

การพัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียนที่มี
ระดับความสามารถแตกต่างกัน: การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสส์



บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

DEVELOPMENT OF A COMPUTER-
BASED TESTING SYSTEM WITH IMMEDIATE FEEDBACK FOR DIFFERENT STUDENT'S ABILI
TY LEVELS : APPLICATION OF RASCH SIRT MODEL



Miss Juthaporn Masantiah

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Educational Measurement and
Evaluation

Department of Educational Research and Psychology

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2017

Copyright of Chulalongkorn University



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ
ทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียนที่มีระดับ
ความสามารถแตกต่างกัน: การประยุกต์ใช้โมเดลการ
ตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสส์

โดย

นางสาวจุฑาภรณ์ มาสันเทียะ

สาขาวิชา

การวัดและประเมินผลการศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ ดร. โชติกา ภาชีผล

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

รองศาสตราจารย์ ดร. กมลวรรณ ตังธนากานนท์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรบัณฑิต

..... คณะบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. ศิริชัย กาญจนวาสี)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร. โชติกา ภาชีผล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร. กมลวรรณ ตังธนากานนท์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณิชฐภรณ์ หลาวทอง)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริเดช สุชีวะ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุภมาส อังศ์โชติ)

จุฬารักษ์ มาสันเทียะ : การพัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับ
 ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน: การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสช์
 (DEVELOPMENT OF A COMPUTER-BASED TESTING SYSTEM WITH IMMEDIATE FEEDBACK FOR DIFFERENT
 STUDENT'S ABILITY LEVELS : APPLICATION OF RASCH SIRT MODEL) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. โชติ
 กา ภาชีผล, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: รศ. ดร. กมลวรรณ ตั้งธนานนท์, หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (2)
 ศึกษาผลการใช้ระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถและได้รับ
 ข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกัน (3) ประเมินคุณภาพระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ และ (4)
 ปรับปรุงระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จากโรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 7
 โรงเรียน จำนวน 728 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบทดสอบและแบบประเมินซึ่งเป็นปัจจัยนำเข้าของระบบการทดสอบฯ
 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ 1) สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2) สถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ การทดสอบค่าเฉลี่ย
 ของตัวอย่าง 2 กลุ่มแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบสอง
 ทาง โดยผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการออกแบบและพัฒนาของระบบการทดสอบประกอบด้วย (1) ด้านปัจจัยนำเข้า ประกอบด้วย 1)
 แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบฯ 2) แบบประเมินตนเองด้าน
 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบฯ และ 3) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์
 ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (2) ด้านกระบวนการ ประกอบด้วย 3 กระบวนการ ดังนี้ 1) กระบวนการ
 ลงทะเบียน 2) กระบวนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ 3) กระบวนการประมวลผลการตอบ และ
 (3) ด้านผลลัพธ์ ประกอบด้วย 1) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการทดสอบฯ 2) คะแนน
 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์หลังการทดสอบฯ 3) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเมื่อได้รับ
 ข้อมูลย้อนกลับทันที 4) คะแนนการประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการทดสอบฯ และ
 5) คะแนนการประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์หลังการทดสอบฯ

2. ผลการใช้ระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ภายหลังจากการ
 ปรับปรุงระบบพบว่า ผู้เรียนทุกระดับความสามารถมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ
 ทันทีสูงกว่าก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมี
 ความสามารถในการแก้โจทย์ฯเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) สูงกว่ารูปแบบอื่น ขณะที่ผู้เรียนกลุ่มปาน
 กลางมีความสามารถในการแก้โจทย์ฯเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) และแบบบอกผลการตอบ (KORF)
 สูงกว่าแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF) และผู้เรียนกลุ่มสูงมีความสามารถในการแก้โจทย์ฯเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอก
 ผลการตอบ (KORF) สูงกว่าแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และรูปแบบข้อสอบแบบ
 เลือกตอบ (MC) ผู้เรียนมีความน่าจะเป็นในการตอบถูกสูงกว่าแบบสร้างคำตอบ (CR) สำหรับทุกความพยายามในการตอบอย่างมี
 นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบตามมาตรฐาน 4 ด้าน พบว่า ทุกด้านมีระดับคุณภาพดี
 ทั้งหมด โดยด้านที่มีผลคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดคือ ด้านความถูกต้อง ($M=3.87$, $SD=1.110$) รองลงมาอันดับสองคือ ด้านความเข้มแข็งไปได้
 ($M=3.70$, $SD=0.997$) รองลงมาอันดับสามคือ ด้านอรรถประโยชน์ ($M=3.69$, $SD=1.062$) และลำดับสุดท้าย คือ ด้านความเหมาะสม
 ($M=3.65$, $SD=0.748$)

ภาควิชา	วิจัยและจิตวิทยาการศึกษา	ลายมือชื่อนิสิต
สาขาวิชา	การวัดและประเมินผลการศึกษา	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก
ปีการศึกษา	2560	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม

5784205227 : MAJOR EDUCATIONAL MEASUREMENT AND EVALUATION

KEYWORDS: COMPUTER-BASED TESTING / IMMEDIATE FEEDBACK / SELF-EVALUATIVE ACCURACY / RASCH SIRT MODEL

JUTHAPORN MASANTIAH: DEVELOPMENT OF A COMPUTER-BASED TESTING SYSTEM WITH IMMEDIATE FEEDBACK FOR DIFFERENT STUDENT'S ABILITY LEVELS : APPLICATION OF RASCH SIRT MODEL. ADVISOR: ASSOC. PROF. SHOTIGA PASIPHOL, CO-ADVISOR: ASSOC. PROF. KAMONWAN TANGDHANAKANOND, pp.

The purposes of this study were to (1) develop computer-based testing system with immediate feedback, (2) study the effectiveness of computer-based testing system with immediate feedback applied to learners with different ability levels and different types of feedback, (3) evaluate the quality of computer-based testing system with immediate feedback, and (4) improve computer-based testing system with immediate feedback. Participants were 728 twelfth grade students in mathematics-science program from 7 schools in Bangkok educational service area. The instruments were form of genetics problem solving ability test and form of self-evaluative test of genetics problem solving ability as seen the design and development phase of the developed system. Data analysis was conducted by using descriptive statistics (mean and standard deviation), and inferential statistics (Paired Sample T-Test, Two-way ANOVA and Two-way ANCOVA). Findings were as follows:

1. The developed system consisted of 3 factors (input factor, testing process and consequence process). (1) The input factors consisted of 1) pretest and post-test of genetics problem solving ability, 2) self-evaluative pretest and post-test of genetics problem solving ability, and 3) test of genetics problem solving ability with immediate feedback. (2) The testing process had 3 phases; i.e. 1) registration, 2) computer-based testing system with immediate feedback, and 3) Computing, Finally, (3) the consequence process consisted of 1) the result of pretest of genetics problem ability, 2) the result of post-test of genetics problem solving ability, 3) the result of computer-based testing with immediate feedback, 4) the result of pretest of self-evaluation of genetics problem solving ability, and 5) the result of post-test of self-evaluation of genetics problem solving ability.

2. After the improvement of computer-based testing system with immediate feedback, learners from all ability ranges (poor, moderate, and excellent) exhibited considerably higher mean of post-test of genetics problem solving ability compared to former system at statistical significance level of .05. (1) Learners with low ability level as known as poor group exhibited higher mean of genetics problem solving ability when they were provided with full directive feedback (FDF) compared to other types of feedback at statistical significance level of .05. (2) Learners with moderate ability level as known as moderate group exhibited higher mean of genetics problem solving ability when they were provided with partial directive feedback (PDF) and knowledge of results feedback (KORF) compared to full worked example feedback (FWF) at statistical significance level of .05. (3) Learners with high ability level as known as excellent group exhibited higher mean of genetics problem solving ability when they were provided with KORF compared to FWF at statistical significance level of .05. In term of test items, multiple-choice (MC) test item had higher probability of correct response than constructed-response (CR) test item in every number of attempts at statistical significance level of .05.

3. Quality of the developed testing system had 4 determinants (accuracy, feasibility, utility and property). The highest quality was determinant of accuracy ($M=3.87$, $SD=1.062$). The determinant of feasibility was the second ($M=3.70$, $SD=0.997$). The third was determinant of utility ($M=3.69$, $SD=0.997$) and the last one was determinant of property ($M=3.65$, $SD=0.748$).

Department: Educational Research and Psychology

Field of Study: Educational Measurement and Evaluation

Academic Year: 2017

Student's Signature

Advisor's Signature

Co-Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนจากงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัยจากทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช รุ่นที่ 37 และทุนอุดหนุนการศึกษา เฉพาะค่าเล่าเรียนประเภท 60/40 ซึ่งเป็นทุนที่สนับสนุนค่าธรรมเนียมการเรียนในระดับปริญญา เอก

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณา ความช่วยเหลือ และความร่วมมือจาก หลายๆท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รศ.ดร.โชติกา ภาชีผล ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รศ.ดร.กมลวรรณ ตังธกานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำแนะนำ สละ เวลาตรวจสอบวิทยานิพนธ์ทุกขั้นตอน อีกทั้งยังเป็นกำลังใจและให้ความเมตตาเสมอมา รวมถึง อาจารย์สาขาวิชาทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และชี้แนะแนวทางตลอดระยะเวลาที่เรียนในหลักสูตร

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ (พันโทจรัสศักดิ์ มาสันเทียะ) และคุณแม่ (นางธนพร ศรี ประพัฒน์) ที่ช่วยเหลือในทุกด้าน ทั้งให้กำลังใจอย่างดีเสมอมา ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้มีส่วนในการให้ข้อมูลและประสานเก็บข้อมูลการทดสอบตลอดจนให้ คำแนะนำในการปรับปรุงระบบการทดสอบเป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณคุณเอ็ง (นายนิพนธ์ วิเวโก) ผู้ออกแบบโปรแกรมการทดสอบที่ได้ร่วมเขียนโปรแกรมและพัฒนาโปรแกรมร่วมกับผู้วิจัย ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญอย่างยิ่งของงานวิจัย

ขอขอบพระคุณเพื่อนๆและพี่ร่วมชั้นเรียนในหลักสูตรดุสิตบัณฑิต ที่ได้ให้กำลังใจ ช่วยเหลือในระยะเวลาของการเรียนเป็นอย่างดีรวมถึงพนักงานธุรการทุกท่านที่ช่วยให้คำแนะนำ อำนวยความสะดวกเป็นอย่างดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฑ
สารบัญภาพ	ท
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 คำถามการวิจัย.....	7
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	8
1.4 สมมติฐานการวิจัย	8
1.5 ขอบเขตการวิจัย	10
1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	14
1.7 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	18
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	19
ตอนที่ 1 การออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน	20
1.1 ความหมายและองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน	20
1.2 แนวคิดการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน.....	21
1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบการเรียนหรือทดสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์	25
ตอนที่ 2 การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback).....	26
2.1 ความหมายและความสำคัญของข้อมูลย้อนกลับ.....	28
2.2 โมเดลการให้ข้อมูลย้อนกลับ	29

2.3 รูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับ.....	32
2.4 การให้ข้อมูลย้อนกลับในการประเมินผลด้านต่างๆ	48
ตอนที่ 3 ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อผู้เรียน.....	50
3.1 ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อความสามารถทางการเรียน	50
3.2 ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อความสามารถในการประเมินตนเอง	52
3.3 ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อการทวนคำตอบ	58
3.4 ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อตัวแปรอื่นๆ.....	62
ตอนที่ 4 การวัดความสามารถของผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีในการประเมินโดย ระบบคอมพิวเตอร์.....	65
4.1 วิธีการวัดความสามารถของผู้เรียนในการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ.....	66
4.2 ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่อง (Sequential Item Response Theory; SIRT).....	76
ตอนที่ 5 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	86
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	90
ระยะที่ 1 การออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ ระบบคอมพิวเตอร์ (D_1R_1)	90
1.1 การออกแบบและพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้าน พันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้าน พันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์	92
1.2 แบบประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อน และหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ.....	99
1.3 การออกแบบและพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้าน พันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์	103
ระยะที่ 2 การศึกษาผลการใช้ระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบ คอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน (D_2R_2)	110

2.1 ตัวอย่าง	112
2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	114
2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	115
2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	116
ระยะที่ 3 การปรับปรุงระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบ คอมพิวเตอร์ (D ₃ R ₃).....	122
3.1 ตัวอย่าง	122
3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	122
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	123
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	123
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	124
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	125
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบ คอมพิวเตอร์	125
1.1 ผลการออกแบบและพัฒนาระบบด้านปัจจัยนำเข้า (Input).....	125
1.2 ผลการออกแบบและพัฒนาระบบด้านกระบวนการ (Process).....	146
ตอนที่ 2 ผลการใช้ระบบการทดสอบระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถและได้รับข้อมูล ย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์.....	159
2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของผู้เรียนจำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียน และรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน	159
2.2 ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูล ย้อนกลับทันทีที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์	168
2.3 ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูล ย้อนกลับทันทีที่มีต่อความแม่นยำในการประเมินตนเอง	175

2.4 ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูก: การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสส์	184
ตอนที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์.....	194
3.1 ผลการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบจำแนกตามมาตรฐานการประเมินระบบ	194
3.2 สรุปผลการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบจากแบบประเมินระบบการทดสอบ	199
3.3 ข้อเสนอแนะแนวทางการพัฒนาระบบจำแนกตามองค์ประกอบของระบบจากผู้ทรงคุณวุฒิ.....	200
ตอนที่ 4 ผลการปรับปรุงระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์	203
4.1 ผลการปรับปรุงระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์.....	203
4.2 ผลการใช้ระบบการทดสอบหลังจากการปรับปรุงระบบการทดสอบ	204
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	212
สรุปผลการวิจัย.....	212
1) ผลการพัฒนาการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์.....	212
1.1) ผลการออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบฯด้านปัจจัยนำเข้า (Input).....	212
1.2) ผลการออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบฯด้านกระบวนการ (Process) ...	214
1.3) ผลการออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบฯด้านผลลัพธ์ (Output).....	215
2) ผลการใช้ระบบการทดสอบระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถและได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีที่แตกต่างกัน.....	215

2.1) ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของผู้เรียนจำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียนและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน	215
2.2) ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์.....	217
2.3) ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความแม่นยำในการประเมินตนเอง	219
2.4) ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูก: การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสช์.....	221
3) ผลการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์	223
3.1) คุณภาพของระบบการทดสอบด้านอรรถประโยชน์.....	223
3.2) คุณภาพของระบบด้านความเป็นไปได้	223
3.3) คุณภาพของระบบด้านความเหมาะสม	224
3.4) คุณภาพของระบบด้านความถูกต้อง	224
3.5) สรุปผลการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบจากแบบประเมินระบบการทดสอบฯ	225
4) ผลการปรับปรุงระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์.....	225
อภิปรายผลการวิจัย.....	227
1) ผลการพัฒนาการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์.....	227
2) ผลการใช้ระบบการทดสอบระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถและได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ที่แตกต่างกัน.....	229

2.1) ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้าน พันธุศาสตร์.....	229
2.2) ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความแม่นยำในการประเมินตนเอง	232
2.3) ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูก.....	234
3) ผลการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถ และได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีที่แตกต่างกัน	236
3.1) คุณภาพของระบบการทดสอบด้านอรรถประโยชน์	236
3.2) คุณภาพของระบบด้านความเป็นไปได้	236
3.3) คุณภาพของระบบด้านความเหมาะสม	237
3.4) คุณภาพของระบบด้านความถูกต้อง	238
4) ผลการปรับปรุงระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบ คอมพิวเตอร์.....	238
ข้อเสนอแนะ	240
รายการอ้างอิง	242
ภาคผนวก.....	243
ภาคผนวก 1 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาชีววิทยาและการวัดและประเมินผลการศึกษา	244
ภาคผนวก 2 รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านระบบเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา.....	246
ภาคผนวก 3 แบบทดสอบจำแนกความสามารถทางการเรียนของผู้เรียนก่อนการนำระบบการ ทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์จำนวน 16 ข้อ.....	248
ภาคผนวก 4 แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ ข้อมูลย้อนกลับทันที (A1, A2).....	255

ภาคผนวก 5 แบบประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (B1, B2).....	259
ภาคผนวก 6 แบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (ชุด C).....	262
ภาคผนวก 7 ตัวอย่างรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ.....	268
ภาคผนวก 8 คู่มือการใช้งานระบบการทดสอบสำหรับครู.....	276
ภาคผนวก 9 คู่มือการใช้งานระบบการทดสอบสำหรับนักเรียน.....	286
ภาคผนวก 10 แบบประเมินระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนทันทีที่ใช้ระบบ คอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียน.....	291
ภาคผนวก 11 แบบประเมินระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนทันทีที่ใช้ระบบ คอมพิวเตอร์สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ.....	293
ภาคผนวก 12 แบบบันทึกการสัมภาษณ์ผู้เรียนที่ได้รับการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที และภาพการสัมภาษณ์ผู้เรียน.....	297
ภาคผนวก 13 ภาพตัวอย่างการจัดการทดสอบ.....	300
ภาคผนวก 14 ภาพและกำหนดการการจัดประชุมกลุ่ม (Focus Group) ณ วันที่ 4 เมษายน พ.ศ.2560.....	303
ภาคผนวก 15 ผลการวิเคราะห์ฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information) ภายใต้ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ ในระบบการทดสอบที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ที่ มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที.....	307
ภาคผนวก 16 ผลการวิเคราะห์ฟังก์ชันสารสนเทศของแบบสอบ (Test Information) ภายใต้ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์และ GRM.....	310
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	313

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 2.1 สรุปแนวคิดและแนวทางในการประเมินผู้เรียนในระดับชั้นเรียน	27
ตาราง 2.2 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบจงใจ การให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงบวกและการให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงลบ	33
ตาราง 2.3 ตัวอย่างรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบมาตรฐาน (Standard) และการให้ข้อมูล ย้อนกลับแล้วตอบจนกว่าจะถูก (Answer-until correct /Multiple-try Feedback).....	38
ตาราง 2.4 เปรียบเทียบรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การพูด ระหว่าง Metalinguistic Corrective Feedback และ Recast Corrective Feedback.....	42
ตาราง 2.5 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้รหัส	43
ตาราง 2.6 เปรียบเทียบรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยอิงตนเอง อิงกลุ่มและ ไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ.....	45
ตาราง 2.7 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของจำนวนครั้งในการพยายามในการตอบข้อสอบ (k) วิชาความน่าจะเป็นโดยใช้การประมาณค่า แบบ MML และแบบ MCMC	51
ตาราง 2.8 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง การประเมินความก้าวหน้า (Assessment) และ การประเมินผล (Evaluation).....	53
ตาราง 2.9 ตารางสรุปกระบวนการที่เกิดขึ้นในแต่ละระยะของวงจรการกำกับตนเอง.....	56
ตาราง 2.10 สรุปผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อการประเมินตนเองจากงานวิจัยต่างๆ.....	57
ตาราง 2.11 รายการคำถามในการประเมินตนเองในด้านการใช้.....	72
ตาราง 2.12 ตัวอย่างการคำนวณความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Bias).....	75
ตาราง 2.13 เปรียบเทียบผลการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิตินี้ที่มีการ ให้คะแนนสองค่าและให้คะแนนหลายค่าในการให้ข้อมูลย้อนกลับในแบบสอบ	80
ตาราง 2.14 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างฟังก์ชันที่ใช้ใน Rasch Model และ Rasch SIRT Model.....	82
ตาราง 2.15 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการวิเคราะห์ GRM , Rasch SIRT Model และ Multidimensional SIRT Model	83

ตาราง 2.16 สรุปผลการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับและ ทฤษฎีการตอบสนองที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างปี 2001-2016.....	85
ตาราง 3.1 เนื้อหาและวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบความรู้ในด้านการแก้โจทย์ปัญหา พันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์ วิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.....	93
ตาราง 3.2 ผังข้อสอบชุด A1และA2 จำแนกตามมิติ วัตถุประสงค์ ระดับพฤติกรรมและรูปแบบ ข้อสอบ.....	94
ตาราง 3.3 ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อน และหลังการทดสอบของข้อสอบแบบเลือกตอบ (MC).....	95
ตาราง 3.4 ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อน และหลังการทดสอบของข้อสอบแบบสร้างคำตอบ (CR).....	95
ตาราง 3.5 ตัวอย่างการสร้างรายการประเมินความสามารถตนเองตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ที่สัมพันธ์กับข้อสอบการแก้โจทย์ปัญหา.....	100
ตาราง 3.6 ตัวอย่างแบบประเมินความเหมาะสมของรายการประเมินตนเองของผู้เรียน	101
ตาราง 3.7 เนื้อหาและวัตถุประสงค์ของแบบประเมินตนเองในด้านการแก้โจทย์ปัญหาพันธุ ศาสตร์ วิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.....	102
ตาราง 3.8 เนื้อหาและวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้าน พันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์ วิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6.....	104
ตาราง 3.9 ผังข้อสอบชุด C จำแนกตามมิติ วัตถุประสงค์ ระดับพฤติกรรมและรูปแบบข้อสอบ	104
ตาราง 3.10 ตัวอย่างรูปแบบของแบบประเมินในความเหมาะสมของการให้ข้อมูลย้อนกลับ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ.....	105
ตาราง 3.11 ผลการเลือกโรงเรียน ห้องเรียน และผู้เรียนในการวิจัย	112
ตาราง 3.12 แผนการสุ่มนักเรียนเข้ารับการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน	113
ตาราง 3.13 ผลการกำหนดขนาดตัวอย่างจำแนกตามตัวแปรอิสระในการวิจัย	114
ตาราง 3.14 วิธีการวิเคราะห์ค่าความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Bias).....	117

ตาราง 3.15 ตัวอย่างการคำนวณความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Bias) และความแม่นยำในการประเมินตนเอง(Self-evaluative accuracy).....	118
ตาราง 3.16 ตัวอย่างการวิเคราะห์ความลำเอียงและความแม่นยำในการประเมินตนเองก่อนและหลังเรียนของผู้เรียนคนที่ 1-6.....	120
ตาราง 3.17 กรอบในการวิเคราะห์ Two-way ANCOVA และ Two-way ANOVA.....	121
ตาราง 4.1 ผลการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ (A1 และ A2) ด้านความตรงเชิงเนื้อหา ความยาก (b) รายข้อและความเที่ยงด้วยการวิเคราะห์ภายใต้ 1 PL Model.....	128
ตาราง 4.2 ผลการประเมินคุณภาพของแบบประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหา ทางด้านพันธุศาสตร์ (B1 และ B2)	130
ตาราง 4.3 การออกแบบข้อมูลย้อนกลับโดยการประยุกต์ใช้ RISE Model (Wray, 2013).....	131
ตาราง 4.4 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWF) ของข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-choice; MC).....	139
ตาราง 4.5 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การแสดงตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWF) ของข้อสอบแบบสร้างคำตอบ (Constructed response; CR).....	140
ตาราง 4.6 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF) ของข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-choice; MC).....	141
ตาราง 4.7 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้ยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF) ของข้อสอบสร้างคำตอบ (Constructed Response; CR).....	142
ตาราง 4.8 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback; FDF) ของข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-choice; MC).....	143
ตาราง 4.9 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback; FDF) ของข้อสอบสร้างคำตอบ (Constructed Response; CR).....	143
ตาราง 4.10 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF) ของข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-choice; MC).....	144
ตาราง 4.11 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF) ของข้อสอบสร้างคำตอบ (Constructed response; CR).....	144

ตาราง 4.12 ผลการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ทางด้านพันธุศาสตร์ในด้านความเที่ยงด้วยการวิเคราะห์โดยใช้โมเดล 1PL และ GRM	145
ตาราง 4.13 ผลการประเมินประเมินประสิทธิภาพของระบบการทดสอบ	158
ตาราง 4.14 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสอบรายวิชาชีววิทยาเพื่อจัดจำแนกระดับความสามารถ...	160
ตาราง 4.15 ผลการจัดจำแนกระดับความสามารถของผู้เรียนในรายวิชาชีววิทยา.....	160
ตาราง 4.16 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถ แตกต่างกัน.....	160
ตาราง 4.17 ค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้เรียนที่วัดได้จากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ทันที.....	161
ตาราง 4.18 ผลการจัดจำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียนและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ	162
ตาราง 4.19 ค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตอบ คะแนน และระยะเวลาที่ใช้ในการตอบของผู้เรียน	164
ตาราง 4.20 ตัวอย่างแบบแผนจำนวนครั้งในการตอบระหว่างข้อมูลย้อนกลับแบบ FWF และ PWF.....	165
ตาราง 4.21 การวิเคราะห์แบบแผนจำนวนครั้งในการตอบของผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ สมบูรณ์และแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF,PWF).....	166
ตาราง 4.22 การวิเคราะห์แบบแผนการตอบของผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์และ แบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (FDF, PDF).....	167
ตาราง 4.23 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแก้โจทย์ปัญหา (Score) และความสามารถ (θ) ก่อน และหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ	168
ตาราง 4.24 ค่าสถิติของคะแนนในการสอบและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้าน พันธุศาสตร์ของผู้เรียนจำแนกตามระดับความสามารถและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ	170
ตาราง 4.25 การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของผู้เรียน (Group) และรูปแบบ ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์	171
ตาราง 4.26 ค่าสถิติพื้นฐานและการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ของผู้เรียนหลังจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับทันที จำแนกตามระดับความสามารถและรูปแบบ ของข้อมูลย้อนกลับ โดยการวิเคราะห์ Simple Effect	173

ตาราง 4.27 ผลการการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองรายคู่ จำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียนด้วยเทคนิค Dunnett's T3 และ Games-Howell	174
ตาราง 4.28 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแก้โจทย์ปัญหาฯ (Score) และคะแนนประเมินตนเอง (Self-judgement) ก่อนและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ	175
ตาราง 4.29 ค่าเฉลี่ยคะแนนในการสอบและคะแนนการประเมินตนเองก่อนและหลังการทดสอบ ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับจำแนกตามระดับความสามารถและรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ	177
ตาราง 4.30 ค่าเฉลี่ยคะแนนความลำเอียงในการประเมินตนเองและความแม่นยำในการประเมิน ตนเองก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับจำแนกตามระดับความสามารถและ รูปแบบข้อมูลย้อนกลับ	179
ตาราง 4.31 การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของผู้เรียน (Group) และรูปแบบ ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ที่มีต่อคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเอง โดยการวิเคราะห์ Two-Way ANCOVA	180
ตาราง 4.32 ค่าสถิติพื้นฐานและการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมิน ตนเองของผู้เรียนจำแนกตามระดับความสามารถและรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ โดยการวิเคราะห์ Simple Effect	182
ตาราง 4.33 ผลการการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองรายคู่ (Multiple Comparison) จำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียนด้วยเทคนิค Games- Howell และ Bonferroni.....	183
ตาราง 4.34 ค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูกในการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที..	184
ตาราง 4.35 ผลการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการตอบถูกจำแนกตามระดับความสามารถ รูปแบบข้อมูลย้อนกลับ และจำนวนครั้งของความพยายามในการตอบ	186
ตาราง 4.36 การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของผู้เรียน (Group) และรูปแบบ ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ที่มีต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูก (P).....	187
ตาราง 4.37 การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และจำนวน ครั้งในการตอบ (k) ที่มีต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูก (P)	188
ตาราง 4.38 ผลการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการตอบถูก (P) ที่เพิ่มขึ้น จำแนกตามและรูปแบบ ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และจำนวนครั้งในการตอบ (k) ของผู้เรียนทุกระดับความสามารถ...	189

ตาราง 4.39 ค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นในการตอบถูก (P) ของข้อสอบแบบเลือกตอบ (MC) และข้อสอบแบบสร้างคำตอบภายใต้การประยุกต์ใช้ Rasch SIRT Model 191

ตาราง 4.40 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นในการตอบถูกระหว่าง MC และ CR. 192

ตาราง 4.41 ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถ (Group) และรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ที่มีต่อตัวแปรตาม 193

ตาราง 4.42 ผลการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เรียน..... 200

ตาราง 4.43 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแก้โจทย์ปัญหา (Score) และความสามารถ (θ) ก่อนและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ (ระยะที่ 3)..... 205

ตาราง 4.44 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ระหว่างผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน (ระยะที่ 3) 206

ตาราง 4.45 ค่าสถิติของคะแนนในการสอบและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ของผู้เรียนจำแนกตามระดับความสามารถและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ (ระยะที่ 3)..... 207

ตาราง 4.46 ค่าสถิติพื้นฐานและการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของผู้เรียนหลังจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับทันที จำแนกตามระดับความสามารถและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ โดยการวิเคราะห์ Simple Effect (ระยะที่ 3)..... 209

ตาราง 4.47 ผลการการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองรายคู่จำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียนด้วยเทคนิค Bonferroni Games-Howell (ระยะที่ 3)..... 210

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 2.1 Dick & Carey Model.....	22
ภาพ 2.2 Smith & Ragan Model.....	23
ภาพ 2.3 หลักการพื้นฐานในการออกแบบระบบการเรียนการสอนโดยทั่วไป.....	25
ภาพ 2.4 โมเดลการให้ข้อมูลย้อนกลับในการส่งเสริมการเรียนรู้ (A Model of Feedback to Enhance Learning)	30
ภาพ 2.5 RISE Meaningful Feedback Model.....	31
ภาพ 2.6 เปรียบเทียบรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (Immediate Feedback) และการให้ข้อมูลย้อนกลับในภายหลัง/การให้ข้อมูลย้อนกลับล่าช้า (Delayed Feedback).....	35
ภาพ 2.7 แนวรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียด	40
ภาพ 2.8 ผลการสังเคราะห์รูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับ	46
ภาพ 2.9 รูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ใช้ในการวิจัย	47
ภาพ 2.10 วงจรของโมเดลการกำกับตนเอง	55
ภาพ 2.11 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทวนคำตอบ.....	62
ภาพ 2.12 ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับ	65
ภาพ 2.13 ตัวอย่างกระดาษคำตอบที่ใช้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับ	67
ภาพ 2.14 ตัวอย่างการประเมินตนเองในด้านการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.....	71
ภาพ 2.15 The cues questions of John’s structured reflection model.....	73
ภาพ 2.16 โคว้ดลักษณะข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ของตัวอย่างข้อสอบ 2 ข้อ	77
ภาพ 2.17 โคว้ดลักษณะข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ของตัวอย่างข้อสอบ 2 ข้อ	78
ภาพ 2.18 โคว้ดลักษณะข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ของตัวอย่างข้อสอบ 2 ข้อ	79

ภาพ 2.19 แสดงระดับความสามารถของผู้สอบภายหลังจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับโดยการประยุกต์ใช้ M-SIRT.....	83
ภาพ 2.20 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	89
ภาพ 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการทดสอบทั้งหมด.....	91
ภาพ 3.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแบบสอบคู่ขนาน.....	98
ภาพ 3.3 การดำเนินการวิจัยเชิงทดลองในระยะที่ 2.....	110
ภาพ 3.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยในระยะที่ 3.....	123
ภาพ 4.1 ตัวอย่างข้อสอบการแก้โจทย์ปัญหาแบบเลือกตอบที่ออกแบบและพัฒนาขึ้น.....	126
ภาพ 4.2 ตัวอย่างข้อสอบการแก้โจทย์ปัญหาแบบสร้างคำตอบที่ออกแบบและพัฒนาขึ้น.....	127
ภาพ 4.3 ตัวอย่างแบบประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (B1, B2).....	129
ภาพ 4.4 ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF) (เมื่อตอบถูกหรือผิดจะมีคำอธิบายเพิ่มเติม).....	132
ภาพ 4.5 ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (PWF) (เมื่อตอบถูกจะไม่มีคำอธิบายให้เพิ่มเติมจะมีให้เฉพาะเมื่อตอบผิด).....	133
ภาพ 4.6 ข้อสอบแบบสร้างคำตอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF) (เมื่อตอบถูกหรือผิดจะมีคำอธิบายเพิ่มเติม).....	133
ภาพ 4.7 ข้อสอบแบบสร้างคำตอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (PWF) (เมื่อตอบถูกจะไม่มีคำอธิบายให้เพิ่มเติมจะมีให้เฉพาะเมื่อตอบผิด).....	134
ภาพ 4.8 ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (FDF) (เมื่อตอบถูกหรือผิดจะมีคำอธิบายเพิ่มเติม).....	135
ภาพ 4.9 ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) (เมื่อตอบถูกจะไม่มีคำอธิบายให้เพิ่มเติมจะมีให้เฉพาะเมื่อตอบผิด).....	135
ภาพ 4.10 ข้อสอบแบบสร้างคำตอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (FDF) (เมื่อตอบถูกหรือผิดจะมีคำอธิบายเพิ่มเติม).....	136

ภาพ 4.11 ข้อสอบแบบสร้างคำตอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) (เมื่อตอบถูกจะไม่มีคำอธิบายให้เพิ่มเติมจะมีให้เฉพาะเมื่อตอบผิด)	136
ภาพ 4.12 ข้อสอบแบบสร้างคำตอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบอกผลการตอบ (KORF) (เมื่อตอบถูกจะไม่มีคำอธิบายให้เพิ่มเติม).....	137
ภาพ 4.13 ข้อสอบแบบสร้างคำตอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบอกผลการตอบ (KORF)	138
ภาพ 4.14 กระบวนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์.....	147
ภาพ 4.15 กระบวนการลงทะเบียน.....	148
ภาพ 4.16 กระบวนการทดสอบก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ	149
ภาพ 4.17 กระบวนการประเมินตนเองก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที ...	149
ภาพ 4.18 กระบวนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที	150
ภาพ 4.19 กระบวนการประมวลผลการตอบ.....	150
ภาพ 4.20 กระบวนการประมวลผลการตอบและการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ FWF	152
ภาพ 4.21 กระบวนการประมวลผลการตอบและการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ PWF	153
ภาพ 4.22 กระบวนการประมวลผลการตอบและการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ FDF	154
ภาพ 4.23 กระบวนการประมวลผลการตอบและการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ PDF	155
ภาพ 4.24 กระบวนการประมวลผลการตอบและการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ KORF.....	156
ภาพ 4.25 ผลการวิเคราะห์คะแนนในภาพรวม.....	157
ภาพ 4.26 ผลการวิเคราะห์คะแนนอย่างละเอียดจำแนกตามชุดของแบบทดสอบ	157
ภาพ 4.27 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของผู้เรียน (Group) และรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ที่มีต่อคะแนนพัฒนาการความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา.....	172
ภาพ 4.28 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของผู้เรียน (Group) และรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ที่มีต่อค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเอง	180
ภาพ 4.29 ค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นในการตอบถูกของข้อสอบแบบ MC	191
ภาพ 4.30 ค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นในการตอบถูกของข้อสอบแบบ CR	192
ภาพ 4.31 ผลการปรับปรุงองค์ประกอบและกระบวนการของระบบการทดสอบในระยะที่ 3.....	204

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การประเมินทางการศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการจัดการเรียนรู้ซึ่งควรทำอย่างต่อเนื่องเพื่อนำผลการประเมินไปปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยกระบวนการประเมินทางการศึกษามักเกี่ยวข้องกับบุคคลหลายกลุ่มทั้งครู นักเรียน ผู้ปกครอง และผู้บริหารโรงเรียน (ทิวต์ล มณีโชติ, 2549) การประเมินทางการศึกษาเมื่อจำแนกตามวัตถุประสงค์ การประเมินสามารถจำแนกได้ออกเป็น 3 แนวคิด คือ 1) การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Assessment of Learning; AOL) หมายถึง การประเมินเพื่อตัดสินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนว่าผ่านเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งการประเมินเพื่อตัดสินผลการเรียนรู้นี้มีความหมายสอดคล้องกับการประเมินผลสรุป (Summative Assessment) 2) การประเมินเพื่อการเรียนรู้ (Assessment for Learning; AFL) หมายถึง การประเมินโดยครูหรือผู้สอนเพื่อให้เกิดการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ซึ่งมีการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนและยังมีการนำคะแนนของผู้เรียนมาทำเป็นข้อมูลสารสนเทศที่แสดงถึงพัฒนาการของผู้เรียน ซึ่งการประเมินเพื่อการเรียนรู้นี้มีความหมายสอดคล้องกับการประเมินความก้าวหน้า (Formative Assessment) 3) การใช้การประเมินเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของผู้เรียน (Assessment as Learning; AAL) หมายถึง การใช้การประเมินเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยผู้เรียนจะมีบทบาทในการประเมินตนเองว่ามีจุดแข็ง จุดอ่อนอย่างไร ซึ่งการใช้การประเมินเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของผู้เรียนนี้มีความหมายสอดคล้องกับการประเมินตนเอง (Self-assessment) (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2557; Earl, & Guskey, 2003; Marzano, 1993)

จากประเภทของการประเมินทางการศึกษาที่ได้กล่าวมาข้างต้น พบว่าพัฒนาการของการประเมินทางการศึกษาแต่อดีตจนถึงปัจจุบันได้มีการปรับเปลี่ยนจากแนวคิดของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Assessment of Learning ; AOL) ผ่านไปสู่การประเมินเพื่อการเรียนรู้ (Assessment for Learning; AFL) ที่ครูนำผลการประเมินไปใช้เพื่อให้นักเรียนปรับปรุงตนเอง จากนั้นจึงนำไปสู่แนวคิดการใช้การประเมินเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของผู้เรียน (Assessment as Learning ; AAL) ที่ผู้เรียนได้ใช้การประเมินเป็นส่วนหนึ่งในการเรียนรู้เพื่อทราบถึงจุดแข็ง จุดอ่อนของตนเอง นำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาความสามารถของผู้เรียนให้บรรลุตามเป้าหมาย (พรพรรณทิพา ศรีโชติ, 2556)

การใช้การประเมินเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของผู้เรียน (Assessment as Learning ; AAL) หมายถึง การใช้การประเมินเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยผู้เรียนจะมีบทบาทในการประเมินตนเองว่ามีจุดแข็ง จุดอ่อนอย่างไรเพื่อจะได้นำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการปรับปรุงตนเองเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น ทั้งนี้การที่ผู้เรียนจะทราบจุดแข็งหรือจุดอ่อนของตนเอง หรือประเมินตนเองได้นั้น จำเป็นต้องอาศัยการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนด้วยวิธีการต่างๆ เช่น พูดแนะนำ หรือเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุง แก้ไข ซึ่งผู้ที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลย้อนกลับ ได้แก่ ครู ผู้เรียน เพื่อนร่วมชั้น ผู้ปกครอง เพื่อนำข้อมูลย้อนกลับไปปรับปรุงและพัฒนาความสามารถของผู้เรียนให้บรรลุตามเป้าหมาย ตลอดจนการตั้งเป้าหมายการเรียนรู้ของตนเองในอนาคต ทั้งนี้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบทางการศึกษานั้นพบว่า ข้อมูลย้อนกลับที่ให้แก่ผู้เรียนนั้นมีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบมีผลต่อผู้เรียนแตกต่างกัน (สุชาภา คล้ายมณี, 2558; Eberlein, 2010; van der Kleij, 2012; Yastibas, & Yastibas, 2015) อย่างไรก็ตามด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัยทำให้การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบดั้งเดิมที่ครูผู้สอนจะให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนโดยการเขียนหรือเป็นคำพูดแก่ผู้เรียน มีรูปแบบที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น การให้ข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอัตโนมัติ เนื่องจากมีจุดแข็งหลายประการ เมื่อเปรียบเทียบกับกรให้ข้อมูลย้อนกลับแบบดั้งเดิม เช่น มีประสิทธิภาพในการบริหารการจัดการทดสอบสำหรับการประเมิน อีกทั้งผู้สอบยังชื่นชอบและสนใจการประเมินแบบนี้มากกว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบดั้งเดิม ตลอดจนการประเมินแบบนี้สามารถให้ผลการประเมินได้ในทันที เป็นต้น (Becker, 2006; Salend, 2009; Thompson et al., 2002)

จากพัฒนาการของการให้ข้อมูลย้อนกลับจากอดีตจนถึงปัจจุบัน จะเห็นว่ามีมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับซึ่งมีลักษณะเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที (Immediate Feedback) โดย Zhang และคณะ (2016) ได้ศึกษาวิจัยถึงประโยชน์ของการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที รวมถึงอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างกลยุทธ์ในการจดจำ (Memory Strategies) กับการได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีว่า ผู้เรียนทั้งผู้สูงวัยและเด็กต่างก็มีความสามารถในการจดจำการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับทันที (Zhang et al., 2016) ในทางตรงกันข้ามหากระงับการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที ผู้สูงอายุมักจะมีการจดจำในเรื่องที่เรียนลดลงและเกิดการจดจำในสิ่งที่ผิดพลาด (False Memories) มากขึ้นเมื่อเทียบกับผู้เรียนวัยเด็ก (อนงค์ เมธิพิทักษ์ธรรม, 2555; Akçapinar, 2015; Attali, 2015; Dunlosky, & Rawson, 2015; Lipko-Speed, Dunlosky, & Rawson, 2014) ดังนั้นจะเห็นว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีจะช่วยส่งเสริมการจดจำและช่วยส่งเสริมการเรียนรู้แก่ผู้เรียนได้ในทุกวัย

จากการศึกษาโมเดลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบหรือกำหนดแนวทางในการให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างมีประสิทธิภาพพบว่ามีโมเดลที่น่าสนใจและสอดคล้องกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้

คือ RISE Model โดย Wray (2013) ซึ่งเป็นนักการศึกษาชาวอเมริกันแห่งมหาวิทยาลัยฟูลเซิลล์ (Full Sail University) ได้นำเสนอ RISE Model ที่เป็นโมเดลการให้ข้อมูลย้อนกลับซึ่งมีลักษณะสอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีของบลูม (Bloom's Taxonomy) ที่มีการจัดลำดับการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ออกเป็น 6 ระดับ สอดคล้องกับ RISE Model ของ Wray (2013) ที่ได้กำหนดแนวทางในการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนเพื่อให้เกิดประโยชน์ โดย RISE Model จำแนกออกเป็น 4 ระดับ คือ สะท้อน (Reflect; R) , สืบเสาะ (Inquire; I), เสนอแนะ (Suggest; S) และยกระดับ (Elevate; E)

ปัจจุบันการให้ข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ได้ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของผู้เรียนและได้มีผู้ศึกษาวิจัยกันอย่างแพร่หลาย แต่การให้ข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ส่วนใหญ่ที่ปรากฏในงานวิจัยมักจะเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ได้พิจารณาถึงความแตกต่างของผู้เรียนซึ่งมีระดับความสามารถที่แตกต่างกัน เพราะผู้เรียนในแต่ละระดับความสามารถนั้นอาจเรียนรู้ได้ดีในสถานการณ์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในรูปแบบที่เหมือนหรือแตกต่างกันกับระดับผู้เรียนระดับความสามารถอื่นก็เป็นได้ ดังนั้นจึงได้มีผู้คิดค้นแนวคิดของการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบปรับเหมาะตามระดับความสามารถของผู้เรียน (Adaptive Feedback Framework; AFF) ได้ถูกเสนอขึ้นมาโดย Gouli, Gogoulou และ Grigoriadou (2008) เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนรายบุคคลและสอดคล้องกับความต้องการจำเป็นในบริบทของการเรียนรู้ในระบบคอมพิวเตอร์ โดยงานวิจัยครั้งนี้ได้นำผลการตอบของผู้เรียนมาใช้เป็นตัวแทนของระดับความสามารถเพื่อเป็นฐานในการเลือกรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้เรียน แต่ในทางการวัดผลทางการศึกษานั้น การจะระบุได้ว่าผู้เรียนมีความสามารถอยู่ในระดับใดควรจะต้องใช้ทฤษฎีหรือโมเดลการวิเคราะห์ความสามารถของผู้เรียนที่น่าเชื่อถือมาประยุกต์ใช้ เช่น โมเดลการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory) เพื่อให้ได้ค่าความสามารถที่แท้จริงออกมา ดังนั้นจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งหากได้ข้อมูลหรือสารสนเทศที่ยืนยันได้ว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบใดที่จะมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถที่ต่างกันภายใต้การวิเคราะห์โดยใช้ทฤษฎีหรือโมเดลการวัดที่มีความน่าเชื่อถือและมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการตอบถูกของผู้เรียนที่อยู่ในสถานการณ์ของการให้ข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบในระบบคอมพิวเตอร์พบว่า มีการประยุกต์ใช้โมเดลการวิเคราะห์ความสามารถที่หลากหลาย เช่น Graded-Response Model (GRM), โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ และโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่อง (Sequential Item Response Theory ; SIRT model) โดยจากผลการวิจัยของ Culpepper (2014) พบว่า วิธีการวิเคราะห์ความสามารถโดยใช้โมเดล SIRT มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์มากกว่าทุกโมเดล โดยโมเดล SIRT นี้มีการประยุกต์ใช้แนวคิดของ Rasch เข้ามาใช้ในการวิเคราะห์ผลการ

ทดสอบในสถานการณ์ที่มีข้อคำถามซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบได้หลายครั้งจนกว่าจะถูก (Answer-until correct หรือ Multiple-try Feedback) ซึ่งโมเดลนี้เรียกว่า Rasch SIRT Model ที่แตกต่างจาก Rasch Model ตรงที่มีการนำค่าพารามิเตอร์ของจำนวนครั้งของความพยายามในการตอบจนกว่าจะถูกมาพิจารณา ร่วมกันในการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการตอบถูก

นอกจากนี้รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ที่พบในงานวิจัยส่วนใหญ่ มักจะให้ข้อมูลย้อนกลับในเฉพาะข้อที่ผู้เรียนตอบผิด (Partial Feedback) ซึ่งไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงที่ครูมักจะให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนพร้อมกันทุกคนไม่ว่าจะเป็นกรณีที่ผู้เรียนตอบถูกหรือผิด ดังนั้นการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์ที่ดีและสอดคล้องกับบริบทการจัดการเรียนการสอนควรจะให้ข้อมูลย้อนกลับทั้งในข้อที่ตอบถูกและผิด (Full Feedback) เพราะการตอบถูกของผู้เรียนอาจมาจากการเดาก็ได้ แต่จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีเพียงงานวิจัยของ van der Kleij (2012) และคณะ ที่ได้ให้ข้อมูลย้อนกลับทั้งในข้อที่ตอบถูกและตอบผิด แต่ไม่ได้ชี้ชัดว่ารูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับเฉพาะข้อผิดหรือแบบบางส่วน หรือแบบสมบูรณ์ (Full Feedback) แบบใดที่จะให้ผลดีต่อผู้เรียนซึ่งมีระดับความสามารถที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งหากทราบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบใดจะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนซึ่งมีระดับความสามารถแตกต่างกัน ขณะที่ประเด็นของรูปแบบการให้ข้อมูลตามระดับความซับซ้อนของข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพและมีการศึกษาวิจัยจำนวนมาก คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียด (Elaborated Feedback) ซึ่งจำแนกเป็น 2 แบบ คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การสาธิตตัวอย่าง (Worked Example Feedback) และการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้ชี้แนะ (Directive feedback) ซึ่ง Shute (2008) ได้แนะนำว่า ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงควรให้ข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะก็เพียงพอแล้ว อย่างไรก็ตามก็ดียังขาดหลักฐานสนับสนุนในการยืนยันว่า ผู้เรียนที่มีความสามารถในระดับปานกลาง และระดับต่ำควรจะได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบใด ตลอดจนโมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลการตอบของผู้เรียนที่เปลี่ยนแปลงไปหลังจากได้รับข้อมูลย้อนกลับของงานวิจัยที่ผ่านมา ยังไม่สอดคล้องกับบริบทของการประเมินที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบจนกว่าจะถูกอย่างเช่น Rasch SIRT model ที่ได้ถูกนำเสนอขึ้นโดย Culpepper (2014) ซึ่งมีประสิทธิภาพและน่าเชื่อถือสำหรับการนำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลการตอบของผู้เรียนดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น

จากการศึกษาผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีในการทดสอบโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์พบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับมีผลต่อตัวแปรต่างๆ ซึ่งจำแนกออกเป็น 6 ตัวแปร ได้แก่ ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อ 1) ความสามารถทางการเรียน โดยพบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบโดยระบบคอมพิวเตอร์มีผลต่อความสามารถของผู้เรียนโดยนักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกัน จะมีระดับความสามารถที่แตกต่างกัน (อนงค์ เมธิพิทักษ์ธรรม, 2555; Akcapinar, 2015; Attali,

2015; Dunlosky, & Rawson, 2015; Lipko- Speed, Dunlosky, & Rawson, 2014)

2) ความสามารถในการประเมินตนเองของผู้เรียนโดยพบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับมีผลต่อความสามารถในการประเมินตนเองและนำไปพัฒนาตนเอง อย่างไรก็ตามความสามารถในการประเมินตนเองนั้นขึ้นอยู่กับรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับด้วย (Eberlein, 2010; Harks et al., 2013) 3) การทวนคำตอบ โดยพบว่าภายหลังจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับแล้วจะมีรูปแบบคำตอบได้ 2 แบบคือ การเปลี่ยนคำตอบจากผิดเป็นถูก (Incorrect to correct) และการเปลี่ยนคำตอบจากผิดเป็นผิด (Incorrect to Incorrect) (อนงค์ เมธิพิทักษ์ธรรม, 2555; Attali, 2015) 4) เจตคติของผู้เรียน โดยพบว่ากลุ่มผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับมีระดับความวิตกกังวลในการสอบน้อยกว่ากลุ่มผู้เรียนที่ไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ (สุชาภา คล้ายมณี, 2558; Attali, & Powers, 2010; van der Kleij, 2012; Pekrun et al., 2014; Yastibas, & Yastibas, 2015;) 5) คุณสมบัติทางจิตมิติของแบบสอบ โดยพบว่าคำตอบที่ผ่านการทวนและแก้ไขคำตอบแล้ว มีค่าความเที่ยงสูงกว่าการตอบในครั้งแรกที่ไม่ได้มีการแก้ไขคำตอบและจำนวนครั้งที่ตอบนั้นมีความสัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์ของ (Attali, 2011, 2015; Attali, & Powers, 2008, 2010) และ 6) ระยะเวลาในการตอบข้อสอบโดยพบว่า เวลาที่ใช้ในตอบข้อสอบต่อข้อโดยเฉลี่ยคิดเป็นข้อละ 2-6 นาทีขึ้นอยู่กับความยากและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ หากเป็นข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียดก็จะใช้เวลามากกว่าข้อมูลย้อนกลับแบบอื่น (Golke, Dorfler, & Artelt, 2015; Gouli, Gogoulou, & Grigoriadou 2008)

จากผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อตัวแปรต่างๆส่วนใหญ่ได้มีการศึกษากันมาก จนได้ข้อสรุปจนเป็นที่ชัดเจนแล้ว เหลือเพียงแต่หลักฐานที่ยืนยันว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์นั้นจะช่วยส่งเสริมความสามารถในการประเมินตนเองของผู้เรียนได้มากน้อยเพียงใดหากเปรียบเทียบกับผู้เรียนที่ไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับหรือได้รับข้อมูลย้อนกลับระหว่างรูปแบบที่ต่างกันไป เนื่องจากงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับประเด็นนี้มีน้อยมากที่มุ่งเน้นศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับข้อมูลย้อนกลับกับความสามารถในการประเมินตนเอง ซึ่ง Labuhn, Zimmerman และ Hasselhorn (2010) ได้ระบุว่า ความสามารถในการประเมินตนเองสามารถวัดได้จากความแม่นยำในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Accuracy) และความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Bias) ทั้งนี้จากการศึกษาผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับพบว่า ผู้เรียนที่มีการประเมินตนเองสูงกว่าความเป็นจริง (Overestimation/ Over-confident) เป็นนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่ต่ำด้วย (Bol & Hacker, 2001; Klassen, 2006) ซึ่งความลำเอียงที่เกิดจากการประเมินตนเองยังทำให้ความแม่นยำในการประเมินตนเองลดต่ำลง ขณะที่การให้ข้อมูลย้อนกลับก็มีความสัมพันธ์กับการประเมินตนเองของผู้เรียน ดังนั้นเมื่อพิจารณาโมเดลการให้ข้อมูลย้อนกลับ RISE Model ของ Wray (2013) ที่ได้มีการกำหนดระดับความซับซ้อนของรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแล้ว ยังได้มีการกล่าวถึง “RISE Model for Self-evaluation” ในการออกแบบการประเมินตนเองที่

สอดคล้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับด้วย ซึ่ง Wray (2013) ก็ได้กำหนดแนวทางสำหรับการประเมินตนเองที่มีการจัดลำดับออกเป็น 4 ระดับเช่นกัน ได้แก่ 1) สะท้อน (Reflect; R) คือ การรับรู้และตัดสินใจตนเอง 2) สืบเสาะ (Inquire; I) คือ การเสาะแสวงหาแนวทางในการปรับปรุงตนเอง 3) เสนอแนะ (Suggest; S) การเสนอแนะทางเลือกในการปรับปรุงตนเอง และ 4) ยกกระดับ (Elevate; E) คือ การเลือกแนวทางที่เหมาะสมในการนำไปใช้เพื่อปรับปรุงตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Zimmerman (2000) ที่นำเสนอโมเดลในการกำกับตนเอง ในส่วนของการสะท้อนตนเอง (Self-reflection) ว่าประกอบด้วย 4 ระดับ คือ 1) การประเมินตนเอง (Self-evaluation), 2) การประเมินความพึงพอใจของตนเอง (Attributions) 3) การมีปฏิกิริยาสะท้อนกลับ (Self-reactions) และ 4) การปรับปรุงตนเอง (Adaptively) (Zimmerman, 2000)

จากผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น จะเห็นว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับมิได้ช่วยเพียงแค่ส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนทางด้านความรู้และวิชาการเพียงอย่างเดียว แต่ยังสามารถส่งเสริมความสามารถในการประเมินตนเองเพื่อที่จะเป็นเครื่องมือในการพัฒนาและปรับปรุงตนเองของผู้เรียนให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ที่ตั้งไว้ได้ ซึ่งการวัดผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่างกันั้น วิธีการในการวัดที่งานวิจัยส่วนใหญ่ใช้จะเป็นการวัดจากคะแนนก่อนและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับแล้วนำคะแนนมาเปรียบเทียบกับขณะเดียวกันอาจทำให้ผู้เรียนเกิดความลำเอียงระหว่างการทดสอบดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำตัวแปรคะแนนก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับมาเป็นตัวแปรร่วมในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถต่างๆ ของผู้เรียนในที่เป็นผลมาจากตัวแปรอิสระที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ที่ผ่านมาส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาภายใต้บริบทของการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามการทดสอบดังกล่าวนี้ก็น่าจะสามารถนำมาประยุกต์ใช้สำหรับบริบทของการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้เนื่องจากมีเนื้อหาบางส่วนที่ต้องอาศัยทักษะการคำนวณและแก้โจทย์ปัญหาอันเป็นทักษะที่สัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในแนวตรงในรายวิชาฟิสิกส์ การแก้โจทย์ปัญหาความเข้มข้นของสารในรายวิชาเคมี หรือการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการถ่ายทอดพันธุกรรมในรายวิชาชีววิทยา ดังนั้นจากที่ได้กล่าวมาข้างต้นเมื่อพิจารณาเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์ในปัจจุบันพบว่า นักเรียนจำนวนมากไม่สามารถทำนายลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตในแต่ละรุ่นจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้ อย่างไรก็ตามต้องส่งผลให้นักเรียนจำนวนมากมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำหรือไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนด (นนทกร อรุณพฤกษ์กุล, 2559) สอดคล้องกับ สรรเสริญ วีระพจนานันท์ (2557)

ที่พบว่า นักเรียนบางคนไม่สามารถเขียนจีโนไทป์ (Genotype) ของเซลล์สืบพันธุ์ได้ คิดเป็นร้อยละ 44.12 และเขียนได้บ้างแต่ไม่ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 8.82 (สรรเสริญ วีระพจนานันท์, 2557) ขณะที่ การเขียนจีโนไทป์ของเซลล์สืบพันธุ์เป็นพื้นฐานสำคัญของการแก้โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์ของเมนเดล และพันธุศาสตร์ที่นอกเหนือจากพันธุศาสตร์ของเมนเดล เช่น การข่มอย่างไม่สมบูรณ์ การแสดงออก ร่วมกันของยีน จากปัญหาดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในบริบทของการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้าน พันธุศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา

ดังนั้นจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งหากได้ศึกษาและพัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูล ย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน ภายใต้การ ประยุกต์ใช้โมเดลการวัดที่มีความน่าเชื่อถือ คือ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสช์ (Rasch SIRT model) ซึ่งผลของการใช้รูปแบบประเมินที่น่าจะเกิดขึ้น คือ พัฒนาความสามารถใน การแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์และพัฒนาการความแม่นยำในการประเมินตนเองของผู้เรียนที่ ดีขึ้น ตลอดจนสารสนเทศที่ได้ยังสามารถนำไปต่อยอดองค์ความรู้ในระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูล ย้อนกลับทันทีแบบปรับเหมาะในระบบคอมพิวเตอร์ให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนใน อนาคตต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

1.2 คำถามการวิจัย

1. ระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ มีลักษณะเป็น อย่างไร
2. ผลการใช้ระบบการทดสอบระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถและได้รับข้อมูล ย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์เป็นอย่างไร โดยมีประเด็นคำถามดังนี้
 - 2.1) ระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันจะมีผลต่อ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์หรือไม่ อย่างไร
 - 2.2) ระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันจะมีผลต่อ ความแม่นยำในการประเมินตนเองของผู้เรียนหรือไม่ อย่างไร
 - 2.3) ระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันจะมีผลต่อ ความน่าจะเป็นในการตอบถูกแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
3. ผลการประเมินคุณภาพระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบ คอมพิวเตอร์ มีลักษณะเป็นอย่างไร
4. ผลการปรับปรุงระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ มีลักษณะเป็นอย่างไร

