2022

การพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียน ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

ณภาภัช พรหมแก้วงาม
คณะครุศาสตร์

การพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียน
ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

นางณภาภัช พรหมแก้วงาม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2565

Development of Test-Enhanced Learning Model of Mathematics in Classroom with Immediate Feedback Using Computer System based on Students' Learning Style

Mrs. Napaphat Phromkaewngam

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in Educational Measurement and Evaluation
Department of Educational Research and Psychology
FACULTY OF EDUCATION
Chulalongkorn University
Academic Year 2022

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียน ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ตามแบบการเรียนของผู้เรียน
โดย	นางณภาภัช พรหมแก้วงาม
สาขาวิชา	การวัดและประเมินผลการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.โชติกา ภาษีผล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต

.... คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

.... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.โชติกา ภาษีผล)

.... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี)

.... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง)

.... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ ตังธนกานนท์)

.... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล กฤชคฤหาสน์)

ณภาภัช พรหมแก้วงาม : การพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียน ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ตามแบบการเรียนของผู้เรียน. (Development of Test-Enhanced Learning Model of Mathematics in Classroom with Immediate Feedback Using Computer System based on Students' Learning Style) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.โชติกา ภาษีผล, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ศ. ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน 2) ตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการทดสอบฯ 3) ศึกษาผลการใช้รูปแบบการทดสอบฯ และ 4) ประเมินประสิทธิผลของการใช้รูปแบบการทดสอบฯ ตัวอย่างในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม จำนวน 5 ห้อง จำนวน 126 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยผู้เรียนที่มีแบบการเรียน (Learning Style) แบ่งเป็น 6 แบบ ได้แก่ แบบอิสระ แบบพึ่งพา แบบร่วมมือ แบบหลีกเลี่ยง แบบแข่งขัน และแบบมีส่วนร่วม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1) แบบสอบถามแบบการเรียน 2) แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 1 และ 2 เรื่องการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และ 3) แบบทดสอบระหว่างเรียนเรื่องการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ การทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่มแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบสองทาง (Two-ways MANCOVA) ผลการวิจัยพบว่า

1. รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน รูปแบบมีองค์ประกอบของการทดสอบ มี 3 ประการ ได้แก่ ผู้เรียน เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ และผลการทดสอบ และขั้นตอนการทดสอบตามกระบวนการเรียนการสอน แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ การทดสอบก่อนเรียน การทดสอบระหว่างเรียน และการทดสอบหลังเรียน จากการทดลองใช้ พบว่า รูปแบบการเรียนและรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูก (F= 0.66, Sig.= 0.76) ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน (F= 1.48, Sig.= 0.16) และไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความคงทนในการเรียนรู้ (F= 0.91, Sig.= 0.53)

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการทดสอบฯ พบว่า ด้านความครอบคลุมเนื้อหา อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ด้านการสื่อความหมาย และด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้ อยู่ในระดับเหมาะสมมาก

3. ผลการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน พบว่า รูปแบบการทดสอบส่งผลต่อศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนไม่แตกต่างกัน นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนพัฒนาการการเรียนรู้อยู่ในระดับกลาง (ร้อยละ 59.61) โดยภาพรวมนักเรียนและครูผู้สอนมีความเห็นว่ารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ มีความเหมาะสมมากที่สุด

4. ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน พบว่า ด้านอัตถประโยชน์ (utility) ผลการประเมินเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) ผลการประเมินเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ด้านความเหมาะสม (propriety) ผลการประเมินเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านความถูกต้อง (accuracy) ผลการประเมินเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

สาขาวิชา	การวัดและประเมินผลการศึกษา	ลายมือชื่อนิสิต ....
ปีการศึกษา	2565	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก ....
		ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม ....

5884241927 : MAJOR EDUCATIONAL MEASUREMENT AND EVALUATION
KEYWORD: LEARNING STYLE, IMMEDIATE FEEDBACK, COMPUTER-BASED TESTING

Napaphat Phromkaewngam : Development of Test-Enhanced Learning Model of Mathematics in Classroom with Immediate Feedback Using Computer System based on Students' Learning Style. Advisor: Assoc. Prof. SHOTIGA PASIPHOL, Ph.D. Co-advisor: Prof. SIRICHAI KANJANAWASEE, Ph.D.

The purpose of this study was to 1) develop the test-enhanced learning model of mathematics in classrooms with immediate feedback using computer systems based on students'learning style, 2) examine the quality of the test model, and 3) study the results of using the test model, and 4) evaluate the effectiveness of the test model. Research examples were 126 students form 5 classes of Mathayomsuksa 1, Chulalongkorn University Demonstration School. Each group of students consisted of learners with 6 different learning styles, i.e., independent, dependent, collaborative, avoidance, competitive, and participant. Research instruments were 1) a learning style questionnaire, 2) pre-test and post-test on solving one-variable linear equations and 3) computer-based test with immediate feedback on solving one-variable linear equations. Data were analyzed by using descriptive statistics and inferential statistics, i.e., mean, standard deviation, and Two-ways MANCOVA. Results were as follow:

1. The test-Enhanced Learning Model of Mathematics in classrooms with Immediate Feedback Using Computer Systems Based on Students' Learning Style has three components: learners, testing tools and test results. The test procedures are divided into three stages: pre-test, intermediate-test and post-test. After implementing the test-enhanced learning model of mathematics in classrooms with immediate feedback using computer systems based on students' learning style, it was found that there was no interaction between learning style and feedback on the probability for answering the question correctly (F= 0.66, Sig.= 0.76 on students' learning development (F= 1.48, Sig.= 0.16) as well as on students' learning retention (F= 0.91, Sig.= 0.53)

2. According to the quality assessment of the developed test-enhanced learning model, it was found that the content coverage was of the has the best fit, the communication and the appropriateness of the Test has an appropriate fit.

3. The results of using the test-enhanced learning model of mathematics in classrooms with immediate feedback using computer systems based on students'learning style showed that different test model indifferently affect students' learning ability. Most of the students have a growth score in a moderate level (59.61%). Overall, students and teachers agreed that the test-enhanced learning model of mathematics in classrooms with immediate feedback was at the most appropriate level.

4. The developed test-enhanced learning model of mathematics in classrooms with immediate feedback using computer systems based on students' learning style, was evaluated in a very high level in utility. The feasibility of the test has high level of effectiveness. The propriety of the Test has high level of effectiveness, and the accuracy has high level of effectiveness.

Field of Study:	Educational Measurement and Evaluation	Student's Signature ....
Academic Year:	2022	Advisor's Signature ....
		Co-advisor's Signature ....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความเมตตากรุณาอย่างสูงยิ่งจากการดูแลของรองศาสตราจารย์ ดร.โชติกา ภาษีผล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่า ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์สำหรับการทำวิจัย และให้คำปรึกษาในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง รองศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ ตังธนกานนท์และรองศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล กฤชคฤหาสน์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่เสียสละเวลาอันมีค่า ช่วยแนะนำและให้ข้อคิดเห็นในการปรับปรุงแก้ไขให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์มากขึ้น

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้สนับสนุนทุนการวิจัย “ทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย” กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช สำหรับการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่สละเวลาในการตรวจคุณภาพของเครื่องมือ อาจารย์ทุกท่านที่ได้มีส่วนในการประสานและเก็บข้อมูล และขอขอบพระคุณนายนิพนธ์ วิเวโก ผู้ออกแบบโปรแกรมรูปแบบการทดสอบร่วมกับผู้วิจัย ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญของงานวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ร่วมชั้นเรียน และในหลักสูตรดุษฎีบัณฑิต รวมถึงเพื่อนพี่น้องที่ทำงานด้วยกัน โดยเฉพาะดร.สุรเดช อนันตสวัสดิ์ ที่คอยให้ความช่วยเหลือในระยะเวลาของการเรียนและให้กำลังใจผู้วิจัยมาตลอด ทำให้ผู้วิจัยมีกำลังใจในการต่อสู้กับอุปสรรคต่างๆ จนสามารถทำวิทยานิพนธ์สำเร็จได้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อเรวัตรและคุณแม่ชวนพิศ หน่อคำ ที่คอยอบรมเลี้ยงดูและสนับสนุนให้ผู้วิจัยได้ศึกษาต่อ รวมถึงสามีและบุตรชาย ที่เป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วง

ณภาภัช พรหมแก้วงาม

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง

หน้า

สารบัญรูปภาพ

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้านั้น ต้องมีการพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพทางการศึกษา เนื่องจากการศึกษาเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาคนให้มีประสิทธิภาพทั้งทางด้านสติปัญญา ความรู้ ความคิดและคุณธรรม ดังนั้นในการจัดการศึกษาที่จะสามารถเอื้อให้พัฒนาประเทศได้นั้นผู้จัดการศึกษาต้องคำนึงถึงกระบวนการในการจัดการศึกษาที่จัดขึ้น และผลสัมฤทธิ์ที่เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียนด้วย เพราะสิ่งหนึ่งที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนและสามารถบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนที่ตั้งไว้ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544) ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจึงเป็นสิ่งสำคัญ ในปัจจุบันผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาได้เห็นความสำคัญของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากขึ้น โดยจะเห็นได้จากการจัดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาระดับชาติของสำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อเป็นการประเมินคุณภาพของผู้เรียนและประมวลภาพรวมของการศึกษาที่จะนำไปสู่การพัฒนาการศึกษา นอกจากนี้ผลสัมฤทธิ์ที่ได้จะไปเป็นจุดที่พัฒนาการศึกษาให้ดีขึ้นกว่าเดิม

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ มาตรา 22 มีใจความว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ, 2553) ดังนั้น ครูจะต้องพัฒนาความสามารถในการระบุตัวตนของนักเรียน รู้จุดแข็งและจุดอ่อนของผู้เรียน มีความสามารถในการประเมินผลการจัดการเรียนการสอน สร้างสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนความแตกต่างทางการเรียนรู้

ในปัจจุบันปัญหาทางการเรียนรู้ในเด็กไทยยังคงมีอยู่และสะท้อนผ่านคะแนนผลการทดสอบระดับชาติ (O-Net) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 6 ปีการศึกษา 2565 จากผลการทดสอบพบว่า คะแนนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และภาษาอังกฤษไม่ถึงร้อยละ 50 โดยวิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด และเมื่อเทียบกับปีการศึกษา 2563 และ ปีการศึกษา

2564 ผลคะแนนมีค่าใกล้เคียงกัน(สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2566) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผลการเรียนรู้ในชั้นเรียนของครูที่ยังคงใช้รูปแบบเดิมๆ และไม่ทำให้เกิดความคงทนในความรู้

การประเมินผลการจัดการเรียนรู้นั้นมีความเป็นมาที่ยาวนาน ในอดีตครูส่วนใหญ่นิยมใช้การประเมินผลจากการเรียนรู้ (Assessment of Learning) วัตถุประสงค์ในการประเมินผลแบบนี้คือเป็นการรวบรวมการประเมินสรุปรวม (summative evaluation) และมีการรายงานให้ผู้ปกครองและนักเรียนทราบเกี่ยวกับผลการเรียนโดยการจัดลำดับเกรดในชั้นเรียนหรือวัดผลเทียบกับเพื่อนร่วมชั้น ในระยะต่อมามีการยกระดับความสำคัญของการประเมินผลจากการเรียนรู้มาเป็นการประเมินผลเพื่อการเรียนรู้ (Assessment for Learning) การประเมินผลรูปแบบนี้ยกระดับจากการประเมินแบบสรุปรวม (summative) ไปยังรูปแบบการประเมินความก้าวหน้า (formative evaluation) คือเปลี่ยนรูปแบบจากการตัดสินจากเกรดเป็นการสร้างคำอธิบายที่สามารถนำมาใช้สำหรับการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นได้ เน้นให้เห็นถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของนักเรียนแต่ละคน และใช้สำหรับให้ข้อมูลย้อนกลับกับนักเรียนเพื่อนำไปเรียนรู้ต่อไป การประเมินผลทั้งสองรูปแบบข้างต้นเน้นที่ตัวครูเป็นผู้ประเมิน ในปัจจุบันยังมีรูปแบบการประเมินที่เน้นบทบาทของนักเรียนในการประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง คือ การประเมินผลขณะที่เรียนรู้ (Assessment as Learning) การประเมินรูปแบบนี้นักเรียนจะทำการตรวจตราดูว่าพวกเขาต้องการเรียนรู้สิ่งใดและนำข้อมูลย้อนกลับที่ได้มาปรับใช้แก้ไข หรือแม้แต่เปลี่ยนแปลงว่าในสิ่งที่พวกเขาเข้าใจ การประเมินแบบนี้ถือเป็นจุดมุ่งหมายสูงสุดเนื่องจากนักเรียนเป็นผู้ที่ประเมินตัวเองได้ดีที่สุด

รูปแบบการทดสอบถือว่าเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ ในอดีตรูปแบบการทดสอบที่นิยมใช้คือแบบทดสอบเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของผู้เรียน มุ่งเน้นสมรรถนะด้านความจำของผู้เรียน แต่ครูมองข้ามประเด็นที่ผู้เรียนจะจำข้อมูลหรือความรู้ต่าง ๆ ได้หลังจากการศึกษาเรียนรู้เรื่องนั้นๆ หรือไม่ การใช้แบบทดสอบเสริมศักยภาพในการเรียนรู้ (Test-enhanced Learning) เป็นแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการจดจำความคิดรวบยอดหรือข้อเท็จจริง ในการดึงความรู้เหล่านั้นจากความทรงจำ ซึ่งทำให้เพิ่มความจำระยะยาวของความคิดรวบยอดหรือข้อเท็จจริง แนวคิดนี้ รู้จักกันในนามของ “ผลจากการทดสอบ” ซึ่งการศึกษาส่วนใหญ่ใช้แนวคิดดังกล่าวในการตรวจสอบสมรรถนะของแบบทดสอบประเภทต่างๆ ที่จะช่วยดึงความจำ และมีการเปรียบเทียบการศึกษาต่างๆ ซึ่งเป็นหนึ่งในข้อสรุปที่สอดคล้องกันในด้านจิตวิทยาด้านความรู้ความ

เข้าใจ (Roediger and Butler 2011; Roediger and Pyc 2012) Test-enhanced learning ยังเป็นวิธีการที่ได้รับความสนใจในปัจจุบัน เพราะเชื่อว่าเป็นวิธีการที่ส่งผลทางตรงต่อการสร้างความจำระยะยาว Test-enhanced learning เป็นกระบวนการที่ให้ผู้เรียนเกิดการค้นคืนความรู้โดยการทดสอบ ซึ่งให้ผลในการสร้างความจำระยะยาวของสารสนเทศนั้นๆ ในกระบวนการของ Test-enhanced learning จะใช้การทดสอบในฐานะเครื่องมือในการสร้างการเรียนรู้มากกว่าที่จะเป็นเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ ถึงแม้ว่าการทดสอบจะมีผลทางอ้อมต่อแรงจูงใจและพฤติกรรมการเรียนรู้ แต่มีงานวิจัยที่แสดงว่าการค้นคืนความจำโดยใช้วิธีการทดสอบนั้นช่วยคงความจำได้มากกว่าการเพิ่มจำนวนครั้งของการเรียนรู้

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้แบบทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้มีหลายประการ ได้แก่ วัตถุประสงค์ของการศึกษา รูปแบบของข้อสอบ การทดสอบซ้ำ การเว้นระยะห่าง และการให้ข้อมูลย้อนกลับ หากครูได้มีการนำแนวคิดนี้มาออกแบบการจัดการเรียนการสอน หรือการประเมินผล จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่คงทนและเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ การให้ข้อมูลย้อนกลับนั้นเป็นสิ่งจำเป็นหากอยากให้การทดสอบซ้ำและระยะห่างของการทดสอบเกิดผลสูงสุดต่อผู้เรียน เพราะเป็นตัวเชื่อมระหว่างการเรียนรู้จริงและการเรียนรู้ที่มุ่งหวัง นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนกลับไปแก้ไขข้อบกพร่อง และรักษาสมรรถนะด้านความจำได้ด้วย ตลอดจนการให้ข้อมูลย้อนกลับจะช่วยให้การทดสอบมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อผู้เรียนตอบผิด แต่ถึงจะไม่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับก็ตามการทดสอบทบทวนความเข้าใจก็ยังช่วยเพิ่มสมรรถนะด้านความจำได้เช่นกัน แม้จะไม่มีการศึกษาหรือเรียนรู้เนื้อหาเพิ่มเติมก็ตาม การทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับนั้นสามารถเพิ่มสมรรถนะด้านความจำได้ถึง 25 % หรือมากกว่าแบบที่ไม่ให้ข้อมูลย้อนกลับทีเดียว (Thorndike, 2013)

ในทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่ม constructivism นั้นเชื่อเรื่องการสร้างองค์ความรู้ขึ้นจากภายในตัวผู้เรียนเอง และถือว่าการจดจำข้อเท็จจริงนั้นจะสำคัญก็ต่อเมื่อมีส่วนในการสะท้อนกรอบแนวคิดขององค์ความรู้ในภาพรวมและการเชื่อมโยงความรู้เหล่านั้นเข้าด้วยกัน ซึ่งในบริบทดังกล่าวถือว่าการทดสอบเกี่ยวกับข้อเท็จจริงเป็นการให้ความสำคัญที่ผิดของการจัดการศึกษา ดังนั้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ของตนเองได้ จึงได้มีการคิดเทคนิคที่สนับสนุนการสร้างระบบการจัดการองค์ความรู้หรือความเข้าใจของผู้เรียนขึ้น เทคนิคที่ถือว่าประสบความสำเร็จคือการให้ผู้เรียนสร้างคำอธิบายว่าทำไมข้อมูล/เนื้อหาบทเรียนดังกล่าวจึงสำคัญและมีความเกี่ยวข้องอย่างไรต่อองค์ความรู้ที่ตนเองมีอยู่ เรียกวิธีการนี้ว่า self-explanation มีการศึกษาว่าเทคนิคดังกล่าวสามารถใช้ได้ผลดีกับ

ผู้เรียนและสื่อที่หลากหลาย อย่างไรก็ตาม ข้อมูลเกี่ยวกับความคงทนของความจำที่ได้จากวิธีการดังกล่าวยังไม่เป็นที่แน่ชัดเนื่องจากงานวิจัยส่วนใหญ่ศึกษาในระยะสั้น

นอกจากนี้แบบการเรียนของผู้เรียนมีผลต่อความสำเร็จทางการเรียน โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้น สามารถจดจำข้อมูลที่ได้เรียนนานขึ้น เมื่อวิธีสอน วัสดุ/สื่อการสอนและสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับแบบการเรียนของผู้เรียน เช่น ผู้เรียนที่มีแบบการเรียนแบบร่วมมือ ก็จะเรียนรู้ได้ดีในกิจกรรมการเรียนที่มีส่วนร่วม มีการร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่ม มีงานวิจัยของ Yunfei และ Simpson (2002) ที่พบว่า ผู้เรียนที่มีแบบการเรียนแบบเอกนัย (Convergers) มีความสุขและความพอใจในการเรียนบนเว็บมากกว่าผู้เรียนแบบซึมซับ (Assimilators) เป็นต้น ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคลในแบบการเรียนมีประโยชน์ต่อทั้งผู้เรียนและผู้สอนในแง่การส่งเสริมการเรียนรู้ การพัฒนาผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้ได้เต็มศักยภาพ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และจัดการศึกษาได้อย่างประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับแบบการเรียนของตนเองจะทำให้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น จึงเป็นแนวทางที่ครูผู้สอนควรจะวิเคราะห์แบบการเรียนของผู้เรียน และดำเนินการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาศักยภาพของตนเองได้อย่างเต็มที่และมีประสิทธิภาพ

การให้ข้อมูลย้อนกลับ เป็นกระบวนการหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถประเมินตนเองว่ามีจุดแข็งหรือจุดอ่อนอย่างไร เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการปรับปรุงตนเอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น ซึ่งการให้ข้อมูลย้อนกลับนั้นมีหลากหลายรูปแบบ เช่น จำแนกตามระยะเวลา ได้แก่ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีและการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบภายหลัง หรือจำแนกตามรายละเอียดในการให้ข้อมูล ได้แก่ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะและการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบยกตัวอย่าง หรือจำแนกตามเงื่อนไขของการให้ข้อมูลย้อนกลับ ได้แก่ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วน เป็นต้น และการให้ข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที จะทำให้ผู้เรียนได้ทราบผลการประเมินทันที และเพิ่มการจดจำและการเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้น

จากการศึกษาผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับ พบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับมีผลต่อตัวแปรต่าง ๆ จำนวน 7 ตัวแปร ได้แก่ 1) ความสามารถทางการเรียน พบว่า รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันมีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (อนงค์ เมธีพิทักษ์ธรรม, 2555; Attali, 2015) 2) ความสามารถในการประเมินตนเองของผู้เรียน พบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับส่งผลต่อ

ความสามารถในการประเมินตนเองของผู้เรียน (Eberlein, 2010) 3) การทวนคำตอบ พบว่า เมื่อผู้เรียนได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับจะมีการเปลี่ยนคำตอบ (อนงค์ เมธีพิทักษ์ธรรม, 2555) 4) ความวิตกกังวลในการสอบ พบว่า ผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับจะมีความวิตกกังวลในการสอบน้อยกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Attali, & Powers, 2010; Pekrun et al., 2014) 5) คุณสมบัติการวัดทางจิตมิติของแบบสอบ พบว่า คำตอบที่มีการทวนและแก้ไขคำตอบแล้ว มีค่าความเที่ยงสูงกว่าการตอบในครั้งแรกที่ไม่ได้มีการแก้ไขคำตอบ (Attali, & Powers, 2008, 2010) 6) ระยะเวลาในการตอบข้อสอบ พบว่า เวลาที่ใช้ในการตอบข้อสอบขึ้นอยู่กับรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ (Golke, Dorfler, & Artelt, 2015; Gouli, Gogoulou, & Grigoriadou 2008) และ 7) รูปแบบการเรียน พบว่า ผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนที่แตกต่างกันควรมีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน (Tasdemir, & Arslan, 2018)

จากการศึกษาเกี่ยวกับการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เหมาะสมกับแบบการเรียนของผู้เรียน พบว่า แบบการเรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับมีปฏิสัมพันธ์กัน ผู้เรียนได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เหมาะสมกับแบบการเรียนของตนเอง จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Tasdemir, & Arslan, 2018; Parvez และ Blank, 2009) เช่น ผู้เรียนแบบ reflective และ intuitive จะทำคะแนนได้ดีเมื่อได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีอย่างละเอียด ส่วนผู้เรียนแบบ active sensing และ global จะได้คะแนนดีกว่าเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีแบบบอกผลการตอบ (Vasilyeva และคณะ, 2007)

อีกทั้งหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ได้กล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ดังนั้นจะเห็นว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญมากตามที่กล่าวมา อย่างไรก็ตามการวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์นั้นถ้ามีการวัดเป็นเพียงคะแนนสอบหลังเรียน หรือ การทดสอบเพียงไม่กี่ครั้ง ผลการวัดที่ได้ของนักเรียนแต่ละคนอาจไม่

เป็นจริงและได้รายละเอียดในเรื่องของผลการวัดไม่ชัดเจน เช่น ผู้เรียนบางคนเมื่อได้รับการทดสอบก่อนเรียนได้คะแนนน้อย และหลังเรียนก็มีคะแนนลดลง หรือเท่าเดิม ซึ่งอาจเป็นผลมาจาก ในวันที่มีการสอบหลังเรียนผู้เรียนอาจมีปัญหาด้านสุขภาพ ก็เป็นได้ ดังนั้นจึงมีผู้สนใจศึกษาข้อมูลระยะยาวที่มีการเก็บมากกว่า 1 ครั้ง เพื่อเป็นการเก็บข้อมูลหลายช่วงระยะเวลา ซึ่งสามารถนำข้อมูลที่ได้ ไปศึกษาพัฒนาการของผู้เรียน

การใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่เป็นทฤษฎีการวัดที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถที่มีอยู่ภายในบุคคลกับผลการตอบข้อสอบ หรือข้อคำถามโดยใช้โค้งลักษณะข้อสอบ ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบนั้นพยายามที่จะอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะภายในหรือความสามารถที่มีอยู่ในตัวของบุคคลกับพฤติกรรมการตอบสนองข้อสอบของบุคคลว่ามีโอกาสตอบถูกมากน้อยเพียงไร ทฤษฎีนี้มีพื้นฐานความเชื่อว่าพฤติกรรมการตอบสนองต่อข้อสอบของผู้สอบเป็นสิ่งที่สังเกตได้โดยตรงว่าถูกหรือผิด จะถูกกำหนดโดยคุณลักษณะภายใน หรือความสามารถที่มีอยู่ภายในตัวบุคคล ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง ซึ่งเป็นองค์ความรู้ที่สามารถเชื่อมโยงโอกาสในการตอบข้อสอบได้ถูกต้องเข้ากับความสามารถของผู้ตอบ และคุณลักษณะของข้อสอบในรูปของฟังก์ชันโลจิสติกส์ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

จากผลการศึกษาในเรื่องของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อตัวแปรต่างๆ ส่วนใหญ่ได้มีการศึกษากันเป็นจำนวนมาก และจากการการศึกษาในเรื่องการทดสอบ พบว่า ประเทศไทยมีการทดสอบมากมาย แต่ยังไม่ได้มีการทำวิจัยว่า การทดสอบจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างไร เนื่องจากการสอบย่อยหลายๆครั้งจะลดความวิตกกังวลในการสอบเก็บคะแนนจึงทำให้ทำคะแนนได้ดีขึ้น และทำให้ได้ข้อมูลย้อนกลับ ทราบจุดบกพร่อง เพื่อนำไปปรุงปรุงและพัฒนาตนเอง (Brame, C.J. and Biel, R., 2015) รวมทั้งยังไม่พบการนำการใช้การทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ (Test-enhanced Learning) เข้ามาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอน นอกจากนี้ยังไม่มีงานวิจัยที่ยืนยันว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์นั้นจะช่วยส่งเสริมความสามารถของผู้เรียนได้มากน้อยเพียงใด เมื่อเปรียบเทียบกับผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับระหว่างรูปแบบที่แตกต่างกัน และจากการที่แบบการเรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับมีปฏิสัมพันธ์กัน ผู้เรียนได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เหมาะสมกับแบบการเรียนของตนเอง จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

1.2 คำถามวิจัย

1. รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน มีลักษณะเป็นอย่างไร
2. คุณภาพของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน เป็นอย่างไร
3. ผลการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน เป็นอย่างไร
4. ประสิทธิผลของการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน มีลักษณะเป็นอย่างไร

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน
3. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน
4. เพื่อประเมินประสิทธิผลของการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

1.4 สมมติฐานของการวิจัย

แบบการเรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อศักยภาพการเรียนรู้ ได้แก่

1) ความน่าจะเป็นในการตอบถูกเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับ

2) พัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน

3) ความคงทนในการเรียนรู้

1.5 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยที่มุ่งพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน ซึ่งจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า รูปแบบข้อมูลย้อนกลับทันทีมีหลากหลายรูปแบบ และผู้เรียนมีแบบการเรียนที่แตกต่างกัน แต่สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ได้กำหนดแบบการเรียนของผู้เรียน รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ รูปแบบของแบบทดสอบ โมเดลการตอบสนองข้อสอบ และตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

1. แบบการเรียน (Learning Style) ตามแนวคิดของ Grasha and Reichman แบ่งผู้เรียนออกเป็น 6 แบบ ได้แก่

1) แบบอิสระ (Independent)
2) แบบพึ่งพา (Dependent)
3) แบบร่วมมือ (Collaborative)
4) แบบหลีกเลี่ยง (Avoidance)
5) แบบแข่งขัน (Competitive)
6) แบบมีส่วนร่วม (Participant)

เครื่องมือที่ใช้วัดปรับปรุงและพัฒนาข้อคำถามตามแนวคิดของ Grasha และ Riechmann (1970) ฉบับภาษาไทย (กรมวิชาการ, 2544) ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ โดยแบ่งแบบการเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ แบบอิสระ (Independent) แบบพึ่งพา (Dependent) แบบร่วมมือ (Collaborative) แบบหลีกเลี่ยง (Avoidance) แบบแข่งขัน (Competitive) และแบบมีส่วนร่วม (Participant) โดยมีข้อคำถามทั้งหมด 60 ข้อ แบ่งออกเป็นกลุ่มละ 10 ข้อ

2. การให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (Immediate Feedback) ในบริบทของการวิจัยในการครั้งนี้เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับในสถานการณ์การทดสอบโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ โดยให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ผู้เรียนได้ตอบ โดยมีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบได้มากที่สุด 3 ครั้ง โดยมีรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนที่จำแนกตามการนำเสนอข้อมูลย้อนกลับ แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง
2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ
3) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลของการกระทำ

3. รูปแบบของแบบทดสอบการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีเป็นข้อสอบแบบเติมคำตอบ โดยมีการทดสอบหลังจากเรียนเนื้อหาในแต่ละคาบ

4. โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสซ์ (Rasch Sequential Item Response Theory Model; Rasch SIRT Model) เป็นโมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลการทดสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบได้หลายครั้งจนกว่าจะถูก ซึ่งมีการนำค่าพารามิเตอร์ของจำนวนครั้งในการพยายามตอบจนกว่าจะถูก (Attempt Parameters; γ) มาเป็นส่วนหนึ่งในการวิเคราะห์

5. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาจึงสรุปได้ดังนี้

5.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

5.1.1 การให้ข้อมูลย้อนกลับ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท

1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง

2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ

3) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลของการกระทำ

5.1.2 แบบการเรียน แบ่งออกเป็น 6 ประเภท

1) แบบอิสระ

2) แบบพึ่งพา

3) แบบร่วมมือ

4) แบบหลีกเลี่ยง

5) แบบแข่งขัน

6) แบบมีส่วนร่วม

5.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ ศักยภาพการเรียนรู้ ได้แก่

1) ความน่าจะเป็นในการตอบถูกเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับ

2) พัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน

3) ความคงทนในการเรียนรู้

5.3 ตัวแปรร่วม ได้แก่ ระดับความสามารถของผู้เรียน

5.4 ตัวแปรควบคุม

1) เนื้อหาของข้อสอบ กำหนดให้เนื้อหาของการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับมีเนื้อหาและคำถามเหมือนกันทุกข้อสำหรับผู้เรียนทุกกลุ่ม

2) ระยะเวลาในการตอบข้อสอบทั้งหมด กำหนดให้ทำแบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้คอมพิวเตอร์ ภายในระยะเวลา 10 นาที ต่อ 1 คาบ

3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีจุดประสงค์การเรียนรู้เหมือนกันทุกห้องเรียน โดยมีการทดสอบท้ายคาบเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. การทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ (Test-enhanced Learning) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการใช้แบบทดสอบเสริมศักยภาพในการเรียนรู้ เป็นแนวคิดที่ช่วยให้นักเรียนจำความคิดรวบยอดหรือข้อเท็จจริง และดึงความจำกลับมา ทำให้ผู้เรียนสามารถจำเรื่องนั้นๆได้ดีขึ้น เป็นการเพิ่มความจำระยะยาว โดยเครื่องมือที่ใช้คือ รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

2. ศักยภาพการเรียนรู้ (Learning potential) หมายถึง ความสามารถสูงสุดของแต่ละคนที่สามารถทำได้ เมื่อได้รับการส่งเสริมอย่างเต็มที่และถูกทาง โดยวัดจากความน่าจะเป็นในการตอบถูก พัฒนาการการเรียนรู้ และความคงทนในการเรียนรู้

3. รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการทดสอบและขั้นตอนการทดสอบตามกระบวนการเรียนการสอน ที่นำแนวคิดและหลักการ เกี่ยวกับการใช้การทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ แบบการเรียนของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับมาออกแบบกระบวนการทดสอบให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการทดสอบ โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งองค์ประกอบของการทดสอบ มี 3 ประการ ได้แก่ ผู้เรียน เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ และผลการทดสอบ และขั้นตอนการทดสอบตามกระบวนการเรียนการสอน แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ การทดสอบก่อนเรียน การทดสอบระหว่างเรียน และการทดสอบหลังเรียน โดยจะมีการศึกษาศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน

4. การพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน หมายถึง กระบวนการดำเนินการอย่างเป็นระบบ โดยมีขั้นตอนสำคัญดังนี้ การศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การพัฒนารูปแบบ การทดลองใช้และศึกษาผลการใช้รูปแบบ การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบ

5. แบบการเรียน (Learning style) หมายถึง ลักษณะของทัศนคติและพฤติกรรมที่ผู้เรียนแต่ละคนแสดงออกมาเป็นประจำ และนำมาใช้ในการเรียนรู้ การคิด การแก้ปัญหาและการตอบสนองต่อเรื่องนั้นๆที่แตกต่างกันออกไป แบ่งออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่

1) แบบอิสระ (Independent) เป็นผู้เรียนที่ชอบคิดด้วยตนเอง ชอบทำงานด้วยความคิดเห็นของตนเอง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่นๆ ในชั้นเรียน ผู้เรียนกลุ่มนี้ตั้งใจเรียนเนื้อหาวิชาสำคัญ

2) แบบพึ่งพา (Dependent) เป็นผู้เรียนที่มีความอยากรู้อยากเห็นทางวิชาการน้อยมาก เรียนรู้เฉพาะสิ่งที่กำหนดไว้ให้เรียนเท่านั้น ผู้เรียนประเภทนี้มองอาจารย์และเพื่อนร่วมชั้นเรียนเป็นแหล่งความรู้และแหล่งที่ช่วยเหลือตนเองได้ พยายามที่จะแสวงหาคนที่มีความสามารถที่จะแนะนำตนเองได้ และต้องการที่จะรับคำสั่งหรือบอกให้ทำ

3) แบบร่วมมือ (Collaborative) เป็นผู้เรียนที่สามารถเรียนรู้ได้ดีมากที่สุดด้วยการร่วมกันแสดงความคิดเห็น และร่วมใช้ความสามารถที่ทุกคนมีอยู่ ชอบทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยมีความเห็นว่าห้องเรียนเป็นที่เหมาะสมกับการพบปะปฏิสัมพันธ์ไปพร้อม ๆ กับการเรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ

4) แบบหลีกเลี่ยง (Avoidance) เป็นผู้เรียนที่มีพฤติกรรมที่ไม่สนใจเรียนเนื้อหาในชั้นเรียน ไม่มีส่วนร่วมกับเพื่อนและอาจารย์ในชั้นเรียน ไม่สนใจสิ่งที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

5) แบบแข่งขัน (Competitive) เป็นผู้เรียนที่พยายามเอาชนะเพื่อน ๆ โดยที่จะทำอะไรให้ดีกว่าคนอื่นๆ รู้สึกว่าต้องแข่งขันกับคนอื่น ๆ เพื่อให้ได้รับคำชม คำยกย่อง ความสนใจจากอาจารย์ คิดว่าห้องเรียนเป็นสนามแข่งขัน จะต้องแพ้ ชนะ และผู้เรียนแบบนี้จะคิดเสมอว่าตัวเองต้องเป็นผู้ชนะด้วยการได้คะแนนที่ดี

6) แบบมีส่วนร่วม (Participant) เป็นผู้เรียนแบบต้องการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ชอบเข้าห้องเรียน มีความรับผิดชอบในการเรียน พยายามรับรู้ให้มากที่สุดจากชั้นเรียน ให้ความร่วมมือและมีส่วนร่วมกับผู้อื่นในการทำในสิ่งที่ตกลงไว้ร่วมกัน มีความรู้สึกว่าควรจะมีส่วนร่วมในกิจกรรมของชั้นเรียนให้มากที่สุด แต่จะมีส่วนร่วมน้อยมากหากกิจกรรมนั้นเป็นกิจกรรมนอกหลักสูตร หรือกิจกรรมที่ไม่เกี่ยวข้องกับแบบการเรียน

6. การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที (Immediate feedback) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับในสถานการณ์การทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบจนกว่าจะถูก (Answer-until Correct /Multiple-try Feedback) โดยแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยมีเงื่อนไขว่าข้อมูลย้อนกลับจะแสดงเฉพาะกรณีที่ตอบผิด โดยใช้การยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์ใกล้เคียงกับโจทย์ปัญหาที่ผู้เรียนกำลังทดสอบได้ศึกษา

2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยมีเงื่อนไขว่าข้อมูลย้อนกลับจะแสดงเฉพาะกรณีที่ตอบผิด โดยใช้การชี้แนะและอธิบายโจทย์ปัญหาข้อนั้นให้แก่ผู้เรียน

3) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลของการกระทำ (Knowledge of result feedback; KOR) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบ ซึ่งบอกเพียงแค่ผลการตอบว่าตอบถูกหรือผิด ในกรณีที่ตอบผิดจะมีเพียงข้อความแสดงขึ้นมาว่า ตอบผิดแล้วให้ตอบใหม่โดยไม่มีการให้ข้อมูลใดๆเพิ่มเติมและเปิดโอกาสให้ตอบจนกว่าจะถูก ขณะที่หากตอบถูกก็จะมีข้อความแสดงขึ้นมาเพียงว่า ตอบถูกแล้วให้ทำในข้อถัดไปโดยไม่มีการให้สารสนเทศใดเพิ่มขึ้น

7. พัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน (Learning development) คือ คะแนนการเปลี่ยนแปลงที่แสดงถึงพัฒนาการทางการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังจากที่ได้รับการเรียนการสอนเรื่องการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการทดสอบหลังเรียนเรื่องการประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเปรียบเทียบจำนวน 2 ครั้ง เว้นระยะห่างประมาณ 2 สัปดาห์ โดยให้สูตรการคำนวณคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ของศิริชัย กาญจนวาสี (2552) ดังนี้

$$DS = \left(\frac{\mathrm{Y-X}}{\mathrm{F-X}}\right) \times 100$$

โดย DS คือ คะแนนร้อยละของพัฒนาการของผู้เรียน (Development Score)

F คือ คะแนนเต็มในการวัด

Y คือ คะแนนการวัดครั้งหลัง

X คือ คะแนนการวัดครั้งแรก

8. ความคงทนในการเรียนรู้ (Learning retention) คือ ความสามารถของผู้เรียนที่จะรักษาความรู้ด้วยการวัดซ้ำโดยการทดสอบหลังเรียนเรื่องการประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเปรียบเทียบจำนวน 2 ครั้ง เว้นระยะห่างประมาณ 2 สัปดาห์ โดยมีเกณฑ์คือ คะแนนการวัดหลังเรียนครั้งที่สองมากกว่าหรือเท่ากับคะแนนการวัดหลังเรียนครั้งแรก ถือว่าผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้

9. ความน่าจะเป็นในการตอบถูก (The probability of answering the question correctly) คือ การวิเคราะห์ค่าความน่าจะเป็นในการตอบถูกของผู้เรียน จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสช์ (Rasch Sequential Item Response Theory Model ; Rasch SIRT Model)

10. ประสิทธิผลของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ หมายถึง การยอมรับจากผู้ใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดย

ประเมินความพึงพอใจของครูและนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ สำหรับผู้เรียนที่มีแบบการเรียนที่แตกต่างกัน ตามมาตรฐานการประเมินของ The Joint Committee on Standards for Educational Evaluation (1994) ได้แก่ ด้านอัตถประโยชน์ ด้านความเป็นไปได้ ด้านความเหมาะสม และด้านความถูกต้อง

1.7 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ประโยชน์ด้านวิชาการ

ได้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพ ทำให้ทราบความน่าจะเป็นในการตอบถูกโดยการประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสซ์

2. ประโยชน์ในทางปฏิบัติ

1) ครูได้แนวทางในการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน ไปใช้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผลให้เหมาะสมกับผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนมีศักยภาพในการเรียนรู้

2) ผู้เรียนที่ได้รับการเรียนการสอนตามรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดผลกระทบทางบวกต่อพัฒนาการและความคงทนในการเรียนรู้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน โดยผู้วิจัยจะนำเสนอแบ่งออกเป็น 6 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 การใช้การทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้

1.1 ความหมายและความเป็นมาของการใช้การทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้

1.2 การใช้การทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้

ตอนที่ 2 แบบการเรียน

2.1 ความหมายของแบบการเรียน

2.2 ประเภทของแบบการเรียน

ตอนที่ 3 การให้ข้อมูลย้อนกลับ

3.1 ความหมายของข้อมูลย้อนกลับ

3.2 รูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับ

3.3 การวัดความสามารถทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ

ตอนที่ 4 พัฒนาการการเรียนรู้

4.1 ความหมายของคะแนนพัฒนาการ

4.2 วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการ

ตอนที่ 5 ความคงทนในการเรียนรู้

5.1 ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้

5.2 ความสำคัญของความคงทนในการเรียน

5.3 การวัดความคงทนในการเรียนรู้

ตอนที่ 6 การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

6.1 ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

6.2 ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่อง

ตอนที่ 7 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ตอนที่ 1 การใช้การทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้

1.1 ความหมายและความเป็นมาของการใช้การทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้

ในอดีตรูปแบบการทดสอบที่นิยมใช้คือแบบทดสอบเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของผู้เรียน มุ่งเน้นสมรรถนะด้านความจำและความเข้าใจของผู้เรียน และนำผลจากการทดสอบมาตัดสินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน แต่การทดสอบยังมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้ด้านอื่น ๆ อีก เช่น เพิ่มการเก็บรักษาและทำความเข้าใจเนื้อหาจากการทำแบบทดสอบ เพิ่มความทรงจำการค้นคืนที่เกิดขึ้นในขณะทำการทดสอบซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้

การใช้การทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ (Test-Enhanced Learning) หมายถึงการเรียนที่มุ่งเน้นการใช้แบบทดสอบเสริมศักยภาพในการเรียนรู้เป็นแนวคิดที่ช่วยให้นักเรียนจำความคิดรวบยอดหรือข้อเท็จจริง และดึงความจำกลับมา ทำให้ผู้เรียนสามารถจำเรื่องนั้น ๆ ได้ดีขึ้นเป็นการเพิ่มความจำระยะยาวของผู้เรียน (Roediger and Butler 2011; Roediger and Pyc 2012)

นักวิจัยได้ศึกษาและกล่าวถึงการใช้การทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ (Test-Enhanced Learning) ไว้ดังนี้

Francias Bacon (1620) ได้เสนอทฤษฎีว่า “การอ่านซ้ำๆหลายครั้งมีประสิทธิภาพไม่ดีเท่ากับการอ่านพร้อมกับการท่องสิ่งที่อ่านออกมา เช่น ถ้าอ่านบทความหนึ่งๆ ซ้ำ 20 ครั้ง จะไม่สามารถจดจำได้ขึ้นใจเท่ากับการอ่านแค่ 10 ครั้ง พร้อม ๆ กับการท่องสิ่งเหล่านั้นออกมาและกลับไปอ่านในส่วนที่ลืม”

ในช่วงต้นปี 1990 ได้มีการทดลองเพื่อทดสอบทฤษฎีนี้เป็นครั้งแรก และผลการทดลองพบว่าการทบทวนและการทดสอบความจำตัวเองโดยการท่องสิ่งต่างๆ จะช่วยให้ได้ผลที่ดีขึ้นในการทดสอบครั้งถัดๆไปมากกว่าการกลับไปอ่านซ้ำๆหลายๆครั้ง (restudy) มีทฤษฎีที่อธิบายข้อดีของการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ ดังนี้

1.The transfer-appropriate processing theory: ทฤษฎีนี้กล่าวว่า การสอบย่อยหลายๆครั้งก่อนที่จะมีการสอบใหญ่ (final tests) จะช่วยให้ผู้เรียนมีคะแนนดีขึ้น เพราะว่าการสอบย่อยได้ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวิธีการเรียกคืนข้อมูล ซึ่งเป็นขั้นตอนเดียวกับที่ใช้ในการทำข้อสอบ final แต่อย่างไรก็

ตามทฤษฎีนี้ยังมีจุดบกพร่อง เช่น ในบางครั้งข้อสอบย่อยที่มีรูปแบบเดียวกับข้อสอบใหญ่ (recognition vs recall) ไม่ได้ทำให้คะแนนของผลสอบใหญ่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับข้อสอบย่อยที่มีรูปแบบแตกต่างกับข้อสอบใหญ่

2. The effortful retrival theory: ทฤษฎีเน้นถึงผลของการสอบที่จะช่วยทำให้ผู้เรียนสามารถจำเนื้อหาที่ผู้สอนอยากให้จำได้มากยิ่งขึ้น โดยรูปแบบของข้อสอบย่อยที่แตกต่างกันจะให้ผลลัพธ์ไม่เหมือนกัน เช่น recall quizzes ที่ใช้ความพยายามในการจำมากกว่า recognition tests (ข้อสอบแบบตัวเลือก) จะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าแม้ในกรณีที่ข้อสอบใหญ่เป็น recognition tests

นอกจากสองทฤษฎีนี้ยังมีเหตุผลที่สนับสนุนว่าการสอบจะช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ ตัวอย่างเช่น การสอบย่อยหลายๆครั้งจะลดความวิตกกังวลในการสอบเก็บคะแนนจึงทำให้ทำคะแนนได้ดีขึ้น นอกจากนี้การสอบย่อยบ่อยครั้งก็จะทำให้เราได้ข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งทำให้เรารู้จุดบกพร่องของเราและกลับไปทบทวนได้ถูกจุด ข้อดีเหล่านี้ทำให้การสอบย่อยถูกนำไปใช้ในโรงเรียนมากขึ้น และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้การทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ สามารถสรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้

1) การใช้การทดสอบเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการ (Test-Enhanced Learning in the laboratory)

ในการทดลองของ Roediger and Karpicke (2006) จะให้ผู้เข้าร่วมทดลองอ่านเอกสารประกอบการเรียนเช่น ลิสต์คำศัพท์ ลิสต์การจับคู่คำศัพท์ เป็นต้น โดยจะให้แบ่งให้กลุ่มหนึ่งได้มีการทดสอบย่อยหลายครั้งก่อนสอบใหญ่ในขณะที่กลุ่มอื่นๆไม่ได้สอบย่อย และเมื่อถึงเวลาสอบใหญ่จะแบ่งกลุ่มที่เหลือเป็นสองกลุ่ม คือ 1. กลุ่มที่จะให้ผู้เข้าร่วมทดลองอ่านแค่ครั้งเดียว และ 2. กลุ่มที่จะให้ผู้เข้าร่วมทดลองอ่านเท่ากับจำนวนครั้งของการสอบย่อย ซึ่งผลการทดลองพบว่ากลุ่มที่ได้สอบย่อยทำได้ดีกว่าสองกลุ่มที่เหลือที่ไม่ได้มีการทดสอบย่อยถึงแม้ว่าจะได้มีการทวนก่อนสอบหนึ่งครั้ง หรืออีกกลุ่มที่มีการทบทวนเท่ากับจำนวนครั้งของกลุ่มที่สอบย่อยได้สอบไป

นอกจากนี้ยังมีผลวิจัยที่กล่าวว่าผลลัพธ์ของการสอบย่อยจะดีขึ้นตามระยะเวลาที่ห่างมากขึ้นระหว่างการสอบย่อยและสอบใหญ่ ถึงแม้จะมีการทดลองบางอันที่กล่าวว่าการสอบทันทีหลังจากที่ทบทวนจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้นซึ่งเป็นสาเหตุให้ผู้เรียนหลายคนนั้นพยายามอ่านทุกอย่างก่อนสอบ

ซึ่งจริงๆแล้วการพยายามอ่านทุกอย่างก่อนสอบไม่ได้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถจำในสิ่งที่เรียนไปได้ในระยะยาว ในทางกลับกันการสอบย่อยจะช่วยให้การสอบใหญ่ดีขึ้นแม้จะมีการเว้นระยะการสอบไป โดยผลวิจัยพบว่าคนที่ได้ทำข้อสอบย่อยก่อนสอบใหญ่นั้นจะจำได้ดีกว่าในระยะยาว และความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่สอบย่อยและผลของการสอบใหญ่ยังมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกด้วย กล่าวคือ ยิ่งมีการสอบย่อยมากขึ้น ผลลัพธ์ในการสอบใหญ่ก็จะดีขึ้น ประเด็นที่ตามมาคือการเว้นระยะห่างของทดสอบย่อย นักวิจัยบางคนกล่าวว่าระยะห่างที่เท่ากันในการทดสอบย่อยแต่ละครั้งจะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า ในขณะที่นักวิจัยบางคนพบว่าระยะห่างในการทดสอบแต่ละครั้งของการสอบย่อยนั้นให้ผลลัพธ์ที่ไม่แตกต่างกันมากนัก แต่อย่างไรก็ตามการทดสอบย่อยหลายครั้งๆ จะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการทดสอบแบบรวมๆทีเดียว (massed quizzing)

นักวิจัยยังพยายามที่จะหารูปแบบของการสอบย่อยที่ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยหลายๆงานวิจัยพบว่ารูปแบบข้อสอบย่อยแบบตอบสั้นจะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าในการทดสอบใหญ่มากกว่าการสอบย่อยแบบตัวเลือก ซึ่งการค้นพบนี้ยังสนับสนุนทฤษฎี the effortual retrival thory ที่กล่าวไปข้างต้นด้วย ในแง่ที่ว่าข้อสอบแบบตัวเลือกใช้ความพยายามในการทำน้อยกว่าข้อสอบแบบตอบสั้น นอกจากนี้ผู้เรียนยังทำข้อสอบใหญ่ได้ดีขึ้นเมื่อข้อสอบย่อยนั้นใช้ความพยายามในการเรียกคืนข้อมูลมากกว่า โดยนักวิจัยค้นพบว่าข้อสอบย่อยที่ผู้เรียนใช้เวลาในการคิดคำตอบมากกว่าจะช่วยให้เขามีความคงทนในการเรียนรู้ มากกว่าข้อสอบที่สามารถตอบได้ทันที

2) การใช้การทดสอบเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ในชั้นเรียน (Test-Enhanced learning in the classroom)

Roediger and Karpicke (2006) ได้ทดลองให้ผู้เข้าร่วมอ่านทบทวนบทร้อยกรอง (ไม่ใช้ลิสต์คำศัพท์เหมือนการทดลองอื่นๆ) โดยให้ผู้เข้าร่วมทดลองเลือกที่จะทำข้อสอบย่อย 1 หรือ 3 ครั้ง หรือทบทวนบทร้อยกรองที่ให้ 1 หรือ 3 ครั้ง หลังจากนั้น 5 นาที ให้ผู้เข้าร่วมทดลองทำข้อสอบใหญ่ ผลการทดสอบพบว่ากลุ่มคนที่ได้อ่านทบทวนนั้นสามารถทำคะแนนได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้ทำการสอบย่อย แต่หลังจากนั้น 1 อาทิตย์ ผู้วิจัยได้ให้ผู้เข้าร่วมทดลองทำข้อสอบใหญ่อีกครั้งและพบว่ากลุ่มคนที่ได้ทำข้อสอบย่อยนั้นทำผลงานได้ดีกว่า

ถึงแม้ว่าจะมีการทดลองผลลัพธ์ของการสอบในสถานศึกษาจริงน้อยมาก แต่นักวิจัยที่ได้ทำการทดลองนั้นพยายามจำลองสถานการณ์ทดลองขึ้นมาเพื่อหาข้อสรุปต่อไป ตัวอย่างเช่น ได้ศึกษาว่า

นักศึกษาที่เรียนออนไลน์นั้นสามารถทำข้อสอบใหญ่ได้ดีกว่าเมื่อรูปแบบของข้อสอบใหญ่นั้นซ้ำกับรูปแบบที่เคยทำในข้อสอบย่อยไปแล้ว มากกว่าการอ่านทบทวนด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังไม่พบข้อแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญสำหรับ fact ที่ให้ผู้เข้าร่วมทดลองได้อ่านทบทวน กับ facts ที่ไม่ได้ให้อ่านทบทวนแต่แทรกไว้ในการบ้าน เพราะฉะนั้นสามารถสรุปได้ว่า การทดสอบย่อยเป็นเทคนิคที่มีประโยชน์ในการเรียนรู้มากกว่าการกลับไปอ่านซ้ำๆ ในเรื่องเดิม (re-reading) โดยมีการศึกษาโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนสามารถทำคะแนนในการสอบกลางภาคในกรณีที่นักเรียนเคย Quiz เรื่องนั้นๆมาแล้วได้ดีกว่าในกรณีที่นักเรียนไม่เคย Quiz เรื่องนั้นๆเลยหรือในกรณีที่นักเรียนถูกสั่งให้ไปอ่านทบทวนด้วยตนเอง

3) การใช้การทดสอบเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้และการถ่ายโอนความรู้ (Test-Enhanced learning and Transfer)

การศึกษาผลลัพธ์ของการสอบนั้นมีข้อจำกัดในกรณีที่คำถามของข้อสอบย่อยนั้นมีความคล้ายคลึงกับคำถามในข้อสอบใหญ่ซึ่งอาจจะทำให้การสอบเป็นวิธีที่ไม่น่านำไปใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ เพราะโดยปกติแล้วผู้สอนมักจะไม่ออกข้อสอบย่อยและข้อสอบใหญ่ให้มีความคล้ายคลึงกัน ถึงแม้ว่าความรู้บางอย่างต้องอาศัยความจำที่ดีมาก แต่เป้าหมายของการเรียนรู้จริงนั้นคือการนำไปใช้ได้จริงในสถานการณ์ต่างๆ เพราะฉะนั้นวิธีการสอบย่อยจะได้ผลลัพธ์ที่ดีมากถ้าการทดสอบช่วยส่งเสริมให้มีการถ่ายโอนความรู้ไปใช้ได้จริง นอกจากนี้ Chan (2010) ยังพบว่าการสอบจะช่วยทำให้เข้าใจเนื้อหาในการเรียนมากขึ้น โดยการทดสอบเนื้อหาหนึ่งๆจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและจดจำเนื้อหาอื่นที่ไม่ได้ทดสอบแต่มีความเกี่ยวข้องกัน โดยผู้วิจัยได้ทดสอบให้ผู้เข้าร่วมทดลองอ่านบทความหนึ่ง และให้ทดลองสอบในอีกบทความหนึ่งที่คล้ายคลึงกัน ผลการทดลอง พบว่า ผู้เข้าร่วมทดลองสามารถทำข้อสอบที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับบทความที่ไม่เคยสอบย่อยมาก่อนได้ ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าการทดสอบจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถจัดเรียงองค์ความรู้และระบบความคิดได้ดี จึงทำให้สามารถเข้าใจได้ลึกซึ้งขึ้น

4) ผลกระทบในทางปฏิบัติ (Practical Implications)

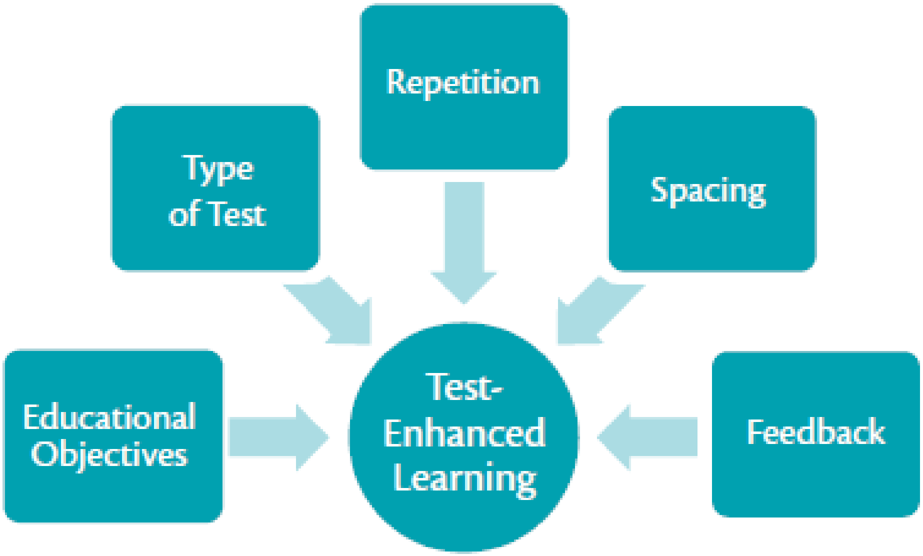
การสอบนั้นเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการเรียนรู้ในทุกแง่มุมและทุกระดับชั้น อีกทั้งผลลัพธ์ของการสอบยังกระตุ้นการเรียนรู้ทั้งในเรื่องที่เรียนและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง (แต่ไม่ได้สอบ) นอกจากนี้การใช้การสอบย่อยในห้องเรียนก็ไม่ได้เปลี่ยนรูปแบบการสอนหรือเสียเวลามากนัก โดยการสอบย่อยแบบ brief quizzes and web-based quizzes ที่ใช้เวลาสั้นๆก็ได้ผลลัพธ์ที่ดีเหมือนกัน และ

ถึงแม้ว่าผู้สอนไม่ใช้การสอบย่อยในห้องเรียน ผู้เรียนสามารถทดสอบตนเองได้โดยใช้วิธี 3R :Read-Recite-Review (อ่าน ท่อง ทบทวน) เพื่อทดสอบตนเองโดยการอ่านเนื้อหาที่เรียนมา ท่องออกมา และกลับไปทบทวนในสิ่งที่ยังจำไม่ได้ โดยมีผลการทดลองล่าสุดสนับสนุนว่าวิธี 3R นี้ทำให้ผลการทดสอบใหญ่ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่อ่านอย่างเดียว อย่างไรก็ตามวิธี 3R กับวิธีจดโน้ตก็ได้ผลลัพธ์คล้ายๆกันแต่วิธี 3R นั้นใช้เวลาน้อยกว่าอย่างมีนัยยะสำคัญ ถึงแม้ว่าการจดโน้ตจะเป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด แต่การที่นำวิธีการท่องควบคู่ไปด้วยก็จะทำให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการเรียนที่ดีขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การใช้แบบทดสอบเสริมศักยภาพในการเรียนรู้ (Test-enhanced Learning) เป็นแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนที่มุ่งเน้นการใช้แบบทดสอบเสริมศักยภาพในการเรียนรู้เป็นแนวคิดที่ช่วยให้นักเรียนจำความคิดรวบยอดหรือข้อเท็จจริง และดึงความจำกลับมาทำให้ผู้เรียนสามารถจำเรื่องนั้นๆได้ดีขึ้น เป็นการเพิ่มความจำระยะยาว เพราะว่าการทดสอบจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถจัดเรียงองค์ความรู้ การถ่ายโอนความรู้ และระบบความคิดได้ดีจึงทำให้สามารถเข้าใจได้ลึกซึ้งขึ้น

1.2 การใช้การทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียน

การใช้การทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ (Test-Enhanced Learning) จำเป็นต้องอาศัยปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน การค้นคืนความรู้ สำหรับการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ 5 ปัจจัยได้แก่ 1) การสร้างความสอดคล้องระหว่างการค้นคืนความรู้กับวัตถุประสงค์การศึกษา (Educational Objectives) 2) รูปแบบของข้อสอบ (Type of Test) 3) การทดสอบแบบซ้ำๆ (Repetition) 4) การเว้นระยะห่างสำหรับการทดสอบ (Spacing) 5) การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อ Test-Enhanced Learning

1.2.1 การสร้างความสอดคล้องระหว่างการค้นคืนความรู้กับวัตถุประสงค์การศึกษา

กระบวนการค้นคืนไม่เพียงแต่เกิดจากการทดสอบข้อเขียนเท่านั้น แต่สามารถเกิดขึ้นได้จากหลาย ๆ กิจกรรมในการเรียนการสอน เช่น การตอบคำถาม การปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในชั้นเรียน นักการศึกษาสามารถเลือกกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อเสริมสร้างการค้นคืนความรู้ของผู้เรียน อย่างไรก็ตาม กิจกรรมดังกล่าวต้องได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อทำมีการเรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรม การตั้งคำถามเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ที่คาดหวังของผู้เรียนมีส่วนช่วยกำหนดรูปแบบการเรียนรู้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการเรียนรู้ข้อเท็จจริง การเรียนรู้มโนทัศน์ การเรียนรู้กระบวนการ การแก้ปัญหา รวมถึงทักษะทางกาย เมื่อกำหนดรูปแบบการเรียนรู้ที่ต้องการแล้วจึงนำไปจับคู่กับรูปแบบของการค้นคืนที่เหมาะสมกับการเรียนรู้แต่ละรูปแบบ

การเรียนรู้ข้อเท็จจริงมักถูกมองว่าเป็นการเรียนรู้ในระดับต่ำ และได้รับการมองข้ามไปทั้งที่ความจริงแล้วผู้ที่จะสามารถลงมือปฏิบัติได้จำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงหรือทฤษฎีก่อน เช่น แพทย์จำเป็นต้องเรียนรู้และจดจำลักษณะของโรคต่าง ๆ ขนาดของยาในการรักษา รวมถึงการแปลผลการวิเคราะห์ทางคลินิก การศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบเพื่อการค้นคืนความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง ได้แก่ การศึกษาของ Larson และคณะ (2009) เกี่ยวกับผลของการทดสอบโดยการตอบสั้นทุก ๆ 2 สัปดาห์ หลังจากการเรียนการสอนเกี่ยวกับระบบประสาทของนักศึกษาแพทย์ พบว่า การทดสอบซ้ำช่วยสร้างความจำระยะยาวให้กับผู้เรียนได้หลังจาก 6 เดือนผ่านไป เมื่อเปรียบเทียบกับการ

ทบทวนบทเรียนซ้ำ Turner และคณะ (2011) ศึกษาการทดสอบปากเปล่าซ้ำทางโทรศัพท์โดยไม่บอกล่วงหน้าจำนวน 4 ครั้ง พบว่า การทดสอบดังกล่าวพัฒนาความคงทนในการเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการทดสอบเพียงครั้งเดียว ในทางปฏิบัติ นักการศึกษาต้องมีแนวคิดที่ชัดเจนว่าองค์ความรู้หรือข้อเท็จจริงใดที่จำเป็นต่อการสร้างความคงทนในการเรียนรู้ จากนั้นจึงกำหนดวิธีการเพื่อสนับสนุนการค้นคืนความรู้ให้แก่ผู้เรียน

การเรียนรู้มโนทัศน์เป็นประเด็นสำคัญอีกประเด็นหนึ่งโดยเฉพาะการเรียนการสอนด้านการแพทย์ซึ่งประกอบด้วยการใช้ความรู้ในการจำแนกกลุ่มอาการต่างๆ ได้อย่างถูกต้องเพื่อวินิจฉัยผู้ป่วย ทั้งนี้ ผู้ป่วยที่แสดงอาการคล้ายกันอาจเป็นโรคที่ต่างกัน ดังนั้น นักศึกษาแพทย์จึงต้องสามารถระบุความเหมือนและความแตกต่างของกลุ่มอาการ รวมถึงระบุได้ว่าการการของโรคที่คล้ายคลึงกันสามารถจำแนกไปสู่โรคที่แตกต่างกันได้อย่างไรบ้าง Jacoby และคณะ (2010) ศึกษาผลของการทดสอบที่มีต่อการตระหนักในระดับความรู้หรืออภิปัญญา (metacognition) พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความสามารถเพิ่มขึ้นในการระบุระดับการเรียนรู้ของตน

นอกจาก TEL จะช่วยพัฒนาพุทธิพิสัยแล้วยังช่วยพัฒนาทักษะพิสัยอีกด้วย งานวิจัยของ Kromann และคณะ (2010) พบว่า การทดสอบซ้ำช่วยพัฒนาความคงทนด้านทักษะพิสัยในการปั๊มหัวใจของนักศึกษาแพทย์

1.2.2 รูปแบบของข้อสอบ

นักการศึกษาที่จะใช้ TEL จะต้องเลือกรูปแบบของข้อสอบ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งรูปแบบของข้อสอบแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ production tests และ recognition tests

รูปแบบข้อสอบแบบ production tests จะเป็นข้อสอบแบบตอบสั้น แบบความเรียง แบบเติมคำ ซึ่งผู้สอบจะต้องทำการเรียกคืนความรู้ความจำของตนเองแล้วเรียบเรียงเพื่อตอบคำถาม ในขณะที่รูปแบบข้อสอบแบบ recognition tests จะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ แบบถูกผิด การจับคู่ ซึ่งผู้สอบจะสามารถเลือกคำตอบได้จากตัวเลือกที่กำหนดให้ งานวิจัยของ McDaniel และคณะ (2011) พบว่ารูปแบบข้อสอบทั้ง production tests และ recognition tests มีประสิทธิภาพที่จะช่วยให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ แต่รูปแบบข้อสอบแบบ production tests จะทำให้เกิดความจำระยะยาวและเกิดความคงทนในการเรียนรู้ได้ดีกว่า recognition tests เพราะว่า production tests

ทำให้ผู้ตอบต้องใช้ความพยายามในการคิดเพื่อจะหาคำตอบมากกว่า มีงานวิจัยที่ใช้รูปแบบข้อสอบมาใช้ในการเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ทั้งรูปแบบข้อสอบแบบตอบสั้น (Hattikudur และ Postle (2011), Smith และ Karpicke (2014), Mcconnell (2015), Nyroos (2016)) และใช้รูปแบบข้อสอบแบบเลือกตอบ Butler และ Roediger (2008), Hattikudur และ Postle (2011), Butler และ Roediger (2013), Jaeger (2014), Smith และ Karpicke (2014), Messineo (2015), Nyroos (2016))

1.2.3 การทดสอบแบบซ้ำ ๆ

การทดสอบซ้ำ ๆ นั้นช่วยเพิ่มสมรรถนะด้านความจำมากกว่าการสอบครั้งเดียว ยิ่งมีการทดสอบทบทวนความเข้าใจบ่อยมากเท่าไร สมรรถนะด้านความจำก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย การทดสอบซ้ำ ๆ นี้ผนวกอยู่ในแนวคิดการทบทวนแบบรอบคอบที่มุ่งเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ในสาขาของผู้เรียนเพื่อให้เกิดความเชี่ยวชาญในสาขานั้น ๆ การศึกษาอย่างรอบคอบนี้รวมไปถึง การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้ชัดเจน ซึ่งนำไปสู่การทบทวนแบบซ้ำ ๆ ที่มีตัววัดผลที่ชัดเจน นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการให้ผลสะท้อนและติดตามผลการเรียนรู้เพื่อให้มีการฝึกฝนจนเชี่ยวชาญในสาขานั้น ๆ

ในด้านการแพทย์นั้นการศึกษาอย่างรอบคอบนี้ช่วยให้บุคลากรดูแลรักษาผู้ป่วยได้ดีขึ้น แต่ถึงแม้ว่าการศึกษาแบบรอบคอบนี้จะมีประสิทธิภาพมากต่อการเรียนรู้แต่ก็ไม่ได้มีการนำมาใช้เหมือนกันทั้งหมด น่าเสียดายว่าการทดสอบแบบซ้ำๆ นี้มีรวมอยู่ในหลักสูตรด้านการแพทย์น้อยมากทั้ง ๆ ที่ช่วยเพิ่มสมรรถนะด้านความจำเป็นอย่างดี การศึกษาด้านความจำของแพทย์ประจำบ้านพบว่าการทดสอบซ้ำๆ บ่งชี้ว่าแพทย์เหล่านี้ลืมสิ่งที่ตนเองเรียนรู้ไปแต่การทดสอบซ้ำๆ ช่วยลดการหลงลืมนั้นได้ โดยภาพรวมนั้นการทดสอบซ้ำๆ ช่วยเพิ่มสมรรถนะด้านความจำได้ในระยะยาวมากกว่ากว่าการทดสอบครั้งเดียว และเมื่อทำพร้อมกับการให้ผลสะท้อนแล้วก็จะช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ได้

มีตัวอย่างงานวิจัยที่มีการทดสอบซ้ำเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้เช่นงานวิจัยของ Roediger และ Karpicke (2006), Lyle & Crawford (2011), Jaeger (2014), Mcconnell (2015), Messineo (2015), Nicolas (2015), Marek และ Dower (2016), Nyroos (2016)

1.2.4 การเว้นระยะห่าง

การทดสอบแบบซ้ำๆ นี้เชื่อมโยงกับการเว้นระยะห่างการทดสอบ และการเว้นระยะนี้ช่วยเพิ่มสมรรถนะด้านความจำมากกว่าการทดสอบเพียงรอบเดียว โดยมีการกำหนดกรอบเวลาและระยะห่างให้สอดคล้องกับหลักสูตรหรือรายวิชานั้น ๆ โดยการศึกษาของ Cepeda และคณะ (2006, 2008) พบว่าการเว้นระยะห่างการทดสอบประมาณ 10 - 20 % ของช่วงเวลาการเรียนรู้เรื่องนั้นๆ ช่วยเพิ่มสมรรถนะด้านความจำได้มากที่สุด และการทดสอบแบบซ้ำๆ นี้ยังช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ของการสอบปลายภาคมากกว่าการทดสอบรวบยอดเพียงทีเดียว การเว้นระยะจะได้ผลดีนั้นควรทำภายในกรอบเวลาของวิชานั้นๆ แต่การกำหนดระยะห่างก็ต้องขึ้นอยู่กับปริมาณข้อมูลและลักษณะของรายวิชานั้น ๆ ด้วย มีตัวอย่างงานวิจัยที่มีการเว้นระยะห่างในการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการวิจัย เช่น งานวิจัยของ Roediger และ Karpicke (2006), Smith และ Karpicke (2014), Marek และ Dower (2016)

1.2.5 การให้ข้อมูลย้อนกลับ

การให้ข้อมูลย้อนกลับนั้นเป็นสิ่งจำเป็นหากอยากให้การทดสอบซ้ำและระยะห่างของการทดสอบเกิดผลสูงสุดต่อผู้เรียน เพราะนี่เป็นตัวเชื่อมระหว่างการเรียนรู้จริงและที่มุ่งหวัง นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนกลับไปแก้ไขข้อบกพร่อง และรักษาสมรรถนะด้านความจำได้ด้วย ตลอดจนการให้ข้อมูลย้อนกลับจะช่วยให้การทดสอบมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อผู้เรียนตอบผิด แต่ถึงจะไม่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับก็ตามการทดสอบทบทวนความเข้าใจก็ยังช่วยเพิ่มสมรรถนะด้านความจำได้เช่นกัน แม้จะไม่มีการศึกษาหรือเรียนรู้เนื้อหาเพิ่มเติมก็ตาม การทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับนั้นสามารถเพิ่มสมรรถนะด้านความจำได้ถึง 25 % หรือมากกว่าแบบที่ไม่ให้ข้อมูลย้อนกลับทีเดียว

นอกจากนี้การทดสอบสามารถให้ผู้เรียนติดตามการเรียนรู้ของตนเองเมื่อทราบว่าตนเองมีความรู้จำกัดด้านไหนบ้างและเพิ่มความพยายามในการแก้ไข้ข้อผิดพลาดเหล่านั้น และการให้ผู้เรียนพยายามตอบคำถามยากๆ แต่ตอบไม่ได้ ก่อนการเรียนรู้เนื้อหานั้นจะช่วยให้ผู้เรียนจำได้มากกว่าการศึกษาคำถามและหาคำตอบในเวลาเดียวกัน และเมื่อถามผู้เรียนว่าการทดสอบช่วยให้ตนเองตระหนักว่าตนเองมีความรู้ระดับไหน ก็จะทำให้ผู้เรียนแก้ไขข้อผิดพลาด และพัฒนาตนเองเพื่อเพิ่มสมรรถนะในการเรียนรู้ได้

การกำหนดระยะของการให้ข้อมูลย้อนกลับให้เหมาะสมก็เป็นสิ่งสำคัญ และการเว้นระยะห่างระหว่างการทดสอบและการให้ข้อมูลย้อนกลับอาจจะดีกว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีหลังจากการทดสอบ ทว่าอาจมีข้อด้อยเรื่องการเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ ผู้สอนจึงควรพิจารณาด้วยว่าควรใช้แบบใดถึงจะเหมาะสม

รูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับสามารถทำได้หลากหลาย ดังนั้นผู้สอนจึงควรคำนึงถึงความสอดคล้องระหว่างรูปแบบข้อสอบและการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด มีตัวอย่างงานวิจัยที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ เช่น งานวิจัยของ Butler และ Roediger (2008), Hattikudur และ Postle (2011), Butler และ Roediger (2013), Messineo (2015), Nicolas (2015), Nyroos (2016)

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้การทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ พบว่า มีงานวิจัยที่ใช้รูปแบบข้อสอบแบบตอบสั้น และข้อสอบแบบเลือกตอบ การทดสอบซ้ำ การเว้นระยะห่าง และการให้ข้อมูลย้อนกลับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้การทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ (Test-enhanced Learning)

ชื่อผู้วิจัย (ปี) / ประเด็นที่ศึกษา	Roediger & Karpicke (2006)	Butler & Roediger (2008)	Hattikudur & Postle (2011)	Lyle & Crawford (2011)	Larsen, Butler & Roediger (2013)	Jaeger (2015)	Smith & Karpicke (2014)	Mcconnell (2015)	Messineo (2015)	Nicolas (2015)	Marek & Dower (2016)	Nyroos (2016)
1. รูปแบบข้อสอบ												
1.1 แบบตอบสั้น			✔				✔	✔				✔
1.2 แบบเลือกตอบ		✔	✔		✔	✔	✔		✔			✔
2. การทดสอบซ้ำ	✔			✔		✔		✔	✔	✔	✔	✔
3. การเว้นระยะห่าง	✔						✔				✔	
4. การให้ข้อมูลย้อนกลับ												

ชื่อผู้วิจัย (ปี) / ประเด็นที่ศึกษา	Roediger & Karpicke (2006)	Butler & Roediger (2008)	Hattikudur & Postle (2011)	Lyle & Crawford (2011)	Larsen, Butler & Roediger (2013)	Jaeger (2015)	Smith & Karpicke (2014)	Mcconnell (2015)	Messineo (2015)	Nicolas (2015)	Marek & Dower (2016)	Nyroos (2016)
4.1 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที		✓	✓		✓				✓			✓
4.2 การให้ข้อมูลย้อนกลับในภายหลัง		✓			✓					✓		

