

การประเมินคุณภาพโปรแกรมทดสอบและประเมินวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา QUALITY ASSESSMENT OF TESTING AND DIAGNOSTIC ASSESSMENT FOR PROBLEM-SOLVING SKILLS

กนกกร พวงสมบัติ* ผศ.ดร.สมประสงค์ เสนารัตน์ และ ผศ.ดร.เบญจมาภรณ์ เสนารัตน์

Kanokkorn Paungsombat*, Asst.Prof.Dr.Somprasong Senarat and Asst.Prof.Dr.Benjamaporn Senarat

สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด 45120

Program in Educational Research and Evaluation, Faculty of Education, Roi Et Rajabhat University,

Roi Et 45120, Thailand

*Corresponding author: E-mail: kanokkorn9928@gmail.com

รับบทความ 15 พฤษภาคม 2561 แก้ไขบทความ 29 มิถุนายน 2561 ตอรับบทความ 1 กรกฎาคม 2561 เผยแพร่บทความ มกราคม 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินคุณภาพโปรแกรมทดสอบและประเมินวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูและนักเรียน สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 ปี การศึกษา 2560 จำนวน 40 คน ประกอบไปด้วย ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 10 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบประเมินความคิดเห็นของครูที่มีต่อคุณภาพของโปรแกรมทดสอบและประเมินวินิจฉัยทักษะการแก้ โจทย์ปัญหา และแบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อคุณภาพของโปรแกรมทดสอบและประเมินวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ใน 4 ประเด็น คือ ความเป็นประโยชน์ ความเป็นไปได้ ความเหมาะสม และความถูกต้องครอบคลุม ผลจากการวิจัย พบว่า ครูมีความ คิดเห็นว่าโปรแกรมทดสอบและประเมินวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา โดยรวมและรายด้านทั้ง 4 ด้าน มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนนักเรียนมีความคิดเห็นว่าโปรแกรมทดสอบและประเมินวินิจฉัย โดยภาพรวมและรายด้านทั้ง 4 ด้าน มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์, การประเมินวินิจฉัย, ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา, การประเมินคุณภาพ

ABSTRACT

This research aimed to assess quality of testing and diagnostic assessment program for problem-solving skills on the topic of Applications of Linear Equations with One Variable. The samples were teachers and students under the Secondary Educational Service Area 32 in the academic year 2017, yielding a total of 40 participants, including 10 mathematics teachers and 30 lower secondary students. The research tools consisted of two sets of questionnaires concerning teachers' and students' perceptions toward the quality of the developed program covering four aspects in terms of utility, feasibility, propriety, and accuracy. The findings revealed that the teachers perceived the quality of the developed program as a whole and each aspect of all four aspects at the highest level, while the students perceived at a high level.

Keywords: Computerized Adaptive Testing, Diagnostic Assessment, Problem Solving Skills, Quality Assessment

บทนำ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้กำหนดคุณภาพของนักเรียน เมื่อเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไว้ว่านักเรียนสามารถใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการ แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม (สำนักงานวิชาการมาตรฐานการศึกษา, 2552, หน้า 16) และจากผลการทดสอบ O-NET ปีการศึกษา 2558 พบว่า กลุ่มสาระคณิตศาสตร์เป็นสาระที่มีคะแนนน้อยที่สุดเป็น อันดับ 2 รองจากกลุ่มสาระภาษาอังกฤษ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2559, หน้า 25-26) และสาระที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ สาระทักษะ/กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 9.23 (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยภูมิ เขต 1, 2559, หน้า 70) จากปัญหาที่พบ หากต้องการทราบว่านักเรียนมีความบกพร่องทางการเรียนเรื่องใดนั้น วิธีการที่เหมาะสม คือ การวินิจฉัยโดยการวิเคราะห์ทักษะ ซึ่งการวิเคราะห์ทักษะจะต้องอาศัยเครื่องมือที่สามารถวิเคราะห์ข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างละเอียด (Lindquist. 1956, p. 37)

แบบทดสอบวินิจัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อให้เห็นจุดบกพร่องหรือจุดที่เป็นปัญหา หรืออุปสรรคในการเรียนเรื่องหนึ่ง ๆ ของนักเรียนแต่ละคน (บุญชม ศรีสะอาด, 2523, หน้า 10) โดยแยกออกเป็นฉบับย่อย ๆ มีเป้าหมายที่จะวัดความรู้และความสามารถของนักเรียนเป็นด้าน ๆ ของแต่ละรายวิชา เนื้อหาที่ต้องการวัดจะต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร เป็นแบบทดสอบที่เน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และต้องเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย ในแต่ละเนื้อหาที่ต้องการทดสอบจะต้องใช้ข้อสอบจำนวนมาก และในการทำแบบทดสอบต้องใช้เวลาเต็มที่ ข้อสอบไม่จำเป็นต้องสร้างเกณฑ์ปกติ เพราะมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล แต่ต้องมีเกณฑ์ขั้นต่ำที่ใช้ในการวินิจัยนักเรียนว่ามีความบกพร่องหรือไม่ คะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคนจะมีความสำคัญน้อยกว่าการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนรายข้อ (สมประสงค์ เสนารัตน์, 2555, หน้า 26) โดยทั่วไปการวินิจัยข้อบกพร่องของผู้เรียนจะใช้กระดาษเขียนตอบ (Paper Pencil Test) จะใช้เวลาค่อนข้างนาน แต่ปัจจุบันมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการทดสอบและประเมินผลนักเรียน เพื่อลดระยะเวลาในการตรวจข้อสอบและวินิจัยข้อบกพร่องของผู้เรียน และวิธีการหนึ่งที่นักวัดผลนิยมนำมาใช้ก็คือการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ เนื่องจากการทดสอบมีความคล่องตัว สามารถทดสอบเป็นรายบุคคล มีการตรวจให้คะแนน และรายงานผลเป็นไปอย่างอัตโนมัติ สามารถตรวจให้คะแนน และส่งผลป้อนกลับ (Feedback) แก่นักเรียนได้ทันที ส่งผลให้ครูนำข้อมูลไปปรับปรุงการเรียนการสอน ได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น และนักเรียนได้ทำข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมกับระดับความสามารถของตน (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555, หน้า 211) แต่อย่างไรก็ตามการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติจะให้สารสนเทศที่แม่นยำและรวดเร็วกว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ประมาณ 30-50% (Frey & Seitz, 2009, p. 93) และการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อประเมินวินิจัยจะต้องอาศัยโมเดลวินิจัยพหุมิติปัญหาที่มุ่งประเมินเพื่อให้สารสนเทศว่านักเรียนรอบรู้หรือไม่รอบรู้ในแต่ละกลุ่มทักษะหรือคุณลักษณะ ร่วมกับคลังข้อสอบที่ข้อสอบแต่ละข้อมีการกำหนด Q-matrix เอาไว้ (Huebner, 2010, pp. 1-2)

