การประเมินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแบบพหุมิติโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้**

เจนรบ โกรธา[1*] และ พัชรี จันทร์เพ็ง[2]

[1]นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษานำร่องในโครงการพัฒนาระบบการประเมินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแบบพหุมิติ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการประเมินและการรายงานผลระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแบบพหุมิติโดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนา อาศัยการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ประกอบด้วย ครู ผู้บริหารสถานศึกษา ศึกษานิเทศก์ในเขตพื้นที่การศึกษา นักวิชาการที่เกี่ยวข้องในสำนักทดสอบทางการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการและสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งเลือกแบบเจาะจงตามเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อร่วมกันออกแบบวิธีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยในการประเมินและการรายงานผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้ จากการสัมภาษณ์เชิงลึกและการสนทนากลุ่ม รวมถึงการสังเคราะห์เอกสาร เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการประเมิน ผลการวิจัยพบว่า (1) วิธีการประเมินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ควรมุ่งเน้นการให้ข้อมูลย้อนกลับต่อผู้เรียนใน 3 ลักษณะ คือ การให้ข้อมูลกระตุ้นการเรียนรู้ การให้ข้อมูลย้อนกลับ และการให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด โดยสะท้อนให้เห็นความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนทั้งมิติของกระบวนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และมิติของกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา ภายใต้โมเดลเชิงโครงสร้างเป็นฐานในการพัฒนา 4 ขั้นตอน คือ (I) การพัฒนาแผนที่โครงสร้างของระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ (II) การพัฒนาคำถามตามแผนที่โครงสร้างของระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ (III) การให้คะแนนของผลลัพธ์การเรียนรู้ และ (IV) การวิเคราะห์โมเดลเชิงโครงสร้างและการแปลผลโดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ ในการตรวจสอบคุณภาพของกรอบการประเมินและประมาณค่าระดับความสามารถของผู้เรียน และ (2) การรายงานผล ควรมีองค์ประกอบของระบบประเมินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแบบพหุมิติ 5 ส่วน คือ (I) ระบบการลงทะเบียน (II) ข้อมูลนำเข้า (III) ระบบประมวลผล (IV) ระบบรายงานผลการทดสอบและคู่มือการใช้ และ (V) การตรวจสอบคุณภาพของวิธีการประเมินและการรายงานผล ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้นำไปสู่การพัฒนาระบบการประเมินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่จะเป็นประโยชน์ต่อครู ศึกษานิเทศก์ และเขตพื้นที่การศึกษาให้เข้าถึงข้อมูลได้ง่าย เพื่อนำไปใช้พัฒนาผู้เรียนเป็นรายบุคคลและการเตรียมพร้อมให้ผู้เรียนพัฒนาในระดับที่สูงขึ้น

คำสำคัญ : การประเมินเพื่อการเรียนรู้ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพุมิติ เทคโนโลยีสารสนเทศ ความสามารถทางคณิตศาสตร์

**การวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (*สกว.*) ภายใต้ทุนพัฒนานักวิจัย (เมธีวิจัย)

*Corresponding author : +66 9 0852 9136

Email address: jenropkrotha@kkumail.com

Assessing Student's Multidimensional Mathematical Proficiency Level Through Information Technology in Assessment for Learning Report

Jenrop Krotha[1*] and Putcharee Junpeng[2]

[1]Master Degree Student, Educational and Education Program Faculty of Education, Khon Kaen University

[2]Assistant Professor, Educational and Education Program Faculty of Education, Khon Kaen University

Abstract

This research is a pilot project study in systematic development assessing student's multidimensional mathematical proficiency level through information technology in assessment for learning report. The purposes of this research were to study the method of assessing and reporting of students' multidimensional mathematical proficiency level based on research and development methodology. The Participants were teachers, educational managers, educational supervisors in educational area service, educational test bureau belong to the Ministry of Education and The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). Samples were chosen by purposive sampling based on rule for designing method to use technology in assessing and reporting assessment for learning. From in-depth interview and focus group involved synthetic from document for development of assessment system. The following results were found as follow: (1) the method for assessing students' mathematical proficiency level should focus on three feature of feedback; feed up, feedback and feed forward that showed student's mathematical proficiency in mathematical procedure dimension and mathematical strategies dimension based on construct modelling. There were 4 building blocks aspects which consisted of (I) progress map (II) item/task design (III) outcome space and (IV) measurement model/Wright map used the Multidimensional Random Coefficients Multinomial Logit Model (MRCML) checking the quality of assessment framework and estimated students's proficiencies. (2) The reporting consisted of 5 main aspects: (I) register system (II) input data (III) process system (IV) report test system and manual (V) quality of method for assessing and reporting. The result of this research can be benefit in assessing student's mathematical proficiency development system help teachers, educational supervisors and educational area service access this to plan higher level of teaching and learning in different learners.

Keyword : Assessment for Learning, Multidimensional Random Coefficients Multinomial Logit Model, Information Technology, Mathematical Proficiency

บทนำ

การประเมินเพื่อการเรียนรู้เพื่อนำข้อมูลสารสนเทศของผู้เรียนไปสู่การปรับปรุงพัฒนาการเรียนรู้ผู้เรียน จะต้องทราบถึงสารสนเทศความรู้ ความสามารถ ทักษะผู้เรียนรายบุคคลอย่างรอบด้าน รวมทั้งพฤติกรรมที่สามารถระบุสิ่งที่ผู้เรียนสามารถกระทำได้หรือเข้าใจอยู่ในปัจจุบัน สิ่งที่ผู้เรียนบกพร่องหรือยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนไป ฉะนั้น เพื่อให้สามารถรู้และเข้าใจผู้เรียนได้เป็นอย่างดีและตอบสนองต่อการพัฒนาการเรียนรู้ที่เหมาะสม การรู้ระดับความสามารถของผู้เรียน (Proficiency Level) รวมทั้งสามารถอธิบายลักษณะสำคัญของระดับความสามารถนั้นๆ ถือเป็นปัจจัยหลักสำคัญอย่างยิ่งที่จะเป็นสารสนเทศในการพัฒนารูปแบบหรือกระบวนการจัดการเรียนรู้ การใช้การประเมินผลเพื่อการเรียนรู้ (Assessment for Learning) จึงเป็นกระบวนการสำคัญต่อการปรับปรุงและพัฒนาผู้เรียน ซึ่งการประเมินเพื่อการเรียนรู้เป็นการประเมินกระบวนการและวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยอาศัยทั้งข้อมูลและสารสนเทศทางการประเมินผลเป็นข้อมูลย้อนกลับ เพื่อเข้าสู่การประเมินปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียน ปรับปรุงวิธีการเรียนรู้หรือวิธีกระบวนการทำงานของผู้เรียน เพื่อที่จะพัฒนาผู้เรียนเป็นรายบุคคล ผู้สอนมีวิธีการ มีการวางแผนการเรียนในขั้นตอนต่อไปให้บรรลุผล การเรียนรู้ที่แท้จริง เป็นกระบวนการของการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียน การประเมินเพื่อการเรียนรู้ จึงมุ่งที่จะให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านกระบวนการและวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้ตามความสามารถ เข้าใจและสามารถปรับปรุงวิธีการเรียนรู้ของตนเองทั้งทางด้านเนื้อหาสาระ การปฏิบัติ การอยู่ร่วมกัน และการประกอบอาชีพในอนาคต โดยที่การประเมินเพื่อการเรียนรู้มุ่งเน้นการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ใน 3 ลักษณะที่สำคัญ (Black, William, 2009; Chappuis, 2015; Frey, Fisher, 2011; Hattie, Timperley, 2007) คือ (1) การให้ข้อมูลกระตุ้นการเรียนรู้ (Feed Up) (2) การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และ (3) การให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด (Feed Forward) ดังนั้น การประเมินเพื่อการเรียนรู้จึงมีความสำคัญและส่งผลต่อการเรียนรู้เป็นรายบุคคลทั้งปัจจุบันและอนาคตของผู้เรียน (ราชบัณฑิตยสถาน, 2558)

ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เป็นความสามารถที่ต้องการเข้าใจการประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่จำเป็นในชีวิตประจำวันที่พบหรือเกิดขึ้นจริงได้ รวมถึงการเลือกใช้กลยุทธ์มาช่วยแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างชาญฉลาดและมีประสิทธิภาพ (Kilpatrick, Swaff, 2002; Schoenfeld, 2007) ซึ่งความสามารถทางคณิตศาสตร์ สามารถแบ่งได้หลายองค์ประกอบด้วยกัน ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญมี 2 ด้าน คือ (1) กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และ (2) โครงสร้างความคิดรวบยอด โดยการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ควรสะท้อนให้เห็นเนื้อหาและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้สอดคล้องและได้ค่าความสามารถที่ตรงกับความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน (Junpeng, & Wilson, 2016)

การได้มาซึ่งสารสนเทศเกี่ยวกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อให้ครอบคลุมในหลากหลายมิติทั้งมิติกระบวนการทางคณิตศาสตร์และมิติโครงสร้างความคิดรวบยอดดังกล่าวข้างต้น มีกระบวนการที่ซับซ้อนและถือว่าเป็นเรื่องยากในการใช้งาน การทำความเข้าใจต่อการที่จะให้บุคคลทั่วไปหรือครูที่ไม่เชี่ยวชาญทางด้านการวัดและประเมินผลมาทำการวิเคราะห์ระดับการใช้งานโปรแกรมทางสถิติ รวมทั้งการอ่านสถิติผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมถือว่าเป็นเรื่องยุ่งยากในการปฏิบัติ โดยหากมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกในการประมวลผลและประเมิน เมื่อมีการนำเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกในการคำนวณ ประเมิน และแปลค่าความหมายจากค่าตัวเลขทางสถิติ ซึ่งจะเป็นผลดีต่อการช่วยเหลือครู สถานศึกษา หรือเขตพื้นที่ ในการศึกษาการวิเคราะห์ระดับความสามารถของผู้เรียน ที่มุ่งเน้นสู่การพัฒนาทำให้เกิดคำถามการวิจัยที่ว่า

“วิธีการประเมินและการรายงานผลระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแบบพหุมิติ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้ควรมีลักษณะอย่างไร?”

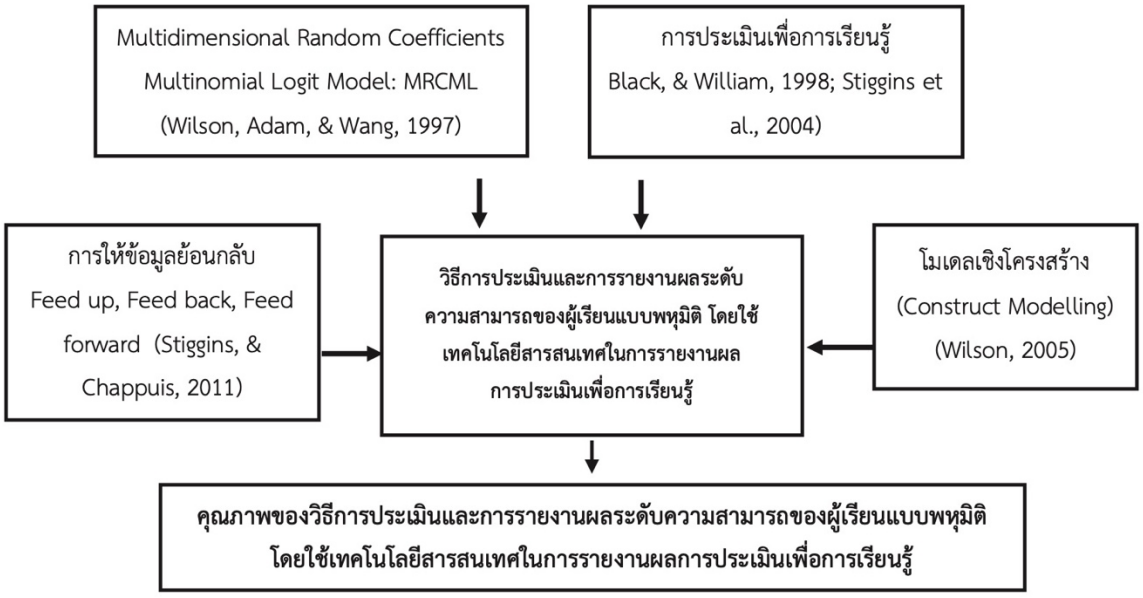
ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาวิธีการประเมินและรายงานผลการประเมินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแบบพหุมิติ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษานำร่องในโครงการพัฒนาระบบการประเมินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแบบพหุมิติ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้ที่ถือเป็นการพัฒนานวัตกรรมทางด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาให้สามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวกมากยิ่งขึ้นสำหรับครู บุคลากรทางการศึกษา หรือบุคคลทั่วไป เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาและส่งเสริมผู้เรียนอย่างแท้จริง

วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษานำร่องในโครงการพัฒนาระบบการประเมินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแบบพหุมิติ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้ มีวัตถุประสงค์เฉพาะเพื่อศึกษาวิธีการประเมินและการรายงานผลระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแบบพหุมิติ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีแนวคิดที่สามารถประยุกต์ใช้ร่วมกันเพื่อประเมินความสามารถของผู้เรียน คือ (1) โมเดลเชิงโครงสร้าง (Construct Modeling) (Wilson, 2005) มี 4 องค์ประกอบ คือ (1.1) แผนที่โครงสร้างระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ (1.2) การออกแบบคำถามตามแผนที่โครงสร้างของระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ (1.3) การให้คะแนนของผลลัพธ์การเรียนรู้ และ (1.4) การวิเคราะห์โมเดลเชิงโครงสร้างและการแปลผล ซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนาระบบการประเมินที่เน้นการตีความอย่างมีความหมายกับการทำงานของผู้เรียนที่สอดคล้องกับการรู้คิดและเป้าหมายของหลักสูตร เพื่อให้การสะท้อนผลมีประสิทธิภาพทั้งจากครูไปยังผู้เรียนและจากผู้เรียนไปที่ครูในระยะเวลาที่รวดเร็ว เพื่อใช้ในการวางแผน ปรับปรุงแก้ไขผู้เรียนทั้งในระยะสั้นและระยะยาวอย่างแท้จริง (Wilson, 2005; Wilson, 2009; Kennedy, & Wilson, 2006; Black, Wilson, & Yao, 2011; Wilson et al., 2012) (2) ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Multidimensional Random Coefficients Multinomial Logit; MRCML) ซึ่งในทางปฏิบัติการวัดความสามารถของผู้เรียนเพียง 1 มิติ อาจไม่เหมาะสมกับสถานการณ์ในปัจจุบันที่เนื้อหามีลักษณะบูรณาการหลายมิติ จึงจำเป็นต้องนำเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Wilson, Adam, & Wang, 1997) มาเป็นฐานการประเมินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแบบพหุมิติ ทำให้ได้สารสนเทศความสามารถของผู้เรียน และการตีความอย่างมีความหมาย เพื่อให้ผลการประมาณค่าของผู้เรียนมีความถูกต้องยิ่งขึ้น นำไปสู่การประเมินและให้ข้อมูลย้อนกลับต่อผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Junpeng, 2007; Junpeng, & Wilson, 2016) โดยสามารถแสดงกรอบแนวคิดการวิจัย ดังรูปภาพที่ 1



รูปภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษานำร่องในโครงการพัฒนาระบบการประเมินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแบบพหุมิติ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผลการประเมินโดยเป็นเพียงการศึกษาระยะแรกของกระบวนการวิจัยเพื่อนำข้อมูลสารสนเทศที่ได้ไปสู่การพัฒนาระบบต่อไป

2. การประเมินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้ เป็นการประยุกต์ใช้แนวคิดของโมเดลพหุมิติ (Multidimensional Model) ร่วมกับแนวความคิดของโมเดลเชิงโครงสร้าง (Construct Modelling) เพื่อประมวลผลความสามารถของผู้เรียน กำหนดคะแนนจุดตัด คุณภาพของข้อคำถามและคุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับ

3. เครื่องมือในการประเมินระดับความสามารถของผู้เรียนเป็นแบบทดสอบสอบรายวิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ที่มีลักษณะเป็นข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data)

4. ระบบการประเมินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้ พัฒนาโดยภาษา PHP ร่วมกับ Bootstrap โดยรายงานระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนทั้งรายบุคคลและภาพรวม เพื่อให้ผู้ใช้งานโดยทั่วไปสามารถทำความเข้าใจในระบบได้ง่าย และสะดวกต่อการใช้งานในทุกแห่งผ่านระบบออนไลน์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย คือครู ผู้อำนวยการสถานศึกษา ศึกษานิเทศก์

2. รูปแบบการวิจัย

การพัฒนาระบบการประเมินระดับความสามารถของผู้เรียนแบบพหุมิติ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้ ใช้ระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมีขั้นตอนการวิจัย 3 ระยะ คือ (1) การพัฒนาระบบการประเมินระดับความสามารถในขั้นตอนต่อไปของผู้เรียนแบบพหุมิติ (2) การทดลองใช้ระบบ และ (3) การประเมินผลระบบ โดยการศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษานำร่องอยู่ในระยะที่ 1 เพื่อนำข้อมูลสามารสนเทศที่ได้สู่การพัฒนาระบบฯ

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสัมภาษณ์เชิงลึกชนิดไม่มีโครงสร้างและแบบบันทึกการสนทนากลุ่ม เพื่อใช้สำหรับครู ผู้บริหารสถานศึกษา ศึกษานิเทศก์ในเขตพื้นที่การศึกษา รวมถึงนักวิชาการที่เกี่ยวข้องในสำนักทดสอบทางการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการและสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยการเลือกแบบเจาะจงตามเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อร่วมกันออกแบบและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับวิธีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยในการประเมินและการรายผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

สำหรับการศึกษาวิธีการประเมินและการรายงานผลระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแบบพหุมิติ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

4.1 การเก็บรวมรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกและการสนทนากลุ่ม ประกอบด้วย ครู ผู้บริหารสถานศึกษา ศึกษานิเทศก์ในเขตพื้นที่การศึกษา นักวิชาการที่เกี่ยวข้องในสำนักทดสอบทางการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการและสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยการเลือกแบบเจาะจงตามเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อร่วมกันออกแบบวิธีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยในการประเมินและการรายผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้ ด้วยตัวเอง

4.2 การสังเคราะห์วิธีการและการรายงานผลเพื่อนำไปสู่การร่างระบบ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกและการสนทนากลุ่มร่วมกับการวิจัยเอกสารที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและรวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาลักษณะวิธีการประเมินและการรายงานผลระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแบบพหุมิติ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้ ในรายละเอียดดังนี้

(1) การประเมินเพื่อการเรียนรู้ (Assessment for Learning)

(2) ความสามารถของผู้เรียน (Student's Proficiency)

(3) โมเดลพหุมิติ (Multidimensional Model) (Wilson, Adam, Wang, 1997)

(4) โมเดลเชิงโครงสร้าง (Construct Modelling) (Wilson, 2005)

(5) ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Multidimensional Random Coefficients Multinomial Logit; MRCML) (Wilson, Adam, Wang, 1997 Cited in Briggs, Wilson, 2003)

(6) การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) (Stiggins and Chappuis, 2011)

(7) การพัฒนาระบบและเทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผล

(8) วิธีการตรวจสอบคุณภาพของการรายงานผลระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแบบพหุมิติ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกและการสนทนากลุ่ม ผู้วิจัยได้ทำการถอดบทสัมภาษณ์ แล้วทำการจัดกลุ่มความต้องการ และออกแบบวิธีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยในการประเมินและการรายผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาและรวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ดังนี้

(1) การประเมินเพื่อการเรียนรู้ (Assessment for Learning) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาปัจจัยสำคัญที่จะช่วยในการส่งเสริมการเรียนรู้โดยการประเมินผลเพื่อการเรียนรู้

(2) ความสามารถของผู้เรียน (Student's Proficiency) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถของผู้เรียนหมายถึงอะไร เพื่อกำหนดเป็นแนวทางที่จะประเมินความสามารถเพื่อให้ได้ค่าความสามารถของผู้เรียนที่แท้จริงของผู้เรียนมากที่สุด

(3) โมเดลพหุมิติ (Multidimensional Model) (Wilson, Adam, Wang, 1997) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และเปรียบเทียบโมเดลพหุมิติที่มีลักษณะการวัดและการให้คะแนนที่แตกต่างกันออกไป เพื่อให้มีความสอดคล้องและเหมาะสมกับการประเมินความสามารถของผู้เรียน รูปแบบการประเมิน และการรายงานผล

(4) แนวความคิดของโมเดลเชิงโครงสร้าง (Construct Modelling) (Wilson, 2005) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์แนวความคิดของโมเดลเชิงโครงสร้าง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนากรอบการประเมินความสามารถของผู้เรียนใน 4 ขั้นตอน (Four Building Blocks) คือ ประกอบด้วย (1) แผนที่โครงสร้างระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ (Construct/Progress Map) (2) ออกแบบคำถามตามแผนที่โครงสร้างของระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ (Item/Task Design) (3) การให้คะแนนของผลลัพธ์การเรียนรู้ (Outcome Space) และ (4) การวิเคราะห์โมเดลเชิงโครงสร้างและการแปลผล (Measurement Model/Wright Map) เพื่อใช้เป็นฐานในการออกแบบวิธีการประเมินและการรายงานผลระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแบบพหุมิติ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้

(5) ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพุมิติ (Multidimensional Random Coefficients Multinomial Logit; MRCML) (Wilson, Adam, Wang, 1997 Cited in Briggs, Wilson, 2003) ผู้วิจัยได้เล็งเห็นว่า ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพุมิติแบบ MRCML ซึ่งจะประกอบไปด้วย 2 เมตริกซ์ คือ เมตริกซ์การออกแบบ (Design Metrix) และเมตริกซ์การให้คะแนน (Scoring Metrix) ซึ่งโมเดลเหล่านี้จะมีลักษณะที่สอดคล้องคล้องกับบริบทจริงและง่ายต่อการแปลผลในทางปฏิบัติ (Wilson, & Adams, 1995) เนื่องจากมีการประมาณค่าความพารามิเตอร์น้อยกว่าโมเดลประเภทอื่น เช่น โมเดลแบบ 2 และ 3 พาราเตอร์ เป็นต้น จึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับกลุ่มตัวอย่างไม่มาก เช่น 30-50 คนได้ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการประเมินในชั้นเรียนได้

