

การสร้างแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น สารการเรียนรู้ คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องเซต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ดำเนินการสอบ โดยใช้คอมพิวเตอร์

ไพรรอด ศิริจันทร์¹

มะลิวัลย์ ฤณาพรรณ²

ชูศรี วงศ์รัตน์³

บทคัดย่อ

แบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการดำเนินการทดลองสอบจริง ช่วยให้เกิดความสะดวกในการเลือกข้อสอบข้อต่อไปในแต่ละชั้นของแบบทดสอบพีระมิดที่ผู้เข้าสอบจะได้ทำ โดยมีค่าความยากพอเหมาะกับระดับความสามารถของผู้สอบแต่ละคน การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้นที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบพีระมิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และเพื่อวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้แบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ซึ่งดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา อุตรดิตถ์ เขต 1 จำนวน 1,090 คน จากโรงเรียน 7 โรงเรียน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ชนิด ได้แก่ แบบทดสอบสารการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องเซต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 3 ฉบับ แต่ละฉบับมี 50 ข้อ ทำการทดสอบ 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใช้กลุ่มตัวอย่าง 120 คน โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 40 คน ทำการทดสอบกลุ่มละ 1 ฉบับ โดยสอบแบบปกติเพื่อหาค่าความยากรายข้อและค่าอำนาจจำแนกรายข้อ แล้วคัดเลือกข้อที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ ได้ฉบับละ 40 ข้อ ครั้งที่ 2 ใช้กลุ่มตัวอย่าง 900 คน โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 300 คน ทำการทดสอบกลุ่มละ 1 ฉบับ โดยสอบแบบปกติ แล้วนำผลสอบที่ได้ไปหาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบโดยใช้โปรแกรม BILOG-MG3 6 Month Rental และคัดเลือกข้อที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ ฉบับละ 28 ข้อ ได้ข้อสอบรวม 84 ข้อ นำมาสร้างเป็นแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ชนิด 7 ชั้น ที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ และครั้งที่ 3 ใช้กลุ่มตัวอย่าง 70 คน จากนักเรียน 2 ห้อง ห้องละ 35 คนทำแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้นที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้สอบจะได้ทำแบบทดสอบคนละ 21 ข้อ

¹ มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรวิทยาดอนเมือง คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

² อาจารย์ ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

³ อาจารย์ ประจำคณะจิตวิทยา มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

โดยจะได้รับข้อสอบจากคอมพิวเตอร์แตกต่างกันตามความสามารถของผู้สอบแต่ละคนอย่างอัตโนมัติ โดยทดสอบ 2 ครั้งเว้นระยะห่างกัน 2 สัปดาห์ แล้วนำผลไปหาคุณภาพของแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้นที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ ส่วนแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้แบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้นด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 25 ข้อ ใช้วัดกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 70 คนเดิม โดยให้ตอบแบบปกติ

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. การทดสอบครั้งที่ 1 แบบทดสอบฉบับละ 50 ข้อ ทดสอบด้วยวิธีปกติ เพื่อหาคุณภาพข้อสอบรายข้อ มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.58 ถึง 0.78 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.70 การทดสอบครั้งที่ 2 แบบทดสอบฉบับละ 40 ข้อ ทดสอบด้วยวิธีปกติ เป็นการทดสอบเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ 3 ตัว ตามทฤษฎีการสอบข้อสอบ มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (a) ตั้งแต่ 0.373 ถึง 6.332 ค่าความยากรายข้อ (b) ตั้งแต่ -2.604 ถึง 2.626 และค่าสัมประสิทธิ์การเดารายข้อ (c) ตั้งแต่ 0.017 ถึง 0.285