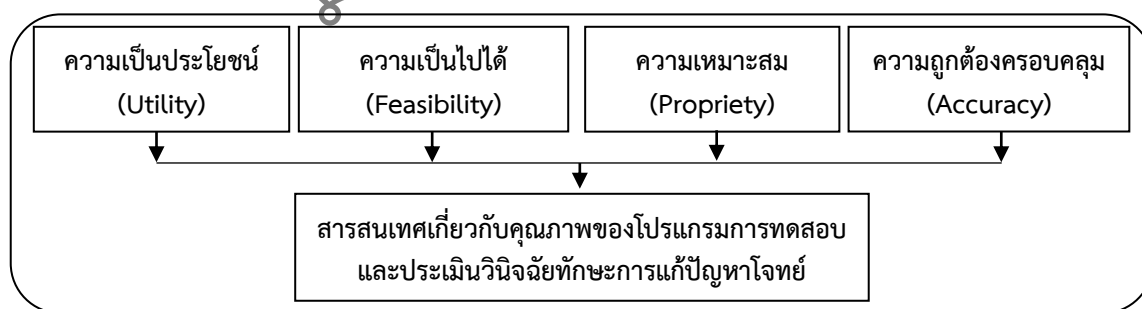
จากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ ข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาโปรแกรมการทดสอบและประเมินวินิจัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ด้วยการกำหนด Q-matrix ตามแนวทางการพัฒนาลังข้อสอบสำหรับใช้ในโปรแกรมการทดสอบและประเมินวินิจัยด้วยคอมพิวเตอร์ ให้สามารถวินิจัยทักษะได้พร้อมกันหลายทักษะ (Senarat, Tayraukham, Piyapimonsit, & Tongkhambanjong, 2012, p. 22) เพื่อเป็นเครื่องมือให้ครูใช้วินิจัยนักเรียน เพื่อหาข้อบกพร่องการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยทำให้ครูได้ข้อมูลนำไปสู่การปรับปรุง พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น และยังช่วยให้ครูประหยัดเวลา และทรัพยากรในการประเมินนักเรียนอีกด้วยเนื่องจากใช้โปรแกรมในการทดสอบจะต้องใช้ข้อสอบจำนวนน้อย แต่สามารถวัดคุณลักษณะของนักเรียนได้หลายคุณลักษณะ และข้อมูลที่ได้รับมีความแม่นยำในการวินิจัยนักเรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งในขั้นตอนที่สำคัญของการพัฒนาโปรแกรม คือ การตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรมจากการใช้งานในสถานการณ์จริง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะประเมินคุณภาพโปรแกรมจากกลุ่มผู้ใช้งานจริง เพื่อตรวจสอบคุณภาพให้มั่นใจว่าโปรแกรมมีความถูกต้องเหมาะสมในการใช้งานต่อไป และยังเป็นการนำเอาข้อสนเทศที่ได้ไปปรับปรุงพัฒนาโปรแกรมให้มีคุณภาพยิ่งขึ้นต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อประเมินคุณภาพโปรแกรมทดสอบและประเมินวินิจัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยไว้ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมการทดสอบและประเมินวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว มีลักษณะเป็นโปรแกรมออนไลน์ โดยสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก เพื่อใช้สำหรับทดสอบ ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นเข้าใจโจทย์ ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน และ ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ ซึ่งผู้ทดสอบสามารถเข้าใช้งานโปรแกรมโดยการลงทะเบียน ในโปรแกรมจะมีปุ่มแถบ คำสั่งต่าง ๆ ไว้สำหรับใช้ งานสำหรับผู้ทดสอบ (ปุ่มทดสอบ ผลการทดสอบ) ผู้ดูแลระบบ (สามารถใช้งานได้ทุกปุ่มแถบ คำสั่งต่าง ๆ) เมื่อทำการทดสอบเสร็จแล้ว โปรแกรมจะรายงานผลการทดสอบวินิจฉัยได้อย่างรวดเร็ว รายละเอียดต่าง ๆ ดังภาพประกอบ 2

ภาพประกอบ 2 โปรแกรมการทดสอบและประเมินวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 ที่เรียนเนื้อหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ในปีการศึกษา 2560 จำนวน 10,292 คน และครูคณิตศาสตร์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 ที่สอนเนื้อหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ในปีการศึกษา 2560 จำนวน 86 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูและนักเรียน จำนวน 40 คน ดังนี้

1.2.1 ครูคณิตศาสตร์ที่สอนเนื้อหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ในปีการศึกษา 2560 โดยคัดเลือกจากผู้ครุคณิตศาสตร์ที่อาสาสมัครทดลองใช้โปรแกรมฯ จากโรงเรียน 4 โรง จำนวน 10 คน

1.2.2 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 ที่เรียนเนื้อหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ในปีการศึกษา 2560 ได้มาด้วยการสุ่มแบบสองขั้นตอน (Two Stage Random Sampling) โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ด้วยวิธีการจับสลากมาจำนวน 1 โรงเรียน จากนั้นสุ่มห้องเรียน จำนวน 1 ห้อง โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random Sampling) ด้วยวิธีการจับสลาก และเลือกนักเรียนทั้งหมดของห้อง จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales) 5 ระดับ จำนวน 2 ฉบับ คือ

2.1 แบบประเมินความคิดเห็นของครูผู้สอนเกี่ยวกับคุณภาพของโปรแกรมทดสอบและประเมินวินิจฉัยทักษะ การแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 20 ข้อ

2.2 แบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของโปรแกรมทดสอบและประเมินวินิจฉัยทักษะ การแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 19 ข้อ

