

การสร้างแบบทดสอบพหุมิติที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์
วิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

A Construction of Multi-item Pyramidals by Computerized Adaptive Testing
of Chemistry test with Entitled Periodic Table For Mattayomsuksa 4

จันทร์เพ็ญ มาศแสน¹

ญาณภัทร สีหะมงคล²

ดาววรรณ ธีรการ³

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) สร้างแบบทดสอบพหุมิติที่มีหลายข้อในแต่ละชั้นที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ 2) หาคุณภาพของแบบทดสอบพหุมิติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการทดสอบแบบทดสอบพหุมิติที่มีหลายข้อในแต่ละชั้นที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาฬสินธุ์ เขต 24 จำนวน 1,090 คน จากโรงเรียน 16 โรงเรียน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ชนิดได้แก่ แบบทดสอบวิชาเคมี เรื่องตารางธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 3 ฉบับ แต่ละฉบับมี 50 ข้อ ทำการทดสอบ 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใช้กลุ่มตัวอย่าง 120 คน โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 40 คน โดยสอบปกติ เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกรายข้อ แล้วคัดเลือกข้อที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ ได้ฉบับละ 40 ข้อ ครั้งที่ 2 ใช้กลุ่มตัวอย่าง 900 คน โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 300 คน โดยสอบแบบปกติ นำผลการสอบที่ได้ไปหาค่าพารามิเตอร์รายข้อของข้อสอบโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป และคัดเลือกข้อที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ ฉบับละ 28 ข้อ ได้ข้อสอบรวม 84 ข้อ นำมาสร้างเป็นแบบทดสอบพหุมิติที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ชนิด 7 ชั้น ที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ และครั้งที่ 3 ใช้กลุ่มตัวอย่าง 70 คน ทำแบบทดสอบพหุมิติที่มีหลายข้อในแต่ละชั้นที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ แล้วนำผลไปหาคุณภาพของแบบทดสอบพหุมิติที่มีหลายข้อในแต่ละชั้นที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ และแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการทดสอบด้วยแบบทดสอบแบบพหุมิติที่มีหลายข้อในแต่ละชั้นที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ กับกลุ่มตัวอย่าง 70 คนเดิม

ผลการวิจัยพบว่า

1. แบบทดสอบพหุมิติที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ วิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ที่เข้าเกณฑ์ จำนวน 84 ข้อ จัดเข้าโครงสร้างแบบทดสอบพหุมิติที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ชนิด 7 ชั้น มีค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรายข้อตรงตามเกณฑ์ จำนวน 84 ข้อ ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนก (a) ตั้งแต่ 0.117 ถึง 1.944 มีค่าความยาก (b) ตั้งแต่ -2.737 ถึง 0.292 และค่าสัมประสิทธิ์การเดา (c) ตั้งแต่ 0.051 ถึง 0.272

¹ นิสิตรับปริญญาโท สาขาการวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

² อาจารย์ ดร. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

³ อาจารย์ ดร. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

2. คุณภาพของแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์วิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ มีค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ จากการสอบ 2 ครั้ง ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.819 ซึ่งถือว่ามีความเชื่อมั่นในระดับสูงมาก และค่าความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion – related Validity) ระหว่างคะแนนความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนจากการทดสอบ 2 ครั้ง กับผลการเรียน วิชาเคมี ว 30221 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ได้ค่าความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์เท่ากับ 0.807 ซึ่งถือว่ามีความเชื่อมั่นในระดับสูง

3. การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการทดสอบด้วยแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ วิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการทดสอบด้วยแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ วิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยรวมอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : แบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น