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ มีดังนี้

Richard และ Pan (2018) ได้ศึกษาผลของการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ ที่มีต่อโมเดลการทำงานของสมองแบบคู่หน่วยความจำ (A Dual Store Model of Memory) ซึ่งโมเดลนี้เป็นโมเดลที่อธิบายการทำงานของระบบสมองมนุษย์ ว่าประกอบด้วย 3 ส่วน โดยส่วนแรก คือ หน่วยรับข้อมูลจากประสาทสัมผัส (Sensory Register) จะทำหน้าที่รับข้อมูลจากภายนอกในรูปแบบของการมองเห็น การได้ยิน การได้กลิ่น การรับรส และการสัมผัส แล้วส่งไปยังหน่วยประมวลผล โดยหน่วยประมวลผลจะมีหน่วยความจำสองแบบที่มีหน้าที่และคุณสมบัติที่แตกต่างกัน คือ หน่วยความจำระยะสั้น หรือ หน่วยความจำสำหรับการประมวลผล (Short-term/Working Memory) ในส่วนนี้จะทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลที่ได้รับจากจากหน่วยรับข้อมูลจากประสาทสัมผัส โดยใช้ข้อมูลจากหน่วยความจำหน่วยที่สองในการตีความ ซึ่งหน่วยความจำหน่วยที่สองนี้ คือ หน่วยความจำระยะยาว (Long-term Memory) จะมีหน้าที่เก็บข้อมูลที่ระบบสมองได้ทำการพิจารณาแล้วว่าเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญควรค่าแก่การจดจำเพื่อนำมาใช้ในอนาคต ได้ทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง 509 คน โดยใช้ข้อมูลจากงานวิจัยก่อนหน้าจำนวน 10 งานวิจัย พบว่าความจำจะอยู่ได้คงทนในช่วง 1- 7 วัน แรกหลังจากเกิดเหตุการณ์

Roediger และคณะ (2011) ได้ศึกษาผลของการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ ที่มีต่อความจำระยะยาวจากการทดสอบย่อย เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง ในวิชาสังคม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นประถทศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนที่ไม่อยู่ในตัวเมือง โดยมีการทดลอง 3 ครั้ง เพื่อตอบคำถามว่า การทดสอบสามารถช่วยให้มีความคงทนในการเรียนหรือไม่ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

คือ เนื้อหาในรายวิชา และแบบทดสอบที่จะใช้เป็นคะแนนที่นักเรียนได้รับจริงในรายวิชา การออกแบบการทดลอง คือ การทดลองที 1 และ 2 นักเรียนจะได้รับการทดสอบ 3 ครั้งเป็นแบบสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จะมีการเปรียบเทียบข้อคำถามแต่ละข้อเพื่อแสดงให้เห็นว่าข้อสอบคู่ขนานกัน พบว่าผลการสอบของนักเรียนในการสอบปลายภาคที่เป็นการสอบครั้งที่ 3 ดีขึ้น สัมพันธ์กับการสอบย่อยทั้ง 2 ครั้ง ในการทดลองที่ 3 นักเรียนจะได้รับการสอบย่อยแบบปรนัย 4 ตัวเลือก 1 ครั้ง และจะได้รับการกระตุ้นให้ทำแบบทดสอบด้วยตนเองนอกเวลาเรียนทางเว็บไซต์ 1 ครั้ง การทดสอบนี้เป็นแบบสอบแบบเติมคำตอบสั้นๆ และใช้แบบสอบปรนัย 4 ตัวเลือกด้วย พบว่าการสอบย่อยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 ทั้ง 3 การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า การทดสอบสามารถสามารถใช้เป็นกลไลในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้

Messineo และ คณะ (2015) ได้ศึกษาการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ในกลุ่มนักศึกษาเตรียมพยาบาล งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง กลุ่มตัวอย่างจำนวน 161 คน ที่ศึกษาในวิชาจิตวิทยาทั่วไป กลุ่มทดลองจะมีการทดสอบย่อย (Test Enhanced Learning Group) โดยใช้แบบสอบปรนัย 4 ตัวเลือก และกลุ่มควบคุม (Re- Study Group) จะไม่มีการสอบย่อยแต่จะให้อ่านข้อสอบที่กลุ่มทดลองใช้ในการทดสอบย่อย พบว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($M_{Tel} = 23.11, M_{Re-study} = 20.47, t(109.86) = -2.57, p < 0.05, r = 0.24$)

ตอนที่ 2 แบบการเรียน

แบบการเรียนของผู้เรียนเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความสำเร็จทางการเรียน โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้น สามารถจดจำข้อมูลที่ได้เรียนนานขึ้น เมื่อวิธีสอน วัสดุ/สื่อการสอนและสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับแบบการเรียนของผู้เรียน

2.1 ความหมายของแบบการเรียน

แบบการเรียน (Learning style) ของแต่ละบุคคลมีรูปแบบที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะที่จะช่วยนำไปสู่การเรียนรู้และการทำความเข้าใจในเนื้อหาสาระ และถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเรียนรู้ โดยมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบการเรียนไว้ ผู้วิจัยได้สรุปความหมายของแบบเรียนแยกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มนักการศึกษาต่างประเทศ และ2) กลุ่มนักการศึกษาประเทศไทย มีรายละเอียดดังนี้

กลุ่มนักการศึกษาต่างประเทศได้ให้ความหมายของ แบบเรียน (Learning style) ว่าหมายถึง พฤติกรรมและทัศนคติเฉพาะที่มีความสัมพันธ์ต่อบริบทของการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่แสดงออกอย่างสม่ำเสมอในการเรียน เป็นวิธีการที่ผู้เรียนชอบใช้ในการเรียนรู้สิ่งใดสิ่งหนึ่งมีความเฉพาะแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล โดยมีประสบการณ์ เจตคติ และบุคลิกภาพเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมการเรียนรู้ แบบเรียนประกอบด้วยองค์ประกอบทางด้านปัญญา ร่างกายและอารมณ์ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดว่าผู้เรียนมีวิธีการรับรู้ ปฏิสัมพันธ์และการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมการเรียนรู้อย่างไร แบบการเรียนมีความเกี่ยวข้องกับวิธีการสอนของผู้สอนที่ส่งผลต่อพฤติกรรมทางร่างกายและจิตใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้เรียนจะรับรู้ จัดการ เก็บรวบรวมและการนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ออกมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล (Gregorce, 1979; Hunt, 1981; Kolb, 1981; Keefe, 1984; Ellis, 1985; Dunn and Dunn, 1978; Merriam and Caffarella, 1991; Mumford, 1992; James and Gardner, 1995; Swanson, 1995; Grasha, 1996; Cassidy, 2004)

ในขณะที่กลุ่มนักการศึกษาในประเทศไทยได้ให้ความหมายของแบบเรียน (Learning style) ว่าหมายถึง ลักษณะทางด้านสติปัญญา จิตใจและพฤติกรรมเป็นการแสดงออกที่ผู้เรียนแต่ละคนเลือกชอบที่จะเรียนรู้ซึ่งแตกต่างกันตามลักษณะเฉพาะของผู้เรียน และสภาพแวดล้อมทางการเรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร นอกจากนี้วิธีการเรียนของแต่ละบุคคลยังต้องอาศัยกระบวนการคิด ความรู้สึก ประสบการณ์ ตลอดจนการเรียนรู้ที่แต่ละคนตอบสนองต่อกิจกรรมการเรียนการสอนแตกต่างกันไป (อาชัญญา รัตนอุบล, 2538; กรมวิชาการ, 2544; คู่บุญ ศกุนตนาค, 2552; พิไลวรรณ พุ่มขจร, 2555)

สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสรุปว่า แบบการเรียน หมายถึง ลักษณะของทัศนคติและพฤติกรรมที่ผู้เรียนแต่ละคนแสดงออกมาเป็นประจำ และนำมาใช้ในการเรียนรู้ การคิด การแก้ปัญหาและการตอบสนองต่อเรื่องนั้น ๆ ที่แตกต่างกันออกไป

2.2 ประเภทของแบบการเรียน

แบบการเรียนเป็นลักษณะส่วนบุคคลที่แสดงออกต่อการเรียนรู้ เป็นแนวทางที่ใช้แสวงหาความรู้ตามความถนัดและความชอบส่วนบุคคล โดยมีนักวิชาการหลายท่านได้แบ่งจำแนกประเภทของแบบการเรียนไว้ดังนี้

Grasha and Reichman (1975) ได้เสนอ แบบการเรียนของผู้เรียนที่แสดงให้เห็นได้ในชั้นเรียน ซึ่งพิจารณาจากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับครูผู้สอน ผู้เรียนคนอื่นๆ และงานหรือกิจกรรมทางการเรียน โดยแบ่งแบบการเรียนออกเป็น 6 แบบ ได้แก่ 1) แบบอิสระ (Independent) 2) แบบพึ่งพา (Dependent) 3) แบบร่วมมือ (Collaborative) 4) แบบหลีกเลี่ยง (Avoidance) 5) แบบแข่งขัน (Competitive) และ 6) แบบส่วนร่วม (Participant) แต่ละแบบมีรายละเอียด ดังนี้

1) แบบอิสระ (Independent) เป็นผู้เรียนที่ชอบคิดด้วยตนเอง ชอบทำงานด้วยความคิดเห็นของตนเอง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่นๆ ในชั้นเรียน ผู้เรียนกลุ่มนี้ตั้งใจเรียนเนื้อหาวิชาสำคัญ

2) แบบพึ่งพา (Dependent) เป็นผู้เรียนที่มีความอยากรู้อยากเห็นทางวิชาการน้อยมาก เรียนรู้เฉพาะสิ่งที่กำหนดไว้ให้เรียนเท่านั้น ผู้เรียนประเภทนี้มองอาจารย์และเพื่อนร่วมชั้นเรียนเป็นแหล่งความรู้และแหล่งที่ช่วยเหลือตนเองได้ พยายามที่จะแสวงหาคนที่มีความสามารถที่จะแนะนำตนเองได้ และต้องการที่จะรับคำสั่งหรือบอกให้ทำ

3) แบบร่วมมือ (Collaborative) เป็นผู้เรียนที่สามารถเรียนรู้ได้ดีมากที่สุดด้วยการร่วมกันแสดงความคิดเห็น และร่วมใช้ความสามารถที่ทุกคนมีอยู่ ชอบทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยมีความเห็นว่าห้องเรียนเป็นที่เหมาะสมกับการพบปะปฏิสัมพันธ์ไปพร้อม ๆ กับการเรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ

4) แบบหลีกเลี่ยง (Avoidance) เป็นผู้เรียนที่มีพฤติกรรมที่ไม่สนใจเรียนเนื้อหาในชั้นเรียน ไม่มีส่วนร่วมกับเพื่อนและอาจารย์ในชั้นเรียน ไม่สนใจสิ่งที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

5) แบบแข่งขัน (Competitive) เป็นผู้เรียนที่พยายามเอาชนะเพื่อน ๆ โดยที่จะทำอะไรให้ดีกว่าคนอื่นๆ รู้สึกว่าต้องแข่งขันกับคนอื่น ๆ เพื่อให้ได้รับคำชม คำยกย่อง ความสนใจจากอาจารย์ คิดว่าห้องเรียนเป็นสนามแข่งขัน จะต้องแพ้ ชนะ และผู้เรียนแบบนี้จะคิดเสมอว่าตัวเองต้องเป็นผู้ชนะด้วยการได้คะแนนที่ดี

6) แบบมีส่วนร่วม (Participant) เป็นผู้เรียนแบบต้องการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ชอบเข้าห้องเรียน มีความรับผิดชอบในการเรียน พยายามรับรู้ให้มากที่สุดจากชั้นเรียน ให้ความร่วมมือและมีส่วนร่วมกับผู้อื่นในการทำในสิ่งที่ตกลงไว้ร่วมกัน มีความรู้สึกว่าควรจะมีส่วนร่วมในกิจกรรมของชั้นเรียนให้มากที่สุด แต่จะมีส่วนร่วมน้อยมากหากกิจกรรมนั้นเป็นกิจกรรมนอกหลักสูตร หรือกิจกรรมที่ไม่เกี่ยวข้องกับแบบการเรียน

ในปี 1982 Grasha and Reichman ได้สร้างแบบสำรวจแบบการเรียนของผู้เรียน ชื่อว่า Grasha & Reichman Student Learning Style Scales (GRSLSS) ซึ่งเป็นแบบวัดความรู้สึก การปฏิบัติและทัศนคติที่มีต่อพฤติกรรมและการมีปฏิสัมพันธ์กันในชั้นเรียนของนักเรียน ครู และกลุ่ม

เพื่อนในชั้นเรียน ตลอดจนแบบการสอน การจัดการเรียนการสอนของครู และสภาพแวดล้อมในชั้นเรียน

Kolb (1971) นำเสนอทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Theory of Experimental Learning) เพื่อจัดประเภทของแบบการเรียน ทฤษฎีดังกล่าวได้กล่าวถึง กระบวนการเรียนรู้และการปรับตัวของแต่ละบุคคล รวมทั้งระบุบรรยากาศของการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับรูปแบบของแต่ละคน ซึ่งเป็นผลมากจากเครื่องมือทางพันธุกรรม ประสบการณ์เดิม และความต้องการของสิ่งแวดล้อม การปรับตัวของบุคคลมี 4 ขั้นตอน คือ 1) ประสบการณ์เชิงรูปธรรม (Concrete Experience: CE) 2) การสังเกตอย่างไตร่ตรอง (Reflective Observation: RO) 3) การสร้างมโนภาพเชิงนามธรรม (Abstract Conceptualization: AC) และ 4) การทดลองปฏิบัติจริง (Active Experimentation: AE)

จากทฤษฎีดังกล่าว สามารถแบ่งแบบการเรียนออกเป็น 4 แบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) แบบอเนกนัย (Divergers) เป็นการรวมกันของประสบการณ์เชิงรูปธรรม และการสังเกตอย่างไตร่ตรอง บุคคลที่มีแบบการเรียนแบบนี้ชอบความคิดที่หลากหลายและชอบที่จะรวบรวมข้อมูล มีความสามารถในการจินตนาการเพื่อเพิ่มความคิดสร้างสรรค์และเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อมองสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรมจากหลายจุดสำคัญที่แตกต่างกันของมุมมอง

2) แบบซึมซับ (Assimilators) เป็นการรวมกันของการสร้างมโนภาพเชิงนามธรรม และการสังเกตอย่างไตร่ตรอง แบบการเรียนนี้สามารถที่จะเข้าใจและกำหนดข้อมูลในรูปแบบตรรกวิทยาและเที่ยงตรง เน้นความคิดและแนวคิดนามธรรม ดังนั้นพวกเขาสร้างแบบจำลองและการกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นได้ดีมากและเป็นนักวางแผนที่ดีมาก

3) แบบคิดเอกนัย (Convergers) เป็นการรวมกันของการสร้างมโนภาพเชิงนามธรรมและการทดลองปฏิบัติจริง เรียนรู้ตามแนวคิดความเข้าใจและปฏิบัติตามอย่างคล่องตัวในการเรียนรู้และใส่ใจในรายละเอียด

4) แบบปฏิบัติ (Accommodation) เป็นการรวมกันของประสบการณ์เชิงรูปธรรม และการทดลองปฏิบัติจริง ชอบคิดแบบเอกนัย มีองค์ประกอบของการทดลองปฏิบัติจริงและพึ่งพาอาศัยบุคคลอย่างมากสำหรับข้อมูลเมื่อมีการแก้ปัญหาและเผชิญกับภาวะเสี่ยง ดังนั้นจึงหาวิธีใหม่ตลอดโครงการ

Felder and Silverman (1988, 1993) ได้นิยามประเภทของแบบการเรียนตามลักษณะและวิธีที่ผู้เรียนรับและจัดกระทำข้อมูล สามารถแบ่งแบบการเรียนออกเป็น 5 มิติ ได้แก่

1) ด้านการรับรู้ (perception) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่พัฒนามาจากทฤษฎีของ Carl Jung ที่กล่าวถึงการรับรู้ของมนุษย์ซึ่งมี 2 ทาง ได้แก่ การรับรู้โดยประสาทสัมผัส และการรับรู้โดยญาณการรับรู้โดยประสาทสัมผัส โดยลักษณะของผู้เรียนตามมิติการรับรู้แบ่งได้ 2 แบบ ได้แก่ 1.1) ผู้เรียนแบบประสาทสัมผัส (sensing learner) และ 1.2) ผู้เรียนแบบญาณหยั่งรู้ (intuitive learner)

2) ด้านการนำเข้าข้อมูล (input) เป็นทางเข้าของข้อมูลที่ผู้เรียนรับเข้าผ่านทางตาหรือทางหู ได้แก่ 2.1) ผู้เรียนแบบการมอง (visual learner) และ 2.2) ผู้เรียนแบบถ้อยคำภาษา (verbal learner)

3) ด้านการจัดระบบข้อมูล (organization) ได้แก่ 3.1) ผู้เรียนแบบอุปนัย (deductive learner) และ 3.2) ผู้เรียนแบบนิรนัย (inductive learner)

4) ด้านการจัดกระทำข้อมูล (processing) เป็นกระบวนการทางสมองที่ซับซ้อนในการรับเอาข้อมูลแล้วนำมาจัดกระทำจนเกิดความรู้ ได้แก่ 4.1) ผู้เรียนแบบปฏิบัติ (active learner) และ 4.2) ผู้เรียนแบบไตร่ตรอง (reflective learner)

5) ด้านการทำความเข้าใจข้อมูล (understanding) ได้แก่ 5.1) ผู้เรียนแบบทำความเข้าใจข้อมูลเป็นส่วนๆ หรือเป็นขั้นตอน (equential learner) และ 5.2) ผู้เรียนแบบทำความเข้าใจข้อมูลทั้งหมดหรือองค์รวม (global learner)

McCarthy (1990) ได้ประยุกต์แนวคิดของ Kolb โดยให้พื้นที่ทั้ง 4 ส่วนที่เกิดจากการตัดกันระหว่างแกนรับรู้ (Perception) และการจัดกระบวนการ (Processing) แทนลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 ประเภท โดยคำนึงถึงความคิดที่เกิดจากกระบวนการทำงานของสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวากับธรรมชาติของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีลักษณะการเรียนรู้แตกต่างกัน เพื่อการเรียนรู้และการพัฒนาศักยภาพของตนเอง แบ่งเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1) แบบจินตนาการ (Imaginative learners) หมายถึง ผู้เรียนรับรู้ข้อมูลจินตนาการเป็นรูปธรรมและคิดสะท้อน พวกเขารวมประสบการณ์กับตนเอง การฟังและการแบ่งปันความคิดในการเรียนรู้ เป็นนักคิดจินตนาการที่เชื่อในประสบการณ์ของตนเอง พวกเขาทำงานเพื่อความสามัคคีและเกี่ยวข้องกับบุคคลอื่น แสวงหาความมุ่งมั่นและมีความสนใจในผู้คนและวัฒนธรรม ในบางครั้งรู้สึกตัดสินใจลำบาก มักแสวงหาความหมายและความชัดเจน พยายามเชื่อมต่อระหว่างปัญหาที่น่าสนใจกับเนื้อหาของการศึกษาเพื่อการเจริญเติบโตและเข้าใจโลกมากขึ้น

2) แบบใช้การวิเคราะห์ (Analytic learners) หมายถึง ผู้เรียนรับรู้ข้อมูลและประมวลผลรูปธรรมและกระบวนการที่สะท้อนออกมา พวกเขาออกแบบทฤษฎีโดยบูรณาการการสังเกตกับความรู้ พวกเขาเรียนรู้ด้วยการคิดผ่านความเข้าใจ เรียนรู้และคิดแบบผู้เชี่ยวชาญ ให้คุณค่ากับการคิดตามลำดับ พวกเขาต้องการรายละเอียดและขยันหมั่นเพียร สนุกกับห้องเรียนแบบดั้งเดิม

และค้นหาความคิดที่น่าสนใจ บางครั้งพวกเขาสนุกกับการใช้ความคิดมากกว่าที่จะอยู่กับผู้คนจำนวนมาก แสวงหาความสามารถทางปัญญาและประสิทธิผลส่วนบุคคล มีทักษะสูงโดยยึดตามถ้อยคำและเป็นผู้อ่านที่มีความกระตือรือร้น

3) แบบใช้สามัญสำนึก (Common sense learners) หมายถึง ผู้เรียนรวมทฤษฎีและการปฏิบัติเข้าเป็นสิ่งเดียวกัน การเรียนรู้โดยการทดสอบทฤษฎีและการประยุกต์โดยใช้สามัญสำนึก เป็นผู้เชื่อในปรัชญาที่วัดคุณค่าและความจริงจากการปฏิบัติ พวกเขาเชื่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งของงานก็ต่อเมื่อสิ่งนั้นมีประโยชน์ในการใช้สอยแก้ปัญหาที่เป็นจริงและสามารถใช้การปฏิบัติได้ พวกเขาให้คุณค่ากับกลยุทธ์การคิด ชอบการทดลองและการซ่อมแซมสิ่งของอย่างหยาบๆ เพราะว่าต้องการที่จะเรียนรู้จากงานที่ทำ ตรวจสอบความจริงจากความชอบธรรม

4) แบบยอมรับการเปลี่ยนแปลง (Dynamic learners) หมายถึง ผู้เรียนรวมประสบการณ์และใช้การประยุกต์ เรียนรู้โดยการทดลองวิธีต่างๆ และขจัดวิธีที่ผิดออกไป มีความกระตือรือร้นกับสิ่งใหม่ๆ การปรับให้เข้ากับผู้อื่น ต้องการความยืดหยุ่น รูปแบบประเภทนี้มุ่งเน้นที่จะเข้าถึงบทสรุปที่ถูกต้องในกรณีที่ไม่มีเหตุผลตรรกะ การปราศจากความวิตกกังวลจากผู้คน บางครั้งเขาจะมองว่าเป็นการบงการและการแทรกแซง พวกเขาพยายามที่จะมีอิทธิพลต่อโรงเรียน ต้องการทำตามความสนใจของตนเองด้วยวิธีการที่หลากหลาย

Canfield (1992) ได้แบ่งแบบการเรียนตามองค์ประกอบทางด้านอารมณ์และความรู้สึก (affective component) ที่จูงใจให้ผู้เรียนเลือกเรียน 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านสภาพการเรียนรู้ หมายถึง สภาพการณ์การเรียนหรือบริบทของการเรียนการสอนที่ผู้เรียนชอบ ซึ่งจำแนกเป็น 8 ประเภท ได้แก่ ความต้องการทำงานกับกลุ่มเพื่อน ความต้องการข้อมูลที่เป็นระบบ (Organization) ความต้องการวางเป้าหมายของตนเอง (Goal setting) ความต้องการการแข่งขัน (Competition) การต้องการสัมพันธภาพกับครู (Instructor) ความต้องการรายละเอียดของข้อมูล (Detail) ความต้องการอิสระในการทำงาน (Independence) และความต้องการใช้อำนาจหน้าที่ของครู (Authority) 2) ด้านขอบเขตความสนใจ เป็นการกล่าวถึงลักษณะเนื้อหาวิชาต่างๆ ของหลักสูตร วัตถุประสงค์โดยทั่วไปของการเรียนหรือรายวิชาหรือการทำงานต่างๆ ซึ่งจำแนกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ด้านความสนใจเกี่ยวกับตัวเลข (Numeric) เกี่ยวกับการใช้ภาษา (Qualitative) เกี่ยวกับสิ่งไม่มีชีวิต (Inanimate) เกี่ยวกับผู้คน (People) 3) ด้านวิธีเรียน เป็นการกล่าวถึงการใช้ประสาทสัมผัสและรูปแบบในการรับข้อมูลเข้ามาเพื่อการเรียนรู้ตามความถนัดหรือความชอบของแต่ละคน ซึ่งจำแนกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ การฟัง (Listening) การอ่าน (Reading) การใช้ภาพหรือของจริง (Iconic) และการลงมือปฏิบัติจริง (Direct experience) 4) ด้านระดับความคาดหวัง หมายถึง ความต้องการของแต่ละคนต่อผลการปฏิบัติงานว่าอยู่ในระดับใด ระดับความคาดหวังของผู้เรียนแต่ละคนแสดงให้เห็นถึงอัตมโนทัศน์

หรือแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนแต่ละคนได้ ระดับความคาดหวังแบ่งได้ 4 ระดับ ได้แก่ ระดับดีมาก (A-expectation) ระดับดี (B-expectation) ระดับปานกลาง (C-expectation) และระดับควรปรับปรุง (D-expectation)

Canfield ได้ศึกษาลักษณะของผู้เรียนบางองค์ประกอบ และได้ลักษณะของผู้เรียนแบ่งออกเป็น 9 ลักษณะดังนี้ 1) กลุ่มสังคม (Social) ผู้เรียนกลุ่มนี้ไม่ชอบการปฏิบัติงานที่ต้องทำเพียงคนเดียว มักจะสร้างกลุ่มขึ้นมาเองตามความชอบ เพื่อให้มีโอกาสในการสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วยกันหรือกับครูผู้สอน ชอบการเรียนแบบอภิปรายกลุ่มเล็กๆ และการทำงานเป็นทีม 2) กลุ่มอิสระ (Independent) ผู้เรียนกลุ่มนี้ชอบการทำงานตามลำพัง โดยใช้จุดมุ่งหมายของตนเอง ต้องการให้ครูใช้เทคนิคการสอนแบบให้เลือกเรียนด้วยตนเองและชอบการเรียนที่ต้องอาศัยการควบคุมตนเอง 3) กลุ่มประยุกต์ (Applied) ผู้เรียนกลุ่มนี้ชอบทำกิจกรรมที่ต้องลงมือปฏิบัติเอง ชอบให้มีการสอบแบบฝึกปฏิบัติ ชอบการศึกษานอกสถานที่ และการทำงานในห้องทดลอง 4) กลุ่มความคิดรวบยอด (Conceptual) ผู้เรียนกลุ่มนี้ชอบทำงานที่ต้องใช้การรวบรวมความคิด ชอบการอ่าน ไม่ชอบให้มีการสอนแบบลงมือปฏิบัติจริงหรือแบบเข้าสังคม 5) กลุ่มกลาง (Neutral preference) ผู้เรียนกลุ่มนี้เป็นพวกที่ไม่ให้ความสำคัญกับองค์ประกอบที่จูงใจให้เรียนในด้านใดด้านหนึ่งโดยเฉพาะ พวกนี้มีความสามารถโดยทั่วไป ชอบการสอนที่ใช้เนื้อหาและวิธีการแบบกว้างๆ หลายอย่าง การทำให้ผู้เรียนกลุ่มนี้เกิดความเอาใจใส่หรือเกิดความสนใจในบทเรียนจึงทำได้ค่อนข้างยาก 6) กลุ่มสังคมและการประยุกต์ (Social applied) ผู้เรียนกลุ่มนี้ชอบสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนและผู้สอนในกิจกรรมที่ต้องลงมือปฏิบัติจริง ชอบการสอนแบบแสดงบทบาทสมมติ ชอบการแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม ไม่ชอบกิจกรรมี่ต้องทำคนเดียว หรือการเรียนด้วยตนเองที่ต้องใช้การอ่านหรือการใช้ภาษา 7) กลุ่มสังคมและความคิดรวบยอด (Social conceptual) ผู้เรียนกลุ่มนี้ชอบการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วยกันหรือกับครู ชอบกิจกรรมที่ต้องมีการใช้ภาษาหรือการใช้ความคิดรวบยอดในการจัดระบบข้อมูล ชอบให้มีการสอนแบบที่ใช้ความสมดุลระหว่างการบรรยายและการอภิปราย ไม่ชอบการทำงานคนเดียวหรือการลงมือปฏิบัติจริง 8) กลุ่มอิสระและการประยุกต์ (Independent applied) ผู้เรียนกลุ่มนี้ชอบทำงานตามลำพังตามจุดมุ่งหมายของตนเอง ชอบเรียนในสิ่งที่สัมพันธ์กับการลงมือปฏิบัติจริง ชอบทำงานในห้องทดลอง หรือการได้ลงมือปฏิบัติจริงโดยไม่มีการควบคุม ไม่ชอบการทำงานที่ต้องมีการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ไม่ชอบการทำงานที่ต้องมีการใช้ภาษาหรือความคิดรวบยอดในการจัดระบบข้อมูล 9) กลุ่มอิสระและความคิดรวบยอด (Independent conceptual) ผู้เรียนกลุ่มนี้ชอบทำงานตามลำพังตามจุดมุ่งหมายของตนเอง ชอบใช้ความคิดรวบยอดในการจัดระบบข้อมูล ชอบให้มีการสอนแบบให้อิสระในการอ่าน การค้นคว้าวรรณกรรม การวิจารณ์ ไม่ชอบกิจกรรมที่ต้องมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และการลงมือปฏิบัติจริง

Felder และ Solomon (1998) และ Henriques (1995) ได้นำเสนอแบบการเรียน ซึ่งมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีจิตวิทยาของ Jung ซึ่งแบ่งมิติของแบบการเรียนออกเป็น 4 มิติ ดังนี้

1) แบบเน้นการสัมผัส (sensing) และแบบหยั่งรู้ (intuitive) ผู้เรียนเน้นการสัมผัส มีแนวโน้มเรียนรู้ลักษณะที่เป็นรูปธรรมและมีระเบียบ ผู้เรียนแบบหยั่งรู้มีลักษณะเป็นนามธรรมและมีความคิดสร้างสรรค์ แบบการสัมผัสชอบข้อเท็จจริง ข้อมูล และการทดลอง แบบหยั่งรู้มีการจัดการที่ดีเกี่ยวกับหลักการ แนวคิดและทฤษฎี แบบเน้นการสัมผัสชอบรายละเอียด แต่ไม่ชอบภาวะแทรกซ้อน แบบหยั่งรู้จะรู้สึกเบื่อรายละเอียดและยอมรับภาวะแทรกซ้อน แบบเน้นการสัมผัสมีแนวโน้มมากกว่าแบบหยั่งรู้ในเรื่องของการระลึกถึงกลยุทธ์การเรียนรู้ ชอบการเรียนรู้และการปฏิบัติตามกฎและขั้นตอนที่เป็นมาตรฐาน แบบหยั่งรู้ชอบความหลากหลาย ไม่ชอบความซ้ำซาก แบบหยั่งรู้รองรับแนวคิดใหม่และกฎข้อยกเว้น แบบเน้นการสัมผัสมีความระมัดระวัง แต่อาจช้า แบบหยั่งรู้มีความรวดเร็ว แต่อาจประมาท

2) แบบเรียนรู้จากการมอง (visual) และแบบเรียนรู้จากถ้อยคำ (verbal) ผู้เรียนแบบเรียนรู้จากการมองจะจดจำสิ่งที่เห็นได้ดีที่สุด ชอบที่จะนำเสนอข้อมูลตามที่ปรากฏแก่สายตา เช่น แผนภาพ ไดอะแกรม แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน ภาพยนตร์ และการสาธิตมากกว่าคำพูดหรือการเขียน และเรียนรู้ได้ดีหากพวกเขาเห็นและได้ยินคำพูดในภาษาเป้าหมาย แต่ผู้เรียนแบบอาศัยการฟังจะนำเสนอด้วยวัสดุเดียวกันในรูปแบบที่แตกต่างกัน ผู้เรียนแบบเรียนรู้จากถ้อยคำ ชอบพูดหรือเขียนอธิบาย

3) แบบโต้ตอบ (active) และแบบไตร่ตรอง (reflective) ผู้เรียนแบบโต้ตอบมีแนวโน้มจดจำและเข้าใจสารสนเทศได้ดีที่สุดเมื่อมีการปฏิบัติกิจกรรม การอภิปรายหรือประยุกต์ใช้หรืออธิบายให้ผู้อื่นฟัง ผู้เรียนแบบไตร่ตรองชอบที่จะคิดอย่างเงียบ ๆ ก่อน ผู้เรียนแบบโต้ตอบมีแนวโน้มชอบทำงานกลุ่มมากกว่าผู้เรียนแบบไตร่ตรอง ส่วนผู้เรียนแบบไตร่ตรองชอบทำงานคนเดียว ถ้าผู้เรียนอยู่ในชั้นเรียนที่เรียนผ่านการบรรยาย โดยปราศจากการปฏิบัติ แต่ให้จดบันทึกจะเป็นเรื่องที่ยากสำหรับผู้เรียนทั้งสองแบบ โดยเฉพาะผู้เรียนแบบโต้ตอบ

4) แบบลำดับขั้น (sequential) และแบบภาพรวม (global) ผู้เรียนแบบตามลำดับรับรู้ข้อมูลและเข้าใจขั้นตอนเล็กๆ และผู้เรียนแบบภาพรวมใช้ข้อมูลตามที่ปรากฏ ไม่สนใจส่วนที่แยกออกและบรรลุความเข้าใจแบบก้าวกระโดด ผู้เรียนแบบภาพรวมสามารถทราบรายละเอียดของเนื้อหาวิชา จำเป็นต้องเข้าใจวิธีการที่นำเสนอเกี่ยวกับความรู้ก่อนและประสบการณ์มุมมองที่อาจารย์ได้เตรียมไว้ ดังนั้นผู้เรียนแบบภาพรวมอาจช้าและทำได้ไม่ดีในเรื่องของการบ้านและการทดสอบจนกว่าจะเข้าใจภาพรวม แต่สามารถมองเห็นการเชื่อมโยงได้ดีกว่าผู้เรียนแบบตามลำดับ ผู้เรียนแบบตามลำดับสามารถทำงานอย่างต่อเนื่องกับความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์ของเนื้อหาได้ แต่อาจจะขาดความเข้าใจในบริบทองค์ความรู้ที่กว้างและความสัมพันธ์กับวิชาอื่น ๆ และในสาขา

Croker (2002) จำแนกประเภทของแบบการเรียนตามความคิด ความรู้สึกในกระบวนการรับรู้อย่างต่อเนื่องและภาวะต่อเนื่องของความคล่องตัวในกระบวนการทำงาน โดยแบ่งรูปแบบการเรียนออกเป็น 4 จตุภาค (Four-quadrant) ได้แก่ จตุภาค 1 ผู้เรียนเริ่มเรียนรู้ตามแนวคิดการรับรู้ในลักษณะที่เป็นรูปธรรม ผู้เรียนเหล่านี้เน้นการเชื่อมต่อแนวความคิดเพื่อใช้ในประสบการณ์ชีวิตจริง จตุภาค 2 ผู้เรียนเริ่มเรียนรู้ตามแนวคิดการรับรู้ในลักษณะที่เป็นนามธรรม ผู้เรียนคิดก่อนที่จะเรียนรู้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ใน จตุภาค 3 ผู้เรียนเริ่มต้นการเรียนรู้โดยแนวคิดการรับรู้และการกระทำแบบนามธรรม แต่ผู้เรียนชอบการทดลองมากกว่าการสังเกต จตุภาค 3 ผู้เรียนที่ต้องการใช้ความรู้ที่แปลกใหม่กับประสบการณ์ที่ซับซ้อนมากขึ้นในทางปฏิบัติ จตุภาค 4 ผู้เรียนเริ่มเรียนรู้ตามแนวคิดการรับรู้ในลักษณะที่เป็นรูปธรรมและการประมวลผลอย่างเข้มข้นผ่านการทดลอง (Croker, 2002; Kealey & Protheroe, 1996) ความคิดเห็นต่อรูปแบบการเรียนของบุคคลนั้นแตกต่างกัน แต่รูปแบบการเรียนที่ดีที่สุด คือ ความรู้ ความเข้าใจและประสบการณ์จากการปฏิบัติจริงเป็นแนวทางที่น่าจะสมดุลและเหมาะสมที่สุด

จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ พบว่ามีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับแบบการเรียน ได้แก่ Diaz and Cartnal (1999) ได้ศึกษาเปรียบเทียบแบบการเรียนของผู้เรียนในการเรียนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์กับชั้นเรียนปกติ โดยใช้แบบวัดแบบการเรียนของ Grasha and Reichmann ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนที่เลือกเรียนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์จะมีแบบการเรียนแบบอิสระ (Independent) และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์พบว่า ผู้เรียนเต็มใจที่เรียนรู้ร่วมกันถ้าผู้สอนพร้อมที่จะให้คำแนะนำและเอาใจใส่ และชอบแรงจูงใจภายในมากกว่าการให้รางวัล

Yunfei และ Simpson (2002) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลกระทบของแบบการเรียนต่อการเรียนบนเว็บของนิสิตระดับปริญญาตรี โดยแบ่งแบบการเรียนตามแบบการเรียนของ Kolb ซึ่งผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนของผู้เรียนมีผลกระทบต่อการเรียนบนเว็บ มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างรูปแบบการเรียนกับความสามารถของผู้เรียน และผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนแบบเอกนัย (convergers) มีความสุขและความพอใจในการเรียนบนเว็บมากกว่าผู้เรียนแบบซึมซับ (assimilators) เช่นเดียวกับ Garlotto (1992) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์เปรียบเทียบแบบการเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนในหลักสูตรฝึกงาน กับนักศึกษาที่เรียนหลักสูตรสามัญ ณ วิทยาลัยชุมชมแบบประสม เพื่อนำผลที่ได้จากการศึกษาไปประกอบการแนะแนวให้คำปรึกษา และจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสำรวจการเรียนของ Kolb ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาหลักสูตรฝึกงานมีคะแนนในขั้นประสบการณ์เชิงรูปธรรมไม่สูง แต่มีค่าเฉลี่ยแบบการเรียนใกล้เคียงกับนักศึกษาหลักสูตรสามัญ นักศึกษาหลักสูตรฝึกงานมีลักษณะของแบบการคิดเอกนัยสูงกว่านักศึกษาหลักสูตรสามัญ

เล็กน้อย และพบความแตกต่างระหว่างกลุ่มเพียงเล็กน้อย นอกจากนี้นักศึกษาทั้งสองกลุ่มยังมีวิธีการเรียนที่คล้ายคลึงกันมาก ผลการวิจัยจึงสรุปได้ว่า นักศึกษาทั้งสองกลุ่มมีแบบการเรียนไม่แตกต่างกัน

Rosati (1998) ได้ศึกษาวิจัยแบบการเรียนของคณาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์และนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยแห่งออนตาริโอตะวันตก โดยใช้แบบวัดแบบการเรียนตามทฤษฎีของ Felder & Silverman ผลการวิจัยพบว่า คณาจารย์ส่วนใหญ่มีลักษณะไตร่ตรอง ญาณหยั่งรู้ และแบบขั้นตอนมากกว่านักศึกษา ผลการศึกษาแนะนำว่าอาจารย์ผู้สอนสามารถปรับปรุงการสอนวิศวกรรมศาสตร์โดยการเพิ่มวิธีการสอนที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนในลักษณะต่างๆ ดังนี้ ผู้เรียนแบบปฏิบัติ ควรใช้วิธีการเรียนแบบมีส่วนร่วม การใช้กิจกรรม การทำงานเป็นทีม หรือการทำโครงการ สำหรับผู้เรียนแบบประสาทสัมผัส ควรใช้วิธีการเรียนแบบการฝึกหัดให้เกิดการชี้นำการประยุกต์จากเนื้อหาขั้นมูลฐานกับสิ่งที่มีอยู่จริง ส่วนผู้เรียนแบบองค์รวมควรสอนโดยใช้วิธีการให้ภาพรวมแก่นักศึกษา แสดงถึงความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาสาระวิชาที่เรียนกับวิชาอื่น และกับประสบการณ์นักศึกษา

แบบการเรียนของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีตามรูปแบบของ Felder และ Solomon (กาญจนา พันธ์โยธี, 2542) เป็นวิจัยเพื่อศึกษาแบบการเรียนของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีตามรูปแบบของ Felder และ Solomon และเพื่อเปรียบเทียบแบบการเรียนของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีตามรูปแบบของ Felder และ Solomon จำแนกตามเพศ ภูมิลำเนา ระดับชั้นปี กลุ่มสาขาวิชา ประเภทของการเข้าศึกษาในมหาวิทยาลัย และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เครื่องมือที่ใช้ ดัชนีวัดแบบการเรียน (Index of Learning Styles Questionnaire) ของ Felder และ Solomon ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีแบบการเรียนแบบการมองในมิติด้านการนำเข้าข้อมูลมากที่สุด รองลงมาคือ แบบประสาทสัมผัสในมิติด้านการรับรู้ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างแบบการเรียนกับเพศ เพศ ภูมิลำเนา ระดับชั้นปี กลุ่มสาขาวิชา และประเภทของการเข้าศึกษาในมหาวิทยาลัย พบว่า เพศและกลุ่มสาขาวิชามีความสัมพันธ์กับแบบการเรียน

คู่บุญ ศกุนตนาค (2542) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของความสอดคล้องระหว่างแบบการเรียนกับแบบการสอนที่มีต่อความสุขในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้แบบสอบเกี่ยวกับแบบการเรียนของนักเรียน และแบบการสอนของครูตามแนวคิดของ Grasha และ Riechmann ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแบบการเรียนแบบมีส่วนร่วมมากที่สุด รองลงมา คือ แบบการเรียนแบบร่วมมือ แบบพึ่งพาและแบบหลีกเลี่ยงในสัดส่วนที่เท่ากัน แบบแข่งขันและแบบอิสระ ตามลำดับ ผลการ

วิเคราะห์ด้วยสถิติทดสอบไค-สแควร์ของตัวแปรแบบการเรียนกับตัวแปรภูมิหลัง พบว่า เพศ ผลการเรียนเฉลี่ย และผลการเรียนเฉลี่ยแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ มีความสัมพันธ์กับแบบการเรียน

พิไลวรรณ พุ่มขจร (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของความสอดคล้องระหว่างแบบการคิดของนักเรียน แบบการเรียนของนักเรียน และแบบการสอนของครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์แบบการคิดของนักเรียน แบบการเรียนของนักเรียน และแบบการสอนของครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ และเพื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างแบบการคิดของเรียน แบบการเรียนของนักเรียน และแบบการสอนของครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียน โดยใช้เครื่องมือแบบวัดแบบการเรียนของ Grasha and Reichmann ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแบบการเรียนแบบมีส่วนร่วม แบบร่วมมือ แบบพึ่งพาตามลำดับ และนักเรียนที่มีกลุ่มโปรไฟล์ของแบบการคิดทุกกลุ่มจะมีแบบการเรียนแบบมีส่วนร่วมมากที่สุด และยังพบว่า นักเรียนที่มีแบบการคิดแบบมุ่งผลสัมฤทธิ์ แบบการเรียนแบบมีส่วนร่วมและได้รับการสอนจากครูผู้เชี่ยวชาญ มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษสูงกว่านักเรียนที่มีแบบการคิดแบบใส่ใจรายละเอียด แบบการเรียนแบบร่วมมือและได้รับการสอนจากครูผู้อำนวยความสะดวก และนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบมุ่งผลสัมฤทธิ์ แบบการเรียนแบบอิสระและได้รับการสอนจากครูผู้มอบหมาย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยทั้งหมดเกี่ยวกับแบบการเรียน พบว่า นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้แบ่งผู้เรียนออกเป็นหลายประเภท ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆ เช่น ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมในห้องเรียน ประสบการณ์ในการเรียนรู้และการปรับตัวของแต่ละคน ลักษณะและวิธีที่ผู้เรียนรับและจัดกระทำข้อมูล มิติแบบการเรียนตามทฤษฎีจิตวิทยา ความคิด ความรู้สึกในกระบวนการรับรู้ ทำให้ผู้เรียนแต่ละคนมีแบบการเรียนที่แตกต่างกันออกไป ผลการวิจัยส่วนใหญ่พบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับแบบการเรียนของตนเองจะทำให้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น จึงเป็นแนวทางที่ครูผู้สอนควรจะวิเคราะห์แบบการเรียนของผู้เรียน และดำเนินการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาศักยภาพของตนเองได้อย่างเต็มที่และมีประสิทธิภาพ

ตอนที่ 3 การให้ข้อมูลย้อนกลับ

การให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้แบบทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ ซึ่งการให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นตัวเชื่อมระหว่างการเรียนรู้จริงและการเรียนรู้ที่มุ่งหวัง นอกจากนี้

ยังช่วยให้ผู้เรียนกลับไปแก้ไขข้อบกพร่อง และรักษาสมรรถนะด้านความจำได้ด้วย ตลอดจนการให้ข้อมูลย้อนกลับจะช่วยให้การทดสอบมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อผู้เรียนตอบผิด

3.1 ความหมายของข้อมูลย้อนกลับ

ข้อมูลย้อนกลับ หมายถึง การให้ข้อมูลผ่านข้อความ เสียง รูปภาพ หลังจากการตอบสนองของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบว่า ผลการตอบถูกต้องหรือไม่ อีกทั้งยังทำให้ทราบความก้าวหน้าของตนเอง นำไปสู่การทำความเข้าใจ แก้ไขปรับปรุงจุดบกพร่องในกรณีที่คำตอบนั้นผิด และเป็นการส่งเสริมแรงจูงใจแก่ผู้เรียน (Cater, 1984; Cohen, 1985; สุกัญญา นิมานันท์, 2533) ทั้งนี้การให้ข้อมูลย้อนกลับถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการประเมินความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียน (Hattie, 2007)

3.2 รูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับ

การให้ข้อมูลย้อนกลับในการสอบสามารถจำแนกออกเป็นรูปแบบที่แตกต่างกัน โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาจัดกลุ่มของรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับจำนวน 6 เกณฑ์ ได้แก่ รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่จำแนกตาม 1) ผลต่อแรงจูงใจ 2) ระยะเวลาการให้ข้อมูลย้อนกลับ 3) จำนวนครั้งหรือความถี่ในการให้ข้อมูลย้อนกลับ 4) ระดับของรายละเอียดในการให้ข้อมูลย้อนกลับ 5) รูปแบบการนำเสนอของการให้ข้อมูลย้อนกลับ 6) แหล่งที่มาของข้อมูลย้อนกลับ จากเกณฑ์ในการจำแนกรูปแบบการให้ข้อมูล ทำให้สามารถจัดกลุ่มรูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับได้ 6 รูปแบบ (จุฑาภรณ์ มาสันเทียะ, 2560) โดยแต่ละรูปแบบมีรายละเอียดดังนี้

1. รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีผลต่อแรงจูงใจ

รูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อจำแนกตามรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีผลต่อแรงจูงใจ สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบจูงใจหรือเสริมแรง (motivational feedback) 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงบวก(Positive Feedback) 3) การให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงลบ (Negative Feedback) โดยแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบจูงใจหรือเสริมแรง (Motivational feedback)

Cater (1984) ; Cohen (1985) และ สุกัญญา นิมานันท์ (2531) ได้ให้ความหมายของการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบจูงใจหรือเสริมแรง ว่าเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับในรูปของการชมเชยหรือการให้รางวัล เพื่อเสริมแรงให้ผู้เรียนเกิดความคงทนในการจำและสร้างกำลังใจในการเรียนลำดับต่อไป การให้ข้อมูลย้อนกลับในลักษณะนี้ไม่มีการลงโทษต่อคำตอบที่ผิด

2) การให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงบวก (Positive Feedback)

การให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงบวก คือ การบรรยาย/อธิบายถึงพฤติกรรมต่างๆของผู้ที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับว่ามีพฤติกรรมที่ดีอย่างไร สิ่งใดเป็นการกระทำที่ถูกต้องเหมาะสม เพื่อให้ผู้ที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับเกิดแรงจูงใจที่จะปฏิบัติพฤติกรรมนั้นอย่างต่อเนื่อง และควรที่จะให้อย่างต่อเนื่องและชัดเจน แต่ถ้าหากผู้สอนไม่ให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงบวกแก่ผู้เรียน อาจส่งผลให้พฤติกรรมนั้นๆ ไม่ได้รับการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง

3) การให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงลบ (Negative Feedback)

จงกลวรรณ มุสิกทอง และพิจิตรา เล็กดำรงกุล (2556) ได้ให้ความหมายของการให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงลบ (negative feedback) ว่าเป็นการอธิบายพฤติกรรมของตัวบุคคลที่จำเพาะเจาะจงว่าผู้เรียนทำเรื่องนั้นๆ ที่ไม่ได้ตามที่คาดหวังหรือตามที่ควรจะเป็น ว่ามีความไม่เหมาะสมอย่างไร โดยกล่าวเฉพาะพฤติกรรมเรื่องนั้นๆ เพียงอย่างเดียว มิใช่ตัวตนของผู้เรียน พร้อมทั้งบอกแนวทางที่จำเพาะในการปรับปรุงแก้ไข เพื่อก่อให้เกิดการปรับปรุงในทางที่ดีขึ้น ไม่ปฏิบัติพฤติกรรมนั้นอีก

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบจูงใจ การให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงบวกและการให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงลบ

รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีผลต่อแรงจูงใจ	ความหมาย	ตัวอย่างข้อมูลย้อนกลับ
1.การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบจูงใจหรือเสริมแรง (motivational feedback)	การชมเชย หรือการให้รางวัล	นักเรียนเก่งมากนะ
2.การให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงบวก (positive Feedback)	ให้ข้อมูลที่ถูกต้อง ให้กำลังใจ สนับสนุนปัจจัยเอื้อ ช่วยแก้ไขปัญหา	นักเรียนอธิบายวิธีทำได้ถูกต้องและให้เหตุผลดีมาก

รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีผลต่อแรงจูงใจ	ความหมาย	ตัวอย่างข้อมูลย้อนกลับ
3.การให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงลบ (negative Feedback)	ตักเตือน แจ้งเงื่อนไขผลกระทบบทลงโทษกรณีไม่ปฏิบัติ	นักเรียนลืมสูตรในการคำนวณ จึงทำให้คำตอบไม่ถูกต้อง

2. รูปแบบการให้ข้อมูลที่จำแนกตามระยะเวลาการให้ข้อมูลย้อนกลับ

รูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อจำแนกตามระยะเวลาการให้ข้อมูลย้อนกลับ สามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับในภายหลัง/การให้ข้อมูลย้อนกลับล่าช้า (Delayed feedback) 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (Immediate feedback) โดยแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การให้ข้อมูลย้อนกลับในภายหลัง/การให้ข้อมูลย้อนกลับล่าช้า (Delayed feedback)

การให้ข้อมูลย้อนกลับในภายหลัง/การให้ข้อมูลย้อนกลับล่าช้า (Delayed feedback) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับภายหลังจากที่นักเรียนได้แสดงพฤติกรรมหรือตอบคำถามจนครบ (Neha Sinhaa, 2015)

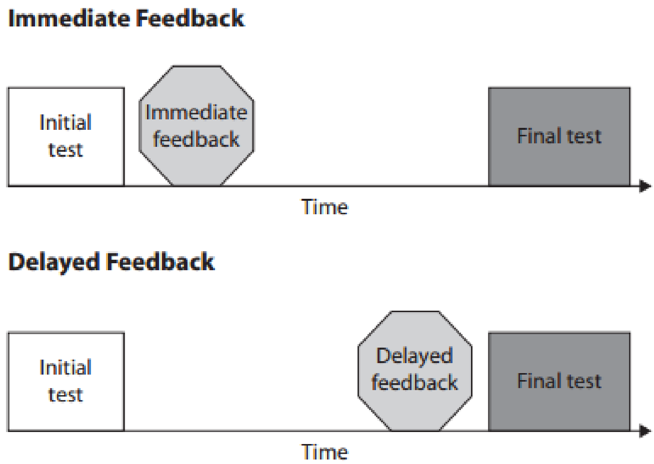
2) การให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (Immediate feedback)

การให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (Immediate feedback) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับภายหลังจากผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมที่คาดหวังทันที (Neha Sinhaa, 2015) เช่น การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีหลังจากการตอบข้อสอบ การเขียนบรรยาย การพูด เพื่อให้เกิดการพัฒนาและปรับปรุงเปลี่ยนแปลง ตลอดจนทราบจุดอ่อนจุดแข็งของตนเองในความรู้ที่ได้เรียนไป

โดยผู้สอบที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีจะเกิดการพัฒนาการเรียนรู้ในสถานการณ์ที่แตกต่างกันได้ดีกว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับในภายหลัง (Adam M. Persky, 2008) ขณะเดียวกันก็มีงานวิจัยที่พบว่า ผู้สอบมีเจตคติและแรงจูงใจในเชิงบวกต่อการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที โดยมีระดับเจตคติและแรงจูงใจที่สูงกว่าการได้รับข้อมูลย้อนกลับในภายหลัง (Fabienne M. van der Kleij, 2012) ในทางตรงกันข้ามกลับพบว่า ผู้สอบที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับในภายหลังจะมีระดับความสามารถที่สูงกว่าผู้สอบที่ได้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Andrew C. Butler, 2007; Neha Sinhaa, 2015) โดยผลการตอบข้อสอบที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับในภายหลังมี

โอกาสตอบถูกสูงกว่าการได้รับข้อมูลย้อนกลับทันที (Janet Metcalfe, 2009) สอดคล้องกับการวิจัยในนักเรียนที่ได้รับการทดสอบโดยใช้ข้อสอบแบบเติมคำตอบสั้นที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในภายหลังได้คะแนนสูงกว่าและมีความมั่นใจกว่านักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบทันที (Neha Sinhaa, 2015) เนื่องจากการให้ข้อมูลย้อนกลับภายหลังมีระยะห่างของเวลาที่ให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วไปทำแบบทดสอบปลายภาคไม่ห่างกันมากทำให้นักเรียนสามารถจดจำข้อมูลความรู้สำหรับนำไปใช้ในการตอบข้อสอบได้มากกว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับหลังจากการสอบครั้งแรกทันที

จากรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่จำแนกตามระยะเวลานั้นสามารถแสดงให้เห็นเป็นแผนภาพได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (Immediate feedback) และการให้ข้อมูลย้อนกลับในภายหลัง/การให้ข้อมูลย้อนกลับล่าช้า (Delayed feedback)

ที่มา : (Janet Metcalfe, 2009)

3. รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อจำแนกตามเงื่อนไขของการให้ข้อมูลย้อนกลับ

Kleij (2012) พบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนแม้ว่าผู้เรียนจะตอบถูก ซึ่งการให้ข้อมูลย้อนกลับเช่นนี้ พบได้น้อยมากและมีความแตกต่างจากการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบดั้งเดิม คือ ให้ข้อมูลย้อนกลับเฉพาะกรณีที่นักเรียนตอบผิด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้จัดประเภทการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยจำแนกตามเงื่อนไขการให้ข้อมูล ได้เป็น 2 ประเภท 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์ (Full Feedback)

2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วน (Partial Feedback) โดยแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์ (Full Feedback)

การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์ (Full Feedback) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนไม่ว่าผู้เรียนจะตอบถูกหรือตอบผิด ในกรณีที่นักเรียนตอบถูกนั้นจะมีการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อแสดงให้เห็นว่า ตัวลวงหรือคำตอบที่ไม่ถูกนั้นไม่ถูกอย่างไร เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนรอบด้าน แม้ว่าจะตอบถูกซึ่งอาจมาจากความสามารถที่แท้จริง หรืออาจมาจากการเดาคำตอบก็ได้

2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วน (Partial Feedback)

การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วน (Partial Feedback) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนเฉพาะในกรณีที่นักเรียนตอบผิด ซึ่งเป็นรูปแบบที่พบได้ทั่วไปในการประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

4. รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อจำแนกตามจำนวนครั้งหรือความถี่ในการให้ข้อมูล

รูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อจำแนกตามจำนวนครั้งหรือความถี่ในการให้ข้อมูล สามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบมาตรฐาน (Standard) 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วตอบจนกว่าจะถูก (Answer-until correct /Multiple-try feedback) โดยแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบมาตรฐาน (Standard)

การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบมาตรฐาน (Standard) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้สอบเพียงครั้งเดียว โดยแสดงเฉพาะคำตอบที่ถูกและไม่เปิดโอกาสให้แก้ไขคำตอบนั้น ซึ่งผู้สอบจะได้ประโยชน์คือได้ทราบว่าคำตอบที่ตนตอบไปนั้นถูกต้องหรือผิด (Andrew C. Butler, 2007)

2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วตอบจนกว่าจะถูก (Answer-until correct /Multiple-try feedback)

การให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วตอบจนกว่าจะถูก คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีหลังจากที่ตอบคำตอบแรกไป บางครั้งจึงเรียกวิธีการนี้ว่า “ Immediate Feedback Assessment Technique (IF-AT) ” หากพบว่าคำตอบแรกผิดก็จะมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตอบคำถามไปเรื่อยๆจนกว่าจะเจอคำตอบที่ถูก (Andrew C. Butler, 2007) ทั้งนี้การให้ข้อมูลย้อนกลับแล้ว

นักเรียนตอบจนกว่าจะถูกนั้นมิได้เป็นเพียงแต่การประเมินเท่านั้นแต่ยังเปรียบเสมือนการสอนที่ช่วยกระตุ้นสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย (Roberta E. Dihoff, 2003)

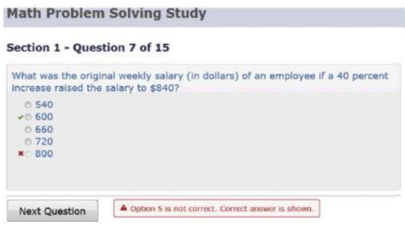
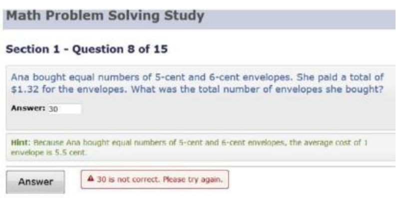
การให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วตอบจนกว่าจะถูก (Answer-until correct /Multiple-try feedback) สามารถจำแนกได้อีก 2 ชนิด คือ

1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วตอบจนกว่าจะถูกด้วยการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง (Multiple-try feedback with knowledge of the correct response; MTC)

2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วตอบจนกว่าจะถูกด้วยการให้ข้อมูลย้อนกลับหลังจากคำตอบแรกที่ผิด (Multiple-try feedback with hints after an initial in correct response; MTH)

รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อจำแนกตามจำนวนครั้งหรือความถี่ในการให้ข้อมูลซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทคือ 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบมาตรฐาน (Standard) 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วตอบจนกว่าจะถูก (Answer-until correct /Multiple-try feedback) สามารถแสดงตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างของการให้ข้อมูลย้อนกลับได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตัวอย่างรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบมาตรฐาน (Standard)และการให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วตอบจนกว่าจะถูก (Answer-until correct /Multiple-try feedback)

รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ	ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับ
1.การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบมาตรฐาน (Standard)	
2.การให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วตอบจนกว่าจะถูก (Answer-until correct /Multiple-try feedback)	

ที่มา : (Y. Attali, 2015)

5. รูปแบบการให้ข้อมูลที่จำแนกตามระดับของรายละเอียดในการให้ข้อมูล

รูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อจำแนกตามระดับของรายละเอียดในการให้ข้อมูล สามารถจำแนกออกเป็น 5 ประเภท 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการกระทำ (knowledge of result feedback ; KOR) 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง (corrective feedback หรือ knowledge of corrective result feedback ;KCR) 3) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียด (Elaborated feedback) 4) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะ (Directive Feedback) 5) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสม (Mixed Feedback) โดยแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการกระทำ (knowledge of result feedback; KOR)

การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการกระทำ (knowledge of result feedback ; KOR) หมายถึง ข้อมูลย้อนกลับแบบเฉลยคำตอบ (correct/incorrect message) ซึ่งจะบอกผู้เรียนว่าคำตอบของผู้เรียนถูกหรือผิด

2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง (corrective feedback หรือ knowledge of corrective result feedback; KCR)

การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง (corrective feedback หรือ knowledge of corrective result feedback ; KCR) หมายถึง การให้ข้อมูลย้อนกลับที่ให้ข้อมูลและคำอธิบายเกี่ยวกับการกระทำของผู้เรียนว่าถูกหรือผิด พร้อมทั้งบอกแนวทางที่ถูกต้องให้กับผู้เรียน

3) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียด (Elaborated feedback)

การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียด (Elaborated feedback /Explanatory feedback) หมายถึง การบอกข้อมูลผลการตอบคำถามของผู้เรียนว่ามีความถูกต้องหรือไม่ อีกทั้งยังบอกขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างละเอียดและหลากหลายวิธี เพื่อให้ผู้เรียนนำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง หรือความเข้าใจผิด อันจะเพิ่มเติมความรู้ให้ผู้เรียน ประกอบการตัดสินใจของผู้เรียน โดยการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียดจะเป็นการให้ข้อมูลที่อธิบายว่าทำไมคำตอบที่ถูกจึงถูก หรือทำไมคำตอบที่ผิดจึงผิด การให้ข้อมูลย้อนกลับรูปแบบนี้มีรูปแบบที่ซับซ้อน (complex forms) ซึ่งอาจใช้การอธิบาย (explain) การชี้นำ(direct) หรือการกำกับติดตาม

(monitor) ซึ่งอาจจะใช้ร่วมกับ ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการกระทำ (knowledge of result feedback ; KOR) เป็นข้อมูลย้อนกลับแบบเฉลยคำตอบ (correct/incorrect message) ที่จะบอกผู้เรียนว่าคำตอบของผู้เรียนถูกหรือผิด หรือข้อมูลย้อนกลับแบบบอกข้อถูก (knowledge of correct result feedback ; KCR) เป็นข้อมูลย้อนกลับบอกคำตอบที่ถูกต้อง

4) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะ (Directive Feedback)

การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะ (Directive Feedback) หมายถึง ข้อมูลย้อนกลับที่ชี้นำ (cue) หรือกระตุ้น (prompt) ที่มีการแนะนำวิธีการแก้ปัญหาให้ผู้เรียน บอกผลการตอบคำถามของผู้เรียนว่ามีความถูกต้องหรือไม่ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะเป็นกลวิธีที่จะนำไปสู่การตอบถูกโดยการให้ข้อแนะนำในการแก้ปัญหา หรือนำผู้เรียนไปสู่ความเข้าใจสารสนเทศที่ผู้เรียนไม่เข้าใจ เช่น การให้ผู้เรียนทบทวน (review) กรอบเนื้อหาในบทเรียน เสนอแนวทางหลักการข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา การใช้คำถามกระตุ้นผู้เรียนให้คิด พร้อมยกตัวอย่างการแก้ปัญหาที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่ผู้เรียนกำลังเผชิญอยู่ในขณะนั้น แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาพร้อมเสนอแนะตัวเลือกเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อเพิ่มและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนที่มีต่อข้อมูลย้อนกลับ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความช่างสังเกตวิธีการ ขั้นตอนการแก้ปัญหา หลักการต่างๆที่นำมาปรับใช้ให้ผู้เรียนประกอบการตัดสินใจแก้ปัญหา ข้อมูลย้อนกลับประเภทนี้จึงขาดการอธิบายรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหา โดยผู้เรียนเปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหาจากตัวอย่างที่เพิ่มเติมมา จากนั้นจะมีการทวนโจทย์ข้อคำถามเดิมอีกครั้งโดยใช้คำถามกระตุ้นพร้อมทั้งเสนอตัวเลือกในการแก้ปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนคิดทบทวนไตร่ตรอง ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง ความเข้าใจผิดของตนเองประกอบการตัดสินใจของผู้เรียน ดังนั้นข้อมูลย้อนกลับจะทำให้ผู้เรียนทราบว่าวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องเป็นอย่างไร ผู้เรียนต้องฝึกสังเกตจากตัวอย่างเพื่อนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้กับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่

5) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสม (Mixed Feedback)

การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสม (Mixed Feedback) หมายถึง การให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีลักษณะผสมระหว่างการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีทั้งการอธิบายรายละเอียดด้วยการยกตัวอย่างปัญหาที่มีความใกล้เคียงกับปัญหาที่ผู้เรียนกำลังเผชิญอยู่ในขณะนั้น หลังจากนั้นจะมีการทวนโจทย์ข้อคำถามเดิมอีกครั้งโดยใช้คำถามกระตุ้นพร้อมเสนอตัวเลือกในการแก้ปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนไตร่ตรองว่าจะเลือกแนวทางแก้ปัญหาแบบใด พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง ความเข้าใจผิดของตนเอง

6. รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับจำแนกตามรูปแบบการนำเสนอของการให้ข้อมูล

รูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อจำแนกตามรูปแบบการนำเสนอของการให้ข้อมูล สามารถจำแนกออกเป็น 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การเขียน (Written corrective feedback) 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การพูด (Oral Feedback/Verbal Feedback) 3) การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้รหัส (Code Feedback) โดยแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การเขียน (Written feedback; WCF)

การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การเขียน (Written feedback) คือ วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบประเพณีนิยม ซึ่งการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การเขียนช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น (Buckley, 2012) นอกจากนี้ การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการเขียนนั้น ยังเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนเกี่ยวกับข้อผิดพลาดทางภาษาโดยใช้วิธีการเขียน การวงกลม การขีดเส้นใต้ หรือให้สัญลักษณ์ต่างๆเพื่อชี้แจงให้เห็นตำแหน่งที่ผิด โดยการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบนี้มีผลต่อความยึดมั่นผูกพันต่อการเรียนภาษาของผู้เรียนที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ครูควรทราบถึงภูมิหลังและพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการเขียนในการเรียนรู้ทางภาษาอย่างรอบคอบเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น (Ye Han, 2015)

2) การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การพูด (Oral Feedback/Verbal Feedback)

การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การพูด (Oral Feedback/Verbal Feedback) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนโดยใช้วิธีการพูด เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ประโยคที่ผู้เรียนได้พูดออกมา ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ในการประเมินและการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับภาษาต่างประเทศ (Rassaei, 2015) การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการพูดในการสอนภาษาอังกฤษ มีรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันจำแนกได้เป็น 2 รูปแบบคือ Metalinguistic corrective feedback และ Recast corrective feedback (Rassaei, 2015) โดยมีรายละเอียดของแต่ละรูปแบบดังนี้

2.1) Metalinguistic corrective feedback คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับที่ครูจะให้คำอธิบายทางด้านไวยากรณ์ว่า ประโยคที่ผู้เรียนกล่าวออกมานั้นถูกต้องหรือไม่อย่างไร

2.2) Recast corrective feedback คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับที่ครูจัดรูปแบบหรือแก้ไขประโยคใหม่ให้ถูกต้องหลังจากที่ผู้เรียนได้พูดออกมาแต่ไม่ได้มีคำอธิบายเพิ่มเติมแต่อย่างใด จากรูปแบบให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การพูดที่แตกต่างกันนั้นสามารถยกตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบให้เห็นได้ชัดเจน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การพูด ระหว่าง Metalinguistic corrective feedback และ Recast corrective feedback

การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้คำพูด (Oral Feedback/Verbal Feedback)	ผู้เรียน	ผู้สอน
1. Metalinguistic corrective feedback.	Lady was angry.	you should use "the" before 'lady' because you have already mentioned lady.
2.Recast corrective feedback	Lady was angry.	The lady was angry.

จากการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การพูดที่แตกต่างกัน พบว่า นักเรียนที่มีระดับความวิตกกังวลเกี่ยวกับภาษาต่างประเทศต่ำ ได้รับประโยชน์จากการให้ข้อมูลย้อนกลับจากทั้ง 2 แบบขณะที่นักเรียนที่มีระดับความวิตกกังวลสูง ได้ประโยชน์จากข้อมูลย้อนกลับแบบ recasts corrective feedback มากกว่า metalinguistic corrective feedback (Rassaei, 2015) ขณะที่เมื่อเปรียบเทียบรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ใช้การเขียนและการพูด พบว่า นักเรียนจะสามารถเข้าใจข้อมูลย้อนกลับในรูปแบบของเสียงได้ดีกว่ารูปแบบการเขียน (Buckley, 2012)

3) การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้รหัส (Code Feedback)

การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้รหัส (Code Feedback) คือ รูปแบบการให้ข้อมูลที่อาศัยการใช้ตัวอักษรย่อ แทนการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีรายละเอียด โดยรหัสที่ให้จะมีการให้คาอธิบายและให้รายละเอียดว่ารหัสนั้นแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีปัญหาใดบ้าง ซึ่งภายหลังจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับโดยใช้รหัส จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการประเมินตนเองว่ามีจุดแข็ง จุดอ่อนอย่างไร โดยตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้รหัสสามารถแสดงได้ดังตัวอย่างในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้รหัส

Code	Problem type	Problem explanation
Formatting		
Fm – H	Formatting – headings	Headings must be in bold, UPPER CASE and centred
Fm – DS	Formatting – double space	Highlight text (Ctrl A) format > paragraph > line-spacing (or use short-cut on toolbar)
Fm – NP	Formatting – number pages	View > header and footer > insert page number
Fm – F	Formatting – font	Times New Roman or Arial font in size 12
Fm – L	Formatting – label	Figures must have a label below them; tables must have a label above them
Fm – It	Formatting – italics	This words/these words should be in italics
Content		
✓	Good	A good point
Rel?	Relevance?	Is this/how is this relevant?
Rep	Repetition	Already said this
CC	Concept confusion	You don't seem to have understood the concept
Exp	Explain	This point is not clearly explained. You need to add more information or detail to make it clear
NTS	Not this section	This information should not be in this section
Hyp?	Hypothesis?	You have not stated your hypothesis
Ack?	Acknowledgements?	You have not included an acknowledgementssection
App?	Appendix?	You have not included an appendix

ที่มา: Fiona L. Birda (2014)

7. รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับจำแนกตามแหล่งที่มาของข้อมูลย้อนกลับ

รูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อจำแนกตามแหล่งที่มาของข้อมูลย้อนกลับ สามารถจำแนกออกเป็น 4 ประเภท 1) ครู/อาจารย์ 2) เพื่อน 3) ผู้ปกครอง 4) ระบบออนไลน์ หรือระบบอัตโนมัติ โดยแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ครู/อาจารย์

ครูมักจะเป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับส่วนใหญ่แก่นักเรียน ยกตัวอย่างเช่นงานวิจัยที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับของครูเกี่ยวกับความถูกต้องของภาษา form-focused corrective feedback (FFCF) ซึ่งมี 2 รูปแบบ คือ 1) direct error correction คือ การแก้ไขคำตอบให้แก่ผู้เรียน 2) metalinguistic feedback คือ การให้คำอธิบายเกี่ยวกับไวยากรณ์ทางภาษาแล้วให้ผู้เรียนแก้ไขคำตอบเอง โดยรูปแบบการให้คำอธิบายเกี่ยวกับไวยากรณ์ทางภาษาที่แตกต่างกันนั้นก็ส่งผลให้มีระดับความสามารถทางภาษาที่แตกต่างกันด้วย โดยจากการสัมภาษณ์นักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็น 80% พบว่า ต้องการได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับจากครู (Diab, 2015)

2) เพื่อน

การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อน คือ การใช้แหล่งข้อมูลของผู้เรียนและการปฏิสัมพันธ์กับแหล่งต่างๆที่ได้เรียนเพื่อแสดงความคิดเห็นต่อกระบวนการเขียนงาน ซึ่งการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อนนั้นจัดว่าเป็นความสัมพันธ์ทางสังคม การพัฒนาทางเชาวน์ปัญญา ตลอดจนเป็นการก่อให้เกิดความก้าวหน้าทางความคิดสร้างสรรค์ (Gülsah Çinar Yastibas, 2015) การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อนสำหรับการประเมินความก้าวหน้าในการเรียน เป็นวิธีการที่เหมาะกับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา โดยในปัจจุบันนี้ได้มีการนำระบบออนไลน์มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อน ทำให้เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทการประเมินการเขียนผ่านระบบออนไลน์โดยเพื่อน โดยมีการศึกษาถึงระดับของรายละเอียดของข้อมูลที่เพื่อนได้ให้ข้อมูลย้อนกลับซึ่งแตกต่างกัน คือ การให้ข้อมูลแบบอธิบายรายละเอียดนั้นดีที่สุด (Mario Gielen, 2015) นอกจากนี้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อนแก่ผู้เรียนในการประเมินการเขียนทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีระดับความวิตกกังวลในการเขียนลดลง (Gülsah Çinar Yastibas, 2015)

3) ตนเอง

การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยตนเอง คือ การแก้ไขข้อบกพร่อง หรือจุดผิดพลาดในงานเขียนด้วยตนเอง โดยจากการศึกษาวิจัยการให้ข้อมูลย้อนกลับในการเขียนโดยครูและโดยตนเองนั้นพบว่า กรณีที่นักเรียนแก้ไขงานเขียนด้วยตนเองนักเรียนมีความคาดหวังเพื่อที่จะให้ได้คะแนนสูงขึ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบผลการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยครูและโดยตนเองนั้นจะพบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยตนเองจะมีข้อผิดพลาดมากกว่าที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับจากครูผู้สอน (Diab, 2015) แต่เมื่อพิจารณาในด้านเจตคติของผู้เรียนที่ได้มีการศึกษาความแตกต่างของรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับจำนวน 3 รูปแบบ คือ 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยอิงตนเอง ; self-referential feedback 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยอิงกลุ่ม ; normative feedback 3) การไม่ให้ข้อมูลย้อนกลับ ; no feedback พบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยอิงตนเองนั้นส่งผลให้ผู้เรียนมีความสนุกสนาน (enjoyment) และไม่มีความโกรธ (anger) (Reinhard Pekrun, 2014) ซึ่งการให้ข้อมูลที่ย้อนกลับมีความแตกต่างกันดังแสดงได้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยอิงตนเอง อิงกลุ่มและไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ

รูปแบบ	ความหมาย
1.self-referential feedback	การเปรียบเทียบพัฒนาที่เกิดขึ้นว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรจากการสอบครั้งที่ 1 ไปสู่ครั้งที่ 2
2. normative feedback	การเปรียบเทียบคะแนนจากการสอบแบบสอบเดียวกันกับนักเรียนคนอื่น
3. no feedback	นักเรียนไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับภายหลังจากการทำแบบทดสอบ

3.3 การวัดความสามารถทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดความสามารถทางการเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ผู้วิจัยได้ศึกษาจำแนกออกเป็น 2 ประเด็น คือ 3.3.1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความสามารถทางการเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ 3.3.2) วิธีการวัดความสามารถทางการเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ โดยมีรายละเอียดดังนี้

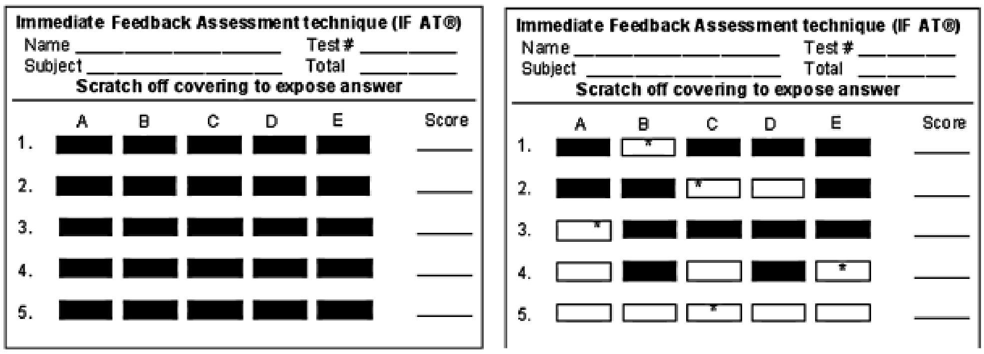
3.3.1) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความสามารถทางการเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับประกอบด้วย 2 รูปแบบ ได้แก่ แบบสอบเขียนตอบ (Paper-based Test: PBT) และแบบทดสอบในระบบคอมพิวเตอร์ (Computer-based Test: CBT) โดยแต่ละรูปแบบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1) แบบสอบเขียนตอบ (Paper-based Test: PBT) เป็นแบบสอบที่กำหนดให้ผู้สอบตอบโดยใช้การเขียน โดยแบบสอบแบบเขียนตอบที่นักวิจัยศึกษาสามารถจำแนกได้เป็น 2 แบบ คือ แบบสอบแบบปรนัย และแบบสอบแบบอัตนัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

- **แบบสอบปรนัยที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ** การใช้แบบสอบปรนัยแบบหลายตัวเลือกที่เป็นการเลือกตัวเลือกลงไปในกระดาษคำตอบนั้นเป็นวิธีการทดสอบที่ใช้มานาน ขณะเดียวกันก็เริ่มมีการศึกษาเกี่ยวกับทดสอบโดยใช้แบบสอบปรนัยที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในกระดาษคำตอบมากขึ้น เพื่อศึกษาการตอบของนักเรียนโดยกระดาษคำตอบนี้จะถูกผลิตโดยใช้สารเคมีที่มีความพิเศษ เพื่อให้สามารถใช้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับได้ โดยมีกลไกในการนำไปใช้ในการทดสอบ คือ เมื่อผู้สอบฝนคำตอบลงไปในช่องคำตอบแล้วหากเป็นคำตอบที่ถูกจะปรากฏเป็นรูป * แต่

หากฝนคำตอบไม่ถูกช่องนั้นก็จะยังคงปรากฏเป็นช่องสีดาเหมือนเดิม โดยตัวอย่างกระดาษคำตอบก่อนการทดสอบและหลังการทดสอบแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ตัวอย่างกระดาษคำตอบที่ใช้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Persky, 2008)

- **แบบสอบอัตนัยที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ** แบบสอบอัตนัยที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ส่วนใหญ่ที่มีการศึกษามักจะเป็นข้อสอบเกี่ยวกับการใช้ภาษา ซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องการใช้ภาษานั้นจะมีการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อแก้ไขข้อความหรือประโยคที่เขียนแล้วไม่ถูกต้องซึ่งมีรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน โดยพบว่านักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันใน การประเมินการเขียน ส่งผลให้มีระดับความสามารถทางภาษาที่แตกต่างกัน (Diab, 2015; Faqeiha, 2015; Gielen, 2015; Rassaei, 2015; Han, 2015)

1.2) แบบทดสอบในระบบคอมพิวเตอร์ (Computer-based Test: CBT) เป็นแบบสอบที่ทดสอบผ่านระบบคอมพิวเตอร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้สามารถประมวลผลการสอบรวดเร็วขึ้น และลดความผิดพลาดในการระบายคำตอบลงในกระดาษคาตอบผิด ซึ่งงานวิจัยที่ผ่านมาได้ศึกษาการทวนคำตอบโดยทดสอบผ่านระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งเมื่อจำแนกตามรูปแบบของแบบทดสอบสามารถ แบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบสอบปรนัยที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์ และแบบสอบอัตนัยที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- **แบบสอบปรนัยที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์**

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบปรนัยที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์ พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่มักจะใช้รูปแบบข้อสอบเป็นข้อสอบเลือกตอบแบบหลายตัวเลือกตั้งแต่ 4-6 ตัวเลือก โดยอาจเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Attali, & Powers, D., 2008) รวมถึงเนื้อหาในรายวิชาวิชาวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจทางภาษา

(Lipko-Speeda, 2014; Delgado, 2003; Attali, 2015; Culpepper, 2014; Kleij, 2012; Sinhaa, 2015; Golke , 2015)

- แบบสอบอัตนัยที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบอัตนัยที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์ พบว่า รูปแบบข้อสอบที่ใช้ส่วนใหญ่มักจะเป็นการเติมคำตอบสั้น (Short Answer) ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิชาชีววิทยา วิชาจิตวิทยา (Attali, 2011; Attali, & Powers, D., 2008) โดยการศึกษาการไม่ให้ข้อมูลย้อนกลับ (No Feedback) และให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ในแบบสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบเติมคำตอบสั้น จำนวน 27 ข้อ ในนักเรียนจำนวน 419 คน ที่มีผลต่อระดับ ระดับความวิตกกังวลของผู้สอบ ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ค่าความเที่ยงของแบบสอบ และคะแนนสอบพบว่า ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากข้อสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับมีค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากที่สูงกว่าแบบข้อสอบที่ไม่ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Attali, 2011) แต่จากงานศึกษางานวิจัยที่ใช้แบบสอบอัตนัยที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์พบว่ามีข้อเสีย คือ การพิมพ์คำตอบไป ในรูปแบบของเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นอุปสรรคในการตอบ ไม่สะดวกเหมือนการเขียนตอบ ทั้งนี้ควรมีคำสั่งตัวอย่างชี้แจงรูปแบบการพิมพ์ตอบให้ชัดเจน (อนงค์ เมธีพิทักษ์ธรรม, 2555)

เมื่อเปรียบเทียบรูปแบบของข้อสอบระหว่างข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบหลายตัวเลือกกับข้อสอบอัตนัยที่เติมคำตอบสั้นพบว่า นักเรียนจะมีค่าเฉลี่ยคะแนนที่สูงกรณีที่นักเรียนได้รับข้อมูลย้อนกลับโดยเปิดโอกาสให้ตอบจนกว่าจะถูกในข้อสอบอัตนัยที่เติมคำตอบสั้น ซึ่งสูงกว่าในแบบปรนัยเลือกตอบหลายตัวเลือกที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับรูปแบบเดียวกัน (Attali, 2015)

แบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์นั้นยังจำแนกได้อีกเป็น 2 แบบ เมื่อพิจารณาตามการให้ข้อมูลย้อนกลับตามลักษณะของผู้เรียน คือ 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปหรือแบบดั้งเดิม 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้เรียน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปหรือแบบดั้งเดิม

การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปหรือแบบดั้งเดิม คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับในการประเมินโดยระบบคอมพิวเตอร์แก่ผู้เรียน โดยรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับนั้นถูกกำหนดมาตั้งแต่แรกว่าจะเป็นข้อมูลย้อนกลับแบบใด แต่มิได้นำความสามารถของผู้เรียนมาเป็นตัวกำหนดในการให้ข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งจากการศึกษาและสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่นิยมใช้รูปแบบนี้ ซึ่งเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปหรือแบบดั้งเดิม เนื่องจากสามารถออกแบบและใช้งานได้ง่าย แต่หากพิจารณาปัจจัยด้านความสามารถของผู้เรียน จะพบว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบดั้งเดิมอาจมีข้อจำกัด เนื่องจากผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันก็

น่าจะได้ประโยชน์และเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้นจากรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีการคิดค้นและพัฒนาการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ปรับเหมาะตามความสามารถของผู้เรียน ดังรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้เรียน

การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้เรียน (Adaptive Feedback Framework; AFF) ถูกเสนอขึ้นมาสำหรับการเตรียมการให้ข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้เรียนรายบุคคลและความต้องการจำเป็นในบริบทของการเรียนรู้ในระบบคอมพิวเตอร์ Gouli และคณะ (2008) องค์ประกอบในการให้ข้อมูลที่หลากหลาย การกวดวิชาและการให้ข้อมูลย้อนกลับถูกนำมารวมอยู่ในแนวคิดนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) กระตุ้นให้ผู้เรียนสะท้อนความเชื่อของเขาออกมา 2) ให้คำแนะนำและกวดวิชาซึ่งมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาที่คาดหวัง 3) สะท้อนให้ผู้เรียนทราบระดับความสามารถของตนเอง การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้เรียนที่นำเสนอนี้ได้ใช้การจัดกลุ่มรูปแบบคำตอบของผู้เรียน

3.3.2) วิธีการวัดความสามารถทางการเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการวัดความสามารถทางการเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ผู้วิจัยได้ศึกษามุ่งเน้นไปที่การวัดความสามารถทางการเรียนของผู้เรียนโดยการประยุกต์ใช้ Rasch SIRT model ซึ่งมีการใช้วิธีการ Bayesian เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและค่าความสามารถ ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ Rasch SIRT Model ของ Albert และ Chib (2001) พบว่าได้มีการพัฒนา MCMC อัลกอริทึม สำหรับใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ใน Rasch SIRT model ซึ่งจากสมการสำหรับการวิเคราะห์ความสามารถของผู้เรียนที่ Culpepper (2014) ได้นำมาประยุกต์ใช้ มีสูตรดังนี้

$$H(\theta | i, \Omega_{jk}) == P_{ijk} = \frac{e^{\theta_i - (b_j - \gamma_k)}}{1 + e^{\theta_i - (b_j - \gamma_k)}}$$

โดยที่ P_{ijk} = ความน่าจะเป็นของผู้สอบคนที่ i ในการตอบข้อสอบ j ถูก สำหรับความพยายามในการตอบ k ครั้ง

b = ค่าความยาก

θ_i = ระดับความสามารถ

γ = จำนวนครั้งของความพยายามในการตอบ

จากการวิเคราะห์ค่าความสามารถของผู้เรียนโดยการประยุกต์ใช้ Rasch SIRT Model ของ Culpepper (2014) พบว่า ความสามารถของผู้เรียน (θ) โดยใช้วิธีการประมาณค่าความสามารถแบบ Marginal Maximum Likelihood (MML) และ Markov Chain Monte Carlo (MCMC) ซึ่งประมาณค่าความสามารถภายหลังจากการประเมินในระบบคอมพิวเตอร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ผลการวิจัยพบว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีการให้โอกาสผู้เรียนตอบมีผลต่อระดับความสามารถของผู้สอบ จากการประมาณค่าความสามารถโดยใช้วิธีการ MML และ MCMC ที่ให้ผลการประมาณค่ามีความสอดคล้องกัน ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้วิธีการประมาณค่าแบบ MML ด้วยการวิเคราะห์จากโปรแกรมสำเร็จรูป MULTILOG ทำให้สะดวกต่อการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการตอบถูกของผู้เรียนภายใต้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่อง (Rasch SIRT Model) ในการวิจัยครั้งนี้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับ พบว่า ส่วนใหญ่ใช้รูปแบบข้อสอบแบบเติมคำตอบ มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีอย่างละเอียดและแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง โดยใช้รูปแบบการทดสอบแบบ Computer-Base Test และใช้การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบโดยประยุกต์ใช้การตอบสนองข้อสอบแบบ 2PL GRM และ SIRT ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการให้ข้อมูลย้อนกลับ

ชื่อผู้วิจัย (ปี) / ประเด็นที่ศึกษา	Attali (2011)	Culpepper (2014)	Narciss et al. (2014)	Attali (2015)	Timmer & Walravem & Veldkamp (2015)	Attali & Kleij (2017)	Finn (2016)	Iwaki et al. (2017)	Shaughness et al.(2017)	Azzam & Whyte (2018)
1. รูปแบบข้อสอบ										
1.1 แบบเติมคำตอบ	✓			✓		✓				
1.2 แบบเลือกตอบ				✓		✓				
2. การทดสอบซ้ำ										
3. การเว้นระยะห่าง										
4. รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ										
4.1 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที	✓		✓			✓		✓		
4.2 การให้ข้อมูลย้อนกลับในภายหลัง						✓		✓	✓	
4.3 การให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างละเอียด			✓			✓	✓			

ชื่อผู้วิจัย (ปี) / ประเด็นที่ศึกษา	Attali (2011)	Culpepper (2014)	Narciss et al. (2014)	Attali (2015)	Timmer & Walravem & Veldkamp (2015)	Attali & Kleij (2017)	Finn (2016)	Iwaki et al. (2017)	Shaughness et al.(2017)	Azzam & Whyte (2018)
4.4 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง			✓	✓		✓	✓			
4.5 การให้ข้อมูลย้อนกลับเชิงบวก										✓
4.6 การให้ข้อมูลย้อนกลับเชิงลบ										✓
4.7 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบมาตรฐาน					✓					
4.8 การให้ข้อมูลย้อนกลับจนกว่าจะตอบถูก		✓		✓						
5. รูปแบบการทดสอบ										
5.1 Paper-Pencil Test										
5.2 Computer-Base Test	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6. การประยุกต์การตอบสนองข้อสอบ										
6.1 2 PL	✓									
6.2 3 PL										
GRM	✓									
SIRT		✓								

งานวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของแบบการเรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับ มีดังนี้

Vasilyeva และคณะ (2007) ได้ศึกษารูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับและแบบการเรียนของผู้เรียนแต่ละคน การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนเป็นส่วนสำคัญของการเรียนรู้และปฏิสัมพันธ์ในระบบ e-learning ในเรื่องนี้นำเสนอผลการทดลองนำร่องเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับกับแบบการเรียนของผู้เรียน ในการทดลองใช้การให้ข้อมูลย้อนกลับโดย Quiz Module learning system ผลลัพธ์ได้แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีและภายหลัง โดยใช้แบบการเรียนของ Felder และ Silverman ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้เพียง 3 มิติ ได้แก่ active-reflective, sensing-intuitive, และ sequential-global

และใช้การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีและการให้ข้อมูลย้อนกลับภายหลัง โดยให้ข้อมูลย้อนกลับแบบละเอียดและแบบบอกผลของการตอบเท่านั้น ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนแบบ reflective และ intuitive จะทำคะแนนได้ดีเมื่อได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีอย่างละเอียด ส่วนผู้เรียนแบบ active sensing และ global จะได้คะแนนดีกว่าเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีแบบบอกผลการตอบ

Parvez and Blank (2009) ได้ศึกษาแบบการเรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับ โดยใช้แบบการเรียนของ Felder และ Silverman ที่แบ่งผู้เรียนออกเป็น 4 มิติ คือ ได้แก่ active-reflective, sensing-intuitive, visual-verbal และ sequential-global โดยมีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบหลายระดับตามแบบการเรียนของผู้เรียน โดยในระดับแรกจะเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบเล็กน้อย และมีการให้คำใบ้ที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้นไปเรื่อยๆ จนไปถึงระดับสุดท้ายคือการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียด ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนแต่ละแบบหากได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เหมาะสมกับแบบการเรียนแล้วจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

Parvez และ Blank (2012) ได้พัฒนาระบบ e-learning ร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับตามแบบการเรียน พบว่า ผลประเมินระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ นักศึกษามีความพึงพอใจ เนื่องจากการให้ข้อมูลย้อนกลับตามแบบการเรียนทำให้นักศึกษาสามารถระบุข้อผิดพลาดของตนเองได้

Alvine (2015) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับแบบการเรียนและรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ : ผลและการนำไปใช้ในการเรียนรู้และความคงทนในการเรียนการปาเป้าในวิชาพลศึกษา โดยแบ่งผู้เรียนเป็น 2 กลุ่ม คือ visual และ verbal แต่ละกลุ่มจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อยที่ได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ visual feedback และ verbal feedback พบว่าผู้เรียนที่ได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ visual feedback จะมีพัฒนาการมากกว่าผู้เรียนที่ได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ verbal feedback อย่างมีนัยสำคัญ ผู้เรียนกลุ่ม visual จะมีพัฒนาการดีกว่าผู้เรียนกลุ่ม verbal เมื่อได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ visual feedback ส่วน การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ verbal feedback ผู้เรียนทั้งกลุ่ม visual และ verbal มีพัฒนาการไม่แตกต่างกัน และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ ramdom การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ visual จะมีพัฒนาการดีกว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ verbal ในทางตรงข้ามการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ block การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ verbal จะมีพัฒนาการดีกว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ visual

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของแบบการเรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับ พบว่า แบบการเรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับมีปฏิสัมพันธ์กัน โดยมีการศึกษาแบบการเรียนตามที่นักวิชาการหรือนักจิตวิทยาแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่มๆ เมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับในรูปแบบที่แตกต่างกัน จะทำให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน นั่นคือถ้าผู้เรียนได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เหมาะสมกับแบบการเรียนของตนเอง จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตอนที่ 4 พัฒนาการการเรียนรู้

4.1 ความหมายของคะแนนพัฒนาการ

คะแนนพัฒนาการ หมายถึง คะแนนการเปลี่ยนแปลงที่แสดงถึงพัฒนาการทางการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังจากที่ได้รับการเรียนการสอน (อวยพร เรืองตระกูล, 2544) ที่ได้จากการวัดซ้ำหลายๆ ครั้ง (สมถวิล วิจิตรวรรณา, 2543) ดังนั้น คะแนนพัฒนาการทำให้สามารถบ่งชี้ถึงความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน และเป็นตัวบ่งชี้ในการวัดประสิทธิภาพของตัวแปรจัดกระทำให้แก่ผู้เรียน (Pike, 1991: Willett, 1994 อ้างถึงใน อวยพร เรืองตระกูล, 2544) การวัดคะแนนพัฒนาการมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ 3 ประการคือ 1) เพื่อพัฒนาวิธีการวัดที่ถูกต้อง 2) เพื่อประมาณค่าคะแนนพัฒนาการ และ 3) เพื่อศึกษารูปแบบของพัฒนาการ (นิอร ไชยพรพัฒนา, 2549)

4.2 วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการ

Trondike และ Thomson ได้เริ่มใช้วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการในด้านการศึกษาครั้งแรกในปี 1924 โดยระยะแรกเรียกการวัดพัฒนาการว่า การวัดคะแนนความเปลี่ยนแปลง (chance score) ต่อมานักวิจัยได้ศึกษาสูตรสำหรับประมาณค่าความเปลี่ยนแปลงของกลุ่มตัวอย่างเป็นรายบุคคล และในปี 1962 ได้มีการรวบรวมความรู้เกี่ยวกับการวัดคะแนนพัฒนาการออกเป็นหนังสือเป็นครั้งแรก (Gottman, 1995 : นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542 อ้างถึงใน นิอร ไชยพรพัฒนา, 2549) ต่อมานงลักษณ์ วิรัชชัย (2542 อ้างถึงใน อวยพร เรืองตระกูล) ได้แบ่งการวัดคะแนนพัฒนาการที่ยึดตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกเป็นวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการแบบดั้งเดิม ที่ใช้การวัดคะแนนเพียง 2 ครั้ง สถิติในการวิเคราะห์ที่ไม่ซับซ้อน กลุ่มที่สองเป็นวิธีวัดคะแนนพัฒนาการแนวใหม่ ซึ่งทำการวัดคะแนน 3 ครั้งขึ้นไป และใช้โมเดลต่างๆ เช่น โมเดลเชิงเส้นระดับลดหลั่น โมเดลลิสเรล มาประมาณค่าคะแนนพัฒนาการ โดยในแต่ละกลุ่มมีวิธีการคำนวณคะแนนพัฒนาการที่แตกต่างกัน

แนวคิดการวัดพัฒนาการแบบดั้งเดิม

วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการแบบดั้งเดิมเป็นการวัดพัฒนาการที่มีการวัด 2 ครั้ง คือ ก่อนเรียนและหลังเรียน มักจะเรียกคะแนนที่ได้จากการวัดว่าเป็นคะแนนการเปลี่ยนแปลง (Change score) โดยที่วิธีการวัดมีหลายวิธี เช่น 1) วิธีการวัดคะแนนผลต่าง (Difference Score) หรือวิธีวัดคะแนนเพิ่ม (Gain Scores) หรือวิธีดั้งเดิม (Row Gain) 2) วิธีการวัดรูปแบบคะแนนจริงของพัฒนาการ (true-score models of change) 3) วิธีเศษเหลือ (Residual score) 4) วิธีหาคะแนนพัฒนาการที่เป็นอิสระจากคะแนนสอบก่อนเรียน (Base-free measure of change) 5) วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากคะแนนมาตรฐาน (Standard score method) 6) วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากลอการีทึมของคะแนนดิบ (Logarithm of observed score method) 7) วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ 8) วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการโดยขจัดอิทธิพลเพดาน (Ceiling effect) 9) วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการโดยการเทียบส่วนร้อยของคะแนนพัฒนาการ 10) วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการโดยการเทียบคะแนนพัฒนาการกับศักยภาพของผู้สอบ 11) วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากความสามารถที่แท้จริงสัมพัทธ์

แนวคิดวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการแนวใหม่

วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการแนวใหม่ เป็นการคำนวณคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการวัดคะแนน 3 ครั้งขึ้นไป นงลักษณ์ วิรัชชัย (2542 อ้างถึงใน ศุภวรรณ สัจจพิบูล, 2553) ได้แบ่งวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการแนวใหม่ออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มแรกเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจากหน่วยตัวอย่างทุกหน่วยในกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ การวัดพัฒนาการโดยใช้โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบยาว การวัดพัฒนาการโดยใช้โมเดลโค้งพัฒนาการ การวัดพัฒนาการโดยใช้โมเดลเชิงเส้นลดระดับลดหลั่น กลุ่มที่สองเป็นการวิเคราะห์จากตัวอย่างเดียว เก็บข้อมูลในเชิงอนุกรมเวลา ได้แก่ การวิเคราะห์ลำดับการวิเคราะห์อนุกรมเวลา และการสร้างโมเดลพลวัตรหรือการวิเคราะห์กระบวนการ

นิพร ไชยพรพัฒนา (2549) ได้รวบรวมเฉพาะวิธีใช้โมเดลที่สามารถสังเคราะห์ลักษณะโมเดลพัฒนาการของหน่วยตัวอย่างแต่ละหน่วยได้อย่างถูกต้องโดยวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการแนวใหม่สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะของโมเดลการวัด ได้แก่ 1) โมเดลการวัดคะแนนพัฒนาการในรูปสมการโครงสร้างที่มีตัวแปรแฝงและตัวแปรทำนาย 2) โมเดลวิเคราะห์องค์ประกอบ และ 3) โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง

จากการศึกษาและวิเคราะห์วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ของ อวยพร เรืองตระกูล (2544) ที่ได้นำไปเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น 5 วิธี พบว่าคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์มีจุดเด่นกว่าวิธีการอื่น ดังนี้ คือ 1) มีความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์สูงมาก 2) มีลักษณะการแจกแจงใกล้เคียงกับวิธีเกณฑ์มากที่สุด 3) การประมาณค่าง่ายมาก 4) มีความคลาดเคลื่อนต่ำ 5) ไม่มีอิทธิพลเพดาน 6) แปลความหมายง่าย และ 7) เปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการกันได้ระหว่างกลุ่ม สำหรับจุดอ่อนของวิธีนี้คือ ไม่สามารถประมาณค่าผู้สอบที่ได้คะแนนสอบก่อนเรียนเต็ม และการศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบคุณภาพของวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการโดยใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงเป็นเกณฑ์: การศึกษาแบบมอนติคาร์โล ของนิอร ไชยพรพัฒนา (2549) ที่ทำการเปรียบเทียบคุณภาพของวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการตามแนวคิดแบบดั้งเดิม 3 วิธี พบว่า 1) เมื่อข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงเป็นแบบเส้นตรง และมีค่าสัมประสิทธิ์พื้นฐานเป็น [0, 1, 2, 3, 4] และ [0, 0, 2, 0, 4, 0, 6, 0, 8] ในภาพรวมคะแนนพัฒนาการจากวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (DS) มีคุณภาพมากกว่าวิธีอื่น และเมื่อพิจารณาเงื่อนไขของจำนวนครั้งของการวัดซ้ำ พบว่า คะแนนพัฒนาการจากวิธีการวัดพัฒนาการสัมพัทธ์มีคุณภาพมากกว่าวิธีอื่นทุกจำนวนครั้งของการวัดซ้ำ (3, 4, 5) และจำนวนครั้งของการวัดซ้ำเป็น 3 และ 4 ครั้งตามลำดับ และ 2) สำหรับข้อมูลที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงไม่เป็นเส้นตรง ในภาพรวมคะแนนพัฒนาการจากวิธีการวัดพัฒนาการสัมพัทธ์มีคุณภาพมากกว่าวิธีอื่น และเมื่อข้อมูลมีการวัดซ้ำเป็น 4 และ 5 ครั้ง คะแนนพัฒนาการจากวิธีการวัดพัฒนาการสัมพัทธ์มีคุณภาพมากกว่าวิธีอื่น

วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552) ได้เสนอวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ โดยประมาณค่าอัตราส่วนร้อยละระหว่างผลต่างของคะแนนสอบครั้งหลังกับคะแนนสอบครั้งแรกกับผลต่างของคะแนนเต็มกับคะแนนสอบครั้งแรก มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$DS = \left(\frac{\mathrm{Y} - \mathrm{X}}{\mathrm{F} - \mathrm{X}}\right) \times 100$$

โดย DS คือ คะแนนร้อยละของพัฒนาการของผู้เรียน (Development Score)

F คือ คะแนนเต็มในการวัด

Y คือ คะแนนการวัดครั้งหลัง

X คือ คะแนนการวัดครั้งแรก

วิธีการนี้ช่วยลดปัญหาการถดถอยเข้าสู่ส่วนกลาง และคำนึงถึงอัตราความงอกงามเนื่องจากได้นำทั้งพัฒนาการสัมบูรณ์ และพัฒนาการที่น่าจะพัฒนาได้ของแต่ละคนมาคิด ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาเรื่องอิทธิพลเพดานได้ ข้อดีของการวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ คือ เป็นคะแนนที่ไม่ขึ้นกับกลุ่มคะแนนที่ได้แทนระดับปริมาณการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ได้ และลดปัญหาเรื่องอิทธิพลเพดานได้

ตอนที่ 5 ความคงทนในการเรียน

5.1 ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้

การจดจำสิ่งต่าง ๆ หรือความรู้ต่างๆ เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการศึกษาหาความรู้ ถ้าคนเราไม่สามารถจดจำเรื่องใดๆ ได้แล้ว ก็เป็นเรื่องยากที่จะเรียนรู้เรื่องนั้นได้สำเร็จ ซึ่งนักการศึกษา และนักจิตวิทยาหลายท่าน ทั้งไทยและต่างประเทศได้ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ไว้ต่างๆ ดังนี้

Adam (1967) ได้ให้ความหมายของความคงทนในการเรียน สรุปได้ว่า ความคงทนในการเรียนเป็นการคงไว้ซึ่งผลการเรียนหรือความสามารถที่จะระลึกได้ต่อสิ่งเร้าที่เคยเรียน หรือมีประสบการณ์รับรู้มาแล้วหลังจากทิ้งไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง

C.V. Good (1973) ได้ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนว่า เป็นการจำที่คงทนหลังจากที่ได้รับการกระตุ้น ประสบการณ์ หรือการตอบสนองต่าง ๆ

R.M. Gagne (1977) ได้กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนเป็นการสะสมสิ่งที่เรียนรู้ ซึ่งเป็นความสามารถในการเก็บรักษา หรือสะสมสิ่งที่เรียนรู้ให้คงทนอยู่ หรือกลายเป็นความจำระยะยาว

สุชา จันทน์เอม (2531) ได้ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ไว้ว่า ความคงทนในการเรียน คือ การเก็บรักษาหรือรักษา การรับรู้ และความเข้าใจที่เกิดจากการรับรู้และข้าใจโดยผ่านประสาทสัมผัสต่าง ๆ

บุญสิริ สุวรรณเพ็ชร์ (2538) ได้ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง สิ่งที่ยังคงเหลืออยู่เป็นผลลัพธ์ของประสบการณ์ ก่อให้เกิดพื้นฐานของการเรียนรู้ การจำได้ นิสัย ทักษะและพัฒนาการทุกด้าน

สุรางค์ โคว้ตระกูล (2544) ได้กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนเป็นการเก็บสิ่งที่เรียนรู้และประสบการณ์ไว้

สุพัตรา จอมคำสิงห์ (2552) ได้ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ว่า เป็นความสามารถของผู้เรียนในการระลึกได้ถึงประสบการณ์ที่เคยได้รับมาก่อน หรือสิ่งที่ได้เคยเรียนรู้แล้ว หลังจากทิ้งช่วงระยะเวลาไว้ระยะหนึ่ง

ปฤศนี พจนา (2555) กล่าวถึงความหมายของความคงทนในการเรียนว่า คือความสามารถในการระลึกได้ถึงประสบการณ์ที่เคยได้รับมาก่อน หรือสิ่งที่ได้เคยเรียนรู้มาแล้ว หลังจากทิ้งช่วงระยะเวลาไว้ระยะหนึ่ง

ภูมิฤทัย วิทยวิจิน (2556) ได้ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ คือ ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้รับจากการเรียน หรือประสบการณ์ที่เคยได้รับมาก่อน หลังจากทิ้งช่วงระยะเวลาไว้ช่วงหนึ่ง แล้วสามารถนำความรู้หรือประสบการณ์นั้นมาใช้ได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้ คือ ความสามารถในระลึกได้ถึงสิ่งที่เคยเรียนหรือประสบการณ์ที่เคยได้รับมาก่อน หลังจากทิ้งช่วงระยะเวลาไว้ช่วงหนึ่ง

5.2 ความสำคัญของความคงทนในการเรียน

การระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ หรือประสบการณ์ที่เคยเรียนรู้มาก่อน มีความสำคัญในการศึกษา ซึ่งมีนักการศึกษา และนักจิตวิทยาหลายท่าน ทั้งไทยและต่างประเทศได้ให้ความหมายของความสำคัญของความคงทนในการเรียนไว้ ดังนี้

S.H. Hulse, H. Eqeth, and J. Deese (1980) ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของความคงทนในการเรียนว่า การเรียนรู้และความคงทนในการเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด เนื่องจากผลของประสบการณ์การเรียนจะต้องได้รับการเก็บสะสมไว้ในระบบความจำ

Gordon (1989) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของความคงทนในการเรียน สรุปได้ว่า ความจำมีบทบาทต่อพฤติกรรมต่างๆที่เรากระทำในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นการเดินหรือการสนทนา ในการ

แสดงพฤติกรรมแต่ละขั้นตอนที่เราคิดว่าเป็นสิ่งที่เรากระทำโดยอัตโนมัตินั้นเป็นผลมาจากการมีความคงทนในการเรียนทั้งสิ้น

Purdy (2001) ได้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของความคงทนในการเรียนว่า การเรียนรู้และความจำมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต สำหรับสัตว์ หมายถึง ความสามารถในการจำแหล่งอาหาร และที่ซ่อนของศัตรู สำหรับมนุษย์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ที่จะพูด อ่าน เขียน ขับรถ และใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น หากการดำรงชีวิตของมนุษย์ดำเนินโดยไม่มีการเรียนรู้และการจำ ชีวิตจะไม่มีอดีตหรืออนาคต แล้วเราจะทำสิ่งนั้นๆ ซ้ำๆ ไม่ว่าสิ่งนั้นจะเป็นประโยชน์หรือไม่

ชัยพร วิชชาวุธ (2520) ได้กล่าวถึงความสำคัญของความคงทนในการเรียนว่า การจดจำเหตุการณ์ต่างๆ ที่คนรับรู้ มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตและการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม เราจะจำชื่อตัวเอง จำบ้านที่อยู่ของตน จำญาติพี่น้องและเพื่อนฝูง จำสิ่งที่เคยเกิดขึ้นในอดีตว่าถ้าทำอย่างนั้นแล้วจะเกิดผลอย่างนี้ จำความคิดและความเข้าใจว่าทำอะไร ฯลฯ ความต่อเนื่องกันของการดำรงชีวิต และการรู้จักเลี่ยงสิ่งที่ตนไม่ชอบหรือสิ่งที่เป็นอันตรายแก่ตนย่อมจะเกิดขึ้นไม่ได้หากเราปราศจากความจำ

สุธิดา นานช้า (2549) ได้กล่าวไว้ว่า ความคงทนในการเรียนมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งมนุษย์ต้องอาศัยการจำในการเรียนรู้

ปฤศนี พจนา (2555) ได้กล่าวไว้ว่า ความคงทนในการเรียนมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากสิ่งมีชีวิตต้องอาศัยความจำในการเรียนรู้และการปรับตัว เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนอย่างแท้จริง จึงจำเป็นต้องอาศัยเกี่ยวกับความจำด้วย

ภูมิฤทัย วิทยวิจิน (2556) ได้กล่าวไว้ว่า ความคงทนในการเรียนนั้นมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวันเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจาก จะทำให้เราจดจำสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วในอดีต โดยไม่ต้องเรียนรู้เรื่องเดิมๆซ้ำไปซ้ำมา และยังสามารถนำสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์หรือพัฒนาเพื่อก่อให้เกิดสิ่งเรียนรู้ใหม่ได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้ มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต การจดจำสิ่งที่เคยได้เรียนรู้มาก่อน และนำสิ่งที่เคยได้เรียนรู้นั้นมาใช้ประโยชน์ในการเรียนรู้ครั้งต่อไป

5.3 การวัดความคงทนในการเรียนรู้

มีนักวิชาการและนักจิตวิทยา กล่าวถึง การวัดความคงทนในการเรียนรู้ไว้ดังนี้

Nunnally (1959) ได้กล่าวถึงการวัดความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความคงทนในการเรียนเพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนต่างๆน้อยละ ควรเว้นช่วงเวลาในการทำสอบห่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์ เพราะความเคยชินในการทำแบบทดสอบจะทำให้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทั้งสองครั้งสูง

Lindvall and Nitko (1975) ได้กล่าวว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความคงทนในการเรียนว่า การสอบซ้ำควรใช้เวลาห่างกันตั้งแต่ 1 สัปดาห์ ถึง 1 เดือน เพราะการเว้นช่วงเวลาดังกล่าวจะทำให้เกิดความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการสอบซ้ำ

ชัยพร วิชชาวุธ (2520) ได้กล่าวถึงระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความคงทนในการเรียนว่า ช่วงระยะเวลาที่จำเป็นระยะสั้นจะฝังตัวกลายเป็นความจำระยะยาวหรือความคงทนในความจำนั้นใช้เวลาประมาณ 14 วัน หลังจากได้เรียนรู้ผ่านไปแล้ว

ชวาล แพรัตกุล (2526) ได้กล่าวถึง การวัดความคงทนในการเรียนรู้ไว้ว่า การวัดความคงทนในการเรียนรู้ คือ การสอบซ้ำ โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน เวลาในการสอบครั้งแรกและครั้งที่สอง ควรเว้นห่างกันประมาณ 2 - 4 สัปดาห์

ภูมิฤทัย วิทยวิจิน (2556) ได้กล่าวว่า ระยะเวลาการวัดความคงทนในการเรียนรู้ คือ การสอบซ้ำหลังจากที่นักเรียนได้เรียนหรือได้รับประสบการณ์ที่เคยได้รับผ่านไปแล้วตั้งแต่ 1 สัปดาห์ ถึง 1 เดือน

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดความคงทนในการเรียนรู้ ด้วยการสอบซ้ำ โดยการทดสอบ 2 ครั้งและควรระยะห่างกันประมาณ 1-4 สัปดาห์

ตอนที่ 6 การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

6.1 ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory) หรือเรียกโดยใช้ชื่อย่อว่า IRT (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) เป็นทฤษฎีการวัดที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถที่มีอยู่ภายในบุคคล (Latent trait or ability) กับผลการตอบข้อสอบหรือข้อคำถามโดยใช้โค้งลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Curve; ICC) ซึ่งมีการกำหนดลักษณะของข้อสอบด้วยพารามิเตอร์ความยาก (b) อำนาจจำแนก (a) และโอกาสการเดาข้อสอบถูก (c) IRT จึงอยู่บนฐานความคิดที่สำคัญ 2 ประการ คือ ผลการตอบข้อสอบหรือข้อคำถามของผู้ตอบสามารถอธิบายได้ด้วยความสามารถที่มีอยู่ภายในของผู้ตอบข้อสอบหรือข้อคำถาม และความสัมพันธ์ระหว่างผลการตอบข้อสอบกับความสามารถที่มีอยู่ภายในสามารถอธิบายได้ด้วยฟังก์ชันลักษณะข้อสอบหรือโค้งลักษณะข้อสอบ (ICC) ซึ่งมีลักษณะเป็นฟังก์ชันปกติสะสม (Normal ogive function)

โมเดลการตอบสนองข้อสอบ (IRT Model) โมเดลการวัดเป็นระบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระที่รวมกันสำหรับทำนายตัวแปรตามสำหรับโมเดลการตอบสนองข้อสอบ ตัวแปรอิสระประกอบด้วย *ตัวแปรแฝง* คือ ความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ (θ) และคุณลักษณะของข้อสอบ (B) หรือค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ (a, b, c) ส่วนตัวแปรอิสระเป็น*ตัวแปรที่สังเกตได้* คือ โอกาสการตอบข้อสอบได้ถูกต้อง

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า (Dichotomus IRT) และ 2) โมเดลการตอบสนองข้อสอบสำหรับการตรวจให้คะแนนรายข้อมากกว่า 2 ค่า (Polytomus IRT)

โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า

โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า เช่น ข้อสอบหรือข้อคำถามที่ตรวจให้คะแนนแบบ 0, 1 (ตอบผิดได้ 0, ตอบถูกได้ 1) แบบถูก-ผิด เป็นต้น โมเดลการตอบสนองข้อสอบ เป็นระบบความสัมพันธ์ระหว่างโอกาสตอบข้อสอบถูก (P_i) กับความสามารถที่มีอยู่ภายในผู้สอบ (θ) ในรูปของโค้งลักษณะข้อสอบ (ICC) ซึ่งมีลักษณะเป็นฟังก์ชันโลจิส หรือโมเดลปกติสะสม บางครั้งอาจเรียกว่าโมเดลโลจิส หรือโมเดลปกติสะสม ซึ่งแบ่งออกเป็น3 แบบ คือ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ แบบ 2 พารามิเตอร์ และแบบ 3 พารามิเตอร์ มีรายละเอียดดังนี้

โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ (One - Parameter Model)

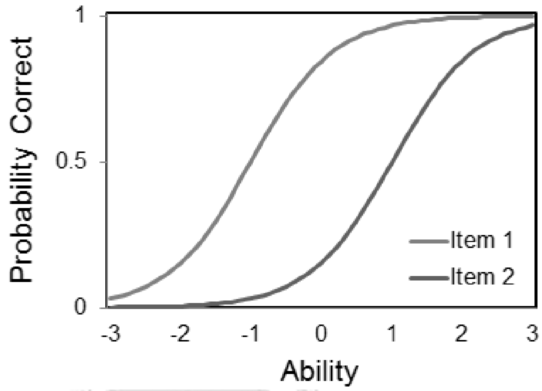
โค้งลักษณะข้อสอบที่เขียนด้วยฟังก์ชันโลจิส ดังสมการ

$$P_i(\theta) = \frac{1}{1+e^{-(\theta-b_i)}}$$

เมื่อ $P_i(\theta)$ = ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบซึ่งมีความสามารถ θ จะตอบข้อสอบข้อที่ I ได้ถูกต้อง

b_i = ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบข้อที่ I ซึ่งเป็นค่าที่แสดงตำแหน่งของ ICC ณ จุด θ ที่มีโอกาสตอบข้อสอบถูก 0.50

e = 2.718



ภาพที่ 4 โค้งลักษณะข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ของตัวอย่างข้อสอบ 2 ข้อ

โค้งลักษณะข้อสอบ (ICC) สำหรับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ มีลักษณะสำคัญดังนี้

b_i = มีค่าแปรเปลี่ยนตามลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อ

a_i = มีค่าคงที่

c_i = 0

โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ (Two - Parameter Model)

โค้งลักษณะข้อสอบที่เขียนด้วยฟังก์ชันโลจิส ดังสมการ

$$P_i(\theta) = \frac{1}{1+e^{-Da_i(\theta-b_i)}}$$

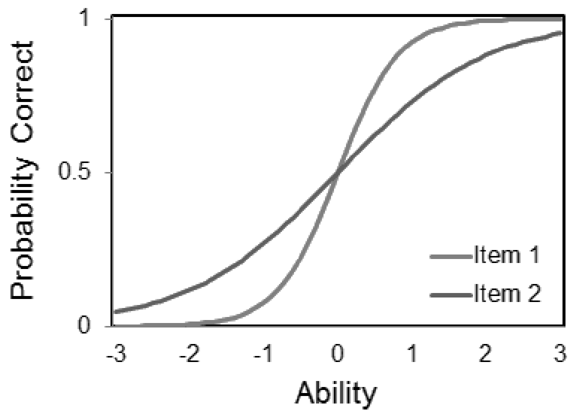
เมื่อ $P_i(\theta)$ = ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบซึ่งมีความสามารถ θ จะตอบข้อสอบข้อที่ I ได้ถูกต้อง

b_i = ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบข้อที่ i ซึ่งเป็นค่าที่แสดงตำแหน่งของ ICC ณ จุด θ ที่มีโอกาสตอบข้อสอบถูก 0.50

a_i = ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ i ซึ่งเป็นค่าความชันของ ICC ณ ตำแหน่ง b_i

e = 2.718

D = 1.70



ภาพที่ 5 โค้งลักษณะข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ของตัวอย่างข้อสอบ 2 ข้อ

โค้งลักษณะข้อสอบ (ICC) สำหรับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ มีลักษณะสำคัญดังนี้

b_i = มีค่าแปรเปลี่ยนตามลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อ

a_i = มีค่าแปรเปลี่ยนตามลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อ

c_i = 0

โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ (Two - Parameter Model)

โค้งลักษณะข้อสอบที่เขียนด้วยฟังก์ชันโลจิส ดังสมการ

$$P_i(\theta) = c_i + \frac{(1-c_i)}{1+e^{-Da_i(\theta-b_i)}}$$

เมื่อ $P_i(\theta)$ = ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบซึ่งมีความสามารถ θ จะตอบข้อสอบข้อที่ I ได้ถูกต้อง

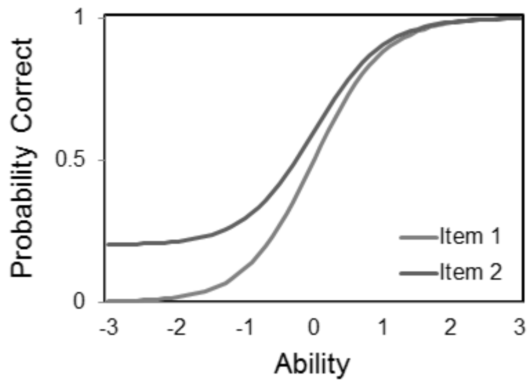
b_i = ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบข้อที่ i ซึ่งเป็นค่าที่แสดงตำแหน่งของ ICC ณ จุด θ ที่มีโอกาสตอบข้อสอบถูก 0.50

a_i = ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ i ซึ่งเป็นค่าความชันของ ICC ณ ตำแหน่ง b_i

c_i = ค่าพารามิเตอร์โอกาสเดาข้อสอบได้ถูก

e = 2.718

D = 1.70



ภาพที่ 6 โค้งลักษณะข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ของตัวอย่างข้อสอบ 2 ข้อ

โค้งลักษณะข้อสอบ (ICC) สำหรับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ มีลักษณะสำคัญดังนี้

b_i = มีค่าแปรเปลี่ยนตามลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อ

a_i = มีค่าแปรเปลี่ยนตามลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อ

c_i = มีค่าแปรเปลี่ยนตามลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อ

โมเดลการตอบสนองข้อสอบสำหรับการตรวจให้คะแนนรายข้อมากกว่า 2 ค่า

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนรายข้อแบบมากกว่า 2 ค่า เป็นโมเดลความสัมพันธ์ที่ไม่ใช่เชิงเส้นตรงระหว่างความสามารถของผู้ตอบ กับโอกาสของการเลือกตอบแต่ละรายการคำตอบที่กำหนดให้ เช่น ข้อสอบหรือข้อคำถามมาตรประมาณค่า (Rating scale) การตรวจ

ให้คะแนนความรู้บางส่วน (Partial credit) เป็นต้น โมเดลการตอบสนองข้อสอบสำหรับการตรวจให้คะแนนรายข้อมากกว่า 2 ค่ามีโมเดลที่เป็นที่รู้จักโดยทั่วไป ได้แก่

1. *Graded Response Model* (GRM) พัฒนาโดย Samejima (1996) เป็นโมเดลทั่วไปของโมเดลการตอบสนองข้อสอบที่มี 2 พารามิเตอร์ ใช้กับแบบสอบหรือแบบวัดที่แต่ละข้อคำถามมีรายการตำตอบแบบมาตรเรียงลำดับ (Ordered categorical responses) ซึ่งแต่ละข้ออาจมีจำนวนรายการคำตอบที่แตกต่างกันได้ เช่น มาตรประมาณค่า (rating scale) ที่ไม่จำเป็นต้องมีรายการคำตอบเท่ากันทุกข้อ และใช้หลักการคำนวณความน่าจะเป็นของการตอบแต่ละรายการคำตอบใช้วิธี 2 ขั้นตอน (Indirect IRT Method) โดยใช้โปรแกรม MULTILOG (Thissen, 1991)

2. *Modified Graded Response Model* (M-GRM) พัฒนาโดย Muraki (1990) เป็นโมเดลเฉพาะของโมเดล GRM โดยสามารถนำไปใช้กับข้อคำถามที่มีจำนวนรายการคำตอบที่เท่ากันหรือมีรูปแบบการตอบที่คงที่สำหรับทุกข้อคำถาม Muraki ได้ปรับปรุงโมเดล GRM เพื่อให้สะดวกแก่การใช้กับแบบวัดประเภทมาตรประมาณค่า (rating scale) เช่น รูปแบบการตอบเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับของลิเคิร์ท (Likert rating scale) และใช้หลักการคำนวณความน่าจะเป็นของการตอบแต่ละรายการคำตอบใช้วิธี 2 ขั้นตอน (Indirect IRT Method) โดยใช้โปรแกรม PARSCALE (Muraki, 1993)

3. *Partial Credit Model (PCM)* พัฒนาโดย Master (1982) เป็นโมเดลที่พัฒนาต่อจากโมดลการตอบสนองข้อสอบที่มี 1 พารามิเตอร์ สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ข้อสอบหรือข้อคำถามที่มีกระบวนการตอบหลายลำดับขั้น ซึ่งจำเป็นต้องมีการตรวจให้คะแนนการตอบถูกต้องหรือการตอบถูกบางส่วนในแต่ละลำดับขั้นของกระบวนการตอบ เช่น ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบวัดเจตคติ เชาว์ปัญญา เป็นต้น และใช้หลักการคำนวณความน่าจะเป็นของการตอบแต่ละระดับขั้นการตอบโดยตรงแบบขั้นตอนเดียว (Direct IRT Method) โดยใช้โปรแกรม PARSCALE (Muraki, 1993)

4. *Generalized Partial Credit Model* (G-PCM) พัฒนาโดย Muraki (1993) เป็นโมเดลทั่วไปของ PCM โดยยอมให้ข้อคำถามแต่ละข้อสามารถมีค่าพารามิเตอร์ความชันแตกต่างกันได้ และใช้หลักการคำนวณความน่าจะเป็นของการตอบแต่ละระดับขั้นการตอบโดยตรงแบบขั้นตอนเดียว (Direct IRT Method) โดยใช้โปรแกรม PARSCALE (Muraki, 1993)

5. *Rating Scale Model* (RSM) ตามแนวคิดของ Andrich (1978) RSM เป็นโมเดลที่คล้าย PCM อยู่บนพื้นฐานของโมเดลการตอบสนองข้อสอบที่มี 1 พารามิเตอร์ และใช้หลักการคำนวณความน่าจะเป็นของการตอบแต่ละระดับขั้นการตอบโดยตรงแบบขั้นตอนเดียว (Direct IRT Method) โดยใช้โปรแกรม RUMN (Sheridan, 1996)

6. *Nominal Response Model* (NRM) พัฒนาโดย Bock (1972) เป็นโมเดลทั่วไปที่ใช้หลักการคำนวณความน่าจะเป็นของการตอบแต่ละรายการคำตอบโดยตรงแบบขั้นตอนเดียว (Direct IRT Method) ใช้วิเคราะห์ข้อสอบหรือข้อคำถามที่รายการคำตอบไม่จำเป็นต้องถูกจัดเรียงลำดับ เช่น ข้อสอบแบบหลายตัวเลือก (Multiple choices) ข้อคำถามวัดเจตคติ ข้อคำถามสำหรับประเมินบุคลิกลักษณะ เป็นต้น

6.2 ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่อง (Sequential Item Response Theory; SIRT)

โมเดลทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่อง (Sequential Item Response Theory Model ; SIRT model) หรือ Continuation ratio models คือ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบการให้คะแนนหลายค่า (Polytomous IRT model) ที่ถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อสาหรับความพยายามในการตอบข้อสอบมากกว่า 1 ครั้ง

Tutz (1990) ได้นำเสนอโมเดล SIRT ครั้งแรกภายใต้กรอบแนวคิดของการวิเคราะห์ Discreate-time Survival Analysis และมีการศึกษาเพิ่มเติมที่ได้ศึกษาคุณสมบัติของ SIRT model ในบริบทของ Polytomous IRT model (Akkermans, 1999, 2000; Bechger & Akkermans, 2001; Glas & Pimentel, 2008; Hemker, Van der Ark, & Sijtsma, 2001) เช่น Glas และ Dagohoy (2007) ได้พัฒนาค่าดัชนี Person-fit Indices สำหรับ SIRT model Glas และ Hendrawan (2005) ได้ประเมินการทดสอบที่หลากหลายในการทดสอบสมมติฐานของค่า Latent Person Parameter (อ้างถึงในจุฑาภรณ์ มาสันเทียะ, 2560)

Culpepper (2014) ได้ประยุกต์ใช้แนวคิดของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่อง (SIRT) เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์สำหรับการประเมินในระบบคอมพิวเตอร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบตอบจนกว่าจะถูก (Answer-until-correct) แต่มีลักษณะในการให้คะแนนเป็นแบบ 0,1 โดยยกตัวอย่างเช่น ในกรณีที่จำนวนครั้งในการเปลี่ยนคำตอบจนกว่าจะถูกสามารถเปลี่ยนได้สูงสุดคือ 4 ครั้ง จะมีตัวอย่างลักษณะการตอบเป็นดังนี้

- ถ้าตอบถูกในครั้งที่สองจะได้สัญลักษณ์แทนด้วย (0 1 ● ●)
- ถ้าตอบผิดทั้งสี่ครั้งจะได้สัญลักษณ์แทนด้วย (0 0 0 0)

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสช์ (Rasch SIRT Model)

Culpepper (2014) ได้ประยุกต์ใช้ Rasch SIRT Model เข้ามาใช้เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ระดับความสามารถที่เพิ่มขึ้นซึ่งโดยมีการประยุกต์ใช้ Rasch SIRT Model เข้ามาใช้ในการวิเคราะห์ผลการประเมินที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบได้หลายครั้งจนกว่าจะถูก ซึ่งโมเดลนี้เรียกว่า Rasch SIRT Model ซึ่งมีการนำค่าพารามิเตอร์ของจำนวนครั้งในการพยายามตอบจนกว่าจะถูกมาคำนวณด้วย มีโมเดลดังนี้

$$H(\theta|i,\Omega_{jk}) == P_{ijk} = \frac{e^{\theta_i-(b_j-\gamma_k)}}{1+e^{\theta_i-(b_j-\gamma_k)}}$$

โดยที่	Ω_{jk}	=	ความยากลบออกด้วยจานวนครั้งของความพยายามในการตอบ
	P_{ijk}	=	ความน่าจะเป็นของผู้สอบคนที่ i ในการตอบข้อสอบ j ถูก สำหรับความพยายามในการ ตอบ k ครั้ง
	b	=	ค่าความยาก
	θ_i	=	ระดับความสามารถ
	γ	=	จำนวนครั้งของความพยายามในการตอบ

ตอนที่ 7 กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้ 1) เพื่อพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน 2) เพื่อตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน 3) เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน และ 4) เพื่อประเมินประสิทธิผลของการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน โดยมีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้การทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ พบว่ามีปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ 4 ข้อ คือ รูปแบบข้อสอบ การสอบซ้ำ การเว้นระยะห่าง และการให้ข้อมูลย้อนกลับ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดให้ในการใช้การทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ในการวิจัยนี้มีรูปแบบข้อสอบเป็นแบบเติมคำตอบ กำหนดให้มีการสอบซ้ำ โดย

สอบก่อนเรียนและหลังเรียน ให้มีการเว้นระยะห่าง โดยกำหนดให้มีการสอบหลังเรียนจำนวน 2 ครั้ง เว้นระยะห่างประมาณ 1 – 2 สัปดาห์ สำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับ ผู้วิจัยใช้การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งเปิดโอกาสให้ ผู้เรียนได้ตอบจนกว่าจะถูก (Answer-until correct /Multiple-try feedback)

จากที่ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบการเรียน พบว่า นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้แบ่งผู้เรียนออกเป็นหลายประเภท ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบการเรียนตามแนวคิดของ Grasha and Reichman โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่

1. แบบอิสระ (Independent) เป็นผู้ที่ชอบคิดด้วยตนเอง ชอบทำงานด้วยความคิดเห็นของตนเอง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่นๆ ในชั้นเรียน ผู้เรียนกลุ่มนี้ตั้งใจเรียนเนื้อหาวิชาสำคัญ

2. แบบพึ่งพา (Dependent) เป็นผู้ที่มีความอยากรู้อยากเห็นทางวิชาการน้อยมาก เรียนรู้เฉพาะสิ่งที่กำหนดไว้ให้เรียนเท่านั้น ผู้เรียนประเภทนี้มองอาจารย์และเพื่อนร่วมชั้นเรียนเป็นแหล่งความรู้และแหล่งที่ช่วยเหลือเขาได้ พยายามที่จะแสวงหาคนที่มีความสามารถที่จะแนะนำเขาได้ และต้องการที่จะรับคำสั่งหรือบอกให้ทำ

3. แบบร่วมมือ (Collaborative) เป็นผู้ที่มีความรู้สึกว่า เขาจะสามารถเรียนรู้ได้ดีมากที่สุดด้วยการร่วมกันแสดงความคิดเห็น และร่วมใช้ความสามารถที่ทุกคนมีอยู่ ชอบทำงานร่วมกับผู้อื่นโดยมีความเห็นว่าห้องเรียนเป็นที่เหมาะสมกับการพบปะปฏิสัมพันธ์ไปพร้อมๆกับการเรียนรู้ในวิชาต่างๆ

4 แบบหลีกเลี่ยง (Avoidance) เป็นผู้เรียนที่มีพฤติกรรมที่ไม่สนใจเรียนเนื้อหาในชั้นเรียน ไม่มีส่วนร่วมกับเพื่อนและอาจารย์ในชั้นเรียน ไม่สนใจสิ่งที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน มีทัศนะต่อห้องเรียนไม่น่าสนใจ

5 แบบแข่งขัน (Competitive) เป็นผู้เรียนที่พยายามเอาชนะเพื่อนๆ โดยที่จะทำอะไรให้ดีกว่าคนอื่นๆ รู้สึกว่าต้องแข่งขันกับคนอื่นๆ เพื่อให้ได้รับคำชม คำยกย่อง ความสนใจจากอาจารย์ เขาคิดว่าห้องเรียนเป็นสนามแข่งขัน จะต้องแพ้ ชนะ และผู้เรียนแบบนี้จะคิดเสมอว่าตัวเองต้องเป็นผู้ชนะด้วยการได้คะแนนที่ดี

6 แบบมีส่วนร่วม (Participant) เป็นผู้เรียนแบบต้องการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ชอบเข้าห้องเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียน พยายามรับรู้ให้มากที่สุดจากชั้นเรียน ให้ความร่วมมือและมีส่วนร่วมกับผู้อื่นในการทำในสิ่งที่ตกลงไว้ร่วมกัน เขามีความรู้สึกว่าควรจะมีส่วนร่วมในกิจกรรมของชั้นเรียนให้มากที่สุด แต่จะมีส่วนร่วมน้อยมาก ถ้าหากกิจกรรมนั้นเป็นกิจกรรมนอกหลักสูตร หรือกิจกรรมที่ไม่เกี่ยวข้องกับแบบการเรียน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับ พบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที จะเกิดการพัฒนาการเรียนรู้ในสถานการณ์ที่แตกต่างกันได้ดีกว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับในภายหลัง และผู้สอบมีเจตคติและแรงจูงใจในเชิงบวกต่อการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที โดยมีระดับเจตคติและแรงจูงใจที่สูงกว่าการได้รับข้อมูลย้อนกลับในภายหลัง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงกำหนดวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที ซึ่งเปิดโอกาสให้ ผู้เรียนได้ตอบจนกว่าจะถูก (Answer-until correct /Multiple-try feedback) โดยแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบดังนี้

1. การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยมีเงื่อนไขว่าข้อมูลย้อนกลับจะแสดงเฉพาะกรณีที่ตอบผิด โดยใช้การยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์ใกล้เคียงกับโจทย์ปัญหาที่ผู้เรียนกำลังทดสอบได้ศึกษา

2. การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยมีเงื่อนไขว่าข้อมูลย้อนกลับจะแสดงเฉพาะกรณีที่ตอบผิด โดยใช้การชี้แนะและอธิบายโจทย์ปัญหาข้อนั้นให้แก่ผู้เรียน

3. การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลของการกระทำ (Knowledge of result feedback; KOR) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบ ซึ่งบอกเพียงแค่ผลการตอบว่าตอบถูกหรือผิด ในกรณีที่ตอบผิดจะมีเพียงข้อความแสดงขึ้นมาว่า ตอบผิดแล้วให้ตอบใหม่โดยไม่มีการให้ข้อมูลใดๆเพิ่มเติมและเปิดโอกาสให้ตอบจนกว่าจะถูก ขณะที่หากตอบถูกก็จะมีข้อความแสดงขึ้นมาเพียงว่า ตอบถูกแล้วให้ทำในข้อถัดไปโดยไม่มีการให้สารสนเทศใดเพิ่มขึ้น

นอกจากนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้เป็นแบบสอบที่ทดสอบผ่านระบบคอมพิวเตอร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้สามารถประมวลผลการสอบรวดเร็วขึ้น และลดความผิดพลาดในการระบายคำตอบลงในกระดาษคำตอบผิด

ผู้วิจัยนำแนวคิดดังกล่าวทั้งหมดมาออกแบบรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน ที่เป็นความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในการทดสอบ และขั้นตอนในการทดสอบตามกระบวนการเรียนรู้ ที่มีรายละเอียดดังนี้

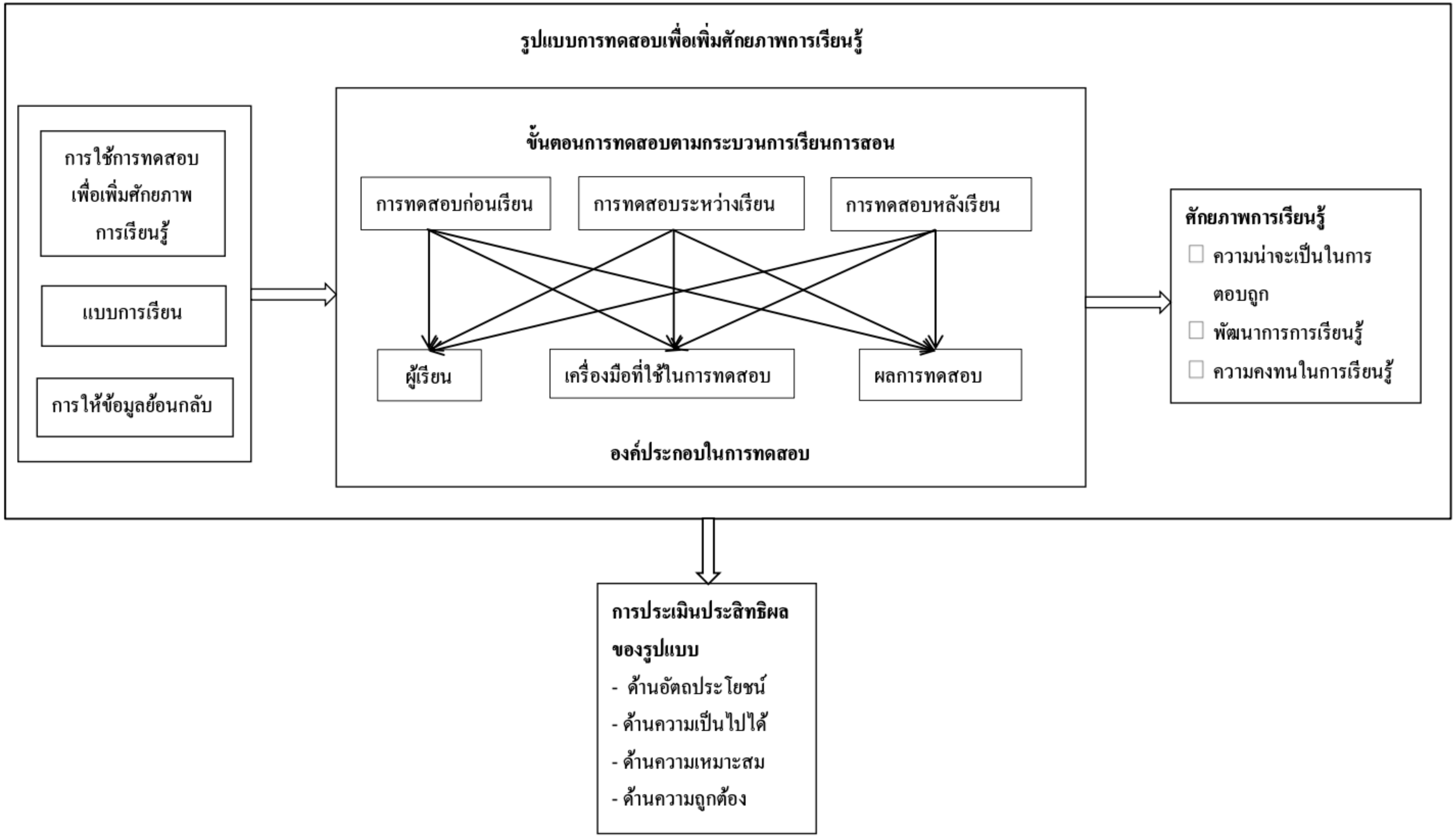
องค์ประกอบในการทดสอบ ได้แก่ ผู้เรียน เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ผลการทดสอบ

ขั้นตอนในการทดสอบตามกระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ การทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

ผู้วิจัยทำการพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ โดยทำการทดลองเพื่อสร้างรูปแบบการทดสอบที่มีคุณภาพ โดยมีการตรวจสอบคุณภาพรูปแบบและปรับปรุงรูปแบบให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด และให้โรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานครได้ใช้รูปแบบการทดสอบที่พัฒนาขึ้น เพื่อศึกษาศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน ในด้านความน่าจะเป็นในการตอบถูก พัฒนาการการเรียนรู้ และความคงทนในการเรียนรู้ของผู้เรียน จากนั้นจึงประเมินประสิทธิผลของรูปแบบ ดังนี้

องค์ประกอบในการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบ ได้แก่ ด้านอัตถประโยชน์ (Utility) ด้านความเป็นไปได้ (Feasibility) ด้านความเหมาะสม (Property) และด้านความถูกต้อง (Accuracy)

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นจึงสามารถสรุปกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังแผนภาพที่ 7



ภาพที่ 7 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน” เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน 2) ตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน 3) เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน และ 4) เพื่อประเมินประสิทธิผลของการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

โดยมีกระบวนการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

ระยะที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

ระยะที่ 4 การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

โดยมีรายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินการในแต่ละระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

การดำเนินการในระยะนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยร่วมกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสภาพแบบการเรียนของผู้เรียนและรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับของผู้เรียนที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อนำไปสร้างรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ แล้วนำร่างรูปแบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพ โดยมีกระบวนการการพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน โดยมีขั้นตอนการพัฒนาดังนี้

1.1 การพัฒนาการทดสอบก่อนเรียนเพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

1.1.1 องค์ประกอบในการทดสอบก่อนเรียน

1) ผู้เรียน

แบบการเรียนของผู้เรียน และระดับความสามารถของผู้เรียน

2) เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

แบบสอบถามแบบการเรียน และแบบทดสอบก่อนเรียนเรื่องการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

3) ผลการทดสอบ

ผลการจำแนกแบบการเรียนของผู้เรียนที่แบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ แบบอิสระ (Independent) แบบพึ่งพา (Dependent) แบบร่วมมือ (Collaborative) แบบหลีกเลี่ยง (Avoidance) แบบแข่งขัน (Competitive) และแบบมีส่วนร่วม (Participant) และคะแนนการทดสอบก่อนเรียน

1.1.2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบก่อนเรียน

1.1.2.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล

1) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผล สำหรับแบบสอบถามแบบการเรียน จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 3 ท่าน โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 1 ท่าน และโรงเรียนตลิ่งชันวิทยา 1 ท่าน รวมทั้งหมด 5 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผล หรือด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับแบบทดสอบก่อนเรียน จากคณะครุศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 4 ท่าน และโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 3 ท่าน รวมทั้งหมด 7 ท่าน ดังรายชื่อในภาคผนวก 1

2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม จำนวน 140 คน เหตุผลที่เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เนื่องจากนักเรียนเคยได้เรียนเรื่องการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยต้องการเก็บข้อมูลในปีการศึกษาเดียวกันจึงต้องทดลองใช้เครื่องมือกับนักเรียนรุ่นก่อนหน้า

1.1.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

1) ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนและสังเคราะห์แบบการเรียนของผู้เรียนร่วมกับผลการวิเคราะห์แบบการเรียนในระยะที่ 1 ให้สอดคล้องกับบริบทในประเทศไทย

2) ปรับปรุงและพัฒนาข้อคำถามตามแนวคิดของ Grasha และ Riechmann (1970) ฉบับภาษาไทย (กรมวิชาการ, 2544) ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ โดยแบ่งแบบการเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ แบบอิสระ (Independent) แบบพึ่งพา (Dependent) แบบร่วมมือ (Collaborative) แบบหลีกเลี่ยง (Avoidance) แบบแข่งขัน (Competitive) และแบบมีส่วนร่วม (Participant) โดยมีข้อคำถามทั้งหมด 60 ข้อ แบ่งออกเป็นกลุ่มละ 10 ข้อ

ตารางที่ 8 โครงสร้างของแบบสอบถามแบบการเรียนของผู้เรียน

ตัวแปรที่ศึกษา	**ข้อคำถาม**	
	เลขที่ในข้อคำถาม	**รวม**
1. แบบอิสระ	1, 7, 13, 19, 25, 31, 37, 43, 49, 55	10
2. แบบหลีกเลี่ยง	2, 8, 14, 20, 26, 32, 38, 44, 50, 56	10
3. แบบร่วมมือ	3, 9, 15, 21, 27, 33, 39, 45, 51, 57	10
4. แบบพึ่งพา	4, 10, 16, 22, 28, 34, 40, 46, 52, 58	10
5. แบบแข่งขัน	5, 11, 17, 23, 29, 35, 41, 47, 53, 59	10
6. แบบมีส่วนร่วม	6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60	10
รวม		60

แบบสอบถามแบบการเรียนของผู้เรียน มีลักษณะคำตอบเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ คือ

ระดับ 1	หมายถึง	พฤติกรรมนี้ไม่เคยเกิดขึ้นเลยหรือเกิดขึ้นน้อยที่สุด
ระดับ 2	หมายถึง	พฤติกรรมนี้เกิดขึ้นนานๆ ครั้งหรือเกิดขึ้นน้อย
ระดับ 3	หมายถึง	พฤติกรรมนี้เกิดขึ้นเป็นบางครั้งหรือเกิดขึ้นปานกลาง
ระดับ 4	หมายถึง	พฤติกรรมนี้เกิดขึ้นบ่อยครั้งหรือเกิดขึ้นมาก
ระดับ 5	หมายถึง	พฤติกรรมนี้เกิดขึ้นเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอหรือเกิดขึ้นมากที่สุด

เกณฑ์ในการให้คะแนนแบบสอบถามแบบการเรียนของผู้เรียน

ระดับ 1	ให้ค่าคะแนน	1 คะแนน
ระดับ 2	ให้ค่าคะแนน	2 คะแนน
ระดับ 3	ให้ค่าคะแนน	3 คะแนน
ระดับ 4	ให้ค่าคะแนน	4 คะแนน
ระดับ 5	ให้ค่าคะแนน	5 คะแนน

การแปลความหมายของแบบการเรียน พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของแต่ละแบบการเรียน นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของแบบการเรียนประเภทใดสูงสุด จัดว่านักเรียนมีแบบการเรียนนั้นเป็นลักษณะเด่น หากผู้เรียนมีคะแนนสูงสุดในหลายกลุ่มแบบเรียน ให้ครูผู้สอนเป็นผู้ตัดสิน จากการสังเกตพฤติกรรมและการเรียนของนักเรียน

3) ศึกษาเนื้อหาของรายวิชาคณิตศาสตร์ ตามกรอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

4) กำหนดผังข้อสอบ (Test Blue Print) ของแบบทดสอบ โดยใช้รูปแบบข้อสอบแบบเติมคำตอบ จำนวน 20 ข้อ โดยแบบทดสอบก่อนเรียนที่มีการทดสอบด้วยการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีด้วยระบบคอมพิวเตอร์ จะคู่ขนานกับแบบทดสอบหลังเรียนครั้งที่ 1 และแบบทดสอบหลังเรียนครั้งที่ 2 ที่มีการทดสอบด้วยการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์จากสาระการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551

เรื่อง การประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

ตัวชี้วัด แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ตารางที่ 9 มิติของเนื้อหาของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน

มิติของเนื้อหา	จำนวนข้อสอบ
การแก้สมการ	10
โจทย์ปัญหาสมการ	10
รวม	**20**

5) สร้างแบบทดสอบความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวก่อนเรียนที่มีการทดสอบด้วยการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามผังข้อสอบ

ตารางที่ 10 เนื้อหาและวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน

มิติของเนื้อหา	วัตถุประสงค์	ระดับพฤติกรรม	จำนวนข้อ
การแก้สมการ	นักเรียนสามารถบอกความหมายของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้	ความรู้-ความจำ	2
	นักเรียนสามารถใช้สมบัติสมบัติของการเท่ากันได้อย่างถูกต้อง	ความรู้-ความจำ	2
	นักเรียนสามารถแก้สมการแบบสัมประสิทธิ์ไม่มีเศษส่วนได้	ความเข้าใจ	2
	นักเรียนสามารถแก้สมการแบบสัมประสิทธิ์มีเศษส่วนหรือทศนิยมได้	ความเข้าใจ	2
		วิเคราะห์	2
โจทย์ปัญหา	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนได้	ความเข้าใจ	2
	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับค้าขาย คะแนน พื้นที่ ปริมาตร เงิน อื่นๆได้	การนำไปใช้	2
	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหา	การนำไปใช้	2

มิติของเนื้อหา	วัตถุประสงค์	ระดับพฤติกรรม	จำนวนข้อ
	เกี่ยวกับอัตราส่วนได้		
	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ/เปอร์เซ็นต์/ของผสมได้	ความเข้าใจ	2
	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็วได้	ความเข้าใจ	2
	รวม		20

6) ประเมินคุณภาพของแบบสอบถามรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน และแบบทดสอบก่อนเรียน ด้านความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ตารางที่ 11 ตัวอย่างข้อสอบความสามารถในการแก้ปัญหาการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน

วัตถุประสงค์	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	IOC		
			-1	0	1
นักเรียนสามารถแก้สมการแบบสัมประสิทธิ์ไม่มีเศษส่วนได้	จงแก้สมการ $5(x + 3) - 2(2x + 1) = 4(x - 8)$	ความเข้าใจ			
	ถ้า $6(x - 1) + 3(x - 7) = 5(x + 1)$ และ $4(7y + 9) + 10 = -5(y - 2) - 3y$ แล้ว $x - y$ มีค่าเท่าไร	นำไปใช้			

7) ปรับปรุงข้อคำถามตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามรูปแบบการเรียนด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) IOC > 0.5 ทุกข้อ โดยมีข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ ดังนี้

- บางข้อคำถามยาวไป
- คำถามเป็นนิเสธซ้อน
- ปรับภาษาให้อ่านเข้าใจง่าย
- ข้อคำถามตรงกับแบบการเรียนหรือไม่

ผลการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบก่อนเรียนด้านความตรงเชิงเนื้อหา พบว่า แบบสอบมีค่า IOC > 0.5 ทุกข้อ ดังตาราง 3.5 โดยมีข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ ดังนี้

ข้อที่ 2 ปรับข้อคำถามโดยควรปรับสมการให้มีความซับซ้อนในการคำนวณน้อยลง

ข้อที่ 5 ปรับการพิมพ์เครื่องหมายในสมการให้มีความชัดเจนขึ้น

ข้อที่ 8 แก้ไขเฉลยให้ตรงกับคำตอบของสมการ

ข้อที่ 17 ปรับการใช้ภาษาให้มีความเป็นปรนัย

ตารางที่ 12 ผลการประเมินคุณภาพแบบทดสอบก่อนเรียน

แบบทดสอบก่อนเรียน			
ข้อที่	**ค่า IOC**	**ข้อที่**	**ค่า IOC**
1	1.00	**11**	1.00
2	0.80	**12**	1.00
3	1.00	**13**	0.80
4	1.00	**14**	1.00
5	0.80	**15**	0.80
6	1.00	**16**	1.00
7	1.00	**17**	0.60
8	0.80	**18**	1.00
9	1.00	**19**	0.80
10	0.80	**20**	1.00

8) นำแบบสอบถามรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนและแบบทดสอบก่อนเรียนไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ที่ได้เรียนเรื่องการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 140 คน รายละเอียดดังภาคผนวก 2 และ 3

1.1.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบถามด้านความตรงเชิงเนื้อหา ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิสำหรับแบบสอบถามแบบการเรียน จำนวน 5 ท่าน และแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 7 ท่าน จากการระบุน้ำหนักคะแนนดังนี้

1 หมายถึง ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหา ระดับพฤติกรรม และวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะวัด

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหา ระดับพฤติกรรม และวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะวัด

-1 หมายถึง ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับเนื้อหา ระดับพฤติกรรม และวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะวัด

นำคะแนนที่ได้แต่ละข้อคำถามมาคำนวณความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item Objective Conguence Index: IOC) โดยใช้สูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

ΣR คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

เกณฑ์พิจารณา ดังนี้

IOC $\geq$ 0.5 แสดงว่า ข้อคำถามวัดวัตถุประสงค์ข้อนั้นจริง หมายความว่า ข้อนั้นมีความตรงตามเนื้อหา

IOC $<$ 0.5 แสดงว่า ข้อคำถามไม่ได้วัดวัตถุประสงค์ข้อนั้นจริง หมายความว่าข้อนั้นไม่มีความตรงตามเนื้อหา

2) การวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบถามด้านความเที่ยง โดยใช้การวิเคราะห์ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน โดยใช้โปรแกรม IRTPRO

3) การวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบถามด้านความเที่ยง โดยใช้การวิเคราะห์ความเที่ยงแบบสมมูล เนื่องจากวัดจากผู้เรียนกลุ่มเดียวกัน ในเวลาเดียวกัน โดยใช้แบบสอบ 2 ฉบับที่ทัดเทียมกัน คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$r_{xy} = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

r = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

n = จำนวนผู้สอบ

4) การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบรายข้อ

วิเคราะห์ค่าความยากและอำนาจจำแนก โดยใช้โปรแกรม IRTPRO ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบรายข้อแบบ 2 พารามิเตอร์

1.2 การพัฒนาการทดสอบระหว่างเรียนเพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

1.2.1 องค์ประกอบในการทดสอบระหว่างเรียน

1) ผู้เรียน

ความน่าจะเป็นในการตอบถูกที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบได้หลายครั้งจนกว่าจะถูกของผู้เรียน

2) เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

แบบทดสอบระหว่างเรียนเรื่องการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

3) ผลการทดสอบ

คะแนนการทดสอบระหว่างเรียน

1.2.2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบระหว่างเรียน

1.2.2.1 ผู้ให้ข้อมูล

1) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผล หรือด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 4 ท่าน และโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 3 ท่าน รวมทั้งหมด 7 ท่าน ดังรายชื่อในภาคผนวก 1

2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยฝ่ายมัธยม จำนวน 140 คน เหตุผลที่เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เนื่องจากนักเรียนเคยได้เรียนเรื่องการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยต้องการเก็บข้อมูลในปีการศึกษาเดียวกันจึงต้องทดลองใช้เครื่องมือกับนักเรียนรุ่นก่อนหน้า

1.2.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

1) ศึกษาเนื้อหาของรายวิชาคณิตศาสตร์ ตามกรอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2) กำหนดผังข้อสอบ (Test Blue Print) ของแบบทดสอบ โดยใช้รูปแบบข้อสอบแบบเติมคำตอบ จำนวน 30 ข้อ ที่มีการทดสอบด้วยการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้

ระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์จากสาระการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551

เรื่อง การประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

ตัวชี้วัด แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ตารางที่ 13 มิติของเนื้อหาของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ ที่มีการทดสอบด้วยการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

มิติของเนื้อหา	จำนวนข้อสอบ
การแก้สมการ	20
โจทย์ปัญหาสมการ	10
รวม	**30**

3) สร้างแบบทดสอบความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามผังข้อสอบ โดยมีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ แบ่งเป็นรายคาบ คาบละ 3 ข้อ เพื่อให้จำนวนข้อเพียงพอในการศึกษารูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับรายละเอียดดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 เนื้อหาและวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ ที่มีการทดสอบด้วยการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

มิติของเนื้อหา	วัตถุประสงค์	ระดับพฤติกรรม	จำนวนข้อ
การแก้สมการ	นักเรียนสามารถบอกความหมายของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้	ความรู้-ความจำ	4
	นักเรียนสามารถใช้สมบัติสมบัติของการเท่ากันได้อย่างถูกต้อง	ความรู้-ความจำ	4
	นักเรียนสามารถแก้สมการแบบสัมประสิทธิ์ไม่มีเศษส่วนได้	ความเข้าใจ	4
	นักเรียนสามารถแก้สมการแบบสัมประสิทธิ์มีเศษส่วนหรือทศนิยมได้	ความเข้าใจ	4
		วิเคราะห์	4
โจทย์ปัญหา	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนได้	ความเข้าใจ	2
	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับค้าขาย คะแนน พื้นที่ ปริมาตร เงิน อื่นๆได้	การนำไปใช้	2
	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนได้	การนำไปใช้	2
	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ/เปอร์เซ็นต์/ของผสมได้	ความเข้าใจ	2
	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็วได้	ความเข้าใจ	2
	รวม		**30**

4) ออกแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับในแต่ละข้อคำถาม แบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback ; PWF) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการชี้แนะ (Partial Directive Feedback ; PDF) และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลของการกระทำ (Knowledge of result feedback; KOR)

5) ประเมินคุณภาพของแบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ โดยให้ ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบด้านความตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมของการให้ข้อมูลย้อนกับทั้ง 3 ลักษณะ คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการยกตัวอย่าง

(Partial Worked Example Feedback ; PWF) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการชี้แนะ (Partial Directive Feedback ; PDF) และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลของการกระทำ (Knowledge of result feedback; KOR)

ตารางที่ 15 ตัวอย่างข้อสอบความสามารถในการแก้ปัญหาการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ ที่มีการทดสอบด้วยการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้การชี้แนะด้วยระบบคอมพิวเตอร์

วัตถุประสงค์	ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิด ครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directived Feedback; PDF)	IOC -1	0	1
นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนได้	ผลบวกของจำนวนสองจำนวนเท่ากับ 80 ถ้าสามเท่าของจำนวนน้อยมากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนมากอยู่ 72 จงหาจำนวนที่มากกว่า	1	ให้จำนวนน้อยเป็น x จำนวนมากเป็น 80 - x			
		2	จะได้สมการเป็น $3x-\frac{1}{2}(80-x)=72$			

ตารางที่ 16 ตัวอย่างข้อสอบความสามารถในการแก้ปัญหาการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ ที่มีการทดสอบด้วยการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้การยกตัวอย่างด้วยระบบคอมพิวเตอร์

วัตถุประสงค์	ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิด ครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้การยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback ; PWF)	IOC -1	0	1
นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนได้	ผลบวกของจำนวนสองจำนวนเท่ากับ 80 ถ้าสามเท่า	1	ผลบวกของจำนวนสองจำนวนเท่ากับ 60 ถ้าสองเท่าของจำนวนที่มาก มากกว่าจำนวนที่น้อยกว่าอยู่ 45 จงหาจำนวน			

วัตถุประสงค์	ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับทันที โดยใช้การยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback ; PWF)	IOC -1	 0	 1
	ของจำนวนน้อยมากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนมากอยู่ 72 จงหาจำนวนที่มากกว่า		ทั้งสองจำนวน วิธีทำ ให้จำนวนที่น้อยกว่าเป็น x จำนวนที่มากกว่าเป็น 60 – x จะได้สมการเป็น $2(60-x)-x=45$ $120-2x-x=45$ $120-3x=45$ $120-45=3x$ $75=3x$ $25=x$ ดังนั้น จำนวนที่น้อยกว่าคือ 25 และจำนวนที่มากกว่าคือ 35			
		2	ผลบวกของจำนวนสองจำนวนเท่ากับ 100 ถ้าสองเท่าของจำนวนที่น้อยมากกว่าหนึ่งในสี่ของจำนวนที่มากกว่าอยู่ 56 จงหาจำนวนทั้งสองจำนวน วิธีทำ ให้จำนวนที่น้อยกว่าเป็น x จำนวนที่มากกว่าเป็น 100 – x จะได้สมการเป็น $2x-\frac{1}{4}(100-x)=56$ คูณ 4 ตลอดสมการ $8x-(100-x)=224$ $8x-100+x=224$ $9x=324$ $x=36$ $25=x$ ดังนั้น จำนวนที่น้อยกว่าคือ 36 และจำนวนที่มากกว่าคือ 64			

1) ผลการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบระหว่างเรียนด้านความตรงเชิงเนื้อหา พบว่า แบบสอบมีค่า IOC > 0.5 ทุกข้อ ดังตาราง 3.10 โดยมีข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิดังนี้

ข้อ 2 แก้ไขข้อมูลย้อนกลับ โดยปรับภาษาให้มีความเป็นปรนัย

ข้อ 5 แก้ไขข้อคำถามโดยใช้ภาษาให้ชัดเจน

ข้อ 6 แก้ไขข้อคำถามควรปรับเปลี่ยนตัวเลขในสมการให้คำนวณได้ง่ายขึ้น

ข้อ 22 แก้ไขข้อมูลย้อนกลับปรับคำอธิบายให้กระชับมากขึ้น

ข้อ 28 แก้ไขข้อมูลย้อนกลับปรับวิธีการคำนวณให้ถูกต้อง

ตารางที่ 17 ผลการประเมินคุณภาพแบบทดสอบระหว่างเรียน

ข้อ	IOC	ข้อ	IOC
1	1.00	16	1.00
2	1.00	17	0.80
3	0.80	18	1.00
4	0.80	19	0.80
5	1.00	20	1.00
6	0.80	21	1.00
7	1.00	22	1.00
8	1.00	23	0.80
9	0.80	24	0.80
10	0.80	25	1.00
11	0.80	26	1.00
12	1.00	27	0.80
13	1.00	28	0.80
14	1.00	29	1.00
15	1.00	30	1.00

6) นำแบบทดสอบระหว่างเรียนไปทดลองใช้กับผู้เรียน รายละเอียดดังภาคผนวก 6 และ 7

1.2.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบด้านความตรงเชิงเนื้อหา ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 ท่าน โดยใช้เกณฑ์และสูตรเหมือนกับแบบทดสอบก่อนเรียน

2) การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยง โดยใช้การวิเคราะห์ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน

3) การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบรายข้อ

วิเคราะห์ค่าความยาก โดยใช้โปรแกรม MULTILOG ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบรายข้อแบบ 1 พารามิเตอร์

1.3. การพัฒนาการทดสอบหลังเรียนเพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

1.3.1 องค์ประกอบในการทดสอบหลังเรียน

1) ผู้เรียน

ความน่าจะเป็นในการตอบถูกของผู้เรียน พัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน และความคงทนในการเรียนรู้ของผู้เรียน

2) เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

แบบทดสอบหลังเรียนเรื่องการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวแบบคู่ขนาน จำนวน 2 ชุด

3) ผลการทดสอบ

คะแนนการทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 1 และคะแนนการทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 2

1.3.2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหลังเรียน

1.3.2.1 ผู้ใช้ข้อมูล

1) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผล และด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 4 ท่าน และโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 3 ท่าน รวมทั้งหมด 7 ท่าน ดังรายชื่อในภาคผนวก 1

2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยฝ่ายมัธยม จำนวน 140 คน เหตุผลที่เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เนื่องจากนักเรียนเคยได้เรียนเรื่องการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยต้องการเก็บข้อมูลในปีการศึกษาเดียวกันจึงต้องทดลองใช้เครื่องมือกับนักเรียนรุ่นก่อนหน้า

1.3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

1) ศึกษาเนื้อหาของรายวิชาคณิตศาสตร์ ตามกรอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2) กำหนดผังข้อสอบ (Test Blue Print) ของแบบทดสอบ โดยใช้รูปแบบข้อสอบแบบเติมคำตอบ จำนวน 20 ข้อ ที่มีการทดสอบด้วยการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์จากสาระการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551

เรื่อง การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

ตัวชี้วัด แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ตารางที่ 18 มิติของเนื้อหาของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ หลังเรียน

มิติของเนื้อหา	จำนวนข้อสอบ
การแก้สมการ	10
โจทย์ปัญหาสมการ	10
รวม	**20**

3) สร้างแบบทดสอบความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังเรียนที่มีการทดสอบด้วยการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามผังข้อสอบ

ตารางที่ 19 เนื้อหาและวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ หลังเรียน

มิติของเนื้อหา	วัตถุประสงค์	ระดับพฤติกรรม	จำนวนข้อ
การแก้สมการ	นักเรียนสามารถบอกความหมายของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้	ความรู้-ความจำ	2
	นักเรียนสามารถใช้สมบัติสมบัติของการเท่ากันได้อย่างถูกต้อง	ความรู้-ความจำ	2
	นักเรียนสามารถแก้สมการแบบสัมประสิทธิ์ไม่มีเศษส่วนได้	ความเข้าใจ	2
	นักเรียนสามารถแก้สมการแบบสัมประสิทธิ์มีเศษส่วนหรือทศนิยมได้	ความเข้าใจ	2
		วิเคราะห์	2
โจทย์ปัญหา	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนได้	ความเข้าใจ	2
	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับค้าขาย คะแนน พื้นที่ ปริมาตร เงิน อื่นๆได้	การนำไปใช้	2
	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนได้	การนำไปใช้	2
	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ/เปอร์เซ็นต์/ของผสมได้	ความเข้าใจ	2
	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็วได้	ความเข้าใจ	2
	รวม		20

4) ประเมินคุณภาพของแบบทดสอบหลังเรียน ด้านความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ตารางที่ 20 ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ หลังเรียนฉบับที่ 1 (A) และหลังเรียนฉบับที่ 2 (B)

วัตถุประสงค์	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	IOC -1	IOC 0	IOC 1
นักเรียนสามารถแก้สมการแบบสัมประสิทธิ์ไม่มีเศษส่วนได้	1A. จงแก้สมการ $2(x+4)-3(x-5)=5(2x-13)$	ความเข้าใจ			
	1B. จงแก้สมการ $5(x-3)+4(x+6)=3(x-5)$	ความเข้าใจ			
	2A.ถ้า $3(2-x)-12+2(x+3)=2x-5$ แล้ว $4x+1$ มีค่าเท่าไร	การนำไปใช้			
	2B. ถ้า $4(x-3)-3(x+2)=5(x-2)$ แล้ว $7x-2$ มีค่าเท่าไร	การนำไปใช้			

5) ปรับปรุงข้อคำถามตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการประเมินคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา พบว่า แบบสอบทั้งสองฉบับมีค่า IOC > 0.5 ทุกข้อ ดังตาราง 3.14 โดยมีข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิดังนี้

แบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 1

ข้อ 2 ปรับภาษาให้มีความเป็นปรนัย

ข้อ 8 คำตอบของสมการไม่ตรงกับเฉลยปรับแก้

ข้อ 12 ลดความซับซ้อนของโจทย์ปัญหาควรปรับแก้ไข

แบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 2

ข้อ 4 ปรับภาษาให้มีความเป็นปรนัย

ข้อ 9 แก้ไขข้อคำถามควรปรับเปลี่ยนตัวเลขในสมการให้คำนวณได้ง่ายขึ้น

ข้อ 12 ลดความซับซ้อนของโจทย์ปัญหาควรปรับแก้ไข

ตารางที่ 21 ผลการประเมินคุณภาพแบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 1 และ แบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 2

แบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 1		แบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 2	
ข้อที่	**ค่า IOC**	**ข้อที่**	**ค่า IOC**
1	0.80	1	0.80
2	0.60	2	1.00
3	0.80	3	0.80
4	1.00	4	1.00
5	0.80	5	1.00
6	1.00	6	1.00
7	1.00	7	1.00
8	0.80	8	0.80
9	1.00	9	1.00
10	0.80	10	0.80
11	1.00	11	1.00
12	0.80	12	0.80
13	0.80	13	0.80
14	1.00	14	0.80
15	0.80	15	0.60
16	1.00	16	0.80
17	0.60	17	1.00
18	1.00	18	1.00
19	1.00	19	0.60
20	1.00	20	1.00

6) นำแบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ไปทดลองใช้กับผู้เรียน รายละเอียดดังภาคผนวก 4 และ 5

1.3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบด้านความตรงเชิงเนื้อหา ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 ท่าน โดยใช้เกณฑ์และสูตรเหมือนกับแบบทดสอบก่อนเรียน

2) การวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบถามด้านความเที่ยง โดยใช้การวิเคราะห์ความเที่ยงแบบสมมูล เนื่องจากวัดจากผู้เรียนกลุ่มเดียวกัน ในเวลาเดียวกัน โดยใช้แบบสอบ 2 ฉบับที่ทัดเทียมกัน

คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$r_{xy} = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

r = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

n = จำนวนผู้สอบ

3) การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบรายข้อ

วิเคราะห์ค่าความยากและอำนาจจำแนก โดยใช้โปรแกรม IRTPRO ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบรายข้อแบบ 2 พารามิเตอร์

1.4. การทดลองใช้เครื่องมือในการสร้างรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

การทดลองใช้เครื่องมือในการสร้างรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน เป็นการวิจัยเชิงทดลองที่มีแบบแผนของการวิจัยดังแผนภาพที่ 8

E1	O1	X1	O2	O3
E2	O1	X2	O2	O3
E3	O1	X3	O2	O3

ภาพที่ 8 แบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง

E1 หมายถึง กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย ผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้ 6 แบบ ที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF)

E2 หมายถึง กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย ผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้ 6 แบบ ที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directived Feedback; PDF)

E3 หมายถึง กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย ผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้ 6 แบบ ที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบอกผลของการกระทำ (Knowledge of result feedback; KOR)

X1 หมายถึง การทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF)

X2 หมายถึง การทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF)

X3 หมายถึง การทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบอกผลของการกระทำ (Knowledge of result feedback; KOR)

O1 หมายถึง การทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวก่อนเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

O2 หมายถึง การทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ครั้งที่ 1

O3 หมายถึง การทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ครั้งที่ 2

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงทดลองและออกแบบการวิจัยโดยนำตัวแปรแบบการเรียน และตัวแปรการให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นตัวแปรอิสระ (build in to design) จึงทำให้การวิจัยครั้งนี้มีแบบแผนการทดลองเป็นแบบ 3×6 factorial design ดังนี้

แบบการเรียน (B)

แบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ (A)	แบบอิสระ	แบบหลีกเลี่ยง	แบบร่วมมือ	แบบพึ่งพา	แบบแข่งขัน	แบบมีส่วนร่วม
PWF (a_1)	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
PDF(a_2)	S_7	S_8	S_9	S_{10}	S_{11}	S_{12}
KOR (a_3)	S_{13}	S_{14}	S_{15}	S_{16}	S_{17}	S_{18}

ภาพที่ 9 แบบแผนการทดลอง

สัญลักษณ์

A	ตัวแปรอิสระตัวที่ 1 แบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ
B	ตัวแปรอิสระตัวที่ 2 แบบการเรียน
a_1	ตัวแปรอิสระตัวที่ 1 ระดับที่ 1 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ PWF
a_2	ตัวแปรอิสระตัวที่ 1 ระดับที่ 2 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ PDF
a_3	ตัวแปรอิสระตัวที่ 1 ระดับที่ 3 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ KOR
b_1	ตัวแปรอิสระตัวที่ 2 ระดับที่ 1 แบบการเรียนแบบอิสระ
b_2	ตัวแปรอิสระตัวที่ 2 ระดับที่ 2 แบบการเรียนแบบหลีกเลี่ยง
b_3	ตัวแปรอิสระตัวที่ 2 ระดับที่ 1 แบบการเรียนแบบร่วมมือ
b_4	ตัวแปรอิสระตัวที่ 2 ระดับที่ 1 แบบการเรียนแบบพึ่งพา
b_5	ตัวแปรอิสระตัวที่ 2 ระดับที่ 1 แบบการเรียนแบบแข่งขัน
b_6	ตัวแปรอิสระตัวที่ 2 ระดับที่ 1 แบบการเรียนแบบมีส่วนร่วม
S_1	กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 บุคคลที่มีแบบการเรียนแบบอิสระ และได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PWF
S_2	กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2 บุคคลที่มีแบบการเรียนแบบหลีกเลี่ยง และได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PWF
S_3	กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 3 บุคคลที่มีแบบการเรียนแบบร่วมมือ และได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PWF
S_4	กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 4 บุคคลที่มีแบบการเรียนแบบพึ่งพา และได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PWF
S_5	กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 5 บุคคลที่มีแบบการเรียนแบบแข่งขัน และได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PWF
S_6	กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 6 บุคคลที่มีแบบการเรียนแบบมีส่วนร่วม และได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PWF
S_7	กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 7บุคคลที่มีแบบการเรียนแบบอิสระ และได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PDF
S_8	กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 8 บุคคลที่มีแบบการเรียนแบบหลีกเลี่ยง และได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PDF
S_9	กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 9 บุคคลที่มีแบบการเรียนแบบร่วมมือ และได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PDF

S_{10} กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 10 บุคคลที่มีแบบการเรียนแบบพึ่งพา และได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PDF

S_{11} กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 11 บุคคลที่มีแบบการเรียนแบบแข่งขัน และได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PDF

S_{12} กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 12 บุคคลที่มีแบบการเรียนแบบมีส่วนร่วม และได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PDF

S_{13} กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 13 บุคคลที่มีแบบการเรียนแบบอิสระ และได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ KOR

S_{14} กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 14 บุคคลที่มีแบบการเรียนแบบหลีกเลี่ยง และได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ KOR

S_{15} กลุ่มทดลองกลุ่มที่15 บุคคลที่มีแบบการเรียนแบบร่วมมือ และได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ KOR

S_{16} กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 16 บุคคลที่มีแบบการเรียนแบบพึ่งพา และได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ KOR

S_{17} กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 17 บุคคลที่มีแบบการเรียนแบบแข่งขัน และได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ KOR

S_{18} กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 18 บุคคลที่มีแบบการเรียนแบบมีส่วนร่วม และได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ KOR

1.4.1 ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2563 จำนวน 5 ห้องเรียน ทั้งหมดเป็นจำนวน 126 คน

ผู้วิจัยสุ่มนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองภายหลังจากทำการทดสอบก่อนเรียนเพื่อดูระดับความสามารถพื้นฐาน และทำแบบสอบถามแบบการเรียนของผู้เรียน เพื่อแบ่งรูปแบบนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะได้รับข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน 3 แบบ ได้แก่ PWF, PDF และ KOR โดยสุ่มห้องเรียนที่ 1 และ 2 ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PWF และสุ่มห้องเรียนที่ 3 และ 4 ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PDF และห้องเรียนที่ 5 ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ KOR รายละเอียดดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 แผนการสุ่มนักเรียนเข้ารับการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน

แบบการเรียน	รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ	จำนวนนักเรียน (คน)
แบบอิสระ	PWF	8
	PDF	7
	KOR	2
	รวม	17
แบบหลีกเลี่ยง	PWF	4
	PDF	3
	KOR	2
	รวม	9
แบบร่วมมือ	PWF	8
	PDF	9
	KOR	9
	รวม	26
แบบพึ่งพา	PWF	6
	PDF	4
	KOR	2
	รวม	12
แบบแข่งขัน	PWF	7
	PDF	6
	KOR	3
	รวม	16
แบบมีส่วนร่วม	PWF	17
	PDF	21
	KOR	8
	รวม	46
รวม		**126**

1.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แบบทดสอบก่อนเรียน

2) แบบสอบถามแบบการเรียนของผู้เรียน

3) แบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 1 และแบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 2

4) แบบทดสอบความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยระบบคอมพิวเตอร์

1.4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ผู้วิจัยดำเนินการสำรวจแบบการเรียนของผู้เรียน ก่อนการทดสอบประมาณ 1 – 2 สัปดาห์ เพื่อจำแนกแบบการเรียนของผู้เรียน ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 รูปแบบคือ แบบอิสระ (Independent) แบบพึ่งพา (Dependent) แบบร่วมมือ (Collaborative) แบบหลีกเลี่ยง (Avoidance) แบบแข่งขัน (Competitive) และแบบมีส่วนร่วม (Participant)

2) ผู้วิจัยดำเนินการจัดระบบผู้เรียนแต่ละกลุ่มให้มีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ คือ PWF, PDF และ KOR

3) ผู้วิจัยอธิบายกระบวนการใช้รูปแบบการทดสอบฯ

4) ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบก่อนเรียนแก่ผู้เรียน

5) ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ และทำการทดสอบท้ายคาบที่เป็นข้อสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ เป็นข้อสอบแบบเติมคำตอบคาบเรียนละ 3 ข้อ เวลา 10 นาที โดยที่ผู้เรียนแต่ละคนจะได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันดำเนินการจนครบ 10 คาบเรียน

6) ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 1 แก่ผู้เรียน เมื่อเรียนจบเนื้อหา

7) ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 2 แก่ผู้เรียน โดยห่างจากครั้งแรก 1 – 2 สัปดาห์

1.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์ความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวก่อนและหลังการเรียนการสอนที่มีการทดสอบท้ายคาบโดยให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยระบบคอมพิวเตอร์ จะได้คะแนนแบบ 0 – 1 จากนั้นนำผลการตอบของผู้เรียนมาวิเคราะห์ค่าความสามารถของผู้เรียน ภายใต้การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์

2) การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการตอบถูกของแบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

2.1) นำผลการตอบของผู้เรียนมาวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา การให้คะแนนแบบมากกว่า 2 ค่า (Polytomous) โดยการตอบถูกครั้งที่ 1 ได้ 3 คะแนน, การตอบถูกครั้งที่ 2 ได้ 2 คะแนน, การตอบถูกครั้งที่ 3 ได้ 1 คะแนน, การตอบผิดครั้งที่ 3 ได้ 0 คะแนน

2.2) นำผลที่ได้จากการตอบของผู้เรียนมาวิเคราะห์ภายใต้การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสช์ (Rasch Sequential Item Response Theory Model ; Rasch SIRT Model) โดยใช้โปรแกรม MULTILOG เพื่อวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของผู้เรียนและข้อสอบ คือ 1) ค่าเฉลี่ยความสามารถ (θ) 2) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) 3) ค่าความยากของข้อสอบ (b) จากนั้นนำค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดมาคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการตอบถูก โดยใช้ Rasch SIRT Model มีสมการดังนี้

$$H(\theta|i,\Omega_{jk}) == P_{ijk} = \frac{e^{\theta_i-(b_j-\gamma_k)}}{1+e^{\theta_i-(b_j-\gamma_k)}}$$

โดยที่ Ω_{jk} = ความยากลบออกด้วยจานวนครั้งของความพยายามในการตอบ

P_{ijk} = ความน่าจะเป็นของผู้สอบคนที่ i ในการตอบข้อสอบ j ถูก สำหรับความพยายามในการ ตอบ k ครั้ง

b = ค่าความยาก

θ_i = ระดับความสามารถ

γ = จำนวนครั้งของความพยายามในการตอบ

3) การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียนของผู้เรียนและรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อศักยภาพการเรียนรู้ ได้แก่ 1) ความน่าจะเป็นในการตอบถูกเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับ 2) พัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน 3) ความคงทนในการเรียนรู้ ซึ่งมีระดับความสามารถของนักเรียนเป็นตัวแปรร่วม โดยการวิเคราะห์แบบ Two-way MANCOVA

1.5 การพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

ผู้วิจัยร่างรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย วัตถุประสงค์ของรูปแบบ หลักการและแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ และองค์ประกอบของรูปแบบ โดยมีขั้นตอนการพัฒนารูปแบบดังนี้

1) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้การทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ แบบการเรียนของผู้เรียน และรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อนำมาออกแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในการทดสอบและขั้นตอนการทดสอบตามกระบวนการเรียนการสอน

2) ศึกษาผลการทดลองใช้เครื่องมือในการสร้างรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ตามแบบการเรียนของผู้เรียน เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียนของผู้เรียนและรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ ที่มีผลต่อศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน

3) ร่างรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน และนำร่างรูปแบบการทดสอบฯ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณา จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

ระยะที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

2.1 ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผล และด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 7 ท่าน ดังรายชื่อในภาคผนวก 1

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1) เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย ได้แก่ ต้นแบบรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ตามแบบการเรียนของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วย วัตถุประสงค์ของรูปแบบ หลักการและแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ และองค์ประกอบของรูปแบบ โดยมีขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือ คือ ทำการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ แบบการเรียนของผู้เรียน และรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ แล้วนำมาพัฒนาเป็นร่างรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.1) แบบสัมภาษณ์สำหรับผู้เชี่ยวชาญในการประเมินต้นแบบรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน มีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ซึ่งมีขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือโดยนำร่างต้นแบบของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ มาเรียบเรียงเป็นข้อคำถามเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะในด้านของการสื่อความหมาย ด้านความครอบคลุมเนื้อหา ด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้ รวมถึงการให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

2.2) แบบประเมินรับรองความตรงตามเนื้อหาของต้นแบบของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ ซึ่งมีขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือ โดยการสร้างข้อคำถามสำหรับเป็นประเด็นในการประเมิน โดยให้ครอบคลุมองค์ประกอบในการทดสอบ และขั้นตอนการทดสอบตามกระบวนการเรียนการสอน ลักษณะแบบประเมินเป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ (Likert scale) เริ่มจากเหมาะสมน้อยที่สุด จนถึงเหมาะสมมากที่สุด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ เหมาะสมน้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน เหมาะสมน้อย ให้ 2 คะแนน เหมาะสมปานกลาง ให้ 3 คะแนน เหมาะสมมาก ให้ 4 คะแนน เหมาะสมมากที่สุด ให้ 5 คะแนน รายละเอียดดังภาคผนวก 9 และกำหนดเกณฑ์ระดับความเหมาะจากค่าเฉลี่ยของคะแนน ดังนี้

เกณฑ์จากค่าเฉลี่ย	**ความหมาย**
4.21 – 5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.41 – 4.20	เหมาะสมมาก
2.61 – 3.40	เหมาะสมปานกลาง
1.81 – 2.60	เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.80	เหมาะสมน้อยที่สุด

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำต้นแบบของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านด้านการวัดและประเมินผล และด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ รวมจำนวน 7 ท่าน พิจารณาในด้านการสื่อความหมาย ความครอบคลุมเนื้อหา และความเหมาะสมในการนำไปใช้ ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับองค์ประกอบในการทดสอบ และขั้นตอนการทดสอบตามกระบวนการเรียนการสอน โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ตามแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้น จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขต้นแบบของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ ตามข้อเสนอแนะของ

ผู้เชี่ยวชาญ และให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินรับรองความตรงตามเนื้อหาของต้นแบบของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์เนื้อหาที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินต้นแบบของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ และวิเคราะห์ผลการประเมินรับรองความตรงตามเนื้อหาของต้นแบบของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ จากผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

จากการพัฒนารูปแบบการทดสอบในระยะที่ 1 และการตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการทดสอบในระยะที่ 2 จะได้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียนที่มีคุณภาพ จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการวิจัย ระยะที่ 3 โดยให้ครูผู้สอนที่ได้รับการคัดเลือกจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการทดสอบตามรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ผู้วิจัยจัดอบรมปฐมนิเทศครูผู้สอนที่จะใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน ก่อนการใช้รูปแบบฯ เพื่อสร้างความเข้าใจและวิธีดำเนินการใช้รูปแบบฯ

2) ครูผู้สอนดำเนินการจัดการเรียนการสอนและจัดการทดสอบตามรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนตามกระบวนการเรียนการสอนคือ การทดสอบก่อนเรียนและการสำรวจแบบการเรียน การทดสอบระหว่างเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที และการทดสอบหลังเรียนจำนวน 2 ครั้ง

3) หลังจากดำเนินการจัดการเรียนการสอนและการทดสอบตามรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ เสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยให้ตัวอย่างทั้งครูและนักเรียนทำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ

3.1 ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นครูและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร

การเลือกโรงเรียนและตัวอย่าง

กำหนดโรงเรียนที่เข้าร่วมการวิจัยทั้งสิ้น 3 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย รังสิตโรงเรียนศรีบุณยานนท์ และโรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภช บางเขน และสุ่มห้องเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนละ 2 ห้อง ที่กำลังจะเรียนเรื่องการประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และมีครูผู้สอนคนเดียวกันทั้งสองห้อง โดยกำหนดคุณสมบัติของครูผู้สอนให้มีคุณภาพเหมือนกันทุกโรงเรียน ได้แก่ วุฒิการศึกษาปริญญาโท และจบปริญญาตรี คณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ เอกคณิตศาสตร์ ด้วยเกรดเฉลี่ยระดับปริญญาตรีมากกว่า 3.00 ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 จำนวนห้องเรียนและจำนวนนักเรียนแต่ละโรงเรียน

ชื่อโรงเรียน	จำนวนห้อง (ห้อง)	จำนวนนักเรียน (คน)
โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย รังสิต	2	68
โรงเรียนศรีบุณยานนท์	2	67
โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภช บางเขน	2	68
รวม	**6**	**203**

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน ที่ประกอบไปด้วยเครื่องมือดังต่อไปนี้

1) แบบบันทึกข้อมูลผลการดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ

2) แบบบันทึกคะแนนของนักเรียนจากการทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

3) แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ

3.3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

1. แบบบันทึกข้อมูลผลการดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ นำขั้นตอนของการพัฒนารูปแบบการทดสอบฯ มาสร้างเป็นตารางเพื่อใช้บันทึกผลการดำเนินงาน ปัญหาที่พบ และแนวทางแก้ไข รายละเอียดดังภาคผนวก 11

2. แบบบันทึกคะแนนของนักเรียนจากการทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน สร้างตารางเพื่อบันทึกข้อมูลของนักเรียนทั้งคะแนนการทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนจำนวน 2 ครั้ง รายละเอียดดังภาคผนวก 12

3. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ

3.1) ผู้วิจัยออกแบบข้อคำถามของแบบการถามการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ สร้างข้อคำถามให้ครอบคลุมองค์ประกอบในด้านทัศนคติ ความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ และการยอมรับรูปแบบ โดยเป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale)

3.2) นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ตลอดจนความครบถ้วนสมบูรณ์และความครอบคลุมของคำถาม

3.3) นำแบบสอบถามมาปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามให้มีความถูกต้อง ชัดเจนตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ รายละเอียดดังภาคผนวก 10

3.4 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

การวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบถามด้านความตรงเชิงเนื้อหา ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน โดยใช้เกณฑ์และสูตรเหมือนกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบถามด้านความตรงเชิงเนื้อหา พบว่า แบบสอบถามมีค่า IOC > 0.5 ทุกข้อ และปรับปรุงข้อคำถามตามข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสังเกต และแบบบันทึกข้อมูลการดำเนินการ และเก็บข้อมูลเชิงปริมาณจากคะแนนพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนและจากแบบสอบถามความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ใช้การวิเคราะห์เนื้อหาจากการสังเกตและแบบบันทึกผลการดำเนินการ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ใช้การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนดิบ คะแนนพัฒนาการ และความคิดเห็นของครูและนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ การวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้สูตรคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (relative gain scores) ในส่วนของการแปลความหมายมาตรประมาณค่าในแบบสอบถามความคิดเห็น ใช้เกณฑ์จากค่าเฉลี่ย ดังนี้

เกณฑ์จากค่าเฉลี่ย	**ความหมาย**
4.21 – 5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.41 – 4.20	เหมาะสมมาก
2.61 – 3.40	เหมาะสมปานกลาง
1.81 – 2.60	เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.80	เหมาะสมน้อยที่สุด

ระยะที่ 4 การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

การประเมินรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ ของการวิจัย เป็นการนำผลที่ได้จากการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ มาปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอ เพื่อให้ที่ประชุมกลุ่มของผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบและรับรองรูปแบบ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาผลของการใช้รูปแบบในระยะที่ 3 มาปรับปรุงแก้ไข

2) นำเสนอรูปแบบต่อที่ประชุมกลุ่มให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลทางการศึกษาและด้านคณิตศาสตร์ รวมจำนวน 5 ท่าน แสดงความคิดเห็นและประเมินรับรองรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ นำข้อมูลและข้อเสนอแนะที่ได้จากการประชุมมาปรับปรุงแก้ไข ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากที่สุด

4.1 ตัวอย่าง

ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลทางการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ รวมจำนวน 5 ท่าน รายละเอียดดังภาคผนวก 1

4.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

1) ศึกษาและวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพ โดยเลือกแบบประเมินตามมาตรฐานการประเมินของ The Joint Committee on Standards for Educational Evaluation (1994) มีองค์ประกอบในการประเมิน ได้แก่ ด้านอัตถประโยชน์ (Utility) ด้านความเป็นไปได้ (Feasibility) ด้านความเหมาะสม (Property) และด้านความถูกต้อง (Accuracy)

2) สร้างแบบประเมินคุณภาพรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน ที่ครอบคลุมด้านอัตถประโยชน์ (Utility) ด้านความเป็นไปได้ (Feasibility) ด้านความเหมาะสม (Property) และด้านความถูกต้อง (Accuracy) แบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ และแบบปลายเปิด

แบบประเมินคุณภาพรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน มีลักษณะคำตอบเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ คือ

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

3) ประเมินคุณภาพของแบบประเมินคุณภาพรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน ด้านความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

4) ปรับปรุงข้อคำถามตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินคุณภาพรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน ซึ่งลักษณะข้อคำถามเป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ และแบบปลายเปิด รายละเอียดดังภาคผนวก 8

4.4 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

การวิเคราะห์คุณภาพของแบบประเมินด้านความตรงเชิงเนื้อหา ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน โดยใช้เกณฑ์และสูตรเหมือนกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน

ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมินคุณภาพรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ มีค่า IOC > 0.5 ทุกข้อ

4.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ ที่นำเสนอในรูปแบบแผนภาพประกอบความเรียง ไปนำเสนอต่อที่ประชุมกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล และด้านคณิตศาสตร์ รวมจำนวน 5 ท่าน แสดงความคิดเห็นและประเมินรับรองรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน โดยกำหนดความหมายของค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละข้อ ดังนี้

เกณฑ์จากค่าเฉลี่ย	**ความหมาย**
4.21 – 5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.41 – 4.20	เหมาะสมมาก
2.61 – 3.40	เหมาะสมปานกลาง
1.81 – 2.60	เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.80	เหมาะสมน้อยที่สุด

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพของแบบประเมินรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน โดยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แปลผลการประเมินเพื่อรับรองและนำข้อเสนอแนะที่ได้รับจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงรูปแบบให้มีความสมบูรณ์มากที่สุด

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน” เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน 2) ตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน3) เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน และ 4) เพื่อประเมินประสิทธิผลของการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน โดยการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาผลการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

ตอนที่ 4 ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

ผลการพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน จำแนกออกเป็น 5 ประเด็น คือ (1) การทดสอบก่อนเรียน (2) การทดสอบระหว่างเรียน (3) การทดสอบหลังเรียน (4) การทดลองใช้เครื่องมือ (5) การพัฒนารูปแบบการทดสอบ โดยแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ผลการพัฒนาการทดสอบก่อนเรียนเพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

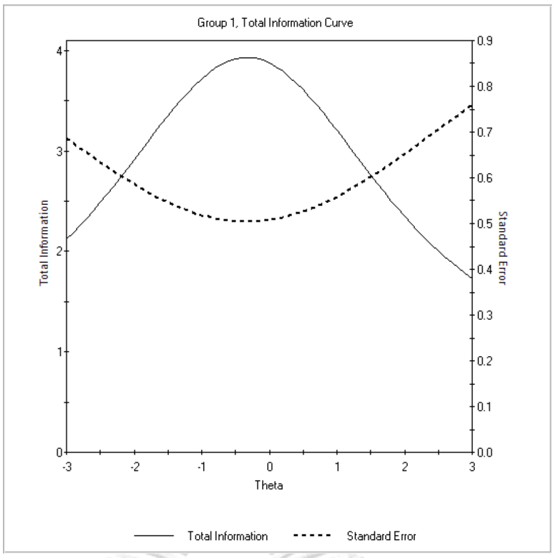
องค์ประกอบในการทดสอบก่อนเรียน ได้แก่ (1) ผู้เรียน แบบการเรียนของผู้เรียน และระดับความสามารถของผู้เรียน (2) เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ แบบสอบถามแบบการเรียน และแบบทดสอบก่อนเรียนเรื่องการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (3) ผลการทดสอบ ผลการจำแนกแบบการเรียนของผู้เรียนที่แบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ แบบอิสระ (Independent) แบบพึ่งพา (Dependent) แบบร่วมมือ (Collaborative) แบบหลีกเลี่ยง (Avoidance) แบบแข่งขัน (Competitive) และแบบมีส่วนร่วม (Participant) และคะแนนการทดสอบก่อนเรียน ซึ่งมีผลการออกแบบและพัฒนาดังต่อไปนี้

กระบวนการออกแบบและพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวก่อนเรียน ได้มีการออกแบบภายใต้เนื้อหา และมีผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน ประเมินความตรงเชิงเนื้อหาแบบทดสอบตลอดจนความเหมาะสมของข้อคำถาม

การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับและรายข้อตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบรายข้อแบบ 2 พารามิเตอร์ พบว่าแบบทดสอบก่อนเรียน มีค่าความยาก (b) อยู่ระหว่าง -0.94 ถึง 0.05 และมีค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง 0.51 ถึง 1.03 เมื่อพิจารณาในด้านความเที่ยงพบว่าแบบทดสอบก่อนเรียน มีค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในเท่ากับ .715 ดังตารางที่ 24 และภาพที่ 10

ตารางที่ 24 ผลการประเมินคุณภาพแบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่	a (S.E.)	b (S.E.)
1	0.88 (0.27)	-0.27 (0.22)
2	0.54 (0.23)	-0.63 (0.40)
3	0.65 (0.25)	-0.94 (0.42)
4	0.62 (0.24)	-0.20 (0.29)
5	1.02 (0.30)	-0.38 (0.21)
6	0.80 (0.27)	-0.71 (0.29)
7	0.91 (0.29)	-0.49 (0.24)
8	0.73 (0.25)	-0.53 (0.28)
9	0.85 (0.26)	-0.32 (0.23)
10	0.57 (0.22)	-0.51 (0.42)
11	0.73 (0.25)	-0.13 (0.25)
12	0.84 (0.26)	-0.20 (0.22)
13	1.03 (0.29)	-0.17 (0.19)
14	0.67 (0.24)	0.05 (0.27)
15	0.51 (0.23)	-0.66 (0.42)
16	0.94 (0.28)	-0.48 (0.22)
17	0.60 (0.24)	-0.05 (0.29)
18	0.60 (0.24)	-0.21 (0.30)
19	0.94 (0.28)	-0.18 (0.20)
20	0.69 (0.25)	-0.19 (0.27)
ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในเท่ากับ .715		



ภาพที่ 10 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบก่อนเรียน

ผลการออกแบบและพัฒนาแบบสอบถามแบบการเรียนของผู้เรียน ได้มีการปรับปรุงและพัฒนาข้อคำถามตามแนวคิดของ Grasha และ Riechmann (1970) ฉบับภาษาไทย (กรมวิชาการ, 2544) ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ โดยแบ่งแบบการเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ แบบอิสระ (Independent) แบบพึ่งพา (Dependent) แบบร่วมมือ (Collaborative) แบบหลีกเลี่ยง (Avoidance) แบบแข่งขัน (Competitive) และแบบมีส่วนร่วม (Participant) โดยมีข้อคำถามทั้งหมด 60 ข้อ แบ่งออกเป็นกลุ่มละ 10 ข้อ และมีผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผลจำนวน 5 ท่าน ประเมินความตรงเชิงเนื้อหาแบบสอบถามแบบการเรียนของผู้เรียน ตลอดจนความเหมาะสมของข้อคำถาม มีข้อคำถามทั้งหมด 60 ข้อ แบ่งออกเป็นกลุ่มละ 10 ข้อ การแปลความหมายของแบบการเรียน พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของแต่ละแบบการเรียน นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของแบบการเรียนประเภทใดสูงสุด จัดว่านักเรียนมีแบบการเรียนนั้นเป็นลักษณะเด่น ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 -1.00 และด้านความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในตามสูตรของ Cronbach’s Alpha มีความเที่ยงเท่ากับ 0.84 และเมื่อพิจารณารายองค์ประกอบพบว่ามีค่าความเที่ยงมากกว่า 0.70 ทุกองค์ประกอบดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ค่าความเที่ยงของแบบสอบถามรูปแบบการเรียน

องค์ประกอบของรูปแบบการเรียน	ค่าความเที่ยง
แบบอิสระ	0.78
แบบหลีกเลี่ยง	0.86
แบบร่วมมือ	0.73
แบบพึ่งพา	0.80
แบบแข่งขัน	0.77
แบบมีส่วนร่วม	0.87
ทั้งฉบับ	0.84

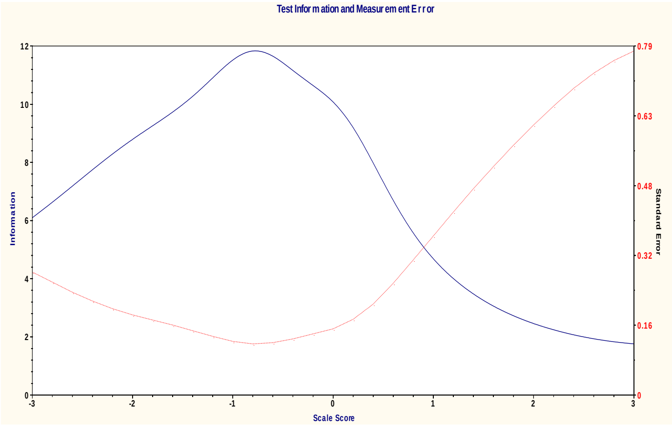
1.2 ผลการพัฒนาการทดสอบระหว่างเรียนเพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

ผลการประเมินคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา พบว่า ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับและรายข้อตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบรายข้อแบบ วิเคราะห์ภายใต้การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสช์ (Rasch Sequential Item Response Theory Model ; Rasch SIRT Model) พบว่า แบบสอบมีค่าความยาก (b) อยู่ระหว่าง -2.93 ถึง 0.13 ด้านความเที่ยงพบว่ามีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับปานกลาง 0.857 เมื่อพิจารณาด้านสารสนเทศของแบบสอบ (Test Imformation; TIF) พบว่า มีค่าสารสนเทศสูงสุด TIF = 11.824 (SE = 0.291) ดังตารางที่ 26 และภาพที่ 11

ตารางที่ 26 ผลการประเมินคุณภาพแบบทดสอบระหว่างเรียน

ข้อที่	α (S.E.)	β_1 (S.E.)	β_2 (S.E.)	β_3 (S.E.)	ข้อที่	α (S.E.)	β_1 (S.E.)	β_2 (S.E.)	β_3 (S.E.)
1	0.70	-5.10	-0.74	10.41	**16**	1.28	-2.61	-1.15	7.07
	(0.30)	(2.09)	(0.70)	(-)		(0.52)	(0.95)	(0.46)	(-)
2	0.21	-10.67	60.48	1.10	**17**	1.01	-0.97	0.02	8.58
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)		(0.50)	(0.55)	(0.44)	(-)
3	0.35	-0.33	45.29	1.10	**18**	1.82	-1.87	-0.65	5.79
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)		(0.57)	(0.48)	(0.22)	(-)
4	0.56	-2.93	-0.41	14.92	**19**	0.73	-2.84	-1.08	9.96

ข้อที่	α (S.E.)	β1 (S.E.)	β2 (S.E.)	β3 (S.E.)	ข้อที่	α (S.E.)	β1 (S.E.)	β2 (S.E.)	β3 (S.E.)
	(0.31)	(1.60)	(0.57)	(0.00)		(0.31)	(1.68)	(1.24)	(-)
5	1.12	-1.97	-0.89	7.67	**20**	1.79	-1.79	-0.86	5.68
	(0.40)	(0.81)	(0.40)	(-)		(0.57)	(0.48)	(0.26)	(-)
6	0.88	-4.06	-2.55	9.15	**21**	1.09	-1.63	-0.62	7.80
	(0.49)	(1.91)	(1.16)	(-)		(0.51)	(0.73)	(0.51)	(-)
7	1.53	-0.53	0.13	8.16	**22**	1.34	-1.79	-1.05	6.84
	(0.57)	(0.39)	(0.25)	(-)		(0.57)	(0.59)	(0.44)	(-)
8	1.01	-1.73	-0.75	8.54	**23**	0.76	-3.02	-1.28	9.85
	(0.40)	(0.65)	(0.33)	(-)		(0.43)	(1.71)	(0.80)	(-)
9	1.00	-2.02	-0.85	8.54	**24**	0.67	-4.32	-1.24	9.95
	(0.43)	(0.79)	(0.41)	(-)		(0.76)	(2.50)	(0.85)	(-)
10	1.24	-1.28	-0.11	7.14	**25**	1.13	-1.86	-0.36	7.91
	(0.53)	(0.69)	(0.42)	(-)		(0.41)	(0.77)	(0.38)	(-)
11	3.26	-0.74	0.07	7.08	**26**	0.59	-3.25	-1.28	11.15
	(1.05)	(0.25)	(0.14)	(-)		(0.99)	(1.56)	(0.95)	(-)
12	0.94	-2.45	-0.80	8.90	**27**	1.20	-1.71	-0.83	7.67
	(0.46)	(1.14)	(0.55)	(-)		(0.40)	(0.55)	(0.31)	(-)
13	0.86	-4.22	-1.69	8.86	**28**	0.81	-3.43	-1.22	9.36
	(0.46)	(2.16)	(0.88)	(-)		(0.44)	(1.79)	(0.67)	(-)
14	0.83	-3.54	-1.62	9.16	**29**	0.69	-4.68	-1.33	10.47
	(0.42)	(1.58)	(0.70)	(-)		(0.39)	(2.12)	(0.87)	(-)
15	0.80	-2.92	-1.08	9.33	**30**	0.75	-3.45	-1.23	9.61
	(0.49)	(1.95)	(0.89)	(-)		(0.40)	(1.80)	(0.61)	(-)



ภาพที่ 11 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่างเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

1.3. ผลการพัฒนาการทดสอบหลังเรียนเพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

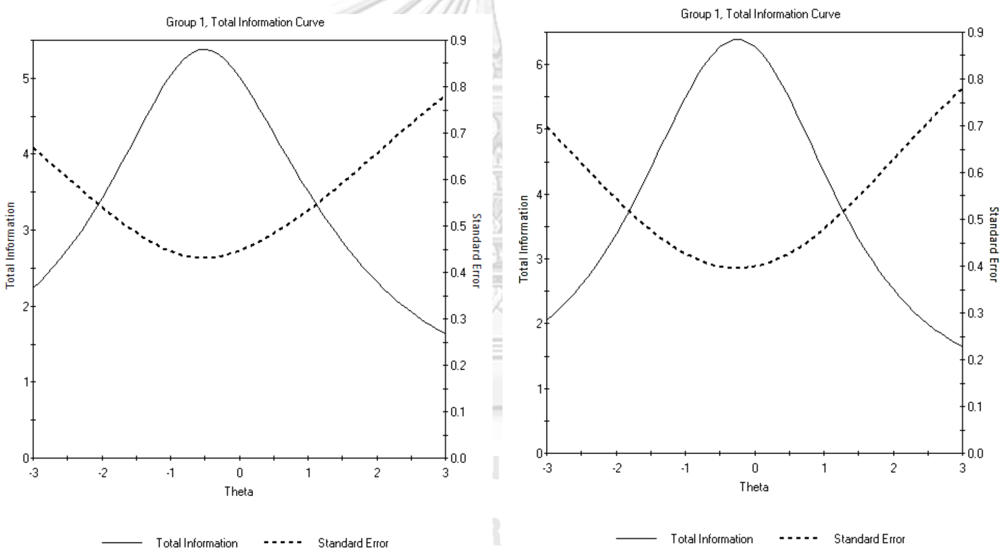
ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับและรายข้อตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบรายข้อแบบ 2 พารามิเตอร์ พบว่า แบบสอบฉบับ 1 มีค่าความยาก (b) อยู่ระหว่าง -0.68 ถึง 0.01 และมีค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง 0.50 ถึง 1.59 และแบบสอบฉบับที่ 2 มีค่าความยาก (b) อยู่ระหว่าง -0.68 ถึง 0.00 และมีค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง 0.54 ถึง 1.95 เมื่อพิจารณาในด้านความเที่ยงพบว่า แบบทดสอบหลังเรียนทั้งสองฉบับมีค่าความเที่ยงใกล้เคียงกันโดยแบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 1 มีค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในเท่ากับ .807 และแบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 2 มีค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในเท่ากับ .769 และเมื่อวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบสอบคู่ขนานทั้ง 2 ฉบับ พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ.771 ซึ่งถือว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับสูง รายละเอียดดังตารางที่ 27 และภาพที่ 12

ตารางที่ 27 ผลการประเมินคุณภาพแบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 1 และ แบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 2

ข้อที่	a (S.E.)	b (S.E.)	**ข้อที่**	a (S.E.)	b (S.E.)
1	0.76 (0.24)	-0.17 (0.24)	**1**	0.90 (0.26)	-0.57 (0.24)
2	1.59 (0.40)	-0.07 (0.14)	**2**	0.96 (0.27)	-0.77 (0.25)

ข้อที่	a (S.E.)	b (S.E.)	ข้อที่	a (S.E.)	b (S.E.)
3	0.90 (0.26)	0.00 (0.21)	**3**	0.63 (0.23)	-0.75 (0.36)
4	0.92 (0.26)	-0.22 (0.21)	**4**	0.91 (0.26)	-0.34 (0.21)
5	0.89 (0.25)	-0.38 (0.23)	**5**	1.95 (0.47)	-0.58 (0.14)
6	0.50 (0.21)	-0.49 (0.41)	**6**	1.02 (0.28)	-0.63 (0.22)
7	0.65 (0.22)	-0.19 (0.28)	**7**	1.05 (0.28)	-0.62 (0.21)
8	1.25 (0.32)	-0.42 (0.19)	**8**	0.59 (0.22)	-0.63 (0.36)
9	1.00 (0.26)	-0.41 (0.21)	**9**	0.92 (0.26)	-0.44 (0.22)
10	1.02 (0.28)	-0.48 (0.21)	**10**	0.71 (0.23)	-0.40 (0.27)
11	1.44 (0.36)	-0.30 (0.16)	**11**	0.90 (0.26)	-0.61 (0.24)
12	1.11 (0.28)	-0.09 (0.18)	**12**	0.91 (0.26)	-0.45 (0.22)
13	1.16 (0.30)	-0.44 (0.19)	**13**	0.54 (0.22)	-0.68 (0.41)
14	0.78 (0.24)	-0.37 (0.25)	**14**	0.65 (0.23)	-0.43 (0.30)
15	0.73 (0.24)	-0.39 (0.27)	**15**	0.82 (0.25)	-0.45 (0.25)
16	1.37 (0.36)	-0.16 (0.19)	**16**	1.03 (0.27)	-0.31 (0.19)
17	0.99	0.01 (0.19)	**17**	0.71 (0.24)	-0.32

ข้อที่	a (S.E.)	b (S.E.)	ข้อที่	a (S.E.)	b (S.E.)
	(0.27)				(0.26)
18	0.65 (0.23)	-0.68 (0.34)	**18**	1.09 (0.28)	0.00 (0.18)
19	1.28 (0.33)	-0.29 (0.18)	**19**	0.92 (0.26)	-0.18 (0.20)
20	1.11 (0.28)	-0.42 (0.19)	**20**	0.68 (0.23)	-0.18 (0.26)
ค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในเท่ากับ .807			**ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในเท่ากับ .769**		
ค่าความเที่ยงแบบสมมูล =.771 (sig=.000 ที่ระดับนัยสำคัญ .01)					



ภาพที่ 12 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2

1.4 ผลการทดลองใช้เครื่องมือในการสร้างรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปทดลองตามแบบแผนของการวิจัยเชิงทดลอง 3 กลุ่ม ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการทดลองใช้เครื่องมือ เป็น 4 ประเด็น ดังนี้

1.4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

E1	O1	X1	O2	O3
E2	O1	X2	O2	O3
E3	O1	X3	O2	O3

ภาพที่ 13 แบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง

การนำเสนอผลการทดลองผู้วิจัยจะนำเสนอตัวแปรความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังเรียน ซึ่งคือตัวแปร O ในแบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่มีแบบการเรียนแบบแข่งขันในภาพรวม มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีของผู้เรียนสูงที่สุด (M = 9.00, SD = 6.303) รองลงมาคือ ผู้เรียนที่มีแบบการเรียนแบบอิสระ (M = 6.29, SD = 5.096) ผู้เรียนที่มีแบบการเรียนแบบมีส่วนร่วม (M = 5.61, SD = 4.906) ผู้เรียนที่มีแบบการเรียนแบบหลีกเลี่ยง (M = 5.22, SD = 3.153) ผู้เรียนที่มีแบบการเรียนแบบร่วมมือ (M = 3.88, SD = 2.673) และผู้เรียนที่มีแบบการเรียนแบบพึ่งพา (M = 1.75, SD = 1.815) ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 28 – 30

ตารางที่ 28 ค่าสถิติของคะแนนความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

แบบการเรียน	การให้ข้อมูลย้อนกลับ	จำนวน (คน)	คะแนนสอบหลังจากได้ข้อมูลย้อนกลับ	
			$\bar{x}$	SD
แบบแข่งขัน	PWF	7	9.57	5.912
	PDF	6	8.17	6.432
	KOR	3	9.33	9.292
	รวม	16	9.00	6.303

แบบการเรียน	การให้ข้อมูลย้อนกลับ	จำนวน (คน)	คะแนนสอบหลังจากได้ข้อมูลย้อนกลับ	
			$\bar{x}$	SD
แบบอิสระ	PWF	8	5.75	4.590
	PDF	7	6.71	6.396
	KOR	2	7.00	4.243
	รวม	17	6.29	5.096
แบบมีส่วนร่วม	PWF	17	6.47	4.810
	PDF	21	5.57	5.528
	KOR	8	3.88	3.044
	รวม	46	5.61	4.906
แบบหลีกเลี่ยง	PWF	4	4.25	3.304
	PDF	3	8.00	1.000
	KOR	2	3.00	2.828
	รวม	9	5.22	3.153
แบบร่วมมือ	PWF	8	4.75	2.915
	PDF	9	4.78	2.949
	KOR	9	2.22	1.202
	รวม	26	3.88	2.673
แบบพึ่งพา	PWF	6	2.50	2.345
	PDF	4	0.75	.500
	KOR	2	1.50	.707
	รวม	12	1.75	1.815

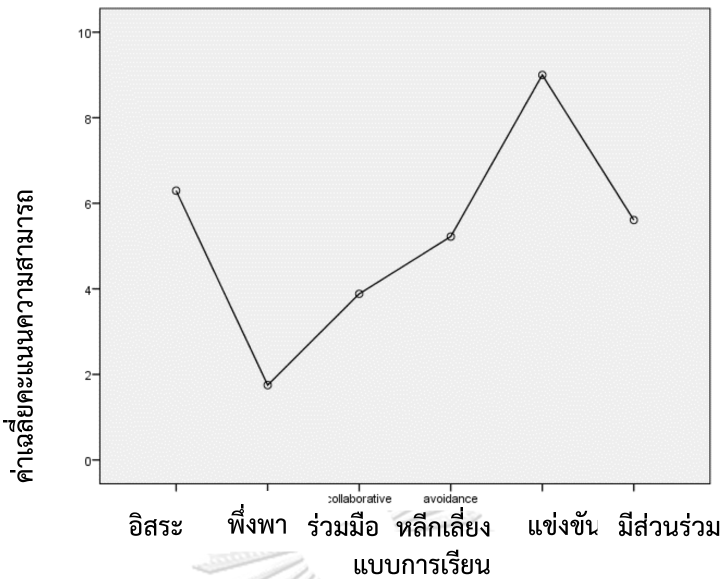
ตารางที่ 29 ค่าสถิติของคะแนนความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังเรียนตามแบบการเรียนของผู้เรียน

แบบการเรียน	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความคลาดเคลื่อน	95% Confidence Interval for Mean		คะแนนต่ำสุด	คะแนนสูงสุด
					Lower Bound	Upper Bound		
แบบอิสระ	17	6.29	5.096	1.236	3.67	8.91	1	19
แบบพึ่งพา	12	1.75	1.815	.524	.60	2.90	0	7
แบบร่วมมือ	26	3.88	2.673	.524	2.80	4.96	1	10
แบบหลีกเลี่ยง	9	5.22	3.153	1.051	2.80	7.65	1	9
แบบแข่งขัน	16	9.00	6.303	1.576	5.64	12.36	1	20
แบบมีส่วนร่วม	46	5.61	4.906	.723	4.15	7.07	1	20
รวม	126	5.38	4.760	.424	4.54	6.22	0	20

ตารางที่ 30 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวรายคู่ จำแนกตามแบบการเรียน

แบบการเรียน		Mean Difference (I-J)	ความคลาดเคลื่อน	*P*	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
แบบแข่งขัน	แบบมีส่วนร่วม	3.39*	1.327	.012	.76	6.02
	แบบหลีกเลี่ยง	3.78*	1.905	.050	.00	7.55
	แบบร่วมมือ	5.12*	1.453	.001	2.24	8.00
	แบบพึ่งพา	7.25*	1.746	.000	3.79	10.71
แบบพึ่งพา	แบบอิสระ	-4.54*	1.724	.010	-7.96	-1.13
	แบบมีส่วนร่วม	-3.86*	1.482	.011	-6.80	-.92

หมายเหตุ: p < .05



ภาพที่ 14 ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถฯ จำแนกตามแบบการเรียน

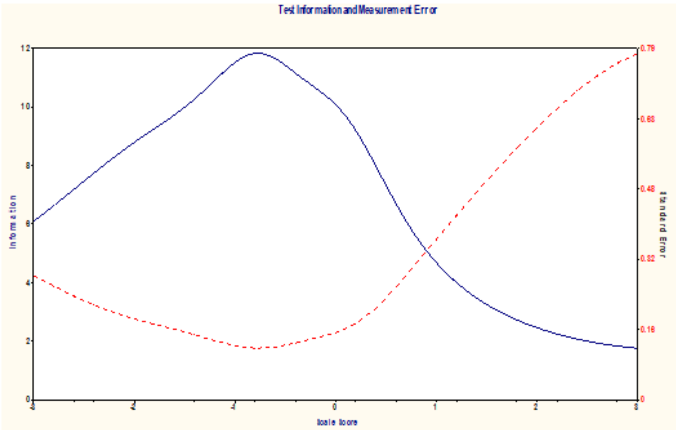
1.4.2 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

ผลวิเคราะห์แบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ภายใต้การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสซ์ (Rasch Sequential Item Response Theory Model ; Rasch SIRT Model) พบว่า แบบทดสอบมีค่าความยาก (b) อยู่ระหว่าง -10.67 ถึง 10.47 ด้านความเที่ยงพบว่ามีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับปานกลาง 0.857 เมื่อพิจารณาด้านสารสนเทศของแบบสอบ (Test Imformation; TIF) พบว่า มีค่าสารสนเทศสูงสุด TIF = 11.824 (SE = 0.291) ดังตารางที่ 31 และภาพที่ 15

ตารางที่ 31 ผลวิเคราะห์แบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ภายใต้การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสซ์

ข้อที่	α (S.E.)	β1 (S.E.)	β2 (S.E.)	β3 (S.E.)	ข้อที่	α (S.E.)	β1 (S.E.)	β2 (S.E.)	β3 (S.E.)
1	0.70	-5.10	-0.74	10.41	**16**	1.28	-2.61	-1.15	7.07
	(0.30)	(2.09)	(0.70)	(-)		(0.52)	(0.95)	(0.46)	(-)
2	0.21	-	60.48	1.10	**17**	1.01	-0.97	0.02	8.58
	(0.00)	10.67	(0.00)	(0.00)		(0.50)	(0.55)	(0.44)	(-)

ข้อที่	α (S.E.)	β1 (S.E.)	β2 (S.E.)	β3 (S.E.)	ข้อที่	α (S.E.)	β1 (S.E.)	β2 (S.E.)	β3 (S.E.)
		(0.00)							
3	0.35	-0.33	45.29	1.10	18	1.82	-1.87	-0.65	5.79
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)		(0.57)	(0.48)	(0.22)	(-)
4	0.56	-2.93	-0.41	14.92	19	0.73	-2.84	-1.08	9.96
	(0.31)	(1.60)	(0.57)	(0.00)		(0.31)	(1.68)	(1.24)	(-)
5	1.12	-1.97	-0.89	7.67	20	1.79	-1.79	-0.86	5.68
	(0.40)	(0.81)	(0.40)	(-)		(0.57)	(0.48)	(0.26)	(-)
6	0.88	-4.06	-2.55	9.15	21	1.09	-1.63	-0.62	7.80
	(0.49)	(1.91)	(1.16)	(-)		(0.51)	(0.73)	(0.51)	(-)
7	1.53	-0.53	0.13	8.16	22	1.34	-1.79	-1.05	6.84
	(0.57)	(0.39)	(0.25)	(-)		(0.57)	(0.59)	(0.44)	(-)
8	1.01	-1.73	-0.75	8.54	23	0.76	-3.02	-1.28	9.85
	(0.40)	(0.65)	(0.33)	(-)		(0.43)	(1.71)	(0.80)	(-)
9	1.00	-2.02	-0.85	8.54	24	0.67	-4.32	-1.24	9.95
	(0.43)	(0.79)	(0.41)	(-)		(0.76)	(2.50)	(0.85)	(-)
10	1.24	-1.28	-0.11	7.14	25	1.13	-1.86	-0.36	7.91
	(0.53)	(0.69)	(0.42)	(-)		(0.41)	(0.77)	(0.38)	(-)
11	3.26	-0.74	0.07	7.08	26	0.59	-3.25	-1.28	11.15
	(1.05)	(0.25)	(0.14)	(-)		(0.99)	(1.56)	(0.95)	(-)
12	0.94	-2.45	-0.80	8.90	27	1.20	-1.71	-0.83	7.67
	(0.46)	(1.14)	(0.55)	(-)		(0.40)	(0.55)	(0.31)	(-)
13	0.86	-4.22	-1.69	8.86	28	0.81	-3.43	-1.22	9.36
	(0.46)	(2.16)	(0.88)	(-)		(0.44)	(1.79)	(0.67)	(-)
14	0.83	-3.54	-1.62	9.16	29	0.69	-4.68	-1.33	10.47
	(0.42)	(1.58)	(0.70)	(-)		(0.39)	(2.12)	(0.87)	(-)
15	0.80	-2.92	-1.08	9.33	30	0.75	-3.45	-1.23	9.61
	(0.49)	(1.95)	(0.89)	(-)		(0.40)	(1.80)	(0.61)	(-)



ภาพที่ 15 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่างเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำผลการตอบรายข้อ ในแต่ละครั้งของผู้เรียนหลังจากที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับรูปแบบต่างมาวิเคราะห์ เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมพบว่า เมื่อให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF) จะมีร้อยละผู้เรียนที่ตอบถูกหลังจากได้ข้อมูลย้อนกลับครั้งที่ 1 มากที่สุด รองลงมาคือ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF) ดังตารางที่ 32

ตารางที่ 32 ผลการตอบรายข้อในแต่ละครั้งของผู้เรียนหลังจากได้รับข้อมูลย้อนกลับ

ข้อที่	รูปแบบข้อมูลย้อนกลับ	ผู้เรียนที่ตอบถูกหลังจากได้ข้อมูลย้อนกลับครั้งที่ 1		ผู้เรียนที่ตอบถูกหลังจากได้ข้อมูลย้อนกลับครั้งที่ 2		ข้อที่	รูปแบบข้อมูลย้อนกลับ	ผู้เรียนที่ตอบถูกหลังจากได้ข้อมูลย้อนกลับครั้งที่ 1		ผู้เรียนที่ตอบถูกหลังจากได้ข้อมูลย้อนกลับครั้งที่ 2	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ			จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1	PWF	12	24.00	11	22.00	**16**	PWF	16	32.00	12	24.00
	PDF	15	30.00	12	24.00		PDF	17	34.00	13	26.00
	KOR	3	11.54	5	19.23		KOR	6	23.08	5	19.23
2	PWF	13	26.00	12	24.00	**17**	PWF	15	30.00	13	26.00
	PDF	14	28.00	11	22.00		PDF	16	32.00	12	24.00
	KOR	5	19.23	3	11.54		KOR	7	26.92	4	15.38
3	PWF	12	24.00	9	18.00	**18**	PWF	13	26.00	12	24.00
	PDF	16	32.00	15	30.00		PDF	15	30.00	10	20.00
	KOR	6	23.08	7	26.92		KOR	5	19.23	3	11.54
4	PWF	16	32.00	12	24.00	**19**	PWF	12	24.00	12	24.00

ข้อที่	รูปแบบข้อมูลย้อนกลับ	ผู้เรียนที่ตอบถูกหลังจากได้ข้อมูลย้อนกลับครั้งที่ 1		ผู้เรียนที่ตอบถูกหลังจากได้ข้อมูลย้อนกลับครั้งที่ 2		ข้อที่	รูปแบบข้อมูลย้อนกลับ	ผู้เรียนที่ตอบถูกหลังจากได้ข้อมูลย้อนกลับครั้งที่ 1		ผู้เรียนที่ตอบถูกหลังจากได้ข้อมูลย้อนกลับครั้งที่ 2	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ			จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
	PDF	15	30.00	13	26.00		PDF	16	32.00	15	30.00
	KOR	7	26.92	5	19.23		KOR	7	26.92	3	11.54
5	PWF	12	24.00	11	22.00	**20**	PWF	13	26.00	11	22.00
	PDF	17	34.00	12	24.00		PDF	15	30.00	9	18.00
	KOR	3	11.54	4	15.38		KOR	5	19.23	3	11.54
6	PWF	17	34.00	13	26.00	**21**	PWF	12	24.00	14	28.00
	PDF	16	32.00	13	26.00		PDF	16	32.00	8	16.00
	KOR	3	11.54	6	23.08		KOR	6	23.08	4	15.38
7	PWF	12	24.00	14	28.00	**22**	PWF	17	34.00	14	28.00
	PDF	17	34.00	13	26.00		PDF	16	32.00	12	24.00
	KOR	4	15.38	6	23.08		KOR	7	26.92	8	30.77
8	PWF	13	26.00	14	28.00	**23**	PWF	14	28.00	12	24.00
	PDF	17	34.00	10	20.00		PDF	19	38.00	14	28.00
	KOR	7	26.92	4	15.38		KOR	5	19.23	3	11.54
9	PWF	12	24.00	14	28.00	**24**	PWF	17	34.00	10	20.00
	PDF	13	26.00	12	24.00		PDF	17	34.00	13	26.00
	KOR	5	19.23	3	11.54		KOR	7	26.92	4	15.38
10	PWF	15	30.00	14	28.00	**25**	PWF	9	18.00	10	20.00
	PDF	14	28.00	13	26.00		PDF	19	38.00	12	24.00
	KOR	4	15.38	5	19.23		KOR	6	23.08	5	19.23
11	PWF	12	24.00	9	18.00	**26**	PWF	14	28.00	12	24.00
	PDF	16	32.00	13	26.00		PDF	19	38.00	8	16.00
	KOR	5	19.23	6	23.08		KOR	7	26.92	5	19.23
12	PWF	16	32.00	10	20.00	**27**	PWF	15	30.00	13	26.00
	PDF	15	30.00	14	28.00		PDF	14	28.00	10	20.00
	KOR	3	11.54	4	15.38		KOR	7	26.92	6	23.08
13	PWF	13	26.00	12	24.00	**28**	PWF	12	24.00	11	22.00

ข้อที่	รูปแบบข้อมูลย้อนกลับ	ผู้เรียนที่ตอบถูกหลังจากได้ข้อมูลย้อนกลับครั้งที่ 1		ผู้เรียนที่ตอบถูกหลังจากได้ข้อมูลย้อนกลับครั้งที่ 2		ข้อที่	รูปแบบข้อมูลย้อนกลับ	ผู้เรียนที่ตอบถูกหลังจากได้ข้อมูลย้อนกลับครั้งที่ 1		ผู้เรียนที่ตอบถูกหลังจากได้ข้อมูลย้อนกลับครั้งที่ 2	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ			จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
	PDF	16	32.00	13	26.00		PDF	19	38.00	13	26.00
	KOR	3	11.54	5	19.23		KOR	4	15.38	3	11.54
14	PWF	16	32.00	14	28.00	**29**	PWF	11	22.00	9	18.00
	PDF	17	34.00	12	24.00		PDF	15	30.00	10	20.00
	KOR	6	23.08	7	26.92		KOR	5	19.23	4	15.38
15	PWF	13	26.00	13	26.00	**30**	PWF	11	22.00	13	26.00
	PDF	15	30.00	13	26.00		PDF	16	32.00	11	22.00
	KOR	4	15.38	3	11.54		KOR	5	19.23	3	11.54

จากการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการตอบถูก พบว่าค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูกของความพยายามในการตอบครั้งแรก ในผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำมีโอกาสตอบถูกน้อยมาก (M= 0.161, SD=0.156) เมื่อเทียบกับกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถสูง (M=0.962, SD=0.015) ขณะที่ความพยายามตอบสุดท้าย ครั้งที่ 3 ผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำมีโอกาสตอบถูกมากขึ้น (M=0.485, SD=0.205) ดังตารางที่ 33

ตารางที่ 33 ค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูก (P) ของแบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ภายใต้การประยุกต์ใช้ Rasch SIRT Model

ความสามารถ	ค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูก (P)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
-3	0.161 (0.156)	0.278 (0.186)	0.485 (0.205)
-2	0.278 (0.186)	0.485 (0.205)	0.627 (0.137)
-1	0.485 (0.205)	0.627 (0.137)	0.853 (0.065)
0	0.627 (0.137)	0.853 (0.065)	0.924 (0.026)
1	0.853 (0.065)	0.924 (0.026)	0.962 (0.015)
2	0.924 (0.026)	0.962 (0.015)	0.986 (0.008)
3	0.962 (0.015)	0.986 (0.008)	0.996 (0.001)
รวม	0.613 (0.289)	0.731 (0.225)	0.833 (0.198)

1.4.3 ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียนและรูปแบบการให้ข้อมูลข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียน (Learning style) และรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-ways ANOVA) ผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวแปรอิสระทั้งสองตัว ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังจากได้รับข้อมูลย้อนกลับ (F = 0.380, p = 0.953) แบบการเรียนส่งผลให้ค่าเฉลี่ยคะแนนฯ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (F = 3.785, p = .003) แต่รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับส่งผลให้ค่าเฉลี่ยคะแนนฯ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F = .424, p = .655) ดังตารางที่ 34

เมื่อทำการเปรียบเทียบรูปแบบการเรียนรู้รายคู่ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของแบบการเรียนแบบพึ่งพากับแบบการเรียนแบบอิสระ แบบแข่งขัน และแบบมีส่วนร่วม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 (p= .010, p = .000 และ p = .011 ตามลำดับ) โดยที่แบบการเรียนแบบพึ่งพามีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของ ต่ำกว่าแบบการเรียนแบบอิสระ แบบแข่งขันและแบบการเรียนแบบมีส่วนร่วม และค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของแบบการเรียนแบบแข่งขันกับแบบการเรียนแบบร่วมมือ หลีกเลี่ยง และมีส่วนร่วม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 (p = .001, p = .050 และ p = .012 ตามลำดับ) โดยที่แบบการเรียนแบบแข่งขันมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของ สูงกว่าแบบการเรียนแบบร่วมมือ แบบหลีกเลี่ยงและแบบมีส่วนร่วม ดังตารางที่ 29, 30

ตารางที่ 34 การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียน (Learning style) และรูปแบบการให้ข้อมูล ย้อนกลับ (Feedback) ที่มีต่อคะแนนความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