แบบประเมินทั้ง 2 ฉบับสร้างขึ้นจากนิยามตัวแปรที่ต้องการศึกษา คือ คุณภาพของโปรแกรมทดสอบและประเมิน วินิจฉัย ที่มีองค์ประกอบ 4 ด้าน คือ ด้านความมีประโยชน์ ด้านความเป็นไปได้ ด้านความเหมาะสม และความถูกต้องครอบคลุม ของโปรแกรม สร้างขึ้นโดยการปรับปรุงจากแบบประเมินของ สมประสงค์ เสนารัตน์ (2555, หน้า 180-185) จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญ ด้านการวัดประเมินจำนวน 3 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 คน พิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถาม กับนิยามตัวแปรที่ต้องการศึกษา พบว่า ข้อคำถามทุกข้อมีความสอดคล้องสูง (IOC=1.00)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ขออนุญาตจากมหาวิทยาลัย เพื่อขอความอนุเคราะห์จากผู้บริหารโรงเรียนในการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. ประสานหัวหน้าสถานศึกษาเพื่อแจ้งและขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และประสานครูผู้สอน นักเรียนที่ยินดีเข้าร่วมทดลองใช้โปรแกรม ตามวัน เวลาที่นัดหมายล่วงหน้าก่อนทำการทดลองใช้โปรแกรม
3. ผู้วิจัยชี้แจงจุดมุ่งหมายของการวิจัยและวิธีการใช้โปรแกรมให้ครูผู้สอนและนักเรียนทราบ และเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองแล้ว ครูผู้สอนและนักเรียนได้ประเมินผลคุณภาพโปรแกรม โดยให้แสดงความคิดเห็นตามแบบประเมินที่ได้จัดเตรียมไว้แล้ว
4. ตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของแบบสอบถาม และบันทึกข้อมูล
5. วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้งานภายหลังจากที่ได้ทดลองใช้งานโปรแกรมแล้ว เกี่ยวกับคุณภาพของโปรแกรม จะนำเสนอโดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. ผลการประเมินความคิดเห็นของครูผู้สอนเกี่ยวกับคุณภาพของโปรแกรมทดสอบและประเมินวินิจฉัยทักษะ การแก้โจทย์ปัญหา รายละเอียดดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการประเมินความคิดเห็นของครูผู้สอนเกี่ยวกับคุณภาพของโปรแกรมทดสอบและประเมินวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	การแปลความหมาย
การประเมินด้านความเป็นประโยชน์ (Utility)			
1. โปรแกรมมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์	4.70	0.48	มากที่สุด
2. โปรแกรมให้ผลสรุปที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาความสามารถนักเรียน	4.90	0.32	มากที่สุด
3. โปรแกรมให้ข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถของนักเรียนได้ทันที	4.80	0.42	มากที่สุด
4. โปรแกรมให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการสอนซ่อมเสริมแก่นักเรียน	4.90	0.32	มากที่สุด
5. โปรแกรมสามารถทดสอบความสามารถของนักเรียนได้พร้อมกันหลายด้าน	4.10	0.88	มาก
รวม	4.68	0.48	มากที่สุด
ด้านความเป็นไปได้ (Feasibility)			
1. โปรแกรมสามารถนำไปใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนได้	4.90	0.32	มากที่สุด
2. โปรแกรมใช้งานได้ง่าย	4.80	0.42	มากที่สุด
3. โปรแกรมสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้	4.80	0.42	มากที่สุด
4. ข้าพเจ้าเข้าใจการรายงานผลของโปรแกรม	4.80	0.42	มากที่สุด
รวม	4.83	0.40	มากที่สุด
ด้านความเหมาะสม (Propriety)			
1. ข้อสอบในโปรแกรมตรงกับเนื้อหาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรของโรงเรียน	4.70	0.48	มากที่สุด
2. ข้าพเจ้าสามารถนำโปรแกรมมาใช้ได้ทั้งก่อนเรียน ระหว่าง เรียน และหลังเรียน	4.60	0.52	มากที่สุด
3. ข้าพเจ้าสามารถนำโปรแกรมมาใช้งานได้ โดยไม่ขัดต่อหลักศีลธรรมและจริยธรรม	5.00	0.00	มากที่สุด
4. การใช้งานโปรแกรมทำให้ข้าพเจ้าลดภาระงานในการตรวจข้อสอบ	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	4.83	0.25	มากที่สุด
ด้านความถูกต้องครอบคลุม (Accuracy)			
1. โปรแกรมให้ข้อมูลเกี่ยวกับทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน ตามแนวคิดของโพลยา ได้ทั้ง 4 ขั้นตอน (เข้าใจโจทย์ วางแผนแก้ปัญหา ปฏิบัติตามแผน และตรวจสอบ)	5.00	0.00	มากที่สุด
2. โปรแกรมให้ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนเข้าใจโจทย์ของนักเรียนได้ถูกต้อง	4.80	0.41	มากที่สุด
3. โปรแกรมให้ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนวางแผนแก้ปัญหาของนักเรียนได้ถูกต้อง	4.87	0.35	มากที่สุด
4. โปรแกรมให้ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนปฏิบัติตามแผนของนักเรียนได้ถูกต้อง	4.73	0.46	มากที่สุด
5. โปรแกรมให้ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนตรวจสอบคำตอบของนักเรียนได้ถูกต้อง	5.00	0.00	มากที่สุด
6. ข้อมูลเกี่ยวกับทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนที่ได้จากโปรแกรมมีความน่าเชื่อถือ	4.46	0.63	มาก
7. โปรแกรมแสดงผลการทดสอบของนักเรียนได้ถูกต้อง	4.40	0.51	มาก
รวม	4.77	0.34	มากที่สุด
รวมทั้งสิ้น	4.78	0.37	มากที่สุด