ABSTRACT

The purposes of this study are to (1) create pyramid test with many choices in each stage by using computer as a mean of the test (2) find the quality of this pyramid test and (3) study the satisfactory of students toward this pyramid test with many choices in each stage using computer. The samples are 1,090 Mattayomsuksa four students in the second semester of the academic year of 2013 from 16 schools under the Secondary Educational Service Area Office 24. Multi-stage random sampling was used to select the samples. There are two research instruments for this study. Students were asked to take periodical table test three times. There were three issues with five different alternatives. Moreover, there are 50 items in each issue. There were 120 students for the first test. In addition, there were three groups and there were 40 students in each group. This first test was to find the difficulty and the discrimination of the test. Then, 40 items were selected from each issue. In the second test, 900 samples were divided into three groups, 300 students in each group. The result of this second test was used to find the parameter of each item by using computer. Then, 28 items were selected from each issue of the test. All in all, this made 84 in total. Then, all items were combined in order to create the seven stages pyramid test with multiple choices by using computer. Lastly, 70 samples were asked to take pyramid test with multiple choices using computer. Each test taker was asked to complete 21 items. The results were used to look for the quality of the pyramid test with multiple choices using computer and to measure the satisfactory of the students toward the pyramid test with multiple choices using computer. The results were interpreted in five level rating scales from 8 questions with the same samples of the last time test.

The study found : (1) the parameter of the discrimination (a), the difficulties (b), and the coefficient of the guessing (c) of 84 items instructed in the pyramid test with multiple choices in 7 levels using computer on the topic of periodical table, Chemistry course for

Mattayomsuksa 4 were 0.117 to 1.944, -2.737 to 0.292, and 0.051 to 0.272 respectively. (2) the reliability of the 2 times of the pyramid test with multiple choices using computer on the topic of periodical table, Chemistry course was 0.819 which was very high. Likewise, the criterion – related validity of the average scores of the students from the 2 times tests and the grades of the students in Chemistry course (sc30221), 2nd semester in the academic year of 2013 was 0.807 which was very high. (3). the satisfactory of the students toward the pyramid test with multiple choices using computer was at good from the five rating scale.

In conclusion, the pyramid test with multiple choices using computer was implemented efficiently and could be used to measure the ability of each student for periodical table of Chemistry class.

Key Word : Multi-item Pyramidals

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวัน และการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิต และการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติ และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม(กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 1)

เคมีเป็นวิทยาศาสตร์ที่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับส่วนประกอบของสสาร และการเปลี่ยนแปลงของสสาร สารเคมีเป็นเนื้อหาอย่างหนึ่งในวิชาเคมี เป็นสิ่งที่ประกอบขึ้นมาเป็นโลก เช่น อากาศที่เราหายใจ อาหารที่กินเข้าไป ยารักษาโรค มลพิษในอากาศ ดิน และน้ำ รวมถึงเสื้อผ้าและเครื่องมือเครื่องใช้ล้วนเป็นสารเคมีทั้งสิ้น ร่างกายมนุษย์ และร่างกายของสัตว์ทุกชนิดเป็นโรงงานที่ผลิตสารเคมี อาหารที่ผ่านเข้าไปในร่างกายจะถูกเปลี่ยนรูปโดยผ่านการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กระบวนการนี้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ สารเคมีส่วนใหญ่มีอยู่ในธรรมชาติ แต่มีบางชนิดที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นมา เช่น ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยไนโตรเจน ยารักษาโรค เส้นใยสังเคราะห์ พลาสติก สี เป็นต้น จะเห็นว่าสารเคมีมีประโยชน์และมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต แต่บางครั้งสารเคมีก็มีอันตราย เนื่องจากการใช้ปริมาณมากเกินไป ความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ หรือขาดความรู้ (นงนิตย์ มรกต. 2553 : 15-16) ดังนั้น กระทรวงศึกษาธิการจึงได้บรรจุเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิชาเคมีในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวง ศึกษาธิการ. 2551 : 2-33) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ นอกจากนั้นยังได้กำหนดจุดมุ่งหมาย และแนวทางการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อวินิจฉัยความรู้ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมของผู้เรียน และเพื่อส่งเสริมผู้เรียนให้พัฒนาความรู้ความสามารถและทักษะได้เต็มตามศักยภาพ เป็นข้อมูลป้อนกลับให้แก่ตัวผู้เรียน ใช้ข้อมูลในการสรุปผลการเรียนรู้และเปรียบเทียบถึงระดับพัฒนาการของการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 28 - 32)