(6) การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) (Stiggins, Chappuis, 2011) จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์การประเมินเพื่อการเรียนรู้ พบว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นปัจจัยหลักสำคัญในการประเมินเพื่อการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงศึกษาและวิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการรายงานผลการประเมินเพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับกับผู้เรียนให้สอดคล้องกับความต้องการ

(7) การพัฒนาระบบและเทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผล ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หลักการและแนวคิดในการพัฒนาโดยใช้หลักการและแนวคิดของกระบวนการพัฒนาระบบ เพื่อใช้ในการออกแบบข้อมูลนำเข้า (Input) ระบบประมวลผล (Process) ระบบรายงานผลการทดสอบ (Report)

(8) วิธีการตรวจสอบคุณภาพของการรายงานผลระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแบบพหุมิติ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้ สำหรับรูปแบบการรายงานผลการประเมินโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งมีลักษณะเป็นระบบออนไลน์ การตรวจสอบคุณภาพผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการและทฤษฎีในการประเมินเพื่อให้มีความน่าเชื่อถือ

ผลการวิจัย

1. วิธีการประเมินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแบบพหุมิติ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่าควรมุ่งเน้นการให้ข้อมูลย้อนกลับต่อผู้เรียนใน 3 ลักษณะ คือ การให้ข้อมูลกระตุ้นการเรียนรู้ (Feed up) การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และการให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด (Feed forward) โดยสะท้อนให้เห็นความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนทั้งมิติของกระบวนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Procedure) และมิติของกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา (Mathematical Strategies) ภายใต้โมเดลเชิงโครงสร้าง (Construct Modelling) เป็นฐานในการพัฒนา 4 ขั้นตอน (4 Building Blocks) นั่นคือ (1) การพัฒนาแผนที่โครงสร้างของระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ (Progress Map) (2) การพัฒนาคำถามตามแผนที่โครงสร้างของระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ (Item/Task Design) (3) การให้คะแนนของผลลัพธ์การเรียนรู้ (Outcome Space) และ (4) การวิเคราะห์โมเดลเชิงโครงสร้างและการแปลผล

(Measurement Model/Wright Map) โดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Multidimensional Random Coefficients Multinomial Logit Model; MRCMLM) ในการตรวจสอบคุณภาพของกรอบการประเมินและประมาณค่าระดับความสามารถของผู้เรียน

2. การรายงานผลระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแบบพหุมิติ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ควรมีองค์ประกอบของระบบประเมินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแบบพหุมิติ 5 ส่วน คือ

2.1 ระบบการลงทะเบียน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทุกคนต้องดำเนินการลงทะเบียนก่อนเข้าสู่ระบบเพื่อเป็นการยืนยันตัวบุคคล ระบบจะนำข้อมูลที่ผู้ใช้งานระบบลงทะเบียนไว้มาใช้ในการออกรายงานผลการประเมิน

2.2 ข้อมูลนำเข้า (Input) สำหรับการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแบบพหุมิติ ผู้วิจัยได้ใช้ โมเดลเชิงโครงสร้าง (Construct Modelling) เพื่อใช้เป็นฐานสำคัญในการกำหนดกรอบการประเมิน การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนั้นสำหรับส่วนของข้อมูลนำเข้านั้น จำเป็นต้องรับข้อมูลดังรายละเอียดต่อไปนี้

(1) แผนที่โครงสร้างของระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ (Progress Map) เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดมาตรฐาน การเรียนรู้ของผู้เรียนที่สะท้อนให้เห็นถึงความก้าวหน้าในการเรียนรู้ โดยระบุจำนวนและระดับแผนที่โครงสร้างของระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ และคำอธิบาย

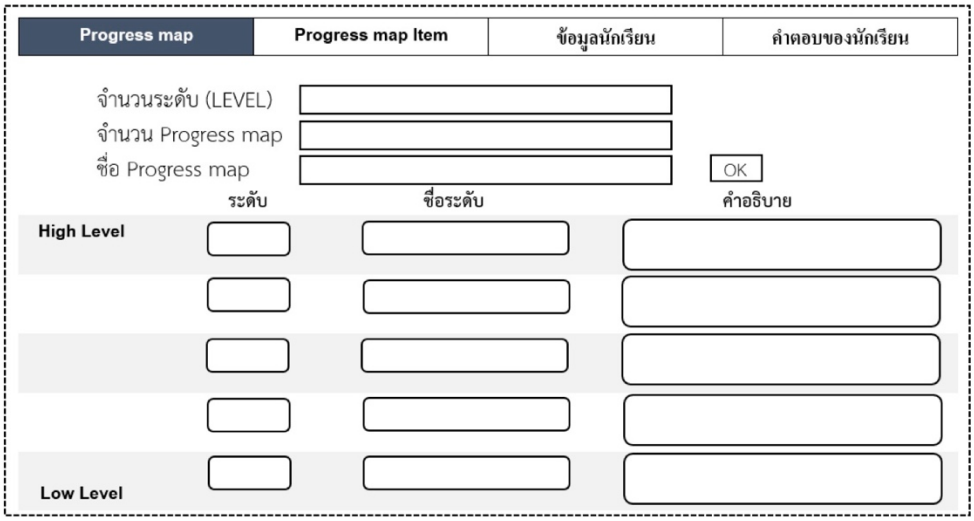
(2) คำถามตามแผนที่โครงสร้างของระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ (Item/Task Design) การออกแบบชิ้นงานหรือข้อคำถามเป็นการวางแผนวิธีการที่ใช้เป็นองค์ประกอบสำคัญในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เรียน โดยระบุจำนวนข้อ (ข้อใหญ่และ/หรือข้อย่อย) พร้อมระบุระดับที่วัด

(3) การให้คะแนนของผลลัพธ์การเรียนรู้ (Outcome Space) กำหนดระดับคะแนนให้สอดคล้องกับแผนที่โครงสร้างของระดับผลลัพธ์การและผลการตอบของผู้เรียนในบริบทจริง

(4) การวิเคราะห์โมเดลเชิงโครงสร้างและการแปลผล (Measurement Model/Wright Map) เป็นการอธิบายถึงระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแบบพหุมิติ มีความรู้และทักษะอยู่ในระดับใด มีลักษณะที่สำคัญอย่างไร มีความรู้และทักษะใดที่จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้ดีขึ้น รวมถึงมีมโนทัศน์ใดที่คลาดเคลื่อนที่จำเป็นต้องมีการปรับปรุงพัฒนาอย่างเร่งด่วน การวิเคราะห์โมเดลเชิงโครงสร้างและการแปลผลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีลักษณะเป็นโมเดลพหุมิติที่มีความสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบ (Between Item Multidimensional Model)

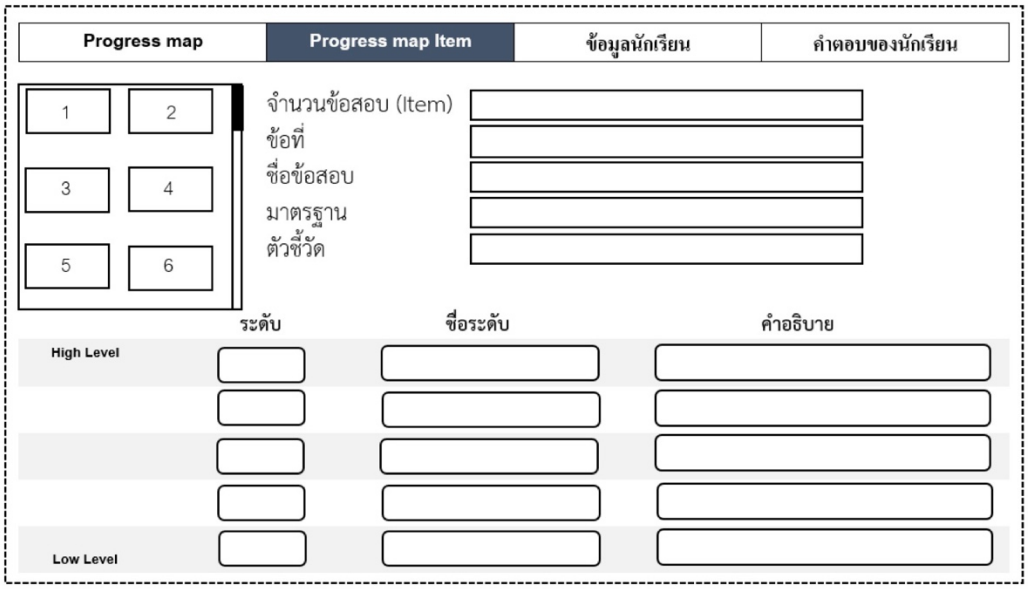
5) ผลการตอบของนักเรียนรายบุคคล (คะแนนหรือระดับ)

สำหรับการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแบบพหุมิติ สามารถเขียนเป็นภาพตัวอย่างของหน้าจอโปรแกรมสำหรับการรับข้อมูลเข้าได้ดังรูปภาพที่ 2 ดังนี้



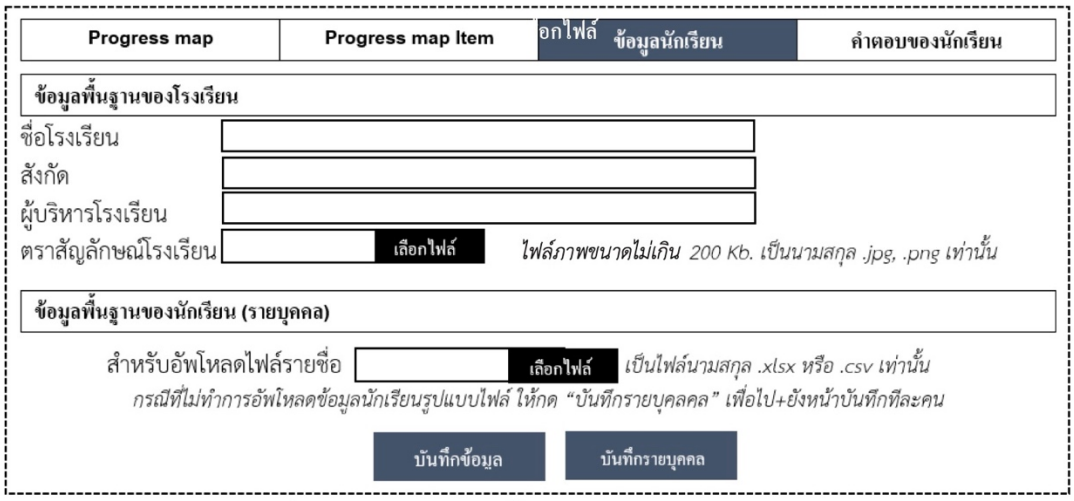
รูปภาพที่ 2 หน้ารับข้อมูลสำหรับแผนที่โครงสร้างของระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ (Progress Map) แบบประเมิน

จากรูปภาพที่ 2 เป็นการออกแบบหน้าต่างสำหรับรับข้อมูล Progress Map แบบประเมิน โดยที่สามารถระบุจำนวน Progress Map หรือจำนวนมิติในการวัดได้ เมื่อทำการกำหนดแล้วจึงจะสามารถระบุจำนวนระดับ ชื่อระดับ และคำอธิบายของแต่ละระดับได้



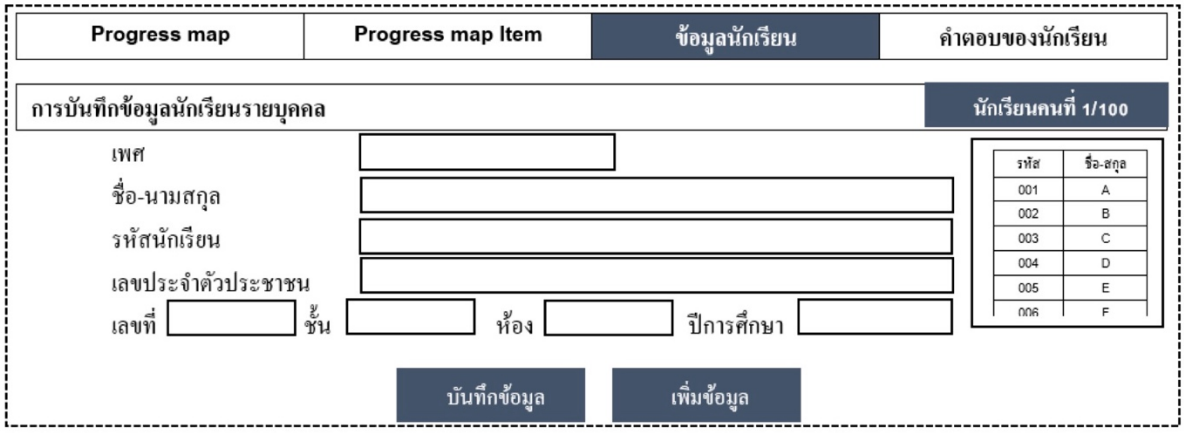
รูปภาพที่ 3 หน้ารับข้อมูลสำหรับแผนที่โครงสร้างของระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ (Progress Map) แบบประเมินสำหรับข้อสอบแต่ละข้อ

จากรูปภาพที่ 3 เป็นการออกแบบหน้าต่างสำหรับ Progress Map แบบประเมินสำหรับข้อสอบแต่ละข้อ ซึ่งในส่วนนี้จะต้องทำการระบุจำนวนข้อสอบ ข้อสอบข้อที่ ชื่อข้อสอบ มาตรฐานที่ต้องการวัดสำหรับข้อสอบข้อนี้ ตัวชี้วัดในการวัดแต่ละข้อ เมื่อทำการกำหนดแล้ว ก็จะทำการกำหนดแล้วจึงจะสามารถระบุจำนวนระดับ ชื่อระดับ และคำอธิบายของแต่ละระดับในแต่ละข้อ



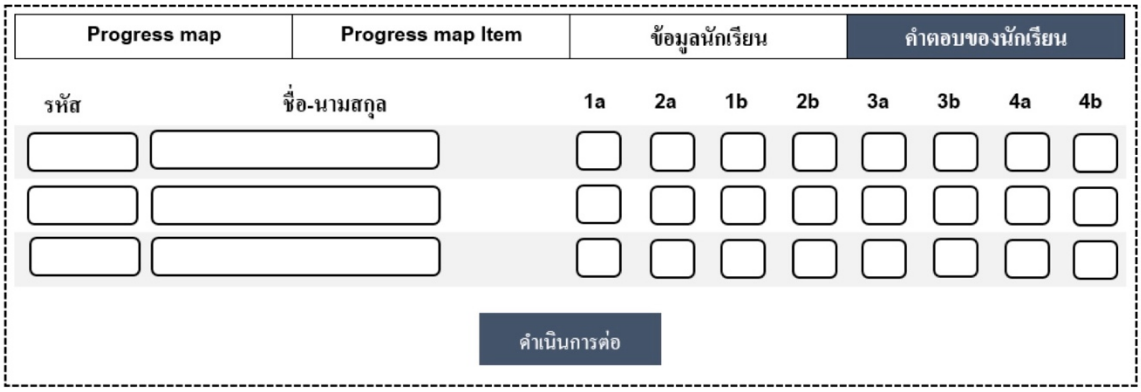
รูปภาพที่ 4 หน้ารับข้อมูลพื้นฐานของโรงเรียนและนักเรียน