2. การทดสอบครั้งที่ 3 แบบทดสอบรวม 84 ข้อ ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.919 และนำคะแนนความสามารถเฉลี่ยจากการทดสอบ 2 ครั้งกับระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค31101 ของกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ซึ่งเป็นความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ พบว่า ห้องที่ 1 มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์เท่ากับ 0.737 ห้องที่ 2 มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ เท่ากับ 0.800 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์โดยรวมเท่ากับ 0.746 และผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.92 กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการใช้แบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้นที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ โดยรวมอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : แบบทดสอบพีระมิด

A Construction of a Pyramid Test with Multiple-Item in Each Level on the Set Topic, Mathematics Strand of Subjects for Matthayomsuksa 4 Students by Using a Computer Program

Phairord Sirijan

Maliwan Thunapan

Choosri Wongratana

ABSTRACT

A pyramid test with multiple items in each level by using a computer in doing a test assisted the students for their convenience in choosing the next coming question in each level of the pyramid to the tester to get a question which having a difficulty value appropriately with the tester's level of ability. This research aimed to construct a pyramid test with multiple items in each level which using the computer in doing the test, investigate the quality of the constructed pyramid test and evaluate the students' satisfaction toward using the pyramid test which were conducted on computer. Samples were 1,090 Matthayomsuksa 4 students attending the first semester of the academic year 2010 at 7 schools under the Udonthani Office of Education Service Area Zone 1 whom were obtained by using the multi-stage random sampling technique. There were two research instruments: three 50-item multiple-choice tests of Mathematic Subject on Set Topic for Matthayomsuksa 4 students testing three times; the first test conducted on 120 students whom were divided into 3 groups of 40 students using one test on each group by conducting the normal test in order to find out the difficulty and discriminating power before selecting the items with appropriate standard quality for 40 items in each test; the second test used 900 students by divided into 3 groups of 300 students using one test on each group by using a normal test to gain the parameter value of the test by using the BILOG-MG3 6 Month Rental and select the items with appropriate standard quality for 28 items on each test and 84 items in total and construct the pyramid test with multiple-item in each level in 7 levels which would be conducted on computer and the third test used 70 students from two classes of 35 students each class who did the pyramid test with multiple-item in each level on computer, the individual tester would do the test on 21 items by retrieving

questions from the computer differently based on personal ability autonomously for two times with a two-week recession between each time and brought the results of the test to find out its quality. The 25-item 5-rating scale questionnaire on the students' satisfaction toward using the pyramid test with multiple items at each level by computer conducting on the same 70 students in a normal test.

The results of the study were as follows:

The first investigation on the 50-item test using the normal process to identify its quality in each item had a difficulty value ranged from 0.58 to 0.78 and a discriminating power ranged from 0.20 to 0.70.

The second experiment on the 40-item test using the normal method was the investigation of 3 parameters under the theory of test construction had a discriminating power ranged from 0.373 to 0.632, a difficulty value ranged from -2.604 to 2.625 and the estimation coefficient ranged from 0.017 to 0.285.

The third investigation was on the test of 84 items in total using computer in doing a test. The test had a reliability of 0.919 and the capability average scores from the previous two tests combining with the learning achievement of the Basic Mathematics Subject ค31101 of the sampling to find out the correlation coefficient which was consistent with the criterion –related validity and revealed that class one had the criterion –related validity at 0.737, class two had the criterion –related validity at 0.800 and the overall criterion –related validity was 0.746. An analysis of the reliability of the satisfaction survey was 0.92 and the sampling group had satisfaction toward the pyramid test with multiple items at each level at a high level.