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์
2. เพื่อศึกษาผลการใช้ระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถและได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกัน โดยมีวัตถุประสงค์ย่อยดังนี้
 - 2.1) เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์
 - 2.2) เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความแม่นยำในการประเมินตนเอง
 - 2.3) เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูกโดยการประยุกต์ใช้ Rasch SIRT Model
3. เพื่อประเมินคุณภาพระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์
4. เพื่อปรับปรุงระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

1.4 สมมติฐานการวิจัย

1. จากการศึกษาเกี่ยวกับการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีผลต่อระดับความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน พบว่าเมื่อนักเรียนได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันส่งผลให้มีระดับความสามารถแตกต่างกัน (Diab, 2015) นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนที่สูงขึ้นในกรณีที่นักเรียนได้รับข้อมูลย้อนกลับในรูปแบบที่มีการเปิดโอกาสให้ตอบจนกว่าจะถูก (Attali, 2015) ขณะที่การทดสอบร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับช่วยส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ซึ่งให้ประโยชน์มากกว่าการเรียนหรือการทดสอบเพียงอย่างเดียวเพราะช่วยส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี (Dunlosky, & Rawson, 2015; Lipko-Speed, Dunlosky, & Rawson, 2014) จะเห็นได้ว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับมีผลต่อความสามารถของผู้เรียน อีกทั้งรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันก็ย่อมมีผลต่อความสามารถของผู้เรียนที่แตกต่างกันด้วย

นอกจากปัจจัยด้านรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับที่มีผลต่อความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนแล้ว ยังมีปัจจัยในด้านของระดับความสามารถของผู้เรียนที่มีความสัมพันธ์กับรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ โดย Shute (2008) ได้กล่าวว่า ควรให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบว่าถูกหรือผิด หรือข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะแก่เด็กที่มีความสามารถสูงซึ่งน่าจะเพียงพอ ขณะที่มิได้กล่าวถึง

แนวทางการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่เด็กที่มีระดับความสามารถปานกลางและต่ำอย่างชัดเจน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานของการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ของผู้เรียนระหว่างผู้เรียนที่ได้รับรูปแบบข้อมูลย้อนกลับและผู้เรียนที่มีระดับความสามารถที่แตกต่างกันได้ว่า

“ระดับความสามารถของผู้เรียนและรูปแบบข้อมูลย้อนกลับน่าจะมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์”

2. จากการศึกษาเกี่ยวกับ การให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีผลต่อความสามารถในการประเมินตนเองซึ่งวัดได้จากความแม่นยำในการประเมินตนเองของผู้เรียนพบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับมีผลต่อความแม่นยำในการประเมินตนเองและนำไปพัฒนาดตนเอง แต่อย่างไรก็ดีความสามารถในการประเมินตนเองนั้นขึ้นอยู่กับรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับด้วย (Eberlein, 2010) ดังนั้นผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานของการเปรียบเทียบความสามารถในการประเมินตนเองระหว่างผู้เรียนที่ได้รับรูปแบบข้อมูลย้อนกลับและผู้เรียนที่มีระดับความสามารถที่แตกต่างกันได้ว่า

“ระดับความสามารถของผู้เรียนและรูปแบบข้อมูลย้อนกลับน่าจะมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความแม่นยำในการประเมินตนเอง”

3. จากการศึกษาเกี่ยวกับ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบตอบจนกว่าจะถูก โดยการวิเคราะห์ค่าความน่าจะเป็นในการตอบถูกที่มีการประยุกต์ใช้ Rasch SIRT model ที่ได้ถูกนำเสนอขึ้นโดย Culpepper (2014) ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนกลุ่มสูงมีแนวโน้มจะมีความน่าจะเป็นในการตอบถูกเพิ่มขึ้นในครั้งถัดไปเมื่อเปรียบเทียบกับผู้สอบระดับความสามารถที่ต่ำกว่า แต่อย่างไรก็ดีในการให้ข้อมูลย้อนกลับของงานวิจัยนี้เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับเพียงรูปแบบเดียว คือ การบอกผลการตอบที่ไม่ได้มีการนำรูปแบบข้อมูลย้อนกลับเข้ามาร่วมวิเคราะห์ค่าความน่าจะเป็นในการตอบถูก ดังนั้นผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานของการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นในการตอบถูกระหว่างผู้เรียนที่ได้รับรูปแบบข้อมูลย้อนกลับและผู้เรียนที่มีระดับความสามารถที่แตกต่างกันได้ว่า

“ระดับความสามารถของผู้เรียนและรูปแบบข้อมูลย้อนกลับน่าจะมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูก”

1.5 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยที่มุ่งพัฒนาระบบการทดสอบและศึกษาผลของระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน โดยการประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสช์ (Rasch Sequential Item Response Theory Model ; Rasch SIRT Model) ซึ่งจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า รูปแบบข้อมูลย้อนกลับทันทีมีหลากหลายรูปแบบ ตลอดจนโมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนมีหลากหลายโมเดล แต่สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ได้กำหนดรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที เนื้อหาที่ใช้ในการประเมิน ระยะเวลาในการทำแบบทดสอบ รูปแบบข้อสอบตลอดจนเกณฑ์การให้คะแนนและโมเดลในการวิเคราะห์ความสามารถ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (Immediate Feedback) ในบริบทของการวิจัยในการครั้งนี้เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับในสถานการณ์การทดสอบโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ โดยให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ผู้เรียนได้ตอบซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบจนกว่าจะถูก (Answer-until Correct/Multiple-try Feedback) โดยมีการกำหนดจำนวนครั้งในการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบได้มากที่สุด 5 ครั้งเนื่องจากเป็นข้อสอบ 5 ตัวเลือก อีกทั้งรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ศึกษายังจำแนกโดยใช้เกณฑ์ในการจำแนกที่แตกต่างกัน 2 เกณฑ์ คือ 1) จำแนกตามเงื่อนไขของการให้ข้อมูลย้อนกลับ ได้แก่ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์ (Full Feedback) และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วน (Partial Feedback) 2) จำแนกตามการนำเสนอข้อมูลย้อนกลับ ได้แก่ การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การสาธิตตัวอย่าง (Worked Example Feedback) และการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การชี้แนะ (Directive Feedback)

2. เนื้อหาในการทดสอบ จัดอยู่ในรายวิชา ชีววิทยาพื้นฐาน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคการศึกษา 1 ปีการศึกษา 2560 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งการเรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. รูปแบบของแบบทดสอบเป็นรูปแบบผสม จำนวน 20 ข้อ ประกอบด้วยข้อสอบปรนัย จำนวนตัวเลือก 5 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ และข้อสอบแบบเติมคำ จำนวน 10 ข้อ ซึ่งมีรายละเอียดโครงสร้างของแบบสอบโดยผู้วิจัยได้สังเคราะห์เนื้อหาและโมเดลที่สคัญมาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเอกสารประกอบการเรียนของต่างประเทศที่นิยมใช้เป็น

สากล คือ Campbell (2008) ซึ่งจำแนกออกเป็น 2 มิติคือ 1) ความรู้พื้นฐานในการศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรม และ 2) กฎของความน่าจะเป็นในการถ่ายทอดพันธุกรรมของเมนเดลแบบ Monohybrid Cross (Campbell, & Reece, 2008) โดยการให้ข้อมูลย้อนกลับในการประเมินครั้งนี้ ไม่มีการกำหนดระยะเวลาในการตอบต่อ 1 ข้อ แต่เป็นการกำหนดระยะเวลาในการสอบแบบภาพรวม ภายใต้แนวคิดของ Gouli, Gogoulou และ Grigoriadou (2008) ที่แนะนำว่าข้อสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ 1 ข้อ ควรให้ระยะเวลา 2-6 นาทีขึ้นกับความยากของข้อสอบ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้มีการกำหนดระยะเวลาในการทำข้อสอบต่อข้อ แต่โดยภาพรวมได้กำหนดให้ใช้เวลาสอบได้มากที่สุดคือ 50 นาที ต่อข้อสอบ 20 ข้อ

4. เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์และความแม่นยำในการประเมินตนเองก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

4.1 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์

การทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ประกอบด้วย การทดสอบความสามารถใน 2 มโนทัศน์ ประกอบด้วยข้อสอบก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีจำนวน 8 ข้อ (เลือกตอบ 5 ตัวเลือก 4 ข้อ และสร้างคำตอบ 4 ข้อ) และหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีจำนวน 8 ข้อ (เลือกตอบ 5 ตัวเลือก 4 ข้อ และสร้างคำตอบ 4 ข้อ) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบ 0,1 คือ ตอบผิดได้ 0 คะแนนและตอบถูกได้ 1 คะแนน แล้วนำผลการตอบมาคำนวณความสามารถของผู้สอบโดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์

4.2 เกณฑ์การประเมินความแม่นยำในการประเมินตนเอง

การประเมินความสามารถในการประเมินตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ ประกอบด้วย การประเมินตนเองใน 2 มโนทัศน์ คือ 1) ความรู้พื้นฐานในการศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรม และ 2) กฎของความน่าจะเป็นในการถ่ายทอดพันธุกรรมของเมนเดลแบบ Monohybrid Cross ประกอบด้วยแบบประเมินตนเองก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีจำนวน 8 ข้อ และแบบประเมินตนเองหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีจำนวน 8 ข้อโดยใช้แบบประเมินแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ในการประเมินความสามารถในการประเมินตนเองนั้น สามารถคำนวณได้จากความแม่นยำในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Accuracy) ที่วิเคราะห์จากความแตกต่างระหว่างผลคะแนนจริงที่ได้การประเมินความรู้หรือทักษะของผู้เรียน (Performance) และผลที่ได้จากการตัดสินตนเอง (self-evaluation) ซึ่งเรียกว่า ความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Bias) ก่อนและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับโดย

ประยุกต์ใช้หลักการคำนวณความแม่นยำในการประเมินตนเองของ Labuhn, Zimmerman และ Hasselhorn (2010) โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1) ความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Bias)

ความลำเอียงในการประเมินตนเอง คำนวณได้จากความแตกต่างระหว่างผลคะแนนจริงที่ได้จากการประเมินความรู้หรือทักษะของผู้เรียน (Performance) และผลที่ได้จากการตัดสินตนเอง (Self-evaluation) ซึ่งผลการคำนวณค่าความลำเอียงในการประเมินตนเองนั้นควรมีค่าเข้าใกล้ 0 เพราะบ่งบอกว่ามี ความลำเอียงในการประเมินตนเองต่ำ เนื่องจากผลคะแนนจริงที่ได้จากการประเมินความรู้หรือทักษะของผู้เรียน (Actual Performance) และผลที่ได้จากการตัดสินตนเอง (Self-judgement) ไม่แตกต่างกัน โดยงานวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดให้มีการวัดการตัดสินตนเอง 2 ครั้ง โดยการวัดครั้งที่ 1 เป็นการวัดความลำเอียงในการประเมินตนเองจากการทำนายความสามารถของตนเองก่อนการประเมินความสามารถทางวิชาการ (Prediction) และครั้งที่ 2 เป็นการวัดความลำเอียงในการประเมินตนเองจากการทำนายความสามารถของตนเองหลังการประเมินความสามารถทางวิชาการ (Postdiction) โดยมีเกณฑ์การประเมิน มีดังนี้

ความลำเอียงในการประเมินตนเอง > 0 คือ Overconfident

ความลำเอียงในการประเมินตนเอง $= 0$ คือ Accurate

ความลำเอียงในการประเมินตนเอง < 0 คือ Underconfident

เช่น	Self-judgement ก่อนประเมิน (Prediction)	= 10 คะแนน
	คะแนนสอบจริง (Actual Performance)	= 20 คะแนน
	ความลำเอียงในการประเมิน (Self-evaluative Bias)	= 10-20 = -10

แปลผลได้ว่า ผู้เรียนมีความลำเอียงในการประเมินตนเองแบบมั่นใจในตนเองต่ำ (Underconfident)

4.2.2) ความแม่นยำในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Accuracy)

ความแม่นยำในการประเมินตนเอง คำนวณได้จากการนำค่าสัมบูรณ์ของค่าความลำเอียงในการประเมินตนเองมาลบออกคะแนนเต็มที่ได้ตั้งเอาไว้ คือ 20

เช่น	ความลำเอียงในการประเมินตนเอง	= -10
	คะแนนเต็มของแบบประเมินตนเอง	= 20
	ความแม่นยำในการประเมินตนเอง	= 20- -10 = 10

แปลผลได้ว่า ผู้เรียนมีความแม่นยำในการประเมินตนเองปานกลาง

5.เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์โดยใช้ Rasch SIRT Model ระหว่างการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์อยู่ภายใต้การให้คะแนนแบบ 0-1 (Dichotomous) โดยการตอบถูกครั้งที่ 1 ได้ 1 คะแนน, การตอบถูกครั้งที่ 2 ได้ 1 คะแนน, การตอบถูกครั้งที่ 3 ได้ 1 คะแนน, การตอบถูกครั้งที่ 4 ได้ 1 คะแนนแต่ครั้งที่ 5 (ถูกหรือผิด) ได้ 0 คะแนน ทั้งในข้อสอบแบบเลือกตอบและข้อสอบแบบสร้างคำตอบ ผลจากการประเมินจะถูกนำมาคำนวณความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์โดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสช์ (Rasch SIRT Model)

6.โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสช์ (Rasch Sequential Item Response Theory Model; Rasch SIRT Model) เป็นโมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลการทดสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบได้หลายครั้งจนกว่าจะถูก ซึ่งมีการนำค่าพารามิเตอร์ของจำนวนครั้งในการพยายามตอบจนกว่าจะถูก (Attempt Parameters; ψ) มาเป็นส่วนหนึ่งในการวิเคราะห์

7.ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2560 ภาคการเรียนที่ 1 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ในกรุงเทพมหานคร ได้แก่ โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา 1 และ 2 ดังนั้นตัวแปรอิสระในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาจึงสรุปได้ดังนี้

1.ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

A.การทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์โดยรูปแบบข้อมูลย้อนกลับจำแนกออกเป็น 5 รูปแบบ ได้แก่

- การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWF)
- การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback; FDF)
- การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF)
- การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF)
- การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (Knowledge of Result Feedback; KORF)

B.ระดับความสามารถของผู้เรียน

- ระดับความสามารถต่ำ

- ระดับความสามารถปานกลาง

- ระดับความสามารถสูง

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

2.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์

2.2 ความแม่นยำในการประเมินตนเอง

2.3 ความน่าจะเป็นในการตอบถูกเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับทันที

3. ตัวแปรควบคุม

3.1 เนื้อหาของข้อสอบ กำหนดให้เนื้อหาของการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับมีเนื้อหาและโจทย์ปัญหาเหมือนกันทุกข้อสำหรับผู้เรียนทุกกลุ่ม

3.2 สัดส่วนของข้อสอบ กำหนดให้จำนวนข้อสอบของข้อสอบแบบเลือกตอบมีสัดส่วนเท่ากับข้อสอบแบบสร้างคำตอบเป็นสัดส่วน 1:1

3.3 จำนวนครั้งของความพยายามในการตอบ กำหนดให้ตอบได้มากที่สุด 5 ครั้งทั้งในข้อสอบแบบเลือกตอบและแบบสร้างคำตอบ

3.4 ระยะเวลาในการตอบข้อสอบทั้งหมด กำหนดให้ทำแบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้คอมพิวเตอร์ ภายในระยะเวลา 90 นาที

3.5 การจัดการเรียนการสอน กำหนดให้ผู้เรียนที่เข้ารับการทดสอบแต่ละโรงเรียนต้องผ่านการเรียนวิชาชีววิทยาในเนื้อหาพันธุศาสตร์เสร็จสิ้นแล้วไม่เกิน 1 สัปดาห์และไม่อยู่ระหว่างการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหา

3.6 จำนวนข้อมูลย้อนกลับที่ให้มากที่สุดคือ 4 ครั้ง/ข้อ หากตอบถูกหรือผิดในครั้งที่ 5 จะไม่ปรากฏข้อมูลย้อนกลับทั้งในข้อสอบแบบเลือกตอบและแบบสร้างคำตอบ

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.ระบบ คือ ผลรวมของหน่วยย่อยต่างๆ ซึ่งทำงานเป็นอิสระจากกัน แต่มีปฏิสัมพันธ์กัน เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด ซึ่งองค์ประกอบของระบบในบริบทของงานวิจัยในครั้งนี้คือ

1.1) ปัจจัยนำเข้า (Input) ได้แก่ (1) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (2) แบบประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (3) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (ข้อมูลย้อนกลับจำแนกเป็น 5 รูปแบบ)

1.2) กระบวนการ (Process) ประกอบด้วย 7 กระบวนการ ได้แก่ (1) กระบวนการลงทะเบียน (2) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบที่มีการให้

ข้อมูลย้อนกลับทันที (3) กระบวนการประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (4) กระบวนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (5) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (6) กระบวนการประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที และ (7) กระบวนการประมวลผลการตอบ

1.3) ผลลัพธ์ (Output) คือ ผลคะแนนของผู้เรียนจากกระบวนการทดสอบประกอบด้วย (1) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (2) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์หลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (3) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับทันที (4) คะแนนการประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ และ (5) คะแนนการประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์หลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

2. การพัฒนาระบบการทดสอบ คือ กระบวนการที่นำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย การออกแบบและการพัฒนาระบบ การประเมินคุณภาพของระบบ และการปรับปรุงระบบ

3. คุณภาพของระบบการทดสอบ คือ คุณลักษณะของระบบที่มีมาตรฐานที่ประกอบไปด้วยมาตรฐานใน 4 ด้าน คือ 1) ด้านอรรถประโยชน์ (Utility) 2) ด้านความเป็นไปได้ (Feasibility) 3) ด้านความเหมาะสม (Property) และ 4) ด้านความถูกต้อง (Accuracy) โดยในงานวิจัยในครั้งนี้ได้กำหนดนิยามของแต่ละมาตรฐานไว้ดังนี้

3.1 ด้านอรรถประโยชน์ คือ ระบบการทดสอบเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและปรับปรุงตนเองแก่ผู้เรียน

3.2 ด้านความเป็นไปได้ คือ ระบบการทดสอบสามารถนำไปใช้ได้ สถานการณ์ที่เป็นจริง ประหยัดเวลา ประหยัดทรัพยากรและสะดวกต่อการใช้งานภายใต้เวลาและเงื่อนไขที่กำหนด

3.3 ด้านความเหมาะสม คือ ระบบการทดสอบสอดคล้องและเหมาะสมกับหลักการ วิธีการ ในด้านของสภาพบริบท เวลา ข้อมูล และไม่ส่งผลเสียต่อผู้เรียน

3.4 ด้านความถูกต้อง คือ ระบบการทดสอบมีความถูกต้องสามารถวัดตัวชี้วัดที่ต้องการวัดได้จริง รวมถึงการวิเคราะห์และประมวลผลคะแนนถูกต้องมีความเป็นปรนัย

4. การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที (Immediate feedback) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับในสถานการณ์การทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบจนกว่าจะถูก (Answer-until Correct/ Multiple-try Feedback) อีกทั้งรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ศึกษายังจำแนกเป็น 2 รูปแบบ โดยใช้เกณฑ์ในการจำแนกที่แตกต่างกัน 2 เกณฑ์

คือ 1) จำแนกตามเงื่อนไขของการให้ข้อมูลย้อนกลับ ได้แก่ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์ (Full Feedback) และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วน (Partial Feedback) 2) จำแนกตามการนำเสนอข้อมูลย้อนกลับ ได้แก่ การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การยกตัวอย่าง (Worked Example Feedback) และการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การชี้แนะ (Directive Feedback) ทำให้งานวิจัยครั้งนี้มีรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน 5 รูปแบบคือ

4.1 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบไม่ว่าจะตอบถูกหรือผิดโดยใช้การยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์ใกล้เคียงกับโจทย์ปัญหาที่ผู้เรียนกำลังทดสอบได้ศึกษา

4.2 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback; FDF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบไม่ว่าจะตอบถูกและผิด โดยใช้การชี้แนะและอธิบายโจทย์ปัญหาข้อนั้นให้แก่ผู้เรียน

4.3 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบโดยมีเงื่อนไขว่าข้อมูลย้อนกลับจะแสดงเฉพาะกรณีที่ตอบผิด โดยใช้การยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์ใกล้เคียงกับโจทย์ปัญหาที่ผู้เรียนกำลังทดสอบได้ศึกษา

4.4 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบโดยมีเงื่อนไขว่าข้อมูลย้อนกลับจะแสดงเฉพาะกรณีที่ตอบผิด โดยใช้การชี้แนะและอธิบายโจทย์ปัญหาข้อนั้นให้แก่ผู้เรียน

4.5 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (Knowledge of Result Feedback; KORF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบ ซึ่งบอกเพียงแค่ผลการตอบว่าตอบถูกหรือผิด ในกรณีที่ตอบผิดจะมีเพียงข้อความแสดงขึ้นมาว่า ตอบผิดแล้วให้ตอบใหม่โดยไม่มี การให้ข้อมูลใดๆ เพิ่มเติมและเปิดโอกาสให้ตอบจนกว่าจะถูก ขณะที่หากตอบถูกก็จะมีข้อความแสดงขึ้นมาเพียงว่า ตอบถูกแล้วให้ทำในข้อถัดไปโดยไม่มี การให้สารสนเทศใดเพิ่มขึ้น

5. ระดับความสามารถของผู้เรียน คือ ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ของผู้เรียนที่ถูกจัดจำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำ ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลาง และผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง ภายใต้การใช้เกณฑ์การจัดจำแนกระดับความสามารถแบบอิงกลุ่ม (Norm-referenced Evaluation) โดยวิเคราะห์จากแบบทดสอบจำแนกความสามารถทางด้านพันธุศาสตร์

6. ผลการใช้ระบบการทดสอบ คือ ผลที่ผู้เรียนได้จากการทดสอบโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ (1) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์

(2) ความแม่นยำในการประเมินตนเอง และ (3) ความน่าจะเป็นในการตอบถูกในการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ คือ ค่าความสามารถที่วัดได้จากการประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ ที่มีการให้คะแนนแบบสองค่า (0,1) หลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์มาคำนวณคะแนน

6.2 ความแม่นยำในการประเมินตนเอง คือ ความแม่นยำในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Accuracy) ที่วัดได้จากก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยประยุกต์ใช้หลักการคำนวณความแม่นยำในการประเมินตนเองของ Labuhn, Zimmerman และ Hasselhorn (2010) ที่คำนวณได้จากการค่าสัมบูรณ์ของค่าความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Bias) มาลบออกจากคะแนนเต็มที่ได้กำหนดเอาไว้

6.3 ความน่าจะเป็นในการตอบถูกในการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที คือ การวิเคราะห์ค่าความน่าจะเป็นในการตอบถูกของผู้เรียนจากแบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (C) โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสช์

7. โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสช์ (Rasch Sequential Item Response Theory Model; Rasch SIRT Model) คือ โมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลการทดสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบได้หลายครั้งจนกว่าจะถูก ซึ่งมีการนำค่าพารามิเตอร์ของจำนวนครั้งในการพยายามตอบจนกว่าจะถูกโดยมีสมการในการวิเคราะห์ดังนี้

$$H(P_i, \Omega_{jk}) = P_{ijk} = \frac{e^{\theta_i - (b_j - y_k)}}{1 + e^{\theta_i - (b_j - y_k)}}$$

Ω_{jk}	คือ ความยากลบออกด้วยจำนวนครั้งของความพยายามในการตอบ ($b_j - y_k$)
P_{ijk}	คือ ความน่าจะเป็นของผู้สอบคนที่ i ในการตอบข้อสอบ j ถูก สำหรับความพยายามในการ ตอบ k ครั้ง
b_j	คือ ค่าความยากของข้อสอบ j
θ_i	คือ ระดับความสามารถของผู้สอบคนที่ i
y_k	คือ จำนวนครั้งของความพยายามในการตอบ

1.7 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ประโยชน์ด้านวิชาการ

1.1 ได้แนวทางสำหรับนักวัดผลทางการศึกษาในด้านการประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสส์ เพื่อวิเคราะห์ความสามารถของผู้เรียนในบริบทการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่เปิดโอกาสให้ตอบจนกว่าจะถูก ซึ่งมีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ในบริบทเช่นนี้

1.2 ได้แนวทางเกี่ยวกับการวัดและการประเมินทางการศึกษาโดยใช้การประเมินเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ (Assessment as Learning) ผ่านการให้ข้อมูลย้อนกลับรูปแบบต่างๆ อันจะก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้นและยังส่งเสริมความสามารถในการประเมินตนเองของผู้เรียนอีกด้วย

2. ประโยชน์ด้านการปฏิบัติ

2.1 ได้แนวทางสำหรับการออกแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน ในการออกแบบการประเมินที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบปรับเหมาะในระบบคอมพิวเตอร์ (Computer Adaptive Feedback Framework; AFF)

2.2 ได้แนวทางสำหรับการเลือกการให้ข้อมูลย้อนกลับให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน ในชั้นเรียนสำหรับครูผู้สอนว่า ควรเลือกให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างไรระหว่างผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันในบริบทของการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับ การพัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถที่แตกต่างกัน: การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสส์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอเนื้อหาโดยจำแนกออกเป็น 5 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน

- 1.1 ความหมายและองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน
- 1.2 แนวคิดการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน
- 1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบการเรียนหรือทดสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์

ตอนที่ 2 การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback)

- 2.1 ความหมายและความสำคัญของข้อมูลย้อนกลับ
- 2.2 โมเดลการให้ข้อมูลย้อนกลับ
- 2.3 รูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับ
- 2.4 การให้ข้อมูลย้อนกลับในการประเมินพิสัยด้านต่างๆ
- 2.5 แนวทางในการให้ข้อมูลย้อนกลับ

ตอนที่ 3 ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อผู้เรียน

- 3.1 ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อความสามารถทางการเรียน
- 3.2 ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อความสามารถในการประเมินตนเอง
- 3.3 ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อการทวนคำตอบ
- 3.4 ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อตัวแปรอื่นๆ

ตอนที่ 4 การวัดความสามารถของผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีในการทดสอบโดยระบบคอมพิวเตอร์

- 4.1 วิธีการวัดความสามารถของผู้เรียนในการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ
- 4.2 ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่อง (Sequential Item Response Theory)

ตอนที่ 5 กรอบแนวคิดในการวิจัย

โดยแต่ละตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน

จากการศึกษาและสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน สามารถจำแนกประเด็นการนำเสนอออกเป็น 3 ประเด็น ได้แก่ 1) ความหมายและองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน 2) แนวคิดการออกแบบระบบการเรียนการสอน และ 3) การประยุกต์ใช้แนวคิดการออกแบบระบบการเรียนการสอนสำหรับการออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ โดยแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ความหมายและองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน

1.1.1) ความหมายของระบบการเรียนการสอน

ระบบ (System) หมายถึง ผลรวมของหน่วยย่อยซึ่งทำงานเป็นอิสระจากกัน แต่มีปฏิสัมพันธ์กันเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด ในการพัฒนาการจัดการเรียนที่มีประสิทธิภาพนั้น ขั้นตอนของการออกแบบระบบการเรียนอย่างเป็นระบบถือเป็นสิ่งสำคัญ ระบบการเรียนที่มีประสิทธิภาพจะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน ทั้งนี้ควรมีการออกแบบตามทฤษฎีจิตวิทยาการศึกษาด้วย (จินตวิโร คัลยาณสังข์, 2560) สอดคล้องกับ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2551) ที่กล่าวว่า ระบบ คือ หน่วย บุรณภาพรูปธรรมหรือนามธรรม ประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เป็นอิสระ แต่มีความสัมพันธ์กัน เพื่อให้การดำเนินงานของหน่วยใหญ่เป็นไปตามจุดมุ่งหมาย (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ, 2551)

สำหรับบริบทของการวิจัยครั้งนี้ ระบบ คือ การทดสอบที่ประกอบด้วยชุดการทดสอบย่อยที่เป็นอิสระต่อกันแต่มีความสัมพันธ์กัน ได้แก่ 1) การทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ 2) การประเมินตนเองเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฯก่อนและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ 3) การทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และฝึกฝนด้วยตนเองในเนื้อหาการทดสอบของรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์

1.1.2) องค์ประกอบของระบบ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2551) ได้ระบุถึงองค์ประกอบของระบบ ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

- 1) ปัจจัยนำเข้า (Input) หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่ต้องนำใส่เข้าไป เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
- 2) กระบวนการ (Process) หมายถึง การทำงานหรือกิจกรรมที่กระทำต่อปัจจัยนำเข้า เพื่อให้ได้ผลิตผลตามที่ต้องการ
- 3) ผลลัพธ์ (Product/Output) หมายถึง ผลผลิตที่ได้จากการใส่ปัจจัยนำเข้าไปในกระบวนการ ซึ่งมีผลผลิตที่ตรงตามจุดมุ่งหมาย ผลพลอยได้ และผลเสีย

สำหรับบริบทของการวิจัยครั้งนี้ องค์ประกอบของระบบ ประกอบด้วย 3 ส่วนดังนี้

1) ปัจจัยนำเข้า (Input) ได้แก่ 1) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 2) แบบประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 3) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 4) ระยะเวลาในการทดสอบ 5) คู่มือและคำชี้แจงการใช้งานระบบทดสอบ

2) กระบวนการ (Process) ประกอบด้วย 7 กระบวนการ ได้แก่ 1) กระบวนการลงทะเบียน 2) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 3) กระบวนการประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 4) กระบวนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ 5) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 6) กระบวนการประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที และ 7) กระบวนการประมวลผลการตอบ

3) ผลลัพธ์ (Output) คือ ผลคะแนนของผู้เรียนจากกระบวนการทดสอบประกอบด้วย 1) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ 2) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์หลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ 3) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับ 4) คะแนนการประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ และ 5) คะแนนการประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ

1.2 แนวคิดการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน

จากการศึกษาและสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน โดยผู้วิจัยได้จำแนกการนำเสนอโมเดลที่น่าสนใจออกเป็น 3 โมเดล ได้แก่ 1) Dick & Carey Model 2) Smith & Ragan Model และ 3) Generic ISD Model โดยมีรายละเอียดดังนี้

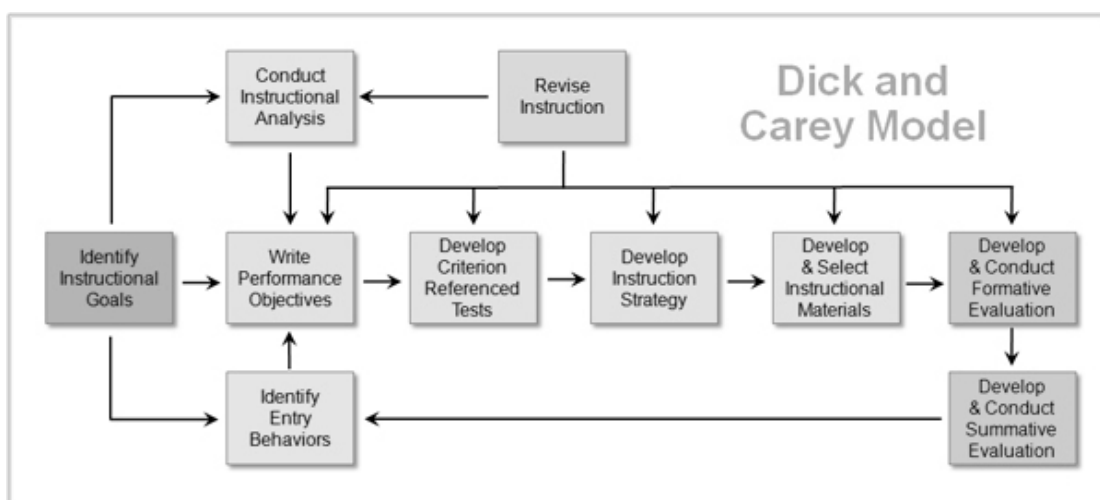
1.2.1) Dick & Carey Model

Dick & Carey (2015) ได้พัฒนารูปแบบการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอนซึ่งประกอบด้วย 10 ขั้นตอน คือ

- 1) การกำหนดเป้าหมาย (Identify Instructional Goals)
- 2) การวิเคราะห์การสอน (Conduct Instructional Analysis)
- 3) การวิเคราะห์ผู้เรียนและเนื้อหา (Analyze Learner and Contexts)
- 4) การกำหนดวัตถุประสงค์ (Write Performance Objectives)

- 5) การพัฒนาเครื่องมือประเมินผล (Develop Criterion-Reference Tests)
- 6) การพัฒนากลยุทธ์สำหรับการสอน (Develop Instructional Strategy)
- 7) การพัฒนาและเลือกใช้สื่อการสอน (Develop and Select Instructional Materials)
- 8) การออกแบบและประเมินขณะสอน (Develop and Conduct Formative Evaluation)
- 9) การปรับปรุงการสอน (Revise Instruction)
- 10) การออกแบบและประเมินผลหลังการสอน (Develop and Conduct Summative Evaluation)

Evaluation) ดังภาพ 2.1



ภาพ 2.1 Dick & Carey Model

1.2.2) Smith & Ragan Model

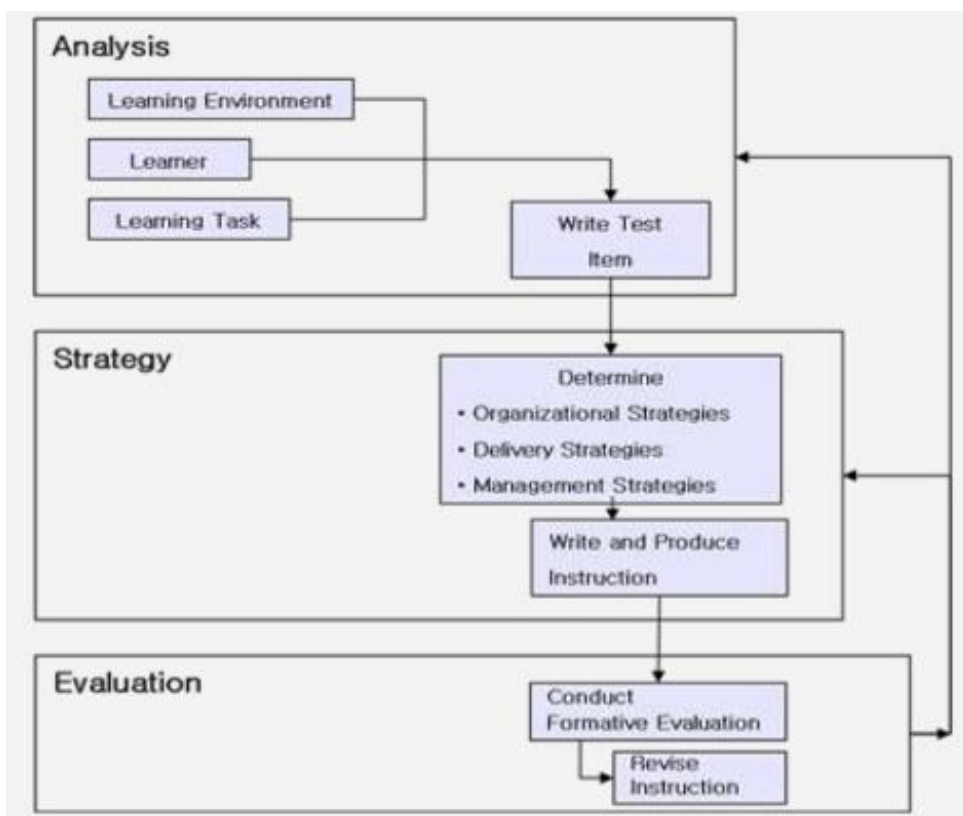
Smith & Ragan (1999) ได้พัฒนารูปแบบการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือ

1) การวิเคราะห์ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ได้แก่ การวิเคราะห์บริบท การวิเคราะห์ผู้เรียน และการวิเคราะห์กิจกรรมการสอน

2) การกำหนดกลยุทธ์ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ได้แก่ กลยุทธ์การดำเนินงาน กลยุทธ์การจัดการ และกลยุทธ์ช่องทางการถ่ายทอดการเรียนการสอน

3) การประเมินผล ประกอบด้วยการประเมินผลขณะเรียน และการทบทวนปรับแก้

จากทั้ง 3 ขั้นตอน Smith และ Ragan ได้ให้ความสำคัญกับขั้นตอนของการเตรียมการ การวิเคราะห์ข้อมูล และการคัดเลือกกลยุทธ์ที่เหมาะสม ดังภาพ 2.2



ภาพ 2.2 Smith & Ragan Model

1.2.3) Generic ISD Model หรือ ADDIE

Generic ISD Model หรือ ADDIE เป็นแนวคิดพื้นฐานในการออกแบบระบบการเรียนการสอนซึ่ง ADDIE มาจากอักษรตัวแรกของแต่ละขั้นตอนประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

1) การวิเคราะห์ (Analysis)

การวิเคราะห์ คือ การทำความเข้าใจปัญหาการเรียนการสอน เป้าหมายของรูปแบบการสอน และวัตถุประสงค์ที่จะสร้างขึ้นตลอดจนสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ และความรู้พื้นฐานและทักษะของผู้เรียนที่จำเป็นต้องมี โดยพิจารณาจากคำถามเพื่อการวิเคราะห์ดังนี้

- ใครคือกลุ่มเป้าหมายและเขาต้องมีคุณลักษณะอย่างไร
- ระบุพฤติกรรมใหม่ที่คาดหวังว่าจะเกิดขึ้นกับผู้เรียน
- มีข้อจำกัดในการเรียนรู้ที่มีอยู่อะไรบ้าง
- อะไรที่เป็นทางเลือกสำหรับการเรียนรู้ที่มีอยู่บ้าง
- หลักการสอนที่พิจารณาเป็นแบบไหน อย่างไร
- มีช่วงเวลาการพัฒนาเป็นอย่างไร

2) การออกแบบ (Design)

การออกแบบประกอบด้วย การสร้างจุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดเครื่องมือวัดประเมินผล แบบฝึกหัด เนื้อหา วางแผนการสอน และเลือกสื่อการสอน ขั้นตอนการออกแบบควรจะทำอย่างเป็นระบบและมีความเฉพาะเจาะจง โดยความเป็นระบบนี้หมายถึงความมีตรรกะ มีระเบียบแบบแผนของการจำแนก การพัฒนา และการประเมินแผนยุทธวิธีที่วางไว้เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย สำหรับความเฉพาะเจาะจงหมายถึงแต่ละองค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการสอนจะต้องเอาใจใส่ทุกรายละเอียด ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

- จำแนกเอกสารของการออกแบบการสอนให้เป็นหมวดหมู่ทั้งด้านเทคนิคยุทธวิธีในการออกแบบการสอนและสื่อ
- กำหนดยุทธศาสตร์การเรียนการสอนให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่คาดหวังในแต่ละกลุ่ม (Cognitive, Affective, Psychomotor)
- สร้างสตอรี่บอร์ด
- ออกแบบ User Interface และ User Experiment
- สร้างสื่อต้นแบบ

3) การพัฒนา (Development)

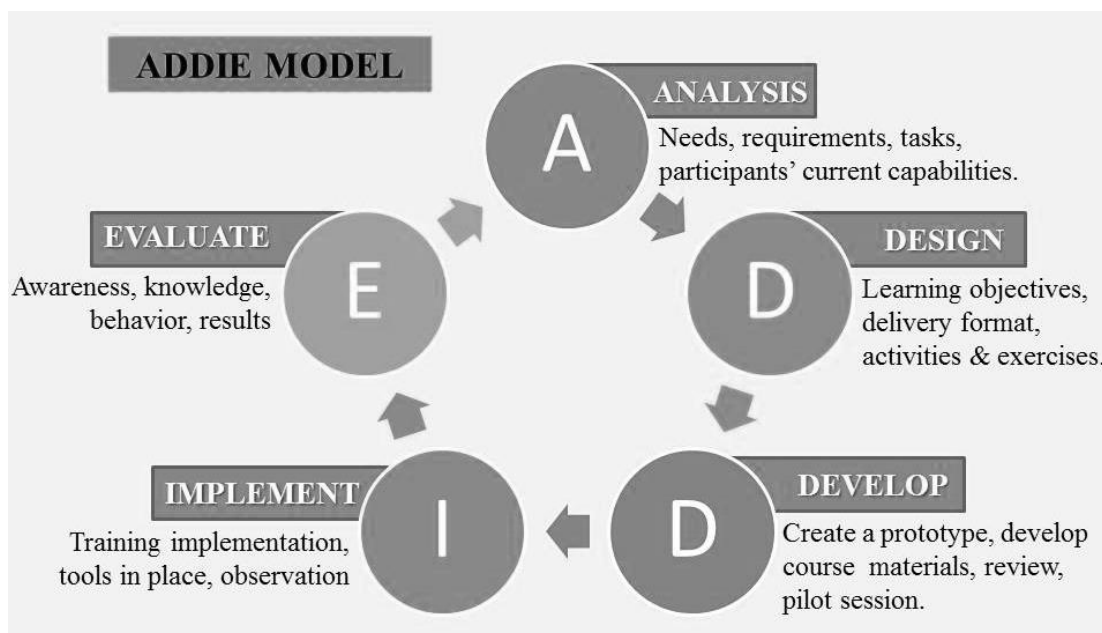
การพัฒนาคือขั้นที่ผู้ออกแบบสร้างส่วนต่างๆ ที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นของการออกแบบซึ่งครอบคลุมการ สร้างเครื่องมือวัดประเมินผล สร้างแบบฝึกหัด สร้างเนื้อหา และการพัฒนาโปรแกรมสำหรับสื่อการสอน เมื่อเรียบร้อยแล้วทำการทดสอบเพื่อหาข้อผิดพลาดเพื่อนำผลไปปรับปรุงแก้ไข

4) การนำไปใช้ (Implement)

การนำไปใช้ คือ กระบวนการของการสอนโดยอาจจะเป็นรูปแบบชั้นเรียน การฝึกอบรม หรือห้องทดลอง หรือรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ โดยจุดมุ่งหมายของขั้นตอนนี้คือการสอนอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล จะต้องให้การส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียน และสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ต่างๆ ที่ตั้งไว้

5) การประเมินผล (Evaluation)

การประเมินผลประกอบด้วยสองส่วนคือการประเมินความก้าวหน้า (Formative) และการประเมินผลในภาพรวม (Summative) การประเมินความก้าวหน้า คือ การนำเสนอในแต่ละขั้นของ ADDIE Process ซึ่งเป็นการประเมินผลเพื่อพัฒนา และการประเมินผลในภาพรวมจะทำเมื่อการสอนเสร็จสิ้นเพื่อประเมินผลประสิทธิผลการสอนทั้งหมดข้อมูลจากการประเมินผลรวมโดยปกติมักจะถูกใช้เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับรูปแบบการสอน ดังภาพ 2.3



ภาพ 2.3 หลักการพื้นฐานในการออกแบบระบบการเรียนการสอนโดยทั่วไป

(ADDIE Generic Model)

1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบการเรียนหรือทดสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์

มนต์ชัย เทียนทอง (2547) กล่าวถึงขั้นตอนวิธีการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ของแต่ละสถาบันการศึกษา ได้แก่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และได้ผลลัพธ์ออกมาคือ สรุปวิธีการพัฒนา ให้ตรงตามความต้องการของผู้เรียนมากที่สุดมี 5 ขั้นตอน คือ 1) การวิเคราะห์ 2) การออกแบบ 3) การพัฒนา 4) การทดลอง และ 5) การประเมิน โดยแต่ละที่จะมีการปรับเปลี่ยนไปตามความเหมาะสม เพื่อให้สามารถพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ให้ได้ตรงตามความต้องการอย่างแท้จริง (มนต์ชัย เทียนทอง, 2547)

ทรงวุฒิ แซ่อึ้ง (2552) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการทดสอบออนไลน์โดยวิธีเลือกจากความยากง่าย โดยมีประเด็นสำคัญในการประเมินคุณภาพของระบบ 4 ประเด็น คือ 1) ด้านความสามารถทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ 2) ด้านความสามารถในการทำงาน 3) ด้านรูปแบบการนำเสนอ และ 4) ด้านความปลอดภัย (ทรงวุฒิ แซ่อึ้ง, 2552)

ศิริดา บุรชาติ และคณะ (2554) ได้ศึกษาวิจัยและพัฒนารูปแบบการประเมินคุณภาพบัณฑิตสาขาครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ ของสถาบันอุดมศึกษา โดยมีการประเมินประสิทธิผลของการใช้รูปแบบโดยพิจารณาจากคุณภาพตามมาตรฐาน ด้านความถูกต้อง ด้านความเหมาะสม ด้านความเป็นไปได้ และด้านอรรถประโยชน์ (ศิริดา บุรชาติ และคณะ, 2554)

จากแนวคิดขององค์ประกอบที่ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ 1) ปัจจัยนำเข้า (Input) 2) กระบวนการ (Process) 3) ผลลัพธ์ (Output) บริบทของงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดแนวทาง

ในการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบภายหลังจากการใช้จริงที่มีมาตรฐานที่ประกอบไปด้วย มาตรฐานใน 4 ด้าน คือ 1) ด้านอรรถประโยชน์ (Utility) 2) ด้านความเป็นไปได้ (Feasibility) 3) ด้านความเหมาะสม (Property) และ 4) ด้านความถูกต้อง (Accuracy) โดยแต่ละมาตรฐาน กำหนดขอบเขตไว้ดังนี้

ด้านอรรถประโยชน์ คือ ระบบการทดสอบเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและปรับปรุงตนเองแก่ ผู้เรียน

ด้านความเป็นไปได้ คือ ระบบการทดสอบสามารถนำไปใช้ได้ สถานการณ์ที่เป็นจริง ประหยัดเวลา ประหยัดทรัพยากรและสะดวกต่อการใช้งานภายใต้เวลาและเงื่อนไขที่กำหนด

ด้านความเหมาะสม คือ ระบบการทดสอบสอดคล้องและเหมาะสมกับหลักการ วิธีการ ใน ด้านของสภาพบริบท เวลา ข้อมูล และไม่ส่งผลเสียต่อผู้เรียน

ด้านความถูกต้อง คือ ระบบการทดสอบมีความถูกต้องสามารถวัดตัวชี้วัดที่ต้องการวัดได้จริง รวมถึงการวิเคราะห์และประมวลผลคะแนนถูกต้องมีความเป็นปรนัย

ตอนที่ 2 การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback)

การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนนั้นเป็นแนวคิดในการประเมินผู้เรียนในระดับชั้นเรียน ซึ่งการประเมินในชั้นเรียน (Classroom Assessment) คือ การประเมินย่อยที่เกิดขึ้นบ่อยๆ ในชั้นเรียนเพื่อดูความก้าวหน้าของนักเรียน โดยครูเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูลสารสนเทศของนักเรียน แต่ละคนเพื่อให้เข้าใจนักเรียนแต่ละคนดีขึ้นและใช้เป็นข้อมูลในการวินิจฉัยคุณภาพของนักเรียน มีการให้ข้อมูลย้อนกลับไปสู่นักเรียนและหาแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาความสามารถของนักเรียน (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2557)

จากการศึกษาแนวคิดในการประเมินผู้เรียนในระดับชั้นเรียน พบว่าการประเมินเมื่อจำแนก ตามวัตถุประสงค์การประเมินสามารถจำแนกได้ออกเป็น 3 แนวคิดคือ 1) การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Assessment of Learning; AOL) หมายถึง การประเมินเพื่อตัดสินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนว่าผ่านเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งการประเมินเพื่อตัดสินผลการเรียนรู้มีความหมายสอดคล้องกับการประเมินผลสรุป (Summative Assessment) 2) การประเมินเพื่อการเรียนรู้ (Assessment for Learning; AFL) หมายถึง การประเมินโดยครูหรือผู้สอนเพื่อให้เกิดการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนซึ่งมีการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนและยังมีการนำคะแนนของผู้เรียน มาทำเป็นข้อมูลสารสนเทศที่แสดงถึงพัฒนาการของผู้เรียน ซึ่งการประเมินเพื่อการเรียนรู้มีความหมายสอดคล้องกับการประเมินความก้าวหน้า (Formative Assessment) 3) การใช้การประเมินเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของผู้เรียน (Assessment as Learning; AAL) หมายถึง การใช้การประเมินเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยผู้เรียนจะมีบทบาทในการประเมินตนเองว่ามี

จุดแข็ง จุดอ่อนอย่างไร ซึ่งการใช้การประเมินเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของผู้เรียนนี้มีความหมาย สอดคล้องกับการประเมินตนเอง (Self-Assessment) (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2557; Earl, & Guskey, 2003; Marzano, 1993)

ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการประเมินผู้เรียนในระดับชั้นเรียนตาม แนวคิดทั้ง 3 แนวคิด โดยสามารถสรุปได้ดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 สรุปแนวคิดและแนวทางในการประเมินผู้เรียนในระดับชั้นเรียน (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2557; Earl, & Guskey, 2003; Marzano, 1993)

วัตถุประสงค์การประเมิน	ความหมายที่สอดคล้องกัน	ตัวอย่างสถานการณ์ในการประเมิน
1.การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Assessment of Learning; AOL)	การประเมินผลสรุป (Summative Assessment)	ครู วัดและประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ตามมาตรฐานและตัวชี้วัดชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการทำแบบฝึก และแบบทดสอบระหว่างเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และทำการทดสอบปลายภาคเรียนที่ 1 โดยการกำหนดอัตราส่วนในการเก็บคะแนนเป็น 60 : 40 แล้วนำคะแนนมาบันทึกผล เพื่อใช้ในการตัดสินผลการเรียนปลายภาคเรียนที่ 1
2.การประเมินเพื่อการเรียนรู้ (Assessment for Learning; AFL)	การประเมินความก้าวหน้า (Formative Assessment)	ครู ให้นักเรียนเขียนเรื่องเชิงสร้างสรรค์หลายครั้งแล้วนำคะแนนของนักเรียนมาบันทึกผล เพื่อแสดงถึงพัฒนาการด้านการเขียนเรื่องเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียน แล้วแจ้งผลให้นักเรียนทราบ
3.การใช้การประเมินเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของผู้เรียน (Assessment as Learning; AAL)	การประเมินตนเอง (Self-assessment)	ครูวิชาภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ณ โรงเรียนแห่งหนึ่ง ได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การเขียนเรื่องเชิงสร้างสรรค์ โดยกำหนดเป้าหมาย ไว้ว่าเมื่อจบหน่วยการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถบอกจุดแข็ง จุดอ่อนของตนเองแล้วข้อมูลไปพัฒนาปรับปรุงงานเขียนของตนเองให้ดียิ่งขึ้น

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับในการประเมินผู้เรียน ผู้วิจัยได้ศึกษาใน 5 ประเด็น คือ 1) ความหมายและความสำคัญของข้อมูลย้อนกลับ 2) โมเดล

การให้ข้อมูลย้อนกลับ 3) รูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับ 4) การให้ข้อมูลย้อนกลับในการประเมิน พิสัยด้านต่างๆ และ 5) แนวทางในการให้ข้อมูลย้อนกลับ โดยแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ความหมายและความสำคัญของข้อมูลย้อนกลับ

2.1.1) ความหมายของข้อมูลย้อนกลับ

ข้อมูลย้อนกลับ หมายถึง การให้ข้อมูลผ่านข้อความ เสียง รูปภาพ หลังจากการตอบสนองของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบว่า ผลการตอบถูกต้องหรือไม่ อีกทั้งยังทำให้ทราบความก้าวหน้าของตนเอง นำไปสู่การทำความเข้าใจ แก้ไขปรับปรุงจุดบกพร่องในกรณีที่คำตอบนั้นผิด และเป็นการส่งเสริมแรงจูงใจแก่ผู้เรียน (Cater, 1984; Cohen, 1985; สุกัญญา นิมานันท์, 2531) ทั้งนี้การให้ข้อมูลย้อนกลับถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการประเมินความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียน (Hattie & Timperley, 2007) สำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพนั้น ผู้เรียนควรทราบถึงมาตรฐานการเรียนรู้หรือวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้โดยนำมาเปรียบเทียบกับทักษะหรือความสามารถที่ตนเองมีอยู่ เพื่อให้สามารถปฏิบัติให้ใกล้เคียงกับมาตรฐานการเรียนรู้หรือวัตถุประสงค์ให้มากที่สุด

2.1.2 ความสำคัญของข้อมูลย้อนกลับ

ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เป็นสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ขณะเดียวกันข้อมูลย้อนกลับก็มีผลกระทบในด้านบวกและด้านลบด้วย ในบริบทของการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนควรมีการให้ข้อมูลย้อนกลับด้วย โดยการให้ข้อมูลย้อนกลับจะให้แก่ผู้เรียนหลังจากที่ได้ตอบสนองต่อการเรียนรู้ในครั้งแรก เมื่อได้ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนในมิติความรู้ ทักษะต่างๆ ที่ได้เรียนไปแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อชี้แจงความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจที่ดียิ่งขึ้น (Kulhavy, 1977) นอกจากนี้ Hattie & Timperley (2007) ยังได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้ข้อมูลย้อนกลับว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับนั้นเป็นการให้ข้อมูลและสารสนเทศเพื่อลดความแตกต่างระหว่างความรู้ความเข้าใจในสภาพปัจจุบันที่เป็นอยู่และสภาพที่ต้องการให้เกิดขึ้น (Discrepancy between current and desired understanding) ทั้งนี้ผู้เรียนก็มีหลายวิธีการที่จะลดความแตกต่างหรือช่องว่างระหว่างสภาพปัจจุบันและสภาพที่ต้องการให้เกิดขึ้นโดยผ่านการให้ข้อมูลย้อนกลับ ผู้เรียนจะมีความพยายามมากขึ้นถ้าความพยายามเหล่านั้นเป็นการแก้ปัญหาหรืองานที่มีความท้าทายหรือเป็นประสบการณ์ที่ยากขึ้น ซึ่งจะดีกว่าเป็นความพยายามที่ให้ทำงานเดิมในจำนวนครั้งที่มากขึ้น โดยความพยายามของผู้เรียนจะมากขึ้นหากมีเป้าหมายที่คาดหวังไว้ชัดเจน (Kluger & De Nisi, 1996) ผู้เรียนยังสามารถพัฒนาทักษะในการติดตามข้อผิดพลาดของตนเองจากข้อมูลย้อนกลับของตนเองเพื่อให้ไปถึงยังเป้าหมายที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถแสวงหากลยุทธ์ที่ดีขึ้นเพื่อให้งานหรือ

การเรียนรู้จากการได้รับข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อพวกเขาจะสามารถแก้ปัญหาปัญหาหรือใช้เกณฑ์ที่มีในกำกับดูแลตนเอง

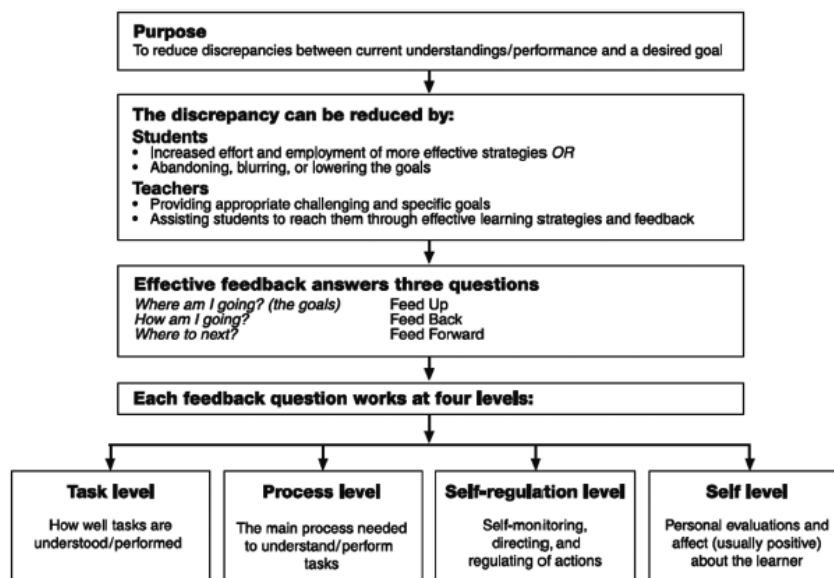
ครูผู้สอนมีบทบาทในการช่วยลดความแตกต่างหรือช่องว่างระหว่างความรู้ ทักษะในปัจจุบันและความรู้ ทักษะที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ซึ่งหมายถึงครูอาจจะต้องช่วยผู้เรียนในการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ที่มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป้าหมายที่มีความชัดเจน (Specific Goals) นั้นจะดีกว่าเป้าหมายที่ไม่เฉพาะเจาะจง เพราะส่วนใหญ่เน้นไปที่ความสนใจของผู้เรียนและเน้นการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับการนำไปใช้แก้ไขปัญหามากกว่าเป้าหมายทั่วไปที่ไม่เฉพาะเจาะจง

2.2 โมเดลการให้ข้อมูลย้อนกลับ

จากการศึกษาและสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโมเดลการให้ข้อมูลย้อนกลับสามารถนำเสนอโมเดลการให้ข้อมูลย้อนกลับจำแนกออกเป็น 2 โมเดล ได้แก่ 1) A Model of Feedback to Enhance Learning ของ Hattie & Timperley (2007) และ 2) RISE Model ของ Wray (2013) โดยแต่ละโมเดลมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1) A Model of Feedback to Enhance Learning ของ Hattie & Timperley (2007)