การวัดและประเมินผลที่ผ่านมาจะยึดทฤษฎีแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory : CTT) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่เน้นการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่สังเกตได้กับคะแนนที่แท้จริง โดยการวิเคราะห์คุณภาพรวมของข้อสอบและแบบทดสอบสำหรับผู้สอบเฉพาะกลุ่ม (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2552 : 39) แบบสอบจะประกอบด้วยข้อสอบจำนวนมากเพื่อให้การทดสอบมีความเที่ยงและความเชื่อมั่นสูง และถูกเรียงลำดับไว้ก่อนแล้วตามด้วยเนื้อหาที่ต้องการทดสอบ มักประกอบด้วยข้อสอบที่มีระดับความยากในระดับปานกลางเพื่อให้เหมาะสมกับระดับความสามารถทั่วไปของผู้สอบ ซึ่งการกระทำดังกล่าวทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดสำหรับผู้สอบที่มีความรู้ในระดับเก่งหรืออ่อน เพราะข้อสอบที่ยากเกินไปจะไม่ท้าทายความสามารถในการสอบของผู้ที่เก่งทำให้ผู้สอบเกิดความเบื่อหน่ายในการตอบ ส่วนข้อสอบที่ยากเกินไปสำหรับผู้สอบที่อ่อน ก็จะทำให้ผู้สอบรู้สึกท้อถอยและใช้วิธีเดา สิ่งต่างๆ เหล่านี้ทำให้ความถูกต้องและแม่นยำในการทดสอบลดลงและทำให้การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบคลาดเคลื่อน (สุพัฒน์ สุกมลสันต์. 2538 : 197)

จากข้อจำกัดของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม นักวัดผลจึงได้พยายามเสนอแนวความคิดใหม่หรือทฤษฎีใหม่ คือทฤษฎีที่ใช้โมเดล (Model) ทางคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถที่แท้จริงกับลักษณะการตอบข้อสอบของแต่ละบุคคลได้อย่างชัดเจนและมีประสิทธิภาพสูงในการนำไปใช้ในสถานการณ์ของการวัดผลต่างๆ ทฤษฎีนี้คือทฤษฎีประมาณคุณลักษณะภายใน (Latent Traits Theory) หรือทฤษฎีการตอบข้อสอบ (Item Response Theory : IRT) หรือทฤษฎีโค้งลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Curve Theory) ทฤษฎีการตอบข้อสอบ (IRT) เป็นทฤษฎีการวัดที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถที่มีอยู่ภายในบุคคล กับผลการตอบข้อสอบหรือข้อคำถามโดยใช้โค้งลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Curve : ICC) ซึ่งมีการกำหนดลักษณะของข้อสอบด้วยพารามิเตอร์ อำนาจจำแนก (a) ความยาก (b) และโอกาสการเดาข้อสอบถูก (c) ทฤษฎีการตอบข้อสอบ (IRT) จึงอยู่บนฐานความคิดที่สำคัญ 2 ประการ คือ 1) ผลการตอบข้อสอบหรือข้อคำถามของผู้ตอบ สามารถอธิบายได้ด้วยความสามารถที่มีอยู่ภายใน สามารถอธิบายได้ด้วยฟังก์ชันลักษณะข้อสอบ หรือโค้งลักษณะข้อสอบ อันมีลักษณะเป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ เรียกว่า ฟังก์ชัน โลจิสติก (Logistic Function) หรือใกล้เคียงกับฟังก์ชันปกติสะสม (Normal Ogive Function) ฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบ สามารถนำมาใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูก $[P_i(\theta)]$ กับระดับความสามารถของผู้สอบ (θ) ที่วัดได้โดยแบบสอบฉบับนั้น เมื่อนำมาเขียนกราฟจะได้โค้งลักษณะข้อสอบที่มีหลายลักษณะ ขึ้นอยู่กับโมเดลหรือแบบจำลองที่ใช้อธิบายความดังกล่าว โมเดลที่นิยมใช้กัน คือ โมเดลแบบหนึ่งพารามิเตอร์ (One – Parameter Model) โมเดลแบบสองพารามิเตอร์ (Two – Parameter Model) และโมเดลแบบสามพารามิเตอร์ (Three – Parameter Model) (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2550 : 51-53)

แบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละขั้นนี้ เป็นแบบทดสอบที่มีการเรียงลำดับข้อสอบ ตามความยากโดยเรียงจากค่าความยากน้อยไปหาค่าความยากมาก ผู้เข้าสอบจะเริ่มทำข้อสอบที่มีค่าความยากปานกลางก่อน ข้อสอบข้อต่อไปผู้เข้าสอบจะได้ทำข้อที่มีค่าความยากมากขึ้นหรือน้อยลงอยู่กับว่าข้อแรกที่ทำนั้น ผู้เข้าสอบตอบถูกหรือผิด ถ้าตอบถูกข้อต่อไปจะมีค่าความยากมากขึ้นและถ้าตอบผิดข้อต่อไปจะมีค่าความยากน้อยลง ตามโครงสร้างของแบบทดสอบ ทำเช่นนี้ไปจนครบทุกขั้นตอน ก็จะสามารถประเมินความสามารถของผู้เข้าสอบได้ โดยใช้ค่าความยากที่มากที่สุดของข้อสอบที่ผู้เข้าสอบตอบถูก (ไพรรอด ศิริจันทร์. 2554 : 29) เหมาะสำหรับทดสอบเพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เข้าสอบ หรือใช้ตรวจสอบความรู้ความสามารถของตนเองแบบทดสอบแบบพีระมิด มีข้อดีคือ มีการปรับระดับความยากให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของแต่ละคน ทำให้จำนวนข้อสอบที่ผู้สอบต้องตอบมีจำนวนลดลง แต่แบบทดสอบนี้มีข้อจำกัดคือ ผลคะแนนที่ได้จากการสอบอาจมีการจำแนกที่ผิดพลาดอันเกิดจากการเดาของผู้สอบ เนื่องจากข้อสอบไม่เหมาะสมกับระดับ

ความสามารถของผู้สอบ ซึ่งจะทำให้คะแนนที่ได้สูงหรือต่ำกว่าที่ควรจะเป็น ข้อจำกัดนี้สามารถแก้ไขได้โดยใช้แบบทดสอบพหุระมิตที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น (Multi-Item Per Stage Pyramid) เนื่องจากมีการเพิ่มจำนวนข้อสอบก่อนการตัดสินแยกทางในแต่ละชั้นอย่างน้อยขึ้นละ 3 ข้อ แทนที่ผู้สอบจะตอบเพียงข้อเดียวแล้วแยกทาง ผู้สอบต้องทำข้อสอบเพิ่มอีก 2 ข้อ หากผลรวมคะแนนเป็น 0 กับ 1 จะถูกแยกทางไปทำในข้อที่มีค่าความยากที่ต่ำลง หากได้คะแนนเป็น 2 กับ 3 ก็จะถูกแยกทางให้ไปทำในข้อที่มีค่าความยากสูงขึ้น ซึ่งจะช่วยให้คะแนนที่ได้มีความเชื่อมั่นสูงและลดผลจากการเดา ถือว่าเป็นการปรับปรุงผลการวัดที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น (ขวัญฤดี ไกรรักษ์. 2548 : 39)

ในปัจจุบันได้มีการนำคอมพิวเตอร์ และทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item response theory) มาประยุกต์ใช้กับการทดสอบแบบปรับเหมาะ (Adaptive testing) ซึ่งเรียกว่า การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ (Computerized adaptive testing) โดยนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลและดำเนินการสอบ ซึ่งมีประโยชน์ต่อการวัดผลการศึกษาเป็นอย่างมาก เนื่องจากประหยัดค่าใช้จ่าย เพราะใช้ข้อสอบน้อยกว่าการทดสอบด้วยกระดาษและดินสอและไม่จำเป็นต้องสร้างข้อสอบใหม่ทุกครั้งที่มีการสอบ เนื่องจากมีข้อสอบเก็บไว้ในกลุ่มข้อสอบอยู่แล้ว ผู้สอบไม่เกิดความเหน็ดเหนื่อยและความเบื่อหน่ายในการสอบ เพราะใช้เวลาในการสอบน้อยลงกว่าเดิม ข้อสอบที่ใช้มีความยากง่ายเหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบและสิ่งที่สำคัญที่สุด คือ ได้ผลการทดสอบที่มีความถูกต้องแม่นยำมากกว่าเดิม โดยเฉพาะกับกลุ่มผู้สอบที่มีความสามารถสูงหรือต่ำมากๆ (Hulin and others. 1983) และนำผลการสอบมาใช้ตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือเป็นข้อมูลในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ด้วยสารดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบพหุระมิตที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ วิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบที่ใช้ในการวัดผลการศึกษาในอนาคต