Keyword : Construction of a Pyramid Test

ภูมิหลัง

ลักษณะสำคัญของการทดสอบแบบเทอร์เลอร์คือ จะจัดข้อสอบที่มีค่าความยาก เหมาะสมกับระดับความสามารถของบุคคลในการสอบครั้งหนึ่ง ๆ นั้น ผู้สอบแต่ละคนไม่จำเป็นต้องตอบข้อสอบเหมือนกันทุกข้อทั้งฉบับแต่ขึ้นอยู่กับผลการตอบข้อสอบในแบบทดสอบของแต่ละคน การสร้างแบบทดสอบเทอร์เลอร์ จะต้องจัดทำโครงสร้างแสดงการจัดเรียงข้อสอบ โดยใช้ค่าความยากและเส้นทางการตอบ ตามที่กำหนดไว้ในโครงสร้างนั้น การทดสอบแบบนี้จะต้องจัดทำกระดาษคำตอบชนิดพิเศษที่เมื่อตอบเสร็จแล้ว ผู้ตอบจะต้องแกะช่องที่ตอบออก เพื่อจะดูว่าจะทำข้อสอบข้อใดต่อไป ปัญหาที่สามารถแก้ไขได้โดยการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการดำเนินการสอบคอมพิวเตอร์สามารถประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ และจัดข้อสอบที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบให้ทำอย่างต่อเนื่อง วิธีการนี้เรียกว่า คอมพิวเตอร์ไรซ์อะแดปทีฟเทสติง (Computerized Adaptive Testing) ซึ่งจะทำให้ช่วยลดจำนวนข้อสอบและเวลาในการทดสอบ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2545 : 177) การทดสอบเทอร์เลอร์มีรูปแบบการสร้าง 2 รูปแบบ คือ รูปแบบสองขั้นตอน (Two-Stage Strategies) และรูปแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Strategies) โดยรูปแบบหลายขั้นตอนแบ่งเป็นแบบแยกทางคงที่ (Fixed-Branching Model) และแบบแยกทางแปรผัน (Variable - Branching Model) ซึ่งแบบทดสอบพีระมิต (Pyramid Test) เป็นแบบทดสอบเทอร์เลอร์รูปแบบหลายขั้นตอนและแยกทางคงที่มีข้อดีคือ สามารถวัดความสามารถของผู้สอบในขอบเขตที่กว้างกว่าด้วยจำนวนข้อสอบที่น้อยกว่าแบบทดสอบชนิดอื่นของการทดสอบเทอร์เลอร์

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบพีระมิตที่มีหลายข้อในแต่ละชั้นสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องเซต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ เพราะเรื่อง เซต ซึ่งเป็นเรื่องแรกและเป็นพื้นฐานที่สำคัญยิ่งในการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายและระดับสูงขึ้นไป และแบบทดสอบพีระมิตที่มีหลายข้อในแต่ละชั้นยังสามารถนำไปใช้ในการวัดผลได้อย่างเที่ยงตรง สามารถบอกความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ ทำให้สามารถพัฒนาผู้เรียนตามความสามารถที่แท้จริงได้ ข้อสอบแต่ละข้อที่มีค่าพารามิเตอร์คงที่ สามารถนำไปใช้สร้างธนาคารข้อสอบ และเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบพีระมิตชนิดอื่น ๆ ที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบพีระมิตที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องเซต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์
2. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบพีระมิตที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องเซต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์

3. เพื่อหาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้แบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องเซต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศุทรธานี เขต 1 จำนวน 3,518 คน จากโรงเรียน 25 โรงเรียน

2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศุทรธานี เขต 1 จำนวน 1,090 คน จาก โรงเรียน 7 โรงเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 2 ชนิด ได้แก่

1. แบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องเซต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 1 ฉบับ มี 84 ข้อ ที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ โดยแบ่งเป็น 7 ชั้น เรียงตามลำดับเนื้อหาและค่าความยากตามลำดับ เพื่อให้ นักเรียนทำข้อสอบจริงคนละ 21 ข้อ ซึ่งแตกต่างกันตามความสามารถของนักเรียนแต่ละคนตามโครงสร้างของแบบทดสอบพีระมิด

2. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการทดสอบแบบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้นที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ฉบับ มี 25 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล 3 ขั้นตอน ได้แก่ การทดสอบเพื่อหาคุณภาพของข้อสอบการทดสอบเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ และการดำเนินการสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้นที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ มีรายละเอียดดังนี้