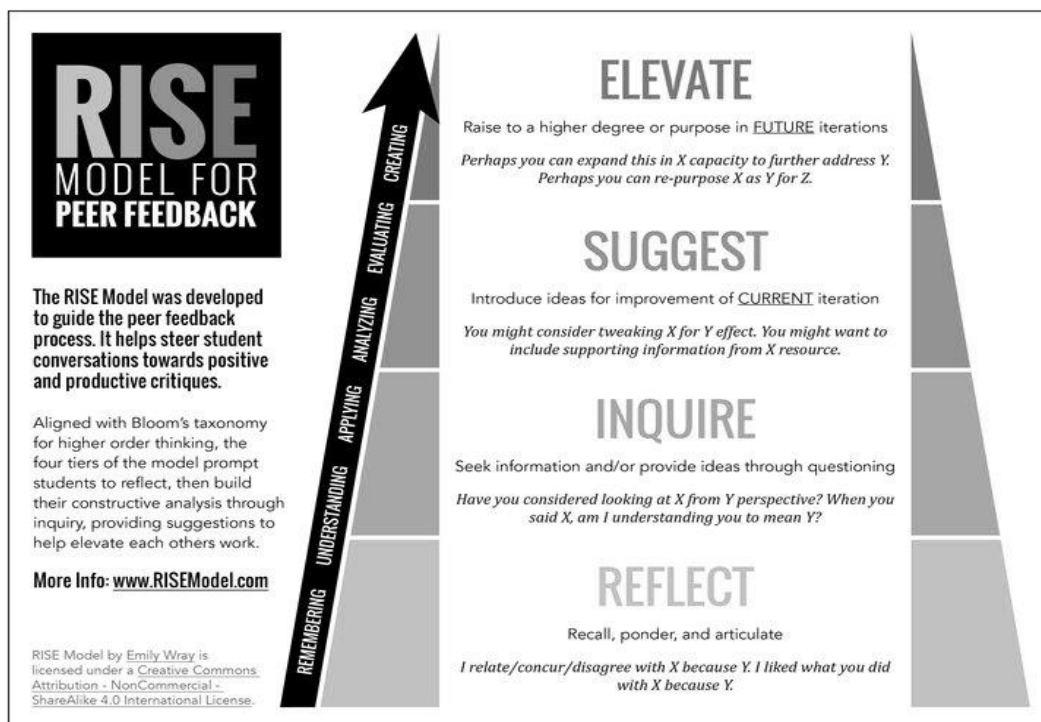
การจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพนั้นควรประกอบด้วย การให้ข้อมูลและทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ แล้วขั้นตอนต่อไปจึงเป็นการวัดและการประเมินผล ขณะที่การให้ข้อมูลย้อนกลับนั้นถูกนำมาจัดเป็นขั้นตอนที่สองรวมกับการวัดและการประเมินผลซึ่งประกอบไปด้วย 3 คำถามหลักตามโมเดลการให้ข้อมูลย้อนกลับในการส่งเสริมการเรียนรู้ ดังภาพ 2.4 ดังนี้ คือ 1) Where am I going? (Feed up) 2) How am I going? (Feed back) 3) Where to next? (Feed forward)



ภาพ 2.4 โมเดลการให้ข้อมูลย้อนกลับในการส่งเสริมการเรียนรู้ (A Model of Feedback to Enhance Learning) (Hattie & Timperley, 2007)

2.2.2) RISE Model ของ Wray (2013)

RISE Model เป็นโมเดลการให้ข้อมูลย้อนกลับที่สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีของบลูม (Bloom's Taxonomy) ซึ่งมีการจัดลำดับการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ออกเป็น 6 ระดับ สอดคล้องกับโมเดล RISE ของ Wray (2013) ที่ได้กำหนดแนวทางในการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยมีการจัดระดับของการให้ข้อมูลย้อนกลับซึ่งสอดคล้องกับระดับการเรียนรู้ของบลูม โดยแบ่งเป็น 4 ระดับ คือ สะท้อน (Reflect; R), สืบเสาะ (Inquire; I), เสนอแนะ (Suggest; S) และยกระดับ (Elevate; E) ขณะที่การให้ข้อมูลย้อนกลับก็มีความสัมพันธ์กับการประเมินตนเองของผู้เรียน ซึ่งในการประเมินตนเอง (Self-evaluation) Wray (2013) ก็ได้กำหนดแนวทางสำหรับการประเมินตนเองที่มีการจัดลำดับออกเป็น 4 ระดับเช่นกัน โดยมีรายละเอียดดังภาพ 2.5



ภาพ 2.5 RISE Meaningful Feedback Model (Wray, 2013)

Wray (2013) ได้เสนอโมเดลในการประเมินตนเอง (RISE Model for Self-evaluation) ซึ่งสอดคล้องกับโมเดลการให้ข้อมูลย้อนกลับ ที่มี 4 ระดับ ดังนั้นในการประเมินตนเองสำหรับงานวิจัยครั้งนี้จะจัดอยู่ในระดับ 1 คือ สะท้อน ได้แก่ การที่ผู้เรียนมีพฤติกรรม เช่น ตัดสิน (Judge), คิดใคร่ครวญ (Think), พิจารณา (Consider) ในศักยภาพหรือความสามารถ (Actual Performance) ของตนเอง

จากงานวิจัยที่ได้ศึกษาว่าในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน 3 สถานการณ์ได้แก่ 1) การเรียนเพียงอย่างเดียว 2) การทดสอบเพียงอย่างเดียว 3) การทดสอบร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับ ที่มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนพบว่า สถานการณ์ที่ช่วยส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีคือการทดสอบร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งให้ประโยชน์มากกว่าการเรียนหรือการทดสอบเพียงอย่างเดียว (Lipko-Speed, Dunlosky, & Rawson, 2014) เพราะการทดสอบเพียงอย่างเดียวเวลานั้นนักเรียนจะไม่มีทางทราบถึงคำตอบหรือวิธีการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องจนกว่าครูจะเฉลยคำตอบซึ่งอาจใช้ระยะเวลาเป็นวัน เป็นสัปดาห์ หรือเป็นเดือน ซึ่งไม่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง (Dunlosky, & Rawson, 2015; Persky, & Pollack, 2008) ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับร่วมด้วย แต่เนื่องจากการให้ข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมีความหลากหลายมากผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและสังเคราะห์เกี่ยวกับรูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับ ดังจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

2.3 รูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับ

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับในการสอบ สามารถจำแนกออกเป็นรูปแบบที่แตกต่างกัน โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาจัดกลุ่มของรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับจำนวน 6 เกณฑ์ ได้แก่ รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่จำแนกตาม 1) ผลต่อแรงจูงใจ 2) ระยะเวลาการให้ข้อมูลย้อนกลับ 3) เงื่อนไขในการให้ข้อมูลย้อนกลับ 4) ระดับของรายละเอียดในการให้ข้อมูลย้อนกลับ 5) รูปแบบการนำเสนอของการให้ข้อมูลย้อนกลับ 6) แหล่งที่มาของข้อมูลย้อนกลับ จากเกณฑ์ในการจำแนกรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ ทำให้สามารถจัดกลุ่มรูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับได้ 6 รูปแบบ โดยแต่ละรูปแบบมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีผลต่อแรงจูงใจ

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อจำแนกตามรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีผลต่อแรงจูงใจ สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบจูงใจหรือเสริมแรง (Motivational Feedback) 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงบวก (Positive Feedback) 3) การให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงลบ (Negative Feedback) โดยแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.1.1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบจูงใจหรือเสริมแรง (Motivational Feedback)

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายของการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบจูงใจหรือเสริมแรงของ Cater (1984); Cohen (1985) และสุกัญญา นิมานันท์ (2531) ได้ให้ความหมายของการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบจูงใจหรือเสริมแรง ว่าเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับในรูปของการชมเชย หรือการให้รางวัล เพื่อเสริมแรงให้ผู้เรียนเกิดความคงทนในการจำและสร้างกำลังใจในการเรียนลำดับต่อไป การให้ข้อมูลย้อนกลับในลักษณะนี้ไม่มีการลงโทษต่อคำตอบที่ผิด

2.3.1.2) การให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงบวก (Positive Feedback)

การให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงบวก มีความแตกต่างการพูดชื่นชม (Praise) หรือคำชม เนื่องจากการชื่นชมเป็นการพูดชื่นชมแต่ไม่ได้บอกถึงจุดดีหรือพฤติกรรมที่กระทำว่าดีอย่างไร แต่การให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงบวก คือ การบรรยาย/อธิบายถึงพฤติกรรมต่างๆ ของผู้ที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับว่ามีพฤติกรรมที่ดีอย่างไร สิ่งใดเป็นการกระทำที่ถูกต้องเหมาะสม เพื่อให้ผู้ที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับเกิดแรงจูงใจที่จะปฏิบัติพฤติกรรมนั้นอย่างต่อเนื่อง และควรที่จะให้อย่างต่อเนื่องและชัดเจน แต่ถ้าหากผู้สอนไม่ให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงบวกแก่ผู้เรียน อาจส่งผลให้พฤติกรรมนั้นๆ ไม่ได้รับการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง เพราะไม่ทราบว่าเป็นพฤติกรรมที่ถูกต้องเหมาะสม หรือท้อแท้ หมดกำลังใจ

ในการปฏิบัติเนื่องจากทำแล้วไม่มีใครรับรู้ ไม่มีใครเห็น หรือไม่แน่ใจว่าพฤติกรรมนั้นๆ สมควรกระทำหรือไม่

2.3.1.3) การให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงลบ (Negative Feedback)

จงกลวรรณ มุสิกทอง และพิจิตรา เล็กดำรงกุล (2556) ได้ให้ความหมายของการให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงลบ (Negative Feedback) ว่าเป็นการอธิบายพฤติกรรมของตัวบุคคลที่จำเพาะเจาะจงว่าผู้เรียนทำเรื่องนั้นๆ ที่ไม่ได้ตามที่คาดหวังหรือตามที่ควรจะเป็น ว่ามีความไม่เหมาะสมอย่างไร โดยกล่าวเฉพาะพฤติกรรมเรื่องนั้นๆ เพียงอย่างเดียว มิใช่ตัวตนของผู้เรียน พร้อมทั้งบอกแนวทางที่จำเพาะในการปรับปรุงแก้ไข เพื่อก่อให้เกิดการปรับปรุงในทางที่ดีขึ้น ไม่ปฏิบัติพฤติกรรมนั้นอีก (จงกลวรรณ มุสิกทอง และ พิจิตรา เล็กดำรงกุล, 2556) ซึ่งการให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงลบ แตกต่างจากการตำหนิหรือดุ ซึ่งตำหนิ (Criticism) เป็นการพูดที่ตำหนิตัวบุคคล โดยที่ไม่บอกทางออกแก่ผู้เรียนว่าจะต้องไปปรับปรุงแก้ไขอย่างไร ทำให้ผู้เรียนสูญเสียความมั่นใจในตนเอง นอกจากนี้การละเลยการให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงลบ ก็จะทำให้พฤติกรรมที่ไม่ถูกต้องคงอยู่ต่อไป ผู้เรียนจะไม่ทราบถึงข้อบกพร่อง และเกิดความเข้าใจผิดว่าสิ่งที่ปฏิบัติคือสิ่งที่ถูกต้อง

จากรูปแบบการให้ข้อมูลที่แตกต่างกันทั้ง 3 รูปแบบที่ได้กล่าวมาข้างต้น พบว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับทั้ง 3 รูปแบบต่างก็เป็นเหตุที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรมที่สูงขึ้นกว่าก่อนให้ข้อมูลย้อนกลับ (สุชาภา คล้ายมณี, 2558)

จากรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีผลต่อแรงจูงใจซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 3 รูปแบบที่แตกต่างกันได้แก่ 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบจูงใจหรือเสริมแรง (Motivational Feedback) 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงบวก (Positive Feedback) 3) การให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงลบ (Negative Feedback) สามารถยกตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบให้เข้าใจได้ง่ายดังตาราง 2.2

ตาราง 2.2 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบจูงใจ การให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงบวกและการให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงลบ

รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ	การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบจูงใจหรือเสริมแรง (Motivational Feedback)	การให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงบวก (Positive Feedback)	การให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงลบ (Negative Feedback)
ประเด็นเปรียบเทียบ			
1.ความหมาย	การชมเชย หรือการให้รางวัล	ให้ข้อมูลที่ถูกต้อง ให้กำลังใจ สนับสนุนปัจจัยเอื้อ ช่วยแก้ไข ปัญหา	ดักเตือน แจ้งเงื่อนไขผลกระทบ บทลงโทษกรณีไม่ปฏิบัติ
2.ตัวอย่างข้อมูลย้อนกลับ	นักศึกษาเก่งมากนะ	นักศึกษาบอกวิธีการประเมินผู้ป่วย ได้ครบและมีเหตุผลสนับสนุนดีมาก	นักศึกษาลืมขั้นตอนในการคิดยา ทาง NSS lock และการผสมยา ยังไม่คล่อง

ที่มา : จงกลวรรณ มุสิกทอง และพิจิตร เล็กคำรงกุล (2556) และสุชาภา คล้ายมณีและคณะ (2558)

2.3.2 รูปแบบการให้ข้อมูลที่จำแนกตามระยะเวลาการให้ข้อมูลย้อนกลับ

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อจำแนกตามระยะเวลาการให้ข้อมูลย้อนกลับ สามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับในภายหลัง/การให้ข้อมูลย้อนกลับล่าช้า (Delayed Feedback) 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (Immediate Feedback) โดยแต่ละประเภทยังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.2.1) การให้ข้อมูลย้อนกลับในภายหลัง/การให้ข้อมูลย้อนกลับล่าช้า (Delayed Feedback)

การให้ข้อมูลย้อนกลับในภายหลัง/การให้ข้อมูลย้อนกลับล่าช้า (Delayed Feedback) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับภายหลังจากที่นักเรียนได้แสดงพฤติกรรมหรือตอบคำถามจนครบ (Sinhaa, & Glassa, 2015) ขณะที่ Iron (2008) (อ้างถึงใน ดาวเรือง ลุมทอง, 2553) ได้กล่าวว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับประเภทนี้มีผลเท่ากับการไม่ให้ข้อมูลย้อนกลับเลย

2.3.2.2) การให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (Immediate Feedback)

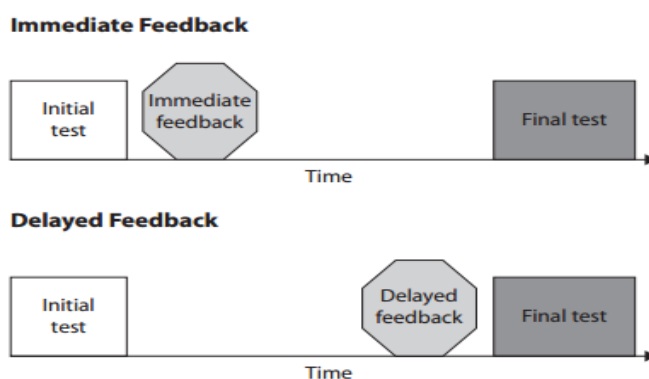
การให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (Immediate feedback) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับภายหลังจากผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมที่คาดหวังทันที (Sinhaa, & Glassa, 2015) เช่น การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีหลังจากการตอบข้อสอบ การเขียนบรรยาย การพูด เพื่อให้เกิดการพัฒนาและปรับปรุงเปลี่ยนแปลง ตลอดจนทราบจุดอ่อนจุดแข็งของตนเองในความรู้ที่ได้เรียนไป

จากการสังเคราะห์งานเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีในการสอบ พบว่า รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่จำแนกตามระยะเวลาในการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันมีผลต่อระดับความสามารถของผู้สอบที่แตกต่างกัน (Butler, 2007; Metcalfe, Kornell, & Finn, 2009; Sinhaa, & Glassa, 2015) โดยผู้สอบที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีจะเกิดการพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ในสถานการณ์ที่แตกต่างกันได้ดีกว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับในภายหลัง (Persky, & Pollack, 2008) ขณะเดียวกันก็มีงานวิจัยที่พบว่า ผู้สอบมีเจตคติและแรงจูงใจในเชิงบวกต่อการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที โดยมีระดับเจตคติและแรงจูงใจที่สูงกว่าการได้รับข้อมูลย้อนกลับในภายหลัง (van der Kleij et al, 2012)

ในทางตรงกันข้ามกลับพบว่า ผู้สอบที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับในภายหลังจะมีระดับความสามารถที่สูงกว่าผู้สอบที่ได้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีอย่างมีนัยสำคัญทาง (Butler, Karpicke, & Roediger III, 2007; Sinhaa, & Glassa, 2015) โดยผลการตอบข้อสอบที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับในภายหลังมีโอกาสตอบถูกสูงกว่า การได้รับข้อมูลย้อนกลับทันที (Metcalfe, Kornell, & Finn, 2009) สอดคล้องกับการวิจัยในนักเรียนที่ได้รับการทดสอบโดยใช้ข้อสอบแบบเติมคำตอบสั้นที่มีการ

ให้ข้อมูลย้อนกลับในภายหลังได้คะแนนสูงกว่าและมีความมั่นใจกว่านักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบทันที (Sinhaa, & Glassa, 2015) เนื่องจากการให้ข้อมูลย้อนกลับภายหลังมีระยะห่างของเวลาที่ให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วไปทำแบบทดสอบปลายภาคไม่ห่างกันมากทำให้นักเรียนสามารถจดจำข้อมูลความรู้สำหรับนำไปใช้ในการตอบข้อสอบได้มากกว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับหลังจากการสอบครั้งแรกทันที

จากรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่จำแนกตามระยะเวลานั้นสามารถแสดงให้เห็นเป็นแผนภาพได้ดังภาพ 2.6



ภาพ 2.6 เปรียบเทียบรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (Immediate Feedback) และการให้ข้อมูลย้อนกลับในภายหลัง/การให้ข้อมูลย้อนกลับล่าช้า (Delayed Feedback) ที่มา : (Metcalfe, Kornell, & Finn, 2009)

2.3.3 รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อจำแนกตามเงื่อนไขของการให้ข้อมูลย้อนกลับ

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับของ van der Kleij และคณะ (2012) พบว่า ได้มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนแม้ว่าผู้เรียนจะตอบถูก ซึ่งการให้ข้อมูลย้อนกลับเช่นนี้ พบได้น้อยมากและมีความแตกต่างจากการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบดั้งเดิม คือ ให้ข้อมูลย้อนกลับเฉพาะกรณีที่นักเรียนตอบผิด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้จัดประเภทการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยจำแนกตามเงื่อนไขการให้ข้อมูล ได้เป็น 2 ประเภท 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์ (Full Feedback) 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วน (Partial Feedback) โดยแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.3.1 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์ (Full Feedback)

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

2.3.3.2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วน (Partial Feedback)

การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วน (Partial Feedback) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนเฉพาะในกรณีที่นักเรียนตอบผิด ซึ่งเป็นรูปแบบที่พบได้ทั่วไปในการประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

2.3.4 รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อจำแนกตามจำนวนครั้งหรือความถี่ในการให้ข้อมูล

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อจำแนกตามจำนวนครั้งหรือความถี่ในการให้ข้อมูล สามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบมาตรฐาน (Standard) 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วตอบจนกว่าจะถูก (Answer-until correct /Multiple-try Feedback) โดยแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.4.1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบมาตรฐาน (Standard)

การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบมาตรฐาน (Standard) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้สอบเพียงครั้งเดียว โดยแสดงเฉพาะคำตอบที่ถูกต้องและไม่เปิดโอกาสให้แก้ไขคำตอบนั้น ซึ่งผู้สอบจะได้ประโยชน์คือได้ทราบว่าคำตอบที่ตนตอบไปนั้นถูกต้องหรือผิด (Butler, Karpicke, & Roediger III, 2007)

2.3.4.2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วตอบจนกว่าจะถูก (Answer-until correct /Multiple-try Feedback)

การให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วตอบจนกว่าจะถูก คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีหลังจากที่ตอบคำตอบแรกไป หากพบว่าคำตอบแรกผิดก็จะมีโอกาสให้นักเรียนได้ตอบคำถามไปเรื่อยๆ จนกว่าจะเจอคำตอบที่ถูกต้อง (Butler, Karpicke, & Roediger III, 2007) ทั้งนี้การให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วให้นักเรียนตอบจนกว่าจะถูกนั้นมีได้เป็นเพียงแต่การประเมินเท่านั้นแต่ยังเปรียบเสมือนการสอนที่ช่วยกระตุ้นสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย (Dihoff, Brosvic, & Epstein, 2003)

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

ก) การให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วตอบจนกว่าจะถูกด้วยการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง (Multiple-try Feedback with Knowledge of the Correct Response; MTC)

การให้ข้อมูลรูปแบบ MTC นี้จะให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่คำตอบแรกผิด เช่น ในกรณีของข้อสอบแบบเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือกจะกำหนดให้ผู้สอบพยายามตอบได้สูงสุดจำนวน 3 ครั้ง ถ้าตอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ยังไม่ถูก ทั้งนี้หากพยายามตอบจนครบ 3 ครั้งแล้วยังไม่ถูกตอบคำตอบที่ถูกต้องก็จะปรากฏเอง แล้วจึงอนุญาตให้ทำข้อต่อไปได้ (Attali, 2015)

ข) การให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วตอบจนกว่าจะถูกด้วยการให้ข้อมูลย้อนกลับหลังจากคำตอบแรกที่ผิด (Multiple-try Feedback with Hints after an Initial incorrect Response; MTH)

การให้ข้อมูลแบบ MTH นี้ จะให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีหากพบว่าคำตอบแรกผิดคล้ายกับ MTC แต่ลักษณะของข้อมูลย้อนกลับที่ปรากฏแสดงขึ้นมาในความพยายามตอบแต่ละครั้งจะเพิ่มคำใบ้หรือให้ข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะเพื่อนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหาในข้อนั้นอีกครั้งจนกว่าจะถูกแล้วจึงอนุญาตให้ทำข้อต่อไปได้

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วให้นักเรียนตอบจนกว่าจะถูก พบว่า การทวนคำตอบแล้วเปลี่ยนคำตอบในครั้งที่ 2 จากผิดเป็นถูกในข้อสอบแบบหลายตัวเลือกที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแล้วตอบจนกว่าจะถูกด้วยการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ MTH คิดเป็น 58 % ซึ่งสูงกว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ MTC คิดเป็น 38% ขณะที่ข้อสอบแบบเสนอคำตอบที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ MTH มีการทวนคำตอบแล้วเปลี่ยนคำตอบในครั้งที่ 2 จากผิดเป็นถูก คิดเป็น 44% ซึ่งสูงกว่า MTC คิดเป็น 34 % (Attali, 2015)

นอกจากนี้ในการวิจัยที่ศึกษาเปรียบเทียบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบมาตรฐาน (Standard) และการให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วตอบจนกว่าจะถูก (Answer-until correct /Multiple-try Feedback) พบว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องไม่แตกต่างกัน (Butler, Karpicke, & Roediger III, 2007)

จากการสังเคราะห์รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อจำแนกตามจำนวนครั้งหรือความถี่ในการให้ข้อมูลซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทคือ 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบมาตรฐาน (Standard) 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วตอบจนกว่าจะถูก (Answer-until correct /Multiple-try Feedback) สามารถแสดงตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างของการให้ข้อมูลย้อนกลับได้ดังตาราง 2.3

ตาราง 2.3 ตัวอย่างรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบมาตรฐาน (Standard) และการให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วตอบจนกว่าจะถูก (Answer-until correct /Multiple-try Feedback)

รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ	ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับ
1.การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบมาตรฐาน (Standard)	<p>Math Problem Solving Study</p> <p>Section 1 - Question 7 of 15</p> <p>What was the original weekly salary (in dollars) of an employee if a 40 percent increase raised the salary to \$840?</p> <p> <input type="radio"/> 540 <input checked="" type="radio"/> 600 <input type="radio"/> 660 <input type="radio"/> 720 <input checked="" type="radio"/> 800 </p> <p>Next Question ⚠ Option 5 is not correct. Correct answer is shown.</p>
2.การให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วตอบจนกว่าจะถูก (Answer-until correct /Multiple-try Feedback)	<p>Math Problem Solving Study</p> <p>Section 1 - Question 8 of 15</p> <p>Ana bought equal numbers of 5-cent and 6-cent envelopes. She paid a total of \$1.32 for the envelopes. What was the total number of envelopes she bought?</p> <p>Answer: 30</p> <p>Hint: Because Ana bought equal numbers of 5-cent and 6-cent envelopes, the average cost of 1 envelope is 5.5 cent.</p> <p>Answer ⚠ 30 is not correct. Please try again.</p>

ที่มา : Attali (2015)

2.3.5 รูปแบบการให้ข้อมูลที่จำแนกตามระดับของรายละเอียดในการให้ข้อมูล

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อจำแนกตามระดับของรายละเอียดในการให้ข้อมูล สามารถจำแนกออกเป็น 4 ประเภท 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการกระทำ (Knowledge of Result Feedback ; KORF) 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง (Forrective Feedback หรือ Knowledge of Corrective Result Feedback; KCRF) 3) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียด (Elaborated Feedback) 4) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสม (Mixed Feedback) โดยแต่ละประเภทยังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.5.1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการกระทำ (Knowledge of Result Feedback; KORF)

การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการกระทำ (Knowledge of Result Feedback; KORF) หมายถึง ข้อมูลย้อนกลับแบบเฉลยคำตอบ (Correct/Incorrect Message) ซึ่งจะบอกผู้เรียนว่าคำตอบของผู้เรียนถูกหรือผิด ถ้าผิดก็เฉลยคำตอบ

2.3.5.2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง (Corrective Feedback หรือ Knowledge of Corrective Result Feedback; KCRF)

การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง (Corrective Feedback หรือ Knowledge of Corrective Result Feedback; KCRF) หมายถึง การให้ข้อมูลย้อนกลับที่ให้ข้อมูลและคำอธิบายเกี่ยวกับการกระทำของผู้เรียนว่าถูกหรือผิด พร้อมทั้งบอกแนวทางที่ถูกต้องให้กับผู้เรียน

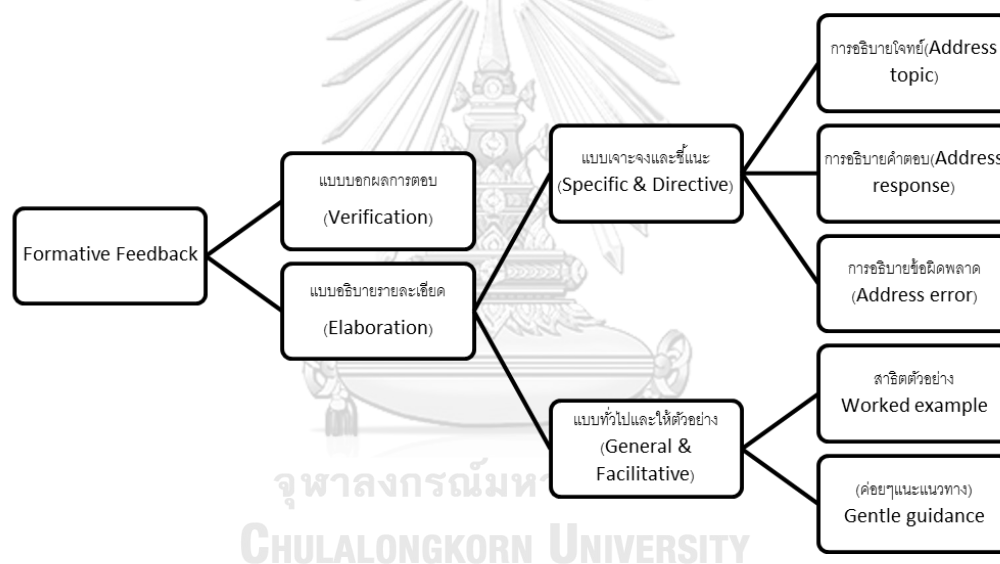
2.3.5.3) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียด (Elaborated Feedback)

การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียด (Elaborated Feedback /Explanatory Feedback) หมายถึง การบอกข้อมูลผลการตอบคำถามของผู้เรียนว่ามีความถูกต้องหรือไม่ อีกทั้งยังบอกขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างละเอียดและหลากหลายวิธี เพื่อให้ผู้เรียนนำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง หรือความเข้าใจผิด อันจะเพิ่มเติมความรู้ให้ผู้เรียน ประกอบการตัดสินใจของผู้เรียน โดยการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียดจะเป็นการให้ข้อมูลที่อธิบายว่าทำไมคำตอบที่ถูกจึงถูก หรือทำไมคำตอบที่ผิดจึงผิด การให้ข้อมูลย้อนกลับรูปแบบนี้มีรูปแบบที่ซับซ้อน (Complex Forms) ซึ่งอาจใช้การอธิบาย (Explain) การชี้แนะ (Direct) หรือการกำกับติดตาม (Monitor) ซึ่งอาจจะใช้ร่วมกับ ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการกระทำ (Knowledge of Result Feedback; KORF) เป็นข้อมูลย้อนกลับแบบเฉลยคำตอบ (Correct/Incorrect Message) ที่จะบอกผู้เรียนว่าคำตอบของผู้เรียนถูกหรือผิด หรือข้อมูลย้อนกลับแบบบอกข้อถูก (Knowledge of Correct Result Feedback; KCRF) เป็นข้อมูลย้อนกลับบอกคำตอบที่ถูกต้อง แต่ผู้เรียนจะไม่ทราบถึงหลักการที่มาของการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนขาดการคิดวิเคราะห์ถึงหลักการทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา (อนงค์ เมธิพิทักษ์ธรรม, 2555)

ในการเลือกใช้รูปแบบของข้อมูลย้อนกลับควรพิจารณาเนื้อหาของการเรียนร่วมด้วย โดยจากงานวิจัยพบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างละเอียดนั้นควรพิจารณาร่วมกับระดับความรู้ที่ต้องการวัดว่าลึกซึ้งมากน้อยเพียงใด หากเป็นความรู้ที่ต้องอาศัยความเข้าใจอย่างลึกซึ้งก็ควรเลือกใช้การให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีความละเอียดมากขึ้นจึงจะทำให้การให้ข้อมูลย้อนกลับมีความเหมาะสมกับสถานการณ์ และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Attali, 2015; Golke, Dorfler, & Artelt, 2015) นอกจากนี้ยังพบว่า

ระยะเวลาที่ใช้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียดนั้น ผู้เรียนต้องใช้ระยะเวลาในการอ่านข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียดที่นานกว่าการอ่านข้อมูลย้อนกลับรูปแบบอื่น (Golke, Dorfler, & Artelt, 2015)

นอกจากนี้ยังได้มีผู้สังเคราะห์รูปแบบของข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียดว่ายังจำแนกเป็นรูปแบบย่อยๆ อีก 2 แบบ คือ 1) แบบเจาะจงกับชี้แนะ (Specific & Directive) 2) แบบทั่วไปกับใช้ตัวอย่างช่วย (General & Facilitative) โดยข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียดชนิดที่เป็นแบบเจาะจงนั้นจะประกอบด้วย 3 วิธีการ คือ การอธิบายโจทย์สถานการณ์ (Address Topic) การอธิบายคำตอบ (Address Response) และการอธิบายข้อผิดพลาด (Address Error) ขณะที่การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียดรายละเอียดชนิดทั่วไปและใช้ตัวอย่าง ประกอบด้วย 2 วิธีการคือ การสาธิตตัวอย่าง (Worked Example) และการค่อยๆแนะแนวทาง (Gentle Guidance) ดังแผนภาพ 2.7



ภาพ 2.7 แนวรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียด

เมื่อพิจารณาข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะ (Directive Feedback) เป็นข้อมูลย้อนกลับที่ชี้แนะ (Cue) หรือกระตุ้น (Prompt) ที่มีการแนะนำวิธีการแก้ปัญหาให้ผู้เรียน บอกผลการตอบคำถามของผู้เรียนว่ามีความถูกต้องหรือไม่ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะเป็นกลวิธีที่จะนำไปสู่การตอบถูกโดยการให้ข้อแนะนำในการแก้ปัญหา หรือนำผู้เรียนไปสู่ความเข้าใจสารสนเทศที่ผู้เรียนไม่เข้าใจ เช่น การให้ผู้เรียนทบทวน (Review) กรอบเนื้อหาในบทเรียน เสนอแนวทางหลักการข้อมูลที่สำคัญต่อการแก้ปัญหา การใช้คำถามกระตุ้นผู้เรียนให้คิด ผู้เรียนต้องฝึกสังเกตจากตัวอย่างเพื่อนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้กับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่

ขณะที่พิจารณาการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียดแบบใช้ตัวอย่าง (Worked Example) พบว่า เป็นวิธีการที่นิยมนำมาใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้นในสถานการณ์ของการเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (Clark, Nguyen, & Sweller, 2011) ผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบนี้จะมีข้อผิดพลาดน้อยและสามารถแก้ไขเข้าใจโจทย์ปัญหาได้เร็วและลดภาระในการอธิบายทำความเข้าใจของครูผู้สอนแก่ผู้เรียน (Durkin, & Johnson, 2013; Johnson, 2006)

2.3.5.5) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสม (Mixed Feedback)

การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสม (Mixed Feedback) หมายถึง การให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีลักษณะผสมระหว่างการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีทั้งการอธิบายรายละเอียดด้วยการยกตัวอย่างปัญหาที่มีความใกล้เคียงกับปัญหาที่ผู้เรียนกำลังเผชิญอยู่ในขณะนั้น หลังจากนั้นจะมีการทวนโจทย์ข้อคำถามเดิมอีกครั้งโดยใช้คำถามกระตุ้นพร้อมเสนอตัวเลือกในการแก้ปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนไตร่ตรองว่าจะเลือกแนวทางแก้ปัญหาแบบใด พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง ความเข้าใจผิดของตนเอง

2.3.6 รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับจำแนกตามรูปแบบการนำเสนอของการให้ข้อมูล

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อจำแนกตามรูปแบบการนำเสนอของการให้ข้อมูล สามารถจำแนกออกเป็น 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การเขียน (Written Corrective Feedback) 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การพูด (Oral Feedback/Verbal Feedback) 3) การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้รหัส (Code Feedback) โดยแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.6.1) การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การเขียน (Written Feedback; WCF)

การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การเขียน (Written feedback) คือ วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบประเพณีนิยม ซึ่งการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การเขียนช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น (Buckley, 2012) นอกจากนี้ การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการเขียนนั้น ยังเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนเกี่ยวกับข้อผิดพลาดทางภาษาโดยใช้วิธีการเขียน การวงกลม การขีดเส้นใต้ หรือให้สัญลักษณ์ต่างๆ เพื่อชี้แจงให้เห็นตำแหน่งที่ผิด โดยการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบนี้มีผลต่อความยึดมั่นผูกพันต่อการเรียนภาษาของผู้เรียนที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ครูควรทราบถึงภูมิหลังและพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการเขียนในการเรียนรู้ทางภาษา อย่างรอบคอบเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น (Han & Hyland, 2015)

2.3.6.2) การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การพูด (Oral Feedback/Verbal Feedback)

การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การพูด (Oral Feedback/Verbal Feedback) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนโดยใช้วิธีการพูด เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ประโยคที่ผู้เรียนได้พูดออกมา ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ในการประเมินและการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับภาษาต่างประเทศ (Rassaei, 2015)

การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการพูดในการสอนภาษาอังกฤษ มีรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันจำแนกได้เป็น 2 รูปแบบคือ 1) Metalinguistic Corrective Feedback 2) Recast Corrective Feedback (Rassaei, 2015) โดยมีรายละเอียดของแต่ละรูปแบบดังนี้

1) Metalinguistic Corrective Feedback คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับที่ครูจะหาคำอธิบายทางด้านไวยากรณ์ว่า ประโยคที่ผู้เรียนกล่าวออกมานั้นถูกต้องหรือไม่อย่างไร

2) Recast Corrective Feedback คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับที่ครูจัดรูปแบบหรือแก้ไขประโยคใหม่ให้ถูกต้องหลังจากที่ผู้เรียนได้พูดออกมาแต่ไม่ได้มีคำอธิบายเพิ่มเติมแต่อย่างใด

จากรูปแบบให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การพูดที่แตกต่างกันนั้นสามารถยกตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบให้เห็นได้ชัดเจน ดังในตาราง 2.4

ตาราง 2.4 เปรียบเทียบรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การพูด ระหว่าง Metalinguistic Corrective Feedback และ Recast Corrective Feedback

การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้คำพูด (Oral Feedback/Verbal Feedback)	คำตอบของผู้เรียน	ข้อมูลย้อนกลับจากผู้สอน
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.

จากการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การพูดที่แตกต่างกันพบว่า นักเรียนที่มีระดับความวิตกกังวลเกี่ยวกับภาษาต่างประเทศต่ำ ได้รับประโยชน์จากการให้ข้อมูลย้อนกลับจากทั้ง 2 แบบขณะที่นักเรียนที่มีระดับความวิตกกังวลสูง ได้ประโยชน์จากข้อมูลย้อนกลับแบบ Recasts Corrective Feedback มากกว่า Metalinguistic Corrective Feedback (Rassaei, 2015)

ขณะที่เมื่อเปรียบเทียบรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ใช้การเขียนและการพูดพบว่า นักเรียนจะสามารถเข้าใจข้อมูลย้อนกลับในรูปแบบของเสียงได้ดีกว่ารูปแบบการเขียน (Buckley, 2012)

2.3.6.3) การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้รหัส (Code Feedback)

การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้รหัส (Code Feedback) คือ รูปแบบการให้ข้อมูลที่อาศัยการใช้ตัวอักษรย่อ แทนการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีรายละเอียด โดยรหัสที่ให้จะมีการให้คำอธิบาย และให้รายละเอียดว่ารหัสนั้นแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีปัญหาใดบ้าง ซึ่งภายหลังจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับโดยใช้รหัส จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการประเมินตนเองว่ามีจุดแข็ง จุดอ่อนอย่างไร โดยตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้รหัสสามารถแสดงได้ดังตัวอย่างในตาราง 2.5

ตาราง 2.5 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้รหัส (Bird, & Yucel, 2014)

Code	Problem type	Problem explanation
1.Formatting		
Fm-H	Formatting-heading	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)
2.Content		
✓	Good	A good point
Rel?	Relevance?	Is this/how is this relevant?
CC	Concept confusion	You don't seem to have understood the concept

ที่มา : Bird, & Yucel (2014)

2.3.7 รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับจำแนกตามแหล่งที่มาของข้อมูลย้อนกลับ

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

2.3.7.1) 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)

2.3.7.2) เพื่อน

การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อน คือ การใช้แหล่งข้อมูลของผู้เรียนและการปฏิสัมพันธ์กับแหล่งต่างๆ ที่ได้เรียนเพื่อแสดงความคิดเห็นต่อกระบวนการเขียนงาน ซึ่งการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อนนั้นจัดว่าเป็นความสัมพันธ์ทางสังคม การพัฒนาทางเขาวนปัญญา ตลอดจนเป็นการก่อให้เกิดความก้าวหน้าทางความคิดสร้างสรรค์ (Yastibas, & Yastibas, 2015)

การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อนสำหรับการประเมินความก้าวหน้าในการเรียน เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา โดยในปัจจุบันนี้ได้มีการนำระบบออนไลน์มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อนทำให้เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทการประเมินการเขียนผ่านระบบออนไลน์โดยเพื่อน โดยมีการศึกษาถึงระดับของรายละเอียดของข้อมูลที่เพื่อนได้ให้ข้อมูลย้อนกลับซึ่งแตกต่างกัน คือ การให้ข้อมูลแบบอธิบายรายละเอียดนั้นดีที่สุด (Gielen, & Wever, 2015) นอกจากนี้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อนแก่ผู้เรียนในการประเมินการเขียนทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีระดับความวิตกกังวลในการเขียนลดลง (Yastibas, & Yastibas, 2015)

2.3.7.3) 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 การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยอิงตนเองนั้นส่งผลให้ผู้เรียนมีความสุขสนุกสนาน (Enjoyment) และไม่มีความโกรธ (Anger) (Pekrun et al., 2014) ซึ่งการให้ข้อมูลที่ย้อนกลับมีความแตกต่างกันดังแสดงได้ในตาราง 2.6

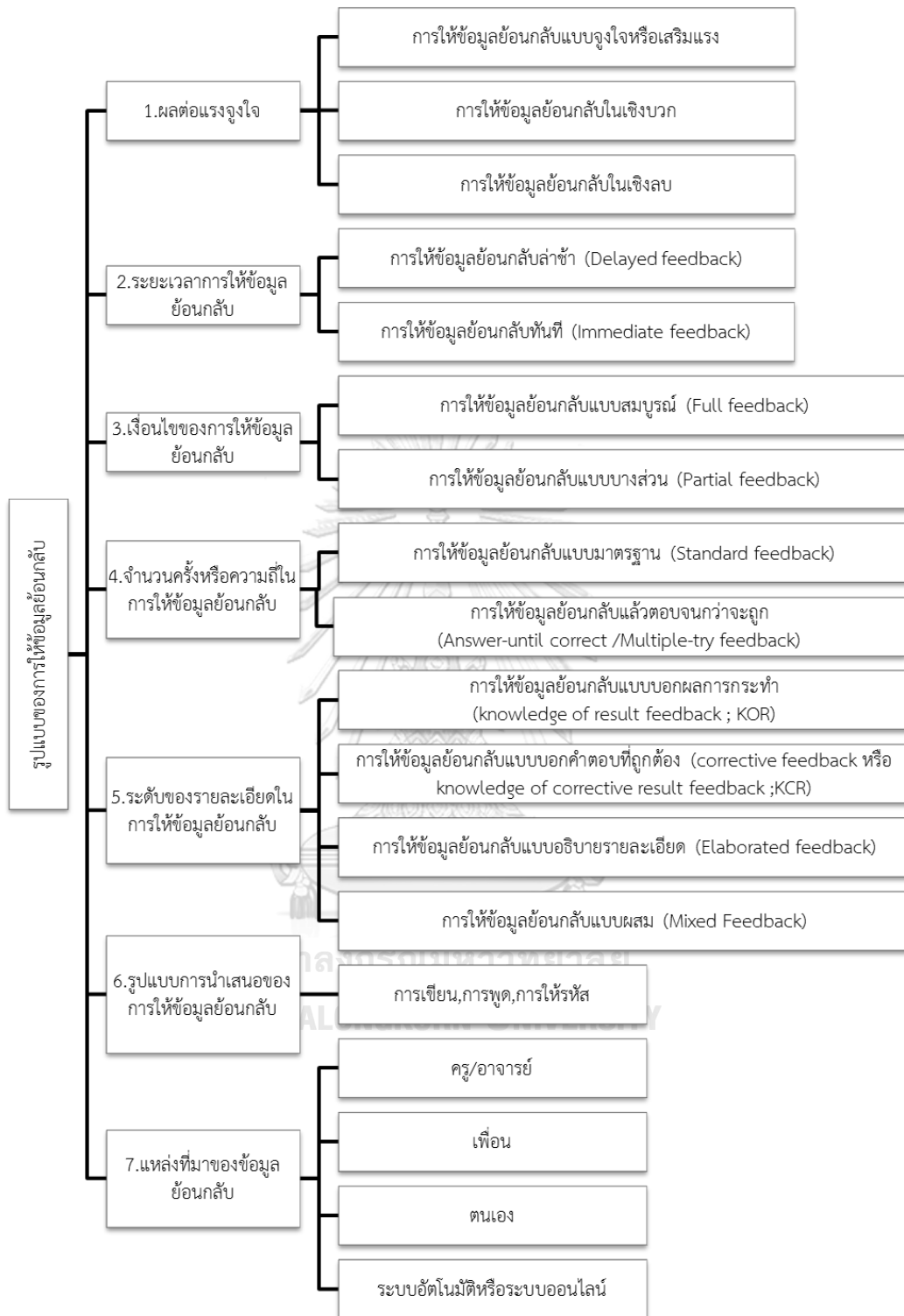
ตาราง 2.6 เปรียบเทียบรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยอิงตนเอง อิงกลุ่มและไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ

รูปแบบ	ความหมาย
1. Self-referential Feedback	การเปรียบเทียบพัฒนาการที่เกิดขึ้นว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรจากการสอบครั้งที่ 1 ไปสู่ครั้งที่ 2
2. Normative Feedback	การเปรียบเทียบคะแนนจากการสอบแบบสอบเดียวกันกับนักเรียนคนอื่น
3. No Feedback	นักเรียนไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับภายหลังจากการทำแบบทดสอบ

2.3.7.4) ระบบออนไลน์ หรือระบบอัตโนมัติ

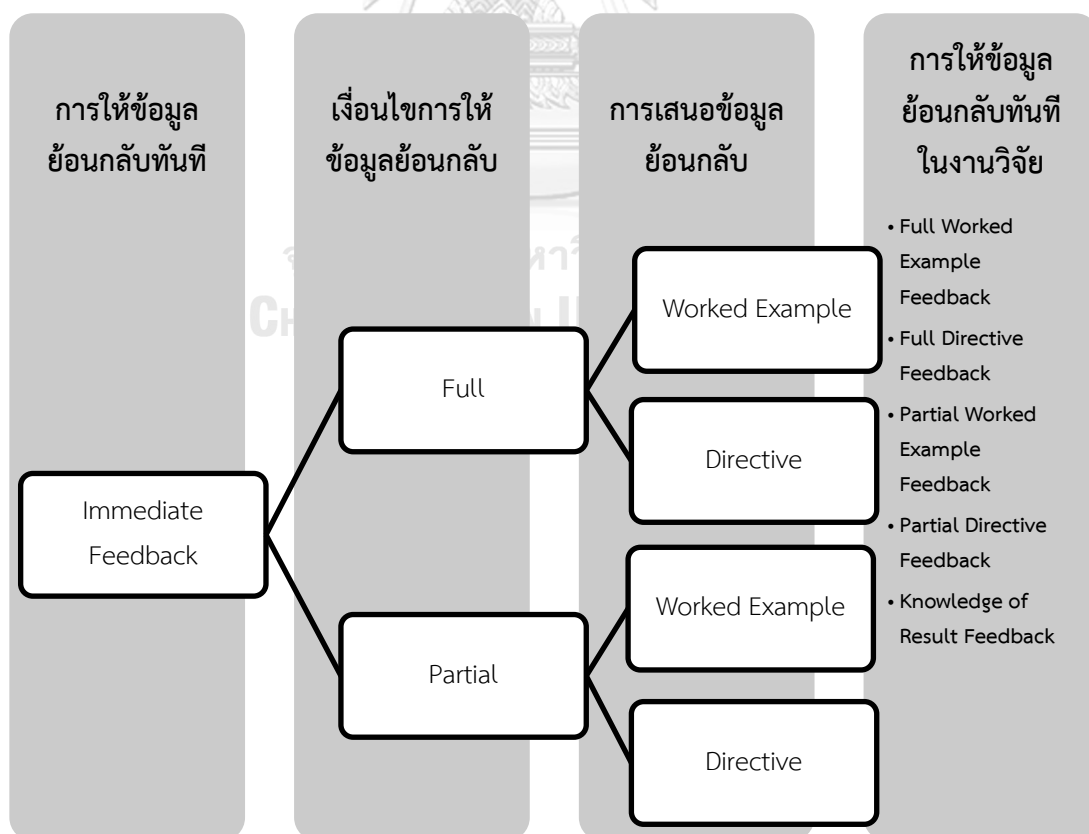
การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยระบบออนไลน์หรือระบบอัตโนมัติ คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับที่ให้แก่ผู้เรียนโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภายหลังจากทำแบบฝึกหัดหรือคำถาม ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์ที่มีให้ที่บ้านหรือแบบฝึกหัดออนไลน์ที่ผู้เรียนสามารถคัดลอกคำตอบจากระบบอินเทอร์เน็ตมาตอบได้ จึงมีการสร้างโปรแกรมเพื่อตรวจจับการคัดลอกคำตอบจากระบบอินเทอร์เน็ตมาใช้เพื่อป้องกันการคัดลอกคำตอบ ทั้งนี้เมื่อตรวจพบเปอร์เซ็นต์การคัดลอกเกินเกณฑ์การให้ข้อมูลย้อนกลับจะเกิดขึ้นทันทีพร้อมแจ้งถึง ส่วนที่มีการคัดลอกคำตอบ โดยผลการวิจัยพบว่า ภายหลังจากการใช้โปรแกรมการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอัตโนมัติเพื่อตรวจจับการคัดลอกคำตอบพบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมการคัดลอกคำตอบจากอินเทอร์เน็ตมาตอบในข้อสอบหรือแบบฝึกหัดลดน้อยลง (Akçapinar, 2015)

จากผลการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับซึ่งสามารถจัดจำแนกได้เป็น 6 ประเภท สามารถสรุปแสดงได้ดังภาพ 2.8



ภาพ 2.8 ผลการสังเคราะห์รูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับ

จากการสังเคราะห์แนวปฏิบัติที่ดีเกี่ยวกับการให้ข้อมูลย้อนกลับในการประเมินผู้เรียน ผู้วิจัย จึงได้นำแนวคิดดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบการประเมินเพื่อให้ได้รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันและมีคุณภาพ อันจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในเรียนและความสามารถในการประเมินตนเองที่ดีขึ้น ดังแนวทางที่ได้มีการเสนอแนะมาข้างต้นงานวิจัยครั้งนี้ได้นำรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์ (Full Feedback) และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วน (Partial Feedback) มาใช้ในการวิจัย และยังได้จำแนกการให้ข้อมูลย้อนกลับตามระดับความซับซ้อนของการให้ข้อมูลย้อนกลับ อีก 2 รูปแบบ คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียด (Elaborated Feedback) และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะ (Directive Feedback) ซึ่งมีรายละเอียดดังที่ได้กล่าวมาในหัวข้อรูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับมาข้างต้นแล้ว จึงเกิดเป็นรูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่ผู้วิจัยจะพัฒนาได้ 4 รูปแบบ คือ 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์ที่มีการอธิบายรายละเอียด (Full Elaborated feedback) 2) การให้ข้อมูลแบบสมบูรณ์ที่มีการชี้แนะ (Full Directive Feedback) 3) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนที่มีการอธิบายรายละเอียด (Partial Elaborated Feedback) 4) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนที่มีการชี้แนะ (Partial Directive Feedback) ภาพ 2.9



ภาพ 2.9 รูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ใช้ในการวิจัย

2.4 การให้ข้อมูลย้อนกลับในการประเมินพิสัยด้านต่างๆ

จากการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับในการประเมินพิสัยด้านต่างๆ พบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับส่วนใหญ่มักจะให้การประเมินเกี่ยวกับพุทธิพิสัยและทักษะพิสัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.4.1 การให้ข้อมูลย้อนกลับในการประเมินด้านพุทธิพิสัย

จากการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับในการประเมินพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) พบว่า Barker (2009) ได้ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนในการประเมินพุทธิพิสัย 3 ระดับ คือ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ สอดคล้องกับการประเมินที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับของ van der Kleij และคณะ (2012) ซึ่งได้ประเมินในด้านพุทธิพิสัยใน 3 ระดับเช่นกัน

2.4.2 การให้ข้อมูลย้อนกลับในการประเมินด้านทักษะพิสัย

จากการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับในการประเมินด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) พบว่า มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในการประเมินทักษะปฏิบัติ เช่น การศึกษาวิจัยผลของการให้ผลย้อนกลับที่มีต่อการเรียนรู้ทักษะการตีลูกซอฟท์บอลของพลอยไพลิน นิลกรรณ (2552) โดยผลการวิจัยพบว่า การให้ผลย้อนกลับทำให้คะแนนเฉลี่ยของการเรียนรู้ทักษะการตีลูกซอฟท์บอลของนิสิตกลุ่มทดลองในระยะหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ดีกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นต้น (พลอยไพลิน นิลกรรณ, 2552)

2.5 แนวทางในการให้ข้อมูลย้อนกลับ

จากการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการให้ข้อมูลย้อนกลับของ Shute (2008) สามารถสรุปได้เป็น 23 แนวทางดังนี้ (Shute, 2008)

- 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับควรมีความสอดคล้อง และเฉพาะเจาะจงกับงานที่ประเมินผู้เรียน
- 2) ควรให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียดเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ซึ่งมีประสิทธิภาพมากกว่าข้อมูลย้อนกลับแบบผลการตอบว่าถูกหรือผิด
- 3) ควรให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียดอย่างเพียงพอและเหมาะสม ไม่จำเป็นต้องให้ในทุกข้อเพราะอาจทำให้เกิดข้อมูลที่ทำให้มากเกินไปจนความจำเป็น (Cognitive Overload)
- 4) ข้อความในการให้ข้อมูลย้อนกลับควรมีความชัดเจนเข้าใจง่าย
- 5) ควรให้ข้อมูลย้อนกลับที่เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อนมาก
- 6) ควรลดความไม่สอดคล้องกันระหว่างเป้าหมายการเรียนรู้และสมรรถนะของผู้เรียน

7) ควรระมัดระวังความลำเอียงในการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยอาจารย์ผู้สอน ซึ่งเป็นจุดอ่อนเมื่อเปรียบเทียบกับกรให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์

8) ส่งเสริมให้เกิดการวางแผนทางของเป้าหมายการเรียนรู้โดยผ่านข้อมูลย้อนกลับ

9) ควรให้ข้อมูลย้อนกลับหลังจากการตอบ หรือการแก้ไขปัญหามาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

10) การให้ข้อมูลย้อนกลับไม่ควรนำไปเปรียบเทียบกับผู้เรียนคนอื่น

11) ควรระวังไม่นำไปใช้ในการตัดสินผลการเรียนรู้

12) ไม่ควรให้ข้อมูลย้อนกลับที่ไม่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเห็นคุณค่าในตนเอง (Self- esteem)

13) ควรให้คำชื่นชมเท่าที่จำเป็น

14) ไม่รบกวนนักเรียนขณะที่กำลังได้รับข้อมูลย้อนกลับ

15) ไม่ควรจำกัดรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นเพียงตัวหนังสือ อาจใช้ภาพหรือเสียงเข้ามาร่วมด้วย

16) การเลือกใช้รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีหรือภายหลัง ซึ่งแต่ละแบบมีจุดดีจุดแข็งที่แตกต่างกัน

17) รายการประเมินที่ยากหรือซับซ้อนต้องให้ข้อมูลย้อนกลับทันที

18) ควรเลือกใช้การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้และทักษะทางด้านภาษา กระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวกับการใช้ทักษะการเคลื่อนไหวต่างๆ (Motor Skill)

19) ในกรณีของผู้เรียนที่มีความสามารถสูงควรเลือกใช้การให้ข้อมูลย้อนกลับภายหลัง

20) ในกรณีของผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำควรเลือกใช้การให้ข้อมูลย้อนกลับทันที

21) ควรให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ Facilitative Feedback ซึ่งเป็นข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะแนวทางก็เพียงพอเพราะเนื่องจากกลุ่มสูงมีแรงจูงใจที่สูงอยู่แล้ว ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำลายความสามารถของพวกเขา

22) ควรให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ Verification Feedback ซึ่งเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบเพียงผลการตอบว่าถูกหรือผิด แก่เด็กที่มีความสามารถสูงซึ่งน่าจะเพียงพอ

23) ควรให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียดร่วมกับการบอกผลการตอบในเด็กที่มีความสามารถต่ำ

นอกจากแนวทางในการให้ข้อมูลย้อนกลับดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้ว Spiller (2009) ก็ได้ให้แนวทางเกี่ยวกับการพัฒนาศาสตร์การสอนในประเทศนิวซีแลนด์ ซึ่งกล่าวถึงแนวปฏิบัติที่ดีเกี่ยวกับการประเมินและการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนสอดคล้องกันดังนี้ (Spiller, 2009)

1. ครูผู้สอนควรเลือกใช้รูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีคุณภาพสูงให้เหมาะสมกับผู้เรียนเพื่อช่วยเหลือผู้เรียนให้สามารถประเมินตนเองและกำกับตนเองได้อย่างถูกต้อง (Deliver high quality feedback information that helps learners self-correct)

2. ข้อมูลย้อนกลับที่ให้นั้นควรลดช่องว่างระหว่างสภาพที่เป็นอยู่กับเป้าหมายที่คาดหวังอยากให้เป็น (Provide opportunities to act on feedback)

3. ระหว่างการเรียนการสอนครูผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองในด้านการประเมินตนเองและการสะท้อนคิด (Facilitate the development of self-assessment and reflection in learning)

4. ครูผู้สอนควรให้ทางเลือกแก่ผู้เรียนสำหรับการประเมิน เช่น หัวข้อ วิธีการ เกณฑ์ น้ำหนักคะแนน หรือระยะเวลาที่ใช้ในการประเมิน (Give choice in the topic, method, criteria, weighting or timing of assessments.)

