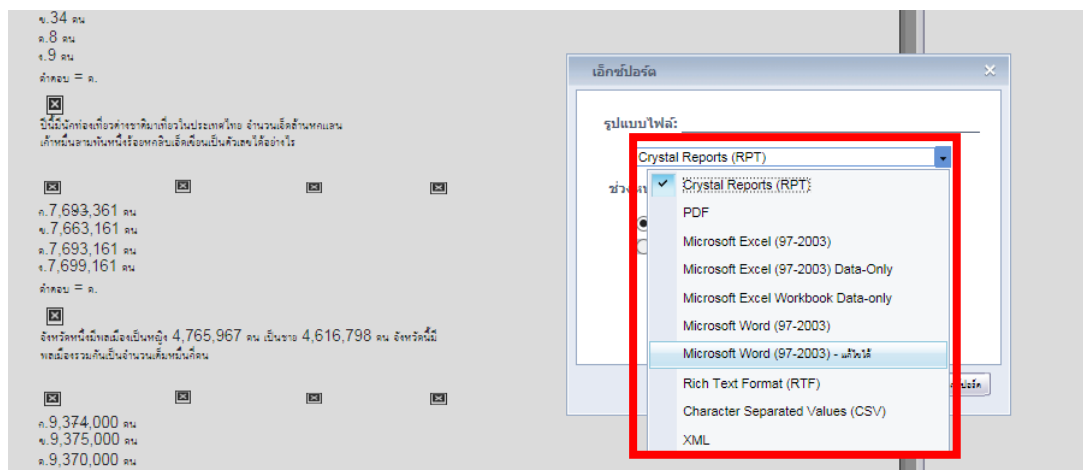
ภาพที่ 11 ผลการสร้างข้อสอบ



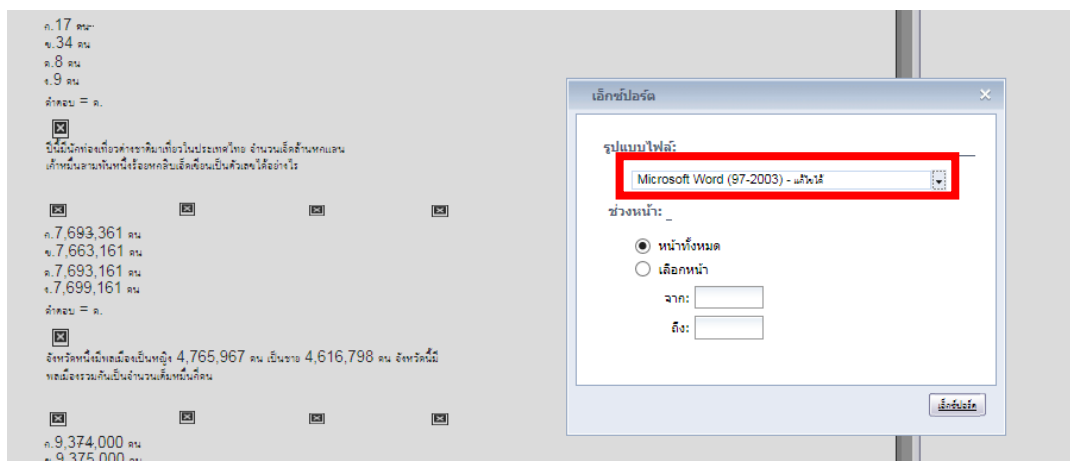
ภาพที่ 12 กล่องข้อความ 'เอ็กซ์พอร์ต'

8

เมื่อเลือกรูปแบบไฟล์ที่ต้องการแล้วให้กดปุ่ม 'เอ็กซ์พอร์ต' ด้านล่าง ดังภาพที่ 13 และ 14 โดยในคู่มือนี้ จะเลือกเป็นไฟล์ Microsoft Word ซึ่งสามารถปรับแก้ได้สะดวก



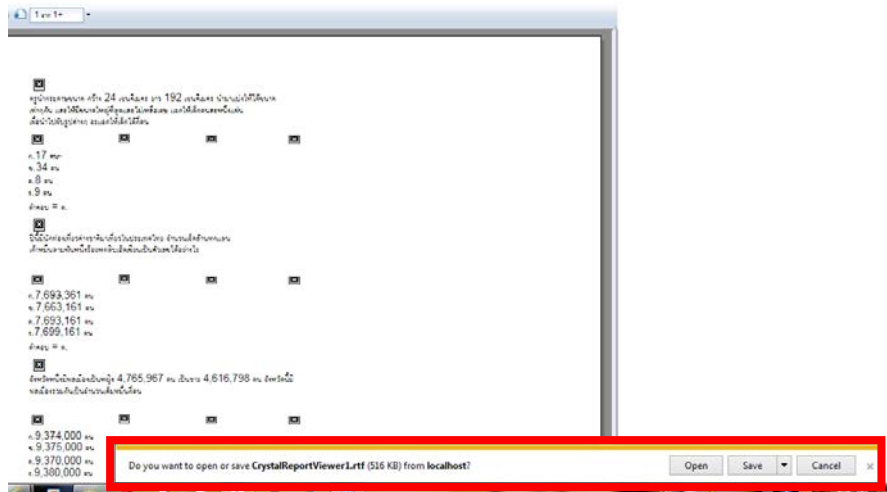
ภาพที่ 13 กล่องข้อความ 'เอ็กซ์พอร์ต' ขณะเลือกรูปแบบไฟล์



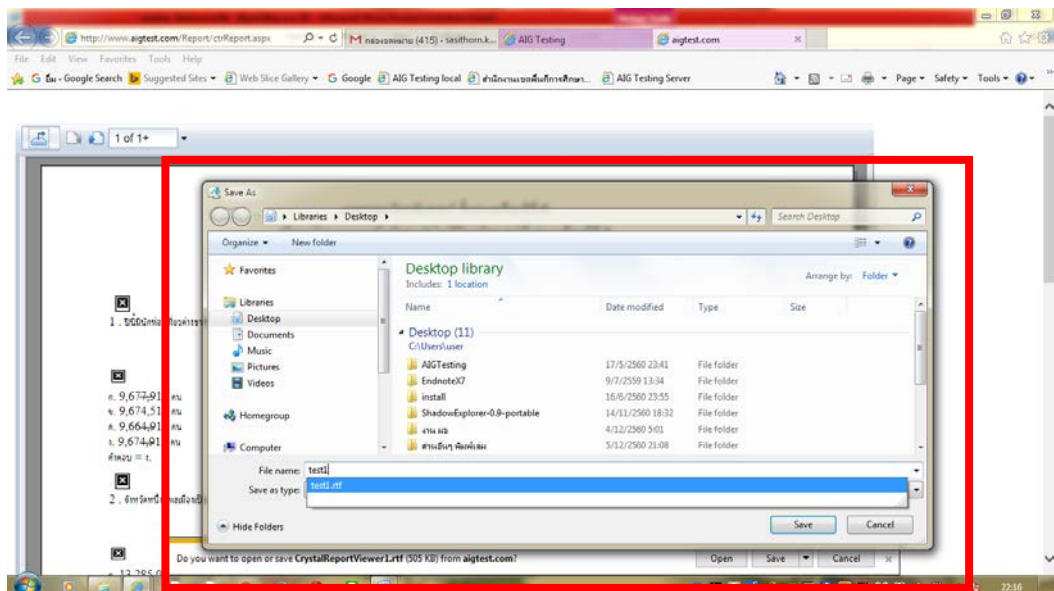
ภาพที่ 14 กล่องข้อความ 'เอ็กซ์พอร์ต' เมื่อเลือกรูปแบบไฟล์ที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว

9

หลังจากกดปุ่ม 'เอ็กซ์พอร์ต' แล้ว จะมีกล่องข้อความให้บันทึกไฟล์ โดยเลือกที่จัดเก็บไฟล์แล้วกด save ดังภาพที่ 15 และ ภาพที่ 16

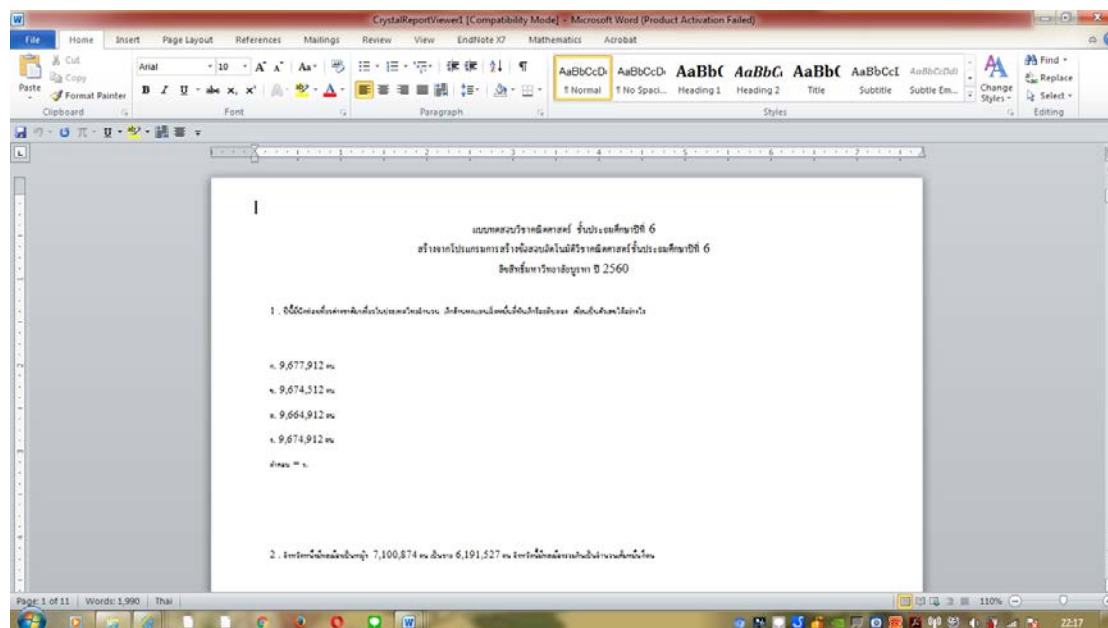


ภาพที่ 15 กล่องข้อความให้บันทึกไฟล์



ภาพที่ 16 กล่องข้อความให้เลือกที่จะบันทึกไฟล์

จากภาพที่ 17 เป็นไฟล์ข้อสอบในรูปแบบไฟล์ Microsoft Word ตามที่ผู้ใช้งานได้เลือกไว้ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเพิ่มหัวข้อสอบ ใส่เลขข้อและปรับแก้ข้อสอบได้ตามต้องการ โดยในแต่ละข้อจะมีเฉลยข้อสอบไว้ให้ด้วย



ภาพที่ 17 ไฟล์ที่เอ็กซ์พอร์ตออกมาแล้ว

ถ้าต้องการสร้างข้อสอบ โดยเลือกข้อสอบเอง ซึ่งอาจเลือกบางโมเดล จากแต่ละสาระการเรียนรู้ หรือหลาย ๆ โมเดล และสามารถกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการได้ ให้คลิกเลือก 'เลือกข้อสอบเอง' ในหน้าจอ 'สร้างข้อสอบ' แล้วกดปุ่ม 'ตกลง' ดังภาพที่ 18

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

สร้างข้อสอบ

ข้อสอบต้นแบบ

เลือกข้อสอบเอง

*** ข้อสอบที่ปรากฏออกมาคือจะเป็นไปตามรูปแบบของข้อสอบที่กำหนดไว้

ตกลง

ภาพที่ 18 หน้าจอ 'สร้างข้อสอบ' โดยเลือกข้อสอบเอง

11

ผู้ใช้งานจะพบหน้าจอที่ให้เลือกสาระของข้อสอบที่จะสร้าง โดยมีกรอบข้อความอยู่สองด้าน ด้านซ้าย แสดงรายการหัวข้อสาระการเรียนรู้ และด้านขวา แสดงหัวข้อที่ผู้ใช้งานเลือกดังภาพที่ 19

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

เลือกสาระของข้อสอบที่จะสร้าง

ภาพที่ 19 หน้าจอการเลือกหัวข้อสาระการเรียนรู้

ในหน้าจอนี้จะมีปุ่มควบคุมการเลือกหัวข้อดังภาพที่ 20

ภาพที่ 20 ปุ่มควบคุมการเลือกสาระข้อสอบที่ต้องการ

จากภาพที่ 20 จะมีปุ่มควบคุมการเลือกสาระต่าง ๆ โดยมีการใช้งานดังนี้

เมื่อต้องการเลือกเฉพาะรายการ ให้คลิกที่ข้อสาระที่ต้องการในกรอบด้านซ้าย แล้วคลิกปุ่ม

เมื่อต้องการเลือกรายการทั้งหมด ให้คลิกปุ่ม

เมื่อต้องการลบเฉพาะรายการ ให้คลิกที่ข้อสาระที่ต้องการลบในกรอบด้านขวา แล้วคลิกปุ่ม