จากรูปภาพที่ 4 เป็นการออกแบบหน้ารับข้อมูลพื้นฐานของโรงเรียนและนักเรียน โดยที่ข้อมูลพื้นฐานนักเรียนจะประกอบไปด้วย ชื่อโรงเรียน สังกัด ผู้บริหารโรงเรียน ตราสัญลักษณ์โรงเรียน และข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนเป็นรายบุคคลนั้น สำหรับหน้าต่างนี้จะเป็นการอัพโหลดไฟล์รายชื่อนักเรียนทั้งหมด เพื่อความสะดวกในการเพิ่มรายชื่อนักเรียน หากไม่ต้องการเพิ่มข้อมูลในรูปแบบของไฟล์ข้อมูล สามารถคลิกที่ปุ่ม "บันทึกรายบุคคล" เพื่อไปยังหน้าต่างกรอกเพิ่มข้อมูลนักเรียนรายบุคคลได้



รูปภาพที่ 5 หน้าสำหรับรับข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนรายบุคคล โดยบันทึกรายบุคคล

จากรูปภาพที่ 5 เป็นการออกแบบหน้าต่างสำหรับรับข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนรายบุคคล โดยทำการบันทึกรายบุคคล ซึ่งจะประกอบไปด้วย เพศ ชื่อ-นามสกุล รหัสนักเรียน เลขประจำตัวประชาชน เลขที่ ชั้น ห้อง และปีการศึกษา สำหรับหน้านี้จะมีหน้าต่างด้านข้างเพื่อแสดงรหัสนักเรียนและรายชื่อเพื่อให้ทราบข้อมูลหรือทำการคลิกกลับมาทำการแก้ไขข้อมูลได้



รูปภาพที่ 6 หน้าสำหรับรับข้อมูลผลการตอบสนองข้อสอบของนักเรียนรายบุคคล

จากรูปภาพที่ 6 เป็นการออกแบบหน้าต่างสำหรับรับข้อมูลผลการตอบสนองข้อสอบของนักเรียนรายบุคคล โดยที่รหัสนักเรียน และชื่อ-นามสกุล จะแสดงขึ้นมาอัตโนมัติจากที่ได้ทำการอัพโหลดไฟล์ข้อมูลหรือเพิ่มข้อมูลรายบุคคลมาแล้วก่อนหน้านี้ โดยจะทำเพียงการกรอกเพียงค่าระดับความสามารถที่ได้ทำการตรวจมาแล้วในแต่ละข้อของนักเรียนแต่ละคน

2.3 การประมวลผล (Processing) สำหรับการประมวลผลข้อมูลนั้นได้ใช้โปรแกรม ACER ConQuest 2.0 เป็นฐานในกระบวนการออกแบบการประมวลผล โดยอยู่บนพื้นฐานการประมวลผลแบบพหุมิติ (Multidimensional Random Coefficients Multinomial Logit Model) Adams, Wilson, & Wang (1997) และใช้การประมาณค่าความเป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood Methods) ในการประมาณค่า

การกำหนดคะแนนจุดตัดระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์แบบพหุมิติ เป็นวิธีการกำหนดมาตรฐาน เพื่อใช้ในการกำหนดเกณฑ์เกี่ยวกับการตัดสินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแบบพหุมิติ โดยมีการกำหนดมาตรฐานการประเมินแบบอิงเกณฑ์ การกำหนดคะแนนจุดตัดจะอาศัยวิธีการที่หลากหลายในการกำหนดคะแนนจุดตัดจากหลายแหล่ง โดยนำวิธีการกำหนดแผนที่โครงสร้างระดับผลลัพธ์การเรียนรู้มาใช้เป็นฐานในการกำหนดคะแนนจุดตัดระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ (Wyse, 2013) การกำหนดคะแนนจุดตัดระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์จากโมเดลการตอบสนองของข้อสอบแบบพหุมิติ ดังนี้

(1) พิจารณาค่าความยาก พร้อมทั้งดัชนีที่บ่งชี้ถึงคุณภาพของข้อสอบแต่ละข้อ

(2) วิเคราะห์โดยใช้สูตรจากโปรแกรม Conquest 2.0 เป็นฐานในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและผู้สอบ พร้อมทั้งนำเสนอค่าความยากเฉลี่ยแต่ละข้อ และนำเสนอค่าความยากแต่ละขั้นของการตอบ โดยนำเสนอแยกตามมิติความสามารถ

(3) นำค่าขั้นของความยาก (Threshold) ในแต่ละขั้นของการตอบเดียวกันรวมกันแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละมิติความสามารถ

2.4 ระบบรายงานผลการทดสอบ (Report) และการจัดทำคู่มือ (Manual) เป็นการนำผลจากการประมวลผลมารายงานให้ผู้ใช้ระบบเข้าใจได้ง่ายมากยิ่งขึ้น โดยการรายงานผลจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลักสำคัญคือ

(1) การรายงานผลในภาพรวม (Overall Report)
การรายงานในส่วนนี้จะเป็นการรายงานในภาพรวมของข้อสอบทั้งฉบับและข้อสอบรายข้อด้วย รวมทั้งระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแบบพหุมิติโดยภาพรวม

(2) การรายงานผลรายบุคคล (Individual Report)
การรายงานในส่วนนี้จะเป็นการรายงานผลจากการประเมินและจากการวิเคราะห์ของโปรแกรมโดยจะแสดงผลเป็นรายบุคคล ซึ่งในการรายงานนั้นจะประกอบไปด้วย

(2.1) ข้อมูลส่วนบุคคล เป็นข้อมูลส่วนตัวของนักเรียนแต่ละบุคคลซึ่งผู้ทำการวิเคราะห์จะต้องเพิ่มเข้ามาตั้งแต่ส่วนนำเข้าของโปรแกรม โดยข้อมูลส่วนนี้จะประกอบไปด้วย ชื่อ-นามสกุล, เพศ, รหัสนักเรียน, ชื่อครูที่ปรึกษา ฯลฯ

(2.2) ข้อมูล สารสนเทศและสถิติของการประเมิน โดยที่ข้อมูลในส่วนนี้เป็นลักษณะของค่าสถิติ กราฟ อธิบายถึงลักษณะการตอบสนองข้อสอบของนักเรียน

(2.3) ข้อมูลจากการประเมินผลโดยข้อมูลในส่วนนี้จะประกอบไปด้วยระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแบบพหุมิติรายบุคคล พร้อมทั้งข้อมูลการให้ข้อมูลย้อนกลับ คือ (1) เป้าหมายของเรียนรู้ (Feed Up) เป็นข้อมูลที่บ่งบอกถึงระดับ และสิ่งที่นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในปัจจุบัน (2) สิ่งที่ได้เรียนรู้ในปัจจุบัน (Feed Back) เป็นข้อมูลที่อธิบายถึงคุณลักษณะหรือความเข้าใจของนักเรียนที่ยังคลาดเคลื่อนอยู่ สิ่งที่จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาหรือปรับปรุงแก้ไขแก่นักเรียน และ (3) แนวทางเพื่อให้ไปถึงเป้าหมาย (Feed Forward) เป็นข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งการให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางบนพื้นฐานของข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดพัฒนาการเรียนรู้ที่สูงขึ้น

สำหรับการรายงานผลรายบุคคล (Individual Report) นั้นสามารถรายงานผลออกมาในรูปแบบของเอกสารได้ดังรูปภาพที่ 7

รูปภาพที่ 7 การรายงานผลรายบุคคล (Individual Report)