1. การดำเนินการสอบเพื่อหาคุณภาพข้อสอบรายข้อ มีขั้นตอนดังนี้

1.1 นำหนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามไปติดต่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 1 เพื่อขอความอนุเคราะห์จากผู้บริหารและครูผู้สอนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

1.2 วางแผนดำเนินการสอบโดยติดต่ออาจารย์ผู้สอนเพื่อขอความร่วมมือในการคุมสอบชี้แจงวัตถุประสงค์ในการสอบ และวิธีการทำข้อสอบ นัดหมายวัน เวลา และสถานที่สอบ

1.3 นำข้อสอบทั้ง 3 ฉบับ ไปทำสอบกับนักเรียน ตามวัน เวลา และสถานที่
นัดหมาย

1.4 นำข้อสอบที่สอบแล้วไปตรวจให้คะแนน วิเคราะห์หาค่าความยากและค่า
อำนาจจำแนกรายข้อ

2. การดำเนินการสอบเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ
มีขั้นตอนดังนี้

2.1 นำหนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
มหาสารคามไปติดต่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 2 เพื่อขอความอนุเคราะห์จากผู้บริหาร
และครูผู้สอนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

2.2 วางแผนดำเนินการสอบโดยติดต่ออาจารย์ผู้สอนเพื่อขอความร่วมมือในการ
คุมสอบชี้แจงวัตถุประสงค์ในการสอบ และวิธีการทำข้อสอบ นัดหมายวัน เวลา และสถานที่สอบ

2.3 นำข้อสอบทั้ง 3 ฉบับ ไปทำสอบกับนักเรียน ตามวัน เวลา และสถานที่
นัดหมาย

2.4 นำข้อสอบที่สอบแล้วไปตรวจให้คะแนน ตรวจสอบความเป็นมิติเดียวโดยใช้
โปรแกรม คอมพิวเตอร์สำเร็จรูปและหาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ โดยใช้โปรแกรม BILOG-MG3
6Month Rental

3. การหาคุณภาพของแบบทดสอบแบบพหุมิติที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ที่ดำเนินการ
การสอบ โดยใช้คอมพิวเตอร์ และการหาคุณภาพของแบบวัดความพึงพอใจ มีขั้นตอนดังนี้

3.1 นำหนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
มหาสารคามไปติดต่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3 ที่สอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อขอ
ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

3.2 วางแผนการดำเนินการสอบ กำหนดวัน เวลา สถานที่สอบ ตรวจสอบความ
พร้อมของโปรแกรมที่ใช้ในการดำเนินการสอบและความพร้อมของห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

3.3 ดำเนินการสอบให้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3 ทำแบบทดสอบพหุมิติที่ดำเนินการ
การสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น จำนวน 1 ฉบับ ตามวันและเวลาที่กำหนด 2 ครั้ง
การสอบแต่ละครั้งห่างกันประมาณ 2 สัปดาห์

3.4 ให้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3 ตอบแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการดำเนินการ
การทดสอบแบบทดสอบพหุมิติที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์หลังจาก
ทำแบบทดสอบพหุมิติเรียบร้อยแล้ว

3.5 ขอผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค31101 ของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3
จากครูผู้สอน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปและการคำนวณโดยใช้คอมพิวเตอร์ ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน
 - 1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean)
 - 1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
2. หาคคุณภาพของแบบทดสอบ ครั้งที่ 1
 - 2.1 ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบ
 - 2.2 ค่าความยากรายข้อของแบบทดสอบ
 - 2.3 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบ
3. หาคคุณภาพของแบบทดสอบ ครั้งที่ 2
 - 3.1 ค่าไอเกนของแบบทดสอบ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป
 - 3.2 ค่าพารามิเตอร์ 3 ตัว ของข้อสอบโดยใช้โปรแกรม BILOG-MG3 6