เมื่อต้องการลบรายการในกรอบด้านขวาทั้งหมด ให้คลิกปุ่ม

12

เมื่อเลือกเรียบร้อยแล้วให้คลิกปุ่ม ‘ตกลง’ จะพบหน้าจอที่มีเมนูย่อย 3 แถบ ได้แก่ ‘จำนวนข้อสอบ’ ‘เลือกข้อสอบเอง’ และ ‘Option’ ในแถบแรก คือ ‘จำนวนข้อสอบ’ ดังภาพที่ 21 ให้กำหนดจำนวนข้อสอบ โดยจะกำหนดจำนวนข้อสอบได้เฉพาะหัวข้อสาระที่เลือกไว้ เมื่อกำหนดจำนวนข้อสอบแล้ว ให้คลิกปุ่ม ‘ตกลง’ รอกการประมวลผลสักครู่ จะพบกับหน้าจอรายงานผลการสร้างข้อสอบ ให้คลิกที่เมนู ‘ออกรายงาน’ แล้วดำเนินการบันทึกไฟล์ตามขั้นตอนเดิม โดยข้อสอบที่ได้จะเป็นข้อสอบที่สุ่มมาจากสาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้

กำหนดจำนวนข้อสอบ

จำนวนข้อสอบ เลือกข้อสอบเอง Option

เรื่อง	จำนวน
1 . จำนวนและการดำเนินการ	
2 . เรขาคณิต	
3 . กราฟ	
4 . ความน่าจะเป็น	
5 . การวิเคราะห์ข้อมูล	

ตกลง ยกเลิก

ภาพที่ 21 หน้าจอให้กำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละสาระการเรียนรู้

สำหรับแถบที่สอง คือ ‘เลือกข้อสอบเอง’ โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกโมเดลข้อสอบที่ต้องการได้ (ดูข้อสอบต้นแบบได้จากหน้าจอ ‘ข้อสอบต้นแบบ’) ให้ดำเนินการโดย คลิกที่ ‘เลือกข้อสอบเอง’ กำหนดจำนวนข้อสอบ คลิกที่ ‘สุ่มข้อสอบ’ แล้วคลิกเลือกโมเดลที่ต้องการ จากนั้นคลิกปุ่ม ‘ตกลง’ ดังภาพที่ 22 รอกการประมวลผลสักครู่ จะพบกับหน้าจอรายงานผลการสร้างข้อสอบ ให้คลิกที่เมนู ‘ออกรายงาน’ แล้วดำเนินการบันทึกไฟล์ตามขั้นตอนเดิม โดยข้อสอบที่ได้จะเป็นข้อสอบที่สร้างตามโมเดลที่เลือก โดยจะเฉลี่ยจำนวนข้อในแต่ละโมเดลให้ผลรวมพอดีกับจำนวนข้อสอบที่กำหนด

เลือกข้อสอบเอง ==> กำหนดจำนวนข้อสอบ หรือ เลือกทั้งหมด

ภาพที่ 22 หน้าจอเลือกข้อสอบเองแบบเลือกโมเดล

สำหรับแถบที่สาม คือ 'Option' จะมีการทำงานเพิ่มเติมให้อีก 2 หัวข้อ คือ 'ลบข้อมูลเก่า' และ 'ไม่เรียงหัวข้อ' ดังภาพที่ 23 โดยมีการทำงาน ดังนี้

ลบข้อมูลเก่า ==> โปรแกรมจะทำการลบข้อมูลที่เคยออกรายงานก่อนหน้านี้ทั้งหมด

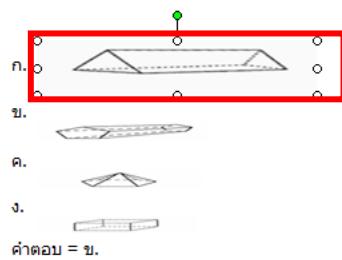
ไม่เรียงหัวข้อ ==> โปรแกรมจะทำการเลือกข้อสอบทั้งหมด แล้วทำการคละข้อสอบโดยไม่เรียงตามเนื้อหาที่เลือก

เมื่อเลือกการทำงานในหน้า 'Option' แล้ว ให้กลับไปคลิกปุ่ม 'ตกลง' ในหน้าที่เลือกข้อสอบ

ภาพที่ 23 หน้าจอ Option

ในส่วนของคุณสอบที่รายงานออกมาแล้วนั้น จะสามารถทำการปรับแก้ได้ โดยถ้าข้อสอบข้อนั้นมีรูปภาพ รูปภาพจะถูกย่อไว้ ผู้ใช้งานสามารถขยับ และขยายรูปภาพได้เหมือนใช้งาน word ปกติ ดังภาพที่ 24 และ ภาพที่ 25

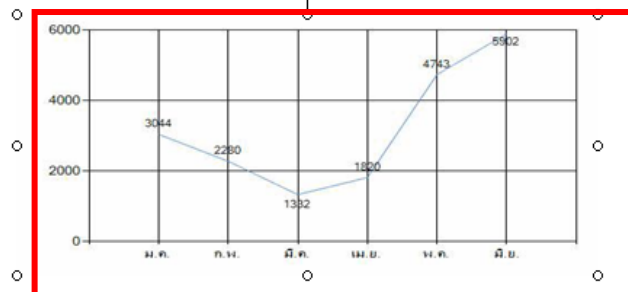
รูปเรขาคณิตสามมิติได้เป็นปริซึมทำเหลี่ยม



ภาพที่ 24 การขยายรูปภาพรูปเรขาคณิตในข้อสอบที่สร้างขึ้น

จากกราฟแสดงจำนวนผู้ใช้รถโดยสารประจำทางในช่วงเวลา 6 เดือนแรกของปี จำนวนผู้ใช้รถโดยสารในรอบ 2 เดือนต่อกันที่แตกต่างกันมากที่สุดแตกต่างกันเท่าใด

- ก.764
 - ข.948
 - ค.1,159
 - ง.2,923
- คำตอบ = ง.



จากกราฟแสดงจำนวนผู้ใช้รถโดยสารประจำทางในช่วงเวลา 6 เดือนแรกของปี จำนวนผู้ใช้รถโดยสารในรอบ 2 เดือนต่อกันที่แตกต่างกันมากที่สุดแตกต่างกันเท่าใด



ภาพที่ 25 การขยายรูปภาพ กราฟ ในข้อสอบที่สร้างขึ้น

15

ในส่วนของคำถาม และคำตอบที่อยู่ในรูปเศษส่วน ตัวรายงานไม่สามารถแสดงผลออกมาได้ เมื่อเอ็กซ์พอร์ต มาแล้วจะแสดงค่าตามตัวอย่าง ดังภาพที่ 26 ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขให้อยู่ในรูปแบบปกติได้ เช่น

$$44,1/2 = 44 \frac{1}{2}$$

1.ความต้องการซื้อรถจักรยานคันหนึ่งราคา 5,390 บาท แต่เก็บเงินได้เพียง 420 บาทจึงขอให้แม่ช่วยออกเงินส่วนที่เหลือให้ก่อน ถ้าดาวก่อนจ่ายเงินคืนให้แม่เดือนละ 100 บาท ต้องใช้เวลานานเท่าไรจึงจะคืนเงินได้ครบ

ก. 24 เดือน

ข. 44,1/2 เดือน

ค. 50 เดือน

ง. 25 เดือน

คำตอบ = ก.