ตอนที่ 3 ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อผู้เรียน

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อผู้เรียน สามารถจำแนกผลการศึกษาได้เป็น 4 ประเด็น คือ 1) ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อความสามารถทางการเรียน 2) ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อความสามารถในการประเมินตนเอง 3) ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อการทวนคำตอบ 4) ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อตัวแปรอื่นๆ โดยแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อความสามารถทางการเรียน

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับในการสอบพบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับมีผลต่อความสามารถของผู้เรียน โดยนักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันในการประเมินความเข้าใจทางภาษา จะมีระดับความสามารถทางภาษาที่แตกต่างกัน (Diab, 2015) นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนจะมีค่าเฉลี่ยคะแนนที่สูงขึ้นในกรณีที่นักเรียนได้รับข้อมูลย้อนกลับโดยเปิดโอกาสให้ตอบจนกว่าจะถูกในข้อสอบอัตนัยที่เติมคำตอบสั้น ซึ่งสูงกว่าในแบบปรนัยเลือกตอบหลายตัวเลือกที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับรูปแบบเดียวกัน (Attali, 2015) จะเห็นได้ว่าการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับย่อมส่งผลต่อความสามารถของผู้เรียน โดยการทดสอบร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับช่วยส่งเสริมและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ซึ่งให้ประโยชน์มากกว่าการเรียนหรือการทดสอบเพียงอย่างเดียว (Dunlosky, & Rawson, 2015; Lipko-Speed, Dunlosky, & Rawson, 2014)

นอกจากนี้ Culpepper (2014) ได้นำโมเดลการตอบสนองข้อสอบของราสช์แบบต่อเนื่อง (SIRT) มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ความสามารถของผู้เรียน (θ) โดยใช้วิธีการประมาณค่าความสามารถแบบ Marginal Maximum Likelihood (MML) และ Markov Chain Monte Carlo (MCMC) ซึ่งประมาณค่าความสามารถภายหลังจากการประเมินในระบบคอมพิวเตอร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบเปิดโอกาสให้ตอบจนกว่าจะถูก ผลการวิจัยพบว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีการให้โอกาสผู้เรียนตอบจนกว่าจะถูกมีผลต่อระดับความสามารถของผู้สอบ โดยผลจากการประมาณค่าจาก MML และ MCMC มีความสอดคล้องกัน และเมื่อพิจารณาในแต่ละจำนวนครั้งของความพยายามในการตอบจะพบว่าถ้าจำนวนครั้งของความพยายามในการตอบเพิ่มมากขึ้นโอกาสตอบถูกก็มากขึ้นด้วย ส่งผลให้ระดับความสามารถของผู้เรียนเพิ่มขึ้นดังตาราง 2.7

ตาราง 2.7 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของจำนวนครั้งในการพยายามในการตอบข้อสอบ (k) วิชาความน่าจะเป็นโดยใช้การประมาณค่า แบบ MML และแบบ MCMC (Culpepper, 2014)

จำนวนครั้งในการพยายามในการตอบข้อสอบ (k)	วิธีการประมาณค่าแบบ Marginal Maximum Likelihood (MML)		วิธีการประมาณค่าแบบ Monte Carlo Markov Chain (MCMC)		จำนวนผู้สอบ
	ความน่าจะเป็นในการตอบถูกที่เพิ่มขึ้น	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	ความน่าจะเป็นในการตอบถูกที่เพิ่มขึ้น	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	
	1	0.000	A	0.000	
2	-0.019	0.048	0.035	0.049	1,513
3	0.315	0.067	0.409	0.067	707
4	0.966	0.099	1.095	0.099	366
5	1.577	0.174	1.765	0.179	140

นอกเหนือจากสถานการณ์ที่มีการทดสอบแล้วให้ข้อมูลย้อนกลับแล้ว ยังพบว่ามีกรให้ข้อมูลย้อนกลับในการทำการบ้านหรือแบบฝึกหัดออนไลน์ ซึ่งพบปัญหาว่า ผู้เรียนสามารถคัดลอกคำตอบจากระบบอินเทอร์เน็ตมาตอบได้ จึงมีการสร้างโปรแกรมเพื่อตรวจจับการคัดลอกคำตอบจากระบบอินเทอร์เน็ตมาใช้เพื่อป้องกันการคัดลอกคำตอบ ทั้งนี้เมื่อตรวจพบเปอร์เซ็นต์การคัดลอกเกินเกณฑ์การให้ข้อมูลย้อนกลับจะเกิดขึ้นทันทีพร้อมแจ้งถึงส่วนที่มีการคัดลอกคำตอบ โดยผลการวิจัยพบว่า ภายหลังจากการใช้โปรแกรมการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอัตโนมัติเพื่อตรวจจับการคัดลอกคำตอบพบว่า ผู้เรียนมีพฤติกรรมการคัดลอกคำตอบจากอินเทอร์เน็ตมาตอบในข้อสอบหรือแบบฝึกหัดลดน้อยลงแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีระดับความสามารถที่เพิ่มขึ้น (Akçapinar, 2015)

แต่อย่างไรก็ดียังมีงานวิจัยบางงานที่พบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับในรูปแบบที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อความสามารถของผู้เรียน (van der Kleij et al., 2012) นอกจากนี้ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดว่า

รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดีขึ้นหรือไม่แล้ว ในเรื่องของการนำการให้ข้อมูลย้อนกลับไปใช้จริงในการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนในชั้นเรียนอย่างน้อยถ้าทราบถึงรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับว่ามีผลต่อนักเรียนอย่างไรแล้ว ครูก็ควรจะต้องมีแนวทางในการให้ข้อมูลย้อนกลับกับผู้เรียนให้มีสอดคล้องกับระดับความสามารถของผู้เรียนด้วย แต่จากงานวิจัยที่ผ่านมา ก็ยังไม่พบหลักฐานยืนยันว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบใดที่จะเหมาะสมกับผู้เรียนในบริบทที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้นพบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับนั้นน่าจะมีผลต่อความสามารถทางการเรียน ซึ่งความสามารถทางการเรียนส่วนใหญ่ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีในระบบคอมพิวเตอร์ มักจะเป็นบริบทของการประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตาม การประเมินดังกล่าวนี้ก็น่าจะสามารถนำมาประยุกต์ใช้สำหรับบริบทของการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้เนื่องจากมีเนื้อหาบางส่วนที่ต้องอาศัยทักษะการคำนวณและแก้โจทย์ปัญหาอันเป็นทักษะที่สัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในแนวตรงในรายวิชาฟิสิกส์ การแก้โจทย์ปัญหาความเข้มข้นของสารในรายวิชาเคมี หรือการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการถ่ายทอดพันธุกรรมในรายวิชาชีววิทยา ดังนั้นจากที่ได้กล่าวมาข้างต้นเมื่อพิจารณาเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์ในปัจจุบันพบว่า นักเรียนจำนวนมากไม่สามารถทำนายลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตในแต่ละรุ่นจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องส่งผลให้นักเรียนจำนวนมากมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำหรือไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนด (นนทกร อรุณพฤชกุล, 2559) สอดคล้องกับ สรรเสริญ วีระพจนานันท์ (2557) ที่พบว่า นักเรียนบางคนไม่สามารถเขียนจีโนไทป์ (Genotype) ของเซลล์สืบพันธุ์ได้ คิดเป็นร้อยละ 44.12 และเขียนได้บ้างแต่ไม่ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 8.82 ขณะที่การเขียนจีโนไทป์ของเซลล์สืบพันธุ์เป็นพื้นฐานสำคัญของการแก้โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์ของเมนเดลและพันธุศาสตร์ที่นอกเหนือจากพันธุศาสตร์ของเมนเดล เช่น การข่มอย่างไม่สมบูรณ์ การแสดงออกร่วมกันของยีน (สรรเสริญ วีระพจนานันท์, 2557) จากปัญหาดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะประเมินผู้เรียนโดยระบบคอมพิวเตอร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีในบริบทของการประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา

3.2 ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อความสามารถในการประเมินตนเอง

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อความสามารถในการประเมินตนเอง ผู้วิจัยได้ศึกษาใน 2 ประเด็น คือ 1) ความหมายและความสำคัญของการประเมินตนเอง 2) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อความสามารถในการประเมินตนเองของผู้เรียน โดยแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 ความหมายและความสำคัญของการประเมินตนเอง

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินตนเอง ซึ่งในต่างประเทศมีการใช้คำที่ต่างกันระหว่าง การประเมินความก้าวหน้าของตนเอง (Self-assessment) และการประเมินผลตนเอง/การประเมินตนเอง (Self-evaluation) ทั้งนี้เมื่อศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ในส่วนของคำว่า การประเมินความก้าวหน้า (Assessment) และการประเมินผล (Evaluation) มีความแตกต่างกัน ในหลายประเด็น ดังสรุปได้ในตาราง 2.8

ตาราง 2.8 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง การประเมินความก้าวหน้า (Assessment) และการประเมินผล (Evaluation) (Straight, 2002)

มิติของความแตกต่าง (Dimension of Difference)	การประเมินความก้าวหน้า (Assessment)	การประเมินผล (Evaluation)
1.ระยะเวลา (Timing)	ประเมินความก้าวหน้า/ประเมินเพื่อพัฒนา (Formative)	ประเมินผลสรุป (Summative)
2.ประเด็นของการวัด (Focus of Measurement)	ดูกระบวนการในการเรียนรู้ (Process-oriented)	ดูผลผลิต/สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ (Product-oriented)
3.ความสัมพันธ์ระหว่างผู้บริหารและผู้ได้รับการประเมิน (Relationship between Administrator and Recipient)	กำหนดเป้าหมาย/เกณฑ์ด้วยตนเอง (Internally Defined Criteria/Goals)	กำหนดเป้า/เกณฑ์มาตรฐานจากภายนอก (Externally Imposed Standards)
4.การใช้ผลการประเมิน (Findings)	เพื่อวินิจฉัย (Diagnostic)	เพื่อตัดสิน (Judgemental)
5.การปรับเปลี่ยนเกณฑ์ (Ongoing Modifiability of Criteria)	ยืดหยุ่นได้ (Flexible)	กำหนดชัดเจนไม่เปลี่ยนแปลง (Fixed)
6.มาตรฐานของการวัด (Standards of Measurement)	เกณฑ์สัมบูรณ์/อิงเกณฑ์ (Absolute)	เกณฑ์สัมพัทธ์/อิงกลุ่ม (Comparative)
7.ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลในการประเมิน (Relation between Objects of A/E)	ร่วมมือกัน (Cooperative)	การแข่งขัน (Competitive)

จากความแตกต่างระหว่างการประเมินความก้าวหน้าและการประเมินผล จึงทำให้เกิดแนวคิดการประเมินความก้าวหน้าของตนเอง (Self-assessment) และการประเมินตนเอง (Self-evaluation) ซึ่ง Sedikides & Strube (1995) กล่าวว่า การประเมินความก้าวหน้าของตนเอง (Self-assessment) เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลตนเอง (Self-evaluation) แต่มีความแตกต่างกัน คือ การประเมินตนเอง (Self-assessment) มุ่งเน้นไปศึกษาที่ความถูกต้องแม่นยำว่าผู้ประเมิน

มีมุมมองที่ตรงต่อสภาพปัจจุบันที่เป็นอยู่มากน้อยเพียงใด แต่ถ้าเป็นการประเมินความก้าวหน้าของตนเองนั้นจะมีมุมมองที่เห็นว่าตนเองมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างไร (Sedikides & Strube, 1995)

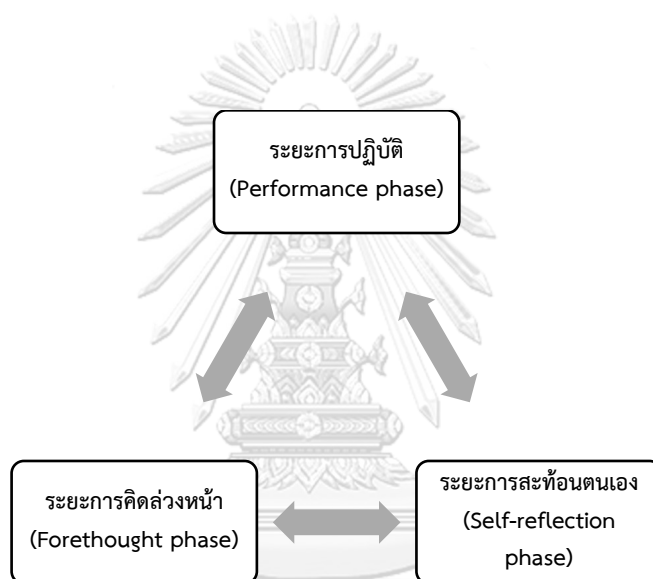
สำหรับการประเมินตนเองของผู้เรียนในการวิจัยครั้งนี้ได้มุ่งเน้นศึกษาไปที่การประเมินตนเองในเชิงตัดสินตนเอง (Self-judgment) ว่ามีความรู้แต่ในละด้านมากน้อยเพียงใด ดังนั้นผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นไปที่การประเมินตนเอง (Self-evaluation) เนื่องจากได้มีการกำหนดให้ผู้เรียนประเมินตนเองภายหลังจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับ โดยให้ผู้เรียนตัดสินว่าตนเองนั้นสามารถแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละด้านได้มากน้อยอย่างไร แล้ววิเคราะห์หาความแม่นยำในการประเมินตนเอง เพราะหากเป็นความสามารถในการประเมินความก้าวหน้าของตนเอง (Self-assessment) นั้นผู้เรียนต้องมีการกำหนดเป้าหมายในการเรียนด้วยตนเอง ตลอดจนผลที่ได้จากการประเมินจะต้องถูกนำมาใช้วินิจฉัยตนเอง แตกต่างจากการประเมินตนเอง (Self-evaluation) ที่มุ่งเน้นการตัดสินตนเอง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินตนเองพบว่า การประเมินตนเอง (Self-evaluation) หมายถึง กระบวนการหรือวิธีที่ใช้ในการตัดสินตนเองเกี่ยวกับความรู้ ความสามารถ ความเชื่อ เพื่อพิจารณาว่าตนเองมีจุดเด่น จุดด้อยที่ต้องปรับปรุงแก้ไขในเรื่องใดบ้าง ด้วยการเปรียบเทียบพฤติกรรมหรือผลการกระทำของตนเอง (Actual Performance) กับเกณฑ์ของพฤติกรรมที่ตั้งไว้ หรือเทียบกับความสามารถเดิมในตอนต้นที่มีอยู่แล้ว (ยุพา เวียงกลม, 2541; รัชนิวรรณ สงชู, 2544; ศิริเดช สุชีวะ, 2545; Ziv, Lehrer, & Schmid, 2011) ซึ่งหากประเมินตนเองได้ตรงหรือสอดคล้องกับความสามารถที่แท้จริง แสดงว่าผู้เรียนมีความตรงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Accuracy) (Labuhn, Zimmerman, & Hasselhorn, 2010)

การประเมินตนเองของผู้เรียน (Student Self-assessment) เป็นทั้งเครื่องมือประเมินและเครื่องมือพัฒนาการเรียนรู้ เพราะทำให้ผู้เรียนได้คิดใคร่ครวญว่าได้เรียนรู้อะไร เรียนรู้อย่างไร และผลงานที่ทำนั้นดีแล้วหรือยัง การประเมินตนเองจึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง การใช้การประเมินตนเองของผู้เรียนให้ประสบความสำเร็จได้ดีจะต้องมีเป้าหมายการเรียนรู้ที่ชัดเจน มีเกณฑ์ที่บ่งบอกความสำเร็จของชิ้นงาน/ภาระงาน และมาตรการการปรับปรุงแก้ไขตนเอง เป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนดชัดเจนและผู้เรียนได้รับทราบหรือร่วมกำหนดด้วย จะทำให้ผู้เรียนทราบว่าตนถูกคาดหวังให้รู้อะไร ทำอะไร มีหลักฐานใดที่แสดงการเรียนรู้ตามความคาดหวังนั้น หลักฐานที่มีคุณภาพควรมีเกณฑ์เช่นไร เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้เรียนพิจารณาประเมินซึ่งหากเกณฑ์เกิดจากการทำงานร่วมกันระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนด้วยจะเป็นการเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น การที่ผู้เรียนได้ใช้การประเมินตนเองบ่อยๆ โดยมีกรอบแนวทางการประเมินที่ชัดเจนนี้ จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินได้ค่อนข้างจริงและซื่อสัตย์ คำวิจารณ์ คำแนะนำของผู้เรียนมักจะจริงจังกว่กว่าของครู การประเมินตนเองจะเกิดประโยชน์ยิ่งขึ้น หากผู้เรียนทราบสิ่งที่ต้อง

ปรับปรุง แก้ไข และตั้งเป้าหมายการปรับปรุง แก้ไขของตน แล้วฝึกฝน พัฒนาโดยการดูแลสนับสนุน จากผู้สอนและความร่วมมือของครอบครัวเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตนเองมีหลายรูปแบบ เช่น การอภิปราย การเขียนสะท้อนผลงาน การใช้แบบสำรวจ การพูดคุยกับผู้สอน เป็นต้น

จากการศึกษาความเป็นมาของการประเมินตนเองพบว่า ความสามารถในการประเมินตนเอง (Self-evaluation) เป็นกระบวนการที่สำคัญหรือเป็นส่วนหนึ่งของการกำกับตนเอง (Self-regulation) (Labuhn, Zimmerman, & Hasselhorn, 2010) ซึ่ง Zimmerman (2000) ได้กล่าวถึง โมเดลในการกำกับตนเองที่ประกอบไปด้วย 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การคิดล่วงหน้า (Forethought) ระยะที่ 2 การปฏิบัติ (Performance) และระยะที่ 3 การสะท้อนตนเอง (Self-reflection) ดังภาพ 2.10



ภาพ 2.10 วงจรของโมเดลการกำกับตนเอง (Zimmerman, 2000)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่าวงจรของโมเดลการกำกับตนเองของ Zimmerman (2000) ประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ ของทั้ง 3 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 การคิดล่วงหน้า (Forethought) คือ กระบวนการที่กำหนดเป้าหมายที่คาดหวัง การวางแผนยุทธศาสตร์ต่างๆ ตลอดจนความเชื่อมั่นหรือการรับรู้ในความสามารถของตนเอง รวมถึงความสนใจจากภายใน

ระยะที่ 2 การปฏิบัติ (Performance) คือ การมุ่งเน้นให้ความสนใจในสิ่งที่ปฏิบัติ การเรียนรู้ด้วยตนเอง การกำกับติดตามตนเอง

ระยะที่ 3 การสะท้อนตนเอง (Self-reflection) คือ การประเมินตนเอง การประเมินความพึงพอใจของตนเอง การมีปฏิริยาสะท้อนกลับ การปรับปรุงตนเอง ดังสรุปได้ดังตาราง 2.9

ตาราง 2.9 ตารางสรุปกระบวนการที่เกิดขึ้นในแต่ละระยะของวงจรการกำกับตนเอง

ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	ระยะที่ 3
การคิดล่วงหน้า (Forethought)	การปฏิบัติ (Performance)	การสะท้อนตนเอง (Self-reflection)
<ul style="list-style-type: none"> • กระบวนการที่กำหนดเป้าหมายที่คาดหวัง (Goal Setting) 	<ul style="list-style-type: none"> • การมุ่งเน้นให้ความสนใจในสิ่งที่ปฏิบัติ (Attention Focusing) 	<ul style="list-style-type: none"> • การประเมินตนเอง (Self-evaluation)
<ul style="list-style-type: none"> • การวางแผนกลยุทธ์ต่างๆ (Strategic Planning) 	<ul style="list-style-type: none"> • การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-instruction) 	<ul style="list-style-type: none"> • การประเมินความพึงพอใจของตนเอง (Attributions)
<ul style="list-style-type: none"> • ความเชื่อมั่นหรือการรับรู้ในความสามารถของตนเอง (Self-efficacy Beliefs) 	<ul style="list-style-type: none"> • การกำกับติดตามตนเอง (Self-monitoring) 	<ul style="list-style-type: none"> • การมีปฏิกิริยาสะท้อนกลับ (Self-reactions)
<ul style="list-style-type: none"> • ความต้องการบรรลุเป้าหมาย (Goal Orientation) 		<ul style="list-style-type: none"> • การปรับปรุงตนเอง (Adaptively)
<ul style="list-style-type: none"> • ความสนใจจากภายใน (Intrinsic interest) 		

จากวงจรของโมเดลการกำกับตนเองจะเห็นว่า การประเมินตนเอง (Self-evaluation) เป็นกระบวนการสำคัญของการกำกับตนเองในระยะที่ 3 คือระยะการสะท้อนตนเอง (Self-reflection) ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการประเมินตนเองว่าตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมีการวัดความสามารถในการประเมินตนเองของผู้เรียนอย่างไร และการเกิดความสามารถในการประเมินตนเองนั้นสามารถเกิดจากการให้ข้อมูลย้อนกลับได้อย่างไร ดังจะอธิบายในประเด็นถัดไป

3.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อความสามารถในการประเมินตนเอง

การประเมินตนเองของผู้เรียนในทางปฏิบัติที่พบเห็นได้ในบริบททั่วไปในชั้นเรียน คือ การให้ผู้เรียนประเมินตนเองภายหลังจากที่ได้ทำกิจกรรมต่างๆ เช่น ประเมินตนเองภายหลังจากการทำแบบประเมินความรู้หรือทักษะต่างๆ โดยประเมินว่าตนเองนั้นมีความมั่นใจในสิ่งที่ตนเองได้ปฏิบัติมากน้อยเพียงใด ขณะเดียวกันผลจากการประเมินตนเองก็จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับความสามารถของความรู้หรือทักษะจริง (Labuhn, Zimmerman, & Hasselhorn, 2010) ซึ่งผลจากการเปรียบเทียบความ

แตกต่างกันระหว่างผลการประเมินตนเองกับความสามารถของความรู้ หรือทักษะจริง หากมีผลไม่แตกต่างกันมากก็ไม่ถือว่ามีความลำเอียงในการประเมินตนเอง แต่หากมีค่าลำเอียงเกิดขึ้น เช่น ผู้เรียนที่มีการประเมินตนเองสูงกว่าความเป็นจริง (Overestimation/ Over-confident) จะเป็นนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่ต่ำด้วย (Bol & Hacker, 2001; Klassen, 2006) ซึ่งความลำเอียงที่เกิดจากการประเมินตนเองยังทำให้ความแม่นยำในการประเมินเองลดต่ำลง

Eberlein (2011) พบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับมีผลต่อความสามารถในการประเมินตนเองและนำไปพัฒนาตนเอง แต่อย่างไรก็ดีความสามารถในการประเมินตนเองนั้นขึ้นอยู่กับรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับด้วย ขณะที่ Berks (2006) ได้ศึกษาถึงผลของการประเมินตนเองของผู้เรียนที่มีต่อความสามารถในการเรียนรู้โดยการประเมินตนเองของนักเรียนทำให้นักเรียนมีการวางแผนและเตรียมความพร้อมสำหรับการสอบได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นจะเห็นว่าหากกระบวนการประเมินที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถประเมินตนเองได้ ความสามารถในการประเมินตนเองก็จะไปส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการวางแผนปรับปรุงตนเองเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้นได้ สอดคล้องกับ Peyghambarian และคณะ (2015) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนในระบบออนไลน์เพื่อพัฒนาความสามารถในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจของผู้เรียนที่ใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สอง ผลการวิจัยพบว่าการไม่ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนนั้นจะไม่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการประเมินตนเองในการเรียนรู้

ขณะที่เมื่อพิจารณาในตัวแปรเกี่ยวกับเพศพบว่า ผู้เรียนเพศชายและเพศหญิงมีความแม่นยำในการประเมินตนเองและความลำเอียงในการประเมินตนเองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แม้ว่าผู้เรียนเพศชายจะมีแนวโน้มว่ามีคะแนนการประเมินตนเองหลังเรียนมากกว่าผู้เรียนเพศหญิง (Sheldrake, Mujtaba, & Reiss, 2014) ดังตาราง 2.10

ตาราง 2.10 สรุปผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อการประเมินตนเองจากงานวิจัยต่างๆ

ตัวแปรอิสระ	ผลการประเมินตนเอง	
	แตกต่างกัน	ไม่แตกต่างกัน
1.เพศชาย-หญิง (Sheldrake, Mujtaba, & Reiss, 2014)		✓
2.รูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน (Harks et al., 2013)	✓	
3.ผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน (Bol & Hacker, 2001; Klassen, 2006)	✓	

3.3 ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อการทวนคำตอบ

จากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อการทวนคำตอบ สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเด็น คือ 1) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทวนคำตอบ 2) รูปแบบการทวนคำตอบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทวนคำตอบ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการทวนคำตอบ สามารถจำแนกออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านคุณลักษณะของข้อสอบ ด้านคุณลักษณะของผู้สอบ ด้านการจัดการสอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ด้านคุณลักษณะของข้อสอบ ได้แก่ ระดับความยากของข้อสอบ ระดับพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ อำนาจจำแนกของข้อสอบ ข้อสอบมีการชี้นำคำตอบ และเนื้อหาวิชาที่สอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ก) ระดับความยากของข้อสอบ

ข้อสอบที่มีค่าความยากค่อนข้างยากจะพบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะมีการทวนคำตอบมากกว่านักเรียนระดับอื่น และมีคะแนนหลังจากการทวนคำตอบเพิ่มขึ้น (ขวัญใจ อุดรารณณ์, 2528; ประณาท เทียนศรี, 2546) ซึ่งระดับความยากของข้อสอบ มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนคำตอบระหว่างการสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้อสอบที่ง่ายจะมีการเปลี่ยนแปลงของคะแนนที่มีความสัมพันธ์กันในทิศทางบวกกับจำนวนการเปลี่ยนคำตอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ข้อสอบที่ง่ายจะมีการเปลี่ยนคำตอบจากผิดเป็นถูกมากกว่าข้อสอบที่ยาก (กานดา ทองวัฒนะ, 2521; Al-Hamly, & Coombe, 2005; Ferguson et al., 2009; Mueller & Wasser, 1977)

สำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยากกับการเปลี่ยนคำตอบของงานวิจัยดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น ใช้การวิเคราะห์ค่าความยาก (p) จากทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory: CTT)

ข) ระดับพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้

ข้อสอบที่นักเรียนมีการทวนคำตอบมากที่สุดในรายวิชาวิทยาศาสตร์เป็นข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านความรู้ ความจำ (ประณาท เทียนศรี, 2546) ซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยบางงานที่พบว่าข้อสอบที่วัดในระดับพฤติกรรมขั้นสูงและขั้นต่ำมีจำนวนครั้งในการเปลี่ยนคำตอบไม่แตกต่างกัน แต่พบว่าในผู้สอบที่มีระดับความสามารถที่แตกต่างกันจะได้ประโยชน์ในทางบวกจากการเปลี่ยนคำตอบแตกต่างกันทั้งในข้อสอบที่วัดระดับพฤติกรรมขั้นสูงและขั้นต่ำ กล่าวคือในผู้สอบที่มี

ความสามารถ แตกต่างกันจะเปลี่ยนคำตอบในข้อสอบที่วัดพฤติกรรมขั้นสูงและขั้นต่ำโดยมีรูปแบบการเปลี่ยนจากผิดเป็นถูกที่ต่างกัน (Ill, White, & Coop, 1979)

ค) อำนาจจำแนกของข้อสอบ

ค่าอำนาจจำแนก มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนคำตอบระหว่างการสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำ จะมีการเปลี่ยนคำตอบมากกว่าข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งกานดา ทองวัฒนะ (2521) พบว่า ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงจะมีการเปลี่ยนแปลงของคะแนน ที่มีความสัมพันธ์กันในทิศทางลบกับจำนวนการเปลี่ยนคำตอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ขวัญใจ อุตราภรณ์ (2528) และ Ferguson และคณะ (2009)

ง) ข้อสอบมีการชี้นำคำตอบ

การที่ข้อสอบข้อถัดไปมีการชี้นำคำตอบของข้อสอบที่อยู่ก่อนหน้า ส่งผลให้ผู้สอบย้อนกลับมาแก้ไขคำตอบ (Edwards และ Marshall, 1987 cited in van der Linden, Joen & Ferrara, 2011)

จ) เนื้อหาวิชาที่สอบ

เนื้อหาวิชาที่แตกต่างกันจะมีการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน (ประณาท เทียนศรี, 2546) ซึ่งทำการศึกษาการเปลี่ยนคำตอบในข้อสอบจำนวน 3 รายวิชาได้แก่ วิชา สังคมศึกษา วิชา คณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ โดยพบว่าวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีการเปลี่ยนคำตอบจากถูกเป็นผิดมากเป็นอันดับหนึ่ง รองลงมาอันดับสองคือ รายวิชาคณิตศาสตร์และอันดับสามคือ รายวิชาสังคมศึกษา โดย ประณาท เทียนศรี (2546) ได้กล่าวว่า ที่เป็นเช่นนี้เพราะวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยเหตุผลข้อเท็จจริง มีหลักการกระบวนการเรียนการสอนเน้นให้นักเรียนคิด ทดลอง ค้นคว้าด้วยตนเอง ตลอดจนมีการปฏิบัติจริงทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงบนพื้นฐานของเหตุและผลที่ตามมา ส่วนรายวิชาคณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่เน้นการคิดเพื่อหาคำตอบ โดยมีกระบวนการคิดเป็นลำดับขั้นตอน ใช้ทักษะการคิดคำนวณสามารถหาคำตอบได้หลายวิธี ซึ่งมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว ถ้านักเรียนคิดคำตอบได้ตรงกับตัวเลือกก็มีโอกาสที่จะถูกต้องมากกว่า ส่วนวิชาสังคมนั้นเป็นวิชาที่รวบรวมเนื้อหาจากหลายวิชา ได้แก่ ประวัติศาสตร์ ภูมิศาสตร์ หน้าที่พลเมือง ศิลปกรรม รัฐศาสตร์ กฎหมาย เป็นต้น ดังนั้นเนื้อหาจึงมีขอบเขตค่อนข้างกว้างขวางกว่าวิชาอื่นๆ นอกจากการเรียนในห้องเรียนแล้ว นักเรียนที่มีความรู้รอบตัว สนใจเหตุการณ์ต่างๆ อยู่เสมอ ย่อมจะมีข้อมูลในการตัดสินใจเลือกคำตอบได้มากกว่านักเรียนที่ไม่มีข้อมูล

2) ด้านคุณลักษณะของผู้สอบ ได้แก่ ความสามารถของผู้สอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพศ และความวิตกกังวลต่อการสอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ก) ความสามารถของผู้สอบ/ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักเรียนกลุ่มสูงมักจะเปลี่ยนคำตอบแล้วส่งผลให้ได้คะแนนสูงขึ้น (ประณาท เทียนศรี, 2546; พิมพ์สิริ เจริญนรเศรษฐ์, 2549; Di Milia, 2007; Ferguson et al., 2009; Vispoel, 1998) ซึ่งผู้สอบที่มีความสามารถแตกต่างกันจะมีรูปแบบการเปลี่ยนคำตอบจากถูกเป็นผิด ผิดเป็นถูก และผิดเป็นผิด ต่างกัน (ขวัญใจ อุตราภรณ์, 2528; พิมพ์สิริ เจริญนรเศรษฐ์, 2549) แต่ก็มีงานวิจัยของ Van der Linden, Joen, & Ferrara (2011) ที่พบว่าผู้สอบในทุกระดับความสามารถไม่ได้รับผลดีจากการเปลี่ยนคำตอบ

ข) เพศ

เพศชายมีการเปลี่ยนคำตอบแล้วได้คะแนนสูงกว่าเพศหญิง (ประณาท เทียนศรี, 2546; Di Milia, 2007; Reile & Briggs, 1952) แต่ก็มีงานวิจัยบางงานที่พบว่าเพศหญิงมีการเปลี่ยนคำตอบแล้วได้คะแนนสูงกว่าเพศชาย (Bath, 1967 cited in Al-Hamly, & Coombe, 2005) หรือในบางงานวิจัยพบว่า ทั้งเพศชายและเพศหญิงมีการเปลี่ยนคำตอบไม่แตกต่างกัน (ขวัญใจ อุตราภรณ์, 2528)

ค) ความวิตกกังวลต่อการสอบ

นักเรียนที่มีความวิตกกังวลต่อการสอบจะมีการเปลี่ยนคำตอบมากกว่านักเรียนที่ไม่มีความวิตกกังวล (Mueller & Wasser, 1977)

3) ด้านการจัดการสอบ ได้แก่ ระยะเวลาที่ใช้ในการสอบและการให้ข้อมูลย้อนกลับในการสอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ก) ระยะเวลาที่ใช้ในการสอบ

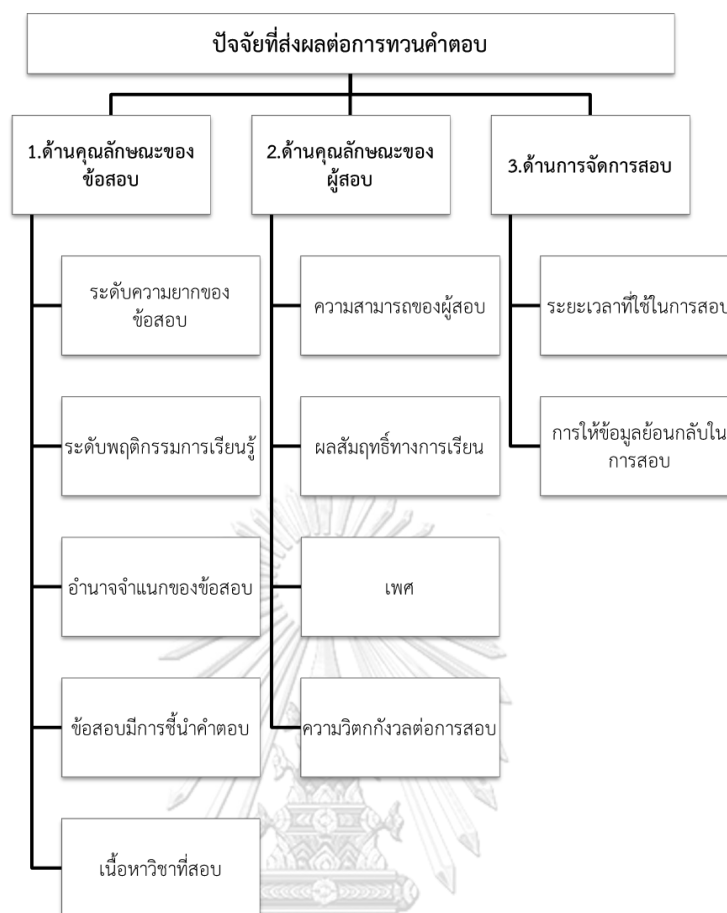
จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระยะเวลาที่ใช้ในการสอบที่มีผลต่อการทวนคำตอบแล้ว สามารถสรุปได้ว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการตอบข้อสอบนั้นมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนคำตอบ ซึ่ง Ferguson และคณะ (2009) พบว่า ระยะเวลาที่มากขึ้นจะทำให้เกิดการเปลี่ยนคำตอบ ซึ่ง ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการตอบข้อสอบ 1 ข้อ คิดเป็น 60 วินาที โดยมีช่วงระยะเวลาที่ใช้ตั้งแต่ 11 วินาที ถึง 266 วินาที นอกจากนี้ พิมพ์สิริ เจริญนรเศรษฐ์ (2549) พบว่า ผู้สอบส่วนใหญ่จะใช้เวลาในการทำข้อสอบในเงื่อนไขการให้ทวนคำตอบมากกว่าการไม่ให้ทวนคำตอบเฉลี่ย 19.90% โดยผู้สอบที่มีระดับความสามารถสูงจะใช้เวลาในการทำข้อสอบในเงื่อนไข การให้ทวนคำตอบเพิ่มขึ้นจากเงื่อนไขการไม่ให้ทวนคำตอบมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ผู้สอบที่มีระดับความสามารถต่ำ และผู้สอบที่มีระดับความสามารถปานกลางตามลำดับ (พิมพ์สิริ เจริญนรเศรษฐ์, 2549)

ข) การให้ข้อมูลย้อนกลับในการสอบ

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อการทวนคำตอบ พบว่า การที่ผู้เรียนตอบผิดในครั้งแรกแล้วทวนคำตอบหลังจากได้รับข้อมูลย้อนกลับส่งผลให้มีการเปลี่ยนคำตอบซึ่งจะมีสองแบบ คือ 1) ทวนคำตอบแล้วเปลี่ยนจากผิดเป็นผิด 2) ทวนคำตอบแล้วเปลี่ยนจากผิดเป็นถูก โดยการทวนคำตอบแล้วเปลี่ยนคำตอบจากผิดเป็นถูกในข้อสอบแบบหลายตัวเลือกที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแล้วตอบจนกว่าจะถูกด้วยการให้ข้อมูลย้อนกลับหลังจากคำตอบแรกที่ผิด (MTH) คิดเป็น 58 % ซึ่งสูงกว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วตอบจนกว่าจะถูกด้วยการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง (MTC) คิดเป็น 38% ขณะที่ข้อสอบแบบเสนอคำตอบที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ MTC มีการทวนคำตอบแล้วเปลี่ยนคำตอบในครั้งที่ 2 จากผิดเป็นถูก คิดเป็น 34 % ซึ่งต่ำกว่าการได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ MTH คิดเป็น 44% (Attali, 2015) ดังนั้นจะเห็นได้ว่ารูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันก็ส่งผลต่อผลที่ได้จากการทวนคำตอบที่แตกต่างกันด้วย

นอกจากนี้ รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีลักษณะผสมระหว่างการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีทั้งการอธิบายรายละเอียดด้วยการยกตัวอย่างปัญหาที่มีความใกล้เคียงกับปัญหาที่ผู้เรียนกำลังเผชิญอยู่ในขณะนั้น ก็ส่งผลให้นักเรียนมีการทวนคำตอบอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (อนงค์ เมธิพิทักษ์ธรรม, 2555)

จากปัจจัยที่ส่งผลต่อการทวนคำตอบ สามารถจำแนกออกเป็น 3 ด้าน คือ 1) ด้านคุณลักษณะของข้อสอบ ได้แก่ ระดับความยากของข้อสอบ ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ อำนาจจำแนกของข้อสอบ ข้อสอบมีการชี้้นำคำตอบ และเนื้อหาวิชาที่สอบ 2) ด้านคุณลักษณะของผู้สอบ ได้แก่ ความสามารถของผู้สอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพศ และความวิตกกังวลต่อการสอบ 3) ด้านการจัดการสอบ ได้แก่ ระยะเวลาที่ใช้ในการสอบและการให้ข้อมูลย้อนกลับในการสอบ สรุปได้ดังภาพ 2.11



ภาพ 2.11 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทวนคำตอบ

3.3.2 รูปแบบการทวนคำตอบที่ทำการศึกษา

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสามารถสรุปรูปแบบการทวนคำตอบได้ดังนี้

- 1) เมื่อทวนคำตอบแล้วไม่เปลี่ยนคำตอบ มีรูปแบบการทวนคำตอบ 2 รูปแบบ คือ
 - 1.1) เมื่อทวนคำตอบ แล้วยังคงคำตอบถูกไว้ (Correct > No switch)
 - 1.2) เมื่อทวนคำตอบ แล้วยังคงคำตอบผิดไว้ (Incorrect > No switch)
- 2) เมื่อทวนแล้วเปลี่ยนคำตอบ มีรูปแบบการทวนคำตอบ 3 รูปแบบ คือ
 - 2.1) เมื่อทวนแล้วเปลี่ยนคำตอบ จากถูกเป็นผิด (Correct > Incorrect)
 - 2.2) เมื่อทวนแล้วเปลี่ยนคำตอบ จากผิดเป็นถูก (Incorrect > Correct)
 - 2.3) เมื่อทวนแล้วเปลี่ยนคำตอบ จากผิดเป็นผิด (Incorrect > Incorrect)

3.4 ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อตัวแปรอื่นๆ

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับยังมีผลต่อตัวแปรอื่นๆซึ่ง สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเด็น คือ 1) ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อเจตคติ

ของผู้เรียน 2) ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อคุณภาพของแบบสอบ 3) ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อระยะเวลาในการตอบข้อสอบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.4.1 ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อเจตคติของผู้เรียน

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับมีผลต่อผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อเจตคติของผู้เรียนพบว่า กลุ่มผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับมีระดับความวิตกกังวลในการสอบน้อยกว่ากลุ่มผู้เรียนที่ไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ (Attali, & Powers, 2010) นอกจากนี้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อนแก่ผู้เรียนในการประเมินการเขียนทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีระดับความวิตกกังวลในการเขียนลดลง (Yastibas, & Yastibas, 2015) สอดคล้องกับการศึกษาในผู้เรียนที่ได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันจำนวน 3 รูปแบบ คือ 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยอิงตนเอง (Self-referential Feedback) 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยอิงกลุ่ม (Normative feedback) 3) การไม่ให้ข้อมูลย้อนกลับ (No Feedback) พบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยอิงตนเองนั้นส่งผลให้ผู้เรียนมีความสุขสนุกสนาน (Enjoyment) และไม่มีความเครียด (Pekrun et al., 2014)

นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้สอบมีเจตคติและแรงจูงใจในเชิงบวกต่อการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที โดยมีระดับเจตคติและแรงจูงใจที่สูงกว่าการได้รับข้อมูลย้อนกลับในภายหลัง (van der Kleij et al., 2012) สอดคล้องกับ สุชาภา คล้ายมณีและคณะ (2558) ที่ได้ศึกษาผลการให้ข้อมูลย้อนกลับต่อการปฏิบัติกิจกรรม 5 ส หอพัก ของนักศึกษาพยาบาลวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนครราชสีมา ผลการวิจัยพบว่าผลการให้ข้อมูลย้อนกลับ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรม 5 ส หอพัก ของนักศึกษาไปในทางที่ดีขึ้น ช่วยพัฒนาสิ่งแวดล้อมหอพักให้สะอาดสวยงาม น่าอยู่ นักศึกษามีสุขอนามัยที่ดี มีระเบียบ วินัยตามคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของวิชาชีพพยาบาล

จากการศึกษาจึงสรุปได้ว่า รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันมีผลต่อความวิตกกังวลของผู้สอบที่แตกต่างกันด้วย (van der Kleij et al., 2012)

3.4.2 ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อคุณภาพของแบบสอบ

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับในการสอบพบว่า คุณสมบัติทางจิตมิติ ได้แก่ ค่าความเที่ยง ค่าความยาก และอำนาจจำแนก โดยพบว่า คำตอบที่ผ่านการทวนและแก้ไขคำตอบแล้ว มีค่าความเที่ยงสูงกว่าการตอบในครั้งแรกที่ไม่ได้มีการแก้ไขคำตอบ (Attali, 2011; Attali, & Powers, 2008) ซึ่งในภายหลังได้มีงานวิจัยมารองรับว่า จำนวนครั้งที่ตอบนั้นมีความสัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ (Attali, & Powers, 2010) ซึ่งต่อมาก็ได้มีการนำทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมาใช้ในการวิเคราะห์ผลการตอบของนักเรียนภายหลังจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งประกอบไปด้วย 2 วิธีที่มีการนำมาประยุกต์ใช้ คือ 1) โมเดลการ

ตอบสนองข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ 2) Graded Response Model (GRM) โดยผลการวิเคราะห์พบว่าวิธีการวิเคราะห์แบบ 2 พารามิเตอร์ ให้ค่าความเที่ยง 0.84 ซึ่งต่ำกว่า GRM ซึ่งมีความเที่ยง 0.87 โดย GRM ให้ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและอำนาจที่สูงกว่าแบบโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ (Attali, 2011)

ในทางตรงกันข้ามกลับพบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อค่าความเที่ยงของแบบสอบ โดยงานวิจัยของ Attali (2015) ที่ได้ศึกษารูปแบบการให้ข้อมูลที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบ คือ 1) การไม่ให้ข้อมูลย้อนกลับ: No Feedback (NF) 2) Immediate Knowledge of the Correct Response (KCR) 3) Multiple-try Feedback with Knowledge of the Correct Response (MTC) 4) Multiple-try Feedback with Hints after an Initial Incorrect Response (MTH) พบว่า ข้อสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันทั้ง 4 รูปแบบ มีค่าความเที่ยงของแบบสอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.4.3 ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อระยะเวลาในการตอบข้อสอบ

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อระยะเวลาในการตอบข้อสอบ พบว่า ผู้เรียนต้องใช้ระยะเวลาในการอ่านข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบาย (Elaborated Feedback) ในการประเมินความเข้าใจในการอ่านผ่านระบบคอมพิวเตอร์ นานกว่าการได้รับข้อมูลย้อนกลับรูปแบบอื่น (Golke, Dorfler, & Artelt, 2015) สอดคล้องกับ Gouli, Gogoulou และ Grigoriadou (2008) ที่ได้ศึกษาวิจัยโดยใช้ ข้อสอบแบบหลายตัวเลือกจำนวน 15 ข้อ ซึ่งได้ระบุว่าเวลาที่ใช้ในการทดสอบโดยเฉลี่ยข้อละ 2-6 นาทีต่อข้อขึ้นอยู่กับความยาก

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับสามารถจำแนกผลการศึกษาได้เป็น 4 ประเด็น คือ 1) ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อระดับความสามารถของผู้เรียนโดยพบว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับในการประเมินโดยระบบคอมพิวเตอร์มีผลต่อความสามารถของผู้เรียนโดยนักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันจะมีระดับความสามารถที่แตกต่างกัน (อนงค์ เมธิพิทักษ์ธรรม, 2555, Akçapinar, 2015; Attali, 2015; Dunlosky, & Rawson, 2015; Lipko-Speed, Dunlosky, & Rawson, 2014) 2) ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อความสามารถในการประเมินตนเองของผู้เรียนโดยพบว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับมีผลต่อความสามารถในการประเมินตนเองและนำไปพัฒนาตนเอง อย่างไรก็ตามความสามารถในการประเมินตนเองนั้นขึ้นอยู่กับรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับด้วย (Eberlein, 2010) 3) ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อการทวนคำตอบโดยพบว่า ภายหลังจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับแล้วจะมีรูปแบบคำตอบได้ 2 แบบคือการเปลี่ยนคำตอบจากผิดเป็นถูก (Incorrect to Correct) และการเปลี่ยนคำตอบจากผิดเป็นผิด (Incorrect to Incorrect) (อนงค์ เมธิพิทักษ์ธรรม, 2555; Attali, 2015;) 4) ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อตัวแปรอื่นๆ ได้แก่ 4.1) เจตคติของผู้เรียนโดยพบว่ากลุ่มผู้เรียน

ที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับมีระดับความวิตกกังวลในการสอบน้อยกว่ากลุ่มผู้เรียนที่ไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ (สุชาภา คลัยมณี, 2558; Attali, & Powers, 2010; van der Kleij et al., 2012; Pekrun et al., 2014; Yastibas, & Yastibas, 2015) 4.2) คุณภาพของแบบสอบโดยพบว่า คำตอบที่ผ่านการทวนและแก้ไขคำตอบแล้ว มีค่าความเที่ยงสูงกว่าการตอบในครั้งแรกที่ไม่ได้มีการแก้ไขคำตอบและจำนวนครั้งที่ตอบนั้นมีความสัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์ของ (Attali, 2011, 2015; Attali, & Powers, 2008, 2010) 4.3) ระยะเวลาในการตอบข้อสอบโดยพบว่า เวลาที่ใช้ในการทดสอบโดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 2-6 นาทีขึ้นอยู่กับความยากและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ หากเป็นข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียดก็จะใช้เวลามากกว่าข้อมูลย้อนกลับแบบอื่น (Gouli, Gogoulou, & Grigoriadou 2008; Golke, Dorfler, & Artelt, 2015) ซึ่งสามารถสรุปได้ดังภาพ 2.12



ภาพ 2.12 ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับ

ตอนที่ 4 การวัดความสามารถของผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีในการประเมินโดยระบบคอมพิวเตอร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดความสามารถของผู้เรียนที่ได้รับการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ โดยสามารถจำแนกประเด็นที่ศึกษาได้ 2 ประเด็น คือ 1) วิธีการวัดความสามารถของผู้เรียนในการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ และ 2) ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่อง โดยแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 วิธีการวัดความสามารถของผู้เรียนในการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการวัดความสามารถของผู้เรียนในการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ โดยสามารถจำแนกประเด็นที่ศึกษาได้ 2 ประเด็น คือ 1) การวัดความสามารถทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ 2) การวัดความแม่นยำในการประเมินตนเองของผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.1 การวัดความสามารถทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดความสามารถทางการเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ผู้วิจัยได้ศึกษาประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจำแนกออกเป็น 3 ประเด็น คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความสามารถทางการเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ 2) วิธีการวัดความสามารถทางการเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1.1) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความสามารถทางการเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับประกอบด้วย 2 รูปแบบ ได้แก่ 1) แบบสอบเขียนตอบ (Paper-based Test: PBT) 2) แบบทดสอบในระบบคอมพิวเตอร์ (Computer-based Test: CBT) โดยแต่ละรูปแบบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

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

- **แบบสอบปรนัยที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ** การใช้แบบสอบปรนัยแบบหลายตัวเลือกที่เป็นการเลือกตัวเลือกลงไปในกระดาษคำตอบนั้นเป็นวิธีการทดสอบที่ใช้มานาน ขณะเดียวกันก็เริ่มมีการศึกษาเกี่ยวกับทดสอบโดยใช้แบบสอบปรนัยที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในกระดาษคำตอบมากขึ้น เพื่อศึกษาการตอบของนักเรียนโดยกระดาษคำตอบนี้จะถูกผลิตโดยใช้สารเคมีที่มีความพิเศษ เพื่อให้สามารถใช้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับได้ โดยมีกลไกในการนำไปใช้ในการทดสอบ คือ เมื่อผู้สอบฝนคำตอบลงไปในช่วงคำตอบแล้วหากเป็นคำตอบที่ถูกจะปรากฏเป็นรูป * แต่หากฝนคำตอบไม่ถูกช่องนั้นก็จะยังคงปรากฏเป็นช่องสี่ดำเหมือนเดิม โดยตัวอย่างกระดาษคำตอบก่อนการทดสอบและหลังการทดสอบแสดงดังในภาพ 2.13

Immediate Feedback Assessment technique (IF AT®)						
Name				Test #		
Subject				Total		
Scratch off covering to expose answer						
	A	B	C	D	E	Score
1.	■	■	■	■	■	_____
2.	■	■	■	■	■	_____
3.	■	■	■	■	■	_____
4.	■	■	■	■	■	_____
5.	■	■	■	■	■	_____

Immediate Feedback Assessment technique (IF AT®)						
Name				Test #		
Subject				Total		
Scratch off covering to expose answer						
	A	B	C	D	E	Score
1.	■	□*	■	■	■	_____
2.	■	■	□*	□	■	_____
3.	□*	■	■	■	■	_____
4.	□	■	□	■	□*	_____
5.	□	□	□*	□	□	_____

ภาพ 2.13 ตัวอย่างกระดาษคำตอบที่ใช้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Persky, & Pollack, 2008)

- **แบบสอบอัตโนมัติที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ** แบบสอบอัตโนมัติที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ส่วนใหญ่ที่มีการศึกษามักจะเป็นข้อสอบเกี่ยวกับการใช้ภาษา ซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ภาษานั้นจะมีการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อแก้ไขข้อความหรือประโยคที่เขียนแล้วไม่ถูกต้องซึ่งมีรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน โดยพบว่านักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันในการประเมินการเขียน ส่งผลให้มีระดับความสามารถทางภาษาที่แตกต่างกัน (Diab, 2015; Faeiha, 2015; Gielen, & Wever, 2015; Han, & Hyland, 2015; Rassaei, 2015)

ข) แบบทดสอบในระบบคอมพิวเตอร์ (Computer-based Test: CBT) เป็นแบบทดสอบที่ทดสอบผ่านระบบคอมพิวเตอร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้สามารถประมวลผลการสอบรวดเร็วขึ้น และลดความผิดพลาดในการระบายคำตอบลงในกระดาษคำตอบ ซึ่งงานวิจัยที่ผ่านมาได้ศึกษาการทวนคำตอบโดยทดสอบผ่านระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งเมื่อจำแนกตามรูปแบบของแบบทดสอบสามารถ แบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบสอบปรนัยที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์ และแบบสอบอัตโนมัติที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- **แบบสอบปรนัยที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์**

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบปรนัยที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์ พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่มักจะใช้รูปแบบข้อสอบเป็นข้อสอบเลือกตอบแบบหลายตัวเลือกตั้งแต่ 4-6 ตัวเลือก โดยอาจเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Attali, & Powers, 2008) รวมถึงเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจทางภาษา (Culpepper, 2014; Delgado, & Prieto, 2003; Golke, Dorfler, & Artelt, 2015; van der Kleij et al., 2012; Lipko-Speed, Dunlosky, & Rawson, 2014; Sinhaa, & Glassa, 2015)

- **แบบสอบอัตนัยที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์**

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบอัตนัยที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์ พบว่ารูปแบบข้อสอบที่ใช้ส่วนใหญ่มักจะเป็นการเติมคำตอบสั้น (Short Answer) ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิชาชีววิทยา วิชาจิตวิทยา (Attali, 2011; Attali, & Powers, 2008) โดยการศึกษาการไม่ให้ข้อมูลย้อนกลับ (No Feedback) และให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ในแบบสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบเติมคำตอบสั้น จำนวน 27 ข้อ ในนักเรียนจำนวน 419 คน ที่มีผลต่อระดับ ระดับความวิตกกังวลของผู้สอบ ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ค่าความเที่ยงของแบบสอบ และคะแนนสอบพบว่า ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากข้อสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับมีค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากที่สูงกว่าแบบข้อสอบที่ไม่ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Attali, 2011) แต่จากงานศึกษางานวิจัยที่ใช้แบบสอบอัตนัยที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์พบว่า มีข้อเสีย คือ การพิมพ์คำตอบไป ในรูปแบบของเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นอุปสรรคในการตอบ ไม่สะดวกเหมือนการเขียนตอบ ทั้งนี้ควรมีคำสั่งตัวอย่างชี้แจงรูปแบบการพิมพ์ตอบให้ชัดเจน (อนงค์ เมธิพิทักษ์ธรรม, 2555)

เมื่อเปรียบเทียบรูปแบบของข้อสอบระหว่างข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบหลายตัวเลือกกับข้อสอบอัตนัยที่เติมคำตอบสั้นพบว่า นักเรียนจะมีค่าเฉลี่ยคะแนนที่สูงกรณีที่นักเรียนได้รับข้อมูลย้อนกลับโดยเปิดโอกาสให้ตอบจนกว่าจะถูกในข้อสอบอัตนัยที่เติมคำตอบสั้น ซึ่งสูงกว่าในแบบปรนัยเลือกตอบหลายตัวเลือกที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับรูปแบบเดียวกัน (Attali, 2015)

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

1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปหรือแบบดั้งเดิม

การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปหรือแบบดั้งเดิม คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับในการประเมินโดยระบบคอมพิวเตอร์แก่ผู้เรียน โดยรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับนั้นถูกกำหนดมาตั้งแต่แรกว่าจะเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบใด แต่มีได้นำความสามารถของผู้เรียนมาเป็นตัวกำหนดในการให้ข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งจากการศึกษาและสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่นิยมใช้รูปแบบนี้ ซึ่งเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปหรือแบบดั้งเดิม เนื่องจากสามารถออกแบบและใช้งานได้ง่าย แต่หากพิจารณาปัจจัยด้านความสามารถของผู้เรียน จะพบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบดั้งเดิมอาจมีข้อจำกัด เนื่องจากผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันก็

น่าจะได้ประโยชน์และเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้นจากรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีการคิดค้นและพัฒนาการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ปรับเหมาะตามความสามารถของผู้เรียน ดังรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบปรับเหมาะตามความสามารถของผู้เรียน

การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบปรับเหมาะตามความสามารถของผู้เรียน (Adaptive Feedback Framework; AFF) ถูกเสนอขึ้นมาสําหรับการเตรียมการให้ข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้เรียนรายบุคคลและความต้องการจำเป็นในบริบทของการเรียนรู้ในระบบคอมพิวเตอร์ Gouli, Gogoulou และ Grigoriadou (2008) องค์กรประกอบในการให้ข้อมูลที่หลากหลาย การทบทวนและการให้ข้อมูลย้อนกลับถูกนำมารวมอยู่ในแนวคิดนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) กระตุ้นให้ผู้เรียนสะท้อนความเชื่อของเขาออกมา 2) ให้คำแนะนำและทบทวนซึ่งมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาที่คาดหวัง 3) สะท้อนให้ผู้เรียนทราบระดับความสามารถของตนเอง การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบปรับเหมาะตามความสามารถของผู้เรียนที่นำเสนอนี้ได้ใช้การจัดกลุ่มรูปแบบคำตอบของผู้เรียน

4.1.1.2) วิธีการวัดความสามารถทางการเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการวัดความสามารถทางการเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ผู้วิจัยได้ศึกษามุ่งเน้นไปที่การวัดความสามารถทางการเรียนของผู้เรียน โดยการประยุกต์ใช้ Rasch SIRT model ซึ่งมีการใช้วิธีการ Bayesian เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและค่าความสามารถ ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ Rasch SIRT Model ของ Albert และ Chib (1993) พบว่าได้มีการพัฒนา MCMC อัลกอริทึม สําหรับใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ใน Rasch SIRT model (Albert & Chib, 1993) ซึ่งจากสมการสำหรับการวิเคราะห์ความสามารถของผู้เรียนที่ Culpepper (2014) ได้นำมาประยุกต์ใช้ มีสูตรดังนี้

$$H(P_i, \Omega_{jk}) = P_{ijk} = \frac{e^{\theta_i - (b_j - y_k)}}{1 + e^{\theta_i - (b_j - y_k)}}$$

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

b_j คือ ค่าความยากของข้อสอบ j

θ_i คือ ระดับความสามารถของผู้สอบคนที่ i

y_k คือ จำนวนครั้งของความพยายามในการตอบ

จากการวิเคราะห์ค่าความสามารถของผู้เรียนโดยการประยุกต์ใช้ Rasch SIRT Model ของ Culpepper (2014) พบว่า ความสามารถของผู้เรียน (θ) โดยใช้วิธีการประมาณค่าความสามารถแบบ Marginal Maximum Likelihood (MML) และ Markov Chain Monte Carlo (MCMC) ซึ่งประมาณค่าความสามารถหลังจากการประเมินในระบบคอมพิวเตอร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบเปิดโอกาสให้ตอบจนกว่าจะถูก ผลการวิจัยพบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีการให้โอกาสผู้เรียนตอบจนกว่าจะถูกมีผลต่อระดับความสามารถของผู้สอบ

จากการประมาณค่าความสามารถโดยใช้วิธีการ MML และ MCMC ที่ให้ผลการประมาณค่ามีความสอดคล้องกัน ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้วิธีการประมาณค่าแบบ MML ด้วยการวิเคราะห์จากโปรแกรมสำเร็จรูป MULTILOG ทำให้สะดวกต่อการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการตอบถูกของผู้เรียนภายใต้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่อง (Rasch SIRT Model) ในการวิจัยครั้งนี้

4.1.2.1 การวัดความแม่นยำในการประเมินตนเอง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดความสามารถในการประเมินตนเอง ผู้วิจัยได้ศึกษาประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจำแนกออกเป็น 3 ประเด็น คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตนเอง 2) วิธีการวัดความแม่นยำในการประเมินตนเอง 3) การวัดพัฒนาการความแม่นยำในการประเมินตนเอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