Month Rental

4. หาคคุณภาพของแบบทดสอบ ครั้งที่ 3
 - 4.1 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 - 4.2 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์ของแบบทดสอบ
5. สถิติที่ใช้ในการหาคคุณภาพของแบบวัดความพึงพอใจ
 - 5.1 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Item Total Correlation)
 - 5.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจ

สรุปผล

1. การสร้างกลุ่มข้อสอบ

1.1 การตรวจสอบความเป็นมิติเดียวของแบบทดสอบ (Unidimension Test) โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) แล้วพิจารณาค่าไอเกนขององค์ประกอบ พบว่า แบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับมีคุณสมบัติในการวัดเพียงมิติเดียว

1.2 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ พบว่าข้อสอบจากแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับมีค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรายข้อตามเกณฑ์ที่คิด จำนวน 84 ข้อ เป็นข้อสอบที่มีค่าความยาก (b) ตั้งแต่ -2.604 ถึง 2.626 ค่าอำนาจจำแนก (a) ตั้งแต่ 0.373 ถึง 6.332 และค่าสัมประสิทธิ์การเดา (c) ตั้งแต่ 0.017 ถึง 0.285

2. การสร้างแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องเซต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ ใช้ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ที่เข้าเกณฑ์

จำนวน 84 ข้อ จัดเข้าโครงสร้างแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ชนิด 7 ชั้น โดยใช้ค่าความยากเป็นเกณฑ์ซึ่งข้อสอบที่คัดเลือกไว้มีค่าความยาก (b) ตั้งแต่ -2.604 ถึง 2.626 ค่าอำนาจจำแนก (a) ตั้งแต่ 0.373 ถึง 6.332 และค่าสัมประสิทธิ์การเดา (c) ตั้งแต่ 0.017 ถึง 0.285

3. การหาคุณภาพของแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องเซต ที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์

3.1 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ จากการสอบ 2 ครั้ง โดยมียุทธศาสตร์ต่างกัน 2 สัปดาห์ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.919 ซึ่งถือว่ามีความเชื่อมั่นในระดับสูง

3.2 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion – related Validity) ระหว่างคะแนนความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนจากการทดสอบ 2 ครั้ง กับระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 31101 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ได้ค่าความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ ดังนี้

3.2.1 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ห้องเรียนที่ 1 เท่ากับ 0.737

3.2.2 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ห้องเรียนที่ 2 เท่ากับ 0.800

3.2.3 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์โดยรวม เท่ากับ 0.746

4. ผลการวิเคราะห์แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้แบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง เซต ที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการใช้แบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น โดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.07$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก 25 ข้อ ข้อที่มีความพึงพอใจสูงสุด ($\bar{X} = 4.24$) คือ นักเรียนเห็นว่าข้อความและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏบนจอภาพมีความชัดเจน และจำนวนข้อในการทดสอบครั้งนี้มีความเหมาะสม รองลงมา ($\bar{X} = 4.20$) คือ นักเรียนสามารถโต้ตอบกับแบบทดสอบได้สะดวกและใช้ง่าย ส่วนข้อที่มีความพึงพอใจต่ำสุด ($\bar{X} = 3.86$) คือ นักเรียนเห็นว่า การสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์มีความสะดวกและเหมาะสมกว่าการสอบด้วยการตอบลงบนกระดาษคำตอบ

อภิปรายผล

1. การตรวจสอบความเป็นมิติเดียวของแบบทดสอบ (Unidimension Test) โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) แล้วพิจารณาค่าไอเกนขององค์ประกอบผลปรากฏว่าแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับมีค่าไอเกนขององค์ประกอบมีค่ามากกว่า 1 และแบบทดสอบแต่ละฉบับมีค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 1 สูงกว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 มาก ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 สูงกว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 3 และองค์ประกอบต่อไปเพียงเล็กน้อย ซึ่งแบบทดสอบที่มีลักษณะเช่นนี้เป็นแบบทดสอบที่วัดเพียงมิติเดียว (สุพัฒน์ สุขมลสันต์. 2538 : 49) และสอดคล้องกับการวิเคราะห์องค์ประกอบตามข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบข้อสอบ (Item