ภาพที่ 26 ข้อสอบที่มีการแสดงค่าเศษส่วน

เมื่อคลิกปุ่ม ‘อ้างอิง’ หน้าจอจะแสดงประวัติย่อของผู้วิจัย ความเป็นมาในการวิจัย กรอบแนวคิดในการวิจัย และเงื่อนไขการใช้งาน ดังภาพที่ 27

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

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล : นางศศิธร จันทมหา

ประวัติการศึกษา : 2540-2544 : การศึกษามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยบูรพา

2555-2560 : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การวัดและเทคโนโลยีทางวิทยาการปัญญา) มหาวิทยาลัยบูรพา

E-mail : Sasithorn.kruae@gmail.com

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ ดร.เสรี ชัดรัมย์

ความเป็นมาในการวิจัย :

การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (Automatic Item Generation: AIG) (Gierl, 2012, p. 23) วิธีการนี้พัฒนาขึ้นมาตั้งแต่ช่วงปลายคริสต์ศตวรรษ 1960 แต่เพิ่งได้รับความสนใจและความนิยมมากขึ้นในปัจจุบัน การสร้างข้อสอบอัตโนมัติเป็นการสร้างข้อสอบภายใต้แนวคิดของโมเดลข้อสอบ (Item model) จากนั้นจึงสร้างข้อสอบจำนวนมากจากโมเดลดังกล่าว โดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นตัวช่วยในการทำงาน การนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสร้างข้อสอบจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดภาระงานของผู้สอน อีกทั้งช่วยอำนวยความสะดวกในการสร้างข้อสอบ ส่งผลให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพจำนวนมากขึ้นในเวลาที่รวดเร็ว (พิชิตพล หนองงาม, 2547)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทางของ AIG ซึ่งจะเป็นการช่วยลดภาระงานของครูในการสร้างข้อสอบวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดการผลิตผลการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ รวมทั้งได้ข้อสอบที่มีคุณภาพจำนวนมากไว้ฝึกฝน ซึ่งจะช่วยให้ทักษะทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนและเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูงต่อไป

ภาพที่ 27 หน้าจอ ‘อ้างอิง’

หากผู้ใช้งานมีข้อสงสัย หรือเกิดปัญหาในการใช้งาน โปรดติดต่อสอบถามไปยังผู้วิจัย ตามข้อมูลที่ติดต่อกันให้ไว้ในส่วนของ หน้าจอ ‘อ้างอิง’

ภาคผนวก ซ

ตัวอย่างแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบ
อัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตัวอย่างแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบ อัตโนมัตินิเวศคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. ปีนี้มีนักท่องเที่ยวต่างชาตินิยมเที่ยวในประเทศไทยจำนวน เก้าล้านหนึ่งแสนสี่หมื่นยี่สิบห้า เขียนเป็นตัวเลขได้อย่างไร

ก. 9,150,025 คน
 ข. 9,110,025 คน
 ค. 9,140,025 คน
 ง. 9,144,025 คน

คำตอบ = ค.
2. จังหวัดหนึ่งมีพลเมืองเป็นหญิง 2,241,352 คน เป็นชาย 8,209,521 คน จังหวัดนี้มีพลเมืองรวมกันเป็นจำนวนเต็มหมื่นกี่คน

ก. 10,440,000 คน
 ข. 10,450,000 คน
 ค. 10,444,000 คน
 ง. 10,445,000 คน

คำตอบ = ข.
3. มีผู้โดยสารเครื่องบินระหว่างประเทศจำนวน สองล้านเจ็ดแสนหนึ่งหมื่นแปดสิบสี่ จำนวนผู้โดยสารเขียนเป็นตัวเลขได้อย่างไร

ก. 2,720,084 คน
 ข. 2,770,084 คน
 ค. 2,710,084 คน
 ง. 2,711,084 คน

คำตอบ = ค.
4. ดาวพุธกับดาวพฤหัสบดีห่างกันประมาณ หกร้อยห้าสิบล้านสี่แสนเจ็ดหมื่นสี่พันสองร้อยยี่สิบสี่ เขียนเป็นตัวเลขได้อย่างไร

ก. 655,474,224 กิโลเมตร
 ข. 657,474,224 กิโลเมตร
 ค. 657,774,224 กิโลเมตร
 ง. 657,444,224 กิโลเมตร

คำตอบ = ข.
5. ค่าประมาณใกล้เคียงจำนวนเต็มหมื่นของระยะทางจากดาวศุกร์ไปถึงดวงอาทิตย์ ซึ่งห่างกัน 769,129,439 กิโลเมตร เป็นเท่าใด

ก. 769,124,000 กิโลเมตร
 ข. 769,125,000 กิโลเมตร

- ค. 769,120,000 กิโลเมตร
 ง. 769,130,000 กิโลเมตร
 คำตอบ = ง.
6. ประโยคสัญลักษณ์ใดใช้การประมาณค่าใกล้เคียงจำนวนเต็มแสนในการหาผลบวกของ 484,807,916 กับ 235,451,071
 ก. 720,240,000
 ข. 720,250,000
 ค. 720,200,000
 ง. 720,300,000
 คำตอบ = ง.
7. คุณย่ามีเงินจำนวนหนึ่ง เมื่อแบ่งให้หลาน 3 คน คนละ 950 บาท ยังมีเงินเหลืออีก 13,000 บาท เดิมคุณย่ามีเงินเท่าไร
 ก. 3,040 บาท
 ข. 15,850 บาท
 ค. 5,700 บาท
 ง. 2,850 บาท
 คำตอบ = ข.
8. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ 464
 ก. $464 = 1 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 29$
 ข. $464 = 8 \times 29$
 ค. $464 = 2 \times 2 \times 116$
 ง. $464 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 29$
 คำตอบ = ง.
9. ต้องแทน [] ด้วยจำนวนใด จึงจะทำให้ $(670 \times 10) + (823 \times 10) = (670 + 823) \times []$ เป็นประโยคสัญลักษณ์ที่ถูกต้อง
 ก. 10
 ข. 823
 ค. 670
 ง. 20
 คำตอบ = ก.
10. $70 + 3 + 0.3 + 0.002$ เป็นรูปกระจายของจำนวนใด
 ก. 703.032
 ข. 73.302
 ค. 73.032
 ง. 703.302
 คำตอบ = ข.