จากตาราง 1 ผลการประเมินตามความคิดเห็นของครูผู้สอนเกี่ยวกับคุณภาพของโปรแกรมฯ ในภาพรวม พบว่า ครูผู้สอนมีความเห็นว่าโปรแกรมมีคุณภาพในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.78 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.37 มีค่าเฉลี่ยรายข้ออยู่ระหว่าง 4.10 ถึง 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 0.32 ถึง 0.63 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า

1. ด้านความเป็นประโยชน์ ครูผู้สอนมีความคิดเห็นว่ายู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.48 ส่วนในแต่ละประเด็นครูผู้สอนมีความเห็นว่า โปรแกรมฯ มีความเป็นประโยชน์ในระดับมากที่สุด 4 รายการ เรียงรายการตามลำดับจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย รายการที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดและมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ โปรแกรมมีประโยชน์ต่อการพัฒนาความสามารถของนักเรียน และเป็นประโยชน์ในการสอนซ่อมเสริมแก่นักเรียน รองลงมาคือ โปรแกรมให้ข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถของนักเรียนได้ทันทีและมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนรายการประเมินในระดับมาก มี 1 รายการ คือ โปรแกรมสามารถทดสอบความสามารถของนักเรียนได้พร้อมกันหลายด้าน

2. ด้านความเป็นไปได้ ครูผู้สอนมีความคิดเห็นว่ายู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.40 โดยในแต่ละประเด็นครูผู้สอนมีความเห็นว่า โปรแกรมฯ มีความเป็นไปได้ระดับมากที่สุดทั้ง 4 รายการ รายการที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ โปรแกรมสามารถนำไปใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนได้ รองลงมาและมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ โปรแกรมใช้งานได้ง่าย สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้ และครูผู้สอนเข้าใจการรายงานผลของโปรแกรม

3. ด้านความเหมาะสม ครูผู้สอนมีความคิดเห็นว่ายู่ในระดับมากที่สุด อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.83 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.25 ส่วนในแต่ละประเด็นครูผู้สอนมีความเห็นว่า โปรแกรมมีความเหมาะสมระดับมากที่สุดทั้ง 4 รายการ เรียงรายการตามลำดับจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย รายการที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดและมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ ข้าพเจ้าสามารถนำโปรแกรมมาใช้งานได้โดยไม่ต้องติดต่อกับหลักสูตรและจริยธรรม และโปรแกรมทำให้ข้าพเจ้าลดภาระงานในการตรวจงาน รองลงมา โปรแกรมมีข้อสอบตรงกับเนื้อหาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรของโรงเรียน และครูผู้สอนสามารถนำโปรแกรมมาใช้ได้ทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน

4. ด้านความถูกต้องครอบคลุม ครูผู้สอนมีความคิดเห็นว่ายู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.34 ส่วนในแต่ละประเด็นครูผู้สอนมีความเห็นว่า โปรแกรมฯ มีความถูกต้องครอบคลุมในระดับมากที่สุด มี 5 รายการ เรียงรายการตามลำดับจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย รายการที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดและค่าเฉลี่ยเท่ากัน 2 รายการ คือ โปรแกรมให้ข้อมูลเกี่ยวกับทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนตามแนวคิดของโพลยาได้ทั้ง 4 ขั้นตอนฯ และโปรแกรมให้ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนตรวจสอบคำตอบของนักเรียนได้ถูกต้อง รองลงมา คือ โปรแกรมให้ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนวางแผนแก้ปัญหา เข้าใจโจทย์ และปฏิบัติตามแผนของนักเรียนได้ถูกต้อง ส่วนรายการประเมินในระดับมาก มี 2 รายการ คือ ข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมเกี่ยวกับทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนมีความน่าเชื่อถือ และโปรแกรมแสดงผลการทดสอบของนักเรียนได้ถูกต้อง

2. ผลการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของโปรแกรมทดสอบและประเมินวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา รายละเอียดดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของโปรแกรมทดสอบและประเมินวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	การแปลความหมาย
ด้านความเป็นประโยชน์ (Utility)			
1. โปรแกรมมีประโยชน์ต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของข้าพเจ้า	4.53	0.51	มากที่สุด
2. โปรแกรมให้ผลสรุปที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาความสามารถของข้าพเจ้า	4.33	0.66	มาก
3. โปรแกรมให้ข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถของข้าพเจ้าได้ทันที	4.03	0.67	มาก
4. โปรแกรมสามารถทดสอบความสามารถของข้าพเจ้าได้พร้อมกันหลายด้าน	3.90	0.96	มาก
รวม	4.20	0.70	มาก
ด้านความเป็นไปได้ (Feasibility)			
1. โปรแกรมสามารถนำไปใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนได้	4.50	0.57	มาก
2. โปรแกรมใช้งานได้ง่าย	4.60	0.50	มากที่สุด
3. โปรแกรมสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนของข้าพเจ้าได้	4.17	0.59	มาก
4. ข้าพเจ้าเข้าใจการรายงานผลของโปรแกรม	4.03	0.76	มาก
รวม	4.33	0.61	มาก
ด้านความเหมาะสม (Propriety)			
1. ข้อสอบในโปรแกรมตรงกับเนื้อหาที่ครูสอน	4.10	0.61	มาก
2. ข้าพเจ้าสามารถนำโปรแกรมมาใช้ได้ทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน	4.13	0.68	มาก
3. ข้าพเจ้าสามารถนำโปรแกรมมาใช้งานได้ โดยไม่ต้องติดต่อกับหลักสูตร และจริยธรรม	4.53	0.57	มากที่สุด
4. การใช้งานโปรแกรมทำให้ข้าพเจ้าสนุกกับการทดสอบ	4.37	0.67	มาก
รวม	4.28	0.63	มาก

ตาราง 2 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	การแปลความหมาย
ด้านความถูกต้องครอบคลุม (Accuracy)			
1. โปรแกรมให้ข้อมูลเกี่ยวกับทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของข้าพเจ้าตามแนวคิดของโพลยาได้ทั้ง 4 ขั้นตอน (เข้าใจโจทย์ วางแผนแก้ปัญหา ปฏิบัติตามแผน และตรวจสอบ)	4.27	0.58	มาก
2. โปรแกรมให้ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนเข้าใจโจทย์ของข้าพเจ้าได้ถูกต้อง	4.13	0.63	มาก
3. โปรแกรมให้ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนวางแผนแก้ปัญหาของข้าพเจ้าได้ถูกต้อง	4.17	0.75	มาก
4. โปรแกรมให้ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนปฏิบัติตามแผนของข้าพเจ้าได้ถูกต้อง	3.90	0.71	มาก
5. โปรแกรมให้ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนตรวจสอบคำตอบของข้าพเจ้าได้ถูกต้อง	4.20	0.71	มาก
6. ข้อมูลเกี่ยวกับทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของข้าพเจ้าที่ได้จากโปรแกรมมีความน่าเชื่อถือ	4.13	0.63	มาก
7. โปรแกรมแสดงผลการทดสอบของข้าพเจ้าได้ถูกต้อง	4.37	0.56	มาก
รวม	4.17	0.65	มาก
รวมทั้งสิ้น	4.26	0.66	มาก

จากตาราง 2 ผลการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของโปรแกรมฯ ในภาพรวม พบว่า นักเรียนมีความเห็นว่าโปรแกรมมีคุณภาพในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.26 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66 มีค่าเฉลี่ยรายข้ออยู่ระหว่าง 3.90 ถึง 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 0.50 ถึง 0.96 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า

1. ด้านความเป็นประโยชน์ นักเรียนมีความคิดเห็นว่าอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.70 โดยในแต่ละประเด็นนักเรียนมีความคิดเห็นว่า โปรแกรมฯ มีความเป็นประโยชน์ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเรียงตามลำดับจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย รายการที่มีค่าเฉลี่ยระดับมากที่สุด 1 รายการ คือ โปรแกรมมีประโยชน์ต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของข้าพเจ้า รองลงมาอยู่ในระดับมาก 3 รายการ คือ โปรแกรมให้ผลสรุปที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาความสามารถของข้าพเจ้า โปรแกรมให้ข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถของข้าพเจ้าได้ทันที และโปรแกรมสามารถทดสอบความสามารถของข้าพเจ้าได้พร้อมกันหลายด้าน