Response Theory) ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2545 : 66)

2. ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ จากการวิเคราะห์รายข้อตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ (Item Response Theory) ที่ใช้พารามิเตอร์ 3 ตัว พบว่าข้อสอบมีค่าพารามิเตอร์อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 84 ข้อ เป็นข้อสอบที่มีค่าความยาก (b) ตั้งแต่ -2.604 ถึง 2.626 โดยมีค่าอำนาจจำแนก (a) ตั้งแต่ 0.373 ถึง 6.332 และค่าสัมประสิทธิ์การเดา (c) ตั้งแต่ 0.017 ถึง 0.285 เมื่อนำข้อสอบมาจัดเข้าโครงสร้างแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ชนิด 7 ชั้น โดยใช้ค่าความยากเป็นเกณฑ์ พบว่าค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบไม่ตรงกับโครงสร้างตามทฤษฎีอย่างสมบูรณ์แต่มีความใกล้เคียงกัน จึงคัดเลือกข้อสอบ จำนวน 84 ข้อเข้าโครงสร้าง ซึ่งมีค่าความยาก (b) ตั้งแต่ -2.604 ถึง 2.626 ซึ่งเป็นความยากที่เหมาะสมกับการสร้างและปรับปรุงข้อสอบซึ่งสอดคล้องกับสุพัณน์ สุกมลสันต์ (2538 : 195) และเยาวดี วิบูลย์ศรี (2540 : 172) ที่แนะนำว่าการคัดเลือกข้อสอบสำหรับสร้างและปรับปรุงข้อสอบควรคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก ตั้งแต่ -3.00 ถึง +3.00 สอดคล้องกับการวิจัยของวิศณุ พันธุ์มะโน (2543 : 91) ที่ใช้ค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ -2.449 ถึง +2.597 ในการสร้างแบบทดสอบแบบแตกแขนง ด้วยโปรแกรมมัลติมีเดียทูลบู้ค วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สอดคล้องกับการวิจัยของละมัย พรหมศร (2540 : 97) ที่ใช้ค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ -3.177 ถึง +3.096 ในการสร้างแบบทดสอบพีระมิดสำหรับใช้ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สอดคล้องกับการวิจัยของศักดิ์ชัย พนารัตน์ (2545 : 103) ที่ใช้ค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ -1.295 ถึง 2.559 ในการสร้างแบบทดสอบปิรามิดวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์เรื่องสมการและอสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์สอดคล้องกับการวิจัยของขวัญฤดี ไกรรักษ์ (2548 : 93) ที่ใช้ค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ -2.991 ถึง 2.118 ในการสร้างแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้นวัดทักษะการฟัง วิชาภาษาอังกฤษ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ และสอดคล้องกับการวิจัยของ เยาวนิตย์ อรรถภูวาส (2550 : 87) ที่ใช้ค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ -2.840 ถึง 2.853 ในการสร้างแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้นที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์

3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้นที่ดำเนินการสอบ โดยใช้คอมพิวเตอร์ มีค่าเท่ากับ 0.919 ซึ่งถือว่ามีค่าความเชื่อมั่นในระดับสูง แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความคงเส้นคงวาในการวัดความสามารถวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องเซต ของนักเรียน ได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ ศักดิ์ชัย พนารัตน์ (2545 : 103) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบปิรามิดวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและอสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ผลปรากฏว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.757 สอดคล้องกับการวิจัยของ ขวัญฤดี ไกรรักษ์ (2548 : 89) ซึ่งสร้างแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น (Multiple-item Per Stage Pyramidal) วัดทักษะการฟังวิชาภาษาอังกฤษ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.882 และสอดคล้องกับการวิจัยของเขาวนิตย์ อรรถภูวาส (2550 : 87) พบว่าแบบทดสอบ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.930