11. ข้อสอบคณิตศาสตร์ 60 ข้อ ดาวทำถูก 54% ดาวทำผิดกี่ข้อ
 ก. 81 ข้อ
 ข. 188 ข้อ
 ค. 28 ข้อ
 ง. 27 ข้อ
 คำตอบ = ค.
12. ครูนำกระดาษขนาด กว้าง 16 เซนติเมตร ยาว 64 เซนติเมตร นำมาแบ่งให้ได้ขนาดเท่าๆกัน และให้มีขนาดใหญ่ที่สุดและไม่เหลือเศษ แจกให้เด็กคนละหนึ่งแผ่นเพื่อนำไปพับรูปต่างๆ จะแจกให้เด็กได้กี่คน
 ก. 18 คน
 ข. 4 คน
 ค. 5 คน
 ง. 9 คน
 คำตอบ = ข.
13. เจมส์นำแผ่นกระดาษรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 12 เซนติเมตร ยาว 14 เซนติเมตร วางเรียงติดกันให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีขนาดเล็กที่สุด รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปนั้นมีขนาดเท่าใด
 ก. 14 เซนติเมตร \times 14 เซนติเมตร
 ข. 168 เซนติเมตร \times 168 เซนติเมตร
 ค. 84 เซนติเมตร \times 84 เซนติเมตร
 ง. 12 เซนติเมตร \times 12 เซนติเมตร
 คำตอบ = ค.
14. แม่ค้ามีมะละกอ 720 ผล ขายไป $\frac{4}{8}$ แม่ค้ายังมีมะละกอกี่ผล
 ก. 30 ผล
 ข. 360 ผล
 ค. 370 ผล
 ง. 90 ผล
 คำตอบ = ข.
15. สุดาซื้อเสื้อยืด 3 ตัว ราคาตัวละ 260 บาท และซื้อกางเกงยีนส์อีก 2 ราคาตัวละ x บาท ต้องใช้เงินทั้งหมด 1320 บาท กางเกงยีนส์ราคาตัวละกี่บาท
 ก. 405 บาท
 ข. 540 บาท
 ค. 135 บาท
 ง. 270 บาท
 คำตอบ = ง.

16. ในเดือนพฤษภาคม เงาะ 3 กิโลกรัม ราคา 20 บาทแต่ในเดือนกรกฎาคม เงาะ 4 กิโลกรัม ราคา 20 บาทราคาขายของเงาะลดลงกี่เปอร์เซ็นต์

ก. 7 %

ข. 12 %

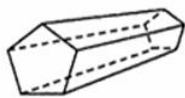
ค. 17 %

ง. 2 %

คำตอบ = ง.

17. รูปเรขาคณิตสามมิติใดเป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

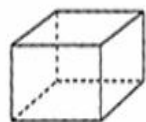
ก.



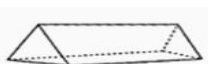
ข.



ค.

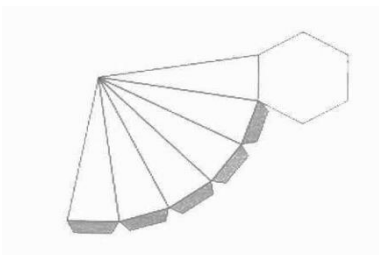


ง.



คำตอบ = ค.

18. รูปคลี่ข้างล่างนี้ประกอบกันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใด



ก. ปริซึมสี่เหลี่ยม

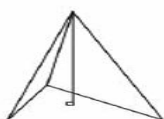
ข. ปริซึมหกเหลี่ยม

ค. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม

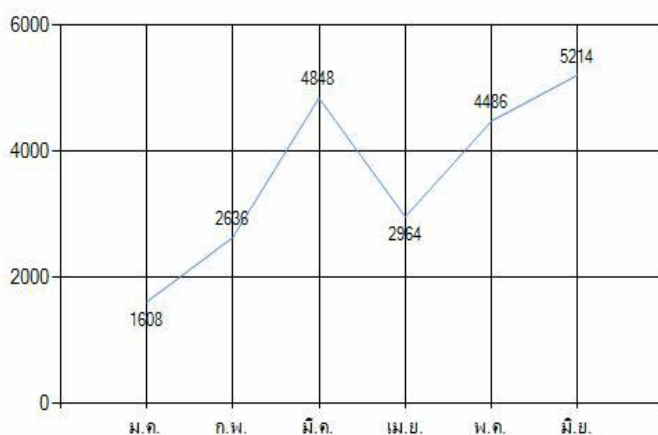
ง. พีระมิดฐานหกเหลี่ยม

คำตอบ = ง.

19. รูปที่กำหนดให้เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใด



- ก. พีระมิดฐานสามเหลี่ยม
 ข. พีระมิดฐานหกเหลี่ยม
 ค. กรวย
 ง. ปริซึมสามเหลี่ยม
 คำตอบ = ก.
20. ร้านค้าคิดราคาชุดรับแขกไว้ 1,400 บาท ขายจริงราคา 1,064 บาทร้านค้าลดราคาร้อยละเท่าไร
 ก. 39 %
 ข. 24 %
 ค. 34 %
 ง. 14 %
 คำตอบ = ข.
21. 0.439 เขียนเป็นเศษส่วนอย่างต่ำได้เท่าใด
 ก. $18/40$
 ข. $1/5$
 ค. $1/4$
 ง. $18/41$
 คำตอบ = ง.
22. เศษส่วนชุดใดเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก
 ก. $6/25$, $3/10$, $49/55$
 ข. $3/10$, $6/25$, $49/55$
 ค. $6/25$, $49/55$, $3/10$
 ง. $49/55$, $3/10$, $6/25$
 คำตอบ = ง.
23. กราฟแสดงจำนวนผู้ใช้รถโดยสารประจำทางในช่วงเวลา 6 เดือนแรกของปี



จากกราฟแสดงจำนวนผู้ใช้รถโดยสารประจำทางในช่วงเวลา 6 เดือนแรกของปีจำนวนผู้ใช้รถโดยสารในรอบ 2 เดือนต่อกันที่แตกต่างกันมากที่สุดแตกต่างกันเท่าใด

- ก. 1,028 คน
 - ข. 1,522 คน
 - ค. 1,884 คน
 - ง. 2,212 คน
- คำตอบ = ง.

24. $6,5/7$ เขียนเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่งได้เท่าใด

- ก. 6.71
- ข. 0.72
- ค. 0.71
- ง. 6.72

คำตอบ = ก.