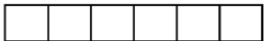
(ก) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตนเอง

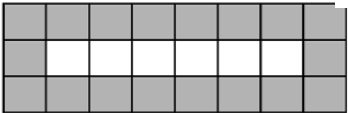
จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินตนเองพบว่า เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตนเองมีหลายรูปแบบ เช่น แบบตรวจสอบรายการ (Checklists), แบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) หรือแบบสอบถามแบบปลายเปิด (Open-ended Questionnaire) เป็นต้น ซึ่งในที่นี้จะขอนำเสนอรูปแบบของเครื่องมือที่งานวิจัยส่วนใหญ่นำมาใช้ ซึ่งจำแนกออกเป็น 2 รูปแบบ คือ 1) แบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale Questionnaire) 2) แบบสอบถามแบบปลายเปิด (Open-ended Questionnaire) โดยมีรายละเอียดดังนี้


แบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale)

- จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตนเองที่เป็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่าพบว่า เป็นมาตราประมาณค่าตั้งแต่ 4-9 ระดับ โดยให้ผู้เรียนประเมินตนเองหลังจากที่ได้ทำแบบทดสอบทางการเรียนแล้ว โดยตัวอย่างของเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตนเองที่เป็นแบบมาตราประมาณค่า 4 ระดับ ของ Sheldrake, Mujtaba และ Reiss (2014) ที่วัดความสามารถในการประเมินตนเองในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาของประเทศไทย ดังที่แสดงให้เห็นในภาพ 2.14 และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตนเองที่เป็นแบบ

มาตรฐานค่า 5 ระดับของ Holt & Van Duzer (2000) ที่ใช้ในการประเมินตนเองเกี่ยวกับความสามารถทางการใช้ภาษาดังที่แสดงให้เห็นในตาราง 2.11

 นาย A มีกระเบื้องรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสสีขาวและสีเทา ทั้งหมดมีขนาดเดียวกัน

 เขานำกระเบื้อง 6 แผ่นมาเรียงกันเป็นแถว โดยมีกระเบื้องสีเทาวางล้อมรอบกระเบื้องสีขาว 1 ชั้น

 หลังจากนั้นเขาได้เพิ่มจำนวนกระเบื้องสีขาวเป็น 12 แผ่น
แล้วก็นำกระเบื้องสีเทามาล้อมรอบกระเบื้องสีขาว

คำถาม

ก) เธอต้องใช้กระเบื้องสีเทากี่แผ่น ในการล้อมรอบกระเบื้องสีขาวจำนวน 12 แผ่น

แสดงวิธีคิด

ข) เธอต้องใช้กระเบื้องสีเทากี่แผ่น ในการล้อมรอบกระเบื้องสีขาวจำนวน 60 แผ่น

แสดงวิธีคิด

ค) คุณมีความมั่นใจว่าคำตอบถูกหรือไม่อย่างไร

มั่นใจมาก มั่นใจปานกลาง ไม่มั่นใจเลย เดาคำตอบ

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพ 2.14 ตัวอย่างการประเมินตนเองในด้านการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ Sheldrake, Mujtaba และ Reiss (2014)

ตาราง 2.11 รายการคำถามในการประเมินตนเองในด้านการใช้ (ปรับมาจาก Holt & Van Duzer, 2000)

รายการประเมิน	ฉันทำได้ไม่มีปัญหา	ส่วนใหญ่ฉันทำได้ถ้ามันไม่ซับซ้อน	มันค่อนข้างยากแต่ฉันสามารถทำได้หากได้รับการช่วยเหลือจากผู้อื่น	มันยากสำหรับฉันและจะทำได้เมื่อได้รับการช่วยเหลือจากผู้อื่นเป็นอย่างมาก	ฉันไม่สามารถทำได้เลยมันยากเกินไป
1. พูดเกี่ยวกับประเทศและเมืองของฉันกับเพื่อนหรือเพื่อนบ้านได้					
2. ถามเส้นทางของถนนหรือถามหาสิ่งต่างๆในร้านค้า					
3. บอกให้ผู้ที่พูดด้วยให้พูดช้าลงหรือพูดบางอย่างไปในอีกทิศทางหนึ่ง					

● แบบสอบถามแบบปลายเปิด (Open-ended Questionnaire)

จากการศึกษาวิจัยของโมเดลการกำกับตนเองของ Zimmerman (2000) ที่ประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ ของทั้ง 3 ระยะดังนี้ ระยะที่ 1 การคิดล่วงหน้า (Forethought) ระยะที่ 2 การปฏิบัติ (Performance) และระยะที่ 3 การสะท้อนตนเอง (Self-reflection) ที่ประกอบไปด้วย การประเมินตนเอง การประเมินความพึงพอใจของตนเอง การมีปฏิริยาสะท้อนกลับ การปรับปรุงตนเอง

จากกระบวนการประเมินตนเองที่พบว่า เป็นส่วนหนึ่งของการสะท้อนตนเอง จึงทำให้เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตนเองนอกเหนือจากการใช้แบบมาตราประมาณค่าในการประเมินตนเองแล้วยังพบว่ามีการใช้การเขียนสะท้อนตนเองซึ่งจัดเป็นรูปแบบเครื่องมือแบบปลายเปิด (Open-ended Questionnaire) มาใช้สำหรับการประเมินตนเองด้วย สอดคล้องกับ McMillan และ Hearn (2008) ได้กล่าวว่า กระบวนการสะท้อนตนเองเองนั้น (Reflection) เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของกระบวนการประเมินตนเอง ซึ่งผู้เรียนจะได้รับประโยชน์จากการอธิบายงานของพวกเขาและการประเมินคุณภาพของงานผ่านกิจกรรมการสะท้อน เช่น การประชุม การเขียนสะท้อนตนเอง หรือการใช้แบบตรวจสอบรายการ (McMillan, & Hearn, 2008) ดังนั้นในที่นี้จะขอยกตัวอย่างการประเมินตนเองโดยใช้แบบสอบถามปลายเปิดในรูปแบบของการเขียนสะท้อนตนเองของ Wan Yim Ip และคณะ (2012) ในการศึกษาเกี่ยวกับการส่งเสริมนักศึกษาพยาบาลให้เกิดการสะท้อนตนเองเองในการฝึกปฏิบัติทางคลินิกในประเทศฮ่องกง โดยมีแนวคำถามเป็นแนวทางเพื่อนำไปใช้ในการเขียน

สะท้อนตนเองของนักศึกษาพยาบาลในการฝึกปฏิบัติทางคลินิก (Wan Yim Ip et al., 2012) ดังภาพ 2.15

จงเขียนอธิบายสิ่งที่ได้ประสบมา	
	อะไรเป็นประเด็นสำคัญที่ฉันจำเป็นต้องให้ความสนใจ
Aesthetics:	1. สิ่งที่ฉันพยายามต้องการให้ประสบความสำเร็จ 2. ผลที่เกิดขึ้นกับคนไข้ ตัวฉันและผู้อื่น 3. บุคคลเหล่านั้นรู้สึกอย่างไร
Personal:	1. ฉันรู้สึกอย่างไรต่อสถานการณ์เช่นนี้ 2. ปัจจัยภายในใดที่มีอิทธิพลต่อตัวฉัน
Ethics:	1. การกระทำของฉันมีความสอดคล้องกับความเชื่อของฉันอย่างไร 2. ความรู้ใดที่ทำให้ฉันปฏิบัติเบี่ยงเบนไปในทางที่ไม่ถูกต้อง
Empirics:	1. ความรู้ใดที่ฉันควรจะต้องมีเพิ่มขึ้น
Reflexivity:	1. จะเชื่อมโยงสิ่งเหล่านี้เข้ามากับประสบการณ์ที่ผ่านมาอย่างไร 2. ฉันจะสามารถรับมือกับสถานการณ์คล้ายๆกันกับที่กล่าวมาแล้วได้ดี

ภาพ 2.15 The cues questions of John's structured reflection model (Johns, 1995)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตนเองที่มีทั้งแบบมาตรฐานค่าและแบบปลายเปิด ผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องมือในการประเมินตนเองของผู้เรียนเป็นแบบมาตรฐานค่า 5 ระดับ ซึ่งรองรับกับโปรแกรมที่ใช้ในการประเมินความสามารถของผู้เรียน เพราะโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ คือ Adobe Captivate จะไม่สามารถประเมินให้คะแนนผลการตอบแบบปลายเปิดได้ เนื่องจากจะวิเคราะห์ได้เฉพาะข้อสอบที่มีคำตอบที่มีคำตอบตายตัว (แบบปรนัย) เท่านั้น ดังนั้นหากต้องการให้มีประเมินตนเองโดยใช้แบบปลายเปิดจะใช้ได้กรณีของการเขียนตอบ (Paper-based Test) แต่บริบทของการวิจัยในครั้งนี้เป็นการประเมินโดยระบบคอมพิวเตอร์ (Computer-based Test) จึงใช้รูปแบบมาตรฐานค่าจึงเหมาะสมกว่า

(ข) วิธีการวัดความแม่นยำในการประเมินตนเอง (Calibration of Self-evaluations)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการวัดความแม่นยำในการประเมินตนเอง นั้นพบว่ามีรูปแบบวิธีในการวัดความสามารถในการประเมินตนเอง 2 ขั้นตอน คือ 1) การวัดความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Bias) 2) การวัดความแม่นยำในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Accuracy) (Harks et al., 2013; Labuhn, Zimmerman, & Hasselhorn, 2010; Sheldrake, Mujtaba, & Reiss, 2014) ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- **การวัดความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Bias)**

Labuhn, Zimmerman และ Hasselhorn (2010) ได้ระบุว่า ความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Bias) คือ ทิศทางความคลาดเคลื่อนในการตัดสิน (Direction of Judgement Error) ซึ่งคำนวณได้จากความแตกต่างระหว่างผลคะแนนจริงที่ได้การประเมินความรู้หรือทักษะของผู้เรียน (Performance) และผลที่ได้จากการตัดสินตนเอง (Self-evaluation) ซึ่งผลการคำนวณค่าความลำเอียงในการประเมินตนเองนั้นควรมีค่าเข้าใกล้ 0 เพราะซึ่งบ่งบอกว่ามี ความลำเอียงในการประเมินตนเองต่ำ เนื่องจากผลคะแนนจริงที่ได้การประเมินความรู้หรือทักษะของผู้เรียน (Actual Performance) และผลที่ได้จากการตัดสินตนเอง (Self-evaluation) ไม่แตกต่างกัน

โดยงานวิจัยส่วนใหญ่มักจะกำหนดให้มีการวัดการตัดสินตนเองที่มีช่วงเวลาในการวัดที่แตกต่างกัน โดยอาจเป็นการวัดความลำเอียงในการประเมินตนเองจากการทำนายความสามารถของตนเองก่อนการประเมินความสามารถทางวิชาการ (Prediction) ตามแนวคิดของ Chen (2002); Pajares และ Graham (1999) ; Pajares และ Kranzler (1995) (Chen, 2002; Pajares & Graham, 1999) หรือเป็นการวัดความลำเอียงในการประเมินตนเองจากการทำนายความสามารถของตนเองหลังการประเมินความสามารถทางวิชาการ (Postdiction) ตามแนวคิดของ Schraw และคณะ (1993) และ Ramdass & Zimmerman (2008)

- **การวัดความแม่นยำในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Accuracy)**

Labuhn, Zimmerman และ Hasselhorn (2010) ได้ระบุว่า ความแม่นยำในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Accuracy) หมายถึง ช่วงขนาดของความคลาดเคลื่อนในการตัดสิน (Magnitude of Judgement Error) ซึ่งคำนวณได้จากค่าสัมบูรณ์ของค่าความลำเอียงในการประเมินตนเองมาลบออกจากคะแนนที่ได้กำหนดเอาไว้

เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการคำนวณของการวัดการประเมินดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยของ Labuhn, Zimmerman และ Hasselhorn (2010) มีวิธีการคำนวณค่าต่างๆ ดังนี้ 1) ความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Bias) 2) ความแม่นยำในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Accuracy) จากงานวิจัยของ Labuhn, Zimmerman และ Hasselhorn (2010) ที่ได้วิจัยเพื่อศึกษาการประเมินตนเองของผู้เรียนวิชาคณิตศาสตร์เกรด 5 จำนวน 90 คน โดยกำหนดให้ผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จำนวน 8 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ โดยตัวอย่างคำนวณดังตาราง 2.12

คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา 8 ข้อคะแนนเต็ม 8 คะแนน

0 หมายถึง ได้ 0 คะแนนจากการแก้โจทย์ปัญหา

8 หมายถึง ได้ 8 คะแนนจากการแก้โจทย์ปัญหา

คะแนนการตัดสินตนเอง (มาตรฐานค่า 9 ระดับ) เช่น

0 หมายถึง ไม่มั่นใจในคำตอบเลย

8 หมายถึง มั่นใจมากกว่าตอบถูก

ตาราง 2.12 ตัวอย่างการคำนวณความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Bias)

ผู้เรียนคนที่	ผลที่ได้จากการ ตัดสินตนเอง (self- evaluation: A)	ความสามารถใน	ความลำเอียง	ผลการประเมิน ความลำเอียง ในการประเมิน ตนเอง	ความแม่นยำ	ผลการประเมิน ความแม่นยำ ในการประเมิน ตนเอง
		การแก้โจทย์ ปัญหา (Problem solving performance : B)	ในการ ประเมิน ตนเอง (Self- evaluative Bias: C)*		ในการประเมิน ตนเอง (Self- evaluative Accuracy: D)*	
1	8	1	7	overconfident	1	ไม่แม่นยำ
2	5	3	2	overconfident	6	แม่นยำสูง
3	5	5	0	accurate	8	แม่นยำสูง
4	3	6	-3	underconfident	5	แม่นยำปานกลาง
5	3	8	-5	underconfident	3	แม่นยำต่ำ
6	1	8	-7	underconfident	1	แม่นยำต่ำ

หมายเหตุ ความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative bias :C) = A - B

ความแม่นยำในการประเมินตนเอง (Self-evaluative accuracy :D) = 8 - |c| = D

1.เกณฑ์การประเมินสำหรับความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Bias) ซึ่งมีค่าที่เป็นไปได้ คือ ตั้งแต่ -8 ถึง 8 มีดังนี้

Self-evaluative bias > 0 คือ Overconfident

Self-evaluative bias = 0 คือ Accurate

Self-evaluative bias < 0 คือ Underconfident

2.เกณฑ์การประเมินสำหรับความแม่นยำในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Accuracy) ซึ่งมีค่าที่เป็นไปได้ตั้งแต่ 0-8

ในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Accuracy) ก่อนและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ โดยหลักการคำนวณความแม่นยำในการประเมินตนเองนั้นผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดการวัดของ Labuhn, Zimmerman และ Hasselhorn (2010) ที่ได้ระบุว่า ความแม่นยำในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Accuracy) หมายถึง ช่วงขนาดของความคลาดเคลื่อนในการตัดสิน (Magnitude of Judgement Error) ซึ่งคำนวณได้จากการค่าสัมบูรณ์ของค่าความลำเอียงในการประเมินตนเองมาลบออกจากคะแนนเต็มที่ได้กำหนดเอาไว้

4.2 ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่อง (Sequential Item Response Theory; SIRT)

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสซ์ 2 ประเด็น คือ 1) ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่นิยมใช้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับ 2) ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสซ์ โดยมีรายละเอียดการศึกษา ดังนี้

4.2.1) ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่นิยมใช้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับ

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่มีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนที่นิยมใช้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับ ประกอบไปด้วย 1) โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า 2) โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า 3) งานวิจัยที่ประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่าและมากกว่า 2 ค่า โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1.1) โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า

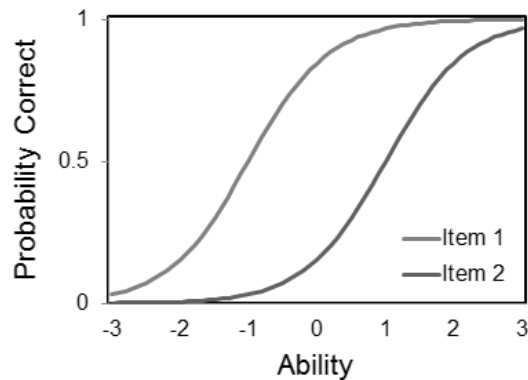
โมเดลการตอบสนองข้อสอบ เป็นระบบความสัมพันธ์ระหว่างโอกาสตอบข้อสอบถูก (P_i) กับความสามารถที่มีอยู่ภายในผู้สอบ (θ) ในรูปของโค้งลักษณะข้อสอบ (ICC) ซึ่งมีลักษณะเป็นฟังก์ชันโลจิส หรือโมเดลปกติสะสม บางครั้งอาจเรียกว่าโมเดลโลจิส หรือโมเดลปกติสะสม ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ แบบ 2 พารามิเตอร์ และแบบ 3 พารามิเตอร์ มีรายละเอียดดังนี้

ก) โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์

โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ หรือ Rasch Model มีโค้งลักษณะข้อสอบที่เขียนด้วยฟังก์ชันโลจิส ดังสมการ และภาพ 2.16

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

เมื่อ $P_i(\theta)$ = ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบซึ่งมีความสามารถ θ จะตอบข้อสอบข้อที่ i ได้ถูกต้อง
 b_j = ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบข้อที่ i ซึ่งเป็นค่าที่แสดงตำแหน่งของ ICC ณ จุด θ ที่มีโอกาสตอบข้อสอบถูก 0.50
 e = 2.718



ภาพ 2.16 โค้งลักษณะข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ของตัวอย่างข้อสอบ 2 ข้อ

โค้งลักษณะข้อสอบ (ICC) สำหรับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ มีลักษณะสำคัญดังนี้

- b_i = มีค่าแปรเปลี่ยนตามลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อ
- a_i = มีค่าคงที่
- c_i = 0

ข) โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์

โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ มีโค้งลักษณะข้อสอบที่เขียนด้วยฟังก์ชันโลจิสต์ ดังสมการ และภาพ 2.17

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

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

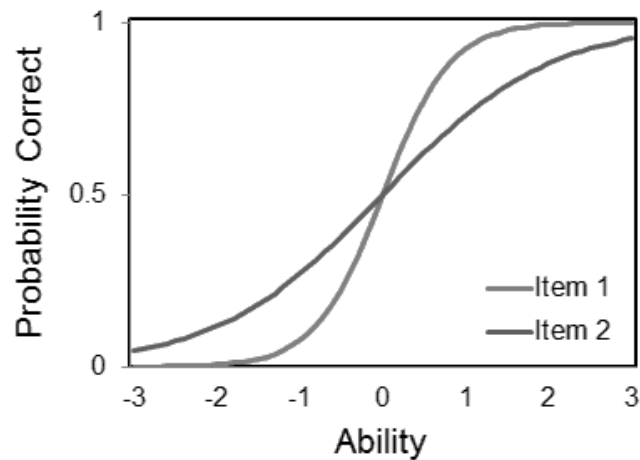
เมื่อ $P_i(\theta)$ = ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบซึ่งมีความสามารถ จะตอบข้อสอบข้อที่ i ได้ถูกต้อง

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



ภาพ 2.17 โค้งลักษณะข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ของตัวอย่างข้อสอบ 2 ข้อ

โค้งลักษณะข้อสอบ (ICC) สำหรับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ มีลักษณะสำคัญดังนี้

b_i = มีค่าแปรเปลี่ยนตามลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อ

a_i = มีค่าแปรเปลี่ยนตามลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อ

c_i = 0

ค) โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์

โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ มีโค้งลักษณะข้อสอบที่เขียนด้วยฟังก์ชันโลจิส ดังสมการ และภาพ 2.18

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

เมื่อ $P_i(\theta)$ = ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบซึ่งมีความสามารถ จะตอบข้อสอบข้อที่ i ได้ถูกต้อง

b_i = ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบข้อที่ i ซึ่งเป็นค่าที่แสดงตำแหน่งของ ICC

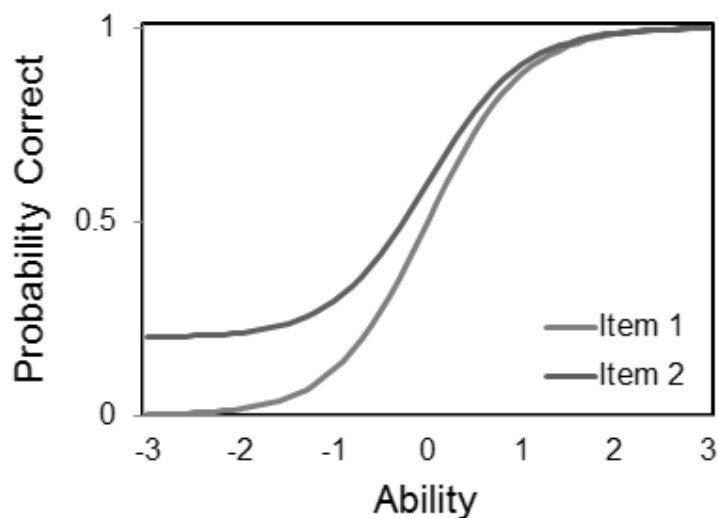
ณ จุด θ ที่มีโอกาสตอบข้อสอบถูก $\frac{1+c_i}{2}$

a_i = ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ i ซึ่งเป็นค่าความชันของ ICC ณ ตำแหน่ง b_i

c_i = ค่าพารามิเตอร์โอกาสเดาข้อสอบได้ถูก

e = 2.718

D = 1.70



ภาพ 2.18 โค้งลักษณะข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ของตัวอย่างข้อสอบ 2 ข้อ

โค้งลักษณะข้อสอบ (ICC) สำหรับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ มีลักษณะสำคัญดังนี้

b_i = มีค่าแปรเปลี่ยนตามลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อ

a_i = มีค่าแปรเปลี่ยนตามลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อ

c_i = มีค่าแปรเปลี่ยนตามลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อ

4.2.1.2 โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า (Polytomous IRT Models)

การตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า (Polytomous IRT Models) คือ โมเดลการตอบสนองข้อสอบที่ใช้กับการตรวจคะแนนรายข้อแบบมากกว่า 2 ค่า เช่น ข้อคำถามมาตราประมาณค่า (Rating Scale) เป็นต้น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลของการตอบหลังจากการให้ข้อมูลย้อนกลับในแบบสอบที่มีการวิเคราะห์ผลการตอบโดยอิงทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า คือ Graded Response Model (GRM) มีรายละเอียดดังนี้

Graded Response Model (GRM) เป็นโมเดลที่ Samejima ได้พัฒนาขึ้น สำหรับใช้กับแบบสอบหรือแบบวัดที่แต่ละข้อคำถามมีรายการคำตอบแบบมาตราเรียงลำดับ (Ordered Categorical Responses) โดยแต่ละข้ออาจมีจำนวนรายการคำตอบที่แตกต่างกันได้ เช่น มาตราประมาณค่า (Rating Scale) ที่ไม่จำเป็นต้องมีรายการคำตอบเท่ากันทุกข้อ การตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วนที่แต่ละข้อ มีจำนวนลำดับขั้นของการให้คะแนนแตกต่างกัน เป็นต้น

GRM มีลักษณะเป็นโมเดลทั่วไปของโมเดลการตอบสนองข้อสอบที่มี 2 พารามิเตอร์ และใช้หลักการคำนวณความน่าจะเป็นของการตอบแต่ละรายการคำตอบแบบ 2 ขั้นตอน (Indirect IRT Model) โดยขั้นตอนแรกคำนวณค่าความชันร่วมของแต่ละข้อคำถาม จากนั้นจึงคำนวณค่าพารามิเตอร์ของแต่ละรายการคำถามในแต่ละข้อคำถาม

Attali (2011) ได้นำวิธีการวิเคราะห์แบบ GRM มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ผลการตอบหลายครั้งหลังจากการให้ข้อมูลย้อนกลับ แต่พบว่ามีความซับซ้อนกว่าจึงมีการใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่อง (Sequential Item Response Theory; SIRT) แทน GRM

4.2.1.3 งานวิจัยที่ประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่าและมากกว่า 2 ค่า

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า ในการให้คะแนนในแบบสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ เช่น ในการศึกษาวิจัยการทวนคำตอบหลังจากที่ผู้สอบได้รับข้อมูลย้อนกลับ ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งคำตอบเป็นรูปแบบของตัวเลข โดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า แบบ 2 พารามิเตอร์ (2-PL) เปรียบเทียบกับการใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า (GRM) ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า วิธีการแบบ 2-PL นั้นให้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.84 ซึ่งต่ำกว่า GRM เพียงเล็กน้อย อีกทั้ง GRM ยังให้ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและอำนาจที่สูงกว่าแบบโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ โดยผลการวิจัยที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธีการทั้ง 2 แสดงให้เห็นดังในตาราง 2.13

ตาราง 2.13 เปรียบเทียบผลการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิตีที่มีการให้คะแนนสองค่าและให้คะแนนหลายค่าในการให้ข้อมูลย้อนกลับในแบบสอบ (Attali, 2011)

ประเด็น	ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ	
	การให้คะแนนสองค่า	การให้คะแนนหลายค่า
1. โมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์	2-PL	GRM
2. ผลที่ได้จากการวิเคราะห์	ค่าความยาก (b)	ค่าความยาก (β)
	อำนาจจำแนก (a)	อำนาจจำแนก (α)
	Item information	Item information
3. ค่าความเที่ยง	0.84	0.87
4. ค่าสารสนเทศของข้อสอบ (Item information)	ให้ค่าสารสนเทศของข้อสอบสูงกว่าแบบ GRM	ให้ค่าสารสนเทศของข้อสอบสูงในผู้สอบที่มีระดับความสามารถต่ำ

4.2.2 ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่อง (Sequential Item Response Theory; SIRT)

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่อง (Sequential Item Response Theory ; SIRT) ประกอบไปด้วย 1) ความหมายและความเป็นมาของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่อง (SIRT) 2) รูปแบบของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่อง (SIRT) ที่นำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัย โดยแต่ละหัวข้อมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.2.1 ความหมายและความเป็นมาของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่อง (SIRT)

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

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

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงสามารถสรุปได้ว่าทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ Sequential Item Response Theory (SIRT) หรือ Continuation Ratio Models คือ โมเดลที่ประยุกต์กับการตอบข้อสอบหลายครั้งจนกว่าจะตอบถูกโดยวิธีการวิเคราะห์แบบ SIRT นี้ถูกนำเสนอครั้งแรกโดย Tutz ปี 1990 ภายใต้กรอบแนวคิดการตรวจให้คะแนนสองค่า (Tutz, 1990) ขณะที่ Culpepper (2014) ได้ประยุกต์ใช้แนวคิดของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่อง (SIRT) เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์สำหรับการประเมินในระบบคอมพิวเตอร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบตอบจนกว่าจะถูก (Answer-until-correct) แต่มีลักษณะในการให้คะแนนเป็นแบบ 0,1 โดยยกตัวอย่างเช่น ในกรณีที่จำนวนครั้งในการเปลี่ยนคำตอบจนกว่าจะถูกสามารถเปลี่ยนได้สูงสุดคือ 4 ครั้ง จะมีตัวอย่างลักษณะการตอบเป็นดังนี้

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

หลังจากนั้นก็ยังมีนักวิจัยได้นำวิธีการนี้ใช้ในการวิเคราะห์การสูญหายของข้อมูลในข้อสอบที่จำกัดระยะเวลาในการสอบ (Glas, & Pimentel, 2008) โดยจากการศึกษาวิจัยในภายหลังพบว่า ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่อง (Sequential Item Response Theory; SIRT) ยังสามารถถูกจำแนกออกเป็นอีก 2 รูปแบบ คือ 1) ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสซ์ (Rasch SIRT Model) 2) ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบต่อเนื่องแบบพหุมิติ (Multidimensional SIRT; M-SIRT) ดังจะกล่าวรายละเอียดในตอนต่อไป

4.2.2.2 รูปแบบของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่อง (SIRT) ที่นำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่อง (SIRT) ที่มีการนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วย 2 โมเดล คือ 1) ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสซ์ (Rasch SIRT Model) 2) ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบต่อเนื่องแบบพหุมิติ (Multidimensional SIRT; M-SIRT) โดยมีรายละเอียดการศึกษา ดังนี้

ก) ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสซ์ (Rasch SIRT Model)

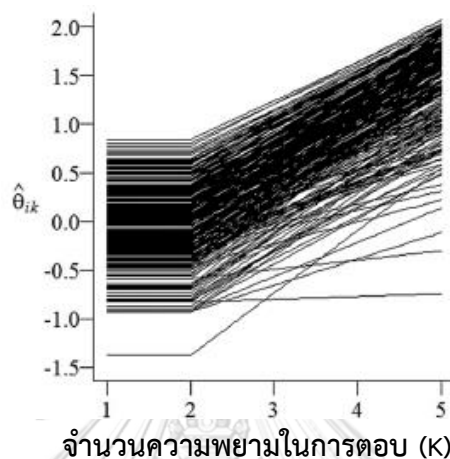
จากการสังเคราะห์งานวิจัยของ Culpepper (2014) ได้ประยุกต์ใช้ Rasch SIRT Model เข้ามาใช้เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ระดับความสามารถที่เพิ่มขึ้นซึ่งได้มีการประยุกต์ใช้ Rasch SIRT Model เข้ามาใช้ในการวิเคราะห์ผลการประเมินที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบได้หลายครั้งจนกว่าจะถูก ซึ่งโมเดลนี้เรียกว่า Rasch SIRT Model ซึ่งมีการนำค่าพารามิเตอร์ของจำนวนครั้งในการพยายามตอบจนกว่าจะถูก ดังตาราง 2.14

ตาราง 2.14 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างฟังก์ชันที่ใช้ใน Rasch Model และ Rasch SIRT Model

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ	โมเดล	ค่าพารามิเตอร์
1. Rasch Model	$P = \frac{e^{(\theta_n - b_j)}}{1 + e^{(\theta_n - b_j)}}$	1. ค่าความยาก (b) 2. ระดับความสามารถ (θ_n)
2. Rasch SIRT Model	$H(P_i, \Omega_{jk}) = P_{ijk} = \frac{e^{\theta_i - (b_j - y_k)}}{1 + e^{\theta_i - (b_j - y_k)}}$	1. ค่าความยาก (b) 2. ระดับความสามารถ (θ) 3. จำนวนครั้งของความพยายามในการตอบ (Y)

ข) ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบต่อเนื่องแบบพหุมิติ (Multidimensional SIRT; M-SIRT)

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบต่อเนื่องแบบพหุมิติ (Multidimensional SIRT; M-SIRT) ในการวิจัยของ Culpepper (2014) มีวิธีการวิเคราะห์ที่ซับซ้อนโดยการวิเคราะห์แบบ M-SIRT ภายหลังจากได้รับข้อมูลย้อนกลับ ดังแผนภาพ 2.19



ภาพ 2.19 แสดงระดับความสามารถของผู้สอบภายหลังจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับโดยการประยุกต์ใช้ M-SIRT (Culpepper, 2014)

โดยแต่ละรูปแบบมีรายละเอียดดังสามารถสรุปลักษณะสำคัญและผลการวิจัยได้ดังตาราง 2.15

ตาราง 2.15 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการวิเคราะห์ GRM , Rasch SIRT Model และ Multidimensional SIRT Model

ประเด็น	ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติ	ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ
1.วิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์	Graded Response Model (GRM)	Rasch SIRT Multidimensional SIRT (M-SIRT)
2.ผู้วิจัย	Attali (2011)	Culpepper (2014) Culpepper (2014)
3.โปรแกรม /package ในการวิเคราะห์	MULTILOG	R (lme 4 package)
4.จุดแข็ง-จุดอ่อน	มีประสิทธิภาพน้อยกว่าแบบ SIRT	วิธีการแบบ SIRT มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์มากกว่า

งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสช์ (Rasch SIRT) เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์มากกว่าแบบ Graded Response Model (GRM)

ขณะที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ Multidimensional SIRT (M-SIRT) ซึ่งเป็นโมเดลที่มีการวิเคราะห์ซับซ้อนซึ่งอาจไม่เหมาะสมนักหากนำไปใช้ในบริบทการทดสอบความสามารถของผู้เรียนในชั้นเรียนซึ่งส่วนใหญ่เป็นการประเมินแบบเอกมิติ

ผลการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังตาราง 2.16



ตอนที่ 5 กรอบแนวคิดในการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ 2) เพื่อศึกษาผลการใช้ระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถและได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกัน และ 3) เพื่อประเมินคุณภาพระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์โดยมีกรอบแนวคิดดังนี้

1.ระบบ คือ ผลรวมของหน่วยย่อยต่างๆ ซึ่งทำงานเป็นอิสระจากกัน แต่มีปฏิสัมพันธ์กัน เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด ซึ่งองค์ประกอบของระบบในบริบทของงานวิจัยในครั้งนี้คือ

1.1) ปัจจัยนำเข้า (Input) ได้แก่ 1) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 2) แบบประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 3) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (ข้อมูลย้อนกลับจำแนกเป็น 5 รูปแบบ)

1.2) กระบวนการ (Process) ประกอบด้วย 7 กระบวนการ ได้แก่ 1) กระบวนการลงทะเบียน 2) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 3) กระบวนการประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 4) กระบวนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ 5) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 6) กระบวนการประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที และ 7) กระบวนการประมวลผลการตอบ

1.3) ผลลัพธ์ (Output) คือ ผลคะแนนของผู้เรียนจากกระบวนการทดสอบประกอบด้วย 1) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ 2) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์หลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ 3) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับทันที 4) คะแนนการประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ และ 5) คะแนนการประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์หลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

2. การพัฒนาระบบการทดสอบ คือ กระบวนการที่นำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย การออกแบบและการพัฒนาระบบการทดสอบ และการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบ

3. คุณภาพของระบบการทดสอบ คือ คุณลักษณะของระบบที่มีมาตรฐานที่ประกอบไปด้วยมาตรฐานใน 4 ด้าน คือ 1) ด้านอรรถประโยชน์ (Utility) 2) ด้านความเป็นไปได้ (Feasibility) 3) ด้านความเหมาะสม (Property) และ 4) ด้านความถูกต้อง (Accuracy) โดยในงานวิจัยในครั้งนี้ได้กำหนดนิยามของแต่ละมาตรฐานไว้ดังนี้

3.1 ด้านอรรถประโยชน์ คือ ระบบการทดสอบเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและปรับปรุงตนเองแก่ผู้เรียน

3.2 ด้านความเป็นไปได้ คือ ระบบการทดสอบสามารถนำไปใช้ได้ สถานการณ์ที่เป็นจริง ประหยัดเวลา ประหยัดทรัพยากรและสะดวกต่อการใช้งานภายใต้เวลาและเงื่อนไขที่กำหนด

3.3 ด้านความเหมาะสม คือ ระบบการทดสอบสอดคล้องและเหมาะสมกับหลักการ วิธีการ ในด้านของสภาพบริบท เวลา ข้อมูล และไม่ส่งผลเสียต่อผู้เรียน

3.4 ด้านความถูกต้อง คือ ระบบการทดสอบมีความถูกต้องสามารถวัดตัวชี้วัดที่ต้องการวัดได้จริง รวมถึงการวิเคราะห์และประมวลผลคะแนนถูกต้องมีความเป็นปรนัย

4. การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที (Immediate feedback) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับในสถานการณ์การทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบจนกว่าจะถูก (Answer-until correct /Multiple-try feedback) อีกทั้งรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ศึกษายังจำแนกเป็น 2 รูปแบบ โดยใช้เกณฑ์ในการจำแนกที่แตกต่างกัน 2 เกณฑ์ คือ 1) จำแนกตามเงื่อนไขของการให้ข้อมูลย้อนกลับ ได้แก่ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์ (Full Feedback) และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วน (Partial Feedback) 2) จำแนกตามการนำเสนอข้อมูลย้อนกลับ ได้แก่ การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การสาธิตตัวอย่าง (Worked Example Feedback) และการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การชี้แนะ (Directive Feedback) ทำให้ในงานวิจัยครั้งนี้มีรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน 5 รูปแบบคือ

4.1 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบไม่ว่าจะตอบถูกหรือผิดโดยใช้การยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์ใกล้เคียงกับโจทย์ปัญหาที่ผู้สอบกำลังทดสอบได้ศึกษา

4.2 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback; FDF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบไม่ว่าจะตอบถูกและผิด โดยใช้การชี้แนะและอธิบายโจทย์ปัญหาข้อนั้นให้แก่ผู้สอบ

4.3 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบโดยมีเงื่อนไขว่าข้อมูล

ย้อนกลับจะแสดงเฉพาะกรณีที่ตอบผิด โดยใช้การยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์ใกล้เคียงกับโจทย์ปัญหาที่ผู้สอบกำลังทดสอบได้ศึกษา

4.4 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบโดยมีเงื่อนไขว่าข้อมูลย้อนกลับจะแสดงเฉพาะกรณีที่ตอบผิด โดยใช้การชี้แนะและอธิบายโจทย์ปัญหาข้อนั้นให้แก่ผู้สอบ

4.5 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (Knowledge of Result Feedback; KORF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบ ซึ่งบอกเพียงแค่ผลการตอบว่าตอบถูกหรือผิด ในกรณีที่ตอบผิดจะมีเพียงข้อความแสดงขึ้นมาว่า ตอบผิดแล้วให้ตอบใหม่โดยไม่มี การให้ข้อมูลใดๆ เพิ่มเติมและเปิดโอกาสให้ตอบจนกว่าจะถูก ขณะที่หากตอบถูกก็จะมีข้อความแสดงขึ้นมาเพียงว่าตอบถูกแล้วให้ทำในข้อถัดไปโดยไม่มี การให้สารสนเทศใดเพิ่มขึ้น

5. **ระดับความสามารถของผู้เรียน** คือ ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ของผู้เรียนที่ถูกจัดจำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ผู้สอบที่มีระดับความสามารถต่ำ ปานกลาง และสูง ภายใต้การใช้เกณฑ์การจัดจำแนกระดับความสามารถแบบอิงกลุ่ม (Norm-referenced Evaluation) โดยวิเคราะห์จากแบบทดสอบจำแนกความสามารถทางด้าน การแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์

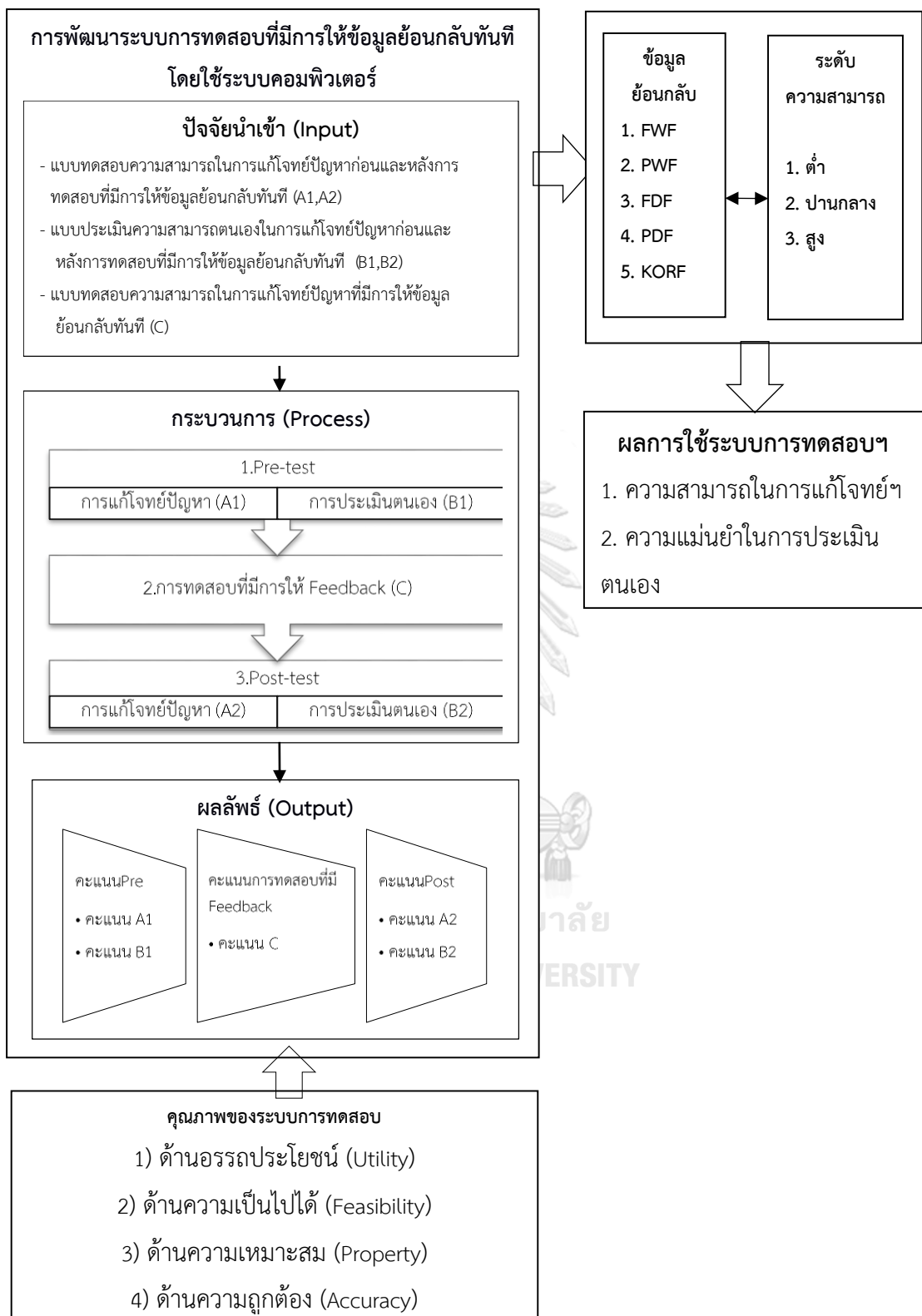
6. **ผลการใช้ระบบการทดสอบ** คือ ผลที่ผู้เรียนได้จากการทดสอบโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ 1) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ 2) ความแม่นยำในการประเมินตนเอง และ 3) ความน่าจะเป็นในการตอบถูกในการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ คือ ค่าความสามารถที่วัดได้จากการประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ ที่มีการให้คะแนนแบบสองค่า (0,1) หลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์มาคำนวณคะแนน

6.2 ความแม่นยำในการประเมินตนเอง คือ ความแม่นยำในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Accuracy) ที่วัดได้จากก่อนและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับโดยประยุกต์ใช้หลักการคำนวณความแม่นยำในการประเมินตนเองของ Labuhn, Zimmerman และ Hasselhorn (2010) ที่คำนวณได้จากการค่าสัมบูรณ์ของค่าความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Bias) มาลบออกจากคะแนนเต็มที่ได้กำหนดเอาไว้

6.3 ความน่าจะเป็นในการตอบถูกในการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที คือ การวิเคราะห์ค่าความน่าจะเป็นในการตอบถูกของผู้เรียนจากแบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (C) โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสส์

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นจึงสามารถสรุปกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังภาพ 2.20



ภาพ 2.20 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนากระบวนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน: การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสช์” มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถที่ต่างกัน (2) ศึกษาผลการใช้ระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน (3) ประเมินคุณภาพระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถที่ต่างกัน และ (4) ปรับปรุงระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ โดยมีกระบวนการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (D_1R_1) ระยะที่ 2 การศึกษาผลการใช้ระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน (D_2R_2) และ ระยะที่ 3 การปรับปรุงระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (D_3R_3) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 การออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (D_1R_1)

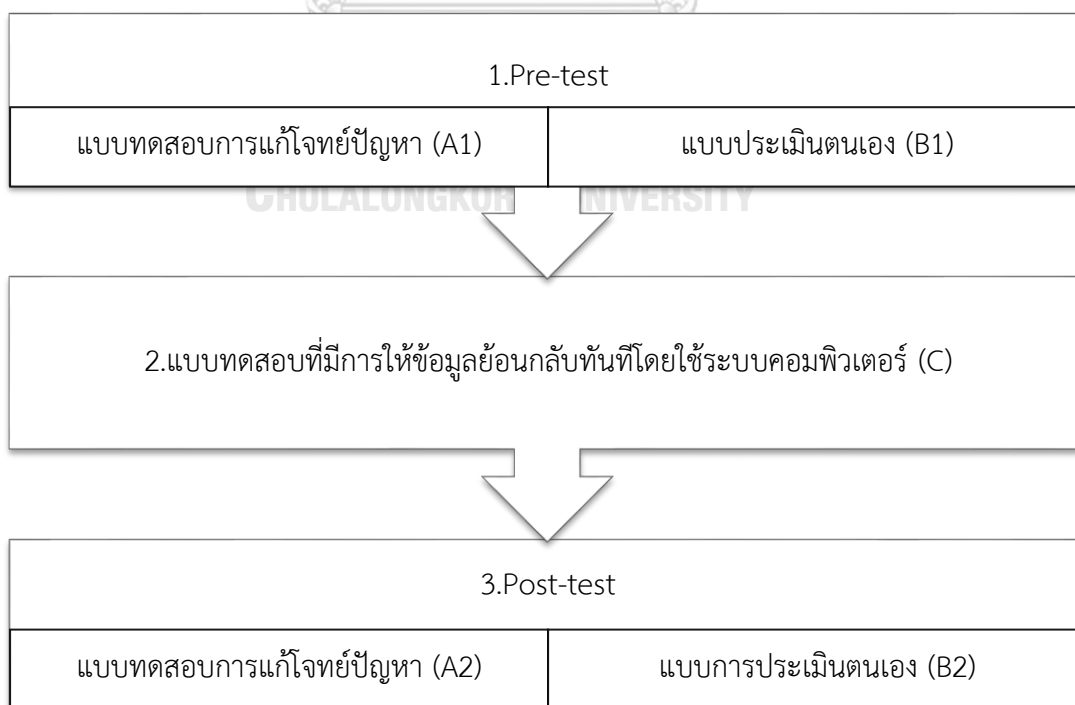
การออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการออกแบบระบบซึ่งประกอบด้วย

1) ปัจจัยนำเข้า (Input) ได้แก่ (1) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (2) แบบประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที และ (3) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลย้อนกลับจำแนกเป็น 5 รูปแบบ

2) กระบวนการทดสอบ (Process) ประกอบด้วย 7 กระบวนการ ได้แก่ (1) กระบวนการลงทะเบียน (2) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (3) กระบวนการประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการ

ทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (4) กระบวนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (5) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (6) กระบวนการประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีและ (7) กระบวนการประมวลผลการตอบ

3) ผลลัพธ์ (Output) ได้แก่ (1) ผลคะแนนการทดสอบและการประเมินตนเองก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (2) ผลคะแนนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที และ (3) ผลคะแนนการทดสอบและการประเมินตนเองหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที ในการออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบ ผู้วิจัยได้คำนึงถึงองค์ประกอบของระบบจึงได้ออกแบบและพัฒนาระบบให้ครอบคลุมทั้งด้านปัจจัยนำเข้า กระบวนการและผลลัพธ์ โดยมีรายละเอียดการพัฒนาและออกแบบระบบดังนี้ (1) การออกแบบและพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (2) การออกแบบและพัฒนาแบบประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับและ (3) การออกแบบและพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ โดยมีรายละเอียดของ ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการทดสอบทั้งหมดสรุปได้ดังแผนภาพ 3.1



ภาพ 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการทดสอบทั้งหมด

1.1 การออกแบบและพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้าน พันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มี การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

1.1.1 ผู้ให้ข้อมูล

การออกแบบและพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ประกอบด้วย ผู้ให้ข้อมูล 2 กลุ่ม คือ 1) อาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชา ชีววิทยาจำนวน 3 ท่าน จากโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม 1 ท่าน และโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา จำนวน 2 ท่าน 2) นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 176 คน โรงเรียนวัดราชโอรส ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2559 (นักเรียนกลุ่มทดลองใช้เครื่องมือเป็นนักเรียนที่ได้ผ่านการเรียนเนื้อหาการแก้โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์จบบทเรียน)

1.1.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1) ศึกษาเนื้อหาของรายวิชาชีววิทยาโดยมีรายละเอียดตามกรอบของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่ได้รับ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2) กำหนดผัง (Test Blue Print) ของแบบทดสอบซึ่งเป็นรูปแบบผสม จำนวน 16 ข้อ ประกอบด้วยข้อสอบปรนัยจำนวนตัวเลือก 5 ตัวเลือก จำนวน 8 ข้อ และข้อสอบแบบเสนอคำตอบจำนวน 8 ข้อ โดยจะถูกนำมาจัดจำแนกสร้างข้อสอบคู่ขนาน 2 ชุด ได้แก่ แบบทดสอบก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (A1) และแบบทดสอบหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (A2) รายละเอียดโครงสร้างของแบบสอบโดยผู้วิจัยได้สังเคราะห์เนื้อหาและมิติที่สำคัญมาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเอกสารประกอบการเรียนของต่างประเทศที่นิยมใช้เป็นสากล คือ Campbell (2008) ซึ่งจำแนกออกเป็น 2 มิติ คือ 1) ความรู้พื้นฐานในการศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรม 2) กฎของความน่าจะเป็นในการถ่ายทอดพันธุกรรมของเมนเดล ดังตาราง 3.1

ตาราง 3.1 เนื้อหาและวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบความรู้ในด้านการแก้ไข้ปัญหาพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์ วิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

มิติในการทดสอบความสามารถในการแก้ไข้ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ	จำนวนข้อสอบ(ข้อ)		รวม
	เลือกตอบ (5ตัวเลือก)	สร้าง คำตอบ	
1.ความรู้พื้นฐานของการศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรม (Key Terms) เช่น คำศัพท์ทางพันธุศาสตร์	4	4	8 (50.00)
2.กฎของความน่าจะเป็นในการถ่ายทอดพันธุกรรมของเมนเดลแบบ Monohybrid Cross และ Dihybrid Cross	4	4	8 (50.00)
รวม	8	8	16 (100.00)

3) สร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ไข้ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีในระบบคอมพิวเตอร์ตามผังข้อสอบที่ออกแบบโดยมีจำนวนข้อสอบในเนื้อหาการเรียนมิติที่ 1 : เนื้อหาการเรียนมิติที่ 2 เท่ากัน คิดเป็นสัดส่วน 1:1 จำนวนสัดส่วนของระดับพฤติกรรมการวัดด้านพุทธิพิสัย คือ ความเข้าใจ : การวิเคราะห์ เท่ากัน คิดเป็นสัดส่วน 1 : 1 และรูปแบบของข้อสอบมีสัดส่วนของ ข้อสอบแบบเลือกตอบ (MC) : ข้อสอบแบบสร้างคำตอบ (CR) เท่ากัน คิดเป็นสัดส่วน 1: 1 ดังตัวอย่างในตาราง 3.2-3.4

ตาราง 3.2 ผังข้อสอบชุด A1และA2 จำแนกตามมิติ วัดคุณประสงค์ ระดับพฤติกรรมและรูปแบบข้อสอบ

เนื้อหา	วัดคุณประสงค์	การทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา		ระดับพฤติกรรม	รูปแบบข้อสอบ
		ก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ (A1)	หลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ (A2)		
มิติที่ 1	1.นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้ เช่น ลักษณะเด่น ลักษณะด้อย	ข้อที่ A1/1	ข้อที่ A2/1	เข้าใจ	MC
	2.นักเรียนสามารถคำนวณรูปแบบของจีโนไทป์จากลักษณะทางพันธุกรรมที่ปรากฏได้	ข้อที่ A1/2	ข้อที่ A2/2	เข้าใจ	CR
	3.นักเรียนสามารถเขียนและคำนวณรูปแบบจีโนไทป์ของสิ่งมีชีวิตจากลักษณะทางพันธุกรรมที่ปรากฏได้	ข้อที่ A1/3	ข้อที่ A2/3	วิเคราะห์	MC
ข้อที่ A1/4		ข้อที่ A2/4	วิเคราะห์	CR	
มิติที่ 2	4.นักเรียนสามารถคำนวณร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ของสิ่งมีชีวิตในรุ่นลูกที่ได้รับการถ่ายทอดพันธุกรรมแบบไม่ซับซ้อนได้	ข้อที่ A1/5	ข้อที่ A2/5	เข้าใจ	MC
		ข้อที่ A1/6	ข้อที่ A2/6	เข้าใจ	CR
	5.นักเรียนสามารถทำนายความน่าจะเป็นของรูปแบบจีโนไทป์หรือฟีโนไทป์ในรุ่นลูกหรือพ่อแม่ได้	ข้อที่ A1/7	ข้อที่ A2/7	วิเคราะห์	MC
ข้อที่ A1/8		ข้อที่ A2/8	วิเคราะห์	CR	
รวม		8 ข้อ	8 ข้อ	เข้าใจ : วิเคราะห์ 1 : 1	MC : CR 1 : 1

ตาราง 3.3 ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบของข้อสอบแบบเลือกตอบ (MC)

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อความคำถาม	ระดับพฤติกรรม	IOC		
			1	0	-1
1.นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้ เช่น ลักษณะเด่น ลักษณะด้อย	A.1/1 กำหนดให้ ถั่วที่มีลักษณะสูง dominant (H) กับถั่วที่มีลักษณะเตี้ยเป็น recessive (h) หากนำถั่วมาผสมเกสรกันปรากฏว่าได้ลูกรุ่น F1 เป็น สูง : เตี้ย = 1:1 จีโนไทป์ของถั่วรุ่นพ่อและแม่ คืออะไรตามลำดับ 1. HH และ hh 2. HH และ Hh 3. Hh และ Hh 4. HH และ HH 5. Hh และ hh**	เข้าใจ			
	A.2/1 กำหนดให้ ถั่วที่มีลักษณะสูง dominant (T) กับถั่วที่มีลักษณะเตี้ยเป็น recessive (t) หากนำถั่วมาผสมเกสรกันปรากฏว่าได้ลูกรุ่น F1 เป็น สูง : เตี้ย = 3:1 จีโนไทป์ของถั่วรุ่นพ่อและแม่ คืออะไรตามลำดับ 1. TT และ tt 2. TT และ Tt 3. Tt และ Tt** 4. TT และ TT 5. Tt และ tt	เข้าใจ			

ตาราง 3.4 ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบของข้อสอบแบบสร้างคำตอบ (CR)

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อความคำถาม	ระดับพฤติกรรม	IOC		
			1	0	-1
2.นักเรียนสามารถคำนวณรูปแบบของจีโนไทป์จากลักษณะทางพันธุกรรมที่ปรากฏได้	A.1/2 กำหนดให้ ถั่วเมล็ดเรียบมียีน (S) เป็น dominant และถั่วเมล็ดขรุขระมียีน (s) เป็น recessive หากนำถั่วที่เป็น heterozygous มาผสมกัน จะได้รุ่นลูก (F1) ที่มีจีโนไทป์กี่แบบ ตอบ <input type="checkbox"/> แบบ (เฉลย 3 แบบ)	เข้าใจ			
	A2/2 กำหนดให้ กระต่ายขนสีดำมียีน (B) เป็น dominant และกระต่ายขนสีขาวมียีน (b) เป็น recessive หากนำกระต่ายที่มียีนเป็น heterozygous มาผสมกับ homozygous dominant จะได้รุ่นลูก (F1) ที่มีจีโนไทป์กี่แบบ ตอบ <input type="checkbox"/> แบบ (เฉลย 2 แบบ)	เข้าใจ			

- 4) ประเมินคุณภาพของแบบทดสอบด้านความตรงเชิงเนื้อหาโดยการกำหนดให้ผู้ทรงคุณวุฒิ พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์
- 5) ปรับปรุงข้อคำถามตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ
- 6) นำแบบทดสอบไปออกแบบเป็นข้อสอบในระบบคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม FLASH
- 7) นำแบบทดสอบไปทดลองใช้จริงกับผู้เรียนโดยจัดการทดสอบขึ้นผ่านระบบคอมพิวเตอร์

1.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.ข้อสอบคู่ขนาน 2 ชุด ได้แก่ (1) แบบทดสอบก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ (A1) จำนวน 8 ข้อ ประกอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ข้อและข้อสอบแบบสร้างคำตอบ 4 ข้อ และ (2) แบบทดสอบหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ (A2) จำนวน 8 ข้อ ประกอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ข้อ และข้อสอบแบบสร้างคำตอบ 4 ข้อ (ตัวอย่างทดสอบ A1,A2 ภาคผนวก 4)

2.แบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับมีการให้คะแนนแบบ 0,1 คะแนนเต็มของแบบทดสอบแต่ละฉบับ คือ 8 คะแนน โดยแบบทดสอบจะถูกนำไปทดลองใช้กับนักเรียนทั้งหมด 176 คน โดยการจัดการทดสอบโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

1.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ผู้วิจัยดำเนินการจัดการทดสอบผ่านทางระบบคอมพิวเตอร์แก่นักเรียนกลุ่มทดลองใช้ระบบการทดสอบจำนวน 176 คน

2) ผู้วิจัยดำเนินการชี้แจงขั้นตอนการประเมินโดยเป็นเวลา 5-10 นาที เพื่อทำความเข้าใจ กระบวนการทดสอบ โดยมีประเด็นดังนี้

- วัตถุประสงค์และความสำคัญของการทดสอบ
- รูปแบบของการทดสอบที่ผู้เรียนจะต้องเข้ารับการทดสอบก่อนและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับสำหรับ ประกอบด้วย 1) แบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก (Multiple-choice; MC) จำนวน 4 ข้อ 2) แบบสร้างคำตอบ (Constructed-response: CR) จำนวน 4 ข้อ รวม 8 ข้อ
- ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบ 90 นาที

3) ผู้วิจัยชี้แจงลำดับการทดสอบทั้งหมด 5 ขั้นตอน ซึ่งการทดสอบความสามารถก่อนและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับจะอยู่ขั้นตอนที่ 1 และ 4

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (A1)

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินตนเองก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (B1)

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (C)

ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ฯหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (A2)

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินตนเองหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ(B2)

4) ผู้วิจัยกำหนดให้ผู้เรียนเริ่มทำแบบทดสอบภายหลังจากการชี้แจง

5) ผลการตอบของผู้เรียนจะถูกบันทึกอัตโนมัติเข้าสู่ระบบการทดสอบ

1.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบด้านความตรงตามเนื้อเรื่อง (Content Validity)

การวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือด้านความตรงตามเนื้อเรื่อง ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน จากการระบุน้ำหนักคะแนนดังนี้

- ถ้าข้อความมีความสอดคล้องกับเนื้อหา ระดับพฤติกรรม และวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะวัด ได้ 1 คะแนน
- ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อความมีความสอดคล้องกับเนื้อหา ระดับพฤติกรรม และวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะวัด ได้ 0 คะแนน
- ถ้าข้อความไม่สอดคล้องกับเนื้อหา ระดับพฤติกรรม และวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะวัด ได้ -1 คะแนน

นำคะแนนที่ได้แต่ละข้อความมาคำนวณความสอดคล้องระหว่างข้อความกับวัตถุประสงค์ (Item Objective Conguence Index: IOC) โดยใช้สูตร ดังนี้

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

$\sum R$ คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

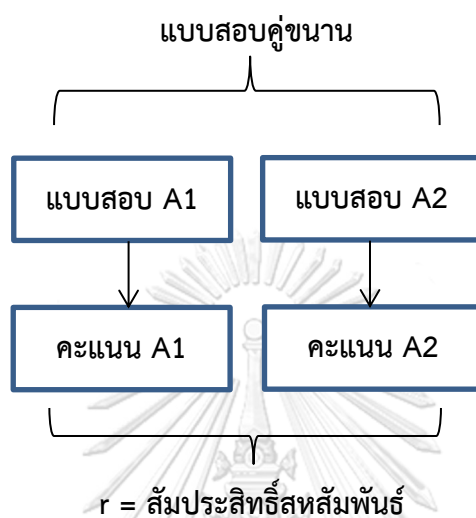
เกณฑ์การพิจารณา

$IOC \geq 0.5$ แสดงว่าข้อความวัดวัตถุประสงค์ข้อนั้นจริง หมายความว่า ข้อนั้นมี ความตรงตามเนื้อหา

$IOC < 0.5$ แสดงว่าข้อความไม่ได้วัดวัตถุประสงค์ข้อนั้นจริง หมายความว่า ข้อนั้น ไม่มีความตรงตามเนื้อหา

2.) การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยง

ในการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ เลือกวิเคราะห์ค่าความเที่ยงแบบ ความสมมูล (Measure of Equivalence) เนื่องจากเป็นผลคะแนนที่วัดได้จากผู้เรียนกลุ่มเดียวกันใน เวลาเดียวกันโดยใช้เครื่องมือ 2 ฉบับที่ทดสอบกัน (Equivalent-forms Method) ดังภาพ 3.2



ภาพ 3.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแบบสอบคู่ขนาน

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) โดยมีสูตร คำนวณดังนี้

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

r = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

n = จำนวนผู้สอบ

3) การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบรายข้อ

การวิเคราะห์ค่าความยาก (b) โดยใช้โปรแกรม MULTILOG ตามทฤษฎีการตอบสนอง ข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์นำผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อที่ได้มาแปลผลดังนี้ คือ ค่าความยาก (b) ควรอยู่ระหว่าง -2.50 ถึง +2.50

1.2 แบบประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ

1.2.1 ผู้ให้ข้อมูล

การออกแบบและพัฒนาแบบประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ ประกอบด้วยผู้ให้ข้อมูล 2 กลุ่ม เช่นเดียวกับผู้ให้ข้อมูลในการออกแบบและพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

1.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1) ศึกษาแนวทางในการประเมินความสามารถในการประเมินตนเองของผู้เรียนจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2) ออกแบบและสร้างแบบประเมินความสามารถในการประเมินตนเองก่อนและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับให้เป็นแบบประเมินคู่ขนาน จำนวน 2 ฉบับ (B1, B2) ที่มีประเด็นในการประเมินสอดคล้องกับเนื้อหาที่ใช้ในการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

3) สร้างแบบประเมินตนเองที่มีข้อความสอดคล้องกับการข้อสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ตัวอย่างดังตาราง 3.5

ตาราง 3.5 ตัวอย่างการสร้างรายการประเมินความสามารถตนเองตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับข้อสอบการแก้โจทย์ปัญหา

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบการแก้โจทย์ปัญหา	รายการประเมินความสามารถตนเอง
5.นักเรียนสามารถทำนายความน่าจะเป็นของรูปแบบจีโนไทป์หรือฟีโนไทป์ในรุ่นลูกหรือพ่อแม่ได้	A1/7 ถั่วดอกสีแดงซึ่งเป็นยีนเด่นผสมเกสรกับถั่วดอกสีขาวซึ่งเป็นยีนด้อย ได้ถั่วรุ่นลูก (F1) ที่มีโอกาสแสดง ฟีโนไทป์แบบใด หากกำหนดให้ลักษณะพันธุกรรมดังกล่าวนี้เป็นลักษณะเด่นแบบซิมสมบูร์น 1. ดอกสีแดง 100 % 2. ดอกสีแดง 25 % ดอกสีขาว 75% 3. ดอกสีแดง 50 % ดอกสีชมพู 50% 4. ดอกสีแดง 75 % ดอกสีขาว 25 % 5. ดอกสีแดง 25% ดอกสีชมพู 50% และดอกสีขาว 25%	B1/7 คำนวณสัดส่วนลักษณะทางพันธุกรรมในรุ่นลูกที่เกิดจากลักษณะพันธุกรรมของพ่อแม่ที่กำหนดในโจทย์ปัญหาได้ <input type="checkbox"/> 1 หมายถึง ยากเกินไปฉันไม่สามารถทำได้ <input type="checkbox"/> 2 หมายถึง ยากสำหรับฉันและจะทำได้เมื่อได้รับการช่วยเหลือจากผู้อื่น <input type="checkbox"/> 3 หมายถึง ค่อนข้างยากแต่ฉันสามารถทำได้หากได้รับการช่วยเหลือจากผู้อื่น <input type="checkbox"/> 4 หมายถึง ส่วนใหญ่ฉันทำได้ถ้าไม่ซับซ้อน <input type="checkbox"/> 5 หมายถึง ฉันทำได้ไม่มีปัญหา
	A2/7 ถั่วดอกสีแดงซึ่งเป็นยีนเด่นพันแท้ผสมเกสรกับถั่วดอกสีขาวซึ่งเป็นยีนด้อย ได้ถั่วรุ่นลูก (F1) ที่มีโอกาสแสดง ฟีโนไทป์แบบใด หากกำหนดให้ลักษณะพันธุกรรมดังกล่าวนี้เป็นลักษณะเด่นแบบซิมไม่สมบูร์น 1. ดอกสีแดง 100 % 2. ดอกสีชมพู 100 % 3. ดอกสีแดง 50 % ดอกสีชมพู 50% 4. ดอกสีแดง 75 % ดอกสีขาว 25 % 5. ดอกสีแดง 25% ดอกสีชมพู 50% ดอกสีขาว 25%	B2/7 สืบย้อนไปดูจีโนไทป์ของรุ่นพ่อแม่จากจีโนไทป์ของรุ่นลูกได้ถูกต้อง <input type="checkbox"/> 1 หมายถึง ยากเกินไปฉันไม่สามารถทำได้ <input type="checkbox"/> 2 หมายถึง ยากสำหรับฉันและจะทำได้เมื่อได้รับการช่วยเหลือจากผู้อื่น <input type="checkbox"/> 3 หมายถึง ค่อนข้างยากแต่ฉันสามารถทำได้หากได้รับการช่วยเหลือจากผู้อื่น <input type="checkbox"/> 4 หมายถึง ส่วนใหญ่ฉันทำได้ถ้าไม่ซับซ้อน <input type="checkbox"/> 5 หมายถึง ฉันทำได้ไม่มีปัญหา

4) ประเมินคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาโดยให้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของรายการประเมิน ซึ่งมีระดับของการประเมินตนเอง 5 ระดับ คือ กำหนดให้ระดับ 1 หมายถึง ยากเกินไปฉันไม่สามารถทำได้

2 หมายถึง ยากสำหรับฉันและจะทำได้เมื่อได้รับการช่วยเหลือจากผู้อื่น

3 หมายถึง ค่อนข้างยากแต่ฉันสามารถทำได้เมื่อได้รับการช่วยเหลือจากผู้อื่น

4 หมายถึง ส่วนใหญ่ฉันทำได้ถ้าไม่ซับซ้อน

5 หมายถึง ฉันทำได้ไม่มีปัญหา

โดยมีรูปแบบของแบบประเมินความเหมาะสมของรายการประเมินตนเองของผู้เรียน สำหรับผู้เชี่ยวชาญดังตัวอย่างในตาราง 3.6

ตาราง 3.6 ตัวอย่างแบบประเมินความเหมาะสมของรายการประเมินตนเองของผู้เรียน

รายการประเมิน/มิติที่ประเมิน	1	2	3	4	5	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ		
						1	0	-1
<p>นักเรียนสามารถ</p> <p>1.อธิบายความหมายของคำศัพท์พื้นฐานทางพันธุศาสตร์ เช่น จีโนไทป์ พีโนไทป์ โฮโมไซกัสโดมิแนนท์ เป็นต้น ได้</p> <p><u>มิติของความรู้ที่ประเมิน</u></p> <p>ความรู้พื้นฐานของการศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรม (Key Terms) เช่น คำศัพท์ทางพันธุศาสตร์</p>								
<p>2.แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการถ่ายทอดพันธุกรรมอย่างง่ายได้ถูกต้อง</p> <p><u>มิติของความรู้ที่ประเมิน</u></p> <p>กฎของความน่าจะเป็นในการถ่ายทอดพันธุกรรมของเมนเดลแบบ Monohybrid Cross (The Law of Probability Govern Mendelian Inheritance : Monohybrid Cross)</p>								

5) นำผลการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิมาแก้ไข ปรับปรุงข้อคำถามในการประเมิน

6) นำข้อคำถามพร้อมทั้งข้อมูลย้อนกลับที่ผ่านการแก้ไขปรับปรุงมาออกแบบในการประเมิน โดยระบบคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม FLASH

7) นำเครื่องมือไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนวัดราชโอรส จำนวน 176 คน

1.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แบบประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลัง การให้ข้อมูลย้อนกลับ (B1-B2) ซึ่งเนื้อหาของแบบประเมินตนเองมีประเด็นการประเมินที่สอดคล้อง กับแบบประเมินความรู้ทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

2) รูปแบบของแบบประเมินตนเองเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ โดยประกอบด้วยรายการ ประเมินจำนวน 16 ข้อ แล้วนำมาจัดจำแนกออกเป็น 2 ฉบับ คือ ฉบับ B1 และ B2 โดยมีรายละเอียด โครงสร้างของแบบประเมินที่สอดคล้องกับแบบประเมินความรู้ทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูล

ย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์โดยผู้วิจัยได้สังเคราะห์เนื้อหาและมิติที่สำคัญมาจากหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเอกสารประกอบการเรียนของต่างประเทศที่นิยมใช้เป็น สากลทั่วโลก คือ Campbell (2008) ซึ่งจำแนกออกเป็น 2 มิติ รายละเอียดดังตาราง 3.7

ตาราง 3.7 เนื้อหาและวัตถุประสงค์ของแบบประเมินตนเองในด้านการแก้โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์ วิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

มิติในการประเมินของตนเองทางด้านพันธุศาสตร์	จำนวน รายการ ประเมิน	คะแนน เต็ม
1. ความรู้พื้นฐานของการศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรม (Key Terms) เช่น คำศัพท์ทางพันธุศาสตร์	8	8
2. กฎของความน่าจะเป็นในการถ่ายทอดพันธุกรรมของ เมนเดลแบบ Monohybrid Cross (Mendel's Laws of Inheritance: Monohybrid)	8	8
รวม	16	16

4) นำแบบประเมินความสามารถในการประเมินตนเองที่ออกแบบและผ่านการปรับปรุงแล้ว มาจัดทำลงในโปรแกรม FLASH โดยรูปแบบแบบประเมินที่ใช้ออกแบบเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ (ตัวอย่างแบบประเมินฉบับ B1,B2 ภาคผนวก 5)

1.2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ผู้วิจัยดำเนินการจัดการทดสอบผ่านทางระบบคอมพิวเตอร์แก่นักเรียนกลุ่มทดลองใช้ ระบบการทดสอบจำนวน 176 คน

2) ผู้วิจัยดำเนินการชี้แจงขั้นตอนการประเมินโดยเป็นเวลา 5-10 นาที เพื่อทำความเข้าใจ กระบวนการทดสอบ โดยมีประเด็นดังนี้

- วัตถุประสงค์และความสำคัญของการทดสอบ
- ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบ 90 นาที และลำดับของการทดสอบ

3) ผู้วิจัยชี้แจงลำดับการทดสอบทั้งหมด 5 ขั้นตอน ซึ่งการประเมินตนเองก่อนและหลังการ ทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับจะอยู่ขั้นตอนที่ 2 และ 5

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูล ย้อนกลับ (A1)

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินตนเองก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (B1)

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (C)

ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ฯหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (A2)

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินตนเองหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (B2)

4) ผลการตอบจะถูกบันทึกลงไปในระบบคอมพิวเตอร์โดยอัตโนมัติ

1.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) วิเคราะห์คุณภาพของแบบประเมินโดยการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของ โดยการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

2) วิเคราะห์คุณภาพของแบบประเมินตนเอง ด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ GRM โดยใช้โปรแกรม MULTILOG

3) วิเคราะห์ความเที่ยงของแบบวัดด้วยการหาค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

1.3 การออกแบบและพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

1.3.1 ผู้ให้ข้อมูล

การออกแบบและพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการประเมินตนเอง ประกอบด้วยผู้ให้ข้อมูล 2 กลุ่ม เช่นเดียวกับผู้ให้ข้อมูลในการออกแบบและพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

1.3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1) ศึกษาเนื้อหาของรายวิชาชีววิทยาโดยมีรายละเอียดตามกรอบของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งการเรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2) กำหนดผัง (Test Blue Print) ของแบบทดสอบซึ่งเป็นรูปแบบผสม จำนวน 20 ข้อ ประกอบด้วยข้อสอบปรนัยจำนวนตัวเลือก 5 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ และข้อสอบแบบสร้างคำตอบจำนวน 10 ข้อ ซึ่งมีรายละเอียดโครงสร้างของแบบสอบโดยผู้วิจัยได้สังเคราะห์เนื้อหาและมิติที่สำคัญมาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเอกสารประกอบการเรียนของ

ต่างประเทศที่นิยมใช้เป็นสากลทั่วโลก คือ Campbell (2008) ซึ่งจำแนกออกเป็น 2 มิติ คือ 1) ความรู้พื้นฐานในการศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรม 2) กฎของความน่าจะเป็นในการถ่ายทอดพันธุกรรมของเมนเดล รายละเอียดดังตาราง 3.8 และ 3.9

ตาราง 3.8 เนื้อหาและวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์ วิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

มิติในการประเมินความรู้ด้านพันธุศาสตร์	จำนวนข้อสอบ		รวม
	เลือกตอบ	สร้างคำตอบ	
1. ความรู้พื้นฐานของการศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรม (Key Terms) เช่น คำศัพท์ทางพันธุศาสตร์	5	5	10 (50.00)
2. กฎของความน่าจะเป็นในการถ่ายทอดพันธุกรรมของเมนเดลแบบ Monohybrid Cross และ Dihybrid Cross	5	5	10 (50.00)
รวม	10	10	20 (100.00)

ตาราง 3.9 ผังข้อสอบชุด C จำแนกตามมิติ วัตถุประสงค์ ระดับพฤติกรรมและรูปแบบข้อสอบ

เนื้อหา	วัตถุประสงค์	การทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (C)	ระดับพฤติกรรม	รูปแบบข้อสอบ
มิติที่ 1	1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้ เช่น ลักษณะเด่น ลักษณะด้อย	ข้อที่ 1-4	เข้าใจ	MC 2 ข้อ CR 2 ข้อ
	2. นักเรียนสามารถคำนวณรูปแบบของจีโนไทป์จากลักษณะทางพันธุกรรมที่ปรากฏได้	ข้อที่ 5-8	เข้าใจ	MC 2 ข้อ CR 2 ข้อ
	3. นักเรียนสามารถเขียนและคำนวณรูปแบบจีโนไทป์ของสิ่งมีชีวิตจากลักษณะทางพันธุกรรมที่ปรากฏได้	ข้อที่ 9-12	วิเคราะห์	MC 2 ข้อ CR 2 ข้อ
มิติที่ 2	4. นักเรียนสามารถคำนวณร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ของสิ่งมีชีวิตในรุ่นลูกที่ได้รับการถ่ายทอดพันธุกรรมแบบไม่ซบซ้อนได้	ข้อที่ 13-16	เข้าใจ	MC 2 ข้อ CR 2 ข้อ
	5. นักเรียนสามารถทำนายความน่าจะเป็นของรูปแบบจีโนไทป์หรือฟีโนไทป์ในรุ่นลูกหรือพ่อแม่ได้	ข้อที่ 17-20	วิเคราะห์	MC 2 ข้อ CR 2 ข้อ
รวม		20 ข้อ	เข้าใจ : วิเคราะห์ 3 : 2	MC : CR 1 : 1

3) สร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ตามผังข้อสอบที่ออกแบบ

4) ออกแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับในแต่ละข้อคำถามซึ่งจำแนกเป็น 2 แบบ คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การสาธิตตัวอย่างและการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การชี้แนะ เพื่อเป็นฐานในการนำไปออกแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับให้ได้ 5 รูปแบบ ได้แก่ (1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWF) (2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF) (3) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback; FDF) (4) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF) และ (5) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (Knowledge of Result Feedback; KORF)

5) กำหนดให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาพิจารณา ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของข้อคำถามและความเหมาะสมของการให้ข้อมูลย้อนกลับทั้ง 2 แบบ คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การยกตัวอย่างและการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การชี้แนะ โดยมีรูปแบบของแบบประเมินในความเหมาะสมของการให้ข้อมูลย้อนกลับสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิตั้งตัวอย่างใน

ตาราง 3.10 ตัวอย่างรูปแบบของแบบประเมินในความเหมาะสมของการให้ข้อมูลย้อนกลับสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

รูปแบบข้อสอบ	โจทย์ปัญหา	เมื่อตอบถูก	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ใช้การยกตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWF)	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม												
					เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย													
เลือกตอบ 5 ตัวเลือก	1. ญญาณีมีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene ขณะที่สมหญิงมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด AB คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ 2. 15% 3. 20% 4. 25% 5. 50%*	ได้รับข้อมูลย้อนกลับเหมือนผู้ที่ตอบผิดครั้งที่ 1	1	<p>คิมเบอริมีหมู่เลือด A แบบ heterozygous gene ขณะที่หมวกมีหมู่เลือด B แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด O คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด คิมเบอริมีจีโนไทป์แบบ IA i และหมวกมีจีโนไทป์แบบ IBIB</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>หมวก IB</td> <td>IB</td> <td>IB</td> </tr> <tr> <td>คิมเบอริ IA</td> <td>1/2 IAIB</td> <td>1/2 IAIB</td> <td>1/2 IAIB</td> </tr> <tr> <td>i</td> <td>1/2 IBi</td> <td>1/2 IBi</td> <td>1/2 IBi</td> </tr> </table> <p>ดูมีโอกาสมิใช่ในไทป์ 2 แบบ คือ IAIB = 2/4 คิดเป็น 50% หรือ IBi = 2/4 คิดเป็น 50%</p> <p>ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด O หรือคิดเป็น 0%</p>		หมวก IB	IB	IB	คิมเบอริ IA	1/2 IAIB	1/2 IAIB	1/2 IAIB	i	1/2 IBi	1/2 IBi	1/2 IBi	เห็นด้วย 1	ไม่เห็นใจ 0	ไม่เห็นด้วย -1	
	หมวก IB	IB	IB																	
คิมเบอริ IA	1/2 IAIB	1/2 IAIB	1/2 IAIB																	
i	1/2 IBi	1/2 IBi	1/2 IBi																	
		-	2	<p>เบลล่ามีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene ขณะที่เจมส์มีหมู่เลือด B แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด A คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด เบลลามีจีโนไทป์แบบ IAIA และเจมส์มีจีโนไทป์แบบ IBIB</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>เจมส์ IB</td> <td>IB</td> <td>IB</td> </tr> <tr> <td>เบลล่า IA</td> <td>1/2 IAIB</td> <td>1/2 IAIB</td> <td>1/2 IAIB</td> </tr> <tr> <td>IA</td> <td>1/2 IAIB</td> <td>1/2 IAIB</td> <td>1/2 IAIB</td> </tr> </table> <p>ดูมีโอกาสมิใช่ในไทป์เพียง 1 แบบ คือ IAIB = 4/4 คิดเป็น 100%</p> <p>ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด A หรือคิดเป็น 0%</p>		เจมส์ IB	IB	IB	เบลล่า IA	1/2 IAIB	1/2 IAIB	1/2 IAIB	IA	1/2 IAIB	1/2 IAIB	1/2 IAIB				
	เจมส์ IB	IB	IB																	
เบลล่า IA	1/2 IAIB	1/2 IAIB	1/2 IAIB																	
IA	1/2 IAIB	1/2 IAIB	1/2 IAIB																	

6) นำข้อคำถามพร้อมทั้งข้อมูลย้อนกลับที่ผ่านการแก้ไขปรับปรุงมาออกแบบในการทดสอบ โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม FLASH ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีความเหมาะสมและสามารถใช้ในการออกแบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์

7) นำเครื่องมือไปทดลองใช้กับนักเรียน จำนวน 176 คน

1.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งเนื้อหาของแบบประเมินมีรายละเอียดตามกรอบของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

รายวิชาที่ทดสอบ	ชีววิทยาพื้นฐาน
ระดับชั้น	มัธยมศึกษาปีที่ 6
หน่วยการเรียนรู้เรื่อง	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
สาระที่ 1	สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต
มาตรฐาน ว 1.2	เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

พัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2) รูปแบบของแบบทดสอบเป็นรูปแบบผสม จำนวน 20 ข้อ ประกอบด้วยข้อสอบเลือกตอบ จำนวนตัวเลือก 5 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ และข้อสอบแบบสร้างคำตอบจำนวน 10 ข้อ ซึ่งมีรายละเอียดโครงสร้างของแบบสอบโดยผู้วิจัยได้สังเคราะห์เนื้อหาและมิติที่สำคัญมาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเอกสารประกอบการเรียนของต่างประเทศที่นิยมใช้เป็นสากล คือ Campbell (2008) ซึ่งจำแนกออกเป็น 2 มิติ คือ (1) ความรู้พื้นฐานในการศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรม และ (2) กฎของความน่าจะเป็นในการถ่ายทอดพันธุกรรมของเมนเดลแบบ Monohybrid Cross

3) รูปแบบข้อมูลย้อนกลับทันทีในการทดสอบโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ วิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีทั้งสิ้น 5 รูปแบบ ดังนี้

3.1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWF)

3.2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback; FDF)

3.3) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF)

3.4) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF)

3.5) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (Knowledge of Result Feedback; KORF)

4) การนำแบบทดสอบพร้อมข้อมูลย้อนกลับที่ผ่านการออกแบบ มาออกแบบในโปรแกรม FLASH

1.3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์มาทดสอบซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนวัดราชโอรส จำนวน 176 คน แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มได้แก่

- ผู้เรียนกลุ่มที่หนึ่ง ได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWF) จำนวน 34 คน

- ผู้เรียนกลุ่มที่สอง ได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การแสดงตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF) จำนวน 37 คน

- ผู้เรียนกลุ่มที่สาม ได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback; FDF) จำนวน 33 คน

- ผู้เรียนกลุ่มที่สี่ ได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF) จำนวน 38 คน

- ผู้เรียนกลุ่มที่ห้า ได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (Knowledge of Result Feedback; KORF) จำนวน 34 คน

2) ผู้วิจัยดำเนินการชี้แจงขั้นตอนการประเมินโดยเป็นเวลา 5-10 นาที เพื่อทำความเข้าใจกระบวนการทดสอบ โดยมีประเด็นดังนี้

- วัตถุประสงค์และความสำคัญของการทดสอบ

- รูปแบบของการทดสอบที่ผู้เรียนจะต้องเข้ารับการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที ประกอบด้วย 1) แบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก (Multiple-choice; MC) จำนวน 10 ข้อ 2) แบบสร้างคำตอบ (Constructed-response; CR) จำนวน 10 ข้อ รวม 20 ข้อ

- ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบ 90 นาที

3) ผู้วิจัยชี้แจงลำดับการทดสอบทั้งหมด 5 ขั้นตอน ซึ่งการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีจะอยู่ขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (A1)

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินตนเองก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (B1)

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (C) (ผู้เรียนจะถูกสุ่มให้ได้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันจำแนกเป็น ผู้เรียน 5 กลุ่ม)

ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (A2)

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินตนเองหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (B2)

4) การทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ที่แตกต่างกันทั้ง 5 รูปแบบ ดังที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยจะขอเสนอผลการออกแบบและกลไกการดำเนินงานของระบบคอมพิวเตอร์ที่จะตอบสนองต่อการตอบของผู้เรียน ในบทที่ 4

1.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบด้านความตรงตามเนื้อเรื่อง (Content Validity)

การวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือด้านความตรงตามเนื้อเรื่อง ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน จากการระบุน้ำหนักคะแนนดังนี้

- ถ้าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหา ระดับพฤติกรรม และวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะวัด ได้ 1 คะแนน
- ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหา ระดับพฤติกรรม และวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะวัด ได้ 0 คะแนน
- ถ้าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับเนื้อหา ระดับพฤติกรรม และวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะวัด ได้ -1 คะแนน

นำคะแนนที่ได้แต่ละข้อคำถามมาคำนวณความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item Objective Congruence Index: IOC) โดยใช้สูตร ดังนี้

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

$\sum R$ คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การพิจารณา

$IOC \geq 0.5$ แสดงว่าข้อคำถามวัดวัตถุประสงค์ข้อนั้นจริง หมายความว่า ข้อนั้นมีความตรงตามเนื้อหา

$IOC < 0.5$ แสดงว่าข้อคำถามไม่ได้วัดวัตถุประสงค์ข้อนั้นจริง หมายความว่า ข้อนั้นไม่มีความตรงตามเนื้อหา

2) การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยง

การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน โดยใช้โปรแกรม MULTILOG

3) การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบรายข้อ

การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบรายข้อด้วยการวิเคราะห์ค่าความยาก (b) โดยใช้โปรแกรม MULTILOG ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์นำผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อที่ได้มาแปลผลดังนี้ คือ ค่าความยาก (b) ควรอยู่ระหว่าง -2.50 ถึง +2.50

ระยะที่ 2 การศึกษาผลการใช้ระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน (D₂R₂)

การศึกษาผลการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกันมีแบบแผนของการดำเนินการวิจัยในระยะที่สองเป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยมีแบบแผนการวิจัยดังแผนภาพ 3.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

E1	O1	X1	O2
E2	O1	X2	O2
E3	O1	X3	O2
E4	O1	X4	O2
C	O1	-	O2

ภาพ 3.3 การดำเนินการวิจัยเชิงทดลองในระยะที่ 2

- E1 หมายถึง กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWF)
- E2 หมายถึง กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF)
- E3 หมายถึง กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback; FDF)
- E4 หมายถึง กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 4 ประกอบด้วย ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PWF)
- C หมายถึง กลุ่มควบคุม ประกอบด้วย ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบอกผลการตอบ (Knowledge of Result Feedback; KORF)
- X1 หมายถึง การทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWF)
- X2 หมายถึง การทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF)
- X3 หมายถึง การทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback; FDF)
- X4 หมายถึง การทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PWF)
- O1 หมายถึง การทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์และการประเมินตนเองก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที
- O2 หมายถึง การทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์และการประเมินตนเองหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที

2.1 ตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนมัธยมศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) จำนวน 119 โรงเรียน ซึ่งมีจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 35,708 คน คิดเป็น 1,042 ห้องเรียน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

1. การเลือกโรงเรียนและตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้มาจากประชากรที่มีการเลือกตามคุณสมบัติของขนาดโรงเรียนซึ่งจำแนกออกเป็น 4 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ และขนาดใหญ่พิเศษ เพื่อให้ได้ผู้เรียนที่มีความสามารถหลากหลาย โดยพิจารณาจากแนวโน้มผลคะแนนการทดสอบ O-NET ในแต่ละปีที่โรงเรียนขนาดใหญ่จะมีผลการทดสอบที่สูงกว่าโรงเรียนขนาดเล็กภายหลังจากการกำหนดโรงเรียนได้ตามขนาดของโรงเรียน โดยกำหนดโรงเรียนที่เข้าร่วมการวิจัยได้ทั้งสิ้น 7 โรงเรียน ภายหลังจากการกำหนดโรงเรียน จึงได้ดำเนินการเลือกผู้เรียนเฉพาะห้องเรียนที่เป็นแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้จำเป็นต้องทดลองกับตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเนื้อหาวิชาชีววิทยา และต้องเรียนในเนื้อหาวิชาพันธุศาสตร์ในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ได้ผลการเลือกตัวอย่างดังตาราง 3.11

ตาราง 3.11 ผลการเลือกโรงเรียน ห้องเรียน และผู้เรียนในการวิจัย

ชื่อโรงเรียน	ขนาดโรงเรียน	จำนวนห้องเรียนแผนการเรียนวิทย์-คณิต (ห้อง)	จำนวนนักเรียน (คน)
1. โรงเรียนเทพศิรินทร์	ใหญ่พิเศษ	4	169
2. โรงเรียนศึกษานารี	ใหญ่พิเศษ	4	184
3. โรงเรียนสตรีวัดอัปสรสวรรค์	ใหญ่	3	118
4. โรงเรียนสายปัญญา	ใหญ่	3	142
5. โรงเรียนสตรีศรีสุริโยทัย	ใหญ่	3	125
6. โรงเรียนวัดราชาธิวาส	กลาง	1	42
7. โรงเรียนวัดสังเวช	เล็ก	1	6
	รวม	19	786

2. การสุ่มนักเรียนเข้ากลุ่มทดลอง

ผู้วิจัยสุ่มนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองภายหลังจากที่ได้ทดสอบความสามารถของนักเรียนในรายวิชาชีววิทยา โดยผลการทดสอบถูกนำมาจัดจำแนกความสามารถของผู้เรียนเป็น 3 กลุ่ม คือ สูง ปานกลาง ต่ำ ซึ่งในการสุ่มให้นักเรียนแต่ละคนได้รับข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันจะใช้การสุ่มอย่างง่าย โดยจะพิจารณาให้นักเรียนแต่ละกลุ่มความสามารถได้รับข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน 5 แบบ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับเพียงแค่รูปแบบเดียวไปจนเสร็จสิ้นการทดสอบโดยแต่ละคนจะถูกสุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่แตกต่างกันจำนวน 15 กลุ่ม ดังตาราง 3.12

ตาราง 3.12 แผนการสุ่มนักเรียนเข้ารับการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน

ระดับความสามารถ	ข้อมูลย้อนกลับ	กลุ่มทดลองและควบคุม	ลักษณะตัวอย่างในการวิจัย
ต่ำ	FWF	นักเรียนกลุ่มที่ 1	มีความสามารถต่ำได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ FWF
	PWF	นักเรียนกลุ่มที่ 2	มีความสามารถต่ำได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PWF
	FDF	นักเรียนกลุ่มที่ 3	มีความสามารถต่ำได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ FDF
	PDF	นักเรียนกลุ่มที่ 4	มีความสามารถต่ำได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PDF
	KORF	นักเรียนกลุ่มที่ 5	มีความสามารถต่ำได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ KORF
ปานกลาง	FWF	นักเรียนกลุ่มที่ 6	มีความสามารถปานกลางได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ FWF
	PWF	นักเรียนกลุ่มที่ 7	มีความสามารถปานกลางได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PWF
	FDF	นักเรียนกลุ่มที่ 8	มีความสามารถปานกลางได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ FDF
	PDF	นักเรียนกลุ่มที่ 9	มีความสามารถปานกลางได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PDF
	KORF	นักเรียนกลุ่มที่ 10	มีความสามารถปานกลางได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ KORF
สูง	FWF	นักเรียนกลุ่มที่ 11	มีความสามารถสูงได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ FWF
	PWF	นักเรียนกลุ่มที่ 12	มีความสามารถสูงได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PWF
	FDF	นักเรียนกลุ่มที่ 13	มีความสามารถสูงได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ FDF
	PDF	นักเรียนกลุ่มที่ 14	มีความสามารถสูงได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PDF
	KORF	นักเรียนกลุ่มที่ 15	มีความสามารถสูงได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ KORF

3. การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาจากความเหมาะสมของขนาดตัวอย่างที่เพียงพอต่อการวิเคราะห์โดยการวิจัยในครั้งนี้ขึ้นอยู่กับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ ซึ่งมีแนวคิดที่สอดคล้องกับ Rasch SIRT Model โดยขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมและเพียงพอต่อการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์สำหรับ 1PL ควรจะมีอย่างน้อย 200 คน (Chang, 2001; Foley, 2010) ผู้วิจัยจึงกำหนดกลุ่มตัวอย่างให้ได้จำนวนมากกว่า 200 คน เพื่อให้ได้นักเรียนตามจำนวนที่เหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่มีการเปรียบเทียบความสามารถระหว่างนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม

คือ สูง ปานกลาง และต่ำ ดังนั้นจึงพิจารณาโดยคาดการณ์ขนาดของตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม คิดเป็น 250 คน รวมทั้งสิ้น 750 คน เป็นอย่างต่ำ ซึ่งจากตารางข้างต้น ทำให้สามารถจำแนกผู้สอบได้ 3 กลุ่มใหญ่ และ 15 กลุ่มย่อย ดังตาราง 3.13

ตาราง 3.13 ผลการกำหนดขนาดตัวอย่างจำแนกตามตัวแปรอิสระในการวิจัย

ระดับ ความสามารถ	ข้อมูลย้อนกลับ	กลุ่มทดลองและควบคุม	จำนวน (คน)
ต่ำ	FWF	นักเรียนกลุ่มที่ 1	50
	PWF	นักเรียนกลุ่มที่ 2	50
	FDF	นักเรียนกลุ่มที่ 3	50
	PDF	นักเรียนกลุ่มที่ 4	50
	KORF	นักเรียนกลุ่มที่ 5	50
		รวม	250
ปานกลาง	FWF	นักเรียนกลุ่มที่ 6	50
	PWF	นักเรียนกลุ่มที่ 7	50
	FDF	นักเรียนกลุ่มที่ 8	50
	PDF	นักเรียนกลุ่มที่ 9	50
	KORF	นักเรียนกลุ่มที่ 10	50
		รวม	250
สูง	FWF	นักเรียนกลุ่มที่ 11	50
	PWF	นักเรียนกลุ่มที่ 12	50
	FDF	นักเรียนกลุ่มที่ 13	50
	PDF	นักเรียนกลุ่มที่ 14	50
	KORF	นักเรียนกลุ่มที่ 15	50
		รวม	250

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์เพื่อจัดจำแนกระดับความสามารถของผู้เรียน จำนวน 16 ข้อ โดยมีการตรวจสอบคุณภาพเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาชีววิทยาจำนวน 3 ท่าน และได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนจันทร์หุ่นบำเพ็ญจำนวน 72 คน ก่อนนำมาใช้จัดการทดสอบจริงเพื่อจัดจำแนกความสามารถนักเรียนตัวอย่างทั้งหมด 786 คน (ตัวอย่างแบบทดสอบจำแนกความสามารถทางการเรียนวิชาชีววิทยา ภาคผนวก 3)

2) คู่มือการใช้งานระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ สำหรับครูผู้สอนและนักเรียน (ภาคผนวก 8-9)

3) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการทดสอบ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (A1) ที่ผ่านการออกแบบและพัฒนาจากกระยะที่ 1

4) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์หลังการทดสอบ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (A2) ที่ผ่านการออกแบบและพัฒนาจากกระยะที่ 1

5) แบบประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการ ทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (B1) ที่ผ่านการออกแบบและพัฒนาจากกระยะที่ 1

6) แบบประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์หลังการ ทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (B2) ที่ผ่านการออกแบบและพัฒนาจากกระยะที่ 1

7) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูล ย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (C)

8) แบบประเมินคุณภาพและแบบบันทึกการสัมภาษณ์ของระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูล ย้อนกลับทันที โดยผู้วิจัยนำเครื่องมือการประเมินมาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินคุณภาพ ของระบบการทดสอบของทรงวุฒิ แซ่อึ้ง (2552) ที่ครอบคลุมมาตรฐานใน 4 ประเด็น คือ 1) ด้าน อรรถประโยชน์ (Utility) 2) ด้านความเป็นไปได้ (Feasibility) 3) ด้านความเหมาะสม (Property) และ 4) ด้านความถูกต้อง (Accuracy) (ตัวอย่างภาคผนวก 10,12) (ทรงวุฒิ แซ่อึ้ง, 2552)

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการ นำระบบการทดสอบไปใช้ 1-2 สัปดาห์เพื่อจำแนกระดับความสามารถของนักเรียนในการแก้โจทย์ ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ออกเป็น ระดับความสามารถต่ำ ปานกลางและสูง ผลการทดสอบและ การจัดทำแผนความสามารถของผู้สอบปรากฏดังรายละเอียดในบทที่ 4

2) ภายหลังจากการทดสอบเพื่อจัดทำแผนความสามารถของนักเรียน 1-2 สัปดาห์ ผู้วิจัยจะนำ ระบบการทดสอบไปใช้ในแต่ละโรงเรียนโดยเข้าไปชี้แจงพร้อมแจกคู่มือการทดสอบและอธิบาย กระบวนการใช้ระบบการทดสอบให้แก่ครูผู้สอน เนื่องจากในการใช้งานระบบผู้วิจัยจะกำหนดให้ ครูผู้สอนเข้าดูแลจัดการการทดสอบสำหรับนักเรียนด้วยตนเอง

3) ครูผู้สอนดำเนินการทดสอบโดย ผลการตอบจะถูกบันทึกลงในระบบคอมพิวเตอร์อัตโนมัติ

4) ครูผู้สอนและผู้เรียนประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบจากแบบประเมินที่ผู้วิจัยกำหนดให้ประเมินภายหลังจากการใช้ระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์ความสามารถในแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่อยู่ภายใต้การให้คะแนนแบบ 0-1 (Dichotomous) โดยหากตอบถูกจะได้ 1 คะแนน หรือตอบผิดได้ 0 คะแนน จากนั้นนำผลที่ได้จากการตอบของผู้เรียนมาวิเคราะห์ค่าความสามารถ (θ) ของผู้เรียนภายใต้การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ โดยประกอบด้วย 1) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (θ_1) และ 2) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์หลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (θ_2)

2) การวิเคราะห์ความแม่นยำในการประเมินตนเองโดยการวิเคราะห์จำแนกออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ (1) การวิเคราะห์ความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Bias) (2) การวิเคราะห์ความตรงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Accuracy) ที่อาศัยแนวทางในการคำนวณและเกณฑ์การประเมินจาก Labuhn, Zimmerman และ Hasselhorn (2010), Harks และคณะ (2013) และ Sheldrake, Mujtaba และ Reiss (2014) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Bias)

ความลำเอียงในการประเมินตนเอง คำนวณได้จากความแตกต่างระหว่างผลคะแนนจริงที่ได้การประเมินความรู้หรือทักษะของผู้เรียน (Performance) และผลที่ได้จากการตัดสินตนเอง (Self-evaluation) ซึ่งผลการคำนวณค่าความลำเอียงในการประเมินตนเองนั้นควรมีค่าเข้าใกล้ 0 เพราะซึ่งบ่งบอกว่ามีความลำเอียงในการประเมินตนเองต่ำ เนื่องจากผลคะแนนจริงที่ได้การประเมินความรู้หรือทักษะของผู้เรียน (Actual Performance) และผลที่ได้จากการตัดสินตนเอง (Self-judgement) ไม่แตกต่างกัน โดยงานวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดให้มีการวัดการตัดสินตนเอง 2 ครั้ง โดยการวัดครั้งที่ 1 เป็นการวัดความลำเอียงในการประเมินตนเองจากการทำนายความสามารถของตนเองก่อนการประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา (Prediction) และครั้งที่ 2 เป็นการวัดความลำเอียงในการประเมินตนเองจากการทำนายความสามารถของตนเองหลังการประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา (Postdiction) โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ค่าความลำเอียงในการประเมินตนเอง ดังสรุปได้ในตาราง 3.14

ตาราง 3.14 วิธีการวิเคราะห์ค่าความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Bias)

การวัดการ ตัดสินตนเอง (Self- judgement)	ระยะเวลาในการวัดการตัดสิน ตนเอง (Timing of self-judgement)	วิธีการวิเคราะห์ค่าความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Bias)
ครั้งที่ 1	ก่อนการประเมินความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาพันธุ ศาสตร์ (Prediction) คะแนนเต็ม 20 คะแนน	Pre self-evaluative bias = Prediction- Problem solving performance (ผลต่างระหว่างคะแนนที่ได้จากการทำนาย ความสามารถของตนเองก่อนการประเมินและ คะแนนที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหา)
ครั้งที่ 2	หลังการประเมินความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาพันธุ ศาสตร์ (Postdiction) คะแนนเต็ม 20 คะแนน	Post self-evaluative bias= Postdiction- Problem solving performance (ผลต่างระหว่างคะแนนที่ได้จากการทำนาย ความสามารถของตนเองหลังการประเมินและ คะแนนที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหา)

2.2) การวิเคราะห์ความแม่นยำในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Accuracy) ความแม่นยำในการประเมินตนเอง คำนวณได้จากการค่าสัมบูรณ์ของค่าความลำเอียงในการประเมินตนเอง มาลบออกคะแนนเต็มที่ได้ตั้งเอาไว้

งานวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดให้มีการประเมินตนเองของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์ โดยกำหนดให้ผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์จำนวน 8 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนในภาพรวมมีดังนี้

- คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 8 ข้อ รวม 8 คะแนน (ปรับให้มีคะแนนเต็มเป็น 20 คะแนน โดยนำ $8 \times 2.5 = 20$ คะแนน)
- คะแนนเต็มของการประเมินตนเองก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (Prediction) 40 คะแนน (ปรับให้มีคะแนนเต็มเป็น 20 คะแนน โดยนำ $40/2 = 20$ คะแนน)

2.3) เกณฑ์การประเมินความลำเอียงในการประเมินตนเองและความแม่นยำในการประเมินตนเองมีดังนี้

เกณฑ์การประเมินสำหรับความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Bias) ซึ่งมีค่าที่เป็นไปได้ คือ ตั้งแต่ -20 ถึง 20 มีดังนี้

Self-evaluative Bias > 0 คือ Overconfident

Self-evaluative Bias = 0 คือ Accurate

Self-evaluative Bias < 0 คือ Underconfident

จากวิธีการคำนวณความลำเอียงในการประเมินตนเองและความแม่นยำในการประเมินตนเองที่ได้อธิบายมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้สถิติการคำนวณให้เห็นเป็นรูปธรรมได้ดัง ตาราง 3.15 และ 3.16

ตาราง 3.15 ตัวอย่างการคำนวณความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Bias) และความแม่นยำในการประเมินตนเอง (Self-evaluative accuracy)



ตาราง 3.15 ตัวอย่างการคำนวณความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Bias) และความแม่นยำในการประเมินตนเอง(Self-evaluative accuracy)

ผู้เรียนคนที่	ผลที่ได้จากการตัดสินตนเอง (self-judgement :A)	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา (Problem solving performance : B)	ความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative bias :C)	ผลการประเมินความลำเอียงในการประเมินตนเอง	ความแม่นยำในการประเมินตนเอง (Self-evaluative accuracy :D)	ผลการประเมินความแม่นยำในการประเมินตนเอง
1	20	20	0	Accurate	20	สูง
2	13	15	-2	Underconfident	18	สูง
3	16	10	6	Overconfident	14	สูง
4	10	20	-10	Underconfident	10	ปานกลาง
5	15	13	2	Overconfident	18	สูง
6	6	10	-4	Underconfident	16	สูง
7	19	16	3	Overconfident	17	สูง
8	17	14	3	Overconfident	17	สูง
9	8	16	-8	Underconfident	12	ปานกลาง
10	0	20	-20	Underconfident	0	ต่ำ

****หมายเหตุ** ความลำเอียงในการประเมินตนเอง (C) คำนวณจากสมการ C= A - B
 ความแม่นยำในการประเมินตนเอง (D) คำนวณจากสมการ D= 20- |c|

ตาราง 3.16 ตัวอย่างการวิเคราะห์ความลำเอียงและความแม่นยำในการประเมินตนเองก่อนและหลังเรียนของผู้เรียนคนที่ 1-6

ผู้เรียน คนที่	Prediction	Postdiction	คะแนนสอบ	Prediction	Postdiction	Prediction	Postdiction
	(20)	(20)	(20)	Bias	Bias	Accuracy	Accuracy
	A	B	C	A-C=X	B-C=Y	D=20- X	E=20- Y
1	20	19	18	2	1	18	19
2	13	15	12	1	3	19	17
3	16	10	17	-1	-7	19	13
4	10	11	15	-5	-4	15	16
5	15	13	11	4	2	16	18
6	6	10	10	-4	0	16	20

หมายเหตุ

A = การประเมินตนเองก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ

B = การประเมินตนเองหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ

C = คะแนนสอบจำแนกตามมิติทางพันธุศาสตร์

X = ความลำเอียงในการประเมินตนเองก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

Y = ความลำเอียงในการประเมินตนเองหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

D = ความแม่นยำในการประเมินตนเองก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

E = ความแม่นยำในการประเมินตนเองหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

3) การวิเคราะห์ค่าความน่าจะเป็นในการตอบถูกของแบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที มีขั้นตอนดังนี้

3.1) นำผลการตอบของผู้เรียนมาวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ภายใต้การให้คะแนนแบบ 0-1 (Dichotomous) โดยตอบถูกครั้งที่ 1 ได้ 1 คะแนน, ตอบถูกครั้งที่ 2 ได้ 1 คะแนน, ตอบถูกครั้งที่ 3 ได้ 1 คะแนน, ตอบถูกครั้งที่ 4 ได้ 1 คะแนน และตอบถูกหรือผิดครั้งที่ 5 ได้ 0 คะแนน โดยใช้เกณฑ์เหมือนกันทั้งในข้อสอบเลือกตอบและข้อสอบสร้างคำตอบ

3.2) นำผลที่ได้จากการตอบของผู้เรียนมาวิเคราะห์ภายใต้การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสช์ (Rasch Sequential Item Response Theory Model; Rasch SIRT Model) โดยใช้โปรแกรม MULTILOG เพื่อวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของผู้เรียนและข้อสอบ คือ 1) ค่าเฉลี่ยความสามารถ (θ) หรือ Estimate 2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE; Standard Error) และ 3) ค่าความยากของข้อสอบ (b) จากนั้นนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้ทั้งหมดมาคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการตอบถูก โดยใช้ Rasch SIRT Model มีสมการในการวิเคราะห์ดังนี้

$$H(P_i, \Omega_{jk}) = P_{ijk} = \frac{e^{\theta_i - (b_j - y_k)}}{1 + e^{\theta_i - (b_j - y_k)}}$$

b คือ ค่าความยาก

θ คือ ระดับความสามารถ

y คือ จำนวนครั้งของความพยายามในการตอบ

4) การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง ระดับความสามารถและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อตัวแปรตาม 3 ตัว ได้แก่ (1) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบ (2) ความแม่นยำในการประเมินตนเองหลังการทดสอบ โดยการวิเคราะห์แบบ Two-Way ANCOVA โดยกำหนดให้นำคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบฯและความแม่นยำในการประเมินตนเองก่อนการทดสอบฯ มาเป็น Covariate และ (3) ความน่าจะเป็นในการตอบถูก โดยการวิเคราะห์แบบ Two-Way ANOVA โดยมีกรอบในการวิเคราะห์ข้อมูลดังตาราง 3.17 ดังนี้

ตาราง 3.17 กรอบในการวิเคราะห์ Two-way ANCOVA และ Two-way ANOVA

วัตถุประสงค์การวิจัย	Covariate	ตัวแปรอิสระ	ตัวแปรตาม
1. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (Pre-ability)	1. ระดับความสามารถ 2. รูปแบบข้อมูลย้อนกลับ	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (Post-ability)
2. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความแม่นยำในการประเมินตนเอง	ความแม่นยำในการประเมินตนเองก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Pre self-evaluation)	1. ระดับความสามารถ 2. รูปแบบข้อมูลย้อนกลับ	ความแม่นยำในการประเมินตนเองหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Post self-evaluation)
3. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูกโดยการประยุกต์ใช้ Rasch SIRT Model	-	1. ระดับความสามารถ 2. รูปแบบข้อมูลย้อนกลับ	ความน่าจะเป็นในการตอบถูก

ระยะที่ 3 การปรับปรุงระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (D₃R₃)

3.1 ตัวอย่าง

การปรับปรุงระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 117 คน โรงเรียนวัดราชโอรส ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 3 ห้องเรียน (นักเรียนกลุ่มทดลองใช้ระยะที่ 3 เครื่องมือเป็นนักเรียนที่ได้ผ่านการเรียนเนื้อหาการแก้โจทย์ปัญหา พันธุศาสตร์จบบทเรียน)

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1) ศึกษาประสิทธิภาพของข้อมูลย้อนกลับทั้ง 5 รูปแบบ จากผลการใช้ระบบการทดสอบในระยะที่ 2 แล้วคัดเลือกรูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละระดับความสามารถมาเพียง 3 รูปแบบ

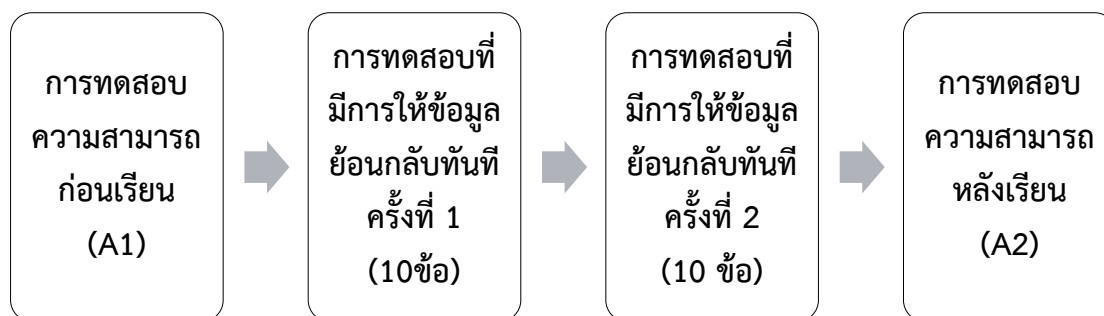
2) ออกแบบและปรับปรุงระบบการทดสอบโดย แยกแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน (A1, A2) และแบบประเมินตนเองก่อนและหลังเรียน (B1, B2) ออกจากโปรแกรมการทดสอบ

3) ดำเนินการจัดการทดสอบเพื่อจำแนกระดับความสามารถของผู้เรียนโดยใช้แบบทดสอบ A1 และวิเคราะห์จำแนกความสามารถของผู้เรียนออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ต่ำ ปานกลางและสูง

4) จัดการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ให้แก่ผู้เรียนทั้ง 3 ชั้นเรียน ภายหลังจากการทดสอบจำแนกระดับความสามารถ โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ครั้ง ครั้งละ 10 ข้อ/1 คาบเรียน

5) ดำเนินการจัดการทดสอบเพื่อวัดความสามารถของผู้เรียนด้านการแก้โจทย์ปัญหาภายหลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (Treatment) โดยใช้แบบทดสอบ A2

6) ดำเนินการสัมภาษณ์ผู้เรียนจำนวน 9 คนภายหลังจากการใช้ระบบการทดสอบครบทั้ง 2 ครั้งเพื่อสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับรูปแบบต่างๆ โดยขั้นตอนการวิจัยทั้งหมดสรุปได้ดังภาพ 3.4



ภาพ 3.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยในระยะที่ 3

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในระบบคอมพิวเตอร์ (A1, A2) ที่ผ่านการออกแบบและพัฒนามาจากระยะที่ 1 และ 2 โดยปรับให้อยู่ในรูปแบบ paper-based test

2) คู่มือการใช้งานระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับครูผู้สอนและผู้เรียน (ภาคผนวก 8-9)

3) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (C) ซึ่งจำแนกออกเป็น 3 ชุด ได้แก่

- แบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF)
- แบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF)
- แบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบอกผลการตอบ (KORF)

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) กำหนดให้ผู้เรียนทั้งหมด 117 คน จำนวน 3 ห้องเรียน ทำแบบทดสอบเพื่อจำแนกความสามารถในการแก้โจทย์ฯก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที โดยใช้แบบทดสอบ A1 โดยผลการทดสอบจะถูกนำมาจำแนกความสามารถออกเป็น 3 ระดับ คือ ต่ำ ปานกลาง และสูง

2) ผู้เรียนเข้ารับการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับจำนวน 3 รูปแบบที่ได้ผ่านการศึกษาประสิทธิภาพของข้อมูลย้อนกลับในระยะที่ 2 จากทั้งหมด 5 รูปแบบ แล้วคัดเลือกมา 3 รูปแบบโดยนำมาใช้จำแนกตามชั้นเรียน ดังนี้

- ม.5/1 ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (KORF)
- ม.5/2 ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF)
- ม.5/4 ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF) โดยผู้เรียนทั้งหมด

เข้ารับการทดสอบ (Treatment) ภายหลังจากการทดสอบเพื่อจำแนกความสามารถ 3-4 วัน

3) ผู้เรียนเข้ารับการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นจำนวนทั้งสิ้น 2 ครั้ง ใน 1 สัปดาห์ โดยแต่ละครั้งจะทำแบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ/1 คาบเรียน

4) ภายหลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับผู้วิจัยสุ่มเลือกผู้เรียนจำนวน 9 คนคละตามความสามารถและรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ เพื่อสัมภาษณ์เกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที

5) ภายหลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ผู้วิจัยกำหนดให้ผู้เรียนทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาภายหลังจากการรับ Treatment โดยใช้แบบทดสอบ A2

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีอยู่ภายใต้การให้คะแนนแบบ 0-1 (Dichotomous) โดยหากตอบถูกจะได้ 1 คะแนน หรือตอบผิดได้ 0 คะแนน จากนั้นนำผลที่ได้จากการตอบของผู้เรียนมาวิเคราะห์ค่าความสามารถ (θ) ของผู้เรียนภายใต้การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ โดยประกอบด้วย 1) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (θ_1) และ 2) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์หลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (θ_2)

2) การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (Paired Samples T-Test) เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (θ_1 / θ_2)

3) การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) และวิเคราะห์ Simple Effect เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ของผู้เรียนแต่ละระดับความสามารถที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน: การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสส์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (2) ศึกษาผลการใช้ระบบการทดสอบระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถและได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกัน (3) ประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ และ (4) ปรับปรุงระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกออกเป็น 4 ตอนดังนี้

- ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์
- ตอนที่ 2 ผลการใช้ระบบการทดสอบระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถและได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีที่แตกต่างกัน
- ตอนที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์
- ตอนที่ 4 ผลการปรับปรุงการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

ผลการพัฒนาและประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ จำแนกออกเป็น 4 ประเด็น คือ ผลการออกแบบและพัฒนา (1) ปัจจัยนำเข้า (Input) (2) กระบวนการ (Process) (3) ผลลัพธ์ (Output) และ (4) การประเมินประสิทธิภาพของระบบการทดสอบ (Evaluation) โดยแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ผลการออกแบบและพัฒนาระบบด้านปัจจัยนำเข้า (Input)

องค์ประกอบของระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้คอมพิวเตอร์ด้านปัจจัยนำเข้า ได้แก่ (1) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ (2) แบบประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ และ (3) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (ข้อมูลย้อนกลับจำแนกเป็น 5 รูปแบบ) ซึ่งปัจจัยนำเข้าดังกล่าว มีผลการออกแบบและพัฒนาดังต่อไปนี้

1.1.1 ผลการออกแบบและพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์

1) ผลการออกแบบแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที

กระบวนการออกแบบและพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ได้มีการออกแบบเนื้อหาการทดสอบภายใต้เนื้อหา และมีผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหารายวิชาชีววิทยาโดยเป็นอาจารย์ผู้สอนจากโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม 1 ท่าน และโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาจำนวน 2 ท่าน รวมทั้งสิ้น 3 ท่าน (ภาคผนวก 1; ผู้ทรงคุณวุฒิ 1-3) โดยมีการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาแบบทดสอบตลอดจนความเหมาะสมของข้อคำถามและตัวเลือก ซึ่งแบบทดสอบที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้นประกอบด้วยแบบทดสอบคู่ขนานจำนวน 2 ชุด ดังนี้ 1) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (A1) และ 2) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์หลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (A2) โดยมีตัวอย่างข้อสอบแบบเลือกตอบและแบบสร้างคำตอบที่ผ่านการออกแบบและพัฒนาดังภาพ 4.1-4.2

ตัวอย่างข้อสอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก (MC)

กำหนดให้ ถั่วที่มีลักษณะสูง dominant (H) กับถั่วที่มีลักษณะเตี้ยเป็น recessive (h) หากนำถั่วผสมเกสรกันปรากฏว่าได้ลูกรุ่น F1 เป็น สูง : เตี้ย = 1:1 จีโนไทป์ของถั่วรุ่นพ่อและแม่ คืออะไรตามลำดับ

1. HH และ hh 2. HH และ Hh 3. Hh และ Hh 4. HH และ HH 5. Hh และ hh

ภาพ 4.1 ตัวอย่างข้อสอบการแก้โจทย์ปัญหาแบบเลือกตอบที่ออกแบบและพัฒนาขึ้น

ตัวอย่างข้อสอบแบบสร้างคำตอบ (CR)