4. ค่าความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ของแบบทดสอบพีระมิตที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ดำเนินการสอบโดยคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างห้องเรียนที่ 1 มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ เท่ากับ 0.737 กลุ่มตัวอย่างห้องเรียนที่ 2 มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ เท่ากับ 0.800 และค่าความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์โดยรวมเท่ากับ 0.746 ซึ่งถือว่ามีค่าความเที่ยงตรงในระดับสูง แสดงให้เห็นว่า คะแนนจากการสอบด้วยแบบทดสอบที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับระดับผลการเรียน ดังนั้นนักเรียนที่สอบด้วยคอมพิวเตอร์แล้วได้ คะแนนระดับความสามารถสูงระดับผลการเรียนก็จะสูงด้วย นั่นคือแบบทดสอบพีระมิตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความเที่ยงตรงในการวัดสามารถนำไปใช้ในการวัดและประเมินผลความสามารถของนักเรียนเรื่องเซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ ศักดิ์ชัย พนารัตน์ (2545 : 105) พบว่าแบบทดสอบมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ เท่ากับ 0.777 สอดคล้องกับการวิจัย ของ ขวัญฤดี ไกรรักษ์ (2548 : 90) พบว่า แบบทดสอบมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ เท่ากับ 0.699 และสอดคล้องกับการวิจัยของเขาวนิตย์ อรรถภูวาส (2550 : 89) พบว่าแบบทดสอบ มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์เท่ากับ 0.696

5. ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้แบบทดสอบพีระมิตที่มีหลายข้อ ในแต่ละ ชั้นที่ดำเนินการทดสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ ทุกข้อมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.86 ถึง 4.24 นักเรียน มีความ พึงพอใจอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับการวิจัยของปราโมทย์ แสนหาญ (2542 : 119) พบว่า ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการสอบมากกว่า 3.51 ทุกข้อ พงษ์พิชิต พรหมสิทธิ์ (2544 : บทคัดย่อ) พบว่านักเรียนมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการดำเนินการสอบอยู่ในระดับดี และศักดิ์ชัย พนารัตน์ (2545 : 103) พบว่านักเรียนมีความคิดเห็นต่อการสอบอยู่ในเกณฑ์ดี

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการนำแบบทดสอบไปใช้

1.1 การนำแบบทดสอบพีระมิตที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องเซต ที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไปใช้ ผู้ดำเนินการสอบ จะต้องเตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีระบบปฏิบัติการ Internet Explorer Windows XP ขึ้นไป มีไดรฟ์ สำหรับอ่านแผ่น CD – ROM หรือ Flash Drive ใช้ในการติดตั้งโปรแกรม

1.2 ครูผู้สอบอาจปรับเปลี่ยนเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถของผู้สอบ ในการ รายงานผลการสอบ เพื่อนำไปใช้ในการตัดสินผลการเรียนได้ตามความเหมาะสม โดยกำหนดเกณฑ์ตาม ค่าความยากของข้อสอบข้อที่ยากที่สุดที่ตอบถูก (The Most Difficulty of Items Answered

Correctly) และนำไปกำหนดระดับความสามารถ ดังนี้

ค่าความยาก น้อยกว่า -3.000 ผู้สอบมีระดับความสามารถ “น้อยกว่าค่าต่ำสุดของแบบทดสอบ”

ค่าความยากตั้งแต่ -3.000 ถึง -1.966 ผู้สอบมีระดับความสามารถ “ควรปรับปรุง”

ค่าความยากตั้งแต่ -1.965 ถึง -0.273 ผู้สอบมีระดับความสามารถ “พอใช้”

ค่าความยากตั้งแต่ -0.272 ถึง 1.053 ผู้สอบมีระดับความสามารถ “ปานกลาง”

ค่าความยากตั้งแต่ 1.054 ถึง 2.011 ผู้สอบมีระดับความสามารถ “ดี”

ค่าความยากตั้งแต่ 2.012 ขึ้นไป ผู้สอบมีระดับความสามารถ “ดีมาก”