การจัดทำคู่มือ (Manual) เป็นการอธิบาย การใช้งานโปรแกรม การเตรียมข้อมูล การระบุข้อมูล การประมวลผล การรายงานผล การอ่านและวิเคราะห์ผล รวมทั้งข้อจำกัดต่างๆ ของระบบ

2.5 การตรวจสอบคุณภาพของวิธีการประเมินและการรายงานผล เพื่อให้ระบบการประเมินและการรายงานผลมีประสิทธิภาพ ควรมีวิธีการตรวจสอบคุณภาพของการรายงานผลระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแบบพหุมิติ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้ คือ แบบประเมินแบบอิงมาตรฐานตามแนวคิดของ Stufflebeam (Stufflebeam, 1971) การประเมินระบบแบบ

ฮิวริสติค (Heuristic Evaluation) (Nielsen, Molich, 1994) และการประเมินความพึงพอใจระหว่างอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งาน (Delone & McLean, 2003; Bailey & Pearson, 1983; Doll & Torkzadeb, 1988; Kurtus, 2001)

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

วิธีการประเมินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ควรมุ่งเน้นการให้ข้อมูลย้อนกลับต่อผู้เรียนใน 3 ลักษณะ คือ (1) การให้ข้อมูลกระตุ้นการเรียนรู้ (Feed Up) เพื่อเป็นการสร้างจุดประสงค์หรือเป้าหมายที่ชัดเจน เมื่อนักเรียนเข้าใจเป้าหมายสูงสุด พวกเขาจะตั้งใจและให้ความสนใจไปที่การเรียนรู้จากภาระงานและการปฏิบัติตามเป้าหมาย (2) การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เป็นการให้เป้าหมายของการเรียนรู้ ข้อเสนอแนะ ให้นักเรียนได้รับข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับความคืบหน้าหรือจุดบกพร่องของผู้เรียนต่อเป้าหมายดังกล่าวและแนะนำวิธีการที่จะแก้ไขข้อบกพร่องนั้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำให้ได้ใกล้เคียงกับเป้าหมายที่คาดหวังไว้ และ (3) การให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด (Feed Forward) เป็นข้อมูลการประเมินเพื่อวางแผนการสอนในอนาคต โดยการรายงานผล ควรมีองค์ประกอบของระบบประเมินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแบบพหุมิติ 5 ส่วน คือ (1) ระบบการลงทะเบียน (2) ข้อมูลนำเข้า (Input) (3) ระบบประมวลผล (Process) (4) ระบบรายงานผลการทดสอบ (Report) และคู่มือการใช้ และ (5) การตรวจสอบคุณภาพของวิธีการประเมินและการรายงานผล

จากผลการวิจัยดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการให้วิธีการแก้ไข โดยที่พิจารณาจากผลงานของนักเรียนทั้งวิธีการตรวจสอบความเข้าใจหรือการประเมินแบบมีส่วนร่วม เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงการเรียนการสอน สอดคล้องกับ Frey, & Fisher (2011) ที่กล่าวว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับต่อผู้เรียนใน 3 ลักษณะ ถือเป็นรูปแบบกระบวนการหรือวิธีการตรวจสอบผู้เรียนโดยอาศัยทั้งข้อมูลและสารสนเทศ เพื่อทำการประเมินการเรียนรู้ผู้เรียนทั้งที่เกิดขึ้นทั้งภายในและภายนอกเป็นรายบุคคล เพื่อที่จะนำไปสู่การปรับเปลี่ยน วางแผนกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละบุคคล โดยจากการศึกษาของ อังคณา ตุงคะสมิต (2550) พบว่า การนำระบบการวัดและประเมินผลชั้นเรียน ไปสู่การปฏิบัติก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับมาตรฐานการศึกษา ครูได้ใช้การวัดการประเมินด้วยวิธีการที่หลากหลาย ใช้การประเมินเป็นส่วนหนึ่งของการสอนและนำผลการประเมินไปใช้พัฒนาผู้เรียน และการสอนของครู

นอกจากนี้ยังมีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของพิกุล เอกวรางกรู (2550) ที่พบว่าระบบการวัดและประเมินผลการเรียนรู้มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์โดยตรงกับผู้สอนและผู้เรียน ภายใต้การให้ข้อมูลป้อนกลับและการกำกับติดตามอย่างต่อเนื่อง โดยปัจจัยเงื่อนไขสำคัญที่ส่งผลให้ระบบประสบผลสำเร็จคือ ความรู้ ความเข้าใจและความตระหนักถึง คุณค่าที่ได้จากการประเมินของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง โดยสะท้อนให้เห็นความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนทั้งมิติของกระบวนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Procedure) และมิติของกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา (Mathematical Strategies) ภายใต้โมเดลเชิงโครงสร้าง (Construct Modelling) เป็นฐานในการพัฒนา 4 ขั้นตอน (4 Building Blocks) 4 ขั้นตอน (Four Building Blocks) คือ ประกอบด้วย (1) แผนที่โครงสร้างระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ (Construct/Progress Map) สำหรับเป็นกรอบหรือแนวทางในการสะท้อนความสามารถของผู้เรียน (2) ออกแบบคำถามตามแผนที่โครงสร้างของระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ (Item/Task Design) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินความสามารถของผู้เรียน (3) การให้คะแนนของ

ผลลัพธ์การเรียนรู้ (Outcome Space) สำหรับอธิบายระดับกระบวนคิด ความสามารถของผู้เรียนให้สอดคล้องกับแผนที่ความก้าวหน้าและผลการตอบของผู้เรียน และ (4) การวิเคราะห์โมเดลเชิงโครงสร้างและการแปลผล (Measurement Model/Wright Map) ใช้สำหรับกระบวนการตรวจสอบเครื่องมือสำหรับการประเมินความสามารถของผู้เรียน ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญ (4 Principles) ประกอบด้วย (1) มุมมองของการพัฒนา (A Developmental Perspective) ที่ต้องสอดคล้องกับการเรียนรู้ของผู้เรียน (2) การเชื่อมโยงกันระหว่างการสอนและการประเมิน (A Match between Instructional and Assessment) (3) การบริหารจัดการโดยครูผู้สอน (Management by Teacher) และ (4) การมีหลักฐานที่มีคุณภาพ (Generating Quality Evidence) (e.g. Wilson, 1995; Wilson, & Sloane, 2000; Wilson, 2009; Kennedy, & Wilson, 2006; Black, Wilson, & Yao, 2011; Wilson et al., 2012; Wilson, 2015) เมื่อมีการบูรณาการร่วมกันระหว่างหลักการพื้นฐานและองค์ประกอบของการประเมิน จะทำให้เกิดกระบวนการพัฒนาระบบการประเมินที่เน้น การตีความอย่างมีความหมายกับการทำงานของผู้เรียนที่สอดคล้องกับการรู้คิด (Cognitive) และเป้าหมายของหลักสูตร (Goal of a Curriculum) ซึ่งทำให้เป็นระบบที่สอดคล้องกับหลักสูตร กิจกรรมการเรียนการ สอนและการประเมินจะฝังตัวไปด้วยกัน เป็นไปตามมาตรฐานการประเมินทางด้านการศึกษาและจิตวิทยา (AERA, APA, & NCME, 2014) ซึ่งได้อธิบายถึงหลักฐานสำคัญที่จะทำให้เกิดความตรงนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ จะต้องมีความตรงเชื่อมโยงกัน (Coherent Validity) เพื่อนำไปสู่ความตรงในการแปลความหมายของผล การประเมินได้อย่างแท้จริง (Interpretative Validity) และสอดคล้องกับตรงตามความต้องการในการ ประเมินได้อย่างแท้จริง (Consequential Validity) ซึ่งการประเมินที่ได้เชื่อมโยงกับการสอนสุดท้ายก็จะ ฝังตัวเข้าไปในหลักสูตร ในที่สุดซึ่งหาพบว่าผลการประเมินที่ได้ไม่สามารถตอบโจทย์ได้ก็สามารถที่จะปรับ เข้าสู่วงจรใหม่ (Revision Construct Map) เพื่อให้เกิดความตรงมากยิ่งขึ้นและนำไปสู่การนำไปใช้เพื่อ ปรับปรุงผู้เรียนอย่างแท้จริง

โดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Multidimensional Random Coefficients Multinomial Logit Model; MRCMLM) ในการตรวจสอบคุณภาพของกรอบการประเมินและประมาณค่าระดับความสามารถของผู้เรียน เนื่องจากเป็นแนวคิดที่มุ่งวัดคุณลักษณะ หรือความสามารถที่มีความหลากหลาย โดยแนวคิดของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ ถือว่าคุณลักษณะแฝงของบุคคลมากกว่า 1 องค์ประกอบ การพิจารณาถึงความสามารถหลายมิติของบุคคลจะช่วยทำให้โมเดลมีความ สอดคล้องกับข้อมูลได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นเมื่อได้นำแนวคิดโมเดลเชิงโครงสร้างและแนวคิดของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติมาเป็นฐานการประเมินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ทำให้ได้สารสนเทศของความสามารถของผู้เรียน และการตีความอย่างมีความหมายกับการทำงานของผู้เรียนที่สอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนในหลายด้านและสอดคล้องกับความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน เพื่อให้มีการวางแผนการปรับปรุงแก้ไขทั้งระยะสั้นและระยะยาว เพื่อให้เกิดความตรงมากยิ่งขึ้นและนำไปสู่การนำไปใช้เพื่อ ปรับปรุงผู้เรียน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้นำไปสู่การพัฒนาระบบการประเมินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่จะเป็นประโยชน์ต่อครู ศึกษานิเทศก์ และเขตพื้นที่การศึกษาสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายเพื่อนำไปใช้พัฒนาผู้เรียนเป็นรายบุคคลและภาพรวมอันจะนำไปสู่การเตรียมพร้อมให้ผู้เรียนพัฒนาในระดับที่สูงขึ้น

2. การพัฒนาระบบจากระบบต้นแบบควรศึกษารูปแบบของการรายงานผลให้ครอบคลุมทั้งในมิติของชั้นเรียน สถานศึกษา เขตพื้นที่การศึกษา และกระทรวงศึกษาธิการเพื่อที่จะกำหนดปัจจัยหรือข้อมูลที่ต้องนำเข้าสู่ระบบให้เหมาะสมและสอดคล้องกับการรายงานผลและการประมวลผลให้สอดคล้องกับมาตรฐานชาติและปรับกับบริบทในชั้นเรียนได้ในคราวเดียวกัน

3. การรายงานผลควรนำเสนอให้ง่าย กระชับ สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้และสอดคล้องกับระเบียบปฏิบัติของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในสถานศึกษา เพื่อนำข้อมูลสารสนเทศที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาผู้เรียนทั้งรายบุคคลและภาพรวม ความสำคัญกับการพัฒนาในส่วนของรายงานผลเพื่อให้ได้สารสนเทศที่ตรงตามความต้องการ ง่ายต่อการเรียนรู้และใช้งาน เพื่อให้เกิดการพัฒนากับครูและผู้เรียนอย่างแท้จริง

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากวิธีการประเมินและการรายงานผลระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแบบพหุมิติโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการรายงานผลการประเมินเพื่อการเรียนรู้ ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ยังไม่ได้นำไปสู่การปฏิบัติจริงในสถานศึกษาและเขตพื้นที่การศึกษา ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรนำข้อมูลที่ได้ไปสู่การพัฒนาระบบ ทำระบบที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้ ตลอดจนการประเมินผลระบบพัฒนาขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ และง่ายต่อการนำไปใช้ได้จริง

เอกสารอ้างอิง

ชัยวิชิต เชียรชนะ .(2552) .การวิเคราะห์พหุมิติ (Multidimensional Analysis). **วารสารศึกษาสาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 32**(4), 13-22.

โชติกา ภาษีผล, ประกอบ กรณีกิจ, และ พิทักษ์ โสตถยาคม .(2558) .การพัฒนารูปแบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการประเมินพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน .**วารสารวิธีวิทยาการวิจัย, 28**(1), 1-25.

โชติมา หนูพริก. (2559). การประเมินเพื่อการเรียนรู้: การตั้งคำถามและการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 13**(2), 18-30.

ณภัทร ชัยมงคล. (2558). **การพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออน เดอะฟลาย ที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขา ไอที.** (ปริญญานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีรพงศ์ จุลสายพันธ์. (2555). **บทความทางวิชาการ นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต**: การประเมินผลการเรียนรู้

สมนึก ภัททิยธนี. (2555). **การวัดผลการศึกษา**. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.

สุรีพร อนุศาสนนันท์. (2554). **การวัดและประเมินผลในชั้นเรียน.** ชลบุรี : เก็ทกู๊ดครีเอชั่น.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2550). **ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

_____. (2552). **ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม.** พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

ศิริเดช สุชีวะ .(2546) .หลักการประเมินการเรียนรู้ในการประเมินการเรียนรู้แนวใหม่ .สุวิมล ว่องวานิช บรรณาธิการ, น52-64 ., กรุงเทพมหานคร :โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงการณ์มหาวิทยาลัย.

Adams, R., Wilson, M., and Wang, W. (1997). The multidimensional random coefficients multinomial logit model. **Applied Psychological Measurement.**

Briggs, D.C., and Wilson, M. (2003). An introduction to multidimensional measurement using rasch model. **Journal of Applied Measurement, 4**(1), 87-100.

Chappuis, J. (2009). **Seven strategies of assessment for learning**. Upper Saddle River,NJ : Pearson Education.

Fisher, D., & Frey, N. (2007). **Checking for understanding: Formative assessment techniques for your classroom**. Alexandria, VA: ASCD.

Fisher, D., Grant, M., Frey, N., & Johnson, C. (2007). Taking formative assessments schoolwide. **Educational Leadership, 65**(4), 64–68.Fisher,D., Frey. N. (2011). **The formative assessment action plan**. Alexandria, VA: ASCD.

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. **Review of Educational Research, 77**, 81–112.

Jan Chappuis. (2012). How am I doing?. **Education Leadership, 70** (1).

Nielsen, J., (1994). **Enhancing the explanatory power of usability heuristics**, CHI'94 Conference Proceedings.

Wang, W., Wilson, M., & Adams, R. J. (1997). Rasch models for multidimensionality between items and within items. In M. Wilson & G. Engelhard (Eds.), **Objective Measurement: Theory into Practice, 4,** 139-155.

Wiliam, D. (2008). **Improving learning in science using formative assessment**. In J. Coffey, R. Douglas & C. Stearns (Eds.), Assessing Science Learning:

Wilson, M., & Hoskens, M. (2005). Multidimensional item responses: Multimethod/multitrait perspectives. In S. Alagumalai, D. D. Curtis, & N. Hungi (Eds.) **Applied Rasch measurement: A Book of Exemplars (Papers in honour of John Keeves)** (pp. 287-308). Dordrecht, The Netherlands: Springer-Kluwer Academic Publishers.

Zheng, Y., Nozawa, Y., Gao, X., & Chang, H. H. (2012). **Multistage adaptive testing for a large-scale classification test: The designs, automated heuristic assembly, and comparison with other testing modes (ACT Research Reports 2012-6).** Retrieved from http://media.act.org/documents/ACT_RR2012-6.pdf.