25. กล่องขนมทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก กว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 7 เซนติเมตร สูง 3.5 เซนติเมตร นำมาบรรจุใส่กล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก กว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 21 เซนติเมตร สูง 10.5 จะบรรจุกล่องขนมได้กี่กล่อง

- ก. 27 กล่อง
- ข. 10 กล่อง
- ค. 12 กล่อง
- ง. 08 กล่อง

คำตอบ = ก.

26. แผนภูมิวงกลมแสดงจำนวนประชากรที่ประกอบอาชีพต่างๆ



จากแผนภูมิวงกลม ถ้ามีประชากรรวม 400 คน จะมีประชากรที่ประกอบอาชีพทำนากี่คน

- ก. 120 คน
- ข. 80 คน
- ค. 40 คน
- ง. 100 คน

คำตอบ = ข.

27. จำนวนใดเมื่อตัดศูนย์ออกแล้ว จำนวนนั้นมีค่าเพิ่มขึ้น

ก. 220

ข. 0.22

ค. 2.20

ง. 2.02

คำตอบ = ข.

28. สุขสันต์กู้เงิน 45,000 บาท เสียดอกเบี้ยอัตราร้อยละ 5 ต่อปี ถ้ากู้เงิน 245 วัน จะส่งเงินต้นและดอกเบี้ยรวมเป็นเงินเท่าไร

ก. 46,410

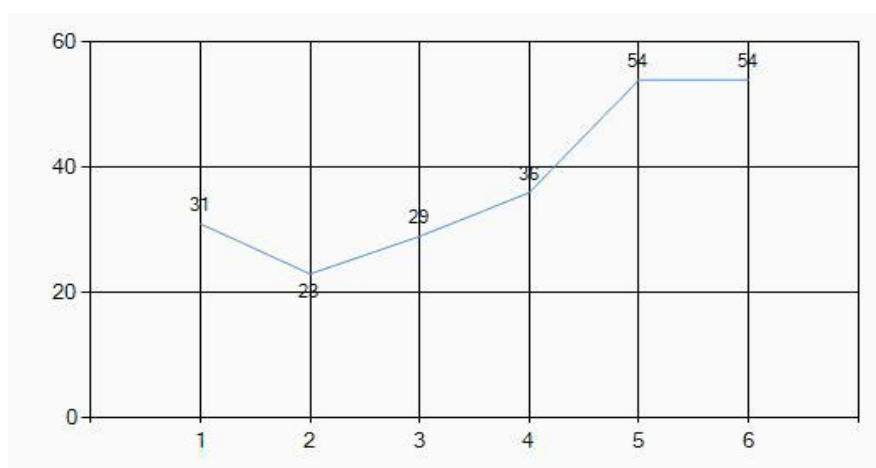
ข. 46,510

ค. 47,410

ง. 46,110

คำตอบ = ข.

29. กราฟแสดงผลการสอบคณิตศาสตร์ตลอดปีของธนา (คะแนนเต็ม 100 คะแนน)



จากกราฟ ภาคต้นธนาสอบไม่ผ่านทุกครั้ง หลังการปรับปรุงตนเอง ผลการสอบปลายภาคของธนาเป็นอย่างไร (กำหนดให้คะแนนผ่าน = 44 คะแนน)

ก. ผลการสอบปลายภาค ธนาได้คะแนนสูงกว่าภาคต้น

ข. ผลการสอบปลายภาค ธนายังสอบไม่ผ่านเช่นเดียวกับภาคต้น

ค. ผลการสอบปลายภาค ธนาได้คะแนนค่าเฉลี่ยสูงกว่า 49%

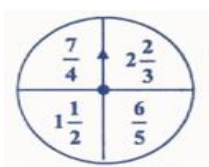
ง. ผลการสอบปลายภาค บางครั้งธนาสอบผ่าน บางครั้งสอบไม่ผ่าน

คำตอบ = ก.

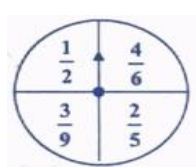
30. ดาวต้องการซื้อรถจักรยานคันหนึ่งราคา 5,420 บาท แต่เก็บเงินได้เพียง 840 บาทจึงขอให้แม่ช่วยออกเงินส่วนที่เหลือให้ก่อน ถ้าดาวผ่อนจ่ายเงินคืนให้แม่เดือนละ 100 บาท ต้องใช้เวลานานเท่าไรจึงจะคืนเงินได้ครบ
- ก. 23 เดือน
 ข. 22 เดือน
 ค. $40, \frac{1}{2}$ เดือน
 ง. 46 เดือน
 คำตอบ = ง.
31. สุขสันต์พาครอบครัวไปพักผ่อนที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยเครื่องบินกำหนดออกจากสนามบิน เวลา 8.30 น. สุขสันต์ต้องการไปถึงสนามบินก่อนเวลาเครื่องบินออก $1, \frac{1}{2}$ ชั่วโมง และใช้เวลาเดินทางจากบ้านถึงสนามบิน 30 นาที ครอบครัวนี้ต้องออกจากบ้านเวลาใด
- ก. 07:15
 ข. 06:30
 ค. 06:45
 ง. 07:00
 คำตอบ = ข.
32. สัมโสรสร้างแป้นหมุน 4 แบบดังนี้ การหมุนแป้นแบบใดให้ลูกศรชี้เศษส่วนที่มีค่าน้อยกว่าหนึ่งแน่นอน



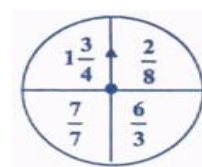
แบบที่ 1



แบบที่ 2



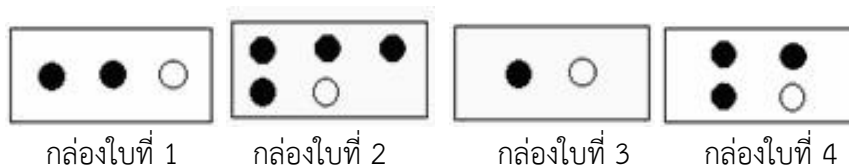
แบบที่ 3



แบบที่ 4

- ก. แบบที่ 1
 ข. แบบที่ 2
 ค. แบบที่ 3
 ง. แบบที่ 4
 คำตอบ = ค.