กำหนดให้ ถั่วเมล็ดเรียบมียีน (S) เป็น dominant และถั่วเมล็ดขรุขระมียีน (s) เป็น recessive หากนำถั่วที่เป็น heterozygous มาผสมกัน จะได้รุ่นลูก (F1) ที่มีจีโนไทป์กี่แบบ
ตอบแบบ

↕

ภาพ 4.2 ตัวอย่างข้อสอบการแก้โจทย์ปัญหาแบบสร้างคำตอบที่ออกแบบและพัฒนาขึ้น

2) ผลการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที

ผลการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบด้านความตรงเชิงเนื้อหาพบว่า แบบสอบทั้งสองฉบับมีค่า IOC > 0.5 ทุกข้อ ขณะที่ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับและรายข้อภายใต้การวิเคราะห์โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ พบว่าแบบทดสอบฉบับ A1 มีค่าความยาก (b) ระหว่าง -1.50 ถึง 0.47 ซึ่งมีความยากง่ายในระดับปานกลาง และแบบทดสอบฉบับ A2 มีค่าความยาก (b) ระหว่าง -1.12 ถึง 0.43 ซึ่งมีความยากง่ายในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาในด้านความเที่ยงพบว่า แบบทดสอบทั้งสองฉบับนั้นมีค่าความเที่ยงใกล้เคียงโดยแบบทดสอบ A1 มีค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในเท่ากับ 0.740 และแบบทดสอบ A2 มีค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในเท่ากับ 0.756 และเมื่อวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของแบบสอบคู่ขนานทั้งสองฉบับ

พบว่ามีความสัมพันธ์ที่สัมพันธ์กันเท่ากับ 0.596 ซึ่งถือว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับปานกลาง รายละเอียดดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 ผลการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ (A1 และ A2) ด้านความตรงเชิงเนื้อหา ความยาก (b) รายข้อและความเที่ยงด้วยการวิเคราะห์ภายใต้ 1 PL Model

ข้อที่	แบบทดสอบ A1		ข้อที่	แบบทดสอบ A2	
	ค่า IOC	b (S.E.)		ค่า IOC	B (S.E.)
1	0.67	-0.77 (0.16)	1	0.67	-0.40 (0.14)
2	1.00	-0.47 (0.14)	2	0.67	-0.91 (0.18)
3	1.00	-1.50 (0.21)	3	1.00	-1.12 (0.20)
4	0.67	-0.08 (0.16)	4	0.67	0.43 (0.15)
5	1.00	-0.82 (0.16)	5	1.00	-0.11 (0.15)
6	1.00	-0.12 (0.16)	6	1.00	0.43 (0.15)
7	1.00	-0.84 (0.15)	7	0.67	-0.33 (0.16)
8	0.67	0.47 (0.16)	8	1.00	-0.07 (0.15)
ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน แบบทดสอบฉบับ A1 = 0.740			ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน แบบทดสอบฉบับ A2 = 0.756		
ความเที่ยงแบบความสมมูล เท่ากับ 0.596 (Sig=0.000 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01)					

1.1.2 ผลการออกแบบและพัฒนาแบบประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที

1) ผลการออกแบบแบบประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที

กระบวนการออกแบบและพัฒนาแบบประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีได้มีการออกแบบเนื้อหาการทดสอบภายใต้เนื้อหา และมีผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชาชีววิทยาโดยเป็นอาจารย์ผู้สอนจากโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม 1 ท่าน และโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา จำนวน 2 ท่าน รวมทั้งสิ้น 3 ท่าน (ภาคผนวก 1; ผู้ทรงคุณวุฒิ 1-3) โดยมีการประเมินความตรงของเนื้อหาแบบประเมินตลอดจนความเหมาะสมของรายการประเมินตนเอง ซึ่งแบบประเมินตนเองที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้นประกอบด้วยแบบประเมินตนเองแบบคู่ขนานจำนวน 2 ชุด ดังนี้ 1) ออกแบบแบบประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (B1) และ 2) ออกแบบแบบประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ทางด้านพันธุศาสตร์หลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (B2) โดยมีตัวอย่างรายการประเมินตนเองที่ผ่านการออกแบบและพัฒนาดังภาพ 4.3

ตัวอย่างรายการประเมินตนเอง					
รายการประเมินตนเอง	ผลการประเมิน				
	1	2	3	4	5
นักเรียนสามารถ					
1.อธิบายคำศัพท์พื้นฐานทางพันธุศาสตร์ เช่น ยีนเด่น (Dominance) จีโนไทป์ (Genotype) หรือ โฮโมไซกัส (Homozygous) ให้เพื่อนฟังได้ถูกต้อง					
2.บอกความแตกต่างระหว่างยีนเด่นและยีนด้อยให้เพื่อนฟังได้					
3.เขียนจีโนไทป์จากโจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์ที่กำหนดให้ได้					
4.แปลความหมายของจีโนไทป์แบบต่างๆได้ เช่น TT, Tt, tt					
5.ใช้ตารางพันเนตต์ (Punnett square) ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์ได้					
6.ใช้วิธีแตกแขนง (Branching) ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์ได้					
7.คำนวณสัดส่วนลักษณะทางพันธุกรรมในรุ่นลูกที่เกิดจากลักษณะพันธุกรรมของพ่อแม่ที่กำหนดในโจทย์ปัญหาได้					
8.แก้โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์อย่างง่ายได้ด้วยตนเอง					

2. แบบประเมินตนเองก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

คำชี้แจง

- ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความรู้ของนักเรียนมากที่สุด
- รายการประเมินตนเองมี 8 ข้อ
- กำหนดให้
 - หมายถึง ยากเกินไปไม่สามารถทำได้
 - หมายถึง ยากสำหรับฉันและจะทำได้เมื่อได้รับการช่วยเหลือจากผู้อื่น
 - หมายถึง ฉันสามารถทำได้หากทำได้ยากให้รับการช่วยเหลือจากผู้อื่น
 - หมายถึง สามารถทำได้ถ้าไม่รีบร้อน
 - หมายถึง ฉันทำได้ไม่มีปัญหา

นักเรียนสามารถ	ผลการประเมิน				
	1	2	3	4	5
1. อธิบายคำศัพท์พื้นฐานทางพันธุศาสตร์ เช่น ยีนเด่น (Dominance) จีโนไทป์ (Genotype) หรือ โฮโมไซกัส (Homozygous) ให้เพื่อนฟังได้ถูกต้อง	✓				
2. บอกความแตกต่างระหว่างยีนเด่นและยีนด้อยให้เพื่อนฟังได้					
3. เขียนจีโนไทป์จากโจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์ที่กำหนดให้ได้					
4. แปลความหมายของจีโนไทป์แบบต่างๆได้ เช่น TT, Tt, tt					
5. ใช้ตารางพันเนตต์ (Punnett square) ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์ได้					
6. ใช้วิธีแตกแขนง (Branching) ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์ได้					
7. คำนวณสัดส่วนลักษณะทางพันธุกรรมในรุ่นลูกที่เกิดจากลักษณะพันธุกรรมของพ่อแม่ที่กำหนดในโจทย์ปัญหาได้					
8. แก้โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์อย่างง่ายได้ด้วยตนเอง					

ภาพ 4.3 ตัวอย่างแบบประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (B1, B2)

2) ผลการประเมินคุณภาพของแบบประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที

ผลการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบด้านความตรงเชิงเนื้อหาพบว่า แบบประเมินทั้งสองฉบับมีค่า IOC > 0.5 ทุกข้อ ขณะที่ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับและรายข้อภายใต้การวิเคราะห์โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ GRM พบว่าแบบประเมินตนเองฉบับ B1 จำนวน 8 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 2.52 ถึง 5.60 ซึ่งถือว่ามีความอำนาจจำแนกสูง ขณะที่แบบประเมินตนเองฉบับ B2 จำนวน 8 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 4.69 ถึง 7.38 ซึ่งถือว่ามีความอำนาจจำแนกสูงเมื่อพิจารณาในด้านความเที่ยงพบว่า แบบทดสอบทั้งสองฉบับนั้นมีค่าความเที่ยงใกล้เคียงกันโดยแบบประเมินตนเอง (B1) มีค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในเท่ากับ 0.933 และแบบประเมินตนเอง (B2) มีค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในเท่ากับ 0.906 และเมื่อวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของแบบสอบคู่ขนานทั้งสองฉบับพบว่ามีค่าสหสัมพันธ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.742 ซึ่งถือว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับค่อนข้างสูง รายละเอียดดังตาราง 4.2

ตาราง 4.2 ผลการประเมินคุณภาพของแบบประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ (B1 และ B2)

ข้อ ที่	แบบประเมินความสามารถตนเอง (B1)							ข้อ ที่	แบบประเมินความสามารถตนเอง (B2)						
	ค่า IOC	ค่าพารามิเตอร์ของรายการประเมิน							ค่า IOC	ค่าพารามิเตอร์ของรายการประเมิน					
		a (S.E.)	b1 (S.E.)	b2 (S.E.)	b3 (S.E.)	b4 (S.E.)	b5 (S.E.)			a (S.E.)	b1 (S.E.)	b2 (S.E.)	b3 (S.E.)	b4 (S.E.)	b5 (S.E.)
1	0.67	4.17 (0.70)	-2.43 (1.94)	-1.29 (0.24)	-0.58 (0.11)	-0.10 (0.09)	0.54 (0.09)	1	1.00	5.42 (0.91)	-1.19 (0.42)	-0.70 (0.16)	-0.27 (0.13)	0.16 (0.08)	0.47 (0.06)
2	1.00	4.23 (0.72)	-2.39 (2.15)	-1.12 (0.15)	-0.70 (0.14)	-0.25 (0.09)	0.35 (0.09)	2	1.00	7.38 (1.06)	-1.21 (0.46)	-0.54 (0.11)	-0.30 (0.12)	0.06 (0.07)	0.44 (0.05)
3	1.00	4.57 (0.65)	-2.36 (2.19)	-1.26 (0.17)	-0.54 (0.10)	0.03 (0.09)	0.62 (0.09)	3	1.00	5.43 (0.74)	-1.08 (0.25)	-0.64 (0.15)	-0.35 (0.13)	0.19 (0.09)	0.63 (0.06)
4	1.00	5.60 (1.01)	-1.71 (0.33)	-1.09 (0.15)	-0.75 (0.12)	-0.25 (0.09)	0.24 (0.08)	4	1.00	6.14 (0.96)	-1.11 (0.23)	-0.75 (0.25)	-0.36 (0.23)	0.04 (0.08)	0.48 (0.06)
5	1.00	2.52 (0.35)	-2.79 (1.41)	-1.11 (0.23)	-0.59 (0.17)	0.20 (0.11)	0.85 (0.14)	5	1.00	4.69 (0.69)	-1.21 (0.40)	-0.54 (0.15)	-0.25 (0.10)	0.27 (0.08)	0.70 (0.07)
6	0.67	5.60 (1.01)	-1.71 (0.33)	-1.09 (0.15)	-0.75 (0.12)	-0.25 (0.09)	0.24 (0.08)	6	0.67	5.73 (0.96)	-1.11 (0.25)	-0.75 (0.24)	-0.24 (0.15)	0.08 (0.08)	0.50 (0.06)
7	0.67	3.42 (0.46)	-2.49 (1.86)	-1.30 (0.20)	-0.64 (0.13)	0.15 (0.09)	0.81 (0.12)	7	0.67	5.83 (1.00)	-1.11 (0.25)	-0.74 (0.22)	-0.32 (0.11)	0.30 (0.08)	0.69 (0.06)
8	1.00	3.13 (0.45)	-2.61 (1.57)	-1.43 (0.29)	-0.62 (0.14)	0.11 (0.10)	0.83 (0.11)	8	1.00	5.67 (0.87)	-1.21 (0.40)	-0.70 (0.17)	-0.23 (0.11)	0.27 (0.07)	0.70 (0.06)
ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน ของแบบประเมิน = 0.933							ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน ของแบบประเมิน = 0.906								
ความเที่ยงแบบความสมมูล เท่ากับ 0.742															

1.1.3 ผลการออกแบบและพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที

1) ผลการออกแบบข้อสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที

การออกแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ ได้อาศัยแนวคิดการออกแบบข้อมูลย้อนกลับจาก RISE Model ของ Wray (2013) ซึ่งเป็นโมเดลการให้ข้อมูลย้อนกลับซึ่งมีลักษณะสอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีของบลูม (Bloom's Taxonomy) ที่มีการจัดลำดับการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ออกเป็น 6 ระดับ สอดคล้องกับ RISE Model ของ Wray (2013) ที่ได้กำหนดแนวทางในการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนเพื่อให้เกิดประโยชน์ โดย RISE Model จำแนกออกเป็น 4 ระดับ คือ สะท้อน (Reflect; R) , สืบเสาะ (Inquire; I) , เสนอแนะ (Suggest; S) และยกระดับ (Elevate; E) ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดให้มีการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การแสดงตัวอย่าง (Worked Example Feedback) และการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การชี้แนะ (Directive Feedback) ซึ่งการให้ข้อมูลย้อนกลับทั้ง 2 แบบนี้สอดคล้องกับระดับการให้ข้อมูลย้อนกลับของ RISE Model ในระดับที่ 2 คือ สืบเสาะ ขณะที่ในการงานวิจัยครั้งนี้ยังได้กำหนดให้มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (Knowledge of Result Feedback; KORF) โดยสอดคล้องกับระดับการให้ข้อมูลย้อนกลับของ RISE Model ในระดับที่ 1 คือ สะท้อน นอกจากนี้เมื่อพิจารณาเงื่อนไขของการให้ข้อมูลย้อนกลับ ได้แก่ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์ (Full Feedback) และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วน (Partial Feedback) ทำให้สามารถออกแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับได้ 5 รูปแบบ ดังสรุปแบบแผนการให้ข้อมูลย้อนกลับดังตาราง 4.3

ตาราง 4.3 การออกแบบข้อมูลย้อนกลับโดยการประยุกต์ใช้ RISE Model (Wray, 2013)

RISE Model Wray (2013)	รูปแบบข้อมูลย้อนกลับ	เงื่อนไข		รูปแบบข้อมูลย้อนกลับในการวิจัย
		เมื่อตอบถูก	เมื่อตอบผิด	
ระดับ 2 : สืบเสาะ (Inquire)	การยกตัวอย่าง (Worked Example Feedback)	✓	✓	1.แบบสมบูรณ์โดยใช้การแสดงตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWEF)
	การชี้แนะ (Directive Feedback)	✓	✓	3.แบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback; FDF)
	การยกตัวอย่าง (Worked Example Feedback)	X	✓	2.แบบบางส่วนโดยใช้การแสดงตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWEF)
	การชี้แนะ (Directive Feedback)	X	✓	4.แบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF)
ระดับ 1 : สะท้อน (Reflect)	บอกผลการตอบ (ถูก/ผิด)	✓	✓	5.แบบบอกผลการตอบ (Knowledge of Result Feedback ; KORF)

หมายเหตุ ✓ หมายถึง ได้รับข้อมูลย้อนกลับ และ □ หมายถึง ไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ

ผลการออกแบบรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน 5 รูปแบบ มีลักษณะดังนี้ คือ

1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบไม่ว่าจะตอบถูกหรือผิดโดยใช้การยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์ใกล้เคียงกับโจทย์ปัญหาที่เรียนกำลังทดสอบได้ศึกษา

2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback; FDF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบไม่ว่าจะตอบถูกและผิด โดยใช้การชี้แนะและอธิบายโจทย์ปัญหาข้อนั้นให้แก่ผู้เรียน

การออกแบบข้อมูลย้อนกลับทั้งข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์และแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF,PWF) มีรูปแบบเหมือนกันทุกประการ เพียงแต่มีเงื่อนไขในการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันว่าแบบสมบูรณ์จะมีข้อมูลย้อนกลับปรากฏขึ้นขณะที่แบบบางส่วนไม่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ โดยมีตัวอย่างข้อสอบแบบเลือกตอบและแบบสร้างคำตอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การยกตัวอย่างดังภาพ 4.4 ถึง 4.7 โดยสามารถศึกษารายละเอียดกลไกการทำงานจากภาพ 4.20-4.21

3. กระจายชนิดหนึ่งมีจีโนไทป์ของสีตาและสีขนตามลำดับ คือ DdCc โดยปรากฏลักษณะทางพันธุกรรมดังภาพ ข้อใดน่าจะเป็นฟีโนไทป์ (Phenotype)

ถูกต้องค่ะ

ถั่วลันเตามีจีโนไทป์ คือ WwRr โดยปรากฏลักษณะทางพันธุกรรม ดังภาพ

จากจีโนไทป์ คือ WwRr แสดงว่าต้นถั่วชนิดนี้มีลักษณะจีโนไทป์แบบ heterozygous ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่า ตำแหน่งดอกอยู่ที่ยอดเป็นยีนเด่น (W)
ดอกสีขาวเป็นยีนเด่น (R)

ถ้าถามว่า 1) WWrr	จะมีฟีโนไทป์เป็น	ตำแหน่งดอกอยู่ที่ยอด	ดอกสีขาว
2) wwRr	จะมีฟีโนไทป์เป็น	ตำแหน่งดอกอยู่ที่ด้านข้าง	ดอกสีม่วง

ภาพ 4.4 ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF) (เมื่อตอบถูกหรือผิดจะมีคำอธิบายเพิ่มเติม)

User: m

GENETICS

หน้าหลัก คำแนะนำ ผู้จัดทำ ผู้ดูแลระบบ คะแนน

3. กระต่ายชนิดหนึ่งมีจีโนไทป์ของสีตาและสีขนตามลำดับ คือ DdCc โดยปรากฏลักษณะทางพันธุกรรมดังกล่าว ข้อใดน่าจะเป็นฟีโนไทป์ (Phenotype) ของกระต่ายที่มีจีโนไทป์แบบ DDcc และ ddCC ตามลำดับ

ตัวเลือก	จีโนไทป์ DDcc	จีโนไทป์ ddCC
1		
2		
3		
4		
5		

นาที่ วินาที
86 : 46

ถูกต้องค่ะ
คลิกทำข้อถัดไป

ภาพ 4.5 ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (PWF) (เมื่อตอบถูกจะไม่มีคำอธิบายให้เพิ่มเติมจะมีให้เฉพาะเมื่อตอบผิด)

User: a

GENETICS

หน้าหลัก คำแนะนำ ผู้จัดทำ ผู้ดูแลระบบ คะแนน

4. หากกำหนดให้ถั่วลันเตามีลักษณะทางพันธุกรรมดังต่อไปนี้

ถูกต้องค่ะ

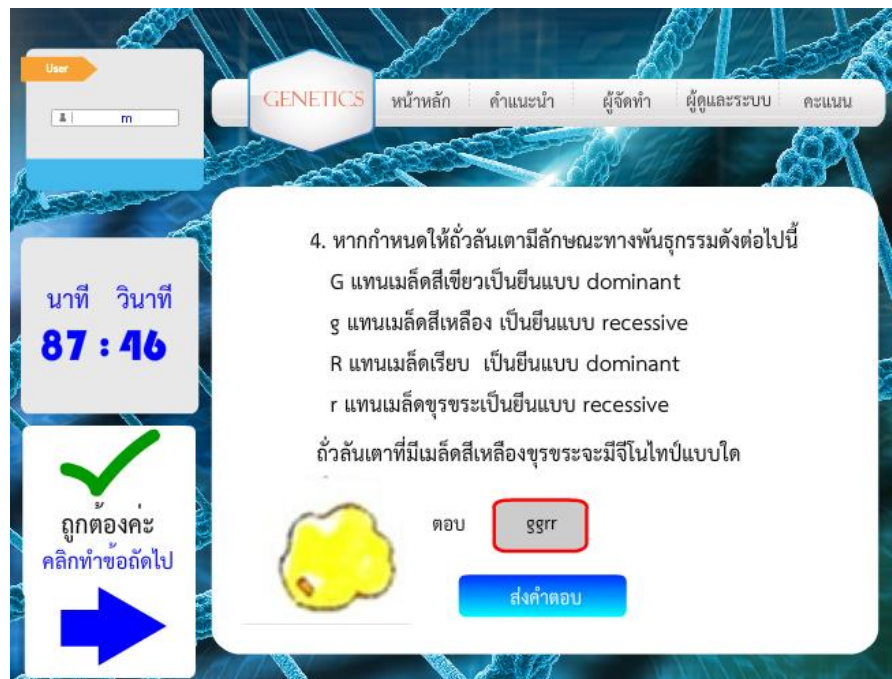
A แทนดอกสีม่วง	เป็นยีนแบบ dominance
a แทนดอกสีขาว	เป็นยีนแบบ recessive
B แทนขอบใบเรียว	เป็นยีนแบบ dominance
b แทนขอบใบหยัก	เป็นยีนแบบ recessive

ถั่วลันเตามีดอกสีขาวใบหยัก
มีจีโนไทป์ 1 แบบ คือ aabb

นาที่ วินาที
84 : 17

คลิกทำข้อถัดไป

ภาพ 4.6 ข้อสอบแบบสร้างคำตอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF) (เมื่อตอบถูกหรือผิดจะมีคำอธิบายเพิ่มเติม)



ภาพ 4.7 ข้อสอบแบบสร้างคำตอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (PWF) (เมื่อตอบถูกจะไม่มีคำอธิบายให้เพิ่มเติมจะมีให้เฉพาะเมื่อตอบผิด)

3) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบโดยมีเงื่อนไขว่าข้อมูลย้อนกลับจะแสดงเฉพาะกรณีที่ตอบผิด โดยใช้การยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์ใกล้เคียงกับโจทย์ปัญหาที่ผู้เรียนกำลังทดสอบได้ศึกษา

4) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบโดยมีเงื่อนไขว่าข้อมูลย้อนกลับจะแสดงเฉพาะกรณีที่ตอบผิด โดยใช้การชี้แนะและอธิบายโจทย์ปัญหาข้อนั้นให้แก่ผู้เรียน

การออกแบบข้อมูลย้อนกลับทั้งข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์และแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (FDF, PDF) มีรูปแบบเหมือนกันทุกประการ เพียงแต่มีเงื่อนไขในการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันว่าแบบสมบูรณ์จะมีข้อมูลย้อนกลับปรากฏขึ้นขณะที่แบบบางส่วนไม่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ โดยมีตัวอย่างข้อสอบแบบเลือกตอบและแบบสร้างคำตอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การชี้แนะดังภาพ 4.8 และ 4.11 โดยสามารถศึกษารายละเอียดกลไกการทำงานจากภาพ 4.22-4.23

User: [input]

GENETICS | หน้าหลัก | คำแนะนำ | ผู้จัดทำ | ผู้ดูแลระบบ | คะแนน

5. ข้อใดเขียนจีโนไทป์แทนลักษณะพันธุกรรมแบบ Homozygous Dominant และ Heterozygous ได้ถูกต้องตามลำดับ

ถูกต้องค่ะ

โจทย์ถามจีโนไทป์แบบ Homozygous Recessive
Homozygous Recessive คือ ยีนค้อยมาเข้าคู่กัน
เช่น rr , aa , tt , rraa เป็นต้น

นาที วินาที
87 : 21

ถูกต้องค่ะ
คลิกทำข้อถัดไป

ภาพ 4.8 ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (FDF)
(เมื่อตอบถูกหรือผิดจะมีคำอธิบายเพิ่มเติม)

User: [input]

GENETICS | หน้าหลัก | คำแนะนำ | ผู้จัดทำ | ผู้ดูแลระบบ | คะแนน

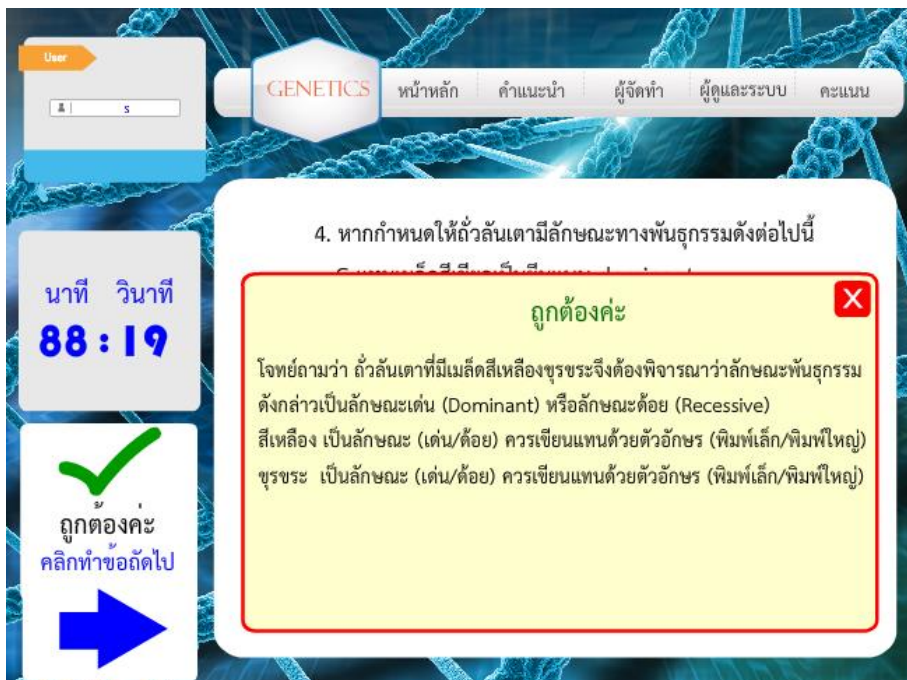
5. ข้อใดเขียนจีโนไทป์แทนลักษณะพันธุกรรมแบบ Homozygous Dominant และ Heterozygous ได้ถูกต้องตามลำดับ

ตัวเลือก	Homozygous Dominant	Heterozygous
1	$X^C X^C$	$X^C X^c$
2	$X^c X^c$	$X^C X^c$
3	$I^B i$	$I^A I^A$
4	$I^A I^A$	ii
5	GG	gg

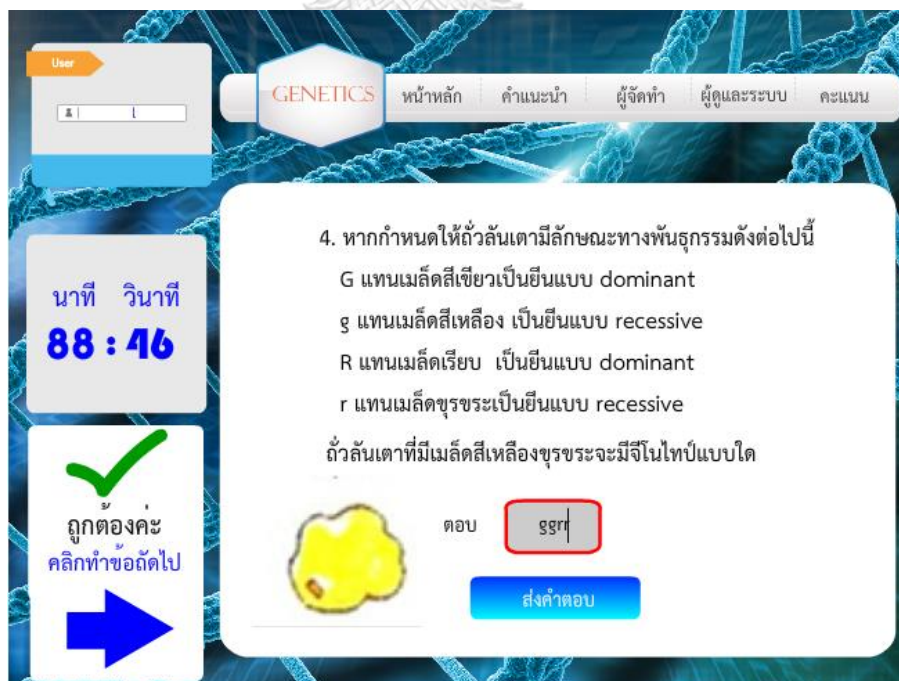
นาที วินาที
88 : 16

ถูกต้องค่ะ
คลิกทำข้อถัดไป

ภาพ 4.9 ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF)
(เมื่อตอบถูกจะไม่มีคำอธิบายให้เพิ่มเติมจะมีให้เฉพาะเมื่อตอบผิด)

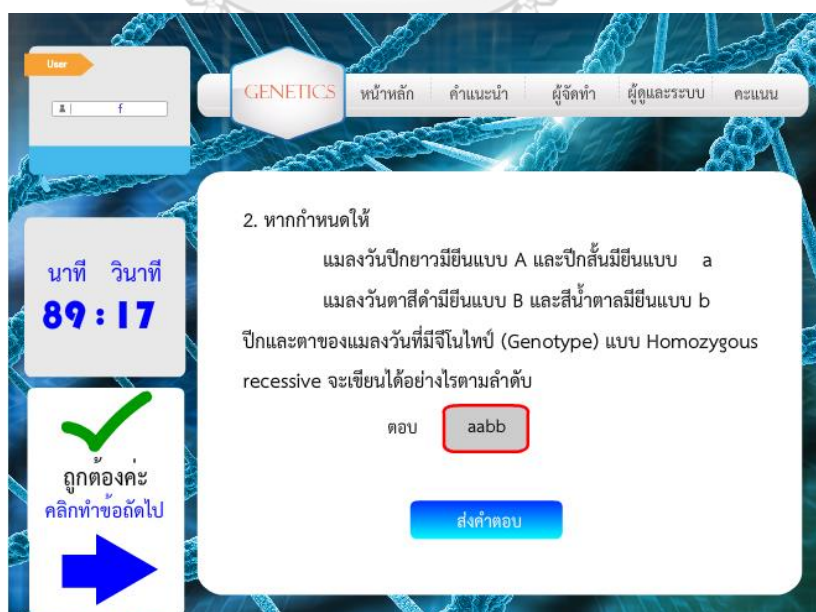
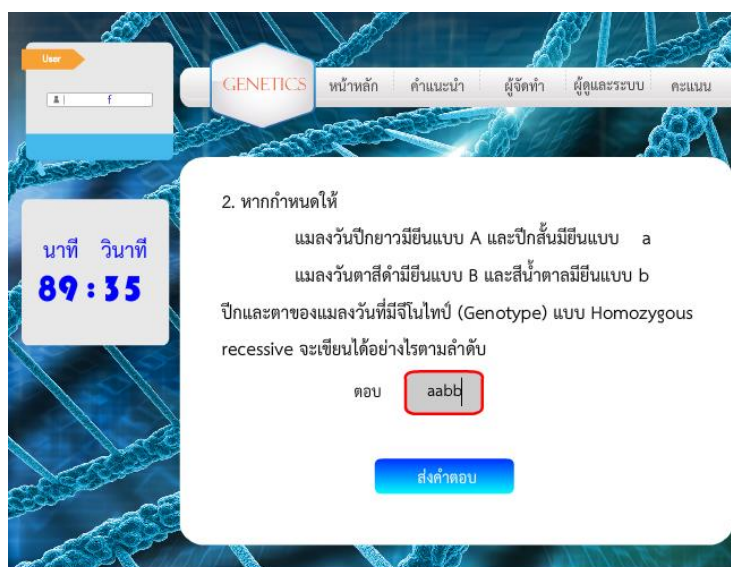


ภาพ 4.10 ข้อสอบแบบสร้างคำตอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (FDF) (เมื่อตอบถูกหรือผิดจะมีคำอธิบายเพิ่มเติม)



ภาพ 4.11 ข้อสอบแบบสร้างคำตอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) (เมื่อตอบถูกจะไม่มีคำอธิบายให้เพิ่มเติมจะมีให้เฉพาะเมื่อตอบผิด)

5) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (Knowledge of Result Feedback; KORF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบ ซึ่งบอกเพียงแค่ผลการตอบว่าตอบถูกหรือผิด ในกรณีที่ตอบผิดจะมีเพียงข้อความแสดงขึ้นมาว่า ตอบผิดแล้วให้ตอบใหม่โดยไม่มี การให้ข้อมูลใดๆ เพิ่มเติมและเปิดโอกาสให้ตอบจนกว่าจะถูก ขณะที่หากตอบถูกก็จะมีข้อความแสดงขึ้นมาเพียงว่า ตอบถูกแล้วให้ทำในข้อถัดไปโดยไม่มี การให้สารสนเทศใดเพิ่มขึ้น ดังภาพ 4.12 และกลไกการทำงาน ในภาพ 4.24



ภาพ 4.12 ข้อสอบแบบสร้างคำตอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบอกผลการตอบ (KORF) (เมื่อตอบถูกจะไม่มีคำอธิบายให้เพิ่มเติม)

The image displays two screenshots of a web-based genetics quiz interface. The interface features a navigation menu at the top with the title 'GENETICS' and links for 'หน้าหลัก', 'คำแนะนำ', 'ผู้จัดทำ', 'ผู้ดูแลระบบ', and 'คะแนน'. A user profile section on the left shows a name 'User' and a score '88 : 39' in the top screenshot, and '88 : 12' in the bottom screenshot. The main content area contains a question in Thai: '2. หากกำหนดให้ แมลงวันปีกยาวมีฮีนแบบ A และปีกสั้นมีฮีนแบบ a แมลงวันตาสีดำนี้นแบบ B และสีน้ำตาลมีฮีนแบบ b ปีกและตาของแมลงวันที่มีจีโนไทป์ (Genotype) แบบ Homozygous recessive จะเขียนได้อย่างไรตามลำดับ' (2. If given, fruit flies with long wings have genotype A and short wings have genotype a. Fruit flies with black eyes have genotype B and brown eyes have genotype b. How to write the genotype of fruit flies with Homozygous recessive wings and eyes according to the order?). In the top screenshot, the correct answer 'AaBb' is entered in a red-bordered box, and a blue 'ส่งคำตอบ' (Submit Answer) button is visible. In the bottom screenshot, the answer box is empty, and a red 'X' is shown with the text 'ผิดค่ะ ลองใหม่อีกครั้ง' (Wrong, try again).

ภาพ 4.13 ข้อสอบแบบสร้างคำตอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบอกผลการตอบ (KORF) (เมื่อตอบผิดจะไม่มีคำอธิบายให้เพิ่มเติม)

ตัวอย่างผลการออกแบบข้อสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับปรากฏดังตาราง 4.4 -4.11 (รายละเอียดเพิ่มเติมดังภาคผนวก 3)

ตาราง 4.4 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWF) ของข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-choice; MC)

รูปแบบข้อสอบ	โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์	เมื่อตอบถูก	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWF)												
เลือกตอบ 5 ตัวเลือก	1. ญาติที่มีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene ขณะที่ณเดซมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด AB คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ 1. 15% 2. 20% 3. 25% 4. 50%* 5. 75%	ได้รับข้อมูลย้อนกลับเหมือนผู้ที่ตอบผิดครั้งที่ 1	1	<p>คิมเบอร์รี่มีหมู่เลือด A แบบ heterozygous gene ขณะที่หมามีหมู่เลือด B แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด O คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด คิมเบอร์รี่มีจีโนไทป์แบบ IAi และหมามีจีโนไทป์แบบ IBIB</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>หมาก</td> <td>IB</td> <td>IB</td> </tr> <tr> <td>คิมเบอร์รี่</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> <tr> <td></td> <td>i</td> <td>½ IBI</td> <td>½ IBI</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์ 2 แบบ คือ IAIB = 2/4 คิดเป็น 50% หรือ IBI = 2/4 คิดเป็น 50% ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด O หรือคิดเป็น 0%</p>		หมาก	IB	IB	คิมเบอร์รี่	IA	½ IAIB	½ IAIB		i	½ IBI	½ IBI
	หมาก	IB	IB													
คิมเบอร์รี่	IA	½ IAIB	½ IAIB													
	i	½ IBI	½ IBI													
			2	<p>เบลล่ามีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene ขณะที่เจมส์มีหมู่เลือด B แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด A คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด เบลลามีจีโนไทป์แบบ IAIA และเจมส์มีจีโนไทป์แบบ IBIB</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>เจมส์</td> <td>IB</td> <td>IB</td> </tr> <tr> <td>เบลล่า</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> <tr> <td></td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์เพียง 1 แบบ คือ IAIB = 4/4 คิดเป็น 100% ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด A หรือคิดเป็น 0%</p>		เจมส์	IB	IB	เบลล่า	IA	½ IAIB	½ IAIB		IA	½ IAIB	½ IAIB
	เจมส์	IB	IB													
เบลล่า	IA	½ IAIB	½ IAIB													
	IA	½ IAIB	½ IAIB													
			3	<p>ลิเดียมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene ขณะที่แมทธิวมีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด B คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด ลิเดียมีจีโนไทป์แบบ IAIA และแมทธิวมีจีโนไทป์แบบ IBi</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>แมทธิว</td> <td>IB</td> <td>i</td> </tr> <tr> <td>ลิเดีย</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAi</td> </tr> <tr> <td></td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAi</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์ 2 แบบ คือ IAIB = 2/4 คิดเป็น 50% หรือ IAi = 2/4 คิดเป็น 50% ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด B หรือคิดเป็น 0%</p>		แมทธิว	IB	i	ลิเดีย	IA	½ IAIB	½ IAi		IA	½ IAIB	½ IAi
	แมทธิว	IB	i													
ลิเดีย	IA	½ IAIB	½ IAi													
	IA	½ IAIB	½ IAi													
			4	<p>จูนมีหมู่เลือด A แบบ heterozygous gene ขณะที่เป็ลมีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด B คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด จูนมีจีโนไทป์แบบ IAi และเป็ลมีจีโนไทป์แบบ IBi</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>เป็ล</td> <td>IB</td> <td>i</td> </tr> <tr> <td>จูน</td> <td>IA</td> <td>¼ IAIB</td> <td>¼ IAi</td> </tr> <tr> <td></td> <td>i</td> <td>¼ IBI</td> <td>¼ ii</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์ 4 แบบ คือ IAIB = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ IAi = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ IBI = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ ii = 1/4 คิดเป็น 25% ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด O</p>		เป็ล	IB	i	จูน	IA	¼ IAIB	¼ IAi		i	¼ IBI	¼ ii
	เป็ล	IB	i													
จูน	IA	¼ IAIB	¼ IAi													
	i	¼ IBI	¼ ii													

ตาราง 4.5 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การแสดงตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWF) ของข้อสอบแบบสร้างคำตอบ (Constructed response; CR)

รูปแบบข้อสอบ	โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์	เมื่อตอบถูก	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การแสดงตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWF)												
สร้างคำตอบ	1. ญาติมีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene ขณะที่คนเคมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด AB คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ ตอบ <input type="checkbox"/> %	ได้รับข้อมูลย้อนกลับเหมือนผู้ที่ตอบผิดครั้งที่ 1	1	<p>คิมเบอร์รี่มีหมู่เลือด A แบบ heterozygous gene ขณะที่หมามีหมู่เลือด B แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด O คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ วิธีคิด คิมเบอร์รี่มีจีโนไทป์แบบ IAi และหมามีจีโนไทป์แบบ IBIB</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>หมาก</td> <td>IB</td> <td>IB</td> </tr> <tr> <td>คิมเบอร์รี่</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> <tr> <td></td> <td>i</td> <td>½ IBi</td> <td>½ IBi</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์ 2 แบบ คือ IAIB = 2/4 คิดเป็น 50% หรือ IBi = 2/4 คิดเป็น 50%</p> <p>ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด O หรือคิดเป็น 0%</p>		หมาก	IB	IB	คิมเบอร์รี่	IA	½ IAIB	½ IAIB		i	½ IBi	½ IBi
	หมาก	IB	IB													
คิมเบอร์รี่	IA	½ IAIB	½ IAIB													
	i	½ IBi	½ IBi													
			2	<p>เบลล่ามีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene ขณะที่เจมส์มีหมู่เลือด B แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด A คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ วิธีคิด เบลลามีจีโนไทป์แบบ IAIA และเจมส์มีจีโนไทป์แบบ IBIB</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>เจมส์</td> <td>IB</td> <td>IB</td> </tr> <tr> <td>เบลล่า</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> <tr> <td></td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์เพียง 1 แบบ คือ IAIB = 4/4 คิดเป็น 100%</p> <p>ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด A หรือคิดเป็น 0%</p>		เจมส์	IB	IB	เบลล่า	IA	½ IAIB	½ IAIB		IA	½ IAIB	½ IAIB
	เจมส์	IB	IB													
เบลล่า	IA	½ IAIB	½ IAIB													
	IA	½ IAIB	½ IAIB													
			3	<p>ลิเดียมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene ขณะที่แมทธิวมีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด B คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ วิธีคิด ลิเดียมีจีโนไทป์แบบ IAIA และแมทธิวมีจีโนไทป์แบบ IBi</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>แมทธิว</td> <td>IB</td> <td>i</td> </tr> <tr> <td>ลิเดีย</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAi</td> </tr> <tr> <td></td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAi</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์ 2 แบบ คือ IAIB = 2/4 คิดเป็น 50% หรือ IAi = 2/4 คิดเป็น 50%</p> <p>ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด B หรือคิดเป็น 0%</p>		แมทธิว	IB	i	ลิเดีย	IA	½ IAIB	½ IAi		IA	½ IAIB	½ IAi
	แมทธิว	IB	i													
ลิเดีย	IA	½ IAIB	½ IAi													
	IA	½ IAIB	½ IAi													
			4	<p>จูนมีหมู่เลือด A แบบ heterozygous gene ขณะที่เป็ลมีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด B คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ วิธีคิด จูนมีจีโนไทป์แบบ IAi และเป็ลมีจีโนไทป์แบบ IBi</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>เป็ล</td> <td>IB</td> <td>i</td> </tr> <tr> <td>จูน</td> <td>IA</td> <td>¼ IAIB</td> <td>¼ IAi</td> </tr> <tr> <td></td> <td>i</td> <td>¼ IBi</td> <td>¼ ii</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์ 4 แบบ คือ IAIB = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ IAi = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ IBi = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ ii = 1/4 คิดเป็น 25%</p> <p>ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด O</p>		เป็ล	IB	i	จูน	IA	¼ IAIB	¼ IAi		i	¼ IBi	¼ ii
	เป็ล	IB	i													
จูน	IA	¼ IAIB	¼ IAi													
	i	¼ IBi	¼ ii													

ตาราง 4.6 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF) ของข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-choice; MC)

รูปแบบข้อสอบ	โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์	เมื่อตอบถูก	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ตัวอย่างข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การแสดงตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF)												
เลือกตอบ 5 ตัวเลือก	1. ญาติมีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene ขณะที่คนเคชมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด AB คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ 1. 15% 2. 20% 3. 25% 4. 50%* 5. 75%	ไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ	1	<p>คิมเบอร์มีหมู่เลือด A แบบ heterozygous gene ขณะที่หมามีหมู่เลือด B แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด O คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด คิมเบอร์มีจีโนไทป์แบบ IA i และหมามีจีโนไทป์แบบ IBIB</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>หมาก</td> <td>IB</td> <td>IB</td> </tr> <tr> <td>คิมเบอร์</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> <tr> <td></td> <td>i</td> <td>½ IBi</td> <td>½ IBi</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์ 2 แบบ คือ IAIB = 2/4 คิดเป็น 50% หรือ IBi = 2/4 คิดเป็น 50%</p> <p>ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด O หรือคิดเป็น 0%</p>		หมาก	IB	IB	คิมเบอร์	IA	½ IAIB	½ IAIB		i	½ IBi	½ IBi
				หมาก	IB	IB										
			คิมเบอร์	IA	½ IAIB	½ IAIB										
				i	½ IBi	½ IBi										
2	<p>เบลล่ามีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene ขณะที่เจมส์มีหมู่เลือด B แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด A คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด เบลลามีจีโนไทป์แบบ IAIA และเจมส์มีจีโนไทป์แบบ IBIB</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>เจมส์</td> <td>IB</td> <td>IB</td> </tr> <tr> <td>เบลล่า</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> <tr> <td></td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์เพียง 1 แบบ คือ IAIB = 4/4 คิดเป็น 100%</p> <p>ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด A หรือคิดเป็น 0%</p>		เจมส์	IB	IB	เบลล่า	IA	½ IAIB	½ IAIB		IA	½ IAIB	½ IAIB			
	เจมส์	IB	IB													
เบลล่า	IA	½ IAIB	½ IAIB													
	IA	½ IAIB	½ IAIB													
3	<p>ลิเดียมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene ขณะที่แมทธิวมีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด B คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด ลิเดียมีจีโนไทป์แบบ IAIA และแมทธิวมีจีโนไทป์แบบ IBi</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>แมทธิว</td> <td>IB</td> <td>i</td> </tr> <tr> <td>ลิเดีย</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAi</td> </tr> <tr> <td></td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAi</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์ 2 แบบ คือ IAIB = 2/4 คิดเป็น 50% หรือ IAi = 2/4 คิดเป็น 50%</p> <p>ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด B หรือคิดเป็น 0%</p>		แมทธิว	IB	i	ลิเดีย	IA	½ IAIB	½ IAi		IA	½ IAIB	½ IAi			
	แมทธิว	IB	i													
ลิเดีย	IA	½ IAIB	½ IAi													
	IA	½ IAIB	½ IAi													
4	<p>จูนมีหมู่เลือด A แบบ heterozygous gene ขณะที่เป็ลมีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด B คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด จูนมีจีโนไทป์แบบ IAi และเป็ลมีจีโนไทป์แบบ IBi</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>เป็ล</td> <td>I</td> <td>i</td> </tr> <tr> <td>จูน</td> <td>IA</td> <td>¼ IAIB</td> <td>¼ IAi</td> </tr> <tr> <td></td> <td>i</td> <td>¼ IBi</td> <td>¼ ii</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์ 4 แบบ คือ IAIB = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ IAi = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ IBi = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ ii = 1/4 คิดเป็น 25%</p> <p>ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด O</p>		เป็ล	I	i	จูน	IA	¼ IAIB	¼ IAi		i	¼ IBi	¼ ii			
	เป็ล	I	i													
จูน	IA	¼ IAIB	¼ IAi													
	i	¼ IBi	¼ ii													

ตาราง 4.7 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้ยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF) ของข้อสอบสร้างคำตอบ (Constructed Response; CR)

รูปแบบข้อสอบ	โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์	เมื่อตอบถูก	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การแสดงตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF)												
สร้างคำตอบ	1. ญาติที่มีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene ขณะที่เณช มีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด AB คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ ตอบ <input type="checkbox"/> %	ไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ	1	<p>คิมเบอร์รี่มีหมู่เลือด A แบบ heterozygous gene ขณะที่หมากมีหมู่เลือด B แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด O คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด คิมเบอร์รี่มีจีโนไทป์แบบ IA i และหมากมีจีโนไทป์แบบ IBIB</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>หมาก</td> <td>IB</td> <td>IB</td> </tr> <tr> <td>คิมเบอร์รี่</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> <tr> <td></td> <td>i</td> <td>½ IBi</td> <td>½ IBi</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์ 2 แบบ คือ IAIB = 2/4 คิดเป็น 50% หรือ IBi = 2/4 คิดเป็น 50%</p> <p>ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด O หรือคิดเป็น 0%</p>		หมาก	IB	IB	คิมเบอร์รี่	IA	½ IAIB	½ IAIB		i	½ IBi	½ IBi
				หมาก	IB	IB										
			คิมเบอร์รี่	IA	½ IAIB	½ IAIB										
				i	½ IBi	½ IBi										
2	<p>เบลล่ามีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene ขณะที่เจมส์มีหมู่เลือด B แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด A คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด เบลลามีจีโนไทป์แบบ IAIA และเจมส์มีจีโนไทป์แบบ IBIB</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>เจมส์</td> <td>IB</td> <td>IB</td> </tr> <tr> <td>เบลล่า</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> <tr> <td></td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์เพียง 1 แบบ คือ IAIB = 4/4 คิดเป็น 100%</p> <p>ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด A หรือคิดเป็น 0%</p>		เจมส์	IB	IB	เบลล่า	IA	½ IAIB	½ IAIB		IA	½ IAIB	½ IAIB			
	เจมส์	IB	IB													
เบลล่า	IA	½ IAIB	½ IAIB													
	IA	½ IAIB	½ IAIB													
3	<p>ลิเดียมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene ขณะที่แมทธีวมีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด B คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด ลิเดียมีจีโนไทป์แบบ IAIA และแมทธีวมีจีโนไทป์แบบ IBi</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>แมทธีว</td> <td>I</td> <td>i</td> </tr> <tr> <td>ลิเดีย</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAi</td> </tr> <tr> <td></td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAi</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์ 2 แบบ คือ IAIB = 2/4 คิดเป็น 50% หรือ IAi = 2/4 คิดเป็น 50%</p> <p>ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด B หรือคิดเป็น 0%</p>		แมทธีว	I	i	ลิเดีย	IA	½ IAIB	½ IAi		IA	½ IAIB	½ IAi			
	แมทธีว	I	i													
ลิเดีย	IA	½ IAIB	½ IAi													
	IA	½ IAIB	½ IAi													
4	<p>จูนมีหมู่เลือด A แบบ heterozygous gene ขณะที่เป็ลมีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด B คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์วิธีคิด จูนมีจีโนไทป์แบบ IAi และเป็ลมีจีโนไทป์แบบ IBi</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>เป็ล</td> <td>IB</td> <td>i</td> </tr> <tr> <td>จูน</td> <td>IA</td> <td>¼ IAIB</td> <td>¼ IAi</td> </tr> <tr> <td></td> <td>i</td> <td>¼ IBi</td> <td>¼ ii</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์ 4 แบบ คือ IAIB = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ IAi = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ IBi = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ ii = 1/4 คิดเป็น 25%</p> <p>ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด O</p>		เป็ล	IB	i	จูน	IA	¼ IAIB	¼ IAi		i	¼ IBi	¼ ii			
	เป็ล	IB	i													
จูน	IA	¼ IAIB	¼ IAi													
	i	¼ IBi	¼ ii													

ตาราง 4.8 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback; FDF) ของข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-choice; MC)

รูปแบบข้อสอบ	โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์	เมื่อตอบถูก	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback; FDF)
เลือกตอบ 5 ตัวเลือก	1. ญานู๋มีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene ขณะที่ณเดชมมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด AB คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ 1. 15% 2. 20% 3. 25% 4. 50%* 5. 75%	ได้รับข้อมูลย้อนกลับเหมือนผู้ที่ตอบผิดครั้งที่ 1	1	ญานู๋มีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene หมายถึง มียีนเด่นและยีนด้อยเข้าคู่กัน จึงมี genotype แบบ IBi
			2	ณเดชมมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene หมายถึง มียีนที่เหมือนกันเข้าคู่กัน จึงมี genotype แบบ IAIA
			3	บุตรมีหมู่เลือด AB จึงมีจีโนไทป์แบบ IAIB เท่านั้น
			4	โจทย์ถามว่าหากแต่งงานกัน จะให้กำเนิดบุตร ญานู๋ \times ณเดชม = IBi \times IAIA = 2/4IAIB : 2/4IAIA

ตาราง 4.9 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback; FDF) ของข้อสอบสร้างคำตอบ (Constructed Response; CR)

รูปแบบข้อสอบ	โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์	เมื่อตอบถูก	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback; FDF)
สร้างคำตอบ	1. ญานู๋มีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene ขณะที่ณเดชมมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด AB คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ ตอบ <input type="text"/> %	ได้รับข้อมูลย้อนกลับเหมือนผู้ที่ตอบผิดครั้งที่ 1	1	ญานู๋มีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene หมายถึง มียีนเด่นและยีนด้อยเข้าคู่กัน จึงมี genotype แบบ IBi
			2	ณเดชมมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene หมายถึง มียีนที่เหมือนกันเข้าคู่กัน จึงมี genotype แบบ IAIA
			3	บุตรมีหมู่เลือด AB จึงมีจีโนไทป์แบบ IAIB เท่านั้น
			4	โจทย์ถามว่าหากแต่งงานกัน จะให้กำเนิดบุตร ญานู๋ \times ณเดชม = IBi \times IAIA = 2/4IAIB : 2/4IAIA

ตาราง 4.10 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF) ของข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-choice; MC)

รูปแบบข้อสอบ	โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์	เมื่อตอบถูก	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF)
เลือกตอบ 5 ตัวเลือก	1. ญานู๋มีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene ขณะที่ณเดชมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด AB คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ 1. 15% 2. 20% 3. 25% 4. 50%* 5. 75%	ไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ	1	ญานู๋มีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene หมายถึง มียีนเด่นและยีนด้อยเข้าคู่กัน จึงมี genotype แบบ IBi
			2	ณเดชมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene หมายถึง มียีนที่เหมือนกันเข้าคู่กัน จึงมี genotype แบบ IAIA
			3	บุตรมีหมู่เลือด AB จึงมีจีโนไทป์แบบ IAIB เท่านั้น
			4	โจทย์ถามว่าหากแต่งงานกัน จะให้กำเนิดบุตร ญานู๋ X ณเดช = IBi X IAIA = 2/4IAIB : 2/4IAIA

ตาราง 4.11 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF) ของข้อสอบสร้างคำตอบ (Constructed response; CR)

รูปแบบข้อสอบ	โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์	เมื่อตอบถูก	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF)
สร้างคำตอบ	1. ญานู๋มีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene ขณะที่ณเดชมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด AB คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ ตอบ <input type="text"/> %	ไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ	1	ญานู๋มีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene หมายถึง มียีนเด่นและยีนด้อยเข้าคู่กัน จึงมี genotype แบบ IBi
			2	ณเดชมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene หมายถึง มียีนที่เหมือนกันเข้าคู่กัน จึงมี genotype แบบ IAIA
			3	บุตรมีหมู่เลือด AB จึงมีจีโนไทป์แบบ IAIB เท่านั้น
			4	โจทย์ถามว่าหากแต่งงานกัน จะให้กำเนิดบุตร ญานู๋ X ณเดช = IBi X IAIA = 2/4IAIB : 2/4IAIA

2) ผลการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที

การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับและรายข้อภายใต้การวิเคราะห์โมเดลการตอบสนองข้อสอบที่แตกต่างกันเนื่องจาก ในการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการตอบถูกของผู้เรียนนั้นต้องวิเคราะห์ภายใต้ Rash SIRT Model ซึ่งมีแนวคิดพื้นฐานมาจากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ โดยจำเป็นต้องวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรายข้อ (b) ตลอดจนค่าความสามารถของผู้สอบรายคน จากผลการวิเคราะห์พบว่า ในด้านของช่วงความยากนั้นข้อสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ KORF มีแนวโน้มยากกว่าแบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับรูปแบบอื่นโดยมีช่วงระหว่าง -2.77 ถึง -0.30 แต่อย่างไรก็ดีเมื่อพิจารณาในด้านความเที่ยงพบว่า แบบทดสอบทุกฉบับนั้นมีค่าความเที่ยงใกล้เคียงกันซึ่งอยู่ในระดับปานกลางโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.721 ถึง 0.778 ขณะที่เมื่อพิจารณาในด้านของสารสนเทศของแบบสอบ (Test Information; TIF) พบว่าแบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบ PWF ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด (TIF=28.064, SD=0.189) (ภาคผนวก 17)

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ดำเนินการวิเคราะห์แบบสอบทั้งฉบับและรายข้อภายใต้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ Graded-Response Model (GRM) เนื่องจากในการให้คะแนนแก่ผู้เรียนนั้นมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ลดหลั่นตามจำนวนครั้งในการตอบเช่น ตอบถูกครั้งที่ 1 ได้ 4 คะแนน, ตอบถูกครั้งที่ 2 ได้ 3 คะแนน, ตอบถูกครั้งที่ 3 ได้ 2 คะแนน, ตอบถูกครั้งที่ 4 ได้ 1 คะแนน และตอบถูกหรือผิดครั้งที่ 5 ได้ 0 คะแนน ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์ในด้านความเที่ยงพบว่า แบบทดสอบทุกฉบับมีค่าใกล้เคียงกันซึ่งอยู่ในระดับสูงโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.922 ถึง 0.950 ขณะที่เมื่อพิจารณาในด้านของสารสนเทศของแบบสอบ (Test Information; TIF) พบว่า แบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบ PDF ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด (TIF=95.856, SD=0.102) (ภาคผนวก 17) รายละเอียดดังตาราง 4.12

ตาราง 4.12 ผลการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ในด้านความเที่ยงด้วยการวิเคราะห์โดยใช้โมเดล 1PL และ GRM

โมเดลการวิเคราะห์	แบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ				
	1.FWF	2.PWF	3.FDF	4.PDF	5.KORF
1) 1-PL					
ค่าความยาก (b)	-2.07 ถึง -0.39	-1.90 ถึง -0.47	-2.52 ถึง -0.48	-2.50 ถึง -0.39	-2.77 ถึง -0.30
Marginal Reliability	0.778	0.762	0.721	0.734	0.751
Test Information	19.648 (0.226)	28.064 (0.189)	14.076 (0.268)	15.098 (0.257)	14.082 (0.266)
สูงสุด (SD)					
2) GRM					
Marginal Reliability	0.925	0.950	0.942	0.923	0.938
Test Information	55.379 (0.134)	47.144 (0.146)	66.731 (0.122)	95.856 (0.102)	80.734 (0.111)
สูงสุด (SD)					

1.2 ผลการออกแบบและพัฒนาระบบด้านกระบวนการ (Process)

ผลการออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบด้านกระบวนการ ผู้วิจัยและผู้เขียนโปรแกรมได้ออกแบบกระบวนการทดสอบและสร้างฐานข้อมูลเชื่อมกับระบบอินเทอร์เน็ตให้สามารถส่งผ่านผลการตอบไปยังผู้ดูแลระบบได้ทันที โดยมีรายละเอียดของซอฟต์แวร์ (Software) และฮาร์ดแวร์ (Hardware) ดังนี้

Software ในการออกแบบกระบวนการต่างๆในระบบการทดสอบ ประกอบด้วย

- 1) โปรแกรม Adobe Illustrator CS6 สำหรับออกแบบภาพ
- 2) โปรแกรม Adobe Photoshop CS6 สำหรับตกแต่งภาพ
- 3) โปรแกรม Adobe Flash Professional CS6 สำหรับทำแอนิเมชัน
- 4) โปรแกรม EditPlus 3 สำหรับเขียนภาษา PHP และ 5) ฐานข้อมูล MySQL สำหรับจัดเก็บข้อมูล