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบพหุระมิตที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์วิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบพหุระมิตที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ วิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการทดสอบด้วยแบบทดสอบแบบพหุระมิตที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์วิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้แบบทดสอบพหุระมิตที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ วิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีคุณภาพ สำหรับวัดความสามารถของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยไม่ต้องสอบพร้อม
2. เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบพหุระมิตที่มีหลายข้อในแต่ละชั้นขึ้น ที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ในวิชาอื่นๆ
3. เป็นแนวทางในการการวัดและประเมินผล เพราะสามารถประเมินผลการสอบได้อย่างรวดเร็ว และเพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เข้าสอบ หรือตรวจสอบความรู้ความสามารถ

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายวิทย์-คณิต ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 6,596 คน จาก 55 โรงเรียน
2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายวิทย์ – คณิต ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 1,090 คน จาก โรงเรียน 16 โรง โดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-State Random Sampling)

ขั้นตอนของการวิจัย

1. ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ถึงผู้บริหารโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อขอความร่วมมือในการทำวิจัย
2. ผู้วิจัยนำหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลไปติดต่อกับผู้บริหารโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ด้วยตนเอง และทำการนัดหมายเวลาในการสอบ
3. เตรียมแบบทดสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ในแต่ละครั้ง
4. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบความเรียบร้อยของข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 2 ชนิด ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ วิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อการทดสอบแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ วิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. สถิติที่ใช้วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวิเคราะห์อำนาจจำแนกรายและค่าความยาก
3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ สถิติการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ สถิติการวิเคราะห์หา ค่าไอเกนและ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ผลการวิจัย

1. แบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ วิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ที่เข้าเกณฑ์ จำนวน 84 ข้อ จัดเข้าโครงสร้างแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ชนิด 7 ชั้น มีค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรายข้อตรงตามเกณฑ์ จำนวน 84 ข้อ ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนก (a) ตั้งแต่ 0.117 ถึง 1.944 มีค่าความยาก (b) ตั้งแต่ -2.737 ถึง 0.292 และค่าสัมประสิทธิ์การเดา (c) ตั้งแต่ 0.051 ถึง 0.272

2. คุณภาพของแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์วิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ มีค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ จากการสอบ 2 ครั้ง ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.819 ซึ่งถือว่ามีความเชื่อมั่นในระดับสูงมาก และค่าความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion – related Validity) ระหว่างคะแนนความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนจากการทดสอบ 2 ครั้ง กับ ผลการเรียนรู้ วิชาเคมี ว 30221 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ได้ค่าความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์เท่ากับ 0.807 ซึ่งถือว่ามีความเชื่อมั่นในระดับสูง

3. การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการทดสอบด้วยแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้นที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ วิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจของการทดสอบด้วยแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้นที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ วิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยรวมอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะในการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1.1 แบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ วิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการทดสอบแบบไม่จำกัดเวลา และไม่เน้นการนำผลการทดสอบไปเปรียบเทียบกับคนอื่นเหมาะสำหรับทดสอบเพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เข้าสอบ หรือตรวจสอบความรู้ความสามารถ

1.2 แบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น ที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ วิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถนำไปใช้ในการวัดความสามารถของนักเรียนในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ ได้ทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน หรือ ตัดสินผลการเรียน

1.3 ผู้ใช้สามารถเรียกใช้โปรแกรมผ่านเว็บไซต์ [www.http : //tontabak.net /pyramids](http://tontabak.net/pyramids) ได้