แหล่งความแปรปรวน	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	*p*
แบบการเรียน (L)	395.726	5	79.145	3.785	.003
การให้ข้อมูลย้อนกลับ (F)	17.741	2	8.871	.424	.655
L*F	79.451	10	7.945	.380	.953
Error	2258.507	108	20.912		

Total	6480.000	126
Corrected Total	2831.714	125

หมายเหตุ: p < .05

1.4.4 ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียนของผู้เรียนและรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อศักยภาพการเรียนรู้ ได้แก่ ความน่าจะเป็นในการตอบถูกเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับ พัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน ความคงทนในการเรียนรู้ ซึ่งมีระดับความสามารถของนักเรียนเป็นตัวแปรร่วม โดยการวิเคราะห์แบบ Two-way MANCOVA

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรตาม ความน่าจะเป็นในการตอบถูก พัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน ความคงทนในการเรียนรู้ พบว่า 1) ผู้เรียนที่มีแบบเรียนแบบแข่งขันที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF) มีค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูกสูงที่สุด (M=0.77 ,SD=0.16) 2) ผู้เรียนแบบพึ่งพา ที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลของการกระทำ (Knowledge of result feedback; KOR) มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการการเรียนรู้สูงที่สุด (M=58.83 ,SD=16.64) 3) ผู้เรียนแบบอิสระ ที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลของการกระทำ (Knowledge of result feedback; KOR) มีค่าเฉลี่ยความคงทนในการเรียนรู้สูงที่สุด (M=4.00 ,SD=4.24) ดังตารางที่ 35

ตารางที่ 35 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรตาม ความน่าจะเป็นในการตอบถูก พัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน ความคงทนในการเรียนรู้

ตัวแปรตาม	แบบการเรียน	การให้ข้อมูลย้อนกลับ	N	Mean	SD
ความน่าจะเป็นในการตอบถูก	แบบอิสระ	PWF	8	0.62	0.23
		PDF	7	0.61	0.17
		KOR	2	0.51	0.09
		รวม	17	0.61	0.19
	แบบพึ่งพา	PWF	6	0.66	0.16
		PDF	4	0.73	0.14
		KOR	2	0.72	0.20
		รวม	12	0.69	0.15
	แบบร่วมมือ	PWF	8	0.63	0.14

ตัวแปรตาม	แบบการเรียน	การให้ข้อมูลย้อนกลับ	N	Mean	SD
		PDF	9	0.64	0.23
		KOR	9	0.59	0.24
		รวม	26	0.62	0.20
	แบบหลีกเลี่ยง	PWF	4	0.55	0.13
		PDF	3	0.62	0.06
		KOR	2	0.53	0.15
		รวม	9	0.57	0.11
	แบบแข่งขัน	PWF	7	0.58	0.11
		PDF	6	0.77	0.16
		KOR	3	0.64	0.30
		รวม	16	0.67	0.18
	แบบมีส่วนร่วม	PWF	17	0.62	0.19
		PDF	21	0.71	0.18
		KOR	8	0.57	0.11
		รวม	46	0.65	0.18
	รวม	PWF	50	0.62	0.17
		PDF	50	0.69	0.18
		KOR	26	0.59	0.18
		รวม	126	0.64	0.18
พัฒนาการการเรียนรู้	แบบอิสระ	PWF	8	47.58	25.71
		PDF	7	41.69	8.05
		KOR	2	36.03	15.60
		รวม	17	43.80	18.58
	แบบพึ่งพา	PWF	6	43.14	13.30

ตัวแปรตาม	แบบการเรียน	การให้ข้อมูลย้อนกลับ	N	Mean	SD
		PDF	4	44.03	10.57
		KOR	2	58.83	16.64
		รวม	12	46.05	13.11
	แบบร่วมมือ	PWF	8	36.43	10.67
		PDF	9	46.36	19.92
		KOR	9	40.77	19.88
		รวม	26	41.37	17.38
	แบบหลีกเลี่ยง	PWF	4	40.23	10.04
		PDF	3	30.24	7.21
		KOR	2	34.86	5.10
		รวม	9	35.71	8.70
	แบบแข่งขัน	PWF	7	31.42	12.77
		PDF	6	52.62	11.21
		KOR	3	44.07	23.04
		รวม	16	41.74	16.61
	แบบมีส่วนร่วม	PWF	17	41.73	17.3

ตัวแปรตาม	แบบการเรียน	การให้ข้อมูลย้อนกลับ	N	Mean	SD
					3
		PDF	21	43.78	14.67
		KOR	8	37.77	9.02
		รวม	46	41.98	14.82
	รวม	PWF	50	40.42	16.64
		PDF	50	44.22	14.31
		KOR	26	40.80	15.76
		รวม	126	42.01	15.55
ความคงทนในการเรียนรู้	แบบอิสระ	PWF	8	1.13	0.64
		PDF	7	1.43	1.90
		KOR	2	4.00	4.24
		รวม	17	1.59	1.87
	แบบพึ่งพา	PWF	6	1.17	0.41
		PDF	4	0.50	1.00
		KOR	2	1.00	0.00
		รวม	12	0.92	0.67
	แบบร่วมมือ	PWF	8	1.38	1.69
		PDF	9	1.78	1.86
		KOR	9	1.33	1.12
		รวม	26	1.50	1.53
	แบบหลีกเลี่ยง	PWF	4	2.25	1.26
		PDF	3	2.33	0.58

ตัวแปรตาม	แบบการเรียน	การให้ข้อมูลย้อนกลับ	N	Mean	SD
		KOR	2	1.00	0.00
		รวม	9	2.00	1.00
	แบบแข่งขัน	PWF	7	2.14	1.07
		PDF	6	1.17	0.41
		KOR	3	1.33	0.58
		รวม	16	1.63	0.89
	แบบมีส่วนร่วม	PWF	17	1.82	2.32
		PDF	21	0.90	1.26
		KOR	8	1.25	0.89
		รวม	46	1.30	1.71

ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียนของผู้เรียนและรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อศักยภาพการเรียนรู้ ได้แก่ ความน่าจะเป็นในการตอบถูกเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับ พัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน ความคงทนในการเรียนรู้ ซึ่งมีระดับความสามารถของนักเรียนเป็นตัวแปรร่วม โดยการวิเคราะห์แบบ Two-way MANCOVA พบว่า รูปแบบการเรียนและรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูก (F= 0.66, Sig.= 0.76) ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน (F= 1.48, Sig.= 0.16) และไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความคงทนในการเรียนรู้ (F= 0.91, Sig.= 0.53) แสดงให้เห็นว่าแบบเรียนที่แตกต่างกันและการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันทำให้ผู้เรียนมีความน่าจะเป็นในการตอบถูกเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับ พัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน ความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 36

ตารางที่ 36 การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียน (Learning style) และรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ที่มีต่อศักยภาพการเรียนรู้ ได้แก่ ความน่าจะเป็นในการตอบถูกเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับ พัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน ความคงทนในการเรียนรู้

แหล่งความแปรปรวน	ตัวแปรตาม	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	*p*
แบบการเรียน	ความน่าจะเป็น	0.0109	5	0.00	1.06	0.38
	พัฒนาการ	474.864	5	94.97	1.03	0.41
	ความคงทน	6.000	5	1.20	0.61	0.69
การให้ข้อมูลย้อนกลับ	ความน่าจะเป็น	0.003	2	0.00	0.70	0.50
	พัฒนาการ	202.230	2	101.12	1.09	0.34
	ความคงทน	0.146	2	0.07	0.04	0.96
แบบเรียน * การให้ข้อมูลย้อนกลับ	ความน่าจะเป็น	0.013	10	0.00	0.66	0.76
	พัฒนาการ	1373.153	10	137.32	1.48	0.16
	ความคงทน	17.946	10	1.79	0.91	0.53
Error	ความน่าจะเป็น	0.221	107	0.00		
	พัฒนาการ	9913.845	107	92.65		
	ความคงทน	210.959	107	1.97		
Total	ความน่าจะเป็น	55.409	126			
	พัฒนาการ	252563.960	126			
	ความคงทน	539	126			
Corrected Total	ความน่าจะเป็น	4.0176	125			
	พัฒนาการ	30224.356	125			
	ความคงทน	278.992	125			

หมายเหตุ: $p < .05$

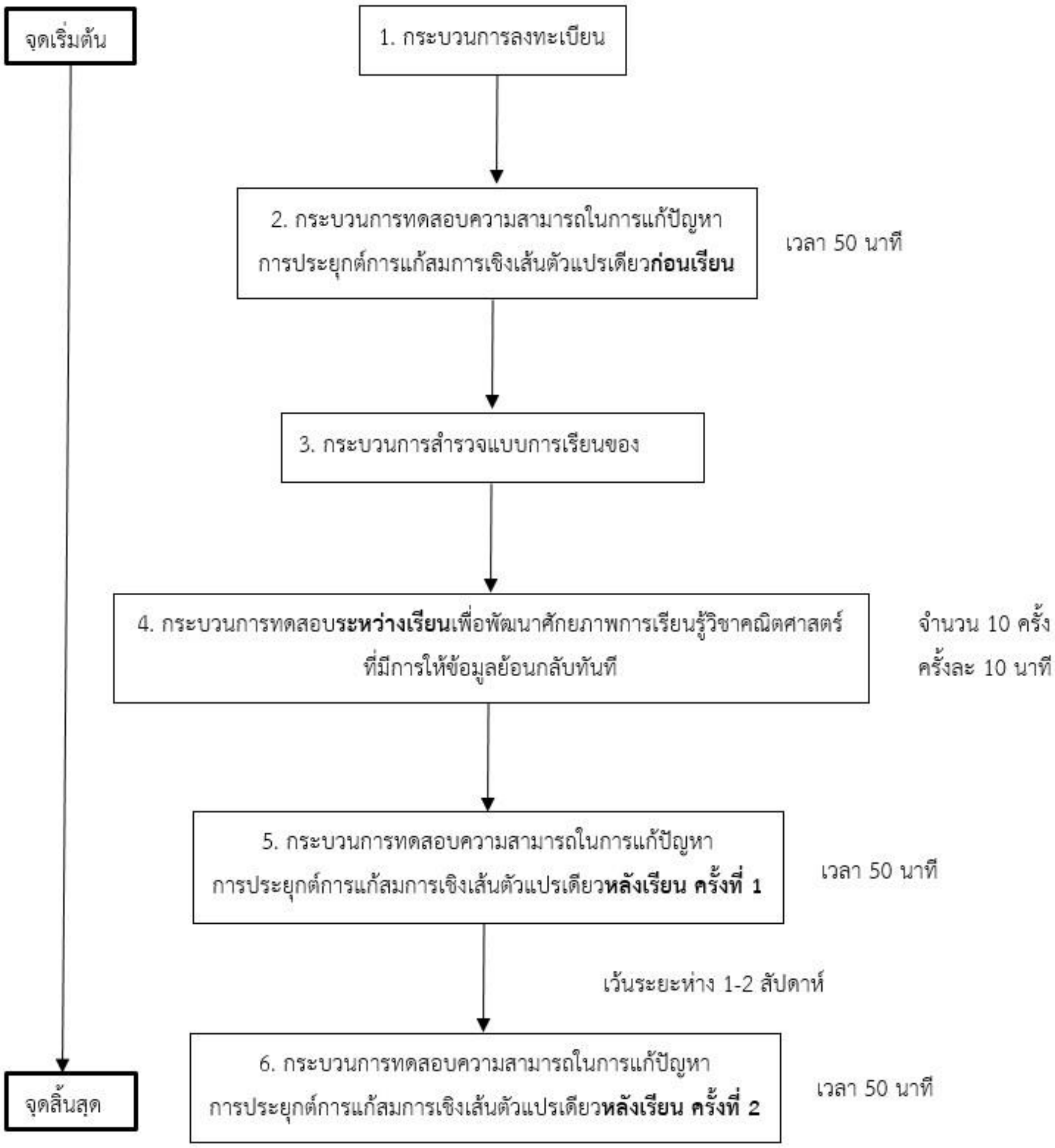
1.5 ผลการพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

ผลการออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบด้านกระบวนการ ผู้วิจัยและผู้เขียนโปรแกรมได้ออกแบบรูปแบบการทดสอบในระบบออนไลน์ ผู้วิจัยดำเนินการออกแบบโปรแกรมในการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที โดยใช้การเขียนระบบข้อสอบด้วยภาษา php ในการสร้างระบบการทดสอบ โดยมีการเชื่อมต่อระบบการทดสอบเป็นแบบ Online ชื่อเว็บไซต์

www.mathskillstest.com และกำหนดให้มี Administrator เป็นผู้ดูแลระบบและรวบรวมผลคะแนนของผู้เรียน โดยมีรายละเอียดของซอฟท์แวร์ (Software) และฮาร์ดแวร์ (Hardware) ดังนี้

Software ในการออกแบบกระบวนการต่าง ๆ ในระบบการทดสอบ ประกอบด้วย 1) Microsoft Word สำหรับออกแบบโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมแบบทดสอบ 2) Visual Studio Code สำหรับเขียนภาษา PHP และ SQL 3) ฐานข้อมูล MySQL สำหรับจัดเก็บข้อมูลของข้อสอบ และผู้เข้าสอบ Hardware สำหรับประมวลผลในการทำงานของระบบการทำสอบ มีรายการดังนี้ 1) CPU มีขนาดความเร็ว 2.3 GHz 2) Hard disk มีความจุ 50 GB 3) หน่วยความจำ RAM 8 GB 4) การ์ดแสดงผล 2 ขนาด 1 GB 5) ขนาดหน้าจอ Monitor 15 นิ้ว

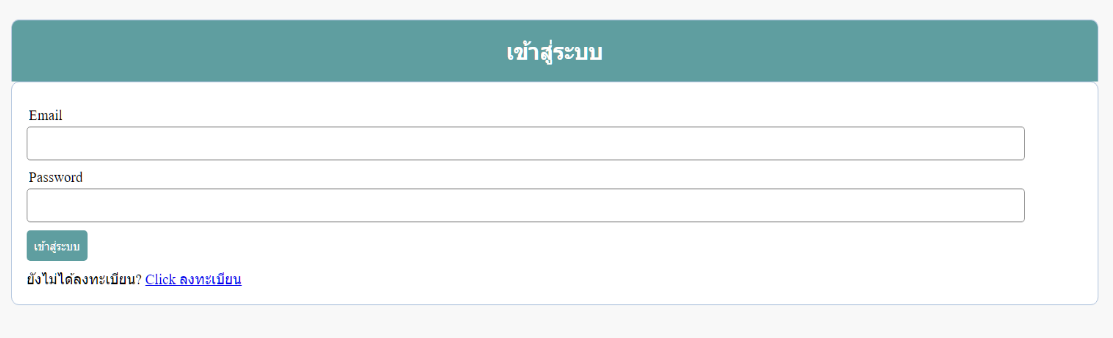
กระบวนการของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน ประกอบด้วย 6 กระบวนการดังนี้ 1) กระบวนการลงทะเบียน 2) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวก่อนเรียน 3) กระบวนการสำรวจแบบการเรียนของผู้เรียน 4) กระบวนการทดสอบระหว่างเรียนเพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 5) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังเรียนครั้งที่ 1 6) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังเรียนครั้งที่ 2 ซึ่งมีขั้นตอนและรายละเอียดดังภาพที่ 16



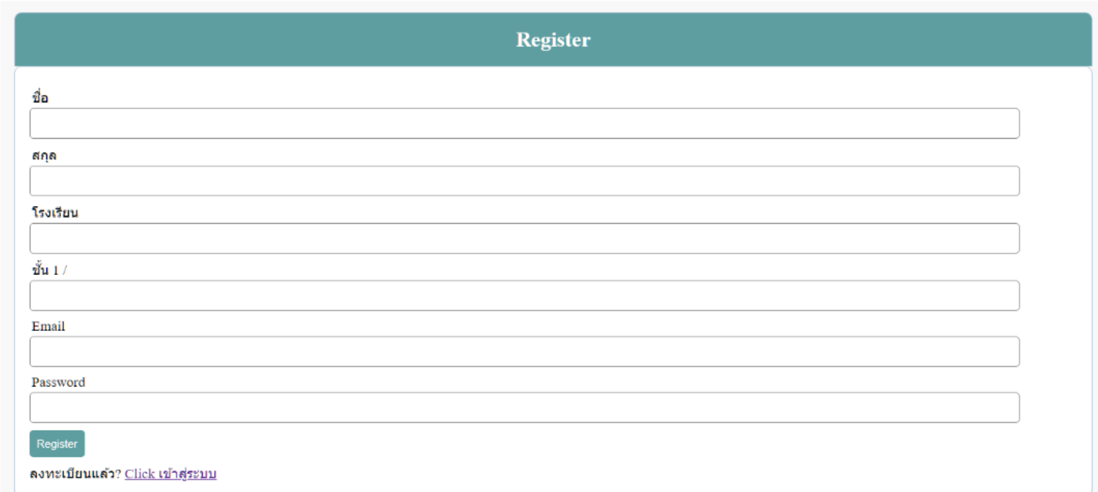
ภาพที่ 16 กระบวนการของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ

1) กระบวนการลงทะเบียน

หน้าเข้าสู่ระบบเป็นหน้าต่างที่ให้ผู้ใช้กรอกอีเมลและรหัสผ่าน จากนั้นคลิกที่ปุ่ม “เข้าสู่ระบบ” เพื่อเข้าใช้งานรูปแบบการทดสอบ ส่วนผู้ใช้ที่ไม่มีบัญชีผู้ใช้งานจะต้องลงทะเบียนก่อนเข้าใช้งานระบบ โดยคลิกที่ปุ่ม “ลงทะเบียน” หน้าเข้าสู่ระบบแสดงดังภาพที่ 17 และหน้าลงทะเบียนแสดงดังภาพที่ 18

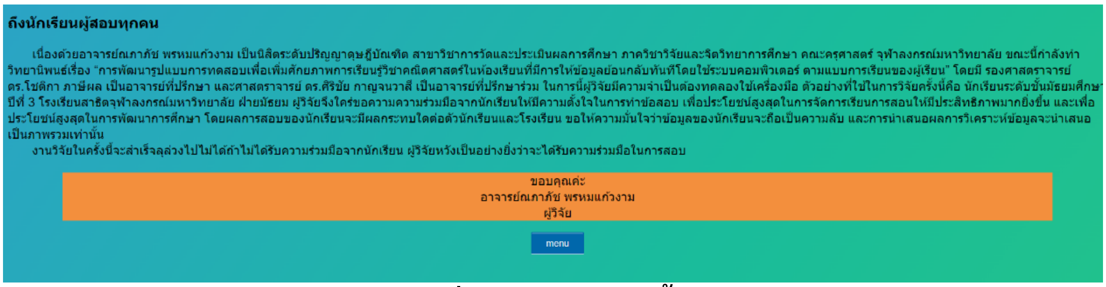


ภาพที่ 17 เข้าสู่ระบบ



ภาพที่ 18 กระบวนการลงทะเบียน

เมื่อเข้าสู่ระบบแล้ว หน้าแรกจะเป็นคำชี้แจง และเมื่อกดเมนูจะเจอเครื่องมือ ได้แก่ แบบสอบถามแบบการเรียน แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบระหว่างเรียน แบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 1 และแบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 2 ผู้ใช้ระบบจะต้องทำแบบสอบถามหรือแบบทดสอบเรียงตามลำดับขั้นตอน แสดงดังภาพที่ 19 และ 20 ตามลำดับ

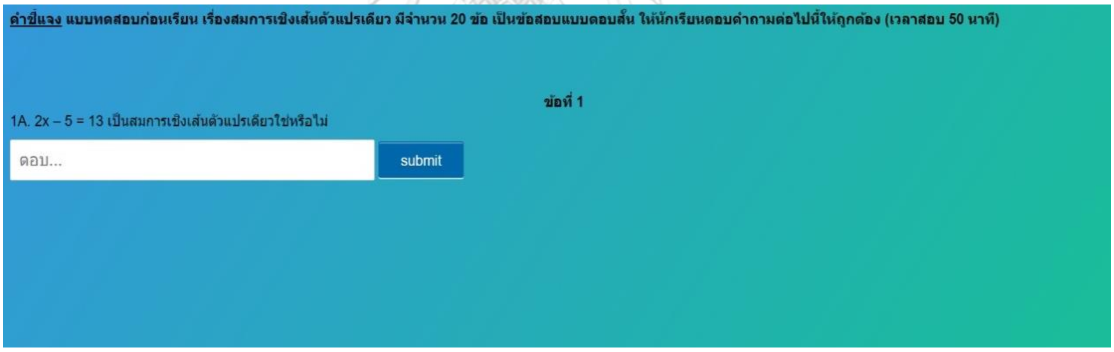


ภาพที่ 19 หน้าแรก คำชี้แจง

ภาพที่ 20 เมนูเครื่องมือต่าง ๆ

2) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวก่อนเรียน

เมื่อเข้าสู่เมนูแบบทดสอบก่อนเรียน จะมีข้อสอบจำนวน 20 ข้อ เวลาสอบ 50 นาที เป็นข้อสอบแบบเติมคำตอบ ได้คะแนนเป็น 0, 1 แสดงดังภาพที่ 21



ภาพที่ 21 แบบทดสอบก่อนเรียน

3) กระบวนการสำรวจแบบการเรียนของผู้เรียน

เมื่อเข้าสู่เมนูแบบสอบถามแบบการเรียน จะมีข้อคำถามจำนวน 60 ข้อ เป็นแบบมาตรประมาณค่า แสดงดังภาพที่ 22

ตอนที่ 2 แบบการเรียนของนักเรียน กรุณาตอบคำถามให้ครบทุกข้อ

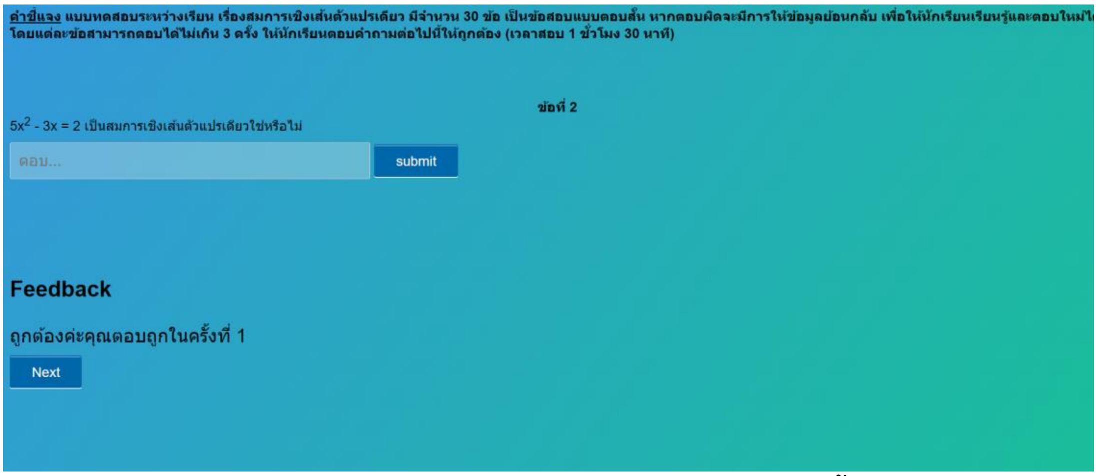
คำถาม	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
1. โดยส่วนใหญ่ ข้าพเจ้าจะศึกษาค้นคว้าเนื้อหาที่เรียนด้วยตนเอง	○	○	○	○	○
2. ในเวลาเรียน ข้าพเจ้าไม่ค่อยตั้งใจเรียน	○	○	○	○	○
3. ข้าพเจ้าจะเข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น ถ้าได้ปรึกษากับเพื่อน ๆ	○	○	○	○	○
4. ถ้าครูปล่อยให้ข้าพเจ้าเรียนตามใจชอบ ถือว่าไม่ได้ทำหน้าที่ของครูอย่างเหมาะสม	○	○	○	○	○
5. ข้าพเจ้าคิดว่าการเรียนให้ได้ดีนั้น ข้าพเจ้าจำเป็นต้องตั้งเป้าหมายให้ชนะเพื่อนๆ ทุกครั้ง	○	○	○	○	○
6. ข้าพเจ้าพยายามเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้	○	○	○	○	○
7. ข้าพเจ้ามักจะเลือกเรียนเรื่องที่ข้าพเจ้าคิดว่าสำคัญเป็นหลัก ซึ่งอาจจะไม่ตรงกับความเห็นของครู	○	○	○	○	○
8. ข้าพเจ้ารู้สึกว่า ข้าพเจ้าจำเป็นต้องเข้าชั้นเรียนมากกว่าความรู้สึกที่ต้องการอยากเข้าชั้นเรียนจริงๆ	○	○	○	○	○
9. ข้าพเจ้าคิดว่า ข้าพเจ้าสามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ถ้าได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนๆ แทนที่จะคิดเองคนเดียว	○	○	○	○	○
10. ข้าพเจ้ายอมรับกฎเกณฑ์หรือรูปแบบการสอนที่ครูผู้สอนกำหนดขึ้น	○	○	○	○	○

ภาพที่ 22 แบบสอบถามแบบการเรียนของผู้เรียน

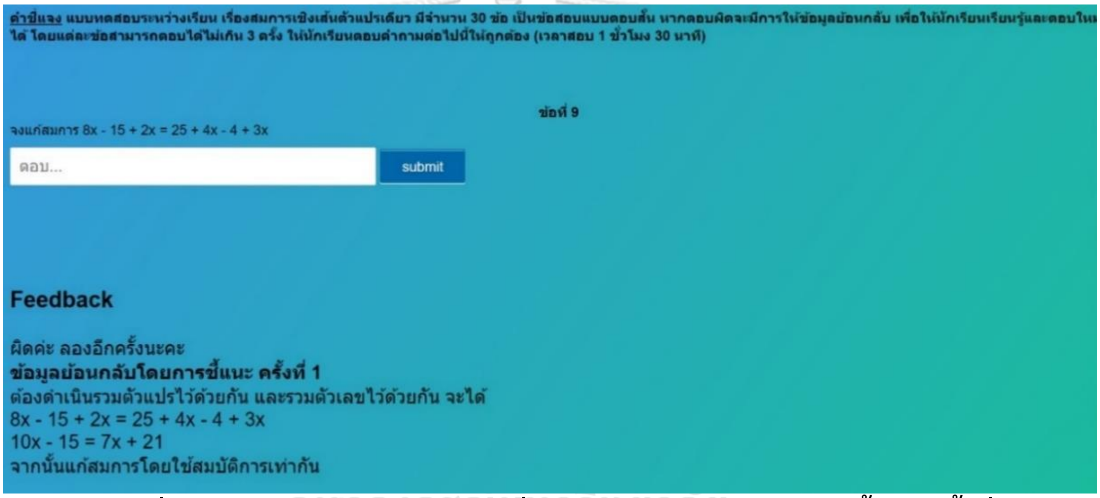
4) กระบวนการทดสอบระหว่างเรียนเพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที

เมื่อเข้าสู่เมนูแบบทดสอบระหว่างเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ จะมีข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ เป็นข้อสอบแบบเติมคำตอบ ได้คะแนนเป็น 0, 1, 2, 3 โดยจะทำแบบทดสอบทั้งหมด 10 คาบ คาบละ 3 ข้อ เวลาสอบ 10 นาที ในแต่ละข้อนักเรียนจะมีโอกาสในการตอบ 3 ครั้ง โดยมีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน ได้แก่ การให้ข้อมูลย้อนกลับบางส่วนแบบยกตัวอย่าง การให้ข้อมูลย้อนกลับบางส่วนแบบโดยการชี้แนะ และการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยบอกผลการตอบ โดยมีลำดับดังนี้

- นักเรียนตอบถูกในครั้งที่ 1 จะได้คะแนน 3 คะแนน
- นักเรียนตอบผิดครั้งที่ 1 จะได้รับข้อมูลย้อนกลับครั้งที่ 1 ถ้าตอบถูกจะได้คะแนน 2 คะแนน
- นักเรียนตอบผิดครั้งที่ 2 จะได้รับข้อมูลย้อนกลับครั้งที่ 2 ถ้าตอบถูกจะได้คะแนน 1 คะแนน และถ้าตอบผิดจะได้คะแนน 0 คะแนน แสดงดังภาพที่ 23 – 25



ภาพที่ 23 แบบทดสอบระหว่างที่มีการตอบถูกต้องในครั้งที่ 1

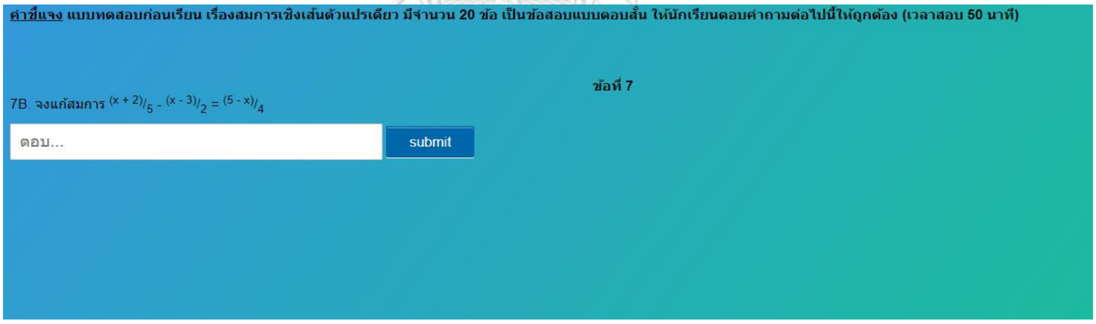


ภาพที่ 24 แบบทดสอบระหว่างเรียนที่มีการข้อมูลย้อนกลับโดยการชี้แนะ ครั้งที่ 1

ภาพที่ 25 แบบทดสอบระหว่างเรียนที่มีการข้อมูลย้อนกลับโดยการชี้แนะ ครั้งที่ 2

5) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังเรียนครั้งที่ 1

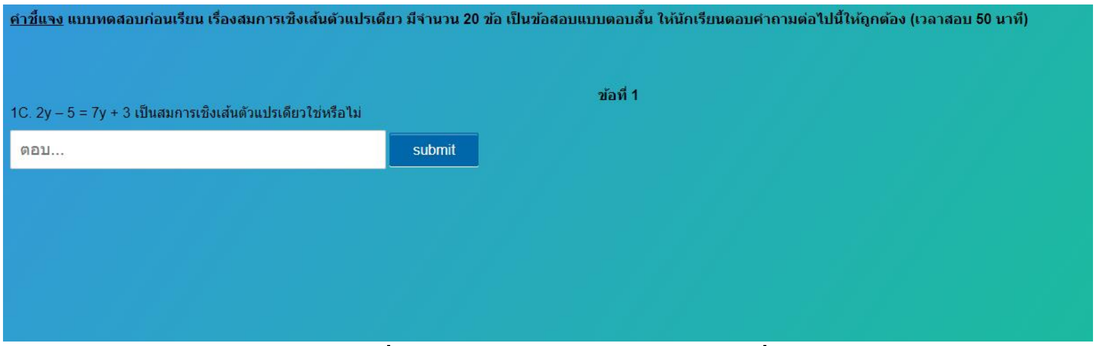
เมื่อเข้าสู่เมนูแบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 1 จะมีข้อสอบจำนวน 20 ข้อ เวลาสอบ 50 นาที เป็นข้อสอบแบบเติมคำตอบ ได้คะแนนเป็น 0, 1 แสดงดังภาพที่ 26



ภาพที่ 26 แบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 1

6) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังเรียนครั้งที่ 2

เมื่อเข้าสู่เมนูแบบทดสอบก่อนเรียน จะมีข้อสอบจำนวน 20 ข้อ เวลาสอบ 50 นาที เป็นข้อสอบแบบเติมคำตอบ ได้คะแนนเป็น 0, 1 แสดงดังภาพที่ 27



ภาพที่ 27 แบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 2

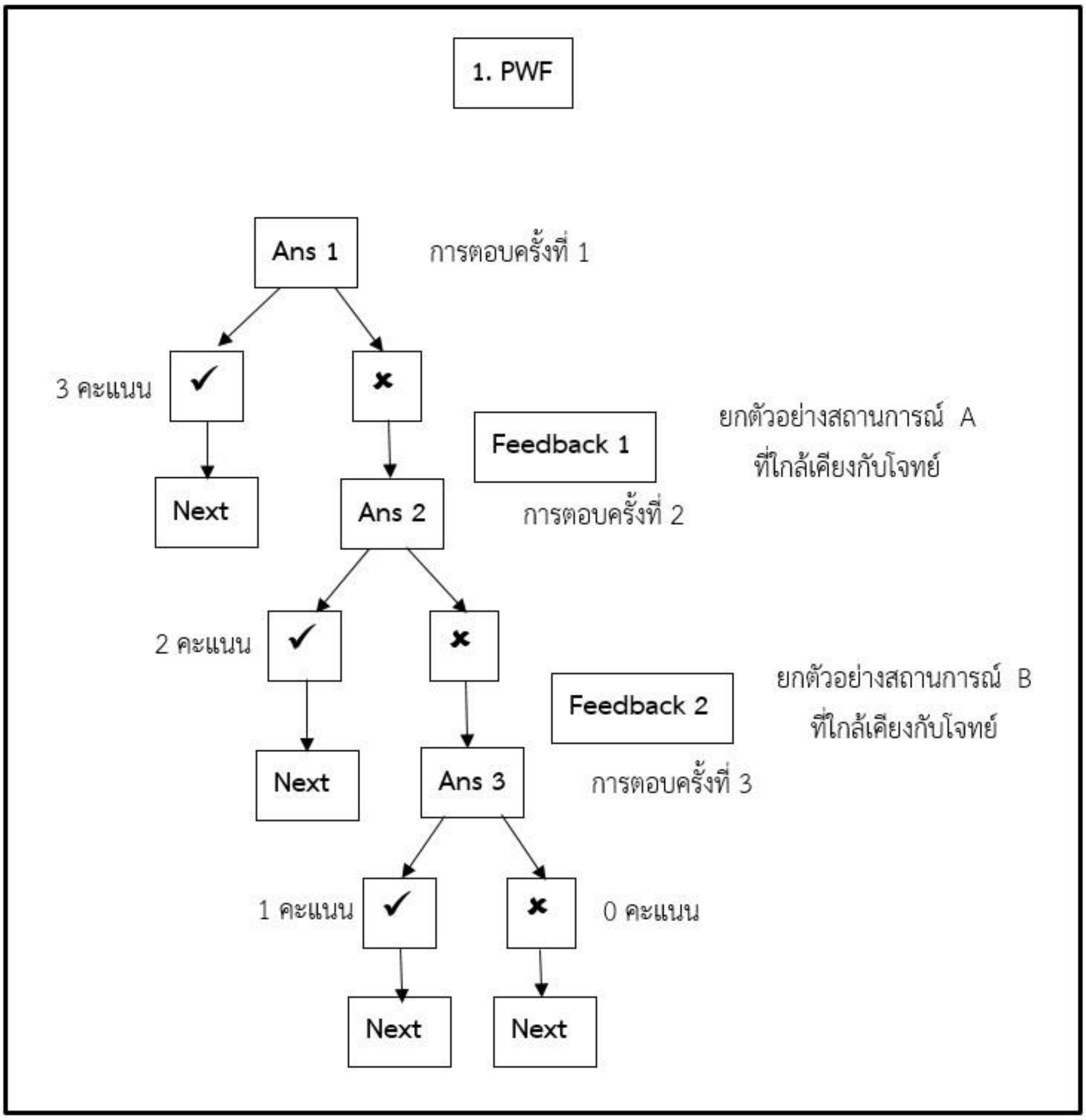
จากกระบวนการของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ ข้างต้น ผู้วิจัยได้ออกแบบกระบวนการประมวลผลการตอบของผู้เรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (กระบวนการทดสอบในลำดับที่ 4 ในภาพที่ 26) ซึ่งรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับมีรายละเอียด ดังนี้

1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยมีเงื่อนไขว่าข้อมูลย้อนกลับจะแสดงเฉพาะกรณีที่ตอบผิด โดยใช้การยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์ใกล้เคียงกับโจทย์ปัญหาที่ผู้เรียนกำลังทดสอบได้ศึกษา

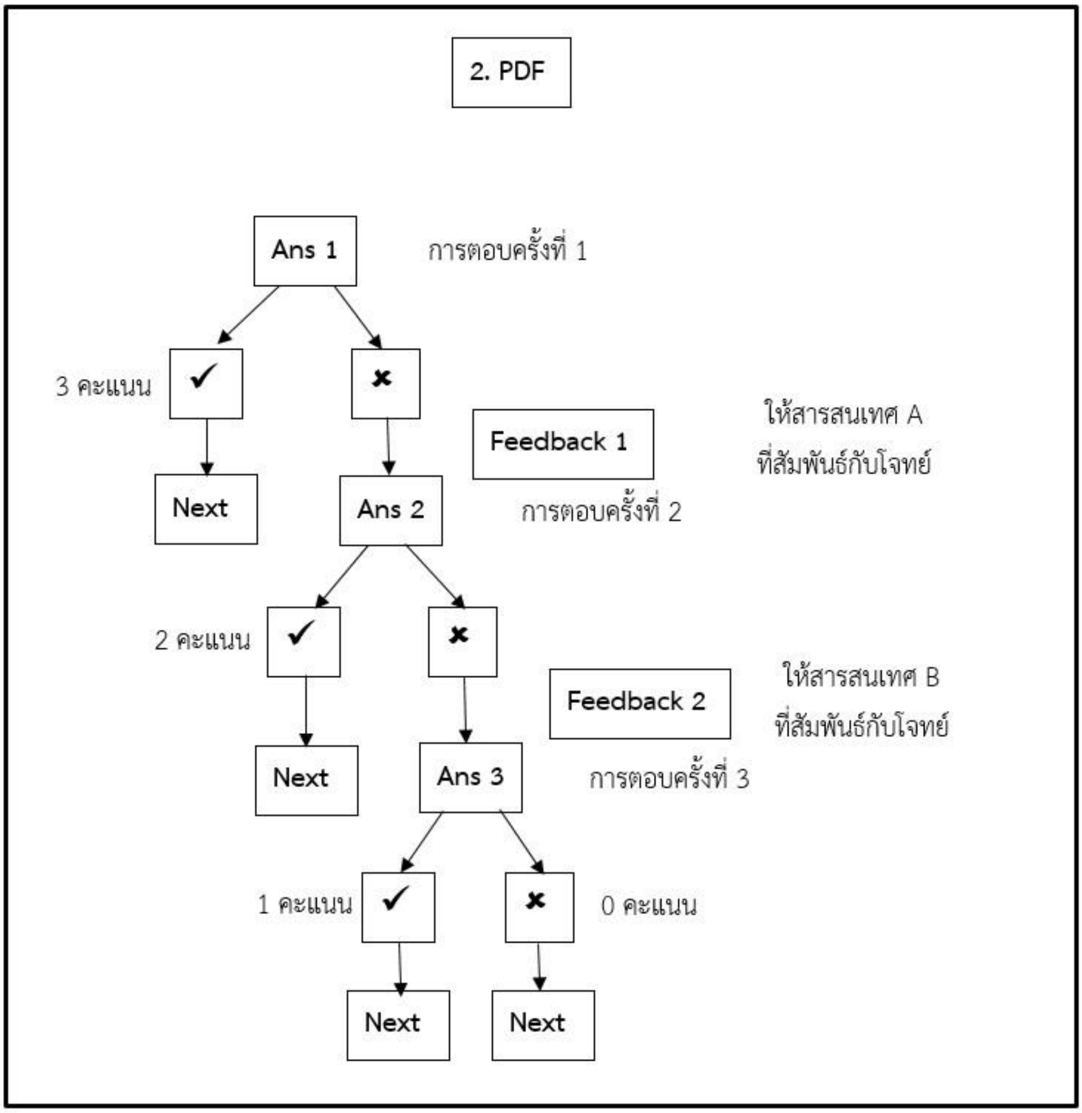
2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยมีเงื่อนไขว่าข้อมูลย้อนกลับจะแสดงเฉพาะกรณีที่ตอบผิดโดยใช้การชี้แนะและอธิบายโจทย์ปัญหาข้อนั้นให้แก่ผู้เรียน

3) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลของการกระทำ (Knowledge of result feedback; KOR) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบ ซึ่งบอกเพียงแค่ผลการตอบว่าตอบถูกหรือผิด ในกรณีที่ตอบผิดจะมีเพียงข้อความแสดงขึ้นมาว่า ตอบผิดแล้วให้ตอบใหม่โดยไม่มีการให้ข้อมูลใดๆเพิ่มเติมและเปิดโอกาสให้ตอบจนกว่าจะถูก ขณะที่หากตอบถูกก็จะมีข้อความแสดงขึ้นมาเพียงว่า ตอบถูกแล้วให้ทำในข้อถัดไปโดยไม่มีการให้สารสนเทศใดเพิ่มขึ้น

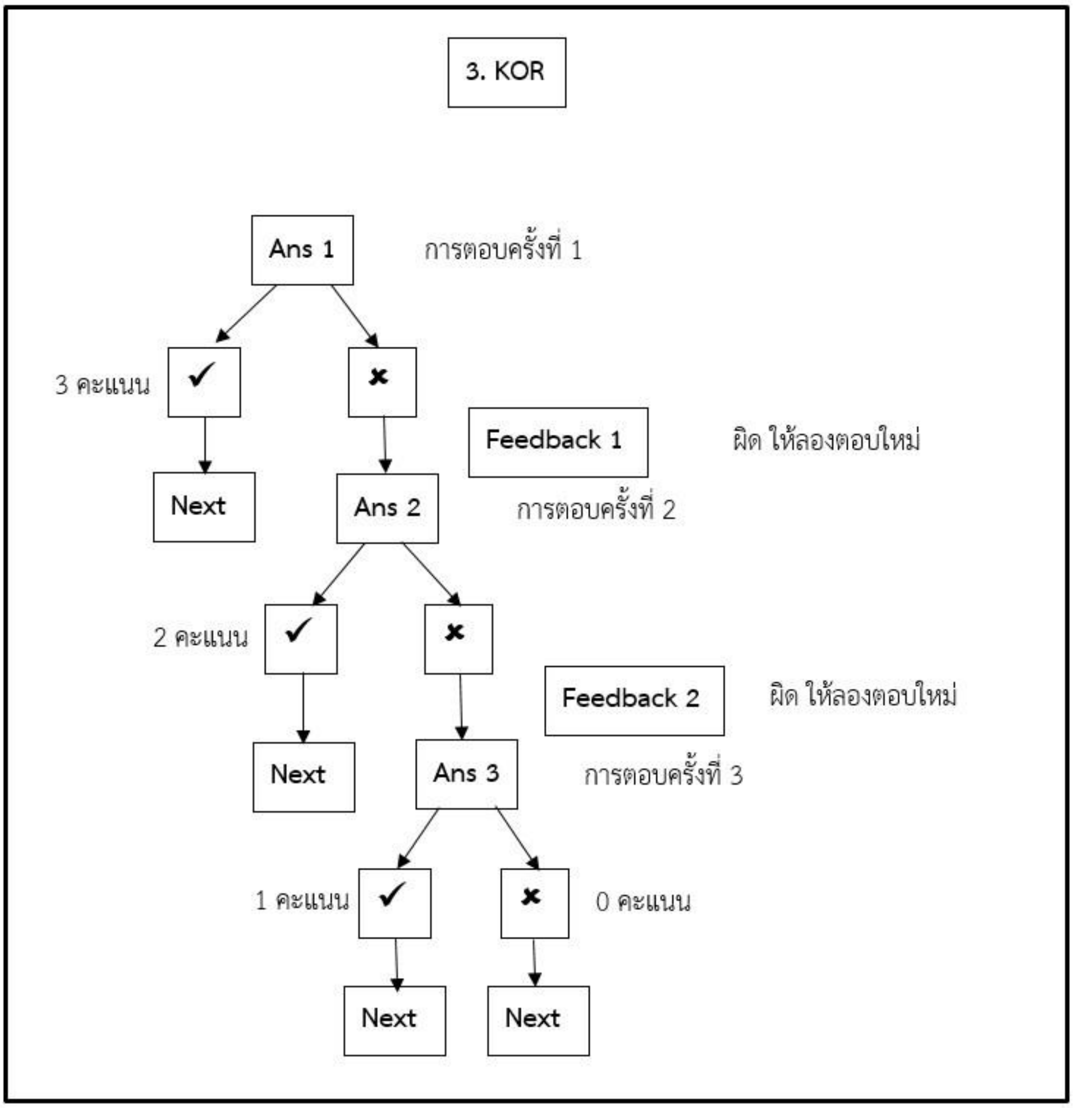
ผลการออกแบบกระบวนการประมวลผลการตอบและให้ข้อมูลย้อนกลับทั้ง 3 รูปแบบ รายละเอียดดังภาพที่ 28 – 30



ภาพที่ 28 กระบวนการประมวลผลการตอบ
ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง



ภาพที่ 29 กระบวนการประมวลผลการตอบ
ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ



ภาพที่ 30 กระบวนการประมวลผลการตอบ
ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลของการกระทำ

ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล และด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 7 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน โดยมีผลการประเมินเป็นดังนี้

ด้านการสื่อความหมาย

ผู้เชี่ยวชาญ 1 และ 2 มีความเห็นว่า รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ มีการออกแบบหน้าจอที่สื่อความหมายได้เข้าใจตรงกันทั้งผู้วิจัย ครู และนักเรียน โดยมีการใช้สัญลักษณ์และสมการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง ตลอดจนภาษาที่ใช้ในโจทย์ปัญหามีความเป็นปรนัย ผู้เรียนสามารถตีความได้ตรงประเด็น สะท้อนถึงคุณภาพระบบด้านการสื่อความหมาย

ผู้เชี่ยวชาญ 1

“โจทย์ปัญหา มีการใช้ภาษาที่ชัดเจน เป็นปรนัย ผู้เรียนสามารถตีความได้ตรงประเด็น”

ผู้เชี่ยวชาญ 2

“มีการใช้สัญลักษณ์และสมการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง”

ผู้เชี่ยวชาญ 3 มีความเห็นว่า กรณีที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (PWF) เป็นวิธีการสื่อสารกับผู้เรียนที่น่าจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถตอบถูกได้ดีกว่าข้อมูลย้อนกลับรูปแบบอื่น เนื่องจากมีการยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์ใกล้เคียงกับโจทย์ปัญหาที่ผู้เรียนกำลังทดสอบ แต่ผู้เชี่ยวชาญ 4 มีความเห็นว่า รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับทั้ง 3 รูปแบบ มีความเหมาะสมกับผู้เรียนแตกต่างกันไปตามแบบการเรียน ล้วนแล้วแต่เป็นการสื่อสารกับผู้เรียนที่เกิดประสิทธิผลทั้งสิ้น

ผู้เชี่ยวชาญ 3

“การให้ข้อมูลย้อนกลับบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (PWF) เป็นวิธีการสื่อสารกับผู้เรียนที่ดีที่สุด”

ผู้เชี่ยวชาญ 4

"รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับทั้ง 3 รูปแบบ มีความเหมาะสมกับผู้เรียนแตกต่างกันไปตามแบบการเรียน"

ผู้เชี่ยวชาญ 5, 6 และ 7 มีความเห็นตรงกันว่า รูปแบบการทดสอบมีการใช้ขนาดของตัวอักษรและชนิดของตัวอักษรอ่านง่าย มีสีสันสะดุดตา และมีความเหมาะสมกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้เชี่ยวชาญ 5

"รูปแบบฯมีการใช้ตัวอักษรมีความเหมาะสมกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น"

ผู้เชี่ยวชาญ 6

"รูปแบบการทดสอบฯ มีสีสันสวยงามสะดุดตา"

ผู้เชี่ยวชาญ 7

"ข้อความในโจทย์ปัญหาและข้อมูลย้อนกลับ ใช้ขนาดตัวอักษรเหมาะสม"

ด้านความครอบคลุมเนื้อหา

ผู้เชี่ยวชาญ 3 5 และ 6 มีความเห็นตรงกันว่า เนื้อหาในรูปแบบการทดสอบฯ มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 เรื่องการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และมีสัดส่วนจำนวนข้อสอบเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อ

ผู้เชี่ยวชาญ 3

"เนื้อหาในรูปแบบการทดสอบฯ มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด จากหลักสูตรแกนกลาง"

ผู้เชี่ยวชาญ 5

"มีสัดส่วนจำนวนข้อสอบเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้"

ผู้เชี่ยวชาญ 6

“ข้อสอบแต่ละข้อมีเนื้อหาอยู่ในขอบเขตของตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางฯ”

ผู้เชี่ยวชาญ 2 มีความเห็นว่า ข้อมูลย้อนกลับที่ผู้เรียนได้รับเมื่อตอบผิด มีความตรงประเด็น และครอบคลุมเนื้อหาการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แต่ควรปรับให้ข้อมูลย้อนกลับบ้างข้อให้กระชับเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและนำไปปรับใช้ได้ง่าย

ผู้เชี่ยวชาญ 2

“ข้อมูลย้อนกลับที่ผู้เรียนได้รับเมื่อตอบผิด มีความตรงประเด็น แต่ควรปรับให้ข้อมูลย้อนกลับบ้างข้อให้กระชับขึ้น”

ด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้

ผู้เชี่ยวชาญ 2 และ 7 มีความเห็นตรงกันว่า ผู้ใช้สามารถพิมพ์คำตอบแบบเติมคำอย่างสะดวกรวดเร็ว แต่โจทย์บ้างข้อควรมีการเพิ่มตัวอย่างคำตอบให้ผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนจะได้ตอบตรงกับรูปแบบของเฉลยในระบบ

ผู้เชี่ยวชาญ 2

“ผู้ใช้สามารถพิมพ์คำตอบแบบเติมคำอย่างสะดวกรวดเร็ว”

ผู้เชี่ยวชาญ 7

“โจทย์บ้างข้อควรมีการเพิ่มตัวอย่างคำตอบให้ผู้เรียน ผู้เรียนจะได้ตอบตรงกับรูปแบบของเฉลยในระบบ”

ผู้เขี่ยวชาญ 4 มีความเห็นว่า คู่มือการใช้รูปแบบการทดสอบมีความชัดเจน มีภาพประกอบคำบรรยายสะดวกต่อการนำไปใช้งานของครูผู้สอน

ผู้เชี่ยวชาญ 4

“คู่มือการใช้รูปแบบการทดสอบมีความชัดเจน มีภาพประกอบคำบรรยาย”

ผลการประเมินรับรองความตรงตามเนื้อหาของต้นแบบของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียนโดยใช้แบบประเมิน พบว่า ด้านการสื่อความหมาย ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ใน

ระดับเหมาะสมมาก (M= 4.14, S.D.= 0.43) ด้านความครอบคลุมเนื้อหา ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด (M= 4.26, S.D.= 0.15) ด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้ ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับเหมาะสมมาก (M= 4.20, S.D.= 0.40) รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 37

ตารางที่ 37 ผลการประเมินเพื่อรับรองต้นแบบของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

ประเด็นการประเมิน	*M*	*SD*	**ความหมาย**
ด้านการสื่อความหมาย			
1.การออกแบบหน้าจอของรูปแบบการทดสอบมีสัดส่วนเหมาะสมและสวยงาม	4.00	0.58	เหมาะสมมาก
2.ขนาดและชนิดของตัวอักษรอ่านง่าย มีสีสันสะดุดตาและมีความเหมาะสม	4.29	0.76	เหมาะสมมากที่สุด
3.สัญลักษณ์และเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในรูปแบบการทดสอบสามารถสื่อความหมายได้ถูกต้องและชัดเจน	4.14	0.69	เหมาะสมมาก
4. ลำดับการทดสอบมีความต่อเนื่อง และเหมาะสม	4.43	0.79	เหมาะสมมากที่สุด
5. หน้าจอสรุปแสดงผลคะแนนมีความชัดเจน	3.86	0.69	เหมาะสมมาก
เฉลี่ยรวม	4.14	0.43	เหมาะสมมาก
ด้านความครอบคลุมเนื้อหา			
6. รูปแบบการทดสอบมีเนื้อหาครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 เรื่อง การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	4.00	0.58	เหมาะสมมาก
7. ข้อมูลย้อนกลับที่ให้เมื่อตอบผิดให้มีความเหมาะสมครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	4.29	0.49	เหมาะสมมากที่สุด
8. รูปแบบการทดสอบมีการกระจายมิติของเนื้อหาเกี่ยวกับการแก้สมการ และโจทย์ปัญหาสมการ อย่างเหมาะสม	4.57	0.53	เหมาะสมมากที่สุด
9. รูปแบบการทดสอบมีสัดส่วนจำนวนข้อสอบ	4.29	0.76	

ประเด็นการประเมิน	*M*	*SD*	ความหมาย
เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้			เหมาะสมมากที่สุด
10. ข้อสอบแต่ละข้อมีความเหมาะสมถูกต้องตามมิติเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่มุงวัด	4.14	0.69	เหมาะสมมาก
เฉลี่ยรวม	4.26	0.15	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้			
11.รูปแบบการทดสอบมีความสะดวกรวดเร็ว สามารถลงทะเบียนเข้าใช้ได้ง่าย	4.29	0.76	เหมาะสมมากที่สุด
12.ผู้ใช้สามารถพิมพ์คำตอบแบบเติมคำอย่างสะดวกรวดเร็ว	4.43	0.79	เหมาะสมมากที่สุด
13.มีการแจ้งผลการตอบรายข้อ และให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นประโยชน์ในการตอบข้อสอบใหม่ในครั้งถัดไป	4.14	0.69	เหมาะสมมาก
14.มีคู่มือการใช้รูปแบบการทดสอบที่มีคำบรรยายและภาพประกอบสะดวกแก่การใช้งาน	4.00	0.82	เหมาะสมมาก
15.ระยะเวลาในการทดสอบมีความเหมาะสมกับการนำไปใช้	4.14	0.38	เหมาะสมมาก
เฉลี่ยรวม	4.20	0.40	เหมาะสมมาก

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาผลการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

เนื่องมาจากผลการทดลองในระยะที่ 1 พบว่าแบบการเรียนส่งผลให้ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับส่งผลให้ค่าเฉลี่ยคะแนนฯ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในระยะที่ 3 ผู้วิจัยจึงได้พัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับเพียง 1 แบบ คือการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF) เนื่องจากรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับทั้ง 3 แบบทำให้นักเรียนมีศักยภาพไม่แตกต่างกัน ภายใต้ระยะเวลาในการทำ

แบบทดสอบที่จำกัดผู้วิจัยจึงเลือกข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะซึ่งผู้ทดสอบจะใช้เวลาในการอ่านน้อยกว่ารูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF)

ผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนครั้งที่ 1 พบว่า นักเรียนมีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ย 6.48 คะแนน และมีคะแนนหลังเรียนครั้งที่ 1 เฉลี่ย 12.10 คะแนน ดังตารางที่ 38

ตารางที่ 38 สถิติพื้นฐานของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

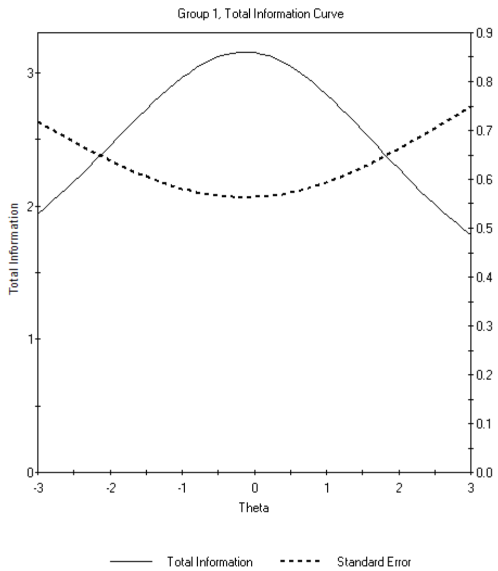
สถิติพื้นฐาน	Mean	S.D.	Max	Min	CV
คะแนนก่อนเรียน	6.48	3.06	18	1	9.39
คะแนนหลังเรียนครั้งที่ 1	12.10	2.95	19	5	8.70

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบก่อนเรียน มีค่าความยาก (b) อยู่ระหว่าง -0.83 ถึง 0.24 และมีค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง 0.37 ถึง 0.93 และมีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบสอบ (Test Information; I(θ)) มีค่าสูงสุดที่ $\theta = 0$ แสดงว่า แบบทดสอบก่อนเรียน มีความแม่นยำในการประมาณค่าผู้สอบที่มีความสามารถปานกลาง ตารางที่ 39 และภาพที่ 31

ตารางที่ 39 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบก่อนเรียน ในระยะที่ 3

ข้อที่	a (S.E.)	b (S.E.)
1	0.55 (0.20)	-0.33 (0.29)
2	0.37 (0.19)	-0.30 (0.41)
3	0.57 (0.21)	-0.47 (0.29)
4	0.45 (0.19)	-0.21 (0.33)
5	0.78 (0.23)	-0.42 (0.22)
6	0.55 (0.20)	-0.64 (0.34)
7	0.69 (0.23)	-0.83 (0.32)
8	0.59 (0.21)	-0.60 (0.31)
9	0.75 (0.23)	-0.34 (0.22)
10	0.41 (0.19)	-0.58 (0.43)

ข้อที่	a (S.E.)	b (S.E.)
11	0.76 (0.23)	-0.31 (0.21)
12	0.69 (0.21)	-0.02 (0.22)
13	0.90 (0.24)	-0.02 (0.17)
14	0.64 (0.21)	0.18 (0.24)
15	0.46 (0.19)	-0.25 (0.33)
16	0.84 (0.23)	-0.05 (0.18)
17	0.55 (0.20)	0.17 (0.28)
18	0.68 (0.21)	0.24 (0.23)
19	0.93 (0.25)	0.21 (0.18)
20	0.70 (0.22)	0.01 (0.22)



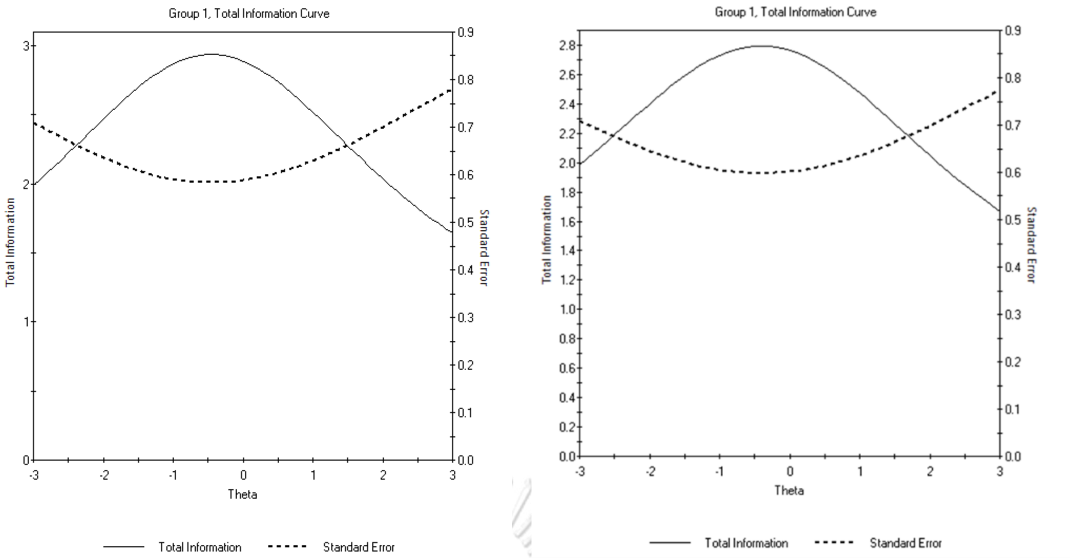
ภาพที่ 31 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบก่อนเรียนระยะที่ 3

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 1 มีค่าความยาก (b) อยู่ระหว่าง-1.22 ถึง 0.29 และมีค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง 0.11 ถึง 0.95 และมีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบสอบ (Test Information; I(θ)) มีค่าสูงสุดที่ θ = -0.50 แสดงว่า แบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 1 มีความแม่นยำในการประมาณค่าผู้สอบที่มีความสามารถปานกลาง และ แบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 2 มีค่าความยาก (b) อยู่ระหว่าง -1.52 ถึง 0.27 และมีค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง 0.32 ถึง 0.84 และมีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบสอบ (Test Information; I(θ)) มีค่าสูงสุดที่ θ = -0.50

แสดงว่า แบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 2 มีความแม่นยำในการประมาณค่าผู้สอบที่มีความสามารถปานกลาง ตารางที่ 32 และภาพที่ 33

ภาพที่ 32 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 1 และแบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 2 ในระยะที่ 3

	แบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 1			แบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 2	
ข้อที่	a (S.E.)	b (S.E.)	ข้อที่	a (S.E.)	b (S.E.)
1	0.54 (0.21)	-0.72 (0.37)	1	0.62 (0.22)	-0.40 (0.27)
2	0.57 (0.21)	-0.46 (0.30)	2	0.42 (0.20)	-0.72 (0.47)
3	0.88 (0.25)	-0.46 (0.21)	3	0.69 (0.23)	-0.43 (0.25)
4	0.67 (0.22)	-0.34 (0.24)	4	0.68 (0.22)	-0.27 (0.23)
5	0.95 (0.26)	-0.56 (0.21)	5	0.84 (0.25)	-0.48 (0.22)
6	0.87 (0.25)	-0.68 (0.24)	6	0.69 (0.23)	-0.96 (0.34)
7	0.61 (0.23)	-1.21 (0.46)	7	0.55 (0.23)	-1.52 (0.62)
8	0.58 (0.22)	-1.07 (0.43)	8	0.72 (0.23)	-0.83 (0.30)
9	0.61 (0.22)	-1.10 (0.42)	9	0.54 (0.21)	-1.19 (0.50)
10	0.29 (0.19)	-1.22 (0.91)	10	0.44 (0.20)	-1.06 (0.55)
11	0.54 (0.21)	-0.69 (0.36)	11	0.61 (0.22)	-0.44 (0.28)
12	0.61 (0.22)	-0.44 (0.27)	12	0.50 (0.21)	-0.73 (0.40)
13	0.59 (0.21)	-0.52 (0.29)	13	0.44 (0.20)	-0.73 (0.44)
14	0.69 (0.22)	0.21 (0.23)	14	0.72 (0.23)	0.17 (0.22)
15	0.11 (0.18)	-0.45 (1.48)	15	0.28 (0.19)	-0.04 (0.50)
16	0.66 (0.22)	-0.31 (0.24)	16	0.75 (0.24)	-0.25 (0.21)
17	0.26 (0.19)	-0.12 (0.56)	17	0.32 (0.19)	-0.22 (0.46)
18	0.55 (0.21)	0.29 (0.29)	18	0.55 (0.21)	0.17 (0.27)
19	0.77 (0.24)	0.25 (0.21)	19	0.69 (0.23)	0.27 (0.23)
20	0.57 (0.21)	0.02 (0.26)	20	0.69 (0.23)	0.02 (0.22)



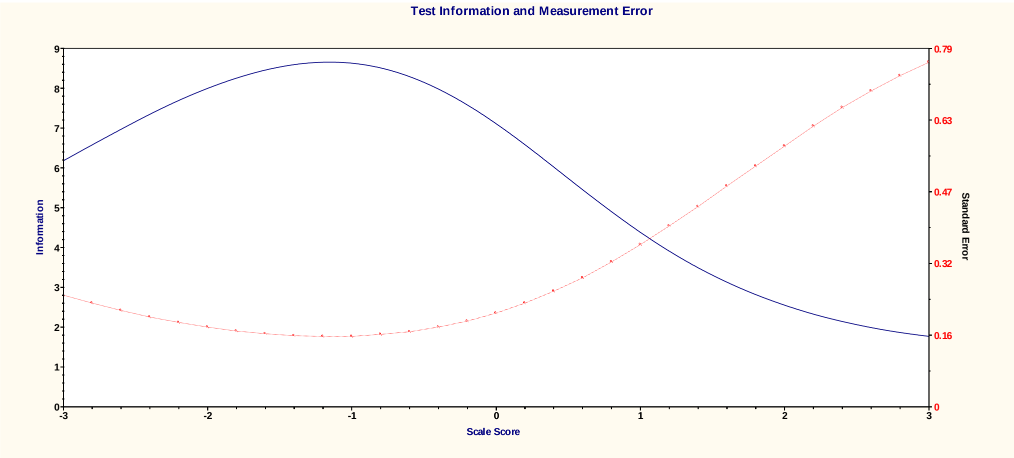
ภาพที่ 33 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ในระยะที่ 3

ผลการวิเคราะห์แบบสอบระหว่างเรียนตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบรายข้อแบบวิเคราะห์ภายใต้การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสซ์ (Rasch Sequential Item Response Theory Model ; Rasch SIRT Model) พบว่า แบบสอบมีค่าความยาก (b) อยู่ระหว่าง -4.70 ถึง 10.68 ด้านความเที่ยงพบว่ามีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับปานกลาง 0.830 เมื่อพิจารณาด้านสารสนเทศของแบบสอบ (Test Imformation; TIF) พบว่า มีค่าสารสนเทศสูงสุด TIF = 8.626 (SE = 0.340) ดังตารางที่ 40 และภาพที่ 34

ตารางที่ 40 ผลการประเมินคุณภาพแบบทดสอบระหว่างเรียน ในระยะที่ 3

ข้อที่	α (S.E.)	β1 (S.E.)	β2 (S.E.)	β3 (S.E.)	ข้อที่	α (S.E.)	β1 (S.E.)	β2 (S.E.)	β3 (S.E.)
1	0.82 (0.25)	-4.51 (1.52)	-0.59 (0.29)	9.92 (-)	**16**	0.65 (0.33)	-3.82 (1.80)	-1.77 (0.88)	10.67 (-)
2	0.81 (0.25)	-4.34 (1.63)	-1.90 (0.88)	9.52 (-)	**17**	1.16 (0.38)	-1.02 (0.44)	-0.14 (0.26)	7.47 (-)
3	0.60 (0.27)	-3.87 (1.55)	-1.15 (0.58)	11.08 (-)	**18**	1.31 (0.42)	-1.97 (0.57)	-0.69 (0.34)	6.83 (-)
4	0.61	-2.42	-0.46	13.36	**19**	0.79	-2.65	-0.89	9.35

ข้อที่	α (S.E.)	β1 (S.E.)	β2 (S.E.)	β3 (S.E.)	ข้อที่	α (S.E.)	β1 (S.E.)	β2 (S.E.)	β3 (S.E.)
	(0.26)	(1.92)	(0.54)	(-)		(0.40)	(1.34)	(0.51)	(-)
5	1.13	-2.09	-0.89	7.79	**20**	1.22	-1.97	-0.73	7.39
	(0.36)	(0.56)	(0.28)	(-)		(0.36)	(0.45)	(0.26)	(-)
6	0.75	-4.70	-2.24	10.18	**21**	1.11	-1.50	-0.57	8.09
	(0.26)	(2.49)	(0.71)	(-)		(0.36)	(0.48)	(0.27)	(-)
7	1.71	-0.82	-0.07	7.33	**22**	1.15	-2.13	-1.19	7.54
	(0.38)	(0.21)	(0.17)	(-)		(0.40)	(0.74)	(0.42)	(-)
8	1.04	-1.71	-0.89	8.47	**23**	0.66	-3.02	-1.22	10.42
	(0.29)	(0.56)	(0.29)	(-)		(0.32)	(1.35)	(0.58)	(-)
9	1.22	-1.73	-0.83	7.53	**24**	0.66	-4.57	-1.12	10.50
	(0.36)	(0.40)	(0.24)	(-)		(0.30)	(2.13)	(0.59)	(-)
10	1.08	-1.74	-0.29	8.37	**25**	1.00	-2.00	-0.41	8.79
	(0.40)	(0.47)	(0.22)	(-)		(0.42)	(0.67)	(0.32)	(-)
11	0.75	-2.44	-0.41	10.53	**26**	0.73	-2.79	-1.22	10.42
	(0.50)	(1.21)	(0.57)	(-)		(0.29)	(0.84)	(0.83)	(-)
12	1.08	-2.08	-0.68	8.04	**27**	1.08	-1.65	-0.73	8.17
	(0.35)	(0.65)	(0.30)	(-)		(0.37)	(0.73)	(0.40)	(-)
13	0.75	-3.90	-1.72	9.83	**28**	0.74	-3.49	-1.09	9.58
	(0.30)	(1.51)	(0.66)	(-)		(0.26)	(1.57)	(0.58)	(-)
14	0.93	-3.54	-1.58	8.65	**29**	0.65	-4.85	-1.38	10.68
	(0.31)	(1.23)	(0.54)	(-)		(0.28)	(2.06)	(1.52)	(-)
15	0.75	-3.13	-0.94	9.79	**30**	0.81	-3.18	-1.05	9.35
	(0.29)	(1.73)	(0.55)	(-)		(0.29)	(1.13)	(0.43)	(-)



ภาพที่ 34 โค้งสารสนเทศของแบบทดสอบระหว่างเรียนระยะที่ 3

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรตาม ความน่าจะเป็นในการตอบถูก พัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน ความคงทนในการเรียนรู้ พบว่า 1) ผู้เรียนแบบมีส่วนร่วมมีค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูกสูงที่สุด (M=0.69 ,SD=0.18) 2) ผู้เรียนแบบอิสระ มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการการเรียนรู้สูงที่สุด (M=48.23, SD=19.48) 3) ผู้เรียนแบบหลีกเลี่ยง มีค่าเฉลี่ยความคงทนในการเรียนรู้สูงที่สุด (M=2.17 ,SD=1.27) ดังตารางที่ 41

ตารางที่ 41 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรตาม ความน่าจะเป็นในการตอบถูก พัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน ความคงทนในการเรียนรู้ ในระยะที่ 3

ตัวแปรตาม	แบบการเรียน	N	Mean	SD
ความน่าจะเป็นในการตอบถูก	แบบอิสระ	17	0.68	0.20
	แบบพึ่งพา	32	0.64	0.16
	แบบร่วมมือ	39	0.65	0.20
	แบบหลีกเลี่ยง	23	0.62	0.14
	แบบแข่งขัน	28	0.68	0.19
	แบบมีส่วนร่วม	64	0.69	0.18
	รวม	203	0.66	0.18
พัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน	แบบอิสระ	17	48.23	19.48
	แบบพึ่งพา	32	39.85	13.26
	แบบร่วมมือ	39	42.69	15.85
	แบบหลีกเลี่ยง	23	36.50	12.96

ตัวแปรตาม	แบบการเรียน	N	Mean	SD
	แบบแข่งขัน	28	45.09	16.51
	แบบมีส่วนร่วม	64	41.72	15.29
	รวม	203	42.03	15.52
ความคงทนในการเรียนรู้	แบบอิสระ	17	1.12	0.99
	แบบพึ่งพา	32	1.34	1.86
	แบบร่วมมือ	39	1.69	1.73
	แบบหลีกเลี่ยง	23	2.17	1.27
	แบบแข่งขัน	28	1.43	1.64
	แบบมีส่วนร่วม	64	1.47	1.95
	รวม	203	1.54	1.72

ผลการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นในการตอบถูก พัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน ความคงทนในการเรียนรู้จำแนกตามแบบเรียน โดยการวิเคราะห์แบบ One-way MANCOVA ซึ่งมีระดับความสามารถของนักเรียนเป็นตัวแปรร่วม พบว่า นักเรียนในแต่ละแบบการเรียนมีศักยภาพการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน โดยนักเรียนที่มีแบบการเรียนต่างกันมีความน่าจะเป็นในการตอบถูกไม่แตกต่างกัน (F=1.663, p=.145) นักเรียนที่มีแบบเรียนต่างกันมีพัฒนาการการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน (F= 1.884, p=.099) นักเรียนที่มีแบบเรียนต่างกันมีความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน (F=.863, p=.507) ดังตารางที่ 42

ตารางที่ 42 ผลการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นในการตอบถูก พัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน ความคงทนในการเรียนรู้จำแนกตามแบบเรียน

แหล่งความแปรปรวน	ตัวแปรตาม	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	*p*
แบบการเรียน	ความน่าจะเป็น	.015	5	.003	1.663	.145
	พัฒนาการ	922.983	5	184.597	1.884	.099
	ความคงทน	10.208	5	2.042	.863	.507
Error	ความน่าจะเป็น	.342	196	.002		
	พัฒนาการ	19201.032	196	97.964		

แหล่งความแปรปรวน	ตัวแปรตาม	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	*p*
	ความคงทน	463.453	196	2.365		
Total	ความน่าจะเป็น	96.004	203			
	พัฒนาการ	407238.866	203			
	ความคงทน	1080.000	203			
Corrected Total	ความน่าจะเป็น	6.476	202			
	พัฒนาการ	48643.529	202			
	ความคงทน	600.473	202			

หมายเหตุ: $p < .05$

ผลการศึกษาคะแนนพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้สูตรคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (relative gain scores) ของนักเรียนจำนวน 203 คนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 59.61 มีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับกลาง รองลงมาคือนักเรียนร้อยละ 23.65 มีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับสูง นักเรียนร้อยละ14.78 มีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับต้น และนักเรียนส่วนน้อยร้อยละ 1.97 มีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับสูงมาก ดังตารางที่ 43

ตารางที่ 43 ระดับคะแนนพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน

ระดับคะแนนพัฒนาการ	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละของนักเรียน
พัฒนาการระดับต้น (คะแนนร้อยละ 0-25)	30	14.78
พัฒนาการระดับกลาง (คะแนนร้อยละ 26-50)	121	59.61
พัฒนาการระดับสูง (คะแนนร้อยละ 51-75)	48	23.65
พัฒนาการระดับสูงมาก (คะแนนร้อยละ 76-100)	4	1.97
รวม	203	100

ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ ของนักเรียน 203 คน และครูผู้สอน 3 คน รวมทั้งหมด 206 คน พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนและครูผู้สอนมีความเห็นว่ารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ มีความเหมาะสมมากที่สุด (M= 4.25, S.D.= 0.43) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ประเด็นที่ได้คะแนนสูงสุดคือ ข้อ 7. ข้อมูลย้อนกลับที่ให้เมื่อตอบผิด อ่านง่าย และกระตุ้นการเรียนรู้ มีความเหมาะสมมากที่สุด (M= 4.36, S.D.= 0.65) รองลงมาคือ ข้อ 3. จำนวนข้อสอบมีความเหมาะสมกับระยะเวลา มีความเหมาะสมมากที่สุด (M= 4.31, S.D.= 0.63) และประเด็นประเมินที่ได้คะแนนต่ำที่สุด คือ ข้อ 5. การตอบแบบทดสอบแบบเติมคำมีความสะดวก รวดเร็วมีความเหมาะสมมาก (M= 4.14, S.D.= 0.64) ดังตารางที่ 44