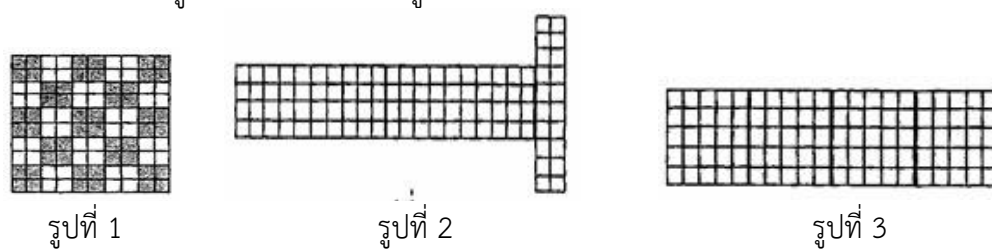
33. ก๊ิบเกมีกล่อง 4 ใบใส่ลูกแก้วสีดำและสีขาว จำนวนแตกต่างกันดังรูปถ้าต้องการหยิบสุ่มลูกแก้ว 1 ลูก ให้ได้ลูกแก้วสีดำ ควรจะหยิบลูกแก้วจากกล่องใบใด จึงจะมีโอกาสมากที่สุด



- ก. กล่องใบที่ 1
ข. กล่องใบที่ 2
ค. กล่องใบที่ 3
ง. กล่องใบที่ 4

คำตอบ = ข.

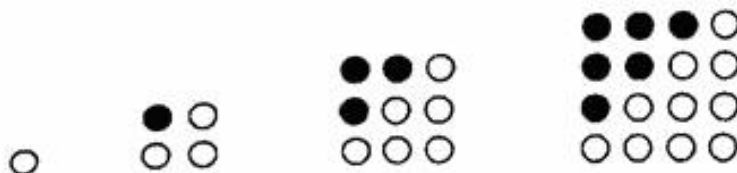
34. ปีน้าแผ่นตารางเซนติเมตรมาตัด แล้วมาเรียงต่อกันเป็นรูปต่างกัน 3 แบบข้อใดแสดงการเปรียบเทียบพื้นที่ของรูปทั้ง 3 แบบได้อย่างถูกต้อง



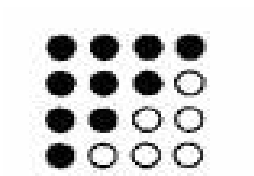
- ก. ทั้งสามรูปมีพื้นที่เท่ากัน
ข. รูปที่ 1 และ รูปที่ 3 มีพื้นที่เท่ากัน แต่น้อยกว่ารูปที่ 2
ค. รูปที่ 2 มีพื้นที่มากที่สุด
ง. รูปที่ 3 มีพื้นที่มากที่สุด

คำตอบ = ก.

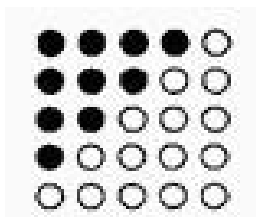
35. จากแบบรูปที่กำหนด ถ้าต่อแบบรูปออกไปรูปที่อยู่ถัดไปเหมือนรูปใด



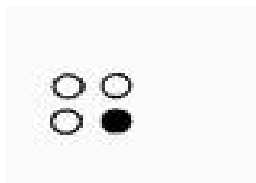
ก.



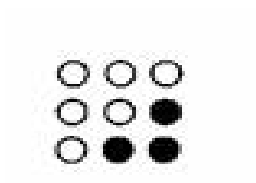
ข.



ค.



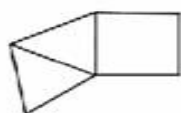
ง.



คำตอบ = ข.
 36. ถ้านำมาคลี่ออก จะเป็นรูปใด

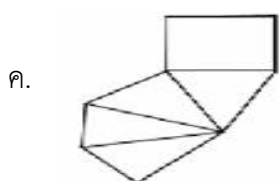


ก.

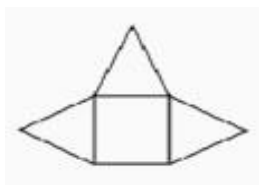


ข.

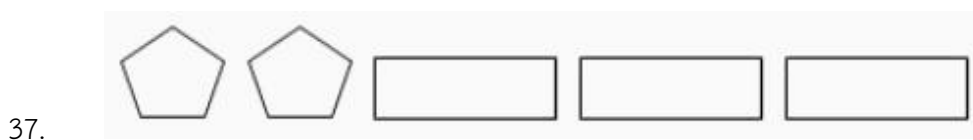




ง.



คำตอบ = ค.



จากรูปข้างบนประกิตต้องการสร้างปริซึมห้าเหลี่ยมแต่รูปเรขาคณิตสองมิติที่มีอยู่ยังไม่เพียงพอ ประกิตต้องการรูปในข้อใดมาเพิ่มอีกจึงจะสร้างได้

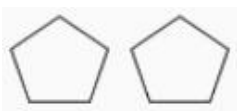
ก.



ข.



ค.



ง.



คำตอบ = ก.

38. มีลูกอมรสมะนาว 36 เม็ด รสชาเขียว 47 เม็ด รสโยเกิร์ต 34 เม็ด และรสแตงโม 28 เม็ด ถ้าสุ่มหยิบลูกอมครั้งละ 38 เม็ด จะมีโอกาสหยิบลูกอมชนิดใดได้เหมือนกัน ทั้ง 38 เม็ด

ก. รสแตงโม

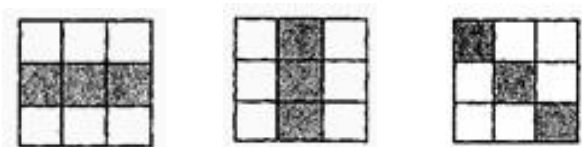
ข. รสมะนาว

ค. รสชาเขียว

ง. รสโยเกิร์ต

คำตอบ = ค.

39. ผลบวกของส่วนที่ระบายสี เป็นเท่าไร



ก. $1/2$

ข. $9/18$

ค. $3/9$

ง. $3/3$

คำตอบ = ง.

40. $(8,10/12 - 1/2) \div 2,8/12 = [\quad]$

ก. $3,1/8$

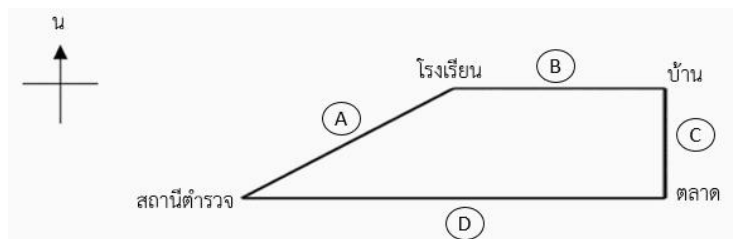
ข. $25/8$

ค. $1200/384$

ง. 3

คำตอบ = ก.