2. ด้านความเป็นไปได้ นักเรียนมีความคิดเห็นว่าอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.33 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.61 โดยในแต่ละประเด็นนักเรียนมีความคิดเห็นว่า โปรแกรมฯ มีความเป็นไปได้ในระดับมาก เรียงรายการตามลำดับจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย มีรายการที่มีค่าเฉลี่ยระดับมากที่สุด 1 รายการ คือ โปรแกรมใช้งานได้ง่าย รองลงมาอยู่ในระดับมาก 3 รายการ คือ ข้าพเจ้าสามารถใช้โปรแกรมทดสอบและประเมินฯ กับเครื่องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนได้ โปรแกรมสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนของข้าพเจ้าได้ และข้าพเจ้าเข้าใจการรายงานผลของโปรแกรม

3. ด้านความเหมาะสม นักเรียนมีความคิดเห็นว่าอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.28 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.63 โดยในแต่ละประเด็นนักเรียนมีความคิดเห็นว่า โปรแกรมฯ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก เรียงรายการตามลำดับจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย มีรายการที่มีค่าเฉลี่ยระดับมากที่สุด 1 รายการ คือ ข้าพเจ้าสามารถใช้งานโปรแกรมได้โดยไม่ขัดต่อหลักศีลธรรมและจริยธรรม รองลงมาอยู่ในระดับมาก 3 รายการ คือ โปรแกรมทดสอบและประเมินฯ ทำให้ข้าพเจ้าสนุกกับการทดสอบ ข้าพเจ้าสามารถใช้โปรแกรมในการประเมินความสามารถของตนเองได้ทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน และโปรแกรมทดสอบและประเมินฯ มีข้อสอบตรงกับเนื้อหาที่ครูสอน

4. ด้านความถูกต้องครอบคลุม นักเรียนมีความคิดเห็นว่าอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.17 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.65 โดยแต่ละประเด็นนักเรียนมีความคิดเห็นว่า โปรแกรมฯ มีความถูกต้องครอบคลุมอยู่ในระดับมากทั้ง 7 รายการ เรียงรายการตามลำดับจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย คือ โปรแกรมแสดงผลการทดสอบของข้าพเจ้าได้ถูกต้อง รองลงมา คือ โปรแกรมให้ข้อมูลเกี่ยวกับทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของข้าพเจ้าตามแนวคิดของโพลยาได้ทั้ง 4 ขั้นตอนฯ โปรแกรมให้ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนเข้าใจโจทย์ ขั้นตอนวางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนปฏิบัติตามแผน ตรวจสอบคำตอบ ของข้าพเจ้าได้ถูกต้องตามลำดับ และข้อมูลเกี่ยวกับทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของข้าพเจ้าที่ได้จากโปรแกรมมีความน่าเชื่อถือ

จากผลการประเมินคุณภาพโปรแกรมของผู้ใช้งานทั้งครูและนักเรียน สรุปได้ว่าโปรแกรมที่มีคุณภาพ มีประโยชน์ สามารถนำไปใช้งานได้จริง มีความเหมาะสม และให้ผลการประเมินวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้ถูกต้อง แม่นยำ และครอบคลุมทักษะการแก้โจทย์ปัญหาแนวคิดของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอน คือ ขั้นเข้าใจโจทย์ ขั้นตอนวางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนปฏิบัติตามแผน และขั้นตรวจสอบคำตอบ

สรุปผลการวิจัย

การประเมินคุณภาพโปรแกรมทดสอบและประเมินวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เกี่ยวกับความเป็นประโยชน์ ด้านความเป็นไปได้ ด้านความเหมาะสม และด้านความถูกต้องครอบคลุม ในภาพรวม พบว่า ผู้ใช้งานมีความคิดเห็นว่าโปรแกรมมีคุณภาพ สามารถนำไปใช้งานได้ในระดับมาก โดยครูผู้สอนมีความคิดเห็นว่าโปรแกรมมีคุณภาพโดยรวมและรายด้านทั้ง 4 ด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนนักเรียนมีความคิดเห็นว่าโปรแกรมมีคุณภาพโดยรวมและรายด้านทั้ง 4 ด้าน อยู่ในระดับมาก