ตารางที่ 44 ผลการประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้รูปแบบการทดสอบ

ประเด็นการประเมิน	*M*	*S.D.*	ความหมาย
1.ความสะดวกรวดเร็วในการลงทะเบียนใช้งานรูปแบบการทดสอบ	4.17	0.64	เหมาะสมมาก
2.การออกแบบหน้าจอสวยงาม มีแถบเครื่องมือที่สะดวกต่อการใช้งาน	4.23	0.62	เหมาะสมมากที่สุด
3.จำนวนข้อสอบมีความเหมาะสมกับระยะเวลา	4.31	0.63	เหมาะสมมากที่สุด
4. เนื้อหาในรูปแบบการทดสอบมีความเหมาะสม	4.25	0.66	เหมาะสมมากที่สุด
5. การตอบแบบทดสอบแบบเติมคำมีความสะดวกรวดเร็ว	4.14	0.64	เหมาะสมมาก
6. ลำดับขั้นตอนของรูปแบบการทดสอบมีความเหมาะสมต่อเนื่อง	4.29	0.60	เหมาะสมมากที่สุด
7. ข้อมูลย้อนกลับที่ให้เมื่อตอบผิด อ่านง่าย และกระตุ้นการเรียนรู้	4.36	0.65	เหมาะสมมากที่สุด
8. ความถูกต้องของเฉลยข้อสอบ	4.30	0.63	เหมาะสมมากที่สุด
9. การแสดงผลคะแนนมีความชัดเจน	4.24	0.67	เหมาะสมมากที่สุด
10. รูปแบบการทดสอบช่วยทำให้เรียนรู้ได้ดีขึ้น	4.18	0.67	เหมาะสมมาก
เฉลี่ยรวม	4.25	0.43	เหมาะสมมากที่สุด

ตอนที่ 4 ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน พบว่า ด้านอัตถประโยชน์ (utility) ผลการประเมินเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด (*M*= 4.29, S.D.= 0.20) โดยรายการประเมินที่ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนสูงสุดคือ ข้อ 4. รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีช่วยเพิ่มความคงทนในการเรียนรู้ (*M*= 4.71, S.D.= 0.49) ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) ผลการประเมินเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด (*M*= 4.31, S.D.= 0.16)) โดยรายการประเมินที่ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนสูงสุดคือ ข้อ 7. รูปแบบการทดสอบสามารถตอบสนองการใช้งานของผู้ใช้ได้ (*M*= 4.57, S.D.= 0.53) ด้านความเหมาะสม (propriety) ผลการประเมินเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด (*M*= 4.34, S.D.= 0.22) โดยรายการประเมินที่ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนสูงสุดคือ ข้อ 13. ระยะเวลาในรูปแบบการทดสอบมีความเหมาะสม (*M*= 4.57, S.D.= 0.53) ด้านความถูกต้อง (accuracy) ผลการประเมินเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด (*M*= 4.37, S.D.= 0.31) โดยรายการประเมินที่ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนสูงสุดคือ ข้อ 20. การประมวลผลการทดสอบในระบบการทดสอบมีความถูกต้อง (*M*= 4.57, S.D.= 0.53) รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 45

ตารางที่ 45 ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

ประเด็นการประเมิน	*M*	*SD*	ความหมาย
ด้านอัตถประโยชน์(utility)			
1.รูปแบบการทดสอบ สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้	4.43	0.53	มากที่สุด
2.รูปแบบการทดสอบ สามารถใช้เพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ตามแบบการเรียนของผู้เรียน	4.00	0.58	มาก
3.รูปแบบการทดสอบมีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ผู้เรียนสามารถนำไปปรับใช้ได้ทันที	4.29	0.49	มากที่สุด
4.รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีช่วยเพิ่มความคงทนในการเรียนรู้	4.71	0.49	มากที่สุด
5.ผลการทดสอบสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเป็น	4.00	0.58	

ประเด็นการประเมิน	*M*	*SD*	ความหมาย
รูปธรรม			มาก
เฉลี่ยรวม	4.29	0.20	มากที่สุด
ด้านความเป็นไปได้ (feasibility)			
6.รูปแบบการทดสอบสามารถนำไปใช้งานได้จริง	4.43	0.53	มากที่สุด
7.รูปแบบการทดสอบสามารถตอบสนองการใช้งานของผู้ใช้ได้	4.57	0.53	มากที่สุด
8.รูปแบบการทดสอบมีคู่มือการใช้ที่มีรายละเอียดชัดเจนง่ายต่อการนำไปใช้	4.43	0.79	มากที่สุด
9.รูปแบบการทดสอบมีความสะดวกรวดเร็วในการใช้งานระบบ	4.14	0.90	มาก
10.การพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีมีความคุ้มค่า	4.00	0.58	มาก
เฉลี่ยรวม	4.31	0.16	มากที่สุด
ด้านความเหมาะสม (propriety)			
11.รูปแบบการทดสอบมีการชี้แจงก่อนเริ่มใช้งานชัดเจน	4.43	0.53	มากที่สุด
12.ขอบเขตเนื้อหาในรูปแบบการทดสอบมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	4.43	0.79	มากที่สุด
13.ระยะเวลาในรูปแบบการทดสอบมีความเหมาะสม	4.57	0.53	มากที่สุด
14.ขั้นตอนการทดสอบมีความเหมาะสมกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ของครู	4.29	0.76	มากที่สุด
15.ผลการทดสอบมีความเหมาะสมที่จะนำไปพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน	4.00	0.82	มาก
เฉลี่ยรวม	4.34	0.22	มากที่สุด
ด้านความถูกต้อง (accuracy)			
16.มีการอธิบายวัตถุประสงค์ของการทดสอบผู้เรียนไว้ครบถ้วน	4.14	0.69	มาก
17.มีการอธิบายขั้นตอนในการใช้รูปแบบการทดสอบไว้ครบถ้วน	4.43	0.53	มากที่สุด
18.ข้อมูลย้อนกลับที่ให้กับผู้เรียนมีความถูกต้อง	4.29	0.49	มากที่สุด

ประเด็นการประเมิน	*M*	*SD*	**ความหมาย**
19.เฉลยข้อสอบในรูปแบบการทดสอบมีความถูกต้อง	4.43	0.79	มากที่สุด
20.การประมวลผลการทดสอบในระบบการทดสอบมีความถูกต้อง	4.57	0.53	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.37	0.31	มากที่สุด

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ สำหรับผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1) เพื่อพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน 2) เพื่อตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน 3) เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน 4) เพื่อประเมินประสิทธิผลของการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน ซึ่งสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัยประกอบด้วยประเด็น 4 ประเด็น ดังนี้ 1) ผลการพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน 2) ผลการตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน 3) ผลการศึกษาผลการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน 4) ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

1.1) ผลการพัฒนาการทดสอบก่อนเรียนเพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการ

เรียนของผู้เรียน พบว่าแบบสอบมีค่า IOC >0.5 ทุกข้อ ขณะที่ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับและรายข้อตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบรายข้อแบบ 2 พารามิเตอร์ พบว่า แบบทดสอบก่อนเรียน มีค่าความยาก (b) อยู่ระหว่าง -0.94 ถึง 0.05 และมีค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง 0.51 ถึง 1.03 เมื่อพิจารณาในด้านความเที่ยงพบว่า แบบทดสอบก่อนเรียน มีค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในเท่ากับ .715

1.2) ผลการพัฒนาการทดสอบระหว่างเรียนเพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน พบว่าแบบสอบมีค่า IOC >0.5 ทุกข้อ ขณะที่ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับและรายข้อตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบรายข้อแบบ วิเคราะห์ภายใต้การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสช์ (Rasch Sequential Item Response Theory Model ; Rasch SIRT Model) พบว่า แบบสอบมีค่าความยาก (b) อยู่ระหว่าง -2.93 ถึง 0.13 ด้านความเที่ยงพบว่ามีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับปานกลาง 0.857 เมื่อพิจารณาด้านสารสนเทศของแบบสอบ (Test Imformation; TIF) พบว่า มีค่าสารสนเทศสูงสุด TIF = 11.824 (SD=0.291)

1.3) ผลการพัฒนาการทดสอบหลังเรียนเพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน พบว่า แบบสอบทั้งสองฉบับมีค่า IOC > 0.5 ทุกข้อ ขณะที่ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับและรายข้อตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบรายข้อแบบ 2 พารามิเตอร์ พบว่า แบบสอบฉบับ 1 มีค่าความยาก (b) อยู่ระหว่าง -0.68 ถึง 0.01 และมีค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง 0.50 ถึง 1.59 และแบบสอบฉบับที่ 2 มีค่าความยาก (b) อยู่ระหว่าง -0.68 ถึง 0.00 และมีค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง 0.54 ถึง 1.95 เมื่อพิจารณาในด้านความเที่ยงพบว่า แบบทดสอบหลังเรียนทั้งสองฉบับมีค่าความเที่ยงใกล้เคียงกันโดยแบบทดสอบหลังเรียน 1 มีค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในเท่ากับ .807 และแบบทดสอบหลังเรียน 2 มีค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในเท่ากับ .769 และเมื่อวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบสอบคู่ขนานทั้ง 2 ฉบับ พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ.771 ซึ่งถือว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับสูง

1.4) ผลการทดลองใช้เครื่องมือในการสร้างรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปร

เดียวก่อนและหลังการเรียนการสอน พบว่าผู้เรียนที่มีแบบการเรียนแบบแข่งขันในภาพรวม มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีของผู้เรียนสูงที่สุด (M = 9.00, SD = 6.303) รองลงมาคือ ผู้เรียนที่มีแบบการเรียนแบบอิสระ (M = 6.29, SD = 5.096) ผู้เรียนที่มีแบบการเรียนแบบมีส่วนร่วม (M = 5.61, SD = 4.906) ผู้เรียนที่มีแบบการเรียนแบบหลีกเลี่ยง (M = 5.22, SD = 3.153) ผู้เรียนที่มีแบบการเรียนแบบร่วมมือ (M = 3.88, SD = 2.673) และผู้เรียนที่มีแบบการเรียนแบบพึ่งพา (M = 1.75, SD = 1.815) ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการตอบถูกของแบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ภายใต้การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสช์ (Rasch Sequential Item Response Theory Model ; Rasch SIRT Model) พบว่า ค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูกของความพยายามในการตอบครั้งแรกในผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำมีโอกาสตอบถูกน้อยมาก (M=0.161, SD=0.156) เมื่อเทียบกับกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถสูง (M=0.962, SD=0.015) ขณะที่ความพยายามตอบสุดท้าย ครั้งที่ 3 ผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำมีโอกาสตอบถูกมากขึ้น (M=0.485, SD=0.205)

ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียน (Learning style) และรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-ways ANOVA) ผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวแปรอิสระทั้งสองตัว ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังจากได้รับข้อมูลย้อนกลับ (F = 0.380, p = 0.953) แบบการเรียนส่งผลให้ค่าเฉลี่ยคะแนนฯ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (F = 3.785, p = .003) แต่รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับส่งผลให้ค่าเฉลี่ยคะแนนฯ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F = .424, p = .655)

ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียนของผู้เรียนและรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อศักยภาพการเรียนรู้ ได้แก่ ความน่าจะเป็นในการตอบถูกเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับ พัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน ความคงทนในการเรียนรู้ ซึ่งมีระดับความสามารถของนักเรียนเป็นตัวแปรร่วม โดยการวิเคราะห์แบบ Two-way MANCOVA พบว่า แบบการเรียนของผู้เรียนและรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับไม่มีปฏิสัมพันธ์กันและไม่ส่งผลต่อศักยภาพการเรียนรู้ แสดงให้เห็นว่าแบบเรียนที่แตกต่างกัน และการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันทำให้ผู้เรียนมีความน่าจะ

เป็นในการตอบถูกเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับ พัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน ความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน

1.5) ผลการพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียนผลการออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบด้านกระบวนการ ผู้วิจัยและผู้เขียนโปรแกรมได้ออกแบบรูปแบบการทดสอบ ผู้วิจัยดำเนินการออกแบบโปรแกรมในการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที โดยใช้การเขียนระบบข้อสอบด้วยภาษา php ในการสร้างระบบการทดสอบ โดยมีการเชื่อมต่อระบบการทดสอบเป็นแบบ Online และกำหนดให้มี Administrator เป็นผู้ดูแลระบบและรวบรวมผลคะแนนของผู้เรียนกระบวนการของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน ประกอบด้วย 6 กระบวนการดังนี้

1) กระบวนการลงทะเบียน

2) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวก่อนเรียน

3) กระบวนการสำรวจแบบการเรียนของผู้เรียน

4) กระบวนการทดสอบระหว่างเรียนเพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

5) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังเรียนครั้งที่ 1

6) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังเรียนครั้งที่ 2

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

ผลการประเมินรับรองความตรงตามเนื้อหาของต้นแบบของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียนโดยใช้แบบประเมิน พบว่า ด้านการสื่อความหมาย ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับเหมาะสมมาก (M= 4.14, S.D.= 0.43) ด้านความครอบคลุมเนื้อหา ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด (M= 4.26, S.D.= 0.15) ด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้ ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับเหมาะสมมาก (M= 4.20, S.D.= 0.40)

3. ผลการศึกษาผลการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

ผลการศึกษาคะแนนพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้สูตรคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (relative gain scores) ของนักเรียนจำนวน 203 คนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 59.61 มีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับกลาง รองลงมาคือนักเรียนร้อยละ 23.65 มีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับสูง นักเรียนร้อยละ14.78 มีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับต้น และนักเรียนส่วนน้อยร้อยละ 1.97 มีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับสูงมาก

ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ ของนักเรียนและครูผู้สอน พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนและครูผู้สอนมีความเห็นว่ารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ฯ มีความเหมาะสมมากที่สุด (M= 4.25, S.D.= 0.43) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ประเด็นที่ได้คะแนนสูงสุด คือ ข้อ 7. ข้อมูลย้อนกลับที่ให้เมื่อตอบผิดอ่านง่าย และกระตุ้นการเรียนรู้ มีความเหมาะสมมากที่สุด (M= 4.36, S.D.= 0.65) รองลงมาคือ ข้อ 3.จำนวนข้อสอบมีความเหมาะสมกับระยะเวลา มีความเหมาะสมมากที่สุด (M= 4.31, S.D.= 0.63) และประเด็นประเมินที่ได้คะแนนต่ำที่สุด คือ ข้อ 5. การตอบแบบทดสอบแบบเติมคำมีความสะดวกรวดเร็วมีความเหมาะสมมาก (M= 4.14, S.D.= 0.64)

4. ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน พบว่า ด้านอัตถประโยชน์ (utility) ผลการประเมินเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด (M= 4.29, S.D.= 0.20)   ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) ผลการประเมินเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด (M= 4.31, S.D.= 0.16)) ด้านความเหมาะสม (propriety) ผลการประเมินเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด (M= 4.34, S.D.= 0.22) ด้านความถูกต้อง (accuracy) ผลการประเมินเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด (M= 4.37, S.D.= 0.31)

อภิปรายผล

ผู้วิจัยอภิปรายผลการวิจัยเป็น 4 ประเด็นตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. ผลการพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน พบว่า รูปแบบมีองค์ประกอบของการทดสอบ มี 3 ประการ ได้แก่ ผู้เรียน เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ และผลการทดสอบ และขั้นตอนการทดสอบตามกระบวนการเรียนการสอน แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ การทดสอบก่อนเรียน การทดสอบระหว่างเรียน และการทดสอบหลังเรียน ซึ่งจุดเด่นของรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นคือ รูปแบบการทดสอบมีความสะดวกรวดเร็วในการลงทะเบียนใช้งาน ลำดับขั้นตอนของรูปแบบการทดสอบมีความเหมาะสมต่อเนื่อง มีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ อ่านง่ายและกระตุ้นการเรียนรู้ รูปแบบการทดสอบช่วยทำให้เรียนรู้ได้ดีขึ้นการทดสอบบ่อยๆ ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพ แต่รูปแบบการทดสอบก็ยังมีจุดด้อยในบางประเด็นที่ผู้ใช้เสนอแนะเพิ่มเติม เช่น การรายงานผลคะแนนควรรายงานด้วยแผนภูมิหรือกราฟิกที่ให้สารสนเทศที่ครอบคลุมและชัดเจนมากยิ่งขึ้น และรายงานผลควรพิมพ์ในรูปเอกสารเพื่อเก็บข้อมูลสารสนเทศสำหรับนักเรียนหรือครูได้ นอกจากนี้จุดที่ควรพัฒนาในรูปแบบคือ การตัดสินผลผู้เรียนว่ามีรูปแบบการเรียนแบบใดในกรณีที่ผลจากการทำแบบสอบถามมีคะแนนของรูปแบบการเรียนเท่ากันในแต่ละรูปแบบ ซึ่งในระบบที่พัฒนาขึ้นถ้าคะแนนเท่ากันผู้วิจัยใช้วิธีการให้ครูผู้สอนเป็นผู้ตัดสินจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียน ซึ่งอาจจะทำให้ขาดความเป็นปรนัย สำหรับในการศึกษาหรือพัฒนาต่อไปควรมีการพัฒนาเกณฑ์การตัดสินรูปแบบการเรียนของผู้เรียนที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

ความสามารถในการประยุกต์แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของผู้เรียนหลังเรียน จำแนกตามแบบการเรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่มีแบบการเรียนแบบแข่งขันในภาพรวม มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีของผู้เรียนสูงที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้เรียนที่มีแบบการเรียนแบบแข่งขันมักจะคิดว่าห้องเรียนเป็นสนามแข่งขัน จะต้องแพ้ ชนะ และผู้เรียนแบบนี้จะคิดเสมอว่าตัวเองต้องเป็นผู้ชนะด้วยการได้คะแนนที่ดี ซึ่งอาจมีผลให้นักเรียนกลุ่มนี้เมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีแล้วทำให้มีคะแนนความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวสูงกว่าผู้เรียนในกลุ่มอื่น เหตุผลอีกประการหนึ่งอาจจะเป็นเพราะการจัดการเรียนการสอนของครูในการวิจัยครั้งนี้เหมาะสมกับรูปแบบการเรียนแบบแข่งขันเนื่องจากมีการทดสอบทุกคาบเรียน จำนวน 10 คาบ จึงมีโอกาสทำให้ผู้เรียนในกลุ่มนี้ได้คะแนนสูงที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ สิตานนท์ ศรีวรรธนะ (2556) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูที่เหมาะสมกับลีลาการ

เรียนรู้หรือวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้เรียนมีโอกาสใช้ลีลาการเรียนรู้ของตนเองในการเรียนรู้ ก็จะมีผลต่อประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่พัฒนาขึ้น

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียนและรูปแบบการให้ข้อมูลข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนและรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังจากได้รับข้อมูลย้อนกลับ แสดงว่า รูปแบบการเรียน และรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับไม่ร่วมกันส่งผลต่อคะแนนความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กล่าวคือ รูปแบบการเรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับจำเป็นต้องพิจารณาแยกทีละตัวแปร และเมื่อพิจารณาที่แบบการเรียนส่งผลให้ค่าเฉลี่ยคะแนนฯ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก แบบการเรียนเป็นคุณลักษณะของแต่ละบุคคลที่มีรูปแบบที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะที่จะช่วยนำไปสู่การเรียนรู้และการทำความเข้าใจในเนื้อหาสาระได้แตกต่างกัน จึงทำให้คะแนนความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนมีความแตกต่างกันตามรูปแบบการเรียน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิไลวรรณ พุ่มขจร (2555) ที่พบว่า นักเรียนที่มีแบบการคิด แบบการเรียนแบบ และแบบการสอนของครูที่ต่างกันจะมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษแตกต่างกัน งานวิจัยของ คู่บุญ ศกุนตนาค (2542) ที่พบว่า ผลการเรียนเฉลี่ยแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ ของนักเรียนมีความแตกต่างกันตามแบบการเรียน และงานวิจัยของ ชวนสิทธิ์ สุชาติ (2532) ที่ทำการศึกษาแบบการเรียนของนิสิตคณะศึกษาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา พบว่า เพศ อายุ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตแตกต่างกันมีรูปแบบการเรียนแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาที่รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับส่งผลให้ค่าเฉลี่ยคะแนนฯ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ถึงแม้จะมีการให้ข้อมูลย้อนกลับรูปแบบที่ต่างกันแต่ทุกรูปแบบจัดเป็นข้อมูลย้อนกลับทันที(Immediate feedback) นักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีจะเกิดการพัฒนาการเรียนรู้ได้ดีกว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับในภายหลัง (Adam M. Persky, 2008) ขณะเดียวกันก็มีงานวิจัยที่พบว่า ผู้สอบมีเจตคติและแรงจูงใจในเชิงบวกต่อการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที โดยมีระดับเจตคติและแรงจูงใจที่สูงกว่าการได้รับข้อมูลย้อนกลับในภายหลัง (Fabienne M. van der Kleij, 2012) ทั้งนี้ส่วนหนึ่งที่การให้ข้อมูลย้อนกลับได้ผลคะแนนของนักเรียนไม่แตกต่างกัน อาจจะเป็นเพราะธรรมชาติของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ มีความรู้พื้นฐานไม่แตกต่างกัน เป็นนักเรียนกลุ่มคละความสามารถ เมื่อได้ข้อมูลย้อนกลับแบบใดแบบหนึ่งแล้วทำให้เกิดการเรียนรู้มากขึ้นเหมือนกัน ผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับทั้งสามแบบจึงมีคะแนนความสามารถในการประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าเป็นกลุ่มตัวอย่างอื่น อาจจะได้

คะแนนความสามารถหลังจากได้รับข้อมูลย้อนกลับที่มีความหลากหลาย แตกต่างกันไปตามบริบทของตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียนของผู้เรียนและรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อศักยภาพการเรียนรู้ ได้แก่ ความน่าจะเป็นในการตอบถูกเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับ พัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน ความคงทนในการเรียนรู้ ซึ่งมีระดับความสามารถของนักเรียนเป็นตัวแปรร่วม โดยการวิเคราะห์แบบ Two-way MANCOVA พบว่า แบบการเรียนของผู้เรียนและรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับไม่มีปฏิสัมพันธ์กันและไม่ส่งผลต่อศักยภาพการเรียนรู้ เมื่อมีการขจัดอิทธิพลอันเนื่องมาจากตัวแปรร่วม(ความสามารถของนักเรียน) ออกแล้ว นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนต่างกัน ได้รับข้อมูลย้อนกลับต่างชนิดกัน นักเรียนมีพัฒนาการในการเรียนรู้ได้ดีพอๆกัน มีความน่าจะเป็นในการตอบถูกและความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเกิดจากเหตุผล 3 ประการดังนี้ 1) ผู้วิจัยเก็บข้อมูลในระยะที่ 1 ภายในโรงเรียนเดียวกัน ลักษณะของนักเรียนมีความคล้ายกัน สภาพแวดล้อมและการจัดการเรียนการสอนมีความคล้ายกัน อาจส่งผลให้ผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนต่างกัน และได้รับข้อมูลย้อนกลับต่างกันแต่มีศักยภาพในการเรียนรู้เพิ่มขึ้นพอๆกัน 2) การวางแผนให้นักเรียนทำข้อสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างเรียนเพียง 3 ข้อต่อคาบเรียน อาจจะไม่เพียงพอที่จะเห็นความแตกต่างของตัวแปรตาม ซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งผู้เรียนต้องอาศัยทักษะกระบวนการในการคิดคำนวณ หรือแก้โจทย์ปัญหาจึงจำเป็นต้องอาศัยการฝึกฝนโดยในแต่ละคาบเรียนควรได้ฝึกทำแบบฝึกหัดหรือข้อสอบในจำนวนที่มากเพียงพอเพื่อให้นักเรียนเกิดศักยภาพในการเรียนรู้ 3) เนื้อหาที่ใช้ในรูปแบบการทดสอบเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ใช้เนื้อหาเพียง 1 เรื่อง คือการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งอาจจะไม่มีความหลากหลายของเนื้อหาเพียงพอที่จะทำให้เห็นความแตกต่างของตัวแปรตาม ดังนั้นในการวางแผนพัฒนาระบบทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์หรือวิชาอื่นๆ ในครั้งต่อไป ควรคำนึกถึงปัจจัยด้านเนื้อหา ระยะเวลา จำนวนข้อสอบ ที่จะมีผลต่อตัวแปรตามคือศักยภาพในการเรียนรู้

2. ผลการประเมินรับรองความตรงตามเนื้อหาของต้นแบบของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียนโดยใช้แบบประเมิน ด้านการสื่อความหมายอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ด้านความครอบคลุมเนื้อหา อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้ อยู่ในระดับเหมาะสมมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่ารูปแบบที่พัฒนาขึ้นจากการใช้แบบทดสอบเสริมศักยภาพในการเรียนรู้ (Test-enhanced Learning) เป็นแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการจดจำความคิดรวบยอดหรือข้อเท็จจริง ใน

การดึงความรู้เหล่านั้นจากความทรงจำ ซึ่งทำให้เพิ่มความจำระยะยาวของความคิดรวบยอดหรือข้อเท็จจริง แนวคิดนี้ รู้จักกันในนามของ “ผลจากการทดสอบ” ซึ่งการศึกษาส่วนใหญ่ใช้แนวคิดดังกล่าวในการตรวจสอบสมรรถนะของแบบทดสอบประเภทต่างๆ ที่จะช่วยดึงความจำ และมีการเปรียบเทียบการศึกษาต่างๆ (Roediger and Butler 2011; Roediger and Pyc 2012) ดังนั้นรูปแบบที่สร้างขึ้นจึงมีความเหมาะสมด้านการสื่อความหมาย ความครอบคลุมเนื้อหา และความเหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์

3. ผลการศึกษาผลการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน พบว่า คะแนนพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้สูตรคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (relative gain scores) นักเรียนส่วนใหญ่คะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับกลาง ทั้งนี้เนื่องมาจากรูปแบบการทดสอบมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้กับผู้เรียนได้จริง เพราะพัฒนาขึ้นมาจากแนวคิดการใช้แบบทดสอบเสริมศักยภาพในการเรียนรู้ (Test-enhanced Learning) เป็นแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนที่มุ่งเน้นการใช้แบบทดสอบเสริมศักยภาพในการเรียนรู้เป็นแนวคิดที่ช่วยให้นักเรียนจำความคิดรวบยอดหรือข้อเท็จจริง และดึงความจำกลับมา ทำให้ผู้เรียนสามารถจำเรื่องนั้น ๆ ได้ดีขึ้น เป็นการเพิ่มความจำระยะยาว (Roediger and Butler 2011; Roediger and Pyc 2012) และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นหากอยากให้การทดสอบซ้ำและระยะห่างของการทดสอบเกิดผลสูงสุดต่อผู้เรียน เพราะการให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นตัวเชื่อมระหว่างการเรียนรู้จริงและการเรียนรู้ที่มุ่งหวัง นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนกลับไปแก้ไขข้อบกพร่อง และรักษาสมรรถนะด้านความจำได้ด้วย ตลอดจนการให้ข้อมูลย้อนกลับจะช่วยให้การทดสอบมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อผู้เรียนตอบผิด นอกจากนี้การให้ข้อมูลย้อนกลับสามารถเพิ่มสมรรถนะด้านความจำ (Thorndike, 2013)

4. ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน พบว่า ด้านอัตถประโยชน์ (utility) ด้านความเป็นไปได้ (feasibility) ด้านความเหมาะสม (propriety) ด้านความถูกต้อง (accuracy) ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุดทั้ง 4 ด้าน ทั้งนี้เนื่องมาจาก มีการออกแบบลำดับการแสดงข้อสอบและข้อมูลย้อนกลับที่เป็นลำดับชัดเจนโดยออกแบบให้ข้อสอบเรียงลำดับตามเนื้อหาจากง่ายไปยาก เมื่อทำข้อสอบจบแต่ละข้อจะได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีและมีการให้ผู้เรียนทำซ้ำได้ถึง 3 ครั้ง ทำให้เป็นการกระตุ้นการเรียนรู้และเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูผู้สอนหรือผู้สนใจสามารถนำรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ สำหรับผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ไปใช้กับนักเรียนซึ่งจัดเป็นการประเมินผลระหว่างเรียน (formative assessment) เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบทันที ทำให้ทราบจุดบกพร่องของตนเอง และมีโอกาสแก้ไข โดยการตอบข้อสอบใหม่จนกล่าวจะตอบถูก (จำนวน 3 ครั้ง) ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้ทดสอบเองและครูผู้สอน โดยในการนำรูปแบบไปใช้นั้นครูผู้สอนหรือผู้สนใจควรมีความรู้ในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในรูปแบบออนไลน์เบื้องต้น ต้องศึกษาคู่มือการใช้ให้เข้าใจก่อนใช้งาน ควรมีการจัดเตรียมความพร้อมของอุปกรณ์ที่ใช้สอบ เช่น ห้องคอมพิวเตอร์ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน เครื่องโทรศัพท์มือถือ สัญญาณอินเตอร์เน็ต เป็นต้น ครูผู้สอนสามารถนำแนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปสร้างแบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในเนื้อหาอื่นหรือรายวิชาอื่นต่อไป โดยอาจปรับเปลี่ยนการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยควรคำนึงถึงระยะเวลาและทรัพยากร เช่น ถ้ามีเวลาและทรัพยกรจำกัดการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF) จะเหมาะสมและเพียงพอต่อผู้เรียนมากกว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF)

2. ครูผู้สอนสามารถประยุกต์ใช้การทดสอบเสริมศักยภาพในการเรียนรู้ (Test-enhanced Learning) โดยนำหลักการนี้มาสร้างเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ เพื่อทำการทดสอบหลังจากสอนเสร็จแต่ละคาบเรียน เมื่อทดสอบเสร็จครูควรมีสารสนเทศให้นักเรียนได้ทราบถึงความรู้ความเข้าใจของตนเอง จุดบกพร่องของตนเอง ถ้านักเรียนคนใดไม่ผ่านการทดสอบ ครูผู้สอนควรทบทวนหรือสอนซ่อมเสริมให้นักเรียนเข้าใจได้ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ และบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละเรื่อง

3. จากผลการวิจัยพบว่า แบบการเรียนส่งผลให้ค่าเฉลี่ยคะแนนฯ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่ารูปแบบการเรียนของผู้เรียนส่งผลให้มีคะแนนแตกต่างกัน ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ของครูควรคำนึงถึงรูปแบบการเรียนของนักเรียนทุกรูปแบบ ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนที่แตกต่างกันมีโอกาสในการพัฒนาตนเองเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างเท่าเทียมกัน ทั้งนี้อาจทำได้โดยการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบการจัดการเรียนรู้และออกแบบการวัดผลประเมินผลร่วมกับครูผู้สอน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาการให้ข้อมูลย้อนกลับมากกว่า 3 รูปแบบที่ใช้ในการวิจัยนี้ เช่น การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง (corrective feedback หรือ knowledge of corrective result feedback ;KCR) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสม (Mixed Feedback) ซึ่งในการให้ข้อมูลย้อนกลับในงานวิจัยนี้ อาจจะไม่เพียงพอที่จะทำให้เห็นความแตกต่างระหว่างรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ ที่จะส่งผลต่อคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ถ้ามีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่หลากหลาย และเหมาะสมกับแบบการเรียนของผู้เรียน ผลการวิจัยที่ได้จะเกิดประโยชน์และให้ข้อมูลที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้นอันจะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ที่จะสามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ต่อไป

2. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน หรือโรงเรียนต่างสังกัดกันเพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่มีสารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานต้นสังกัดนำไปปรับปรุงคุณภาพการจัดการเรียนการสอน และสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ในบริบทของทดสอบอื่น ๆ ต่อไป

3. ควรมีการพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ สำหรับผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ในรายวิชาคณิตศาสตร์เนื้อหาอื่น ๆ หรือในรายวิชาอื่น ๆ

บรรณานุกรม

กาญจนา พันธ์โยธี. (2542).*แบบการเรียนของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีตามรูปแบบของเฟลเดอร์และโซโลแมน.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาอุดมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. (2543). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพ.ศ.2553.* กรุงเทพมหานคร: พริกหวานกราฟฟิค.

คู่บุญ ศกุนตนาค. (2552). *ผลของความสอดคล้องระหว่างแบบการเรียนกับแบบการสอนที่มีต่อความสุขในการเรียนรู้ของนักเรียน.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จงกลวรรณ มุสิกทอง และ พิจิตรา เล็กดำรงกุล. (2556). ***Clinical Teaching: Feedback (การให้ข้อมูลย้อนกลับ).*** สืบค้นจากhttp://www.ns.mahidol.ac.th/english/th/departments/MN/th/km/56/km_feedback.html

จุฑาภรณ์ มาสันเทียะ. (2560). *การพัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์สาหรับผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน: การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสช์.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบันฑิต), สาขาการวัดและประเมินทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชวนสิทธิ์ สุชาติ (2532). การเปรียบเทียบแบบการเรียนของนิสิตคณะศึกษาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา (ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต) กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชวาล แพรัตกุล. (2016). เทคนิคการวัดผล. กรุงเทพมหานคร: วัฒนาพานิช.

ชัยพร วิชชาวุธ. (2520). *ความจำมนุษย์.* กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทรงวุฒิ แซ่อึ้ง. (2552). ระบบการทดสอบออนไลน์โดยวิธีเลือกจากความยากง่าย. ใน *รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 5*, หน้า 1172 – 1177. 22 – 23 พฤษภาคม 2552 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

นิอร ไชยพรพัฒนา. (2549). *การเปรียบเทียบคุณภาพของวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการโดยใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงเป็นเกณฑ์: การศึกษาแบบมอนติคาร์โล.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาการวัดและประเมินการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2542). โมเดลโค้งพัฒนาการและการวัดซ้ำ. *โมเดลลิสเรล สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญสิริ สุวรรณเพ็ชร์. (2538). พจนานุกรมจิตวิทยาฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ: เอสแอนเคบุ๊คส์.

ปฤศนี พจนา. (2555). *ผลของการใช้เทคนิคเอสคิวอาร์คิวซีคิวในการแก้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิไลพรรณ พุ่มขจร. (2555). *ผลของความสอดคล้องระหว่างแบบการคิดของนักเรียน แบบการเรียนของนักเรียนและแบบการสอนของครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียน.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาวิธีวิทยาการวิจัยศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). *การวัดและการประเมินผล การเรียนการสอนคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภูมิฤทัย วิทยาวิจิน. (2556). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ที่มีต่อความคงทนในการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวาสี และคณะ. (2559). *การเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมสำหรับการวิจัย.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CLASSICAL TEST THEORY).* กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวาสี และคณะ. (2555). *ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศุภวรรณ สัจจพิบูล. (2553). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการแนวการสอนเขียนแบบเน้นกระบวนการ เนื้อหาและประเภทงานเขียน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเขียนเชิงวิชาการและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต), สาขาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2566). *ผลการทดสอบ Onet.* สืบค้นจาก http://www.niets.or.th/th/catalog/view/2989

สมถวิล วิจิตรวรรณา. (2543). *การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงพหุระดับและโมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ ในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวชนิดตัวแปรเดี่ยวและตัวแปรพหุ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สิตานนท์ ศรีวรรธนะ. (2556). การศึกษาลีลาการเรียนรู้ของนักศึกษาที่เรียนภาษาไทยในฐานะ

ภาษาต่างประเทศ มหาวิทยาลัยแห่งชาติสิงค์โปร. (สารนิพนธ์การสอนภาษาไทยในฐานะภาษาต่างประเทศ) กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุกัญญา นิมานันท์. (2533). *ข้อมูลย้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.* วารสารวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 12, 1(พ.ค. 2533), 22-28

สุชา จันทร์เอม. (2531). *จิตวิทยาทั่วไป.* กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.

สุธิดา นานช้า. (2549). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อมโนทัศน์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดตรัง.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุพัตรา จอมคำสิงห์. (2552). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ตัวอย่างงานที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรางค์ โคว้ตระกูล. (2541). *จิตวิทยาการศึกษา.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อนงค์ เมธีพิทักษ์ธรรม. (2555). *ผลของรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาการวัดและประเมินการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อาชัญญา รัตนอุบล. (2538). การศึกษาแบบการเรียนรู้ของนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาการศึกษานอกระบบโรงเรียน คณะครุศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อวยพร เรืองตระกูล. (2544). *การพัฒนาและวิเคราะห์คุณภาพของวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมและทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต), สาขาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Adam, J. A. (1967). *Human Memory*. New York: McGraw.

Adam M. Persky, G. M. P. (2008). Using answer-until-correct examinations to provide immediate feedback to students in a pharmacokinetics course. *American Journal of Pharmaceutical Education,* 72(4).

Andrew C. Butler, J. D. K., and Henry L. Roediger III. (2007). The Effect of Type and Timing of Feedback on Learning From Multiple-Choice Tests. *Journal of Experimental Psychology,* 13(4), 273-281.

Antonio Jaeger, Raquel Eloísa Eisenkraemer and Lilian Milnitsky Stein. (2015). Test-

enhanced learning in third-grade children. *Educational Psychology,* 35(4), 513-521.

Attali, Y., & Power, D. (2008). Effect of immediate feedback and revision on psychometric properties of open-ended GRE Subject Test items. *EST GRE Board Research Report*, 4 – 5.

Attali, Y., & Powers, D. (2010). Immediate Feedback and Opportunity to Revise Answers to Open-ended Questions. Educational and Psychological Measurement, 70, 22-35.

Attali, Y. (2011). Immediate Feedback and Opportunity to Revise Answers: Application of a Graded Response IRT Model. *Applied Psychological Measurement,* 35(6), 472-479.

Attali, Y.(2015.Effects of multiple-try feedback and question type during mathematics problem solving on performance in similar problems. *Computers & Education,* 88, 260-267.

Attali and Kleij. (2017). Effects of feedback elaboration and feedback timing during computer-based practice in mathematics problem solving. *Computer and Education,* 110, 154-169.

Brame, C. J. and Biel, R. (2015). Test-enhanced learning: The potential for testing to promote greater learning in undergraduate science courses. CBE-Life Sciences Education 14, 1-12. The information in this guide has been published in CBE-Life Sciences Education (www.lifescied.org/content/14/2/es4.full.pdf+html).

Buckley, P. (2012). Can the effectiveness of different forms of feedback be measured? Retention and student preference for written and verbal feedback in level 4 bioscience students. *Journal of Biological Education,* 46(4), 242-246.

Butler, A. C., Huelser, B. J., Caruso, C. A., & Roediger, H. L. (2008). Examining Park's (2005) Computer modified multiple-choice testing procedure. Poster presented at the annual meeting of the Association for Psychological Science, Chicago, IL.

Canfield, A.A. (1992). *Learning style inventory*. 2nd ed. California: Western Psychological Services.

Cepeda, N.J., Pashler, H., Vul, E., Wixted, J.T., and Rohrer, D. (2006). Distributed

practice in verbal recall tasks: A review and quantitative synthesis. *Psychol Bull,* 132, 354–380.

Cepeda, N.J., Vul, E., Rohrer, D., Wixted, J.T., and Pashler, H. (2008). Spacing effect in learning: A temporal ridgeline of optimal retention. *Psychol Sci,* 19, 1095– 1102.

Culpepper, S. A. (2014). If at First You Don't Succeed,Try, Try Again: Applications of Sequential IRT Models to Cognitive Assessments. *Applied Psychological Measurement,* 38(8), 632-644.

Diab, N. M. (2015). Effectiveness of written corrective feedback: Does type of error and type of correction matter? *Assessing Writing,* 24, 16-34.

Diaz, D.P. and Cartnal, R.B. (1999). *Students' learning styles in two classes*. Retrieved from https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/87567559909595802

Douglas P Larsen, Andrew C Butler and Henry L Roediger III. (2013). Comparative effects of test-enhanced learning and self-explanation on long-term retention. *Medical Education*, 47, 674–682.

Dunn, R., Dunn, K. (1978). Teaching students through their individual learning styles: A practical approach. Reston, VA: Reston Publishing.

Eberlein, M. (2010). The Effects of Feedback on Self-assessment. Bulletin of economic research, 63(2), 177-199.

Ekaterina V., Mykola P., Tatiana G. and Seppo P. (2007). Personalization of Immediate Feedback to Learning Styles. *Seventh IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (ICALT 2007).

Faqeiha, H. I. (2015). Learners' Attitudes Towards Corrective Feedback. *Procedia - Social and Behavioral Sciences,* 192, 664-671.

Fabienne M. van der Kleij, T. J. H. M. E., Caroline F. Timmers,Bernard P. Veldkamp. (2012). Effects of feedback in a computer-based assessment for learning. *Computers & Education,* 58, 263-272.

Felder, R.M. and Soloman, B.A. (1998). *Learning styles and strategies.* Retrieved from http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/ILSdir/styles.htm

Felder and Silverman. (1988). **Felder-Silverman Learning Style Model**. Retrieved from http: / / thepeakperformancecenter. com/ educational learning/learning/preferences/learning-styles/felder-silverman/

Fiona L. Birda, R. Y. (2014). Feedback codes and action plans: building the capacity of first-year students to apply feedback to a scientific report. *Assessment & Evaluation in Higher Education,* 40(4), 508-527.

Gagne, R. M. (1977). *The Conditions of Learning and Theory of Instruction.* Japan: CBS College Publishing.

Gerhard Tutz. (1990). Sequential item response models with an ordered response. Journal of Mathematical and Statistical Psychology, 43(1), 39-55.

Golke, S., Dorfler, T., & Artelt, C. (2015). The Impact of Elaborated Feedback on Text Comprehension within a Computer-based Assessment. Learning and Instruction, 39, 123-136.

Good, C.V. (1973). *Dictionary of Education 3rd ed.* New York: McGraw-Hill Book Co.

Gordon, W. C. (1989). *Learning and memory.* Pacific Grove, CA: Brooks/ Cole Publishing.

Gouli, E., Gogoulou, A., & Grigoriadou, M. (2008). Supporting Self-, Peer-, and Collaborative - Assessment in E-Learning: The Case of the Peer and Collaborative - Assessment Environment (PECASSE). Journal of Interactive Learning Research, 19(4), 615-647.

Grasha, A. F., and Riechman. (1970). *Grasha-Riechmann learning styles scale*. Retrieved from https://elearningindustry.com/learning-style-diagnostics-grasha-riechmann-student-learning-styles-scale.

Gregorce, A. F. (1979). Learning and teaching styles: Petent forces behind them. *Educational leadership*, 36, 234-236.

Gülsah Çinar Yastibas, A. E. Y. (2015). The effect of peer feedback on writing anxiety in Turkish EFL (English as a foreign language) students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences,* 199, 530-538.

Hulse, S. H., Eqeth, H., & Deese, J. (1980). *The Psychology of Learning.* 5 th ed. New York: McGraw-Hill Book.

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 1(77), 81 – 112.

Hunt, E.D, (1981). Learning style and the interdependence of practice and theory. *Phi*

Delta Kappan, 62, 647.

Jacoby, L.L., Wahlheim, C.N., and Coane, J.H. (2010). Test-enhanced learning of natural concepts: eff ects on recognition memory, classifi cation, and metacognition. *J Exp Psychol Learn Memory Cogn,* 36, 1441–1451.

Janet Metcalfe, N. K., Bridgid Finn. (2009). Delayed versus immediate feedback in children's and adults' vocabulary learning. *Memory & Cognition,* 37(8), 1077-1087.

Keefe, J.W. (1984). *Learning style. National Association of Secondary School Principals*, 68, 59-63.

Kolb, D.A. (1981). *Disciplinary inquiry norm and student learning styles: Diverse pathways for growth.* San Francisco: Jossey-Bass.

Kromann, C.B., Jensen, M.L., and Ringsted, C. (2010). The testing effect on skills might last 6 months . *Adv Health Sci Edu,.* 15, 395–401.

Larsen DP, Butler AC, Roediger HL III. (2008). Test enhanced learning in medical education. *Med Educ,* 42, 959–66.

Larsen, D.P., Butler, A.C., and Roediger, H.L., III (2009). Repeated testing improves long - term retention relative to repeated study: A randomized, controlled trial . *Med Educ,* 43, 1174–1181.

Linda Messineo, Manuel Gentile, Mario Allegra. (2015). Test-enhanced learning: analysis of an experience with undergraduate nursing students. *Journal of BMC Medical Education*, 15(182), 1-7.

Marek, Greta I. and Dower, Laura. (2016). Effectiveness of Integrating Test-Enhanced Learning into a BSN Foundations of Nursing Class: A Pilot Project. Retrieved from http://hdl.handle.net/10755/602929.

Mario Gielen, B. D. W. (2015). Structuring peer assessment: Comparing the impact of the degree of structure on peer feedback content. *Computers in Human Behavior,* 52, 315-325.

McDaniel, M.A., Agarwal, P.K., Huelser, B.J., McDermott, K.B., and Roediger, H.L., III (2011).Test-enhanced learning in a middle school science classroom: The effects of quiz frequency and placement. *J Educ Psychol,* 103, 399–414.

Megan A. Smith and Jeffrey D. Karpicke. (2014). Retrieval practice with short-answer,

multiplechoice, and hybrid tests. *Memory*, 22(7), 784-802.

Meghan M. Mcconnell, Khalid Azzam, Ted Xenodemetropoulos and Akbar Panju. (2015). Effectiveness of Test-Enhanced Learning in Continuing Health Sciences Education: A Randomized Controlled Trial. *Journal of continuing education in the health professions*, 35(2), 119-122.

Messineo, L., Gentile, M. & Allegra, M. Test-enhanced learning: analysis of an experience with undergraduate nursing students. BMC Med Educ 15, 182 (2015). https://doi.org/10.1186/s12909-015-0464-5

Mikaela Nyroos, Ingrid Schéle and Carola Wiklund-Hörnqvist. (2016). Implementing Test Enhanced Learning: Swedish Teacher Students' Perception of Quizzing. *International Journal of Higher Education*, 5(4), 1-12.

Narciss et al. (2014). Exploring feedback and student characteristics relevant for personalizing feedback strategies. Computers & Education 71, 56–76.

Neha Sinhaa, A. L. G. (2015). Delayed, But Not Immediate,Feedback After Multiple-Choice Questions Increases Performance on a Subsequent Short-Answer, But Not Multiple-Choice, Exam: Evidence for the Dual-Process Theory of Memory. *The Journal of General Psychology,* 142(2), 118-134.

Nicolas M. Freda and Mitchell J. Lipp. (2015). Test-Enhanced Learning in Competence-Based Predoctoral Orthodontics: A Four-Year Study. Journal of Dental Education, 8(3), 348-354.

Nobuyoshi Iwaki, Tomomi Nara and Saeko Tanaka. (2017). Does delayed corrective feedback enhance acquisition of correct information?. *Acta Psychologica,* 181, 75–81.

Nunnally, J. C. (1959). *Test and Measurements.* New York: McGraw-Hill Book Company.

Pekrun, R., Cusack, A., Murayama, K., Elliot, A. J., & Thomas, K. (2014). The Power of Anticipated Feedback: Effects on Students' Achievement Goals and Achievement Emotions. Learning and Instruction, 29, 115-124.

Purdy, J. E., et al. (2001). *Learning and memory 2nd ed. Belmont*. CA: Wadsworth/Thomson Learning.

Rassaei, E. (2015). Oral corrective feedback, foreign language anxiety and L2

development. *System,* 49, 98-109.

Reinhard Pekrun , A. C., Kou Murayama, Andrew J. Elliot, Kevin Thomas. (2014). The power of anticipated feedback: Effects on students' achievement goals and achievement emotions. *Learning and Instruction,* 29, 115-124.

Rickard, T. C., & Pan, S. C. (2018). A dual memory theory of the testing effect. Psychonomic Bulletin & Review, 25(3), 847–869. doi: https://doi.org/10.3758/s13423-017-1298-4 - DOI

Roberta E. Dihoff, G. M. B., Michael L. Epstein. (2003). The Role of Feedback During Academic Testing: The Delay Retention Effect Revisited. *Psychological Record,* 53(4), 533-548.

Roediger HL III, Karpicke JD (2006a). *Test-enhanced learning: taking memory tests improves long-term retention*. Psychol Sci, *17*, 249–255.

Roediger, H. L., III, & Karpicke, J. D. (2006). The power of testing memory: Basic research and implications for educational practice. Perspectives on Psychological Science, 1, 181–210.

Roediger, Henry & Agarwal, Pooja & Mcdaniel, Mark & McDermott, Kathleen. (2011). Test-Enhanced Learning in the Classroom: Long-Term Improvements From Quizzing. Journal of experimental psychology. Applied. 17. 382-95. 10.1037/a0026252.

Shanta Hattikudur and Bradley R. Postle. (2011). Effects of Test-Enhanced Learning in a Cognitive Psychology Course. *Journal of Behavioral and Neuroscience Reseach*, 9(2), 151-157.

Shaughness et al. (2017). Assessment of clinical feedback given to medical students via an electronic feedback system. *Journal of Surgical Research*, 218, 174-179.

Stefanie Golke a, T. D. b., Cordula Artelt. (2015). The impact of elaborated feedback on text comprehension within a computer-based assessment. *Learning and Instruction,* 39, 123-136.

Tasdemir, M. S. & Arslan, F. Y. (2018). Feedback preferences of EFL learners with respect to their learning styles. Cogent Education 5. 10.1080/2331186X.2018.1481560.

Timmers , Walraven and Veldkamp. (2015). The effect of regulation feedback in a

computer-based formative assessment on information problem solving. *Computers and Education*, 87, 1-9.

Turner, N.M., Scheffer, R., Custers, E., and Cate, O.T. (2011). Use of unannounced spaced telephone testing to improve retention of knowledge after life-support courses. *Med Teach,* 33, 731–737.

Ye Han, F. (2015). Exploring learner engagement with written corrective feedback in a Chinese tertiary EFL classroom. *Journal of Second Language Writing*, 30, 31 – 44.

Yunfei, D. and Simpson, C. (2002). Effects of Learning Styles and Class Participation on Students' Enjoyment Level in Distributed Learning Environments. *Journal of Education for Library and Information Science*, 45(2), 123-136.

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และการวัดและประเมินผลทางการศึกษา

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และการวัดและประเมินผลทางการศึกษา

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา
อาจารย์คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. รองศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ ตังธนกานนท์
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา
อาจารย์คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมนุ่ม
ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์
อาจารย์คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศันสนีย์ เณรเทียน
ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์
อาจารย์คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. อาจารย์ ดร.ณภัทร ชัยมงคล
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา
อาจารย์คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
6. อาจารย์ ดร.กรวรรณ แสงตระกูล
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาและคณิตศาสตร์
อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
7. อาจารย์ ดร.ภัทรภร เจนสุทธิเวชกุล
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาและคณิตศาสตร์
อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
8. อาจารย์ ดร.พรทิพย์ ธีรภานนท์
ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์
อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
9. ดร.สุรเดช อนันตสวัสดิ์
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา
ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ (วิชาเคมี) โรงเรียนตลิ่งชันวิทยา

ภาคผนวก 2

แบบสอบถามแบบการเรียนของผู้เรียน

แบบสอบถามแบบการเรียนของผู้เรียน

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างท้ายข้อคำถามที่ตรงกับความถี่ของพฤติกรรมในการเรียนของนักเรียนหรือระดับความคิดเห็นของนักเรียน ต่อคำถามแต่ละข้อตามความเป็นจริง

ระดับ 1 หมายถึง พฤติกรรมนี้ไม่เคยเกิดขึ้นเลยหรือเกิดขึ้นน้อยที่สุด
ระดับ 2 หมายถึง พฤติกรรมนี้เกิดขึ้นนานๆ ครั้งหรือเกิดขึ้นน้อย
ระดับ 3 หมายถึง พฤติกรรมนี้เกิดขึ้นเป็นบางครั้งหรือเกิดขึ้นปานกลาง
ระดับ 4 หมายถึง พฤติกรรมนี้เกิดขึ้นบ่อยครั้งหรือเกิดขึ้นมาก
ระดับ 5 หมายถึง พฤติกรรมนี้เกิดขึ้นเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอหรือเกิดขึ้นมากที่สุด

ข้อความ	พฤติกรรมในการเรียน				
	น้อยที่สุด (1)	น้อย (2)	ปานกลาง (3)	มาก (4)	มากที่สุด (5)
1. โดยส่วนใหญ่ ข้าพเจ้าจะศึกษาค้นคว้าเนื้อหาที่เรียนด้วยตนเอง					
2. ในเวลาเรียน ข้าพเจ้าไม่ค่อยตั้งใจเรียน					
3. ข้าพเจ้าจะเข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น ถ้าได้ปรึกษากับเพื่อน ๆ					
4. ถ้าครูปล่อยให้ข้าพเจ้าเรียนตามใจชอบ ถือว่าไม่ได้ทำหน้าที่ของครูอย่างถูกต้อง					
5. ข้าพเจ้าคิดว่าการเรียนให้ได้ดีนั้น จำเป็นต้องกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจน					
6. ข้าพเจ้าพยายามเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้					
7. ข้าพเจ้ามักจะเลือกเรียนเรื่องที่ข้าพเจ้าคิดว่าสำคัญเป็นหลัก ซึ่งอาจจะไม่ตรงกับความเห็นของครูเสมอไป					
8. ข้าพเจ้ารู้สึกว่า ข้าพเจ้าจำเป็นต้องเข้าชั้นเรียนมากกว่าความรู้สึกที่ต้องการอยากเข้าชั้นเรียนจริงๆ					
9. ข้าพเจ้าคิดว่า ข้าพเจ้าสามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ถ้าได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนๆ แทนที่จะคิดเองคนเดียว					
10. ข้าพเจ้ายอมรับกฎเกณฑ์หรือรูปแบบการสอนที่ครูผู้สอนกำหนดขึ้น					
11. ข้าพเจ้าต้องแข่งขันกับเพื่อนเพื่อให้ครูสนใจ					
12. ข้าพเจ้าสนใจกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน					
13. ข้าพเจ้าสามารถตัดสินใจเองได้ว่าเนื้อหาวิชาตอนใดสำคัญ					
14. เนื้อหาวิชาที่เรียนไม่ได้ทำให้ข้าพเจ้ารู้สึกสนใจอย่างแท้จริง					
15. ข้าพเจ้าคิดว่าสิ่งที่สำคัญของการเรียนในชั้นเรียน คือ การเรียนรู้ที่จะเข้ากับเพื่อน ๆ ได้					
16. ข้าพเจ้าคิดว่าครูควรชี้แจงให้ชัดเจนว่า อะไรเป็นสิ่งที่ข้าพเจ้าจะต้อง					

ข้อความ	พฤติกรรมในการเรียน				
	น้อยที่สุด (1)	น้อย (2)	ปานกลาง (3)	มาก (4)	มากที่สุด (5)
เรียน					
17. ในระหว่างการอภิปรายในชั้นเรียน ข้าพเจ้าต้องแข่งกับเพื่อน ๆ เพื่อให้เพื่อนยอมรับความคิดเห็นของข้าพเจ้า					
18. ข้าพเจ้าได้เรียนรู้ในชั้นเรียนมากกว่าการศึกษาด้วยตนเอง					
19. ข้าพเจ้าเชื่อมั่นในความสามารถของข้าพเจ้าในการเรียนรู้สาระสำคัญในแบบเรียน					
20. ข้าพเจ้าเบื่อ และไม่สนใจเนื้อหาสาระของวิชาที่เรียน					
21. ข้าพเจ้าเตรียมตัวดูหนังสือสอบร่วมกับเพื่อนๆ					
22. ข้าพเจ้ารู้สึกว่า ข้อมูลที่ปรากฏในหนังสือและจากการอภิปรายของครูนั้นถูกต้องเสมอ					
23. ข้าพเจ้าพอใจเมื่อข้าพเจ้าสามารถตอบปัญหาหรือคำถามได้ก่อนเพื่อนในชั้นเรียน					
24. ข้าพเจ้าเข้าชั้นเรียน เพราะต้องการจะเรียนรู้จากครูและเพื่อน ๆ					
25. ข้าพเจ้าอ่านหรือศึกษาแบบเรียนมาล่วงหน้าก่อนที่ครูจะอธิบายให้ฟัง					
26. ข้าพเจ้าดีใจเมื่อทราบว่าครูไม่มาสอน หรือมีการงดเรียนในบางชั่วโมง					
27. ข้าพเจ้าไม่ชอบทำงานเดี่ยว					
28. ก่อนลงมือทำงานที่ครูมอบหมายให้ ข้าพเจ้าจะพยายามถามครูจนเข้าใจชัดเจน					
29. ข้าพเจ้าคิดว่าจะไม่เกิดผลดีกับตัวเอง ถ้าให้เพื่อนยืมสมุดจดงาน และแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อน ๆ ก่อนเวลาสอบ					
30. ข้าพเจ้าสนุกและพอใจกับกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน					
31. ข้าพเจ้าศึกษาทำรายงานด้วยตนเอง					
32. ข้าพเจ้าเบื่อหน่ายกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน					
33. ข้าพเจ้ารับฟังความคิดเห็นของเพื่อนเมื่อต้องทำงานร่วมกัน					
34. ข้าพเจ้าไม่คิดหรือติดตามประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้อง ถ้าปัญหานั้นไม่ได้อยู่ในหนังสือที่ครูกล่าวถึง					
35. ข้าพเจ้าพอใจเมื่อทราบว่าตนเองทำคะแนนได้ดีกว่าเพื่อน ๆ					
36. ข้าพเจ้าทำงานที่ได้รับมอบหมายให้เสร็จก่อนที่จะทำสิ่งอื่น ๆ ที่ตนสนใจ					

ข้อความ	พฤติกรรมในการเรียน				
	น้อยที่สุด (1)	น้อย (2)	ปานกลาง (3)	มาก (4)	มากที่สุด (5)
37. ข้าพเจ้าทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยวิธีของตนเองโดยไม่คำนึงว่าเพื่อน ๆ จะทำกันอย่างไร					
38. ข้าพเจ้ามาเรียนเพียงเพื่อให้สอบผ่าน หรือจบตามหลักสูตรเท่านั้น					
39. ข้าพเจ้าชอบคุยกับเพื่อน ๆ นอกชั้นเรียนเกี่ยวกับความคิดและประเด็นปัญหาที่ได้อภิปรายแล้วในชั้นเรียน					
40. ข้าพเจ้าคิดว่าการอภิปรายมากเกินไปในชั้นเรียน ทำให้ครูสอนเนื้อหาไม่ครบหลักสูตร					
41. ข้าพเจ้าต้องเรียนแข่งกับเพื่อน ๆ เพื่อให้ได้คะแนนดี					
42. ข้าพเจ้าคิดว่าการเรียนในชั้นเรียนกับเพื่อน ๆ ให้ผลคุ้มค่า					
43. ข้าพเจ้าไม่ชอบให้ครูกำหนดว่าต้องเรียนอะไรบ้าง					
44. การแข่งขันกับเพื่อนในด้านการเรียนจะช่วยทำให้ข้าพเจ้าได้คะแนนดี					
45. ข้าพเจ้ารู้สึกว่าครูกับข้าพเจ้าควรมีสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน จนข้าพเจ้ากล้าที่จะระบายความจริงเกี่ยวกับเรื่องเรียนได้					
46. ข้าพเจ้าสนุกกับการเรียนเมื่อครูจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ					
47. ข้าพเจ้าต้องการรู้ว่าเพื่อนคนอื่นได้คะแนนอยู่ในระดับใด					
48. ข้าพเจ้าเต็มใจทำงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียนเสมอ ไม่ว่างานนั้นจะน่าสนใจหรือไม่ก็ตาม					
49. ถ้ามีประเด็นในบทเรียนที่ข้าพเจ้าสนใจ ข้าพเจ้าจะไปค้นคว้าเพิ่มเติม					
50. ข้าพเจ้าไม่สนใจที่จะเรียนรู้กิจกรรมต่าง ๆ ในชั้นเรียน					
51. ข้าพเจ้าชอบที่ครูให้โอกาสอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหา กิจกรรม และมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน					
52. ข้าพเจ้าคิดว่าการเรียนจากตำราและการบรรยายของครูนั้นเพียงพอแล้ว					
53. ข้าพเจ้าพยายามที่จะทำงานที่ได้รับมอบหมายให้ดีหรือเร็วกว่าเพื่อน ๆ					
54. ข้าพเจ้าชอบที่นั่งในชั้นเรียนที่สามารถได้ยินและเห็นข้อความบนกระดานดำได้ชัดเจน					
55. ข้าพเจ้าคิดเอาเองว่า ครูควรจัดการเรียนการสอนอย่างไรในแต่ละวิชา					
56. เมื่อมีแบบฝึกหัดมากหรือยากกว่าปกติ ข้าพเจ้ามักจะไม่ทำหรือทำเฉพาะส่วนที่ง่ายเท่านั้น					

ข้อความ	พฤติกรรมในการเรียน				
	น้อยที่สุด (1)	น้อย (2)	ปานกลาง (3)	มาก (4)	มากที่สุด (5)
57. ข้าพเจ้าคิดว่าการเรียนรู้ เกิดจากการปรึกษาหารือร่วมกัน ระหว่างครูกับข้าพเจ้า					
58. ข้าพเจ้าสามารถเรียนรู้สิ่งที่ยากและสำคัญได้ โดยการทำตามคำแนะนำของครู					
59. ข้าพเจ้าชอบกิจกรรมการเรียนที่มีการแข่งขันระหว่างกลุ่มหรือระหว่างบุคคลเพื่อทำให้ตื่นเต้น					
60. ข้าพเจ้าทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความเต็มใจ					

ภาคผนวก 3

แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง การประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

แบบทดสอบก่อนเรียน

เรื่อง การประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของนักเรียนผู้สอบ

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✔ ลงใน ❑ หรือเติมข้อความลงในช่องว่าง

1. เพศ ❑ 1) ชาย ❑ 2) หญิง

2. ระดับชั้น ❑ 1) มัธยมศึกษาปีที่ 1 ❑ 2) มัธยมศึกษาปีที่ 2
❑ 3. มัธยมศึกษาปีที่ 3

3. ระดับผลการเรียนเฉลี่ย ปีการศึกษาที่แล้ว (ปีการศึกษา 2561)
❑ 1) ต่ำกว่า 1.00 ❑ 2) 1.00 – 1.99
❑ 3) 2.00 – 2.99 ❑ 4) 3.00 ขึ้นไป

4. ระดับผลการเรียน วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ปีการศึกษาที่แล้ว (ปีการศึกษา 2561)
❑ 1) ต่ำกว่า 1.00 ❑ 2) 1.00 – 1.99
❑ 3) 2.00 – 2.99 ❑ 4) 3.00 ขึ้นไป

ตอนที่ 2 แบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest : A)
เรื่อง การประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องคำตอบ โดยสามารถทดแสดงวิธีทำได้ในข้อสอบข้อนั้น

คำถาม	คำตอบ
1A. 2x – 5 = 13 เป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวใช่หรือไม่	
2A. กำหนดข้อความให้ดังต่อไปนี้ I. 2x + 5 = 3x – 2 II. 5x – y = 3 – y III. $3x^2 + 6 = 10$ จงหาว่าข้อความดังกล่าวเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวกี่สมการ	
3A. 4x – 5 = 15 4x = 20 การแก้สมการข้างต้นใช้สมบัติการเท่ากันข้อใด	
4A. พิจารณาการแก้สมการต่อไปนี้ I. ถ้า $x+3=7$ แล้ว $x=4$ ใช้สมบัติการบวก II. ถ้า $\frac{y}{-5}=3$ แล้ว $y=-15$ ใช้สมบัติการคูณ	

คำถาม	คำตอบ
III. ถ้า $x=5$ แล้ว $5=x$ ใช้สมบัติการสะท้อน จากข้อความดังกล่าว มีข้อความถูกต้องกี่ข้อ	
5A. จงแก้สมการ 5(x + 3) – 2(2x + 1) = 4(x – 8)	
6A. ถ้า 6(x – 1) + 3(x – 7) = 5(x + 1) แล้ว 3x + 2 มีค่าเท่าไร	
7A. จงแก้สมการ $\frac{x+1}{2}-\frac{x-1}{4}=\frac{x+1}{3}$	
8A. จงแก้สมการ $0.4(x+2)-1.5(x-1)=7(x+3.8)$	
9A. จงแก้สมการ $\frac{2}{5}(2x-9)+0.25(x+8)=0.3(2x-4)-\frac{3}{4}(x-\frac{56}{3})$	
10A. ถ้า $\frac{4}{3}(x+5)-\frac{3}{2}(x+6)=\frac{1}{5}(1-4x)$ แล้ว $3x-2$ มีค่าเท่าไร	
11A. ผลบวกของจำนวนเต็มสามจำนวนเรียงกันเป็น 123 จงหาจำนวนเต็มที่มีค่าน้อยที่สุด	
12A. เมื่อห้าปีที่แล้วแม่มีอายุเป็นสามเท่าของลูก ถ้าอีกแปดปีข้างหน้านับจากปัจจุบันแม่จะมีอายุมากกว่าสองเท่าของอายุลูกอยู่ 10 ปี จงหาว่าปัจจุบันแม่อายุมากกว่าลูกกี่ปี	
13A. โดมมีจำนวนเหรียญห้าและจำนวนเหรียญสิบรวมกัน 100 เหรียญ ถ้ามีเหรียญสิบมากกว่าเหรียญห้าอยู่ 40 บาท จงหาว่าโดมมีเงินทั้งหมดกี่บาท	
14A. ที่ดินรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งสองเท่าของความกว้างมากกว่าความยาวอยู่ 18 เมตร ถ้าที่ดินมีความยาวโดยรอบเป็น 168 เมตร จงหาพื้นที่ของที่ดินผืนนี้	
15A. แม่ค้าซื้อมะม่วงเขียวเสวยมาขายเป็นเงิน 900 บาท โดยมีอัตราส่วนของจำนวนมะม่วงเขียวเสวยต่อมะม่วงน้ำดอกไม้เป็น 6 : 5 ถ้าขายมะม่วงเขียวเสวยกิโลกรัมละ 45 บาท และมะม่วงน้ำดอกไม้กิโลกรัมละ 50 บาท จะได้กำไร 660 บาท จงหาว่าแม่ค้าซื้อมะม่วงมาทั้งหมดกี่กิโลกรัม	
16A. ปัจจุบันพริมมีอายุมากกว่าพราวอยู่ 10 ปี อีก 12 ปีข้างหน้าอัตราส่วนของอายุพริมต่ออายุพราวเป็น 7 : 5 จงหาว่าปัจจุบันพริมอายุกี่ปี	
17A. ธันวาซื้อน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายแดงมาผสมกันจำนวน 70 กิโลกรัม โดยน้ำตาลทรายขาวกิโลกรัมละ 30 บาท น้ำตาลทรายแดงกิโลกรัมละ 20 บาท และนำไปขายกิโลกรัมละ 36 บาท คิดเป็นกำไร 40% จงหาซื้อน้ำตาลทรายขาวมากกว่าน้ำตาลทรายแดงกี่กิโลกรัม	
18A. มีน้ำแอปเปิ้ลสองชนิด ชนิดแรกมีความเข้มข้น 30% ปริมาณ 40 ลิตร และชนิดที่สองมีความเข้มข้น 25% ปริมาณ 60 ลิตร เมื่อนำมาผสมกันจะได้	

คำถาม	คำตอบ
น้ำแอปเปิ้ลที่มีความเข้มข้นกี่เปอร์เซ็นต์	
19A. ธาดาเดินทางจากบ้านไปเที่ยวทะเล โดยขาไปขับรถด้วยอัตราเร็ว 75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และในขากลับขับรถในเส้นทางเดิมด้วยอัตราเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งใช้เวลาน้อยกว่าขาไป $1\frac{1}{2}$ ชั่วโมง อยากทราบว่าระยะทางจากบ้านไปทะเลอยู่ห่างกันกี่กิโลเมตร	
20A. รถไฟขบวน ก และ ข ออกจากสถานีหัวลำโพง โดยรถไพขบวน ก ออกจากสถานีเวลา 8.30 น. ด้วยอัตราเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และขบวน ข ออกจากสถานีเวลา 9.30 น. ด้วยอัตราเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อยากทราบว่ารถไฟทั้งสองขบวนจะทันกันเมื่อเดินทางได้ระยะทางกี่กิโลเมตร	

ภาคผนวก 4

แบบทดสอบหลังเรียนชุดที่ 1 เรื่อง การประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

แบบทดสอบหลังเรียน ชุดที่ 1

เรื่อง การประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของนักเรียนผู้สอบ

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✔ ลงใน ❐ หรือเติมข้อความลงในช่องว่าง

1. เพศ ❐ 1) ชาย ❐ 2) หญิง

2. ระดับชั้น ❐ 1) มัธยมศึกษาปีที่ 1 ❐ 2) มัธยมศึกษาปีที่ 2 ❐ 3. มัธยมศึกษาปีที่ 3

3. ระดับผลการเรียนเฉลี่ย ปีการศึกษาที่แล้ว (ปีการศึกษา 2561)

❐ 1) ต่ำกว่า 1.00 ❐ 2) 1.00 – 1.99

❐ 3) 2.00 – 2.99 ❐ 4) 3.00 ขึ้นไป

4. ระดับผลการเรียน วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ปีการศึกษาที่แล้ว (ปีการศึกษา 2561)

❐ 1) ต่ำกว่า 1.00 ❐ 2) 1.00 – 1.99

❐ 3) 2.00 – 2.99 ❐ 4) 3.00 ขึ้นไป

ตอนที่ 2 แบบทดสอบหลังเรียนฉบับที่ 1 (Posttest I : B)

เรื่อง การประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องคำตอบ โดยสามารถทดแสดงวิธีทำได้ในข้อสอบข้อนั้น

คำถาม	คำตอบ
1B. 3x + y = 0 เป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวใช่หรือไม่	
2B. กำหนดข้อความให้ดังต่อไปนี้ I. $3x+5y=6$ II. $5(x-2)=3x+3$ III. $y^2+3y-5=y^2+2y+3$ จงหาว่าข้อความดังกล่าวเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวกี่สมการ	
3B. พิจารณา $2x+3=3x-1$ และ $3x-1=5$ จะได้ว่า $2x+3=5$ การแก้สมการข้างต้นใช้สมบัติการเท่ากันข้อใด	
4B. พิจารณาการแก้สมการต่อไปนี้ การแก้สมการดังกล่าวใช้สมบัติการเท่ากันใดบ้างตามลำดับ $5x+3=3x-17$ $5x-3x=-17-3$ $2x=-20$ $x=-10$	

คำถาม	คำตอบ
5B. จงแก้สมการ $2(x+4)-3(x-5)=5(2x-13)$	
6B. ถ้า $3(2-x)-12+2(x+3)=2x-5$ แล้ว $6x-2$ มีค่าเท่าไร	
7B. จงแก้สมการ $\frac{x+2}{5}-\frac{x-3}{2}=\frac{5-x}{4}$	
8B. จงแก้สมการ $1.2(x+1)-0.8x=7(0.4x+6)$	
9B. จงแก้สมการ $\frac{2}{3}(0.6m+15)-\frac{7-1.4m}{7}=12$	
10B. ถ้า $\frac{2}{3}(x+6)-\frac{5}{4}(3x-5)=\frac{3}{2}(x-\frac{7}{3})$ แล้ว $5x+2$ มีค่าเท่าไร	
11B. ผลบวกของจำนวนคี่สามจำนวนเรียงกันเป็น 177 จงหาจำนวนคี่ที่มากที่สุด	
12B. เมื่อสี่ปีที่แล้วนิวมีอายุเป็นหนึ่งในสามของอายุแนนในปัจจุบัน ถ้าอีกเจ็ดปีข้างหน้านับจากปัจจุบันนิวมีอายุน้อยกว่าแนนอยู่ 18 ปีแล้ว ปัจจุบันแนนอายุเท่าไร	
13B. กระปุกออมสินของธีร์มีเหรียญบาทกับเหรียญห้าสิบสตางค์ โดยมีจำนวนเหรียญบาทมากกว่าเหรียญห้าสิบสตางค์อยู่ 5 เหรียญ ถ้าธีร์มีเงินในกระปุกออมสินทั้งหมด 35 บาท จงหาว่าธีร์มีเหรียญบาทกี่เหรียญ	
14B. ต้องการล้อมรั้วที่ดินรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าซึ่งมีความยาวน้อยกว่าสองเท่าของความกว้างอยู่ 24 เมตร ถ้าที่ดินนี้มีความยาวโดยรอบเป็น 264 เมตร จงหาพื้นที่ของที่ดินผืนนี้	
15B. เปรมมีลูกชิ้นหมูและลูกชิ้นปลารวมกัน 120 กิโลกรัม ถ้าขายลูกชิ้นหมูราคากิโลกรัมละ 70 บาท และขายลูกชิ้นปลาราคากิโลกรัมละ 90 บาท ทำให้อัตราส่วนของจำนวนเงินที่ขายได้ของลูกชิ้นหมูต่อลูกชิ้นปลาเป็น 8 : 9 จงหาว่าเปรมมีลูกชิ้นหมูมากกว่าลูกชิ้นปลากี่กิโลกรัม	
16B. ปัจจุบันอัตราส่วนของอายุแบมต่ออายุโบว์เป็น 3 : 5 อีกแปดปีข้างหน้าอายุของโบว์เป็น $\frac{3}{2}$ เท่าของแบม จงหาว่าปัจจุบันทั้งสองคนอายุต่างกันกี่ปี	
17B. นานาซื้อข้าวหอมมะลิและข้าวกล้องมาผสมกันจำนวน 60 กิโลกรัม โดยซื้อข้าวหอมมะลิมากิโลกรัมละ 20 บาท ซื้อข้าวกล้องกิโลกรัมละ 18 บาท นำมาผสมกันขายได้กำไร 40% คิดเป็นกำไร 460 บาท จงหาว่านานาซื้อข้าวหอมมะลิมากี่กิโลกรัม	
18B. ต้องการน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้น 54% จำนวน 200 ลิตร จะต้องผสมน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้น 50% และ 60% อย่างละกี่ลิตรตามลำดับ	
19B. เอและบีออกเดินทางจากจุดเดียวกัน โดยที่เอออกเดินทางด้วยอัตราเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อีก 2 ชั่วโมงต่อมา บีออกเดินทางตามมาด้วยอัตราเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จงหาว่าเอและบีจะเดินทางทันกันที่ระยะทางกี่กิโลเมตรจากจุดเริ่มต้น	
20B. รถไฟฟ้าบีทีเอสขบวน ก. และขบวน ข. แล่นสวนทางกัน โดยจอดอยู่ในสถานีเดียวกันเมื่อ	