41. จากแผนผัง ระยะทางจาก บ้านถึงโรงเรียน ไกลกว่าระยะทางจาก ตลาดถึงบ้าน เท่าไร มาตราส่วน 1 ซม. : 140 ม. กำหนดให้ A = 10 ซม. B = 5 ซม. C = 4 ซม. D = 27 ซม.



ก. 140 เมตร

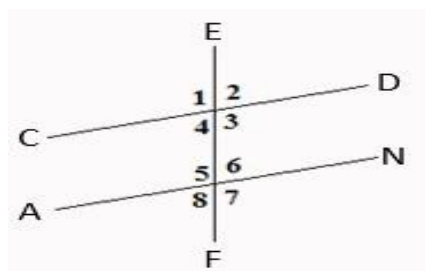
ข. 640 เมตร

ค. 1 กิโลเมตร 400 เมตร

ง. 1 กิโลเมตร 240 เมตร

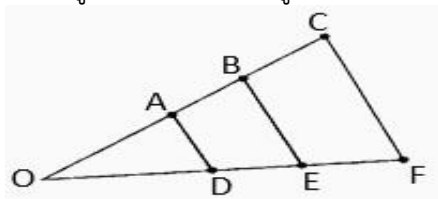
คำตอบ = ก.

42. จากรูป CD ขนานกับ AN มี EF เป็นเส้นตัด มุมภายนอกที่อยู่บนข้างเดียวกัน ของเส้นตัดซึ่งรวมกันได้ 180 องศา คือข้อใด



- ก. มุม3 กับ มุม5
 - ข. มุม5 กับ มุม4
 - ค. มุม2 กับ มุม5
 - ง. มุม2 กับ มุม7
- คำตอบ = ง.

43. จากรูปที่กำหนด ข้อใดถูกต้อง



- ก. มุมBOE เล็กกว่า มุมAOD
 - ข. มุมAOD ไม่เท่ากับ มุมBOE และ มุมCOF
 - ค. มุมAOD เท่ากับ มุมBOE และ มุมCOF
 - ง. มุมCOF ใหญ่กว่า มุมAOD
- คำตอบ = ค.
44. ในกระปุกออมสินสีเหลืองมีเงิน 2000 ซึ่งเงินจำนวนนี้เป็น 6 เท่าของเงิน ในกระปุกออมสินสีขา
รวมกับเงินอีก 700 บาท ในกระปุกออมสินสีขาว่ามีเงินกี่บาท
- ก. เงินในกระปุกออมสินสีเหลืองเป็น 6 เท่า ของเงินในกระปุกออมสินสีขา
 - ข. เงินในกระปุกออมสินสีเหลืองมีมากกว่าเงินในกระปุกออมสินสีขา 700 บาท
 - ค. เงินในกระปุกออมสินสีเหลืองมีมากกว่า 6 เท่า ของเงินในกระปุกออมสินสีขา 700 บาท
 - ง. เงินในกระปุกออมสินสีเหลืองมีมากกว่า 2000 บาท
- คำตอบ = ก.

ภาคผนวก ฅ
หนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล



ที่ ศธ ๖๒๒๔/๐๑๖๑

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๒) กันยายน ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนนครระยองวิทยาคม-วัดโขดไต้

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำโครงการวิทยานิพนธ์ และแบบทดสอบ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางศศิธร จันทรมหา รหัสประจำตัว ๕๕๙๑๐๓๘๓ นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและเทคโนโลยีทางวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การสร้างข้อสอบอัตโนมัตินิติวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์" ซึ่งอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.สุชาดา สกสกกิจรุ่งโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณีนี้ ผู้วิจัยมีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๓๐ คน โดยการใช้แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปानी)
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

โทร. ๐ ๓๘๓๐ ๒๐๓๗-๘

โทร/ โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๔

http://www.rmcs.buu.ac.th

ภาคผนวก ญ
ตารางการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันจากโปรแกรม SPSS

```

CORRELATIONS
/VARIABLES=VAR00001 VAR00002
/PRINT=TWOTAIL NOSIG
/MISSING=PAIRWISE.
    
```

Correlations

		Notes
Output Created		11-NOV-2017 22:05:28
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	30
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each pair of variables are based on all the cases with valid data for that pair.
Syntax		CORRELATIONS /VARIABLES=VAR00001 VAR00002 /PRINT=TWOTAIL NOSIG /MISSING=PAIRWISE.
Resources	Processor Time	00:00:00.03
	Elapsed Time	00:00:00.06

[DataSet0]

Correlations

		VAR00001	VAR00002
VAR00001	Pearson Correlation	1	.960 **
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	30	30
VAR00002	Pearson Correlation	.960 **	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	30	30

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

ภาคผนวก ก
ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
จำนวน 51 ข้อ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT)
แบบ 3 พารามิเตอร์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 51 ข้อ
โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์

ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์		
	a	b	c
1	0.807	-1.291	0.171
2	1.320	0.544	0.144
3	1.163	-0.083	0.206
4	0.975	0.614	0.218
5	2.500	2.061	0.251
6	0.742	0.283	0.210
7	2.211	1.616	0.085
8	1.142	1.387	0.252
9	2.124	1.203	0.279
10	1.473	0.207	0.232
11	1.715	2.050	0.076
12	2.418	1.205	0.295
13	1.642	0.576	0.231
14	0.609	2.061	0.300
15	1.024	-0.691	0.172
16	1.594	0.786	0.242
17	2.385	1.273	0.135
18	2.500	1.471	0.236
19	1.009	-1.084	0.178
20	0.790	0.632	0.203
21	0.999	-0.128	0.188
22	0.996	-0.071	0.183
23	2.380	0.852	0.226
24	0.500	-2.488	0.195
25	0.500	-1.809	0.138
26	0.631	0.325	0.190
27	0.507	-2.500	0.155
28	0.500	-0.870	0.192
29	0.821	2.192	0.115
30	1.445	1.301	0.259

ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 51 ข้อ
โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ (ต่อ)

ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์		
	a	b	c
31	0.643	2.500	0.189
32	0.500	0.427	0.192
33	1.423	1.579	0.181
34	0.672	1.550	0.214
35	0.500	-0.752	0.196
36	0.624	2.500	0.242
37	1.098	2.318	0.236
38	0.661	1.606	0.237
39	1.519	-0.346	0.161
40	1.609	0.629	0.267
41	1.531	-0.140	0.146
42	1.051	0.695	0.213
43	1.330	1.351	0.198
44	1.234	-0.220	0.190
45	1.071	-0.169	0.168
46	0.728	0.618	0.269
47	1.457	-0.241	0.191
48	0.691	1.875	0.272
49	0.713	0.595	0.201
50	2.500	1.199	0.268
51	1.710	1.057	0.254