1.3 ในการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องมีกระดาษทด ในการทดสอบครั้งนี้ อนุญาตให้นักเรียนทดในกระดาษซึ่งไม่สะดวกในการคำนวณ ถ้าหากสามารถติดตั้งโปรแกรม Notepad เพื่อแทรกการคิดคำนวณบนจอคอมพิวเตอร์ได้จะทำให้โปรแกรมการใช้งานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

2.1 การสร้างกลุ่มข้อสอบเพื่อการวิจัยในครั้งต่อไป ควรเพิ่มจำนวนข้อสอบให้มากขึ้น เพื่อให้การประมาณค่าความยากของข้อสอบกระจายตัวได้ครอบคลุมทุกค่าตามโครงสร้างพหุมิติที่ต้องการ และเป็นการเพิ่มโอกาสในการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตามโครงสร้างพหุมิติที่ต้องการ

2.2 ในการสร้างแบบทดสอบแบบพหุมิติที่มีหลายข้อในแต่ละชั้นควรจะมีข้อสอบครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่คาดหวังทุกข้อเพื่อให้สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องผ่านการประเมินซึ่งนักเรียนสามารถทดสอบและประเมินตนเองได้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถของตนเองต่อไป

2.3 ควรมีการศึกษาเส้นทางคำตอบ จากแบบทดสอบพหุมิติเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุความบกพร่องทางการเรียน หรือใช้วินิจฉัยความบกพร่องของผู้เรียน

2.4 ควรมีการศึกษากonstrukแบบทดสอบพหุมิติชนิดอื่นๆ ซึ่งเป็นประโยชน์มากสำหรับการสร้างแบบทดสอบเพื่อประเมินความสามารถของตนเองและวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียน

2.5 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการวัดและประเมินผล เป็นที่น่าสนใจและมีประโยชน์ เนื่องจากคอมพิวเตอร์สามารถช่วยในการวัดและประเมินผลได้ทุกขั้นตอนตั้งแต่การสร้างแบบทดสอบ การบริหารการสอบ การตรวจให้คะแนน เมื่อสอบเสร็จสามารถทราบผลในทันทีทำให้ประหยัดเวลาในการทดสอบ ดังนั้นจึงควรนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผล

เอกสารอ้างอิง

- ขวัญฤดี ไกรรักษ์. (2548). การสร้างแบบทดสอบปิรามิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น (Multiple-item Per Stage Pyramidal Test) วัดทักษะการฟัง วิชาภาษาอังกฤษ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ปราโมทย์ แสนหาญ. (2542). การสร้างแบบทดสอบปรับระดับชั้นที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนเชิงซ้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- พงษ์พิชิต พรหมสิทธิ์. (2544). การดำเนินการสอบแบบทดสอบเทเลอร์ ตามยุทธวิธีของเบย์ในวิชาคณิตศาสตร์ ค 014 โดยเว็บเพจ. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม., มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- เยาวนิตย์ อรรถญญาส. (2550). การสร้างแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น วิชาเคมี เรื่องพันธะเคมี ที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ละมัย พรหมศร. (2540). การสร้างแบบทดสอบปิรามิดสำหรับใช้ทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดนครพนม. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- วิศณุ พันธุ์มะโน.(2543). การสร้างแบบทดสอบแบบแตกแขนงด้วยโปรแกรมมัลติมีเดียทูลบู้ค วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเซต สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาจังหวัดร้อยเอ็ด. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ศักดิ์ชัย พนารัตน์.(2545). การสร้างแบบทดสอบปิรามิดวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและอสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ศิริชัย กาญจนวาสี.(2545). ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ Modern Test Theory. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- สุพัฒน์ สุกมลสันต์.(2538). การวิเคราะห์ข้อทดสอบแนวใหม่ด้วยคอมพิวเตอร์. นำอักษรการพิมพ์, กรุงเทพมหานคร.