1.4 การทดสอบด้วยแบบทดสอบแบบพีระมิดด้วยคอมพิวเตอร์ไม่จำกัดเวลาในการทดสอบ ผู้นำข้อสอบไปใช้ควรชี้แจงให้ ผู้สอบตั้งใจสอบและมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาเส้นทางการตอบ จากแบบทดสอบพีระมิดเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุความบกพร่องทางการเรียน หรือใช้วินิจฉัยความบกพร่องของผู้เรียน

2.2 ควรมีการศึกษาการสร้างแบบทดสอบพีระมิดชนิดอื่นๆ ซึ่งเป็นประโยชน์มากสำหรับการสร้างแบบทดสอบเพื่อประเมินความสามารถของตนเองและวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียน

2.3 ควรสรุปผลการทดสอบเพิ่มเติม โดยบอกระดับความสามารถของนักเรียน เช่น ดีมาก มาก ปานกลาง พอใช้ ควรปรับปรุง

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ , 2551.
- เกียรติศักดิ์ ส่องแสง. ฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของ
ผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,
2547.
- โกวิท ประวาลพุกษ์. “ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับไค้ลักษณะข้อสอบ,” การวัดผลการศึกษา.
4(2) : 55-63 ; กันยายน - ธันวาคม, 2525.
- ขวัญฤดี ไกรรักษ์. การสร้างแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น (Multiple-item Per
Stage Pyramidal Test) วัดทักษะการฟัง วิชาภาษาอังกฤษชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 ที่
ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,
2548.
- ชัยมงคล ปินะสา. การสร้างแบบทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบบนระบบ
เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2551.
- ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. การประยุกต์ใช้ spss วิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 4. มหาสารคาม :
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2554.
- ธงชัย นิลคำ. การสร้างแบบทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบที่ดำเนินการสอบบน
เว็บเพจ รายวิชา 0012001 : การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 1
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,
2551.
- บุญชม ศรีสะอาด. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2545.
- _____. การวิจัยทางการวัดผลและประเมินผล. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น,
2543.
- ปราโมทย์ แสนหาญ. การสร้างแบบทดสอบปรับระดับชั้นที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ วิชา
คณิตศาสตร์เรื่องจำนวนเชิงซ้อนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม :
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2548.
- ผจงจิต อินทสุวรรณ. ทฤษฎีการตอบข้อคำถาม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2528.
- พรพรม ชูปวา และคณะ. “การสร้างแบบทดสอบวินิจัยที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ วิชา
คอมพิวเตอร์และระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ระดับ
อาชีวศึกษาเอกชน จังหวัดยโสธร” การวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 17(2) :
323-324 : ธันวาคม. 2554
- ไพรรอด ศิริจันทร์ และคณะ. “การสร้างแบบทดสอบแบบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้นสาระการ
เรียนรู้ คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องเซต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ดำเนินการสอบโดยใช้
คอมพิวเตอร์” การวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 17(2) : 337-338 : ธันวาคม.
2554.
- กานุพงษ์ ชัยศรีทิพย์. การพัฒนาระบบทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ.
วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.