คำถาม	คำตอบ
เวลา 10.00 น. รถไฟฟ้าขบวน ก. แล่นออกจากสถานีด้วยอัตราเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หลังจากนั้น 5 นาที ขบวน ข. แล่นออกจากสถานีเดียวกันในทิศทางตรงข้าม ถึงสถานีปลายทางพร้อมกันในเวลา 10.30 น. ถ้าสถานีปลายทางของรถไฟทั้งสองขบวนอยู่ห่างกัน 80 กิโลเมตร จงหาว่ารถไฟขบวน ข. แล่นด้วยอัตราเร็วเท่าไร	

ภาคผนวก 5

แบบทดสอบหลังเรียนชุดที่ 2 เรื่อง การประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

แบบทดสอบหลังเรียน ชุดที่ 2

เรื่อง การประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของนักเรียนผู้สอบ

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ❒ หรือเติมข้อความลงในช่องว่าง

1. เพศ ❒ 1) ชาย ❒ 2) หญิง

2. ระดับชั้น ❒ 1) มัธยมศึกษาปีที่ 1 ❒ 2) มัธยมศึกษาปีที่ 2

❒ 3. มัธยมศึกษาปีที่ 3

3. ระดับผลการเรียนเฉลี่ย ปีการศึกษาที่แล้ว (ปีการศึกษา 2561)

❒ 1) ต่ำกว่า 1.00 ❒ 2) 1.00 – 1.99

❒ 3) 2.00 – 2.99 ❒ 4) 3.00 ขึ้นไป

4. ระดับผลการเรียน วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ปีการศึกษาที่แล้ว (ปีการศึกษา 2561)

❒ 1) ต่ำกว่า 1.00 ❒ 2) 1.00 – 1.99

❒ 3) 2.00 – 2.99 ❒ 4) 3.00 ขึ้นไป

ตอนที่ 2 แบบทดสอบหลังเรียนครั้งที่ 2 (Posttest II : C)

เรื่อง การประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องคำตอบ โดยสามารถทดแสดงวิธีทำได้ในข้อสอบข้อนั้น

คำถาม	คำตอบ
1C. 2y – 5 = 7y + 3 เป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวใช่หรือไม่	
2C. กำหนดข้อความให้ดังต่อไปนี้ I. $3x^2-5=8$ II. $5y=12-5y$ III. $2x+3y=5$ จงหาว่าข้อความดังกล่าวเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวกี่สมการ	
3C. 5x = -15 x = -3 จากสมการข้างต้นใช้สมบัติการเท่ากันข้อใด	
4C. พิจารณาการแก้สมการต่อไปนี้ 3(2x+5) = 4x + 27 6x + 15 = 4x + 27 ใช้สมบัติ........(1)........... 6x – 4x = 27 – 15 ใช้สมบัติ.......(2)............ 2x = 12	

คำถาม	คำตอบ
x = 6 ใช้สมบัติ.......(3)............ การแก้สมการดังกล่าวใช้สมบัติใดบ้าง ตามลำดับ	
5C. จงแก้สมการ $5(x-3)-4(x+6)=3(x-5)$	
6C. ถ้า $4(x-3)-3(x+2)=5(x-2)$ แล้ว $7x-2$ มีค่าเท่าไร	
7C. จงแก้สมการ $\frac{x-4}{3}-\frac{x+2}{4}=\frac{4-x}{6}$	
8C. จงแก้สมการ $1.5(x-1)-0.7(2x+3)=0.9x+3.6$	
9C. จงแก้สมการ $\frac{3}{4}(0.4x+0.8)+4.3=\frac{2}{7}(1.6x-3.2)$	
10C. ถ้า $\frac{9}{5}(3x+1)-\frac{7}{2}(x+2)=\frac{2}{3}(2x-1)$ แล้ว $3x+5$ มีค่าเท่าไร	
11C. ผลบวกของจำนวนคู่สามจำนวนเรียงกันเป็น 162 จงหาจำนวนที่น้อยที่สุด	
12C. ปัจจุบันเอมอายุน้อยกว่าอาร์มอยู่ 4 ปี อีก 5 ปีข้างหน้า สองเท่าของอายุเอมมากกว่าอายุอาร์มอยู่ 17 ปี จงหาว่าปัจจุบันอาร์มอายุเท่าไร	
13C. ณิชามีจำนวนเหรียญห้าบาทมากกว่าสองเท่าของจำนวนเหรียญสิบบาทอยู่ 4 เหรียญ ถ้านับเงินรวมกันได้ 180 บาท แล้วจะมีเหรียญห้าบาทกี่เหรียญ	
14C. ที่ดินรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งมีความยาวมากกว่าสองเท่าของความกว้างอยู่ 3 เมตร ถ้าที่ดินมีความยาวโดยรอบเป็น 252 เมตร จงหาพื้นที่ของที่ดินผืนนี้	
15C. ปัญญ์มีส้มโชกุนและส้มสายน้ำผึ้งรวมกัน 150 กิโลกรัม ถ้าขายส้มโชกุนราคากิโลกรัมละ 90 บาท และขายส้มสายน้ำผึ้งราคากิโลกรัมละ 80 บาท ทำให้อัตราส่วนของจำนวนเงินที่ขายได้ของส้มโชกุนต่อส้มสายน้ำผึ้งเป็น 3 : 4 จงหาว่าปัญญ์ขายส้มทั้งสองชนิดต่างกันกี่กิโลกรัม	
16C. ปัจจุบันอัตราส่วนของอายุแอมต่ออายุโอมเป็น 3 : 4 เมื่อสี่ปีที่แล้วอัตราส่วนของอายุแอมต่ออายุโอมเป็น 5 : 7 จงหาว่าอีกสามปีข้างหน้าทั้งสองคนจะมีอายุรวมกันกี่ปี	
17C. ไลลาซื้อแป้งสาลีและแป้งข้าวโพดมาผสมกันจำนวน 80 กิโลกรัม โดยซื้อแป้งสาลีมากิโลกรัมละ 30 บาท ซื้อแป้งข้าวโพดกิโลกรัมละ 20 บาท นำมาผสมกันขายได้กำไร 30% คิดเป็นเงิน 585 บาท จงหาว่าไลลาซื้อแป้งสาลีมาเท่าไร	
18C. ถ้าต้องการผสมน้ำเกลือที่มีความเข้มข้น 40% จะต้องใช้น้ำเกลือที่มีความเข้มข้น 60% ปริมาณ 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร และน้ำเกลือที่มีความเข้มข้น 25% ในปริมาณกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร	
19C. แก้วและกิ่งออกเดินทางออกจากบ้านของตัวเองพร้อมกันเมื่อเวลา 8.00 น. โดยที่บ้านของทั้งสองคนอยู่ห่างกัน 300 กิโลเมตร ถ้าแก้วเดินทางด้วยอัตราเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และกิ่งเดินทางด้วยอัตราเร็ว 110 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อยากทราบว่าทั้งสองคนจะเจอกันเมื่อเวลาผ่านไปกี่ชั่วโมง	

คำถาม	คำตอบ
20C. รถไฟขบวนที่ 1 และรถไฟขบวนที่ 2 แล่นออกจากสถานีหัวหิน โดยรถไฟขบวนที่ 1 ออกจากสถานีหัวหินเมื่อเวลา 8.00 น. ด้วยอัตราเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รถไฟขบวนที่ 2 ออกจากสถานีหัวหินเมื่อเวลา 8.30 น. ด้วยอัตราเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จงหาว่ารถไฟทั้งสองขบวนจะแล่นทันกันเมื่ออยู่ห่างจากสถานีหัวหินเท่าไร	

ภาคผนวก 6

แบบทดสอบระหว่างเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการยกตัวอย่าง

เรื่อง การประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

แบบทดสอบระหว่างเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการยกตัวอย่าง

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการยกตัวอย่าง
1. รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวคือ $ax+b=0$ โดยที่ x เป็นตัวแปร และ a,b เป็นค่าคงตัว และ $a\neq 0$ ใช่หรือไม่ [ใช่]	1	รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวคือ $mx+n=0$ โดยที่ x เป็นตัวแปร และ m,n เป็นค่าคงตัว และ $m\neq 0$ ใช่หรือไม่ <u>ตอบ</u> เนื่องจาก x เป็นตัวแปร เพียงตัวเดียว และ $m\neq 0$ ดังนั้น $mx+n=0$ เป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
	2	-
2. $5x^2-3x=2$ เป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวใช่หรือไม่ [ไม่ใช่]	1	$3x^2+6=9$ เป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวใช่หรือไม่ <u>ตอบ</u> สมการ $3x^2+6=9$ มีดีกรีเป็น 2 ดังนั้น ไม่เป็นการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
	2	-
3. จงพิจารณาสมการต่อไปนี้ $-2m=0$ --------(1) $4y=2y+3$ -------(2) $7x+\frac{2}{x}=1$ --------(3) สมการใดบ้างเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว [สมการ 1 และ 2]	1	จงพิจารณาสมการต่อไปนี้ $4x^2=12$, $5n=3n+8$, $3x-\frac{5}{x}=1$ จากสมการดังกล่าวเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวกี่สมการ <u>ตอบ</u> $4x^2=12$ เป็นสมการดีกรีสอง ดังนั้นจึงมีสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว 1 สมการ
	2	จงพิจารณาสมการต่อไปนี้ $3x=15$, $7y-15=4y$, $2x=\frac{7}{x}+3$ จากสมการดังกล่าวเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวกี่สมการ <u>ตอบ</u> $2x=\frac{7}{x}+3$ จัดรูปได้เป็น $2x^2=7+3x$ เป็นสมการดีกรีสอง ดังนั้น จึงมีสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว 2 สมการ
4. จงพิจารณาสมการต่อไปนี้ 4. จงพิจารณาสมการต่อไปนี้ $4+3=7$ --------(1)	1	จงพิจารณาสมการต่อไปนี้ $x+5=12$, $2x+3y=1+3y$, $5m-n=0$ จากสมการดังกล่าวเป็น

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการยกตัวอย่าง
$2x-y=1-y$ ---------(2) $3a+b=0$ ---------(3) สมการใดบ้างเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว [สมการ 2]		สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวกี่สมการ <u>ตอบ</u> $2x+3y=1+3y$ สามารถจัดรูปเป็น $2x=1$ ดังนั้น จึงมีสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว 2 สมการ
	2	จงพิจารณาสมการต่อไปนี้ $6+5=11$, $5m+2n=15+2n$, $3x=4y+8$ จากสมการดังกล่าวเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวกี่สมการ <u>ตอบ</u> $6+5=11$ เป็นสมการไม่มีตัวแปร ดังนั้น จึงมีสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว 1 สมการ
5. ถ้า $m+2=n-3$ และ $10=n-3$ แล้วจะสรุปตามสมบัติการเท่ากันได้อย่างไร [$m+2=10$]	1	ถ้า $x=12$ และ $12=y$ แล้วจะสรุปได้อย่างไร <u>ตอบ</u> $x=y$
	2	ถ้า $a-8=20$ และ $20=b+5$ แล้วจะสรุปได้อย่างไร <u>ตอบ</u> $a-8=b+5$ (สมบัติการถ่ายทอด)
6. ถ้า $y=8$ แล้ว $y+7=$ _______ จงเติมคำในช่องว่างโดยใช้สมบัติการเท่ากัน [$8+7$]	1	ถ้า $a+3=5+3$ แล้ว $a=$ ______ ตอบโดยใช้สมบัติการเท่ากัน <u>ตอบ</u> 5
	2	ถ้า $b=9$ แล้ว $b+5=$ ______ ตอบโดยใช้สมบัติการเท่ากัน <u>ตอบ</u> $9+5$ (สมบัติการบวกด้วยจำนวนที่เท่ากัน)
7. พิจารณาการแก้สมการต่อไปนี้ ก. ถ้า $2x+3=9$ แล้ว $x+3=\frac{9}{2}$ ข. ถ้า $3(x+5)=12$ แล้ว $3x=12-5$ การแก้สมการดังกล่าวใช้สมบัติการเท่ากันถูกต้อง กี่ข้อ	1	พิจารณาการแก้สมการต่อไปนี้ ถ้า $3x+5=11$ แล้ว $x+5=\frac{11}{3}$ การแก้สมการดังกล่าวใช้สมบัติการเท่ากันถูกต้องหรือไม่ <u>ตอบ</u> $3x+5=11$ ใช้สมบัติการบวกด้วยจำนวนที่เท่ากันเป็นลำดับแรก $3x+5+(-5)=11+(-5)$

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการยกตัวอย่าง
[0 ข้อ]		ดังนั้น จึงใช้สมบัติการเท่ากันไม่ถูกต้อง
	2	พิจารณาการแก้สมการต่อไปนี้ ถ้า $4(x-5)=12$ แล้ว $4x=12+5$ การแก้สมการดังกล่าวใช้สมบัติการเท่ากันถูกต้องหรือไม่ <u>ตอบ</u> $4(x-5)=12$ ต้องใช้สมบัติการคูณเป็นลำดับแรก $\frac{1}{4}\times 4(x-5)=\frac{1}{4}\times 12$ ดังนั้น การแก้สมการดังกล่าวไม่ถูกต้อง
8. พิจารณาการแก้สมการต่อไปนี้ $5x-\frac{1}{3}=4+2x$ $5x-\frac{1}{3}+(-2x)=4+2x+(-2x)$ _____(1)_____ $3x-\frac{1}{3}=4$ $3x-\frac{1}{3}+\frac{1}{3}=4+\frac{1}{3}$ _____(2)________ $3x=\frac{13}{3}$ $x=\frac{13}{9}$ ______(3________ จากการแก้สมการข้างต้นใช้สมบัติการเท่ากันข้อใดบ้าง ตามลำดับ [การบวก, การบวก, การคูณ]	1	พิจารณาการแก้สมการต่อไปนี้ 3(2x+5) = 4x + 27 6x + 15 = 4x + 27 6x − 4x = 27 − 15 2x = 12 x = 6 การแก้สมการดังกล่าวใช้สมบัติใดบ้างตามลำดับ <u>ตอบ</u> การแจกแจง , การบวก , การคูณ
	2	พิจารณาการแก้สมการต่อไปนี้ $3x-7=\frac{1}{5}-2x$ $3x-7+2x=\frac{1}{5}-2x+2x$ $5x-7=\frac{1}{5}$ $5x-7+7=\frac{1}{5}+7$ $5x=\frac{36}{5}$ $x=\frac{36}{25}$ จากการแก้สมการดังกล่าวใช้สมบัติการเท่ากันใดบ้าง ตามลำดับ

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการยกตัวอย่าง
		ตอบ การบวก, การบวก, การคูณ
9. จงแก้สมการ $8x-15+2x=25+4x-4+3x$ [12]	1	จงแก้สมการ $7x-20+5x=9x+17-2x+8$ วิธีทำ $12x-20=7x+25$ $12x-7x=25+20$ $5x=45$ $x=\frac{45}{5}=9$
	2	จงแก้สมการ $15x+8=6x-19$ วิธีทำ $15x+8=6x-19$ $15x+8+(-6x)=6x-19+(-6x)$ $9x+8=-19$ $9x+8+(-8)=-19+(-8)$ $9x=-27$ $\frac{1}{9}\times 9x=\frac{1}{9}\times(-27)$ $x=-3$
10. จงแก้สมการ $3(x+2)-8(x-3)=15(-4-x)$ [-9]	1	จงแก้สมการ $5(x+3)-2(2x+1)=4(x-8)$ วิธีทำ $5x+15-4x-2=4x-32$ $x+13=4x-32$ $13+32=4x-x$ $45=3x$ $x=15$
	2	จงแก้สมการ $4(x-3)-3(x-2)=2(2x+3)$ วิธีทำ $4x-12-3x+6=4x+6$ $x-6=4x+6$ $-12=3x$ $-4=x$

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการยกตัวอย่าง
11. ถ้า $5(x+2)-8(x-2)=2(x-4)-1$ แล้ว $2x+6$ มีค่าเท่าไร [20]	1	ถ้า $6(x-1)+3(x-7)=5(x+1)$ แล้ว $2x-5$ มีค่าเท่าไร <u>วิธีทำ</u> $6x-6+3x-21=5x+5$ $9x-27=5x+5$ $9x-5x=5+27$ $4x=32$ $x=8$ ดังนั้น $2x-5=2(8)-5=11$
	2	ถ้า $4(7y+9)+10=-5(y-2)-3y$ แล้ว $-5y+3$ มีค่าเท่าไร <u>วิธีทำ</u> $28y+36+10=-5y+10-3y$ $28y+46=-8y+10$ $28y+8y=10-46$ $36y=-36$ $y=-1$ ดังนั้น $-5y+3=-5(-1)+3=8$
12. ถ้า $2(x-3)+3(x+5)=39$ และ $25+5(y+7)=9(2-y)$ แล้ว $x+y$ มีค่าเท่าไร [3]	1	จงแก้สมการ $7(x+2)-3(x-2)=40$ <u>วิธีทำ</u> $7x+14-3x+6=40$ $4x+20=40$ $4x=20$ $x=5$
	2	จงแก้สมการ $8(y-3)-12=6(y-2)$ <u>วิธีทำ</u> $8y-24-12=6y-12$ $8y-36=6y-12$ $8y-6y=-12+36$ $2y=24$ $y=12$
13. จงแก้สมการ $\frac{3}{5}x-\frac{7}{3}=\frac{19}{15}$ [6]	1	จงแก้สมการ $\frac{5}{6}x=\frac{3}{4}x+1$ <u>วิธีทำ</u> นำครน.ของ 6, 4 คือ 12 คูณทั้งสอง

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการยกตัวอย่าง
		ข้าง ของสมการ $12(\frac{5}{6}x)=12(\frac{3}{4}x)+12(1)$ $10x=9x+12$ $x=12$
	2	จงแก้สมการ $\frac{2}{3}x-\frac{5}{4}=\frac{17}{12}$ <u>วิธีทำ</u> นำครน.ของ 3, 4, 12 คือ 12 คูณทั้งสองข้างของสมการ $12(\frac{2}{3}x)-12(\frac{5}{4})=12(\frac{17}{12})$ $8x-15=17$ $8x=32$ $x=4$
14. จงแก้สมการ $\frac{7x+4}{5}=12$ [8]	1	จงแก้สมการ $\frac{5x}{8}=35$ <u>วิธีทำ</u> $\frac{5x}{8}(8)=35(8)$ $5x=35(8)$ $x=\frac{35(8)}{5}$ $x=56$
	2	จงแก้สมการ $\frac{3x-4}{8}=4$ <u>วิธีทำ</u> $8(\frac{3x-4}{8})=8(4)$ $3x-4=32$ $3x=36$ $x=12$
15. จงแก้สมการ $0.7(x-2)+1.3(x+8)=0.2(2x+5)$ [-5]	1	จงแก้สมการ $2.4(x+3)=0.6(11x-2)$ <u>วิธีทำ</u> $2.4x+7.2=6.6x-1.2$ $7.2+1.2=6.6x-2.4x$ $8.4=4.2x$

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการยกตัวอย่าง
		$2 = x$
	2	จงแก้สมการ $1.5(x-2)+0.3(x+4)=0.9(x+3)$ <u>วิธีทำ</u> $1.5x-3+0.3x+1.2=0.9x+2.7$ $1.8x-1.8=0.9x+2.7$ $1.8x-0.9x=2.7+1.8$ $0.9x=4.5$ $x=5$
16. จงแก้สมการ $\frac{x+2}{3}+\frac{x-3}{4}=\frac{3x+7}{6}$ [15]	1	จงแก้สมการ $\frac{x+1}{3}+\frac{x-1}{4}=\frac{x+1}{2}$ <u>วิธีทำ</u> นำครน.ของ 2, 3, 4 คือ 12 คูณตลอดสมการ $12(\frac{x+1}{3})+12(\frac{x-1}{4})=12(\frac{x+1}{2})$ $4(x+1)+3(x-1)=6(x+1)$ $4x+4+3x-3=6x+6$ $7x+1=6x+6$ $7x-6x=6-1$ $x=5$
	2	จงแก้สมการ $\frac{x+4}{5}+\frac{2x-3}{3}=\frac{2(7x+3)}{15}$ <u>วิธีทำ</u> นำครน. คือ 15 คูณตลอดสมการ $15(\frac{x+4}{5})+15(\frac{2x\text{-}3}{3})=15(\frac{2(7x+3)}{15})$ $3(x+4)+5(2x-3)=2(7x+3)$ $3x+12+10x-15=14x+6$ $13x-3=14x+6$ $-3-6=14x-13x$ $-9=x$
17. จงแก้สมการ $\frac{x-3}{0.1}-\frac{3-x}{0.2}=240$ [19]	1	จงแก้สมการ $\frac{x+2}{0.3}+\frac{x-2}{0.2}=55$ <u>วิธีทำ</u> นำครน. คือ 0.6 คูณตลอดสมการ $0.6(\frac{x+2}{0.3})+0.6(\frac{x-2}{0.2})=0.6(55)$

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการยกตัวอย่าง
		$2(x+2)+3(x-2)=0.6(55)$ $2x+4+3x-6=33$ $5x-2=33$ $5x=35$ $x=7$
	2	จงแก้สมการ $\frac{2x+3}{0.5}+\frac{x+6}{0.3}=70$ <u>วิธีทำ</u> นำ 15 คูณทั้งสองข้างของสมการ $15(\frac{2x+3}{0.5})+15(\frac{x+6}{0.3})=15(70)$ $30(2x+3)+50(x+6)=15(70)$ $60x+90+50x+300=1,050$ $110x+390=1,050$ $110x=1,050-390$ $110x=660=6$
18. จงแก้สมการ $0.4(2x-6)+\frac{3}{4}(x+5)=\frac{3}{8}(3x-5)+9.6$ [15]	1	จงแก้สมการ $\frac{5}{4}(x+5)+2.5(x-3)=3x+1$ <u>วิธีทำ</u> จัดรูปเศษส่วนให้อยู่ในรูปทศนิยม $1.25(x+5)+2.5(x-3)=3x+1$ $1.25x+6.25+2.5x-7.5=3x+1$ $3.75x-1.25=3x+1$ $0.75x=2.25$ $x=3$
	2	จงแก้สมการ $\frac{2}{5}(2x-9)+0.25(x+8)=0.3(2x-4)-\frac{3}{4}(x-\frac{56}{3})$ <u>วิธีทำ</u> จัดรูปทศนิยมให้อยู่ในรูปเศษส่วน $\frac{2}{5}(2x-9)+\frac{1}{4}(x+8)=\frac{3}{10}(2x-4)-\frac{3}{4}(x-\frac{56}{3})$ $60(\frac{2}{5}(2x-9))+60(\frac{1}{4}(x+8))=$ $60(\frac{3}{10}(2x-4))-60(\frac{3}{4}(x-\frac{56}{3}))$ $24(2x-9)+15(x+8)=18(2x-4)-45(x-\frac{56}{3})$

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการยกตัวอย่าง
		$48x-216+15x+120=36x-72-45x+840$ $63x-96=-9x+768$ $72x=864$ $x=12$
19. ถ้า $\frac{1}{5}(1-4x)+\frac{3}{2}(x+6)=\frac{4}{3}(x+5)$ แล้ว $5x-3$ มีค่าเท่าไร [17]	1	ถ้า $\frac{3}{4}(x-5)=\frac{2}{3}(x-3)$ แล้ว $2x-15$ มีค่าเท่าไร <u>วิธีทำ</u> นำครน. คือ 12 คูณตลอด $12(\frac{3}{4}(x-5))=12(\frac{2}{3}(x-3))$ $9x-45=8x-24$ $9x-8x=-24+45$ $x=21$ ดังนั้น $2x-15=2(21)-15=26$
	2	ถ้า $\frac{4}{3}(x+5)-\frac{3}{2}(x+6)=\frac{1}{5}(1-4x)$ แล้ว $3x-2$ มีค่าเท่าไร <u>วิธีทำ</u> นำครน. คือ 30 คูณตลอด $30(\frac{4}{3}(x+5))-30(\frac{3}{2}(x+6))=30(\frac{1}{5}(1-4x))$ $40x+200-45x-270=6-24x$ $-5x-70=6-24x$ $19x=76$ $x=4$ ดังนั้น $3x-2=3(4)-2=10$
20. ถ้า $\frac{x-2}{3}-\frac{2(3-2x)}{5}-\frac{3(x+1)}{4}=\frac{5-4x}{60}$ แล้ว $2x-9$ มีค่าเท่าไร [3]	1	ถ้า $\frac{2(2x-5)}{3}=\frac{7(x-3)}{5}$ แล้ว $x+2$ มีค่าเท่าไร <u>วิธีทำ</u> นำครน. คือ 15 คูณตลอด $15(\frac{2(2x-5)}{3})=15(\frac{7(x-3)}{5})$ $10(2x-5)=21(x-3)$ $20x-50=21x-63$ $13=x$ ดังนั้น $x+2=13+2=15$

ข้อคำถาม	**เมื่อตอบผิดครั้งที่**	**ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการยกตัวอย่าง**
	2	ถ้า $\frac{x+5}{3}+\frac{2x+1}{2}-\frac{3x-1}{4}=\frac{20x+3}{12}$ แล้ว $2x+4$ มีค่าเท่าไร วิธีทำ นำ ครน. คือ 12 คูณตลอด $12(\frac{x+5}{3})+12(\frac{2x+1}{2})-12(\frac{3x-1}{4})=12(\frac{20x+3}{12})$ $4x+20+12x+6-9x+3=20x+3$ $7x+29=20x+3$ $26=13x$ $2=x$ ดังนั้น $2x+4=8$
21. ผลบวกของจำนวนสองจำนวนเท่ากับ 80 ถ้าสามเท่าของจำนวนน้อยมากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนมากอยู่ 72 จงหาจำนวนที่มากกว่า [48]	1	ผลบวกของจำนวนสองจำนวนเท่ากับ 60 ถ้าสองเท่าของจำนวนที่มาก มากกว่าจำนวนที่น้อยกว่าอยู่ 45 จงหาจำนวนทั้งสองจำนวน วิธีทำ ให้จำนวนที่น้อยกว่าเป็น x จำนวนที่มากกว่าเป็น 60 – x จะได้สมการเป็น $2(60-x)-x=45$ $120-2x-x=45$ $120-3x=45$ $120-45=3x$ $75=3x$ $25=x$ ดังนั้น จำนวนที่น้อยกว่าคือ 25 และจำนวนที่มากกว่าคือ 35
	2	ผลบวกของจำนวนสองจำนวนเท่ากับ 100 ถ้าสองเท่าของจำนวนที่น้อยมากกว่าหนึ่งในสี่ของจำนวนที่มากกว่าอยู่ 56 จงหาจำนวนทั้งสองจำนวน วิธีทำ ให้จำนวนที่น้อยกว่าเป็น x จำนวนที่มากกว่าเป็น 100 – x จะได้สมการเป็น $2x-\frac{1}{4}(100-x)=56$

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการยกตัวอย่าง
		คูณ 4 ตลอดสมการ $8x-(100-x)=224$ $8x-100+x=224$ $9x=324$ $x=36$ $25=x$ ดังนั้น จำนวนที่น้อยกว่าคือ 36 และจำนวนที่มากกว่าคือ 64
22. ปัจจุบันแม่มีอายุเป็นสามเท่าของลูก อีกแปดปีข้างหน้าแม่และลูกจะมีอายุรวมกันเป็น 72 ปี จงหาว่าปัจจุบันลูกอายุกี่ปี [14 ปี]	1	ปัจจุบันพ่อมีอายุเป็นสองเท่าของลูก อีกสิบสองปีข้างหน้าพ่อจะมีอายุมากกว่าลูกอยู่ 29 ปี จงหาว่าปัจจุบันลูกอายุเท่าไร <u>วิธีทำ</u> ให้ปัจจุบันลูกอายุ x ปี และพ่ออายุ 2x ปี อีกสิบสองปีข้างหน้าลูกอายุ x + 12 ปี และพ่ออายุ 2x + 12 ปี จะได้สมการเป็น $(2x+12)-(x+12)=29$ $x=29$ ดังนั้นปัจจุบันลูกอายุ 29 ปี
	2	ปัจจุบันแม่มีอายุเป็นห้าเท่าของลูก อีกห้าปีข้างหน้าแม่และลูกจะมีอายุรวมกันเป็น 52 ปี จงหาว่าปัจจุบันลูกอายุเท่าไร <u>วิธีทำ</u> ให้ปัจจุบันลูกอายุ x ปี และพ่ออายุ 5x ปี อีกห้าปีข้างหน้าลูกอายุ x + 5 ปี และพ่ออายุ 5x + 5 ปี จะได้สมการเป็น $(x+5)+(5x+5)=52$ $6x+10=52$ $6x=42$ $x=7$ ดังนั้นปัจจุบันลูกอายุ 7 ปี

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการยกตัวอย่าง
23. ประตูบานหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยมีความยาวน้อยกว่าสามเท่าของความกว้างอยู่ 3 ฟุต ถ้าประตูบานนี้มีความยาวรอบประตูเป็น 34 ฟุต จงหาว่าประตูบานนี้มีความยาวมากกว่าความกว้างกี่ฟุต [7 ฟุต]	1	ที่ดินรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความยาวมากกว่าสองเท่าของด้านกว้างอยู่ 2 เมตร ถ้าที่ดินผืนนี้มีความยาวโดยรอบเป็น 46 เมตร อยากทราบว่าที่ดินผืนนี้มีความกว้างและความยาวเป็นเท่าไร วิธีทำ ให้ความกว้างเป็น x เมตร และความยาวเป็น 2x + 2 เมตร จะได้สมการเป็น $2[x+(2x+2)]=46$ $3x+2=23$ $3x=21$ $x=7$ ดังนั้นที่ดินผืนนี้มีความกว้างเป็น 7 เมตร และความยาวเป็น 16 เมตร
	2	ห้องเรียนห้องหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยมีความยาวน้อยกว่าสองเท่าของความกว้างอยู่ 4 เมตร ถ้าห้องเรียนนี้มีความยาวรอบห้องเป็น 40 เมตร จงหาว่าห้องเรียนนี้มีความกว้างและความยาวเป็นเท่าไร วิธีทำ ให้ความกว้างเป็น x เมตร และความยาวเป็น 2x – 4 เมตร จะได้สมการเป็น $2[x+(2x-4)]=40$ $3x-4=20$ $3x=24$ $x=8$ ดังนั้นที่ดินผืนนี้มีความกว้างเป็น 8 เมตร และความยาวเป็น 12 เมตร
24. โอลีฟมีเงินเหรียญห้าบาทและเหรียญสิบบาทรวมกันเป็นเงิน 290 บาท ถ้ามีเหรียญห้าบาทน้อยกว่าสองเท่าของเหรียญสิบบาทอยู่ 2 เหรียญ จงหาว่ามีเหรียญสิบบาทจำนวนกี่เหรียญ [15 เหรียญ]	1	จันตามีเงินเหรียญสองบาทและเหรียญสิบบาทรวมกัน 118 เหรียญ ถ้ามีเหรียญสองบาทน้อยกว่าเหรียญสิบบาทอยู่ 220 บาท จงหาว่ามีเหรียญแต่ละชนิดอย่างละกี่เหรียญ วิธีทำ ให้จันตามีเหรียญสองบาทจำนวน xเหรียญ

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการยกตัวอย่าง
		และมีเหรียญสิบบาทจำนวน 118–x เหรียญ ดังนั้นมีเหรียญสองบาทเป็นเงิน 2x บาท เหรียญสิบบาทเป็นเงิน 10(118 – x) บาท จะได้สมการเป็น $10(118-x)-2x=220$ $1180-10x-2x=220$ $960=12x$ $x=80$ ดังนั้นจันตามีเหรียญสองบาท 80 เหรียญ และมีเหรียญสิบบาท 118–80=38 เหรียญ
	2	อาซามีเงินเหรียญสองบาทและเหรียญห้าบาทรวมกันเป็นเงิน 250 บาท ถ้ามีเหรียญสองบาทมากกว่าเหรียญห้าบาทอยู่ 6 เหรียญ จงหาว่ามีเหรียญแต่ละชนิดอย่างละกี่เหรียญ <u>วิธีทำ</u> ให้อาซามีเหรียญสองบาทจำนวน x เหรียญ และมีเหรียญห้าบาทจำนวน x – 6 เหรียญ ดังนั้นมีเหรียญสองบาทเป็นเงิน 2x บาท เหรียญห้าบาทเป็นเงิน 5(x – 6) บาท จะได้สมการเป็น $2x+5(x-6)=250$ $2x+5x-30=250$ $7x=280$ $x=40$ ดังนั้นจันตามีเหรียญสองบาท 40 เหรียญ และมีเหรียญห้าบาท 40 – 6 = 34 เหรียญ
25. ปัจจุบันพ่ออายุมากกว่าลูก 30 ปี อีกเจ็ดปีข้างหน้าอัตราส่วนของอายุลูกต่ออายุพ่อเป็น 3 : 5 จงหาว่าปัจจุบันพ่ออายุกี่ปี [68 ปี]	1	ปัจจุบันโอมมีอายุมากกว่านิวอยู่ 9 ปี ถ้าสามปีที่แล้ว อัตราส่วนของอายุโอมต่ออายุนิวเป็น 8 : 5 จงหาว่าปัจจุบันนิวอายุเท่าไร <u>วิธีทำ</u> ให้ปัจจุบันนิวอายุ x ปี โอมอายุ x + 9 ปี สามปีที่แล้วนิวอายุ x – 3 ปี

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการยกตัวอย่าง
		และโอมอายุ x + 9 − 3 = x + 6 จะได้สมการเป็น $\frac{x+6}{x-3}=\frac{8}{5}$ $5(x+6)=8(x-3)$ $5x+30=8x-24$ $3x=54$ $x=18$ ดังนั้น ปัจจุบันนิวอายุ 18 ปี
	2	ปัจจุบันแม่อายุมากกว่าลูก 28 ปี อีกห้าปีข้างหน้าอัตราส่วนของอายุลูกต่ออายุแม่เป็น 3 : 7 จงหาว่าปัจจุบันลูกอายุเท่าไร <u>วิธีทำ</u> ให้ปัจจุบันลูกอายุ x ปี แม่อายุ x + 28 ปี อีกห้าปีข้างหน้าลูกอายุ x + 5 ปี และแม่อายุ x + 28 + 5 = x + 33 จะได้สมการเป็น $\frac{x+5}{x+33}=\frac{3}{7}$ $7(x+5)=3(x+33)$ $7x+35=3x+99$ $4x=64$ $x=16$ ดังนั้น ปัจจุบันลูกอายุ 16 ปี
26. โรงเรียนแห่งหนึ่งมีอัตราส่วนของนักเรียนชายต่อนักเรียนหญิงเป็น 8 : 5 ถ้ามีนักเรียนชายลาออกไป 30 คน และมีนักเรียนหญิงมาเพิ่ม 20 คน ทำให้อัตราส่วนใหม่ของนักเรียนชายต่อนักเรียนหญิงเป็น 3 : 2 จงหาว่าปัจจุบันโรงเรียนนี้มีนักเรียนทั้งหมดกี่คน [1,550 คน]	1	ที่ดินรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีอัตราส่วนของด้านกว้างต่อด้านยาวเป็น 5 : 7 และมีความยาวรอบรูปเป็น 288 เมตร จงหาว่าที่ดินผืนนี้มีขนาดเท่าไร <u>วิธีทำ</u> ให้ x แทนจำนวนเต็มบวกใดๆ ดังนั้น ด้านกว้าง 5x เมตร ด้านยาว 7x เมตร จะได้สมการเป็น $2(5x+7x)=288$ $12x=144$ $x=12$ ดังนั้นที่ดินผืนนี้มีความกว้าง 5(12) = 60 เมตร และความยาว 7(12) = 84 เมตร

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการยกตัวอย่าง
	2	แม่ค้าซื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองและพันธุ์ก้านยาวมาในอัตราส่วน 4 : 3 และขายทุเรียนพันธุ์หมอนทองไป 8 กิโลกรัม และซื้อทุเรียนพันธุ์ก้านยาวมาเพิ่มอีก 2 กิโลกรัม จึงทำให้มีอัตราส่วนของพันธุ์หมอนทองต่อพันธุ์ก้านยาวใหม่เป็น 4 : 5 อยากทราบว่าแม่ค้าซื้อทุเรียนมาขายทั้งหมดกี่กิโลกรัม <u>วิธีทำ</u> ให้ x แทนจำนวนเต็มบวกใดๆ เดิมแม่ค้าซื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองมา 4x กก. และซื้อทุเรียนพันธุ์ก้านยาวมา 3x กก. จะได้สมการเป็น $\frac{4x-8}{3x+2}=\frac{4}{5}$ $5(4x-8)=4(3x+2)$ $20x-40=12x+8$ $8x=48$ $x=6$ ดังนั้นเดิมมีทุเรียน 4(6) + 3(6) = 42 กก.
27. กันยาซื้อน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายแดงมาผสมกันจำนวน 60 กิโลกรัม โดยน้ำตาลทรายขาวกิโลกรัมละ 30 บาท น้ำตาลทรายแดงกิโลกรัมละ 25 บาท และนำไปขายกิโลกรัมละ 35 บาท คิดเป็นกำไร 25% จงหาซื้อน้ำตาลทรายขาวมากกว่าน้ำตาลทรายแดงกี่กิโลกรัม [12 กิโลกรัม]	1	ฟ้าใสซื้อองุ่นแดงและองุ่นเขียวมารวมกันจำนวน 42 กิโลกรัม โดยองุ่นแดงกิโลกรัมละ 250 บาท องุ่นเขียวกิโลกรัมละ 200 บาท และนำไปขายได้กำไร 20% คิดเป็นเงิน 1,920 บาท จงหาซื้อองุ่นแต่ละชนิดมาอย่างละเท่าไร <u>วิธีทำ</u> ให้ฟ้าใสซื้อองุ่นแดงมา x กก. และองุ่นเขียวมา 42 – x กก. ต้นทุนเป็นเงิน $250x+200(42-x)$ บาท ได้กำไร 20% เป็นเงิน 1,920 บาท จะได้สมการเป็น $\frac{20}{100}(250x+200(42-x)=1,920$ $250x+200(42-x)=1,920\times\frac{100}{20}$ $50x+8,400=9,600$

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการยกตัวอย่าง
		$$50x = 1,200$$ $$x = 24$$ ดังนั้นฟ้าใสซื้อองุ่นแดงมา 24 กก. และองุ่นเขียวมา 42 – 24 = 18 กก.
	2	แม่ค้าซื้อปุ๋ยมาสองชนิดรวมกัน 40 กิโลกรัม ชนิดแรกราคากิโลกรัมละ 50 บาท ชนิดที่สองราคากิโลกรัมละ 30 บาท นำมาผสมกันแล้วขายในราคากิโลกรัมละ 60 บาท คิดเป็นกำไร 60% อยากทราบว่าแม่ค้าซื้อปุ๋ยแต่ละชนิดมาอย่างละเท่าไร วิธีทำ ให้ซื้อปุ๋ยชนิดแรกมา x กิโลกรัม และซื้อปุ๋ยชนิดที่สองมา 40 – x กิโลกรัม ต้นทุนปุ๋ยรวม 50x + 30(4o – x) บาท ขายปุ๋ยได้เงิน 60(40) = 2,400 บาท คิดเป็นกำไร 60% แสดงว่าขายได้ 160% จะได้สมการเป็น $$\frac{2,400}{50x+30(40-x)} = \frac{160}{100}$$ $$\frac{2,400}{50x+30(40-x)} = \frac{8}{5}$$ $$5(2,400) = 8[20x+1,200]$$ $$12,000 = 160x+9,600$$ $$2,400 = 160x$$ $$x = 15$$ ดังนั้น ซื้อปุ๋ยชนิดแรกมา 15 กิโลกรัมและซื้อปุ๋ยชนิดที่สองมา 40 – 15 = 25 กิโลกรัม
28. ต้องการผสมน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้น 40% ปริมาณ 320 ลิตร โดยผสมน้ำเชื่อม 34% ปริมาณ 200 ลิตร กับน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นกี่เปอร์เซ็นต์ [50%]	1	นำแอลกอฮอล์ 30% ปริมาณ 60 ลิตร มาผสมกับแอลกอฮอล์ 40% ปริมาณ 40 ลิตร จะได้แอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นเท่าไร <u>วิธีทำ</u> ให้ผสมได้แอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้น x% ปริมาณรวม 60 + 40 =100 ลิตร จะได้สมการเป็น

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการยกตัวอย่าง
		$\frac{30}{100}(60)+\frac{40}{100}(40)=\frac{x}{100}(100)$ คูณ 100 ตลอดสมการ $30(60)+40(40)=x(100)$ $3400=x(100)$ $x=34$ ดังนั้นจะได้แอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้น34%
	2	ต้องการน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้น 54% จำนวน 200 ลิตร จะต้องผสมน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้น 50% และ 60% อย่างละเท่าไรตามลำดับ วิธีทำ ให้ผสมน้ำเชื่อมเข้มข้น 50% จำนวน x ลิตร และน้ำเชื่อมเข้มข้น 60% จำนวน 200 – x ลิตร จะได้สมการเป็น $\frac{50}{100}(x)+\frac{60}{100}(200-x)=\frac{54}{100}(200)$ คูณ 100 ตลอดสมการ $50x+12,000-60x=10,800$ $-10x=-1,200$ $x=120$ ดังนั้นใช้น้ำเชื่อมเข้มข้น 50% จำนวน 120 ลิตร และน้ำเชื่อมเข้มข้น 60% จำนวน 80 ลิตร
29. นิวและจิ๋วออกเดินทางออกจากบริษัทแกรมมี่ไปงานคอนเสิร์ตที่ต่างจังหวัด โดยนิวออกเดินทางเวลา 7.00 น. ด้วยอัตราเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และจิ๋วออกเดินทางตามไปเวลา 7.30 น. ด้วยอัตราเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จงหาว่านิวและจิ๋วจะตามทันกันที่ระยะทางกี่กิโลเมตร [120 กิโลเมตร]	1	ธันวาออกเดินทางจากบ้านไปเขาใหญ่ด้วยอัตราเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และเดินทางกลับด้วยอัตราเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และใช้เวลามากกว่าขาไป 20 นาที อยากทราบว่าระยะทางจากบ้านไปเขาใหญ่เป็นเท่าไร วิธีทำ ให้ระยะทางจากบ้านไปเขาใหญ่เป็น x กม. ดังนั้นขาไปธันวาใช้เวลา $\frac{x}{100}$ ชม. และ

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการยกตัวอย่าง
		ขากลับใช้เวลา $\frac{x}{90}$ ชม. จะได้สมการเป็น $\frac{x}{90}-\frac{x}{100}=\frac{20}{60}$ คูณ ครน. คือ 900 ตลอดสมการ $100x-90x=300$ $x=300$ ดังนั้นระยะทางจากบ้านไปเขาใหญ่เป็น 300 กิโลเมตร
	2	เรณูกับอาไช้จะออกเดินทางจากบ้านไปหัวหิน โดยเรณูออกเดินทางก่อนเมื่อเวลา 8.00 น. ด้วยอัตราเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ต่อมาอาไช้ออกเดินทางเวลา 9.00 น. ด้วยอัตราเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จงหาว่าทั้งสองคนจะตามทันกันเมื่อเวลาเท่าไร และห่างจากบ้านเป็นระยะทางเท่าไร วิธีทำ ให้เรณูใช้เวลาในการเดินทาง x ชม. และอาไช้ใช้เวลาในการเดินทาง x – 1 ชม. ทั้งสองคนเดินทางทันกันแสดงว่าได้ระยะทางเท่ากัน จะได้สมการเป็น $90x=120(x-1)$ $90x=120x-120$ $120=30x$ $x=4$ ดังนั้น ทั้งสองคนจะตามทันกันเมื่อเวลา 12.00 น. และห่างจากบ้านเป็นระยะทาง 360 กิโลเมตร
30. รถไฟขบวนที่ 1 และรถไฟขบวนที่ 2 แล่นออกจากสถานีเดียวกันในทิศทางตรงกันข้าม โดยรถไฟขบวนที่ 1 ออกเดินทางเวลา 8.00 น. และรถไฟขบวนที่ 2 ออกเดินทางช้ากว่า 30 นาที ด้วยอัตราเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และถึงสถานีปลายทางพร้อมกันเวลา 10.00 น.	1	บ้านของบีนาและอันดาอยู่บนถนนสายเดียวกันซึ่งห่างกัน 75 กิโลเมตร บีน่าและอันดานัดเจอกันที่สวนสนุกที่อยู่ระหว่างบ้านของทั้งสองคน โดยบีน่าออกเดินทางด้วยอัตราเร็ว 75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และอันดาออกเดินทางด้วยอัตราเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เมื่อทั้ง

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการยกตัวอย่าง
ถ้าสถานีปลายทางทั้งสองอยู่ห่างกัน 610 กิโลเมตร จงหาว่ารถไฟขบวนที่ 1 แล่นด้วยอัตราเร็วเท่าไร [230 กิโลเมตรต่อชั่วโมง]		สองคนเจอกันที่สวนสนุกพบว่าบีน่าใช้เวลาในการเดินทางเป็น $\frac{6}{5}$ เท่าของเวลาที่อันดาเดินทาง อยากทราบว่าบ้านของอันดาอยู่ห่างจากสวนสนุกเท่าไร วิธีทำ ให้อันดาใช้เวลาเดินทาง x ชม. และบีน่าใช้เวลาเดินทาง $\frac{6}{5}x$ ชม. ระยะทางของทั้งสองคนรวมกันได้ 75 กม. จะได้สมการเป็น $75(\frac{6}{5}x)+60x=75$ $90x+60x=75$ $150x=75$ $x=\frac{1}{2}$ ดังนั้นบ้านของอันดาอยู่ห่างจากสวนสนุก 30 กิโลเมตร
	2	ธาดาเดินทางไปเที่ยวทะเล โดยขาไปขับรถด้วยอัตราเร็ว 75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ใช้เวลาเดินทาง 4 ชั่วโมงและในขากลับขับรถในเส้นทางเดิม ซึ่งใช้เวลาน้อยกว่าขาไป $1\frac{1}{2}$ ชั่วโมง อยากทราบว่าขากลับขับรถด้วยอัตราเร็วเท่าไร วิธีทำ ให้ขากลับอัตราเร็ว x กม./ชม. ระยะทางขาไปและขากลับเท่ากัน จะได้สมการเป็น $75(4)=2.5x$ $x=120$ ดังนั้น ขากลับอัตราเร็ว 120 กม./ชม.

ภาคผนวก 7

แบบทดสอบระหว่างเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการชี้แนะ

เรื่อง การประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

แบบทดสอบระหว่างเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการชี้แนะ

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการชี้แนะ
1. รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวคือ $ax+b=0$ โดยที่ x เป็นตัวแปร และ a,b เป็นค่าคงตัว และ $a\neq 0$ ใช่หรือไม่ [ใช่]	1	สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว คือสมการที่มีตัวแปรเพียง 1 ตัวเท่านั้น
	2	-
2. $5x^2-3x=2$ เป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวใช่หรือไม่ [ไม่ใช่]	1	สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว คือสมการที่มีตัวแปรเพียง 1 ตัว และมีดีกรีเป็น 1 เท่านั้น
	2	-
3. จงพิจารณาสมการต่อไปนี้ $-2m=0$ --------(1) $4y=2y+3$ -------(2) $7x+\frac{2}{x}=1$ --------(3) สมการใดบ้างเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว [สมการ 1 และ 2]	1	สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว คือสมการที่มีตัวแปรเพียง 1 ตัว และมีดีกรีเป็น 1 เท่านั้น
	2	$7x+\frac{2}{x}=1$ เมื่อคูณ x ตลอดสมการจะได้ $7x^2+2=x$
4. จงพิจารณาสมการต่อไปนี้ 4. จงพิจารณาสมการต่อไปนี้ $4+3=7$ --------(1) $2x-y=1-y$ ---------(2) $3a+b=0$ ---------(3) สมการใดบ้างเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว [สมการ 2]	1	สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว คือสมการที่มีตัวแปรเพียง 1 ตัว และมีดีกรีเป็น 1 เท่านั้น
	2	$2x-y=1-y$ สามารถจัดรูปได้เป็น $2x=1$
5. ถ้า $m+2=n-3$ และ $10=n-3$ แล้วจะสรุปตามสมบัติการเท่ากันได้อย่างไร [$m+2=10$]	1	มีค่าเท่ากับ 10 เหมือนกัน
	2	สมบัติการถ่ายทอด
6. ถ้า $y=8$ แล้ว $y+7=$ ________ จงเติมคำในช่องว่างโดยใช้สมบัติการเท่ากัน [$8+7$]	1	สมบัติการบวกด้วยจำนวนที่เท่ากัน
	2	บวก 7 ทั้งสองข้างของสมการ
7. พิจารณาการแก้สมการต่อไปนี้	1	การแก้สมการ $2x+3=9$ ต้องดำเนินการใช้สมบัติการบวกด้วย

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการชี้แนะ
ก. ถ้า $2x+3=9$ แล้ว $x+3=\frac{9}{2}$ ข. ถ้า $3(x+5)=12$ แล้ว $3x=12-5$ การแก้สมการดังกล่าวใช้สมบัติการเท่ากันถูกต้องกี่ข้อ [0 ข้อ]		จำนวนที่เท่ากันก่อนเป็นลำดับแรก
	2	การแก้สมการ $3(x+5)=12$ ต้องดำเนินการใช้สมบัติการคูณด้วยจำนวนที่เท่ากันก่อนเป็นลำดับแรก
8. พิจารณาการแก้สมการต่อไปนี้ $5x-\frac{1}{3}=4+2x$ $5x-\frac{1}{3}+(-2x)=4+2x+(-2x)$ _____(1)_____ $3x-\frac{1}{3}=4$ $3x-\frac{1}{3}+\frac{1}{3}=4+\frac{1}{3}$ _____(2)_____ $3x=\frac{13}{3}$ $x=\frac{13}{9}$ _____(3_____ จากการแก้สมการข้างต้นใช้สมบัติการเท่ากันข้อใดบ้าง ตามลำดับ [การบวก, การบวก, การคูณ]	1	การแก้สมการ $5x-\frac{1}{3}=4+2x$ ต้องดำเนินรวมตัวแปรไว้ด้วยกัน และรวมตัวเลขไว้ด้วยกันโดยใช้สมบัติการเท่ากัน
	2	$3x=\frac{13}{3}$ จะหาค่าตัวแปร x โดยใช้สมบัติการเท่ากัน
9. จงแก้สมการ $8x-15+2x=25+4x-4+3x$ [12]	1	ต้องดำเนินรวมตัวแปรไว้ด้วยกัน และรวมตัวเลขไว้ด้วยกัน จะได้ $8x-15+2x=25+4x-4+3x$ $10x-15=7x+21$
	2	$10x-15=7x+21$ ใช้สมบัติการบวกด้วยจำนวนที่เท่ากันจะได้ $10x-15+15+(-7x)=$ $7x+21+15+(-7x)$ $3x=36$
10. จงแก้สมการ $3(x+2)-8(x-3)=15(-4-x)$	1	ใช้สมบัติการแจกแจงและรวมตัวแปรไว้ด้วยกัน และรวมตัวเลขไว้ด้วยกัน จะได้

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการชี้แนะ
[-9]		$3(x+2)-8(x-3)=15(-4-x)$ $3x+6-8x+24=-60-15x$ $-5x+30=-60-15x$
	2	$-5x+30=-60-15x$ ใช้สมบัติการบวกและสมบัติการคูณตามลำดับ
11. ถ้า $5(x+2)-8(x-2)=2(x-4)-1$ แล้ว $2x+6$ มีค่าเท่าไร [20]	1	ใช้สมบัติการแจกแจงและรวมตัวแปรไว้ด้วยกัน และรวมตัวเลขไว้ด้วยกันจะได้ $5(x+2)-8(x-2)=2(x-4)-1$ $5x+10-8x+16=2x-8-1$ $-3x+26=2x-9$
	2	$-3x+26=2x-9$ ใช้สมบัติการบวกและสมบัติการคูณตามลำดับ
12. ถ้า $2(x-3)+3(x+5)=39$ และ $25+5(y+7)=9(2-y)$ แล้ว $x+y$ มีค่าเท่าไร [3]	1	ดำเนินการใช้สมบัติการแจกแจงก่อนเป็นลำดับแรก ทั้งสองสมการ $2(x-3)+3(x+5)=39$ $2x-6+3x+15=39$ $5x+9=39$
	2	$5x+9=39$ ใช้สมบัติการบวกและสมบัติการคูณตามลำดับ
13. จงแก้สมการ $\frac{3}{5}x-\frac{7}{3}=\frac{19}{15}$ [6]	1	นำ ค.ร.น. ของ 5,3 และ 15 คือ 15 คูณทั้งสองข้างของสมการ $\frac{3}{5}x-\frac{7}{3}=\frac{19}{15}$ $15(\frac{3}{5}x)-15(\frac{7}{3})=15(\frac{19}{15})$
	2	$9x-35=19$ ใช้สมบัติการบวกและสมบัติการคูณ

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการชี้แนะ
		ตามลำดับ
14. จงแก้สมการ $\frac{7x+4}{5}=12$ [8]	1	นำ 5 คูณทั้งสองข้างของสมการ $\frac{7x+4}{5}=12$ $5(\frac{7x+4}{5})=5(12)$
	2	$7x+4=60$ ใช้สมบัติการบวกและสมบัติการคูณตามลำดับ
15. จงแก้สมการ $0.7(x-2)+1.3(x+8)=0.2(2x+5)$ [-5]	1	นำ 10 คูณทั้งสองข้างของสมการ $7(x-2)+13(x+8)=2(2x+5)$
	2	$7x-14+13x+104=4x+10$ ใช้สมบัติการบวกและสมบัติการคูณตามลำดับ
16. จงแก้สมการ $\frac{x+2}{3}+\frac{x-3}{4}=\frac{3x+7}{6}$ [15]	1	นำ ค.ร.น. ของ 3,4 และ 6 คือ 12 คูณทั้งสองข้างของสมการ $\frac{x+2}{3}+\frac{x-3}{4}=\frac{3x+7}{6}$ $12(\frac{x+2}{3})+12(\frac{x-3}{4})=12(\frac{3x+7}{6})$
	2	$4(x+2)+3(x-3)=2(3x+7)$ ใช้สมบัติการแจกแจง และสมบัติการเท่ากัน
17. จงแก้สมการ $\frac{x-3}{0.1}-\frac{3-x}{0.2}=240$ [19]	1	นำ ค.ร.น. ของ 0.1 และ 0.2 คือ 0.2 คูณทั้งสองข้างของสมการ $\frac{x-3}{0.1}-\frac{3-x}{0.2}=240$ $0.2(\frac{x-3}{0.1})-0.2(\frac{3-x}{0.2})=0.2(240)$
	2	$2(x-3)-(3-x)=48$ ใช้สมบัติการแจกแจง และสมบัติการเท่ากัน

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการชี้แนะ
18. จงแก้สมการ $0.4(2x-6)+\frac{3}{4}(x+5)=\frac{3}{8}(3x-5)+9.6$ [15]	1	เปลี่ยนทศนิยมให้อยู่ในรูปเศษส่วน $\frac{4}{10}(2x-6)+\frac{3}{4}(x+5)=$ $\frac{3}{8}(3x-5)+\frac{96}{10}$ นำ ค.ร.น. ของ 4, 8 และ 10 คือ 40 คูณทั้งสองข้างของสมการ $(40)\frac{4}{10}(2x-6)+(40)\frac{3}{4}(x+5)=$ $(40)\frac{3}{8}(3x-5)+(40)\frac{96}{10}$
	2	$16(2x-6)+30(x+5)=$ $15(3x-5)+4(96)$ ใช้สมบัติการแจกแจง และสมบัติการเท่ากัน
19. ถ้า $\frac{1}{5}(1-4x)+\frac{3}{2}(x+6)=\frac{4}{3}(x+5)$ แล้ว $5x-3$ มีค่าเท่าไร [17]	1	นำ ค.ร.น. ของ 2, 3 และ 5 คือ 30 คูณทั้งสองข้างของสมการ $(30)\frac{1}{5}(1-4x)+(30)\frac{3}{2}(x+6)=$ $(30)\frac{4}{3}(x+5)$
	2	$6(1-4x)+45(x+6)=40(x+5)$ ใช้สมบัติการแจกแจง และสมบัติการเท่ากัน
20. ถ้า $\frac{x-2}{3}-\frac{2(3-2x)}{5}-\frac{3(x+1)}{4}=\frac{5-4x}{60}$ แล้ว $2x-9$ มีค่าเท่าไร [3]	1	นำ ค.ร.น. ของ 3, 4, 5 และ 60 คือ 60 คูณทั้งสองข้างของสมการ $60(\frac{x-2}{3})-60(\frac{2(3-2x)}{5})$ $-60(\frac{3(x+1)}{4})=60(\frac{5-4x}{60})$
	2	$20(x-2)-24(3-2x)-45(x+1)$ $=5-4x$ ใช้สมบัติการแจกแจง และสมบัติการเท่ากัน
21. ผลบวกของจำนวนสองจำนวนเท่ากับ 80 ถ้าสาม	1	ให้จำนวนน้อยเป็น x

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการชี้แนะ
เท่าของจำนวนน้อยมากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนมากอยู่ 72 จงหาจำนวนที่มากกว่า [48]		จำนวนมากเป็น 80 - x
	2	จะได้สมการเป็น $3x-\frac{1}{2}(80-x)=72$
22. ปัจจุบันแม่มีอายุเป็นสามเท่าของลูก อีกแปดปีข้างหน้าแม่และลูกจะมีอายุรวมกันเป็น 72 ปี จงหาว่าปัจจุบันลูกอายุกี่ปี [14 ปี]	1	ให้ปัจจุบันลูกอายุ x ปี และแม่อายุ 3x ปี
	2	อีกแปดปีข้างหน้าลูกอายุ x + 8 ปี และแม่อายุ 3x + 8 ปี
23. ประตูบานหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยมีความยาวน้อยกว่าสามเท่าของความกว้างอยู่ 3 ฟุต ถ้าประตูบานนี้มีความยาวรอบประตูเป็น 34 ฟุต จงหาว่าประตูบานนี้มีความยาวมากกว่าความกว้างกี่ฟุต [7 ฟุต]	1	ให้ประตูมีความกว้าง x ฟุต และมีความยาว 3x – 3 ฟุต
	2	จะได้สมการเป็น 2[x + (3x – 3)] = 34
24. โอลีฟมีเงินเหรียญห้าบาทและเหรียญสิบบาทรวมกันเป็นเงิน 290 บาท ถ้ามีเหรียญห้าบาทน้อยกว่าสองเท่าของเหรียญสิบบาทอยู่ 2 เหรียญ จงหาว่ามีเหรียญสิบบาทจำนวนกี่เหรียญ [15 เหรียญ]	1	ให้โอลีฟมีเหรียญสิบบาท จำนวน x เหรียญ และมีเหรียญห้าบาท จำนวน 2x–2 เหรียญ
	2	ดังนั้นมีเหรียญสิบบาท เป็นเงิน 10x บาท และมีเหรียญห้าบาท เป็นเงิน 5(2x-2) บาท
25. ปัจจุบันพ่ออายุมากกว่าลูก 30 ปี อีกเจ็ดปีข้างหน้าอัตราส่วนของอายุลูกต่ออายุพ่อเป็น 3 : 5 จงหาว่าปัจจุบันพ่ออายุกี่ปี [68 ปี]	1	ให้ปัจจุบันพ่ออายุ x ปี และลูกอายุ x – 30 ปี (หรือ ให้ปัจจุบันลูกอายุ x ปี และพ่ออายุ x + 30 ปี)
	2	อีกเจ็ดปีข้างหน้าพ่ออายุ x + 7 ปี และลูกอายุ x – 30 + 7 ปี
26. โรงเรียนแห่งหนึ่งมีอัตราส่วนของนักเรียนชายต่อนักเรียนหญิงเป็น 8 : 5 ถ้ามีนักเรียนชายลาออกไป 30 คน และมีนักเรียนหญิงมาเพิ่ม 20 คน ทำให้อัตราส่วนใหม่ของนักเรียนชายต่อนักเรียนหญิงเป็น 3 : 2 จงหาว่าปัจจุบันโรงเรียนนี้มีนักเรียนทั้งหมดกี่คน	1	ให้ x แทนจำนวนเต็มบวกใดๆ เดิมมีนักเรียนชาย 8x คน มีนักเรียนหญิง 5x คน
	2	มีนักเรียนชายลาออกไป เหลือ 8x – 30 คน

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการชี้แนะ
[1,550 คน]		มีนักเรียนหญิงมา เพิ่มเป็น 5x + 20 คน
27. กันยาซื้อน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายแดงมาผสมกันจำนวน 60 กิโลกรัม โดยน้ำตาลทรายขาวกิโลกรัมละ 30 บาท น้ำตาลทรายแดงกิโลกรัมละ 25 บาท และนำไปขายกิโลกรัมละ 35 บาท คิดเป็นกำไร 25% จงหาซื้อน้ำตาลทรายขาวมากกว่าน้ำตาลทรายแดงกี่กิโลกรัม [12 กิโลกรัม]	1	ให้กันยาซื้อน้ำตาลทรายขาวมา x กก. น้ำตาลทรายแดงมา 60 − x กก. ต้นทุน 30x + 25(69 − x) บาท
	2	นำมาผสมกันขายได้เงิน 35(60) บาท กำไร 25% แสดงว่าขายได้เงิน 125% ของต้นทุน
28. ต้องการผสมน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้น 40% ปริมาณ 320 ลิตร โดยผสมน้ำเชื่อม 34% ปริมาณ 200 ลิตร กับน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นกี่เปอร์เซ็นต์ [50%]	1	ให้ผสมกับน้ำเชื่อมที่มีความเข้นข้น x% ปริมาณ 120 ลิตร
	2	จะได้สมการเป็น $\frac{34}{100}(200)+\frac{x}{100}(120)=\frac{40}{100}(320)$
29. นิวและจิ๋วออกเดินทางออกจากบริษัทแกรมมี่ไปงานคอนเสิร์ตที่ต่างจังหวัด โดยนิวออกเดินทางเวลา 7.00 น. ด้วยอัตราเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และจิ๋วออกเดินทางตามไปเวลา 7.30 น. ด้วยอัตราเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จงหาว่านิวและจิ๋วจะตามทันกันที่ระยะทางกี่กิโลเมตร [120 กิโลเมตร]	1	ให้นิวใช้เวลาในการเดินทาง x ชั่วโมง จิ๋วใช้เวลาในการเดินทาง $x-\frac{1}{2}$ ชั่วโมง
	2	เดินทางทันกัน แสดงว่าใช้เวลาในการเดินทางเท่ากัน (ระยะทาง = อัตราเร็ว x เวลา) ระยะทางนิว = ระยะทางจิ๋ว
30. รถไฟขบวนที่ 1 และรถไฟขบวนที่ 2 แล่นออกจากสถานีเดียวกันในทิศทางตรงกันข้าม โดยรถไฟขบวนที่ 1 ออกเดินทางเวลา 8.00 น. และรถไฟขบวนที่ 2 ออกเดินทางช้ากว่า 30 นาที ด้วยอัตราเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และถึงสถานีปลายทางพร้อมกันเวลา 10.00 น. ถ้าสถานีปลายทางทั้งสองอยู่ห่างกัน 610 กิโลเมตร จงหาว่ารถไฟขบวนที่ 1 แล่นด้วยอัตราเร็วเท่าไร [230 กิโลเมตรต่อชั่วโมง]	1	ให้รถไฟขบวนที่ 1 อัตราเร็ว x กม./ชม. และใช้เวลาในการเดินทาง 2 ชม. รถไฟขบวนที่ 2 อัตราเร็ว 100 กม./ชม.และใช้เวลาในการเดินทาง $1\frac{1}{2}$ ชม.
	2	สถานีปลายทางทั้งสองอยู่ห่างกัน 610 กม. แสดงว่ารถไฟทั้งสองขบวนวิ่งได้

ข้อคำถาม	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยการชี้แนะ
		ระยะทางรวมกัน 610 กม. ระยะทางขบวน1+ระยะทางขบวน2 = 610

ภาคผนวก 8

แบบประเมินอิงมาตรฐาน (Standard Evaluation)

ของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที

โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

แบบประเมินอิงมาตรฐาน (Standard Evaluation)
ของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที
โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องตามระดับความคิดเห็นของท่านดังนี้
โดยระดับความคิดเห็นแต่ละระดับ มีความหมายดังนี้

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

ข้อ	ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
		1	2	3	4	5	
ด้านอัตถประโยชน์(utility)							
1	รูปแบบการทดสอบ สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้						
2	รูปแบบการทดสอบ สามารถใช้เพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ตามแบบการเรียนของผู้เรียน						
3	รูปแบบการทดสอบมีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ผู้เรียนสามารถนำไปปรับใช้ได้ทันที						
4	รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีช่วยเพิ่มความคงทนในการเรียนรู้						
5	ผลการทดสอบสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเป็นรูปธรรม						
ด้านความเป็นไปได้ (feasibility)							

ข้อ	ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
		1	2	3	4	5	
6	รูปแบบการทดสอบสามารถนำไปใช้งานได้จริง						
7	รูปแบบการทดสอบสามารถตอบสนองการใช้งานของผู้ใช้ได้						
8	รูปแบบการทดสอบมีคู่มือการใช้ที่มีรายละเอียดชัดเจนง่ายต่อการนำไปใช้						
9	รูปแบบการทดสอบมีความสะดวกรวดเร็วในการใช้งานระบบ						
10	การพัฒนารูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีมีความคุ้มค่า						
ด้านความเหมาะสม (propriety)							
11	รูปแบบการทดสอบ มีคำชี้แจงก่อนเริ่มใช้งานชัดเจน						
12	ขอบเขตเนื้อหาในรูปแบบการทดสอบมีความเหมาะสม						
13	ระยะเวลาในรูปแบบการทดสอบมีความเหมาะสม						
14	ขั้นตอนการทดสอบมีความเหมาะสมกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ของครู						
15	ผลการทดสอบมีรายละเอียดที่จำเป็นเพื่อการพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน						
ด้านความถูกต้อง (accuracy)							
16	มีการอธิบายวัตถุประสงค์ของการ						

ข้อ	ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
		1	2	3	4	5	
	ทดสอบผู้เรียนไว้ครบถ้วน						
17	มีการอธิบายขั้นตอนในการใช้รูปแบบการทดสอบไว้ครบถ้วน						
18	ข้อมูลย้อนกลับที่ให้กับผู้เรียนมีความถูกต้อง						
19	เฉลยข้อสอบในรูปแบบการทดสอบมีความถูกต้อง						
20	การประมวลผลการทดสอบในระบบการทดสอบมีความถูกต้อง						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม:

....

....

....

....

....

ภาคผนวก 9

แบบประเมินรับรองความตรงตามเนื้อหาของต้นแบบของรูปแบบการทดสอบ
เพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที
โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

แบบประเมินรับรองความตรงตามเนื้อหาของต้นแบบ
ของรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที
โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องตามระดับความคิดเห็นของท่านดังนี้

โดยระดับความคิดเห็นแต่ละระดับ มีความหมายดังนี้

ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

ข้อ	ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
		1	2	3	4	5	
ด้านการสื่อความหมาย							
1	การออกแบบหน้าจอของรูปแบบการทดสอบมีสัดส่วนเหมาะสมและสวยงาม						
2	ขนาดและชนิดของตัวอักษรอ่านง่าย มีสีสันสะดุดตา และมีความเหมาะสม						
3	สัญลักษณ์และเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในรูปแบบการทดสอบสามารถสื่อความหมายได้ถูกต้องและชัดเจน						
4	ลำดับการทดสอบมีความต่อเนื่อง และเหมาะสม						
5	หน้าจอสรุปแสดงผลคะแนนมีความชัดเจน						
ด้านความครอบคลุมเนื้อหา							
6	รูปแบบการทดสอบมีเนื้อหาครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 เรื่อง การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว						
7	ข้อมูลย้อนกลับที่ให้เมื่อตอบผิดให้มีความเหมาะสม ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง การ						

ข้อ	ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
		1	2	3	4	5	
	แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว						
8	รูปแบบการทดสอบมีการกระจายมิติของเนื้อหาเกี่ยวกับการแก้สมการ และโจทย์ปัญหาสมการ อย่างเหมาะสม						
9	รูปแบบการทดสอบมีสัดส่วนจำนวนข้อสอบเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
10	ข้อสอบแต่ละข้อมีความเหมาะสมถูกต้องตามมิติเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งวัด						
ด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้							
11	รูปแบบการทดสอบมีความสะดวกรวดเร็ว สามารถลงทะเบียนเข้าใช้ได้ง่าย						
12	ผู้ใช้สามารถพิมพ์คำตอบแบบเติมคำอย่างสะดวกรวดเร็ว						
13	มีการแจ้งผลการตอบรายข้อ และให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นประโยชน์ในการตอบข้อสอบใหม่ในครั้งถัดไป						
14	มีคู่มือการใช้รูปแบบการทดสอบที่มีคำบรรยายและภาพประกอบสะดวกแก่การใช้งาน						
15	ระยะเวลาในการทดสอบมีความเหมาะสมกับการนำไปใช้						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม :

....

....

....

....

....

ภาคผนวก 10

แบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

แบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้รูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องตามระดับความคิดเห็นของท่านดังนี้ โดยระดับความคิดเห็นแต่ละระดับ มีความหมายดังนี้

ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด
ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย
ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง
ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก
ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

ข้อ	ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
		1	2	3	4	5	
1	ความสะดวกรวดเร็วในการลงทะเบียนใช้งานรูปแบบการทดสอบ						
2	การออกแบบหน้าจอสวยงาม มีแถบเครื่องมือที่สะดวกต่อการใช้งาน						
3	จำนวนข้อสอบมีความเหมาะสมกับระยะเวลา						
4	เนื้อหาในรูปแบบการทดสอบมีความเหมาะสม						
5	การตอบแบบทดสอบแบบเติมคำมีความสะดวก รวดเร็ว						
6	ลำดับขั้นตอนของรูปแบบการทดสอบมีความเหมาะสมต่อเนื่อง						
7	ข้อมูลย้อนกลับที่ให้เมื่อตอบผิด อ่านง่าย และกระตุ้นการเรียนรู้						
8	ความถูกต้องของเฉลยข้อสอบ						
9	การแสดงผลคะแนนมีความชัดเจน						
10	รูปแบบการทดสอบช่วยทำให้เรียนรู้ได้ดีขึ้น						

ภาคผนวก 11

แบบบันทึกผลการดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการทดสอบ
เพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียน
ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

แบบบันทึกผลการดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการทดสอบ
เพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียน
ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน
คุณครูผู้สอน..

คาบที่	ผลการดำเนินการ	ปัญหาที่พบ	แนวทางแก้ไข

ภาคผนวก 12

แบบบันทึกคะแนนของการทดลองใช้รูปแบบการทดสอบ
เพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียน
ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน

แบบบันทึกคะแนนของการทดลองใช้รูปแบบการทดสอบ
เพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียน
ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของผู้เรียน
คุณครูผู้สอน..