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการประเมินตามความคิดเห็นของครูผู้สอนเกี่ยวกับคุณภาพของโปรแกรม ในภาพรวม พบว่า ครูผู้สอนมีความเห็นว่าโปรแกรมมีประโยชน์ มีความเป็นไปได้ มีความเหมาะสม และมีความถูกต้องครอบคลุมในระดับมากที่สุด ส่วนนักเรียนมีความเห็นว่าโปรแกรมมีประโยชน์ มีความเป็นไปได้ มีความเหมาะสม และมีความถูกต้องครอบคลุมในระดับมาก ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากโปรแกรมทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นการใช้สื่อผสมหลายหลาก ทำให้ลดผลกระทบในทางลบที่มีต่อผู้สอบที่มีความสามารถในการอ่านต่ำ ทำให้ชุดข้อคำถามมีความสอดคล้องเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการถาม (Parshall, Davey, & Pashley, 2002, pp. 23-25) อีกทั้งโปรแกรมมีการรายงานผลที่รวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ (Parshall, Davey, & Pashley, 2002, pp. 23-25; Senarat, Tayraukham, Piyapimonsit, & Tongkhambanjont, 2013, p. 1020) สอดคล้องกับงานวิจัยของ สมประสงค์ เสนารัตน์ (2555, หน้า 187-199) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง “การพัฒนาการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อวินิจฉัยกระบวนการพุทธิปัญญาในการเรียนพีชคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ” พบว่า ครูและนักเรียนมีความเห็นว่าโปรแกรมมีประโยชน์ มีความเป็นไปได้ มีความเหมาะสม และมีความถูกต้องครอบคลุมในระดับมาก อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ จารุจิตร สิทธิบุ (2558, หน้า 133-135) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการทดสอบ O-NET ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” พบว่า นักเรียนที่ทดลองใช้โปรแกรมมีความเห็นว่าการใช้โปรแกรมและการดำเนินการใช้โปรแกรม มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีและเป็นที่พึงพอใจ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำเอาผลวิจัยไปใช้

ในการเรียนการสอน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ครูและนักเรียนสามารถนำเอาโปรแกรมไปใช้งานได้ทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน เพื่อนำเอาผลการทดสอบไปใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนของตนเอง

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการวิจัยประเมินคุณภาพของโปรแกรมการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์จากผู้ใช้งาน และนำเอาผลการประเมินไปปรับปรุงคุณภาพโปรแกรม ก่อนที่จะนำเอาโปรแกรมไปใช้งานในสถานการณ์จริง

เอกสารอ้างอิง

- จารุจิตร สิทธิบุ. (2558). *การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการทดสอบ O-NET ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2523). *แบบทดสอบวินิจฉัย. วารสารการวัดผลการศึกษา*, 2(1), 9-24.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2555). *ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมประสงค์ เสนารัตน์. (2555). *การพัฒนาการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อวินิจฉัยกระบวนการพุทธิปัญญาในการเรียนพีชคณิตของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ*. วิทยานิพนธ์ ป.ด. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2559). *รายงานประจำปี 2559*. เข้าถึงได้จาก http://www.niets.or.th/uploads/content_pdf/pdf_1503649895.pdf. 10 เมษายน 2561.

- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุราษฎร์ธานี เขต 1. (2559). รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2558. เข้าถึงได้จาก <http://www.yst1.go.th/forum.php?mod=viewthread&tid=867>. 10 เมษายน 2561.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2552). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- Frey, A., & Seitz, NN. (2009). Multidimensional adaptive testing in educational and psychological measurement: Current state and future challenges. *Stud. Educ. Evalu.* 35, 89-97.
- Huebner, A. (2010). An Overview of Recent Developments in Cognitive Diagnostic Computer Adaptive Assessments. *Practical Assessment, Research & Evaluation*. from <http://pareonline.net/getvn.asp?v=15&n=3>. 8 February 2016.
- Lindquist, E.F. (1956). *Educational Measurement*. Washington: American Council of Education.
- Parshall, CG., Davey, T., & Pashley, PJ. (2002). Innovative Item Types for Computerized Testing. In W. J. van der Linden & C.A.W. Glas (Eds.), *Computerized Adaptive Testing: Theory and Practice* (pp. 129-148). Netherlands: Kluwer.
- Senarat S., Tayraukham, S., Piyapimonsit, C., & Tongkhambanjong, S. (2012). "Development of an item bank of order and graph by applying multidimensional item response theory." *Canadian Social Science*, 8(4), pp.21-27.
- Senarat S., Tayraukham, S., Piyapimonsit, C., & Tongkhambanjong, S. (2013) Development of a computerized adaptive testing for diagnosing the cognitive process of grade 7 students in learning algebra, using multidimensional item response theory. *Educational Research and Reviews*, Kenya, v. 8, n. 13, pp. 1009-1021.