- เยาวนิตย์ อนุรักษ์วาส. การสร้างแบบทดสอบพีระมิดที่มีหลายข้อในแต่ละชั้น วิชาเคมี เรื่องพันธะเคมี ที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2550.
- เยาวภา สุทธากาญจน์. การวิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถภาพในการปฏิบัติงานสอนของครูประถมศึกษา ในสำนักงานเขตธนบุรี และสำนักงานเขตหนองแขม สังกัดกรุงเทพมหานคร. ปรียญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2547.
- รังสรรค์ มณีเล็ก . ผลของตัวแปรบางตัวต่อความเที่ยง ตรงเชิงสภาพและจำนวนข้อสอบที่ใช้ในการ ทดสอบแบบปรับเหมาะกับความ สามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์ .ปรียญาณินพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2540.
- ศักดิ์ชัย พนารัตน์. การสร้างแบบทดสอบปิรามิดวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและอสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ดำเนินการทดสอบ ด้วยคอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2545.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ Modern Test Theory. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- _____. ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม Classical Test Theory. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.
- สมนึก ภัททิยธนี. การวัดผลการศึกษา. กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์, 2551.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. สถิติขั้นสูงสำหรับการวิจัยทางการศึกษา. กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์, 2552.
- สมประสงค์ เสนารัตน์. การพัฒนาการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อวินิจฉัย กระบวนการพุทธิปัญญาในการเรียนพีชคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดย ประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ. ปรียญาณินพนธ์ กศ.ด. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2555
- สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ . “การพัฒนาทฤษฎีลาเท้นเทรทเพื่อวิเคราะห์ข้อสอบ” วารสารการวัดผลการศึกษา. 7(21) : 41 – 66. มกราคม – เมษายน, 2529.
- สุนันท์ พลอาษา และคณะ. “การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบที่ดำเนินการสอบ บนเว็บเพจ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย เรื่อง ความรู้พื้นฐานทางภาษาและการพัฒนาทักษะ ทางภาษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ” การวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 13 : 36-45 : พฤศจิกายน. 2550.
- สุดารัตน์ หวลมุกดา. ประสิทธิภาพของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ตามระดับชั้นของ ค่าอำนาจจำแนกภายใต้เงื่อนไขต่างกันโดยใช้วิธีการจำลองข้อมูล. ปรียญาณินพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2550.
- สุพัฒน์ สุขมกลสันต์. การวิเคราะห์ข้อสอบแนวใหม่ด้วยคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ : วิทยพัฒน์, 2538.
- สุวิทยา พรหมอ่อน. การสร้างแบบทดสอบเทเลอร์รูปปิรามิดชนิดขนาดขั้นคงที่วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 : ประมวลค่าความสามารถของผู้ สอบด้วยวิธีของเบส์ . วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2540.
- อัศวิน กิ่งแก้ว. ศึกษาการพัฒนาการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2556.

- อุบล มีลิมา และคณะ. “ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจัยที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากลนคร เขต 1”.
การวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 13 : 63-70: พฤศจิกายน. 2550.
- อำนาจ เกษศรีไพร. **การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความ
ความสามารถของผู้สอบบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก :
มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2549.
- Chen, Shu-Ying, Robret D. Ankenmann and Hua-Hua Chang. “A Comparison of Item
SelectionRules at the Early Stages of Computerized Adaptive Testing,” **Applied
PsychologicalMeasurement**. 24(3) : 241–255 ; September, 2000.
- Cheng, Philip E. and Michelle Liou. “Estimation of Trait Level in Computerized
AdaptiveTesting,” **Applied Psychological Measurement**. 24(3) : 257 – 265, 2000.
- Eggen, T. J. H. M. and F. J. J. M. Straetmans. “Computerized Adaptive Testing for
ClassifyingExaminees into Three Categories,” **Educational and Psychological
Measurement**. 60(5) : 713 – 734 ; October, 2000.
- Jiao, Hong. “ The Effects of Model Specification Error in Item Response Theory-
Based Computerized Classification Test Using Sequential Probability Ration
Test,” **Dissertation Abstracts International**. 64(02) : 478-A ; August, 2003.
- Kim, Seonghoon. “Unidimentional IRT Scale Linking Procedures for Mixed-Format
Tests and Their Robustness to Multidimensionality,” **Dissertation Abstracts
International** . 65(01) : 1335-A ; October, 2004.
- Hambleton, R.K. and L.L. Cook. “Latent Trait Models and Their Use in the Analysis of
Educational Test Data,” **Journal of Educational Measurement**. 14(2) : 75-96 ;
Summer, 1977.
- Hambleton, R.K. and Hariharan Swaminathan. **Item Response Theory**. U.S.A. :
Kluwer–Nijhoff Publishing, 1985.
- Straetmans, G.J.J.M. and T.J.H.M. Eggen. “Computerized Adaptive Testing : What It Is and
How It Works,” **Educational Technology**. 38(1) : 45 – 52 ; January-February, 1998.
- Weissman, Alexander. “Assessing the Efficiency of Item Selection in Computerized Adaptive
Testing,” **Dissertation Abstracts International** . 64(01) : 121-A ; July, 2003.
- Widiatmo, Heru Sundari. “A Simulation and Evaluation of Computerized Adaptive
Designs for the Verbal Battery of the Cognitive Abilities Test (CogAT),”
Dissertation Abstracts International. 65(01) : 1336–A : October, 2004.