ลำดับที่	ชื่อ – สกุล	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนระหว่างเรียน	คะแนนหลังเรียน ฉบับที่ 1	คะแนนหลังเรียน ฉบับที่ 2

ภาคผนวก 13

คู่มือการใช้งานรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียน ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ตามแบบการเรียนของนักเรียน

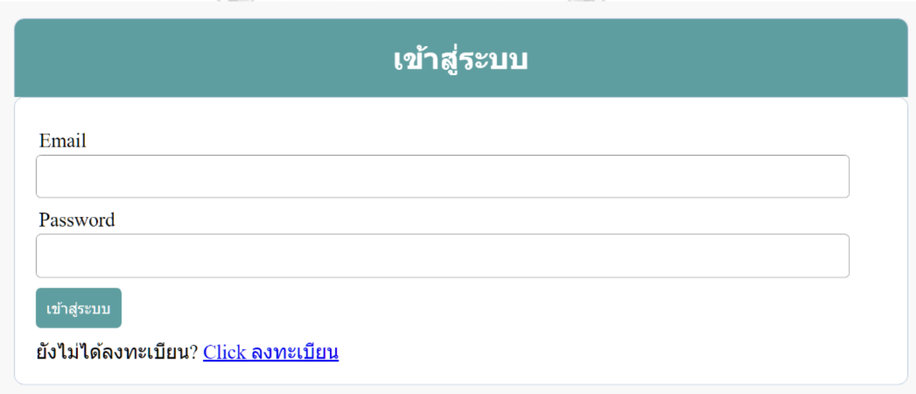
คู่มือการใช้งาน

การใช้งานรูปแบบการทดสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีด้วยระบบคอมพิวเตอร์ตามแบบการเรียนของนักเรียน

มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนเข้าเว็บไซต์ http://www.mathskillstest.com/ โดยสามารถเข้าได้ทั้งทางเครื่องคอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ค ไอแพด หรือสมาร์ทโฟน
2. เมื่อเข้าเว็บไซต์ครั้งแรก ให้ลงทะเบียน ก่อน

3. จากนั้นให้เข้าสู่ระบบ ด้วย Email และ Password



4. เมื่อเข้าสู่ระบบจะเจอหน้าหลัก

5. ในสัปดาห์ที่ 1
   - ลำดับแรกให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 20 ข้อ โดยมีระยะเวลา 50 นาที
   - ลำดับที่สองให้นักเรียนทำแบบสอบถามแบบการเรียน จำนวน 60 ข้อ
6. ในสัปดาห์ที่ 2-4

   ให้นักเรียนทำแบบทดสอบระหว่างเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

   ในคาบเรียนคาบละ 3 ข้อ เป็นเวลา 10 คาบ คาบละ 10 นาที รวมทั้งสิ้น 30 ข้อ
7. ในสัปดาห์ที่ 5

   ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน 1 จำนวน 20 ข้อ โดยมีระยะเวลา 50 นาที
8. ในสัปดาห์ที่ 7

   ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน 2 จำนวน 20 ข้อ โดยมีระยะเวลา 50 นาที

ภาคผนวก 14

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน

ภายใต้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบก่อนเรียน

IRTPRO Version 4.1

Output generated by IRTPRO estimation engine Version 5.20 (32-bit)

Project:	Dichotomous IRT
Description:	Dichotomous Scoring
Date:	24 March 2023
Time:	09:02 PM

Table of Contents

2PL Model Item Parameter Estimates for Group 1, logit: $a\vartheta + c$ or $a(\vartheta - b)$ (Back to TOC)

Item	Label		*a*	*s.e.*		*c*	*s.e.*	*b*	*s.e.*
1	VAR001	2	0.88	0.27	1	0.24	0.19	-0.27	0.22
2	VAR002	4	0.54	0.23	3	0.34	0.18	-0.63	0.40
3	VAR003	6	0.65	0.25	5	0.61	0.19	-0.94	0.42
4	VAR004	8	0.62	0.24	7	0.12	0.18	-0.20	0.29
5	VAR005	10	1.02	0.30	9	0.39	0.20	-0.38	0.21
6	VAR006	12	0.80	0.27	11	0.57	0.19	-0.71	0.29
7	VAR007	14	0.91	0.29	13	0.44	0.19	-0.49	0.24
8	VAR008	16	0.73	0.25	15	0.39	0.19	-0.53	0.28
9	VAR009	18	0.85	0.26	17	0.27	0.19	-0.32	0.23
10	VAR010	20	0.57	0.22	19	0.24	0.17	-0.51	0.42
11	VAR011	22	0.73	0.25	21	0.10	0.18	-0.13	0.25
12	VAR012	24	0.84	0.26	23	0.17	0.19	-0.20	0.22
13	VAR013	26	1.03	0.29	25	0.18	0.20	-0.17	0.19
14	VAR014	28	0.67	0.24	27	-0.03	0.18	0.05	0.27
15	VAR015	30	0.51	0.23	29	0.34	0.18	-0.66	0.42
16	VAR016	32	0.94	0.28	31	0.45	0.20	-0.48	0.22
17	VAR017	34	0.60	0.24	33	0.03	0.18	-0.05	0.29
18	VAR018	36	0.60	0.24	35	0.12	0.18	-0.21	0.30
19	VAR019	38	0.94	0.28	37	0.17	0.19	-0.18	0.20
20	VAR020	40	0.69	0.25	39	0.13	0.18	-0.19	0.27

Summed-Score Based Item Diagnostic Tables and X^2s for Group 1 (Back to TOC)

S-X^2 Item Level Diagnostic Statistics

Item	Label	X^2	*d.f.*	Probability
1	VAR001	20.04	11	0.0446
2	VAR002	9.99	11	0.5326
3	VAR003	7.52	11	0.7563
4	VAR004	13.33	12	0.3471
5	VAR005	10.40	11	0.4959
6	VAR006	10.01	11	0.5307
7	VAR007	14.62	11	0.2001
8	VAR008	10.98	11	0.4462
9	VAR009	18.25	11	0.0757
10	VAR010	16.54	12	0.1675
11	VAR011	10.20	11	0.5141
12	VAR012	13.99	11	0.2328
13	VAR013	11.18	11	0.4303
14	VAR014	15.44	12	0.2177
15	VAR015	20.21	11	0.0424
16	VAR016	9.74	11	0.5554
17	VAR017	20.64	12	0.0557
18	VAR018	25.08	12	0.0144
19	VAR019	12.47	11	0.3309
20	VAR020	22.52	12	0.0320

Group Parameter Estimates (Back to TOC)

Group	Label	μ	*s.e.*	σ^2	*s.e.*	σ	*s.e.*
1	Group 1	0.00	-----	1.00	-----	1.00	-----

Marginal fit (X^2) and Standardized LD X^2 Statistics for Group 1 (Back to TOC)

Item	Label	Marginal X^2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	VAR001	0.0										
2	VAR002	0.0	-0.7									
3	VAR003	0.0	-0.7	0.2								
4	VAR004	0.0	-0.7	-0.7	0.8							
5	VAR005	0.0	0.1	0.4	-0.7	0.1						
6	VAR006	0.0	-0.4	0.2	1.1	-0.5	-0.0					
7	VAR007	0.0	-0.7	-0.7	1.9	2.0	1.9	0.7				
8	VAR008	0.0	1.7	-0.0	-0.4	1.0	-0.3	-0.6	0.2			
9	VAR009	0.0	-0.6	0.2	-0.6	-0.6	-0.5	-0.6	-0.4	-0.7		
10	VAR010	0.0	0.7	-0.7	-0.7	-0.5	0.2	-0.6	-0.6	1.3	-0.7	
11	VAR011	0.0	1.9	-0.4	-0.5	-0.6	0.6	-0.7	1.0	-0.2	-0.4	-0.7
12	VAR012	0.0	-0.6	0.3	0.6	-0.7	0.2	-0.6	0.8	-0.4	-0.7	-0.1
13	VAR013	0.0	-0.7	-0.6	-0.0	-0.4	-0.7	0.4	-0.7	-0.6	-0.0	0.1
14	VAR014	0.0	-0.6	-0.5	-0.7	1.8	-0.3	0.3	-0.4	-0.6	-0.7	-0.4
15	VAR015	0.0	-0.5	-0.3	1.3	-0.3	-0.3	-0.6	0.1	-0.6	1.3	-0.6

16	VAR016	0.0	-0.7	-0.5	-0.7	-0.1	0.9	-0.6	-0.1	-0.3	-0.3	-0.6
17	VAR017	0.0	0.2	2.8	-0.6	-0.5	-0.6	-0.7	-0.4	-0.3	-0.3	-0.5
18	VAR018	0.0	-0.1	0.5	1.8	0.7	-0.1	-0.3	2.9	-0.7	-0.7	-0.6
19	VAR019	0.0	-0.2	-0.6	-0.2	-0.5	-0.6	-0.6	0.9	-0.5	-0.7	-0.3
20	VAR020	0.0	-0.6	-0.7	0.7	-0.7	-0.6	0.4	1.4	-0.4	0.5	0.2

Item	Label	Marginal X^2	11	12	13	14	15	16	17	18	19
11	VAR011	0.0									
12	VAR012	0.0	-0.6								
13	VAR013	0.0	-0.7	-0.5							
14	VAR014	0.0	0.3	-0.1	-0.5						
15	VAR015	0.0	-0.6	-0.1	-0.6	-0.7					
16	VAR016	0.0	-0.2	-0.2	-0.7	-0.6	-0.7				
17	VAR017	0.0	-0.3	-0.5	-0.0	0.6	-0.7	-0.4			
18	VAR018	0.0	-0.5	-0.0	-0.1	-0.7	0.6	-0.7	-0.4		
19	VAR019	0.0	-0.7	-0.7	-0.4	-0.6	-0.1	-0.6	-0.4	-0.2	
20	VAR020	0.0	-0.6	-0.7	-0.4	0.2	-0.5	-0.3	0.9	-0.4	-0.4

Item Information Function Values for Group 1 at 15 Values of θ from -2.8 to 2.8 (Back to TOC)

Item	Label	θ: -2.8	-2.4	-2.0	-1.6	-1.2	-0.8	-0.4	-0.0	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8
1	VAR001	0.07	0.09	0.11	0.14	0.16	0.18	0.19	0.19	0.18	0.16	0.13	0.10	0.08	0.06	0.05
2	VAR002	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04	0.03
3	VAR003	0.07	0.08	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03
4	VAR004	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04
5	VAR005	0.07	0.10	0.14	0.18	0.22	0.25	0.26	0.25	0.22	0.19	0.14	0.11	0.08	0.05	0.04
6	VAR006	0.09	0.10	0.12	0.14	0.15	0.16	0.16	0.15	0.13	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05	0.03
7	VAR007	0.08	0.11	0.13	0.16	0.19	0.20	0.21	0.20	0.18	0.15	0.12	0.09	0.07	0.05	0.04
8	VAR008	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05	0.04
9	VAR009	0.07	0.09	0.11	0.13	0.16	0.17	0.18	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04
10	VAR010	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03
11	VAR011	0.06	0.07	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05
12	VAR012	0.06	0.08	0.10	0.13	0.15	0.17	0.17	0.17	0.17	0.15	0.13	0.10	0.08	0.06	0.05

13	VAR 013	0.06	0.09	0.12	0.16	0.20	0.24	0.26	0.26	0.24	0.21	0.17	0.13	0.09	0.07	0.05
14	VAR 014	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.09	0.07	0.06	0.05
15	VAR 015	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03
16	VAR 016	0.08	0.11	0.14	0.17	0.20	0.22	0.22	0.21	0.19	0.16	0.13	0.10	0.07	0.05	0.04
17	VAR 017	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05
18	VAR 018	0.05	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	0.04
19	VAR 019	0.06	0.09	0.11	0.15	0.18	0.20	0.22	0.22	0.20	0.18	0.15	0.12	0.09	0.07	0.05
20	VAR 020	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.12	0.11	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05
	Test Information:	2.26	2.57	2.91	3.27	3.59	3.82	3.93	3.88	3.68	3.38	3.03	2.67	2.35	2.07	1.83
	Expected s.e.:	0.67	0.62	0.59	0.55	0.53	0.51	0.50	0.51	0.52	0.54	0.57	0.61	0.65	0.70	0.74

Marginal Reliability for Response Pattern Scores: 0.71

Likelihood-based Values and Goodness of Fit Statistics **(Back to TOC)**

Statistics based on the loglikelihood	
-2loglikelihood:	3670.39
Akaike Information Criterion (AIC):	3750.39
Bayesian Information Criterion (BIC):	3868.06

Statistics based on the full item x item x ... classification
The table is too sparse to compute the general multinomial goodness of fit statistics.

Statistics based on one- and two-way marginal tables
M_2 statistics not available for this estimation method.

Summary of the Data and Control Parameters **(Back to TOC)**

Sample Size	140
Number of Items	20
Number of Dimensions	1

Item	Label	Categories	Model
1	VAR001	2	2PL
2	VAR002	2	2PL
3	VAR003	2	2PL
4	VAR004	2	2PL
5	VAR005	2	2PL

6	VAR006	2	2PL
7	VAR007	2	2PL
8	VAR008	2	2PL
9	VAR009	2	2PL
10	VAR010	2	2PL
11	VAR011	2	2PL
12	VAR012	2	2PL
13	VAR013	2	2PL
14	VAR014	2	2PL
15	VAR015	2	2PL
16	VAR016	2	2PL
17	VAR017	2	2PL
18	VAR018	2	2PL
19	VAR019	2	2PL
20	VAR020	2	2PL

Parameter Estimation Control Values

Bock-Aitkin EM Algorithm		
Maximum number of cycles:	500	
Convergence criterion:	1.00e-005	
Maximum number of M-step iterations:	50	
Convergence criterion for iterative M-steps:	1.00e-006	
Number of rectangular quadrature points:	49	
Minimum, Maximum quadrature points:	-6.00	6.00
SEM algorithm tolerance:	1.00e-003	
Standard error computation algorithm:	Supplemented EM	

Miscellaneous Control Values

Print parameter numbers?	Yes
Z tolerance, max. abs. logit value:	50.00
Number of processor cores used:	1
Number of cycles completed:	24
Maximum parameter change:	0.00e+000
Number of free parameters:	40

Processing times (in seconds)

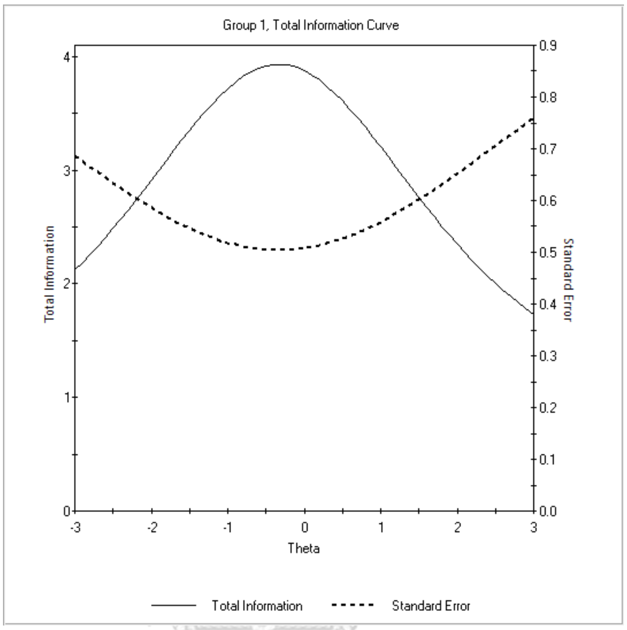
E-step computations:	0.02
M-step computations:	0.02
Standard error computations:	0.80
Goodness-of-fit statistics:	0.10
Total:	0.94

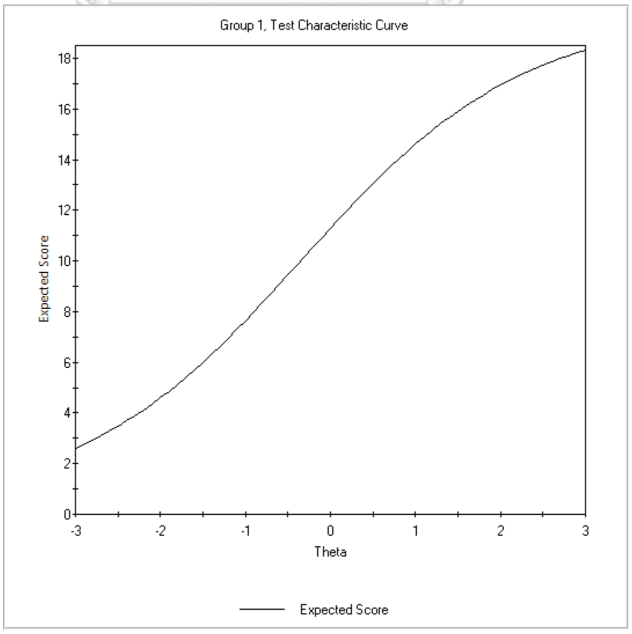
Output Files

HTML results and control parameters:	C:\Users\Lenovo\Documents\IRT Data\Import data.Pretest-irt.htm

Convergence and Numerical Stability

Engine status:	Normal termination
SEM algorithm status:	Normal
First-order test:	Convergence criteria satisfied
Condition number of information matrix:	3.83e+000
Second-order test:	Solution is a possible local maximum





ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบหลังเรียนชุดที่ 1

IRTPRO Version 4.1

Output generated by IRTPRO estimation engine Version 5.20 (32-bit)

Project:	Dichotomous IRT
Description:	Dichotomous scoring
Date:	25 March 2023
Time:	09:08 AM

Table of Contents

2PL Model Item Parameter Estimates for Group 1, logit: $a\vartheta + c$ or $a(\vartheta - b)$ (Back to TOC)

Item	Label		*a*	*s.e.*		*c*	*s.e.*	*b*	*s.e.*
1	VAR001	2	0.76	0.24	1	0.13	0.18	-0.17	0.24
2	VAR002	4	1.59	0.40	3	0.11	0.23	-0.07	0.14
3	VAR003	6	0.90	0.26	5	-0.00	0.19	0.00	0.21
4	VAR004	8	0.92	0.26	7	0.20	0.19	-0.22	0.21
5	VAR005	10	0.89	0.25	9	0.33	0.19	-0.38	0.23
6	VAR006	12	0.49	0.21	11	0.24	0.18	-0.49	0.41
7	VAR007	14	0.65	0.22	13	0.12	0.18	-0.19	0.28
8	VAR008	16	1.25	0.32	15	0.52	0.22	-0.42	0.19
9	VAR009	18	1.00	0.26	17	0.41	0.20	-0.41	0.21
10	VAR010	20	1.02	0.28	19	0.49	0.21	-0.48	0.21
11	VAR011	22	1.44	0.36	21	0.43	0.22	-0.30	0.16
12	VAR012	24	1.11	0.28	23	0.10	0.20	-0.09	0.18
13	VAR013	26	1.16	0.30	25	0.51	0.21	-0.44	0.19
14	VAR014	28	0.78	0.24	27	0.29	0.18	-0.37	0.25
15	VAR015	30	0.73	0.24	29	0.29	0.18	-0.39	0.27
16	VAR016	32	1.37	0.36	31	0.22	0.22	-0.16	0.16
17	VAR017	34	0.99	0.27	33	-0.01	0.19	0.01	0.19
18	VAR018	36	0.65	0.23	35	0.44	0.18	-0.68	0.34
19	VAR019	38	1.28	0.33	37	0.37	0.21	-0.29	0.18
20	VAR020	40	1.11	0.28	39	0.47	0.21	-0.42	0.19

Summed-Score Based Item Diagnostic Tables and X^2s for Group 1 (Back to TOC)

S-X^2 Item Level Diagnostic Statistics

Item	Label	X^2	*d.f.*	Probability
1	VAR001	20.80	12	0.0533
2	VAR002	16.32	12	0.1765
3	VAR003	24.29	13	0.0285
4	VAR004	19.87	13	0.0982
5	VAR005	17.99	12	0.1156
6	VAR006	26.75	14	0.0207
7	VAR007	23.09	12	0.0269
8	VAR008	14.14	13	0.3662
9	VAR009	10.96	13	0.6152
10	VAR010	13.16	13	0.4374
11	VAR011	15.84	13	0.2574
12	VAR012	18.30	13	0.1461
13	VAR013	16.93	13	0.2020
14	VAR014	22.72	13	0.0451
15	VAR015	20.03	13	0.0943
16	VAR016	15.69	12	0.2055
17	VAR017	26.60	12	0.0088
18	VAR018	23.18	14	0.0573
19	VAR019	18.17	11	0.0776
20	VAR020	24.37	12	0.0180

Group Parameter Estimates (Back to TOC)

Group	Label	μ	*s.e.*	σ^2	*s.e.*	σ	*s.e.*
1	Group 1	0.00	-----	1.00	-----	1.00	-----

Marginal fit (X^2) and Standardized LD X^2 Statistics for Group 1 (Back to TOC)

		Marginal										
Item	Label	X^2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	VAR001	0.0										
2	VAR002	0.0	-0.7									
3	VAR003	0.0	-0.2	-0.4								
4	VAR004	0.0	-0.6	-0.3	-0.7							
5	VAR005	0.0	-0.7	-0.6	-0.4	-0.5						
6	VAR006	0.0	0.6	-0.6	1.3	-0.7	-0.5					
7	VAR007	0.0	2.6	-0.7	-0.4	0.5	1.2	-0.6				
8	VAR008	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	-0.6	-0.5	3.8			
9	VAR009	0.0	0.6	-0.7	-0.7	-0.6	-0.4	0.1	-0.5	-0.6		
10	VAR010	0.0	0.2	-0.0	0.3	-0.7	-0.7	-0.3	-0.5	-0.4	-0.6	
11	VAR011	0.0	-0.6	-0.2	-0.2	2.4	-0.6	-0.3	-0.6	10.0	0.6	-0.7
12	VAR012	0.0	-0.7	-0.3	-0.7	-0.6	-0.5	-0.7	-0.1	-0.6	0.8	-0.7
13	VAR013	0.0	-0.7	2.0	-0.6	-0.6	-0.6	0.3	-0.7	0.9	1.0	28.7

14	VAR014	0.0	-0.6	-0.7	1.3	-0.2	0.3	-0.7	1.1	-0.4	-0.7	0.9
15	VAR015	0.0	37.6	-0.1	0.5	-0.6	-0.7	-0.1	-0.6	-0.5	2.5	0.1
16	VAR016	0.0	-0.6	32.6	-0.6	-0.6	-0.7	-0.5	-0.7	1.5	-0.7	0.0
17	VAR017	0.0	-0.0	-0.5	41.1	-0.7	-0.2	0.4	-0.6	-0.1	-0.4	0.0
18	VAR018	0.0	-0.6	-0.6	-0.3	22.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.3	-0.1	-0.7
19	VAR019	0.0	-0.7	0.8	-0.7	0.7	-0.6	-0.7	0.2	14.5	-0.7	-0.7
20	VAR020	0.0	0.1	-0.7	-0.5	0.7	-0.6	1.6	1.1	-0.4	-0.7	-0.6

Item	Label	Marginal X^2	11	12	13	14	15	16	17	18	19
11	VAR011	0.0									
12	VAR012	0.0	-0.5								
13	VAR013	0.0	-0.7	-0.4							
14	VAR014	0.0	-0.6	-0.5	-0.5						
15	VAR015	0.0	-0.2	0.2	-0.5	-0.7					
16	VAR016	0.0	-0.7	-0.2	4.4	-0.6	-0.5				
17	VAR017	0.0	-0.4	-0.4	-0.5	1.1	0.7	-0.2			
18	VAR018	0.0	3.3	-0.3	0.2	-0.6	-0.2	-0.5	-0.7		
19	VAR019	0.0	14.2	0.2	-0.5	-0.6	-0.7	0.8	-0.4	2.2	
20	VAR020	0.0	-0.6	-0.6	-0.7	-0.4	-0.4	-0.6	-0.3	-0.6	-0.6

Item Information Function Values for Group 1 at 15 Values of θ from -2.8 to 2.8 (Back to TOC)

Item	Label	θ: -2.8	-2.4	-2.0	-1.6	-1.2	-0.8	-0.4	-0.0	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8
1	VAR 001	0.06	0.08	0.09	0.11	0.12	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05
2	VAR 002	0.03	0.06	0.11	0.19	0.31	0.46	0.59	0.63	0.55	0.40	0.26	0.16	0.09	0.05	0.03
3	VAR 003	0.06	0.07	0.10	0.12	0.15	0.18	0.19	0.20	0.19	0.18	0.15	0.13	0.10	0.08	0.06
4	VAR 004	0.07	0.09	0.12	0.14	0.17	0.20	0.21	0.21	0.20	0.17	0.14	0.11	0.09	0.06	0.05
5	VAR 005	0.07	0.10	0.12	0.15	0.17	0.19	0.20	0.19	0.18	0.15	0.13	0.10	0.08	0.06	0.04
6	VAR 006	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03
7	VAR 007	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05
8	VAR 008	0.07	0.11	0.17	0.24	0.31	0.37	0.39	0.36	0.30	0.23	0.16	0.11	0.07	0.04	0.03
9	VAR 009	0.08	0.11	0.14	0.18	0.21	0.24	0.25	0.24	0.21	0.18	0.14	0.10	0.08	0.05	0.04
10	VAR 010	0.08	0.11	0.15	0.19	0.23	0.25	0.26	0.25	0.21	0.18	0.13	0.10	0.07	0.05	0.03
11	VAR	0.05	0.09	0.15	0.24	0.35	0.45	0.51	0.49	0.40	0.29	0.19	0.12	0.07	0.04	0.02

	011															
12	VAR 012	0.06	0.08	0.12	0.16	0.22	0.27	0.30	0.31	0.29	0.24	0.19	0.14	0.10	0.07	0.05
13	VAR 013	0.08	0.11	0.16	0.22	0.28	0.32	0.33	0.31	0.27	0.21	0.15	0.11	0.07	0.05	0.03
14	VAR 014	0.07	0.09	0.10	0.12	0.14	0.15	0.15	0.15	0.14	0.12	0.11	0.09	0.07	0.06	0.04
15	VAR 015	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13	0.13	0.12	0.11	0.10	0.08	0.07	0.05	0.04
16	VAR 016	0.05	0.08	0.13	0.20	0.30	0.39	0.46	0.47	0.41	0.31	0.22	0.14	0.09	0.05	0.03
17	VAR 017	0.05	0.08	0.10	0.14	0.17	0.21	0.23	0.24	0.23	0.21	0.18	0.14	0.10	0.08	0.05
18	VAR 018	0.07	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
19	VAR 019	0.06	0.10	0.15	0.22	0.30	0.37	0.40	0.39	0.34	0.26	0.18	0.12	0.08	0.05	0.03
20	VAR 020	0.08	0.11	0.16	0.21	0.26	0.30	0.31	0.29	0.25	0.20	0.15	0.11	0.07	0.05	0.03
Test Information:		2.25	2.74	3.38	4.18	5.06	5.87	6.34	6.28	5.69	4.81	3.91	3.13	2.53	2.09	1.77
Expected s.e.:		0.67	0.60	0.54	0.49	0.44	0.41	0.40	0.40	0.42	0.46	0.51	0.57	0.63	0.69	0.75

Marginal Reliability for Response Pattern Scores: 0.80

Likelihood-based Values and Goodness of Fit Statistics **(Back to TOC)**

Statistics based on the loglikelihood	
-2loglikelihood:	3523.55
Akaike Information Criterion (AIC):	3603.55
Bayesian Information Criterion (BIC):	3721.21

Statistics based on the full item x item x ... classification
The table is too sparse to compute the general multinomial goodness of fit statistics.

Statistics based on one- and two-way marginal tables
M_2 statistics not available for this estimation method.

Summary of the Data and Control Parameters **(Back to TOC)**

Sample Size	140
Number of Items	20
Number of Dimensions	1

Item	Label	Categories	Model
1	VAR001	2	2PL
2	VAR002	2	2PL

3	VAR003	2	2PL
4	VAR004	2	2PL
5	VAR005	2	2PL
6	VAR006	2	2PL
7	VAR007	2	2PL
8	VAR008	2	2PL
9	VAR009	2	2PL
10	VAR010	2	2PL
11	VAR011	2	2PL
12	VAR012	2	2PL
13	VAR013	2	2PL
14	VAR014	2	2PL
15	VAR015	2	2PL
16	VAR016	2	2PL
17	VAR017	2	2PL
18	VAR018	2	2PL
19	VAR019	2	2PL
20	VAR020	2	2PL

Parameter Estimation Control Values

Bock-Aitkin EM Algorithm		
Maximum number of cycles:	500	
Convergence criterion:	1.00e-005	
Maximum number of M-step iterations:	50	
Convergence criterion for iterative M-steps:	1.00e-006	
Number of rectangular quadrature points:	49	
Minimum, Maximum quadrature points:	-6.00	6.00
SEM algorithm tolerance:	1.00e-003	
Standard error computation algorithm:	Supplemented EM	

Miscellaneous Control Values

Print parameter numbers?	Yes
Z tolerance, max. abs. logit value:	50.00
Number of processor cores used:	1
Number of cycles completed:	37
Maximum parameter change:	0.00e+000
Number of free parameters:	40

Processing times (in seconds)

E-step computations:	0.00
M-step computations:	0.05
Standard error computations:	0.87
Goodness-of-fit statistics:	0.09
Total:	1.01

Output Files

HTML results and control parameters:	C:\Users\Lenovo\Documents\IRT Data\Import test2.Posttest-irt.htm

Convergence and Numerical Stability

Engine status:	Normal termination
SEM algorithm status:	Normal
First-order test:	Convergence criteria satisfied
Condition number of information matrix:	7.68e+000
Second-order test:	Solution is a possible local maximum

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบหลังเรียนชุดที่ 2

IRTPRO Version 4.1

Output generated by IRTPRO estimation engine Version 5.20 (32-bit)

Project:	Dichotomous IRT
Description:	Dichotomous scoring
Date:	25 March 2023
Time:	10:38 AM

Table of Contents

2PL Model Item Parameter Estimates for Group 1, logit: $a\vartheta + c$ or $a(\vartheta - b)$ (Back to TOC)

Item	Label		*a*	*s.e.*		*c*	*s.e.*	*b*	*s.e.*
1	VAR001	2	0.90	0.26	1	0.51	0.20	-0.57	0.24
2	VAR002	4	0.96	0.27	3	0.74	0.21	-0.77	0.25
3	VAR003	6	0.63	0.23	5	0.47	0.18	-0.75	0.36
4	VAR004	8	0.91	0.26	7	0.30	0.19	-0.34	0.21
5	VAR005	10	1.95	0.47	9	1.13	0.31	-0.58	0.14
6	VAR006	12	1.02	0.28	11	0.64	0.21	-0.63	0.22
7	VAR007	14	1.05	0.28	13	0.65	0.21	-0.62	0.21
8	VAR008	16	0.59	0.22	15	0.37	0.18	-0.63	0.36
9	VAR009	18	0.92	0.26	17	0.41	0.19	-0.44	0.22
10	VAR010	20	0.71	0.23	19	0.29	0.18	-0.40	0.27
11	VAR011	22	0.90	0.26	21	0.55	0.20	-0.61	0.24
12	VAR012	24	0.91	0.26	23	0.41	0.19	-0.45	0.22
13	VAR013	26	0.54	0.22	25	0.37	0.18	-0.68	0.41
14	VAR014	28	0.65	0.23	27	0.28	0.18	-0.43	0.30
15	VAR015	30	0.82	0.25	29	0.36	0.19	-0.45	0.25
16	VAR016	32	1.03	0.27	31	0.32	0.19	-0.31	0.19
17	VAR017	34	0.71	0.24	33	0.22	0.18	-0.32	0.26
18	VAR018	36	1.09	0.28	35	-0.00	0.19	0.00	0.18
19	VAR019	38	0.92	0.26	37	0.17	0.19	-0.18	0.20
20	VAR020	40	0.68	0.23	39	0.13	0.18	-0.18	0.26

Summed-Score Based Item Diagnostic Tables and X^2s for Group 1 (Back to TOC)

S-X^2 Item Level Diagnostic Statistics

Item	Label	X^2	*d.f.*	Probability
1	VAR001	27.73	12	0.0060
2	VAR002	22.48	12	0.0324
3	VAR003	24.96	13	0.0233
4	VAR004	26.74	12	0.0084
5	VAR005	17.66	10	0.0609
6	VAR006	20.07	12	0.0656
7	VAR007	28.96	12	0.0040
8	VAR008	23.99	12	0.0204
9	VAR009	20.18	12	0.0635
10	VAR010	22.45	12	0.0327
11	VAR011	24.48	12	0.0175
12	VAR012	21.49	12	0.0435
13	VAR013	16.87	12	0.1540
14	VAR014	24.53	12	0.0171
15	VAR015	33.92	12	0.0007
16	VAR016	18.28	12	0.1073
17	VAR017	16.95	12	0.1510
18	VAR018	24.05	12	0.0200
19	VAR019	18.32	12	0.1061
20	VAR020	17.10	12	0.1453

Group Parameter Estimates (Back to TOC)

Group	Label	μ	*s.e.*	σ^2	*s.e.*	σ	*s.e.*
1	Group 1	0.00	-----	1.00	-----	1.00	-----

Marginal fit (X^2) and Standardized LD X^2 Statistics for Group 1 (Back to TOC)

Item	Label	Marginal X^2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	VAR001	0.0										
2	VAR002	0.0	-0.6									
3	VAR003	0.0	-0.3	0.2								
4	VAR004	0.0	-0.7	1.3	-0.7							
5	VAR005	0.0	-0.4	-0.7	-0.4	-0.6						
6	VAR006	0.0	-0.1	0.4	-0.1	-0.6	-0.7					
7	VAR007	0.0	-0.2	-0.1	0.3	0.2	-0.7	0.7				
8	VAR008	0.0	-0.4	0.0	-0.5	0.6	-0.4	-0.7	-0.1			
9	VAR009	0.0	-0.3	-0.5	-0.2	-0.5	-0.3	-0.6	0.1	-0.5		
10	VAR010	0.0	-0.4	-0.2	-0.6	-0.3	-0.7	0.7	-0.4	0.5	-0.5	
11	VAR011	0.0	-0.6	-0.7	-0.7	-0.5	-0.5	-0.7	1.3	-0.4	-0.7	-0.5
12	VAR012	0.0	1.7	0.6	-0.2	-0.7	-0.3	-0.4	-0.6	-0.5	-0.7	-0.2
13	VAR013	0.0	-0.7	2.1	-0.3	-0.7	-0.7	0.7	-0.7	-0.1	2.0	-0.4
14	VAR014	0.0	-0.7	-0.6	-0.6	0.3	-0.7	-0.7	-0.7	-0.4	0.5	0.5

15	VAR015	0.0	-0.7	-0.4	2.0	-0.7	-0.5	0.2	-0.7	-0.7	0.6	-0.2
16	VAR016	0.0	-0.7	-0.7	1.4	-0.7	-0.5	-0.7	-0.7	0.5	-0.6	-0.0
17	VAR017	0.0	-0.0	-0.6	0.2	-0.3	2.4	0.2	2.4	-0.7	-0.1	1.3
18	VAR018	0.0	-0.0	1.4	-0.6	-0.5	-0.7	-0.7	-0.0	0.7	-0.6	-0.7
19	VAR019	0.0	0.4	-0.6	0.5	-0.5	-0.5	-0.2	-0.7	-0.5	-0.3	-0.6
20	VAR020	0.0	0.1	-0.7	0.0	-0.6	0.1	-0.0	-0.4	-0.7	-0.5	-0.7

Item	Label	Marginal X^2	11	12	13	14	15	16	17	18	19
11	VAR011	0.0									
12	VAR012	0.0	-0.1								
13	VAR013	0.0	-0.5	-0.1							
14	VAR014	0.0	-0.5	-0.7	-0.7						
15	VAR015	0.0	-0.4	0.7	0.4	-0.1					
16	VAR016	0.0	-0.4	-0.4	-0.6	-0.4	-0.0				
17	VAR017	0.0	0.3	0.9	-0.6	-0.5	-0.5	-0.7			
18	VAR018	0.0	-0.1	-0.7	-0.0	-0.4	-0.6	-0.6	1.1		
19	VAR019	0.0	-0.6	-0.6	-0.5	-0.7	0.8	0.0	-0.5	0.4	
20	VAR020	0.0	1.0	-0.5	-0.7	-0.4	-0.2	-0.6	-0.0	-0.6	-0.3

Item Information Function Values for Group 1 at 15 Values of θ from -2.8 to 2.8 (Back to TOC)

Item	Label	θ: -2.8	-2.4	-2.0	-1.6	-1.2	-0.8	-0.4	-0.0	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8
1	VAR001	0.08	0.11	0.14	0.17	0.19	0.20	0.20	0.19	0.17	0.14	0.11	0.09	0.07	0.05	0.04
2	VAR002	0.10	0.13	0.16	0.20	0.22	0.23	0.22	0.20	0.17	0.14	0.10	0.08	0.06	0.04	0.03
3	VAR003	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03
4	VAR004	0.07	0.10	0.12	0.15	0.18	0.20	0.21	0.20	0.19	0.16	0.13	0.10	0.08	0.06	0.04
5	VAR005	0.05	0.10	0.21	0.40	0.67	0.91	0.92	0.70	0.43	0.23	0.11	0.05	0.02	0.01	0.01
6	VAR006	0.09	0.13	0.17	0.21	0.24	0.26	0.26	0.24	0.20	0.16	0.12	0.09	0.06	0.04	0.03
7	VAR007	0.09	0.13	0.17	0.21	0.25	0.27	0.27	0.25	0.21	0.17	0.12	0.09	0.06	0.04	0.03
8	VAR008	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
9	VAR009	0.08	0.10	0.13	0.16	0.19	0.21	0.21	0.20	0.18	0.16	0.13	0.10	0.07	0.05	0.04
10	VAR010	0.07	0.08	0.09	0.11	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.05	0.04
11	VAR011	0.09	0.11	0.14	0.17	0.19	0.20	0.20	0.19	0.17	0.14	0.11	0.09	0.06	0.05	0.03

12	VAR 012	0.08	0.10	0.13	0.16	0.19	0.20	0.21	0.20	0.18	0.15	0.12	0.10	0.07	0.05	0.04
13	VAR 013	0.05	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04	0.03
14	VAR 014	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.11	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04
15	VAR 015	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	0.16	0.15	0.13	0.11	0.09	0.07	0.05	0.04
16	VAR 016	0.07	0.10	0.13	0.17	0.21	0.25	0.26	0.26	0.23	0.19	0.15	0.11	0.08	0.06	0.04
17	VAR 017	0.06	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.04
18	VAR 018	0.05	0.08	0.11	0.15	0.20	0.25	0.29	0.30	0.29	0.25	0.20	0.15	0.11	0.08	0.05
19	VAR 019	0.06	0.09	0.11	0.14	0.17	0.20	0.21	0.21	0.20	0.17	0.14	0.12	0.09	0.07	0.05
20	VAR 020	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05
	Test Information:	2.42	2.87	3.42	4.06	4.74	5.26	5.36	5.02	4.43	3.81	3.23	2.73	2.32	1.99	1.74
	Expected s.e.:	0.64	0.59	0.54	0.50	0.46	0.44	0.43	0.45	0.47	0.51	0.56	0.60	0.66	0.71	0.76

Marginal Reliability for Response Pattern Scores: 0.76

Likelihood-based Values and Goodness of Fit Statistics (Back to TOC)

Statistics based on the loglikelihood	
-2loglikelihood:	3545.08
Akaike Information Criterion (AIC):	3625.08
Bayesian Information Criterion (BIC):	3742.74

Statistics based on the full item x item x … classification
The table is too sparse to compute the general multinomial goodness of fit statistics.

Statistics based on one- and two-way marginal tables
M_2 statistics not available for this estimation method.

Summary of the Data and Control Parameters (Back to TOC)

Sample Size	140
Number of Items	20
Number of Dimensions	1

Item	Label	Categories	Model
1	VAR001	2	2PL
2	VAR002	2	2PL
3	VAR003	2	2PL

4	VAR004	2	2PL
5	VAR005	2	2PL
6	VAR006	2	2PL
7	VAR007	2	2PL
8	VAR008	2	2PL
9	VAR009	2	2PL
10	VAR010	2	2PL
11	VAR011	2	2PL
12	VAR012	2	2PL
13	VAR013	2	2PL
14	VAR014	2	2PL
15	VAR015	2	2PL
16	VAR016	2	2PL
17	VAR017	2	2PL
18	VAR018	2	2PL
19	VAR019	2	2PL
20	VAR020	2	2PL

Parameter Estimation Control Values

Bock-Aitkin EM Algorithm		
Maximum number of cycles:	500	
Convergence criterion:	1.00e-005	
Maximum number of M-step iterations:	50	
Convergence criterion for iterative M-steps:	1.00e-006	
Number of rectangular quadrature points:	49	
Minimum, Maximum quadrature points:	-6.00	6.00
SEM algorithm tolerance:	1.00e-003	
Standard error computation algorithm:	Supplemented EM	

Miscellaneous Control Values

Print parameter numbers?	Yes
Z tolerance, max. abs. logit value:	50.00
Number of processor cores used:	1
Number of cycles completed:	29
Maximum parameter change:	0.00e+000
Number of free parameters:	40

Processing times (in seconds)

E-step computations:	0.03
M-step computations:	0.05
Standard error computations:	1.09
Goodness-of-fit statistics:	0.09
Total:	1.26

Output Files

HTML results and control parameters:	C:\Users\Lenovo\Documents\IRT Data\Import test3.Posttest2-irt.htm

Convergence and Numerical Stability

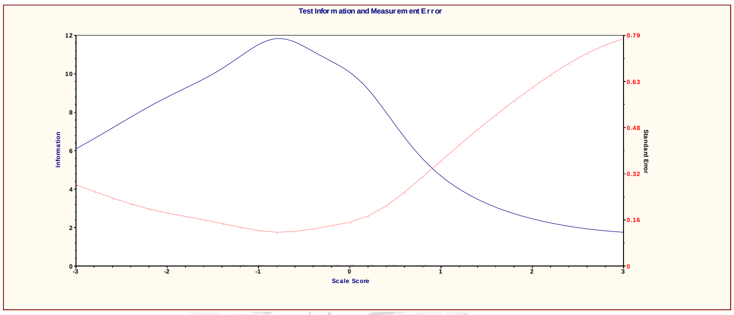
Engine status:	Normal termination
SEM algorithm status:	Normal
First-order test:	Convergence criteria satisfied
Condition number of information matrix:	8.96e+000
Second-order test:	Solution is a possible local maximum

ภาคผนวก 15

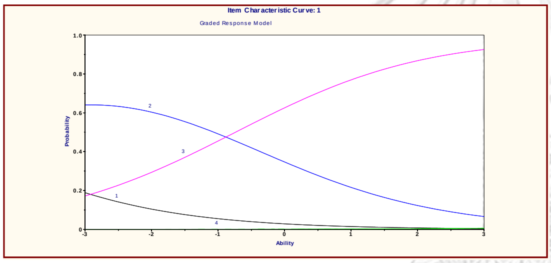
ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบระหว่างเรียน ภายใต้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ โดยใช้ GRM

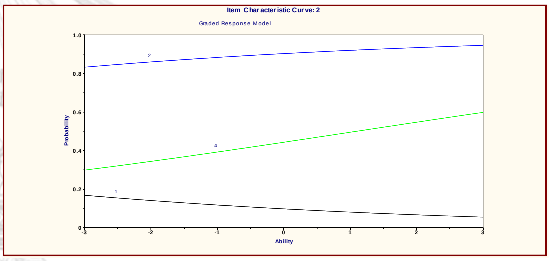
ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบระหว่างเรียน ระยะที่ 1
ภายใต้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ โดยใช้ GRM

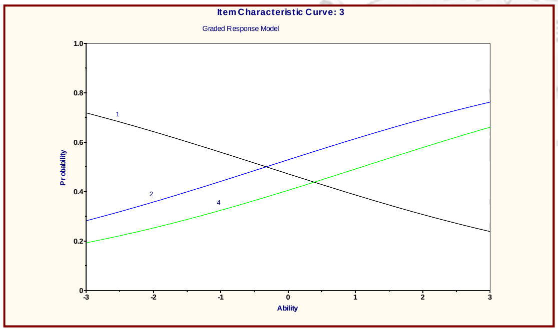
Test Information and Measurement Error

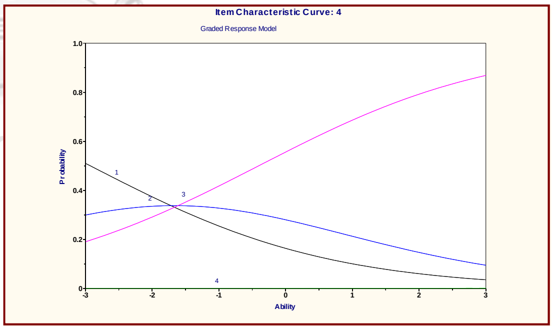


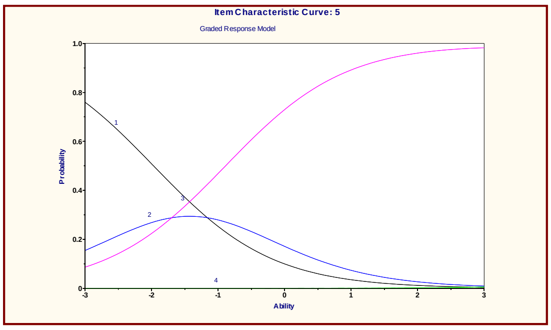
Item Characteristic Curves 1-30

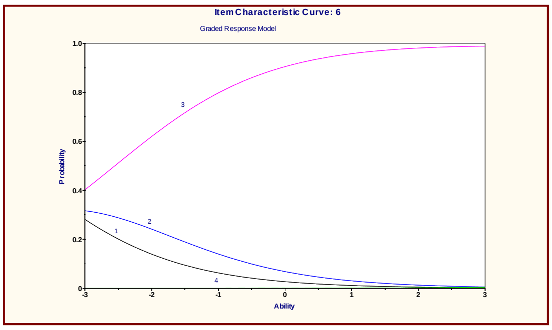


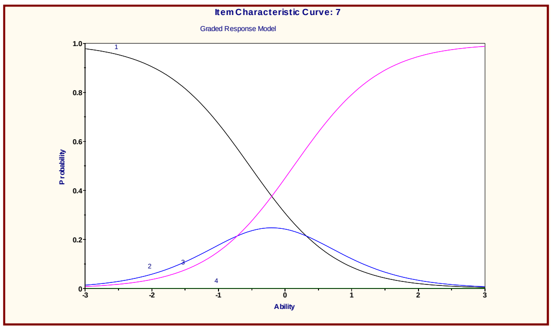


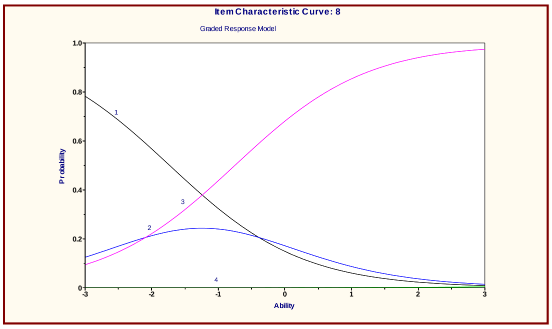


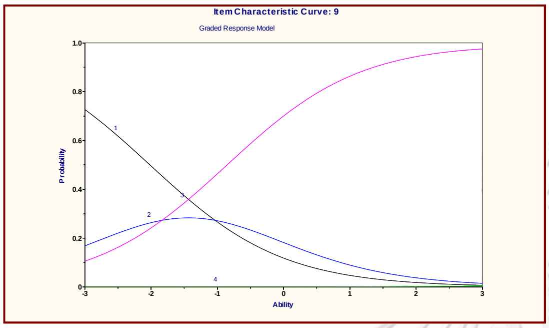


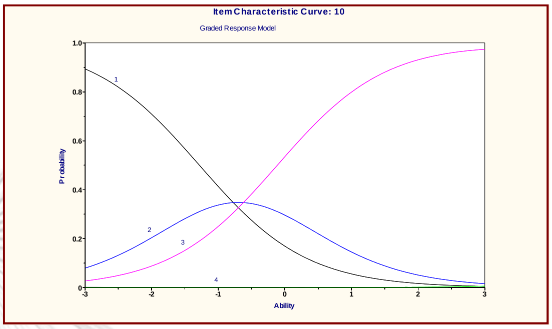


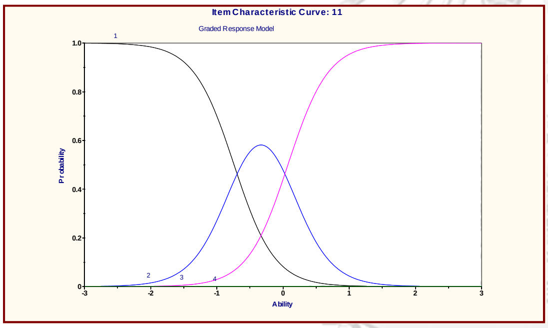


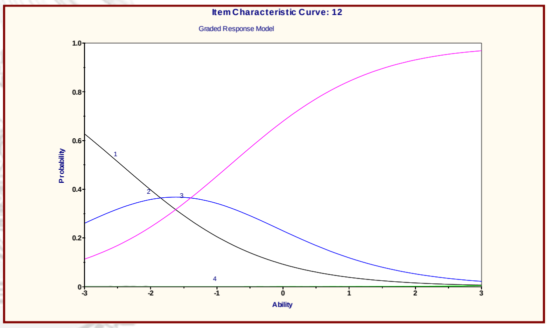

Item Characteristic Curve: 7
Graded Response Model
Probability
Ability

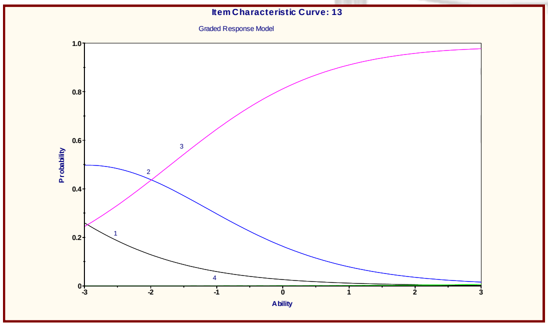

Item Characteristic Curve: 8
Graded Response Model
Probability
Ability

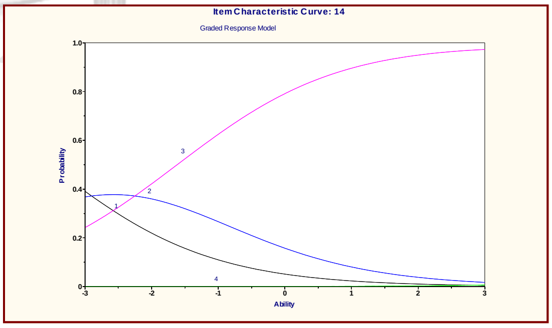

Item Characteristic Curve: 9
Graded Response Model
Probability
Ability

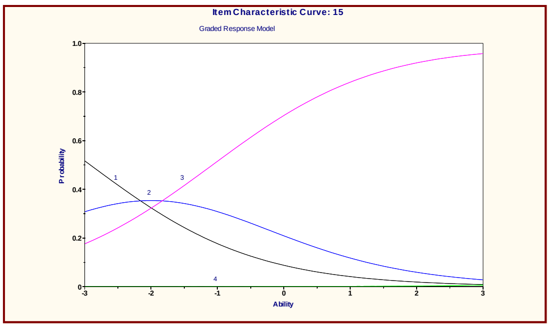

Item Characteristic Curve: 10
Graded Response Model
Probability
Ability

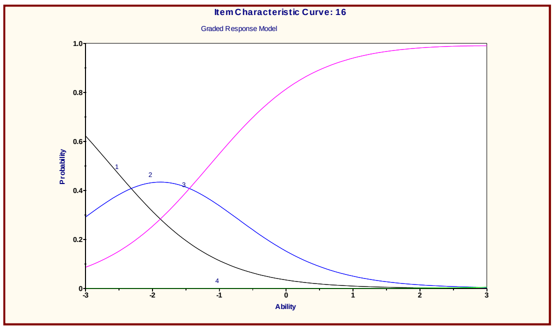

Item Characteristic Curve: 11
Graded Response Model
Probability
Ability

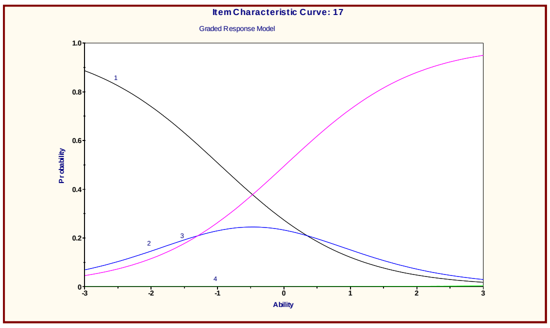

Item Characteristic Curve: 12
Graded Response Model
Probability
Ability

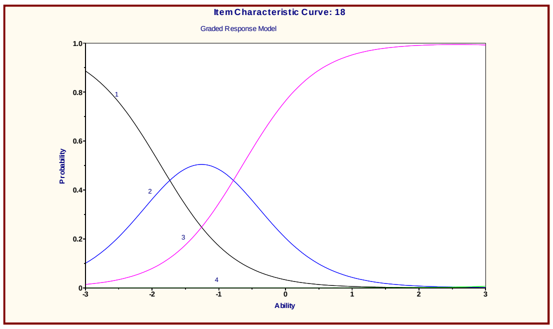

Item Characteristic Curve: 13
Graded Response Model
Probability
Ability

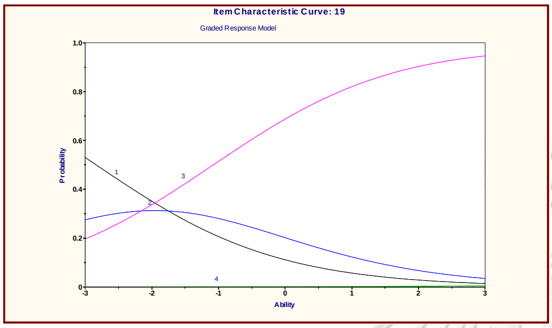

Item Characteristic Curve: 14
Graded Response Model
Probability
Ability

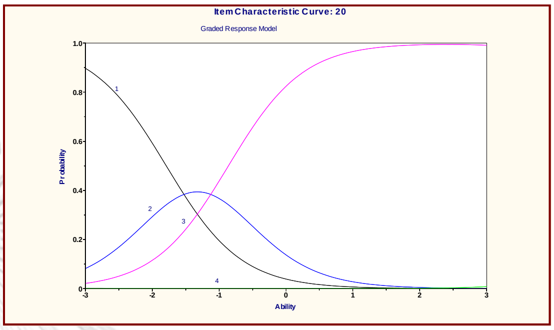

Item Characteristic Curve: 15
Graded Response Model
Probability
Ability

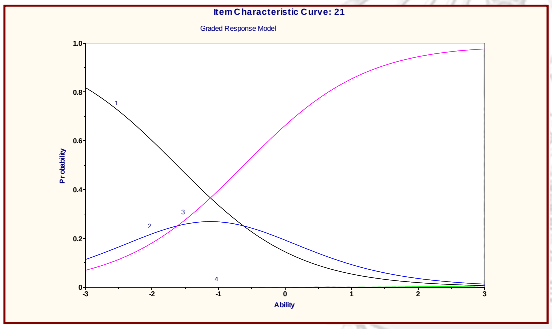

Item Characteristic Curve: 16
Graded Response Model
Probability
Ability

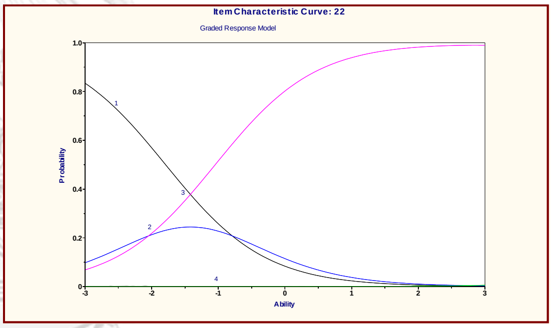

Item Characteristic Curve: 17
Graded Response Model
Probability
Ability

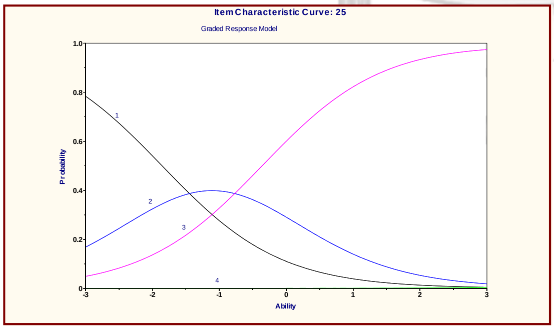

Item Characteristic Curve: 18
Graded Response Model
Probability
Ability

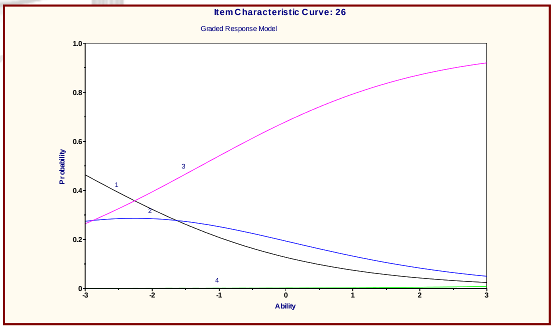

Item Characteristic Curve: 19
Graded Response Model
Probability
Ability

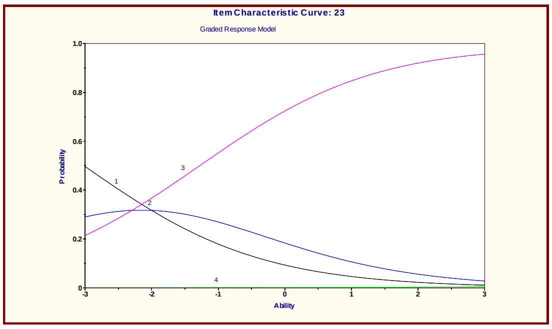

Item Characteristic Curve: 20
Graded Response Model
Probability
Ability

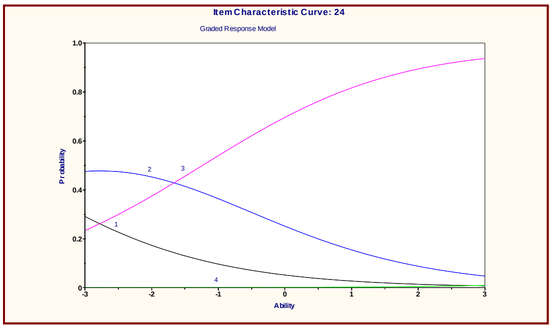

Item Characteristic Curve: 21
Graded Response Model
Probability
Ability

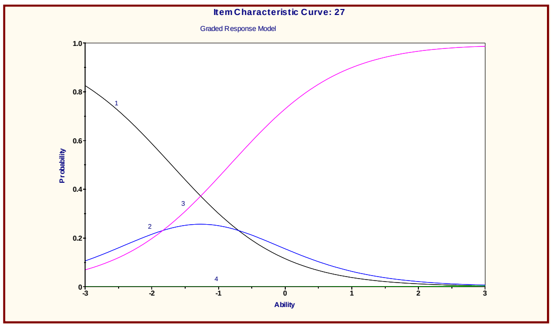

Item Characteristic Curve: 22
Graded Response Model
Probability
Ability

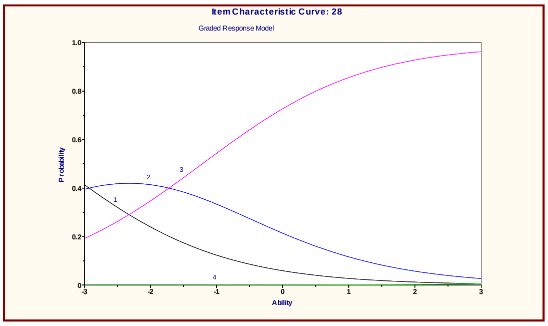

Item Characteristic Curve: 25
Graded Response Model
Probability
Ability

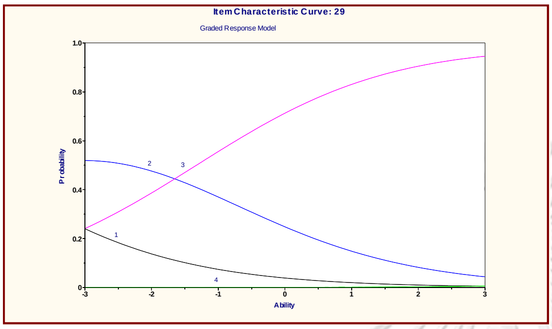

Item Characteristic Curve: 26
Graded Response Model
Probability
Ability

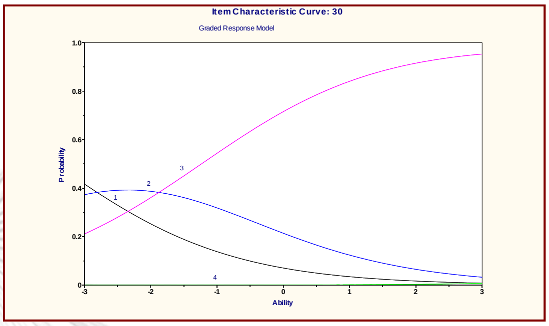

Item Characteristic Curve: 23
Graded Response Model
Probability
Ability


Item Characteristic Curve: 24
Graded Response Model
Probability
Ability


Item Characteristic Curve: 27
Graded Response Model
Probability
Ability

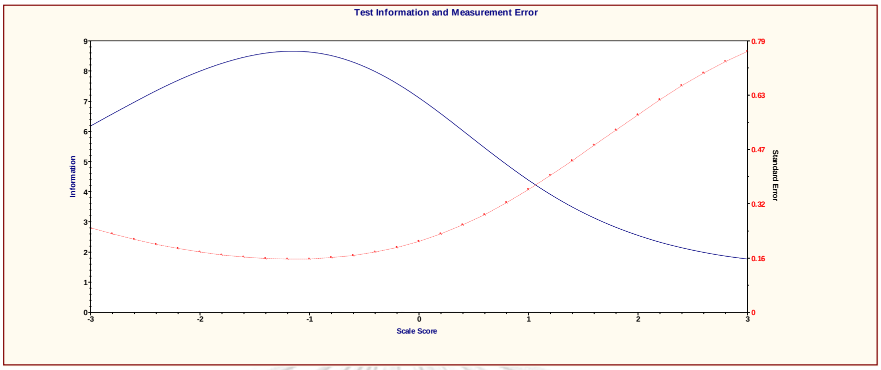

Item Characteristic Curve: 28
Graded Response Model
Probability
Ability


Item Characteristic Curve: 29
Graded Response Model
Probability
Ability

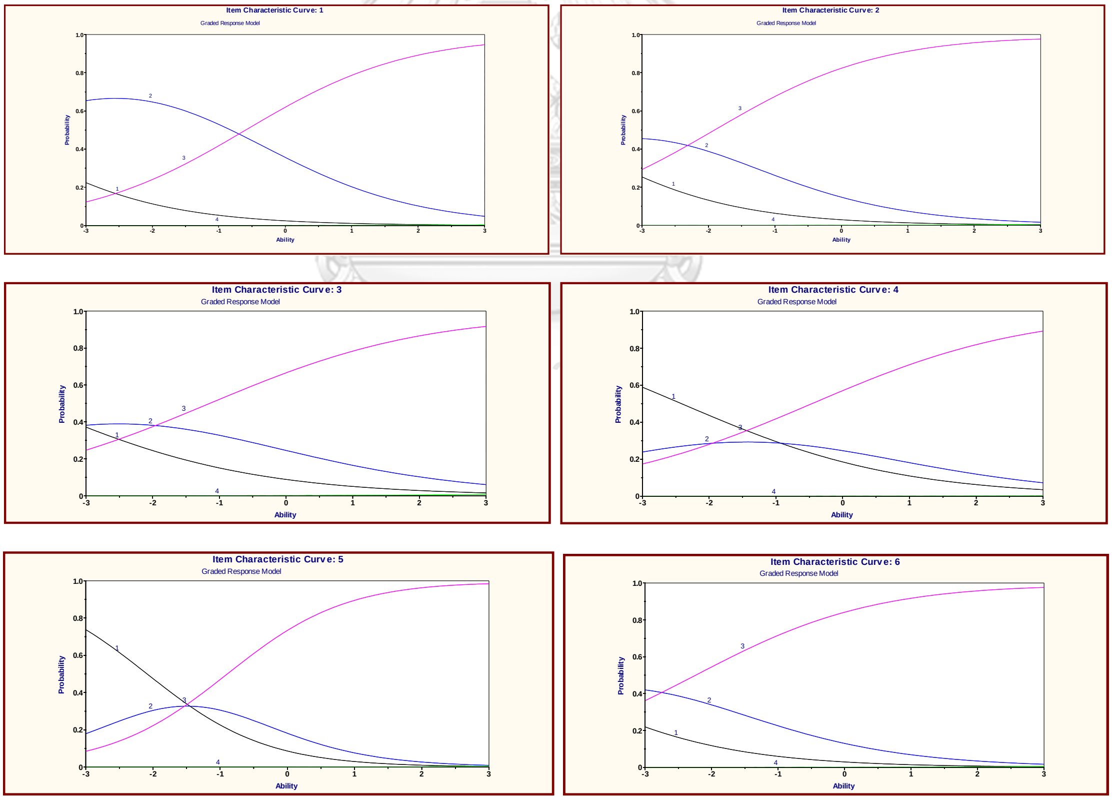

Item Characteristic Curve: 30
Graded Response Model
Probability
Ability

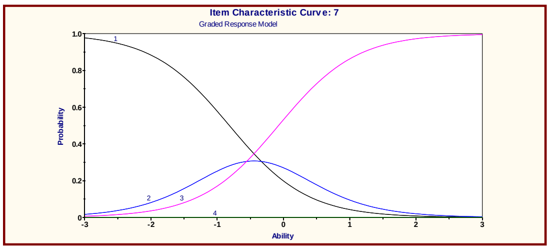
ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบระหว่างเรียน ระยะที่ 3
ภายใต้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ โดยใช้ GRM

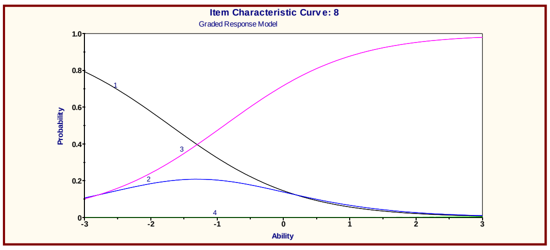
Test Information and measurement error

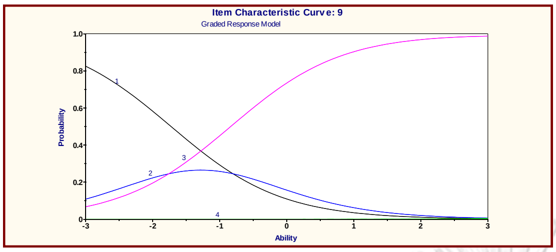


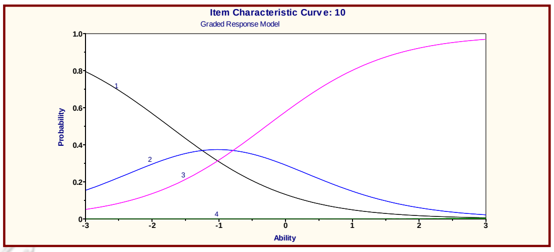
Item Characteristic curve 1-30

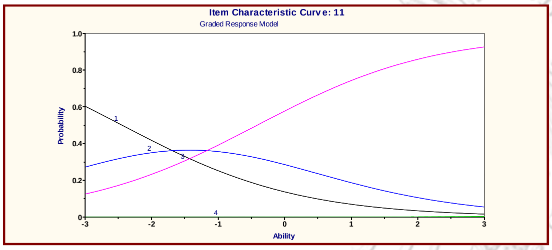


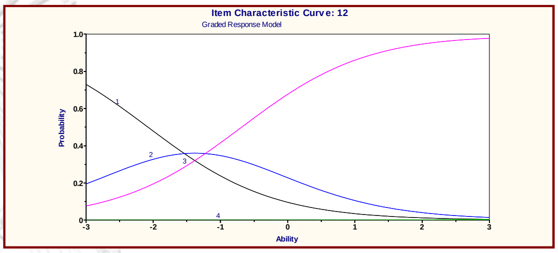

Item Characteristic Curve: 7
Graded Response Model
Probability
Ability

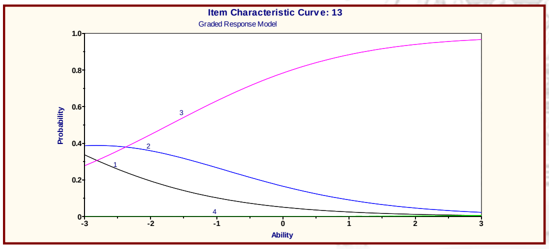

Item Characteristic Curve: 8
Graded Response Model
Probability
Ability

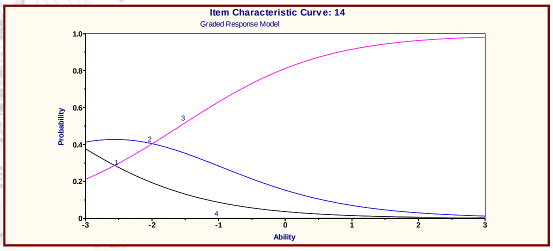

Item Characteristic Curve: 9
Graded Response Model
Probability
Ability

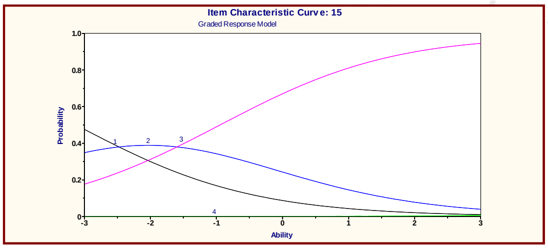

Item Characteristic Curve: 10
Graded Response Model
Probability
Ability

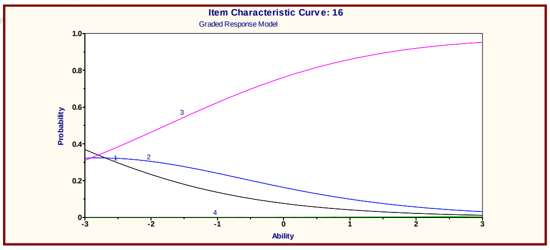

Item Characteristic Curve: 11
Graded Response Model
Probability
Ability

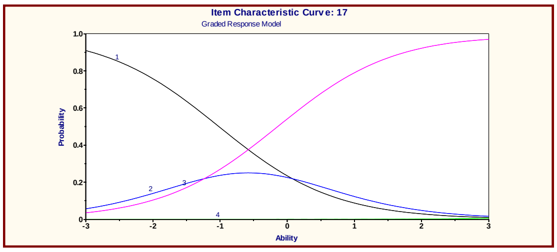

Item Characteristic Curve: 12
Graded Response Model
Probability
Ability

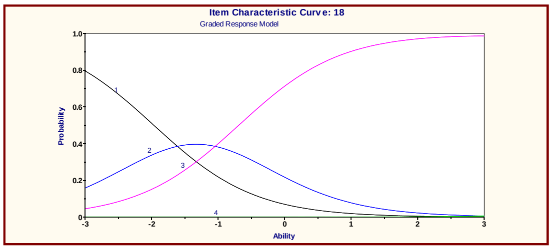

Item Characteristic Curve: 13
Graded Response Model
Probability
Ability

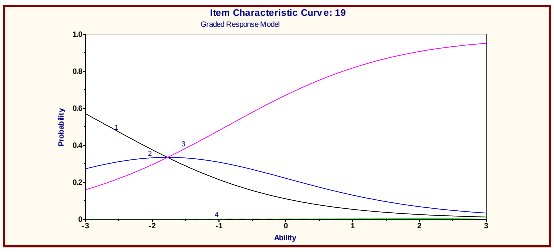

Item Characteristic Curve: 14
Graded Response Model
Probability
Ability

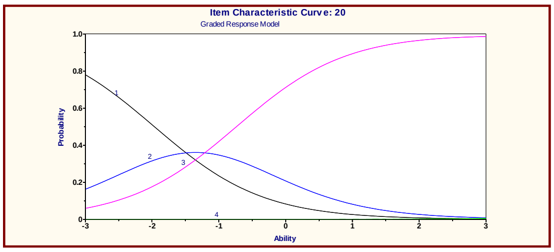

Item Characteristic Curve: 15
Graded Response Model
Probability
Ability

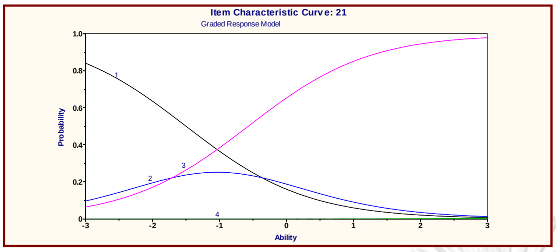

Item Characteristic Curve: 16
Graded Response Model
Probability
Ability

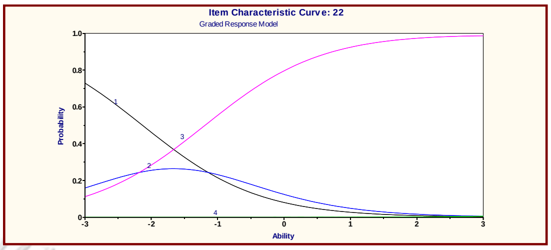

Item Characteristic Curve: 17
Graded Response Model
Probability
Ability

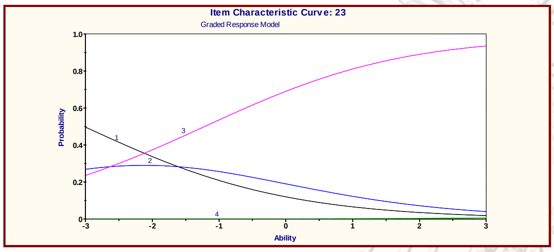

Item Characteristic Curve: 18
Graded Response Model
Probability
Ability

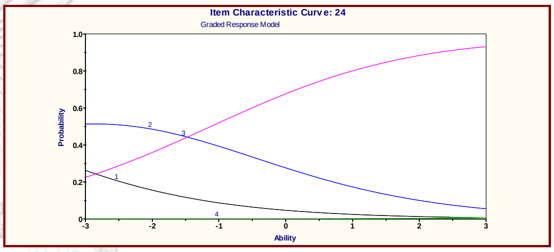

Item Characteristic Curve: 19
Graded Response Model
Probability
Ability

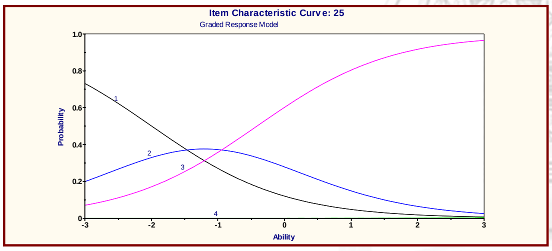

Item Characteristic Curve: 20
Graded Response Model
Probability
Ability

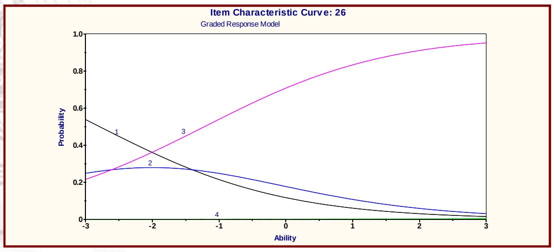

Item Characteristic Curve: 21
Graded Response Model
Probability
Ability

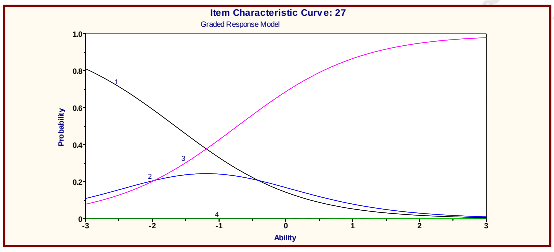

Item Characteristic Curve: 22
Graded Response Model
Probability
Ability

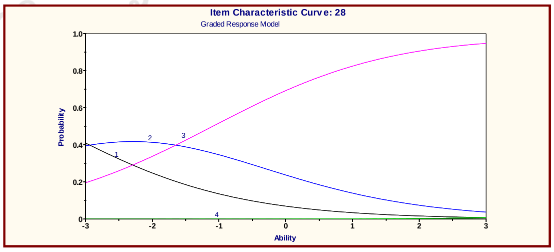

Item Characteristic Curve: 23
Graded Response Model
Probability
Ability

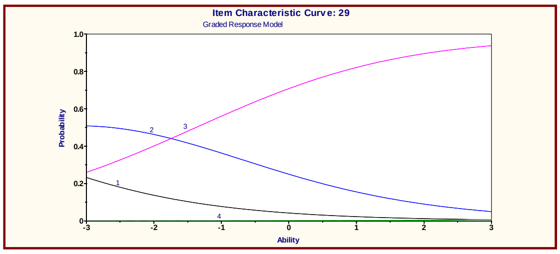

Item Characteristic Curve: 24
Graded Response Model
Probability
Ability

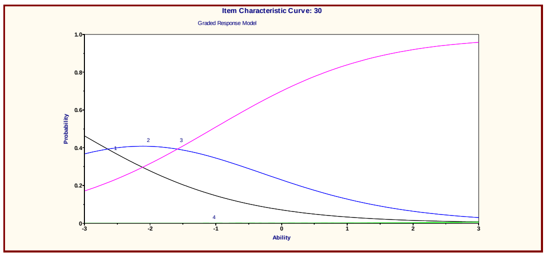

Item Characteristic Curve: 25
Graded Response Model
Probability
Ability


Item Characteristic Curve: 26
Graded Response Model
Probability
Ability


Item Characteristic Curve: 27
Graded Response Model
Probability
Ability


Item Characteristic Curve: 28
Graded Response Model
Probability
Ability


Item Characteristic Curve: 29
Graded Response Model
Probability
Ability


Item Characteristic Curve: 30
Graded Response Model
Probability
Ability

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางณภาภัช พรหมแก้วงาม
วัน เดือน ปี เกิด	เกิดวันพฤหัสบดีที่ 14 พฤศจิกายน พ.ศ.2528
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาครุศาสตรบัณฑิต สาขามัธยมศึกษาวิทยาศาสตร์ วิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2551 และสำเร็จการศึกษาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2555 จากนั้นได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2558 ปัจจุบันเป็นอาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม จังหวัดกรุงเทพมหานคร