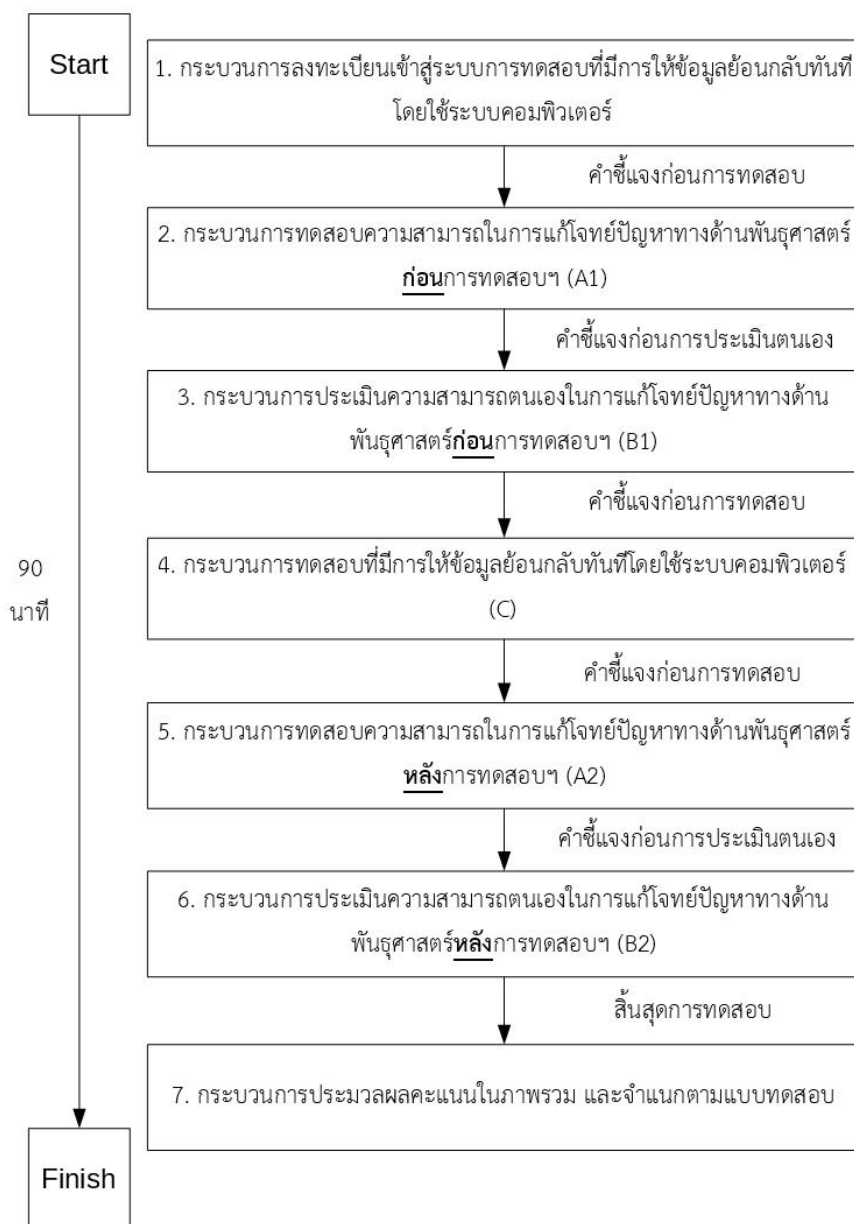
Hardware สำหรับการประมวลผลในการทำงานของระบบการทดสอบที่มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) CPU มีความเร็ว 2.00 GHz.ขึ้นไป
- 2) Hard Disk ความจุขนาด 60 GB ขึ้นไป
- 3) หน่วยความจำ (RAM) ขนาดความจำ 512 MB ขึ้นไป
- 4) การ์ดแสดงผล ขนาด 512 MB และ 5) หน้าจอ (Monitor) ขนาด 17 นิ้ว

กระบวนการทั้งหมดของระบบการทดสอบประกอบด้วย 7 กระบวนการ คือ

- 1) กระบวนการลงทะเบียน
- 2) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที
- 3) กระบวนการประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที
- 4) กระบวนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที
- 5) โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์
- 6) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที
- 7) กระบวนการประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที และ 7) กระบวนการประมวลผลการตอบ ดังภาพ


4.14 – 4.19



ภาพ 4.14 กระบวนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์



ลงทะเบียน



ชื่อ

สกุล

ชั้น ม.6 ท้อง เลขที่

โรงเรียน

ส่งข้อมูล

ภาพ 4.15 กระบวนการลงทะเบียน

User: ddd

GENETICS

หน้าหลัก คำแนะนำ ผู้จัดทำ ผู้ดูแลระบบ คะแนน

ให้นักเรียนคลิกเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1.กำหนดให้ ถั่วที่มีลักษณะสูง dominant (H) กับถั่วที่มีลักษณะเตี้ยเป็น recessive (h) หากนำถั่วมาผสมเกสรกันปรากฏว่าได้ลูกรุ่น F1 เป็น สูง : เตี้ย = 1:1 จีโนไทป์ของถั่วรุ่นพ่อและแม่ คืออะไรตามลำดับ

- 1 HH และ hh
- 2 HH และ Hh
- 3 Hh และ Hh
- 4 HHและ HH
- 5 Hhและ hh

นาที วินาที
89 : 50

ภาพ 4.16 กระบวนการทดสอบก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

User: ddd

GENETICS

หน้าหลัก คำแนะนำ ผู้จัดทำ ผู้ดูแลระบบ คะแนน

นักเรียนสามารถ

รายการประเมินตนเอง

- อธิบายคำศัพท์พื้นฐานทางพันธุศาสตร์ เช่น อินเทิน (Dominance) จีโนไทป์ (Genotype) หรือ โฮโมไซกัส (Homozygous) ให้เพื่อนฟังได้ถูกต้อง
① ② ③ ④ ⑤
- บอกความแตกต่างระหว่างยีนเด่นและยีนด้อยให้เพื่อนฟังได้
① ② ③ ④ ⑤
- เขียนจีโนไทป์จากโรคพันธุศาสตร์ที่กำหนดให้ได้
① ② ③ ④ ⑤
- แปลความหมายของจีโนไทป์แบบต่างๆได้ เช่น TT, Tt, tt
① ② ③ ④ ⑤
- ใช้ตารางพันเนตต์ (Punnett square) ช่วยในการแก้ปัญหาพันธุศาสตร์ได้
① ② ③ ④ ⑤
- ใช้วิธีแตกแขนง (Branching) ช่วยในการแก้ปัญหาพันธุศาสตร์ได้
① ② ③ ④ ⑤
- คำนวณสัดส่วนลักษณะทางพันธุกรรมในรุ่นลูกที่เกิดจากลักษณะพันธุกรรมของพ่อแม่ที่กำหนดในโจทย์ปัญหาได้
① ② ③ ④ ⑤
- แก้ปัญหาพันธุศาสตร์อย่างง่ายได้ด้วยตนเอง
① ② ③ ④ ⑤

นาที วินาที
88 : 39

ส่งคำตอบ

ภาพ 4.17 กระบวนการประเมินตนเองก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที

The screenshot shows a web-based genetics quiz interface. At the top, there is a navigation bar with the title "GENETICS" and menu items: "หน้าหลัก", "คำแนะนำ", "ผู้จัดทำ", "ผู้ดูแลระบบ", and "คะแนน". On the left, a user profile box shows the name "นาที วนาที" and a score of "85 : 56". The main content area displays a question: "1. ข้อใดเขียนแสดงลักษณะพันธุกรรมที่มี ยีนแบบ Dominant ได้ถูกต้อง". Below the question is a feedback box titled "Feedback 2" with a red 'X' icon. The feedback text lists several traits and their corresponding genotypes:

- ตาปกติชาย: เขียนจีโนไทป์ เป็น $X^A C Y$
- ถั่วเมล็ดสีเขียว: เขียนจีโนไทป์ เป็น YY, Yy แต่ ถั่วเมล็ดสีเหลือง: เขียนจีโนไทป์ เป็น yy
- หมู่เลือด O: เขียนจีโนไทป์ เป็น ii
- ดอกไม้ม่วง: เขียนจีโนไทป์ เป็น PP, Pp แต่ ดอกไม้ม่วง: เขียนจีโนไทป์ เป็น pp
- ตากระต่ายสีแดง: เขียนจีโนไทป์ เป็น BB, Bb แต่ ตากระต่ายสีดำ: เขียนจีโนไทป์ เป็น bb

ภาพ 4.18 กระบวนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที

The screenshot shows the same genetics quiz interface as in Figure 4.18, but now displaying a summary of scores. The user profile box on the left shows the name "นาที วนาที" and a score of "88 : 50". The main content area displays the text "รวมคะแนน" followed by the number "3". Below this, there is a red arrow pointing left with the text "บันทึกคะแนนแล้ว" and "กลับสู่หน้าหลัก".

ภาพ 4.19 กระบวนการประมวลผลการตอบ

จากกระบวนการทดสอบทั้งหมดที่ปรากฏข้างต้น ผู้วิจัยยังได้ออกแบบกระบวนการประมวลผลการตอบของผู้เรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (กระบวนการทดสอบในลำดับที่ 4 ในแผนภาพ 4.5) ซึ่งรูปแบบข้อมูลย้อนกลับมีรายละเอียดดังนี้

1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบไม่ว่าจะตอบถูกหรือผิดโดยใช้การยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์ใกล้เคียงกับโจทย์ปัญหาที่เรียนกำลังทดสอบได้ศึกษา

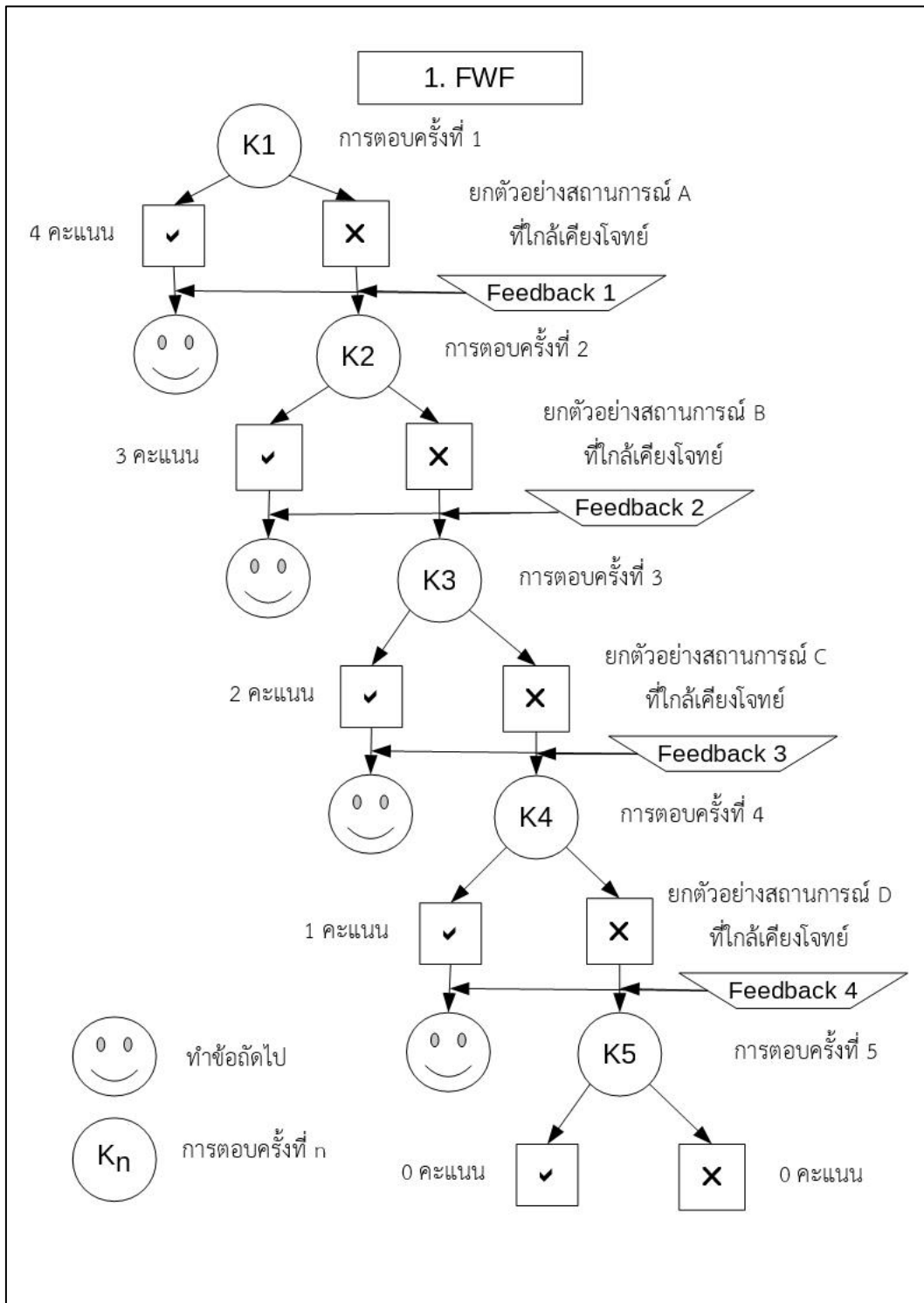
2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback; FDF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบไม่ว่าจะตอบถูกและผิด โดยใช้การชี้แนะและอธิบายโจทย์ปัญหาข้อนั้นให้แก่ผู้เรียน

3) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบโดยมีเงื่อนไขว่าข้อมูลย้อนกลับจะแสดงเฉพาะกรณีที่ตอบผิด โดยใช้การยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์ใกล้เคียงกับโจทย์ปัญหาที่ผู้เรียนกำลังทดสอบได้ศึกษา

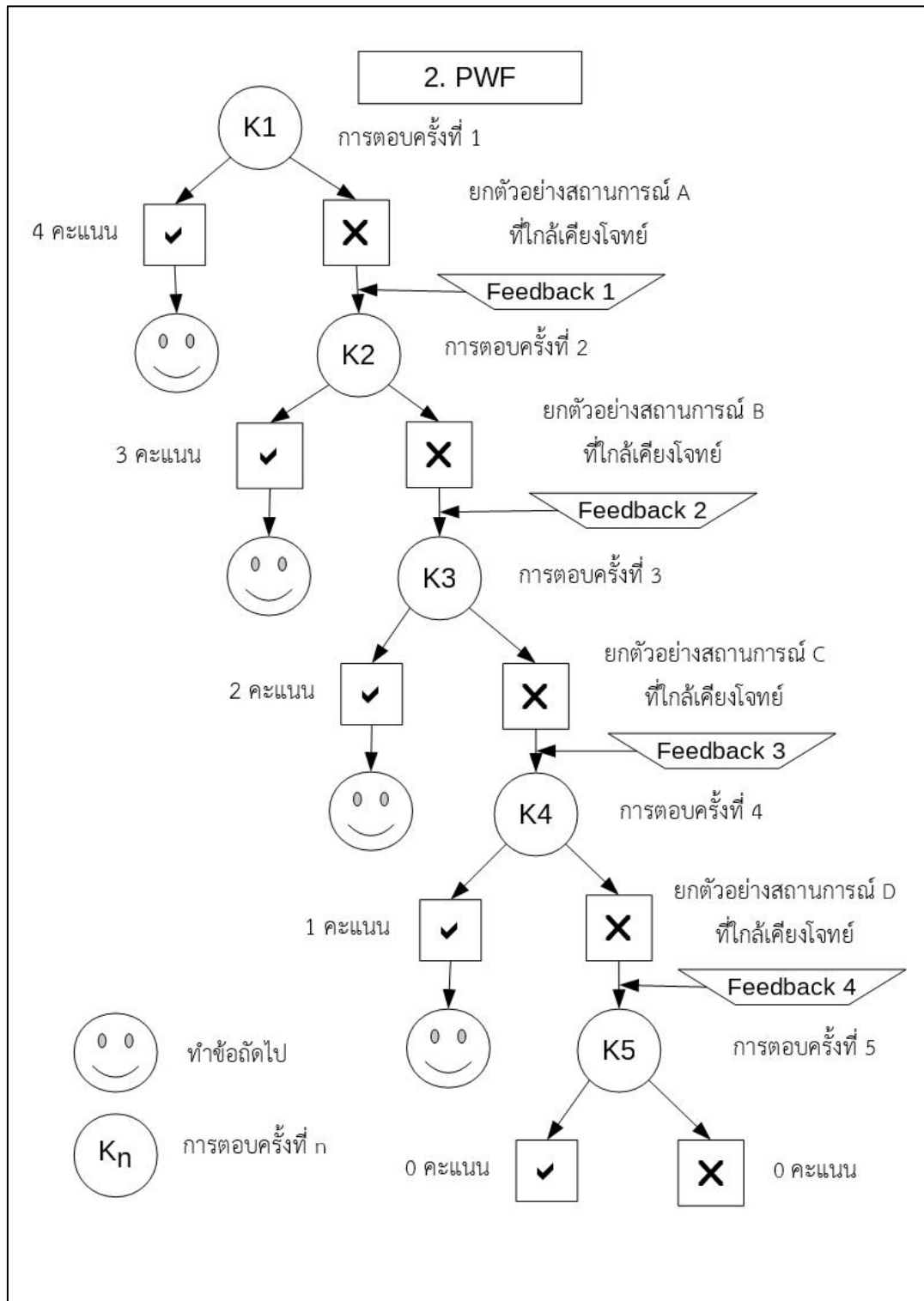
4) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบโดยมีเงื่อนไขว่าข้อมูลย้อนกลับจะแสดงเฉพาะกรณีที่ตอบผิด โดยใช้การชี้แนะและอธิบายโจทย์ปัญหาข้อนั้นให้แก่ผู้เรียน

5) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (Knowledge of Result Feedback; KORF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบ ซึ่งบอกเพียงแค่ผลการตอบว่าตอบถูกหรือผิด ในกรณีที่ตอบผิดจะมีเพียงข้อความแสดงขึ้นมาว่า ตอบผิดแล้วให้ตอบใหม่โดยไม่มีการให้ข้อมูลใดๆ เพิ่มเติมและเปิดโอกาสให้ตอบจนกว่าจะถูก ขณะที่หากตอบถูกก็จะมีข้อความแสดงขึ้นมาเพียงว่าตอบถูกแล้วให้ทำในข้อถัดไปโดยไม่มีการให้สารสนเทศใดเพิ่มขึ้น

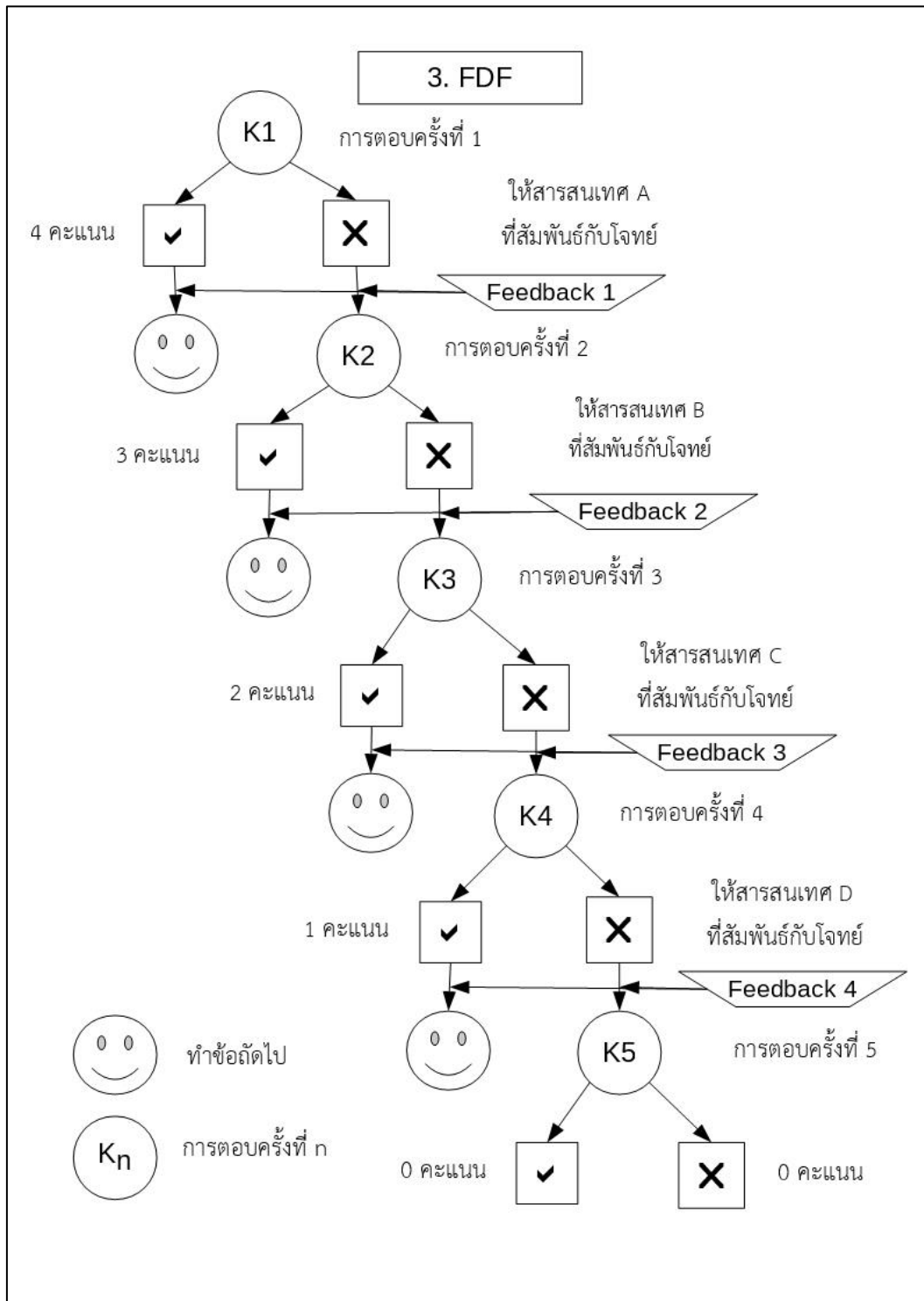
ผลการออกแบบกระบวนการประมวลผลการตอบและการให้ข้อมูลย้อนกลับทั้ง 5 รูปแบบปรากฏดังภาพ 4.20-4.24



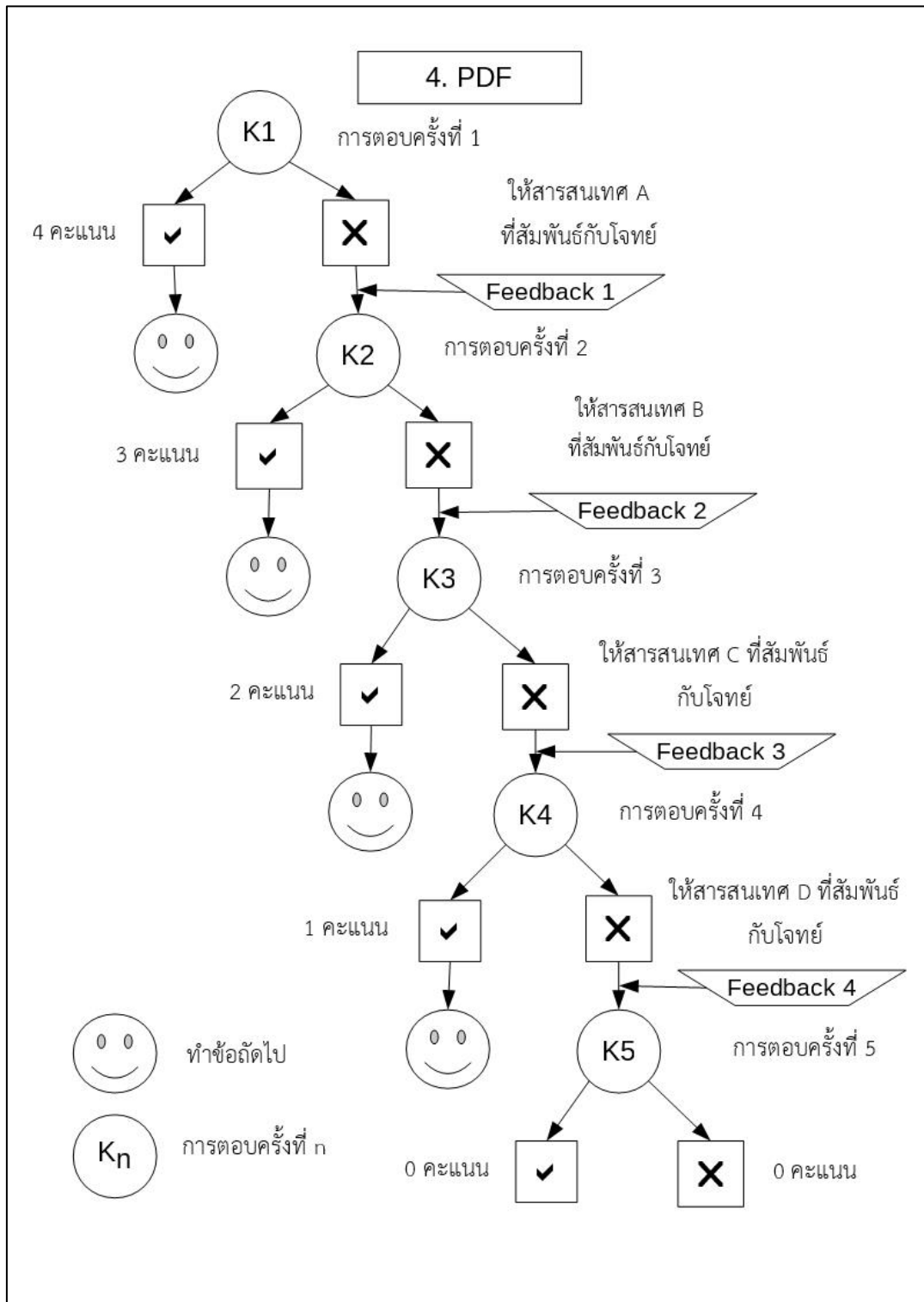
ภาพ 4.20 กระบวนการประมวลผลการตอบและการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ FWF



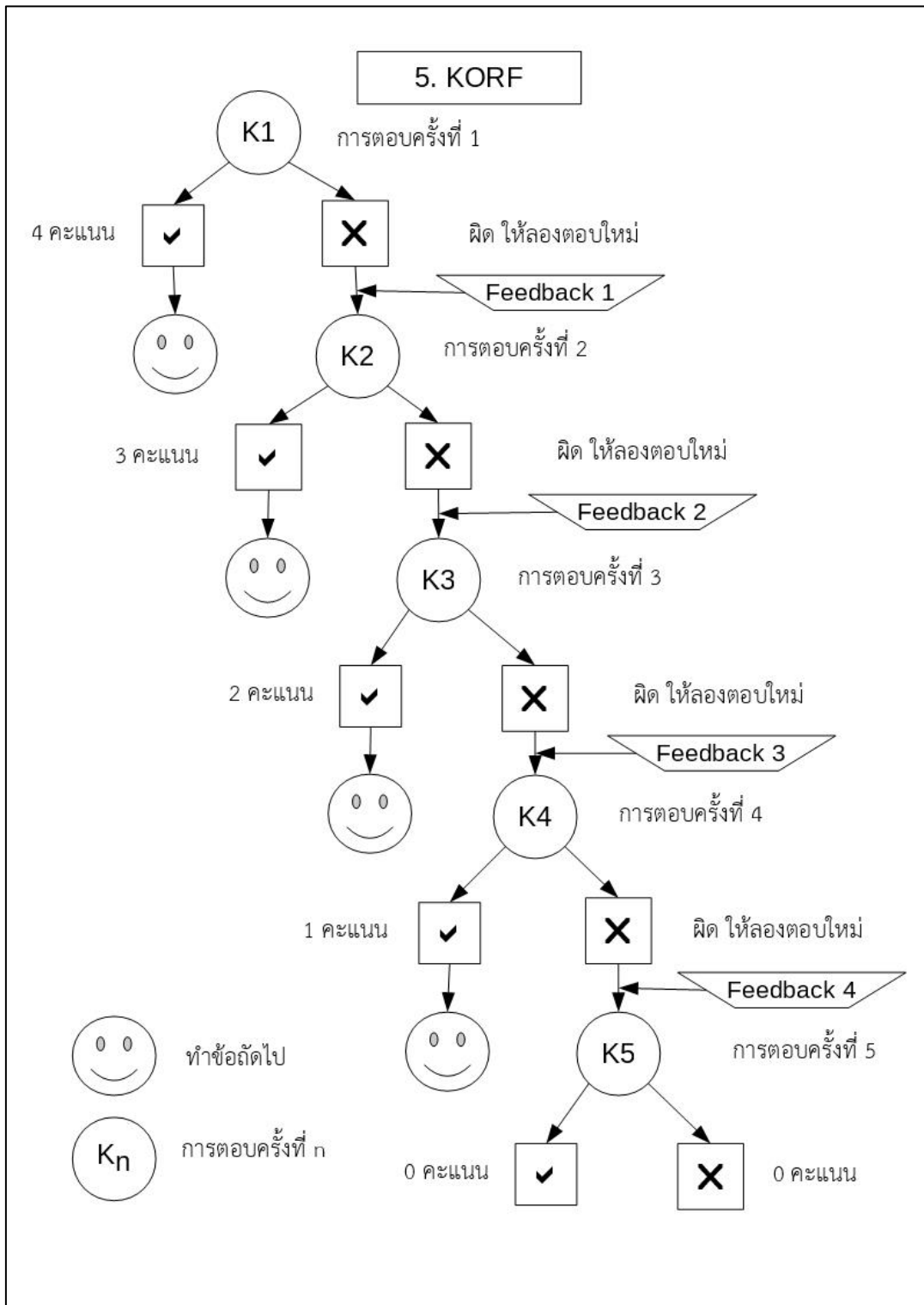
ภาพ 4.21 กระบวนการประมวลผลการตอบและการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ PWF



ภาพ 4.22 กระบวนการประมวลผลการตอบและการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ FDF



ภาพ 4.23 กระบวนการประมวลผลคำตอบและการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ PDF



ภาพ 4.24 กระบวนการประมวลผลการตอบและการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ KORF

1.3 ผลการออกแบบและพัฒนาระบบด้านผลลัพธ์ (Output)

ผลคะแนนของผู้เรียนจากระบบการทดสอบประกอบด้วย 1) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ 2) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์หลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ 3) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับ 4) คะแนนการประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ และ 5) คะแนนการประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ โดยมีผลการออกแบบหน้าจอแสดงผลลัพธ์(คะแนน) ดังภาพ 4.25-4.26



ภาพ 4.25 ผลการวิเคราะห์คะแนนในภาพรวม



ภาพ 4.26 ผลการวิเคราะห์คะแนนอย่างละเอียดจำแนกตามชุดของแบบทดสอบ

1.4) การประเมินประสิทธิภาพของระบบการทดสอบ (Evaluation)

เมื่อพิจารณาผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาการสอนและด้านเทคโนโลยีการศึกษา (ภาคผนวก 2) รวมถึงผู้เรียนพบว่า มีจุดเด่น คือ การตอบแบบทดสอบแบบเลือกตอบมีความสะดวก รวดเร็ว โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจสูงสุด ($M=3.73$, $SD=0.969$) ขณะที่จุดอ่อน คือ ความสะดวก รวดเร็ว ในการลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานระบบ ($M=3.26$, $SD=0.882$) มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจน้อยที่สุด รายละเอียดดังตาราง 4.13 โดยมีเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพของระบบการทดสอบ (ทรงวุฒิ แซ่อึ้ง, 2552)

- 1.00 - 1.80 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อระบบการทดสอบในระดับน้อยที่สุด
- 1.81 - 2.60 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อระบบการทดสอบในระดับน้อย
- 2.61 - 3.40 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อระบบการทดสอบในระดับปานกลาง
- 3.41 - 4.20 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อระบบการทดสอบในระดับดี
- 4.21 - 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อระบบการทดสอบในระดับดีมาก

ตาราง 4.13 ผลการประเมินประเมินประสิทธิภาพของระบบการทดสอบ

รายการประเมินระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที	ค่าสถิติ			
	โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์	M	SD	ผลการประเมิน
1.ความสะดวกรวดเร็วในการลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานระบบ		3.26	0.882	ปานกลาง
2.ความปลอดภัยในการเข้าถึงตัวข้อสอบ		3.54	0.969	ดี
3.การออกแบบหน้าจอของระบบการทดสอบมีส่วนที่เหมาะสมและสวยงาม		3.51	0.909	ดี
4.ขนาดและชนิดของตัวอักษรใช้สีสันสะดวกตา อ่านง่าย มีความเหมาะสม		3.58	0.930	ดี
5.คำชี้แจงการทดสอบในแต่ละขั้นมีความเหมาะสมชัดเจน		3.54	0.933	ดี
6.ลำดับการทดสอบมีความเหมาะสม ต่อเนื่อง		3.56	0.950	ดี
7.จำนวนชุดของแบบทดสอบมีความเหมาะสมกับระยะเวลาทดสอบ		3.37	0.985	ดี
8.ข้อมูลย้อนกลับที่ให้เมื่อตอบผิดมีความเหมาะสม อ่านง่าย กระตุ้นการเรียนรู้		3.43	0.919	ดี
9.การตอบแบบทดสอบแบบเลือกตอบมีความสะดวก รวดเร็ว		3.73	0.880	ดี
10.การตอบแบบทดสอบแบบเติมคำมีความสะดวก รวดเร็ว		3.65	0.928	ดี
11.ความถูกต้องในการเฉลยในการเฉลยข้อสอบ		3.70	0.968	ดี
12.ระบบการทดสอบมีการประมวลผลรวดเร็ว		3.61	1.005	ดี
13.ระบบการทดสอบมีการกำหนดระยะเวลาชัดเจน		3.72	0.969	ดี
14.หน้าจอแสดงผลคะแนนมีความชัดเจน		3.70	1.068	ดี
รวม		3.56	0.714	ดี

ตอนที่ 2 ผลการใช้ระบบการทดสอบระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถและได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

ผลการจำแนกประเด็นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ออกเป็น 4 ประเด็นได้แก่ (1) ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของผู้เรียนจำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียนและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน (2) ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ (3) ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความแม่นยำในการประเมินตนเอง และ (4) ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูก: การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสซ์ โดยแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของผู้เรียนจำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียนและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของผู้เรียนจำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียนและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน สามารถจำแนกผลการวิเคราะห์ได้ 5 ประเด็น คือ 1) การวิเคราะห์จัดจำแนกและเปรียบเทียบระดับความสามารถของผู้เรียน 2) การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้เรียนจากการทดสอบจัดจำแนกความสามารถ 3) การจัดจำแนกผู้เรียนตามระดับความสามารถและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับและ 4) การวิเคราะห์จำนวนครั้งในการตอบและระยะเวลาที่ใช้ในการตอบระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถและได้รับข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน และ 5) การวิเคราะห์แบบแผนจำนวนครั้งในการตอบของผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 การวิเคราะห์จัดจำแนกและเปรียบเทียบระดับความสามารถของผู้เรียน

ผลการวิเคราะห์คะแนนสอบในภาพรวมของผู้เรียนทั้งหมด 728 คน จากเดิมที่เก็บข้อมูลได้ 786 คน ทั้งนี้เนื่องจากในการวิเคราะห์ผู้วิจัยได้เลือกวิเคราะห์จากผู้สอบที่ทำการทดสอบครบทุกชุดแบบทดสอบและใช้ระยะเวลาในการตอบข้อสอบไม่ต่ำกว่า 30 นาที จากผลการวิเคราะห์พบว่า จากแบบทดสอบจำนวน 16 ข้อ คะแนนเต็ม 16 คะแนน พบว่าผู้เรียนมีผลคะแนนเฉลี่ย 9.02 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.001 โดยมีคะแนนสูงสุดคือ 16 คะแนน และต่ำสุดคือ 0.00 คะแนน รายละเอียดดังตาราง 4.14

ตาราง 4.14 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสอบรายวิชาชีววิทยาเพื่อจัดจำแนกระดับความสามารถ

วิชา	จำนวนผู้ เข้าสอบ	คะแนน เต็ม	Min	Max	M	SD
ชีววิทยา	728	16.00	0.00	16.00	9.02	4.001

จากผลคะแนนการทดสอบดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้นำผลคะแนนมาจัดจำแนกระดับความสามารถของผู้เรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ระดับความสามารถต่ำ ปานกลางและสูง โดยใช้เกณฑ์การจัดจำแนกแบบอิงกลุ่ม ผลการจัดจำแนกพบว่า ผู้เรียนกลุ่มต่ำมีคะแนนอยู่ในช่วง 0-4 คะแนน จำนวน 219 คน กลุ่มปานกลาง 5-13 คะแนน จำนวน 312 คนและกลุ่มสูง 14-16 คะแนน จำนวน 197 คน โดยมีรายละเอียดการคำนวณดังตาราง 4.15

ตาราง 4.15 ผลการจัดจำแนกระดับความสามารถของผู้เรียนในรายวิชาชีววิทยา

ระดับ ความสามารถ วิชาชีววิทยา	วิธีการคำนวณ	ช่วงคะแนน	ผลการคำนวณ	จำนวน (คน)
ต่ำ	คำนวณจาก $\bar{X} - 1.0 \text{ S.D.}$ ลงมา	9.02 - 1.0 (4.001) ลงมา	0 ถึง 4 คะแนน	219
ปานกลาง	คำนวณจาก $\bar{X} - 1.0 \text{ S.D.}$ ถึง $\bar{X} + 1.0 \text{ S.D.}$	9.02 - 1.0 (4.001) ถึง 9.02 + 1.0 (4.001)	5 ถึง 13 คะแนน	312
สูง	คำนวณจาก $\bar{X} + 1.0 \text{ S.D.}$ ขึ้นไป	9.02 + 1.0 (4.001) ขึ้นไป	14 ถึง 16 คะแนน	197

จากผลการจัดจำแนกความสามารถของผู้เรียนออกเป็น 3 กลุ่ม พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ($F=527.306$, $\text{Sig}=0.00$) ดังตาราง 4.16

ตาราง 4.16 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน

แหล่งความแปรปรวน	Sum of Squares	df	MS	F	Sig.
Between Groups	6789.462	2	3394.731	527.306	0.000
Within Groups	4667.461	725	6.438		
Total	11456.923	727	* $p < .05$		

2.1.2 การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้เรียนจากการทดสอบจำแนกความสามารถ

การวิเคราะห์ค่าความสามารถของผู้สอบโดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ โดยวิเคราะห์ความสามารถของผู้เรียนที่ได้จากแบบทดสอบจำแนกความสามารถของผู้เรียน ผลการวิเคราะห์ในภาพรวมพบว่า ผู้เรียนทั้ง 728 คน มีความสามารถอยู่ในช่วงตั้งแต่ -1.482 ถึง 1.482 ถือว่ามีความสามารถครอบคลุมตั้งแต่สูง ปานกลางและต่ำ

เมื่อพิจารณาความสามารถ (θ) ของผู้เรียนทั้ง 728 คน ที่ได้รับการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ พบว่า ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมีค่าเฉลี่ยความสามารถในระดับค่อนข้างต่ำ ($M=-1.15$, $SD=0.316$) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางมีค่าเฉลี่ยความสามารถในระดับปานกลาง ($M=-0.05$, $SD=0.603$) และผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงมีค่าเฉลี่ยความสามารถในระดับค่อนข้างสูง ($M= 1.04$, $SD=0.361$) รายละเอียดดังตาราง 4.17

ตาราง 4.17 ค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้เรียนที่วัดได้จากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที

Group	จำนวน (คน)	Min	Max	M	SD
ต่ำ	219	-1.482	-0.335	-1.15	0.316
ปานกลาง	312	-1.482	1.482	-0.05	0.603
สูง	197	0.684	1.482	1.04	0.361
รวม	728	-1.482	1.482	0.09	0.763

2.1.3 การจัดจำแนกผู้เรียนตามระดับความสามารถและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ

การจัดจำแนกผู้เรียนตามระดับความสามารถและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลย้อนกลับจำนวน 5 รูปแบบได้แก่ 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF) 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (PWF) 3) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (FDF) 4) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) และ 5) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (KORF) ผลการวิเคราะห์พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถปานกลางคิดเป็น ร้อยละ 42.80 รองลงมาคือ ระดับความสามารถต่ำ คิดเป็นร้อยละ 30.10 และระดับความสามารถสูง คิดเป็นร้อยละ 27.10 ตามลำดับ ซึ่งผู้เรียนในแต่ละระดับความสามารถจะถูกสุ่มให้ได้รับข้อมูลย้อนกลับที่มีรูปแบบแตกต่างกัน 5 รูปแบบ รายละเอียดดังตาราง 4.18

ตาราง 4.18 ผลการจำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียนและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ

ระดับความสามารถ	รูปแบบข้อมูลย้อนกลับ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ต่ำ	FWF	54	7.40
	PWF	42	5.80
	FDF	34	4.70
	PDF	51	7.00
	KORF	38	5.20
	รวม	219	30.10
ปานกลาง	FWF	62	8.50
	PWF	60	8.20
	FDF	59	8.10
	PDF	68	9.30
	KORF	63	8.70
	รวม	312	42.80
สูง	FWF	39	5.40
	PWF	41	5.60
	FDF	40	5.50
	PDF	35	4.80
	KORF	42	5.80
	รวม	197	27.10
รวมทั้งหมด		728	100.00

2.1.4 การวิเคราะห์จำนวนครั้งในการตอบและระยะเวลาที่ใช้ในการตอบระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถและได้รับข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน

ผลการศึกษาค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตอบ (Attempt) คะแนน (Score) และระยะเวลาที่ใช้ในการตอบ (Response Time) ของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถและได้รับรูปแบบข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบที่มีข้อสอบจำนวน 20 ข้อ ที่เปิดโอกาสให้ตอบได้สูงสุดจำนวน 5 ครั้งในแต่ละข้อ ภายใต้ระยะเวลาการทดสอบ 90 นาที มีผลการวิเคราะห์ดังนี้

ด้านค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตอบ (Attempt) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (KORF) มีค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตอบสูงสุด ($M=2.94$, $SD=0.816$) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (KORF) มีค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตอบสูงสุด ($M=2.15$, $SD=0.603$) และผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) มีค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตอบสูงสุด ($M=1.65$, $SD=0.487$) ดังตาราง 4.19

ด้านค่าเฉลี่ยคะแนน (Score) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) มีค่าเฉลี่ยคะแนนสูงสุด ($M=50.42$, $SD=14.034$) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) มีค่าเฉลี่ยคะแนนสูงสุด ($M=65.64$, $SD=9.486$) และผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การแสดงตัวอย่าง (PWF) มีค่าเฉลี่ยคะแนนสูงสุด ($M=72.95$, $SD=7.664$) ดังตาราง 4.19

ด้านค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการตอบ (Response time) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (KORF) มีค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการตอบสูงสุด ($M=65.00$, $SD=13.505$) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วน (PDF) โดยใช้การชี้แนะมีค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการตอบสูงสุด ($M=60.88$, $SD=16.67$) และผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF) มีค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการตอบสูงสุด ($M=68.28$, $SD=14.501$) ดังตาราง 4.19

ตาราง 4.19 ค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตอบ คะแนน และระยะเวลาที่ใช้ในการตอบของผู้เรียน

Group	Feedback	จำนวน (คน)	การทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที		ระยะเวลาที่ใช้ในระบบทดสอบ ในคอมพิวเตอร์ M (SD)
			จำนวนครั้งในการตอบ M (SD)	คะแนนผลการทดสอบ M (SD)	
ต่ำ	FWF	54	2.54 (0.631)	48.00 (12.997)	62.72 (12.408)
	PWF	42	2.83 (0.780)	43.42 (15.758)	60.25 (22.760)
	FDF	34	2.79 (0.523)	44.18 (10.631)	56.47 (18.432)
	PDF	51	2.52 (0.698)	50.42 (14.034)	61.61 (13.556)
	KORF	38	2.94 (0.816)	41.18 (16.732)	65.00 (13.505)
	รวม	219	2.71 (0.708)	46.89 (14.204)	60.56 (17.354)
ปานกลาง	FWF	62	1.88 (0.410)	62.54 (7.824)	59.16 (10.478)
	PWF	60	2.02 (0.638)	59.44 (12.865)	60.55 (13.385)
	FDF	59	1.89 (0.596)	62.10 (12.006)	56.65 (16.032)
	PDF	68	1.73 (0.463)	65.64 (9.486)	60.88 (16.679)
	KORF	63	2.15 (0.603)	56.88 (12.188)	59.33 (15.284)
	รวม	312	1.95 (0.574)	61.14 (11.518)	58.77 (15.340)
สูง	FWF	39	1.38 (0.416)	71.44 (9.474)	68.28 (14.501)
	PWF	41	1.36 (0.383)	72.95 (7.664)	64.07 (7.664)
	FDF	40	1.54 (0.511)	69.21 (10.287)	63.46 (17.670)
	PDF	35	1.65 (0.487)	66.94 (9.896)	63.47 (14.107)
	KORF	42	1.41 (0.421)	70.75 (9.246)	60.95 (22.516)
	รวม	197	1.46 (0.455)	70.86 (9.146)	63.81 (16.690)
รวม	728	1.71 (0.666)	60.91 (14.931)	61.57 (15.617)	

2.1.5 การวิเคราะห์แบบแผนจำนวนครั้งในการตอบของผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน

ในการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์ผลการใช้ระบบการทดสอบ ผู้วิจัยได้ศึกษาแบบแผนจำนวนครั้งในการตอบของผู้เรียนจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้คอมพิวเตอร์ (ชุด C) เพื่อวิเคราะห์การตอบของผู้เรียนในข้อที่ 1-20 ว่าจะได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันหรือไม่ โดยจากเงื่อนไขการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์ที่มีการยกตัวอย่าง (FWF) และแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) ในการวิเคราะห์แบบแผนการตอบได้พิจารณาตัวอย่างผู้เรียนกลุ่ม FWF ที่ใช้ความพยายามในการตอบถึง 5 ครั้งไม่ว่าจะตอบถูกหรือผิดในครั้งสุดท้าย ซึ่งแบบการตอบเช่นนี้จะทำให้ผู้เรียนกลุ่ม FWF ได้รับข้อมูลย้อนกลับไม่แตกต่างจากผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PDF ที่อาจมีผู้เรียนใช้ความพยายามในการตอบถึง 5 ครั้งไม่ว่าจะตอบถูกหรือผิดในครั้งสุดท้าย ดังนั้นเพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่าความสามารถในการแก้โจทย์

ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ ความแม่นยำในการประเมินตนเองและความน่าจะเป็นในการตอบถูก เป็นผลมาจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์แบบแผนการตอบในสำหรับ ผู้เรียนที่มีการใช้ความพยายามในการตอบทั้งหมด 5 ครั้งในข้อสอบทุกข้อเปรียบเทียบกันระหว่าง 2 กรณี คือ 1) แบบแผนจำนวนครั้งในการตอบข้อสอบเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์และ บางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF, PWF) 2) แบบแผนจำนวนครั้งในการตอบข้อสอบเมื่อได้รับ ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์และแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (FDF, PDF) โดยมีตัวอย่างรูปแบบ ศึกษาแผนการตอบดังตาราง 4.20

ตาราง 4.20 ตัวอย่างแบบแผนจำนวนครั้งในการตอบระหว่างข้อมูลย้อนกลับแบบ FWF และ PWF

ข้อสอบ ข้อที่	ผู้เรียนคนที่	1.FWF					การได้รับข้อมูลย้อนกลับ
		1	2	3	4	5	
1	1	X	X	X	X	X	ผู้เรียนคนที่ 1 และคนที่ 2 ได้รับข้อมูลย้อนกลับ แบบยกตัวอย่างเหมือนกัน
	ผู้เรียน	2.PWF					
	2	X	X	X	X	X	
ข้อสอบ ข้อที่	ผู้เรียนคนที่	1.FWF					การได้รับข้อมูลย้อนกลับ
		1	2	3	4	5	
	2	1	X	X	X	X	X
ผู้เรียน	2.PWF						
2	X	X	X	X	✓		
ข้อสอบ ข้อที่	ผู้เรียนคนที่	1.FWF					การได้รับข้อมูลย้อนกลับ
		1	2	3	4	5	
	3	1	X	X	X	X	✓
ผู้เรียน	2.PWF						
2	X	X	X	X	✓		
ข้อสอบ ข้อที่	ผู้เรียนคนที่	1.FWF					การได้รับข้อมูลย้อนกลับ
		1	2	3	4	5	
	4	1	X	X	X	X	✓
ผู้เรียน	2.PWF						
2	X	X	X	X	X		

1) การวิเคราะห์แบบแผนจำนวนครั้งในการตอบของผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ สมบูรณ์และแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF,PWF)

แบบแผนจำนวนครั้งในการตอบรายบุคคลจำแนกตามรายชื่อของผู้เรียนทั้งกลุ่มสูงปาน กลางและต่ำที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ FWF จำนวนทั้งสิ้น 155 คน และ PWF จำนวนทั้งสิ้น 143

2) แบบแผนจำนวนครั้งในการตอบข้อสอบเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์และแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (FDF,PDF)

แบบแผนจำนวนครั้งในการตอบรายบุคคลจำแนกตามรายชื่อของผู้เรียนทั้งกลุ่มสูง ปานกลางและต่ำที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ FDF จำนวนทั้งสิ้น 133 คน และ PWF จำนวนทั้งสิ้น 154 คน ผลการวิเคราะห์พบว่า ไม่มีผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ FDF และ PDF ที่มีจำนวนครั้งในการตอบ 5 ครั้งในข้อสอบทุกข้อ

เมื่อวิเคราะห์แบบแผนจำนวนครั้งในการตอบรายบุคคลจำแนกตามความสามารถของผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ FDF และ PDF พบว่าผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมีจำนวนครั้งในการตอบข้อสอบต่อหนึ่งข้อมาก ขณะที่ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลาง มีจำนวนครั้งในการตอบข้อสอบต่อหนึ่งข้อลดลงเมื่อเทียบกับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำ และผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงส่วนใหญ่มีแนวโน้มจะตอบถูกในครั้งแรกแต่อาจจะมีบางข้อที่ใช้ความพยายามตอบมาก แต่อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์แบบแผนจำนวนครั้งในการตอบพบว่า ไม่มีผู้เรียนคนใดที่ใช้ความพยายามในการตอบ 5 ครั้งในข้อสอบทุกข้อ ซึ่งหากเป็นเช่นนั้นจะทำให้ผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม ได้รับข้อมูลย้อนกลับไม่แตกต่างกัน โดยมีตัวอย่างการวิเคราะห์แบบแผนจำนวนครั้งในการตอบของผู้เรียน 6 คนที่มีความสามารถแตกต่างกัน มีลักษณะดังตาราง 4.22

ตาราง 4.22 การวิเคราะห์แบบแผนการตอบของผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์และแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (FDF, PDF)

ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แจง (FDF)																				
Item Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ต่ำ	4	4	3	5	1	5	3	5	1	5	2	3	1	5	1	5	3	5	5	5
ต่ำ	4	5	2	2	3	2	2	2	2	5	3	5	2	1	2	5	1	2	5	3
กลาง	3	3	4	1	1	3	1	5	5	2	4	4	1	1	4	2	3	1	5	1
กลาง	3	5	5	1	1	1	2	1	3	4	2	1	1	1	1	2	1	1	5	1
สูง	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	1	2	2	1	1	1	1
สูง	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1
ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF)																				
Item Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ต่ำ	2	5	5	5	2	5	2	5	4	5	4	1	2	4	3	1	2	5	5	5
ต่ำ	4	5	2	3	1	3	3	5	5	2	1	5	1	3	2	5	4	5	3	1
กลาง	5	2	5	1	5	1	2	2	2	5	5	1	3	1	1	2	3	3	1	2
กลาง	2	3	5	1	4	2	5	3	2	5	2	3	1	1	1	5	1	4	2	5
สูง	2	1	5	2	1	2	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
สูง	1	2	2	2	1	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	2	1	4	2

2.2 ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับ ทันทีที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์

ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ จำแนกเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ ผลการวิเคราะห์ (1) คະแนนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาจำแนกตามระดับความสามารถและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน และ (2) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยมีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ดังนี้

2.2.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ของผู้เรียนจำแนกตามระดับความสามารถและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์คะแนนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของผู้เรียนจำแนกตามระดับความสามารถและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน ในภาพรวมพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการแก้โจทย์ปัญหา (Score) ก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ (Pre) ใกล้เคียงกับหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ (Post) ($M=4.70, SD=2.294$; $M= 4.26, SD=2.156$) ตามลำดับ สอดคล้องกับค่าเฉลี่ยความสามารถ (Θ) ซึ่งได้จากการวิเคราะห์โดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ พบว่าค่าเฉลี่ยความสามารถก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ (Pre) และหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ (Post) ใกล้เคียงกัน ($M= 0.382, SD=0.826$; $M=0.211, SD=0.869$) รายละเอียดดังตาราง 4.23

ตาราง 4.23 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแก้โจทย์ปัญหา (Score) และความสามารถ (Θ) ก่อนและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ

คะแนน	ค่าสถิติพื้นฐาน			
	ก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ		หลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ	
	M	SD	M	SD
คะแนนแก้โจทย์ปัญหา (8 คะแนน)	4.70	2.294	4.26	2.156
ความสามารถ (Θ)	0.382	0.826	0.211	0.869

เมื่อพิจารณาจำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม และรูปแบบข้อมูลย้อนกลับเพื่อศึกษาคะแนนในการแก้โจทย์ปัญหาและความสามารถของผู้เรียนพบว่า

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำในภาพรวม มีค่าเฉลี่ยคะแนนในการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีใกล้เคียงกัน ($M=1.30, SD=0.934$; $M=0.81,$

SD= 0.796) ตามลำดับ สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้เรียน (θ) ที่พบว่า ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฯก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีใกล้เคียงกัน ($M(\theta)=-0.956$, $SD=0.362$; $M(\theta)=-1.150$, $SD=0.316$) ตามลำดับ

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางในภาพรวม มีค่าเฉลี่ยคะแนนในการแก้โจทย์ปัญหาฯก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีใกล้เคียงกัน ($M=4.52$, $SD=1.865$; $M= 4.15$, $SD= 1.729$) ตามลำดับ สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ความสามารถของผู้เรียน (θ) ที่พบว่า ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฯก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีใกล้เคียงกัน ($M(\theta) =0.184$, $SD= 0.659$; $M(\theta) = 0.051$, $SD= 0.603$) ตามลำดับ

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงในภาพรวม มีค่าเฉลี่ยคะแนนในการแก้โจทย์ปัญหาฯก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีใกล้เคียงกัน ($M=7.80$, $SD=0.462$; $M= 6.89$, $SD= 0.906$) ตามลำดับ สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ความสามารถของผู้เรียน (θ) ที่พบว่า ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฯก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีใกล้เคียงกัน ($M(\theta)=1.401$, $SD= 0.190$; $M(\theta)= 1.038$, $SD= 0.361$) ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 4.24

ตาราง 4.24 ค่าสถิติของคะแนนในการสอบและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ของผู้เรียนจำแนกตามระดับความสามารถและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ

Group	Feedback	จำนวน (คน)	คะแนนแก้โจทย์ปัญหา (เต็ม 8 คะแนน)		ความสามารถของผู้เรียน (θ)	
			ก่อนการได้รับ ข้อมูลย้อนกลับ	หลังการได้รับ ข้อมูลย้อนกลับ	ก่อนการได้รับ ข้อมูลย้อนกลับ	หลังการได้รับ ข้อมูลย้อนกลับ
			M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
ต่ำ	FWF	54	0.80 (0.788)	0.60 (0.840)	-0.115 (0.317)	-1.230 (0.339)
	PWF	42	1.50 (0.838)	0.64 (0.621)	-0.880 (0.324)	-1.210 (0.255)
	FDF	34	1.50 (1.195)	0.50 (0.534)	-0.890 (0.456)	-1.270 (0.220)
	PDF	51	1.11 (1.022)	1.33 (0.970)	-1.036 (0.662)	-0.947 (0.374)
	KORF	38	1.75 (0.500)	0.75 (0.500)	-0.777 (0.362)	-1.164 (0.211)
	รวม	219	1.30 (0.934)	0.80 (0.796)	-0.956 (0.362)	-1.150 (0.316)
ปานกลาง	FWF	62	4.53 (1.959)	4.22 (0.153)	0.185 (0.697)	0.074 (0.681)
	PWF	60	4.48 (1.595)	4.22 (0.129)	0.167 (0.559)	0.077 (0.678)
	FDF	59	4.98 (1.918)	4.21 (0.123)	0.346 (0.679)	0.071 (0.487)
	PDF	68	3.83 (1.850)	3.81 (0.158)	-0.538 (0.650)	-0.068 (0.527)
	KORF	63	4.50 (1.890)	4.25 (0.217)	0.175 (0.670)	0.097 (0.661)
	รวม	312	4.52 (1.865)	4.15 (1.729)	0.184 (0.659)	0.051 (0.603)
สูง	FWF	39	7.50 (0.688)	7.17 (0.346)	1.275 (0.468)	1.158 (0.358)
	PWF	41	7.78 (0.413)	7.08 (0.251)	1.392 (0.185)	1.242 (0.278)
	FDF	40	7.82 (0.528)	6.83 (0.387)	1.480 (0.218)	0.684 (0.334)
	PDF	35	7.85 (0.404)	6.70 (0.330)	1.482 (0.321)	0.674 (0.246)
	KORF	42	7.75 (0.621)	7.58 (0.447)	1.380 (0.171)	1.313 (0.318)
	รวม	197	7.80 (0.462)	6.89 (0.906)	1.401 (0.190)	1.038 (0.361)
รวมทั้งหมด		728	4.70 (2.294)	4.26 (2.156)	0.382 (0.827)	0.211 (0.869)

2.2.2 ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถและรูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ (Two-ways ANCOVA)

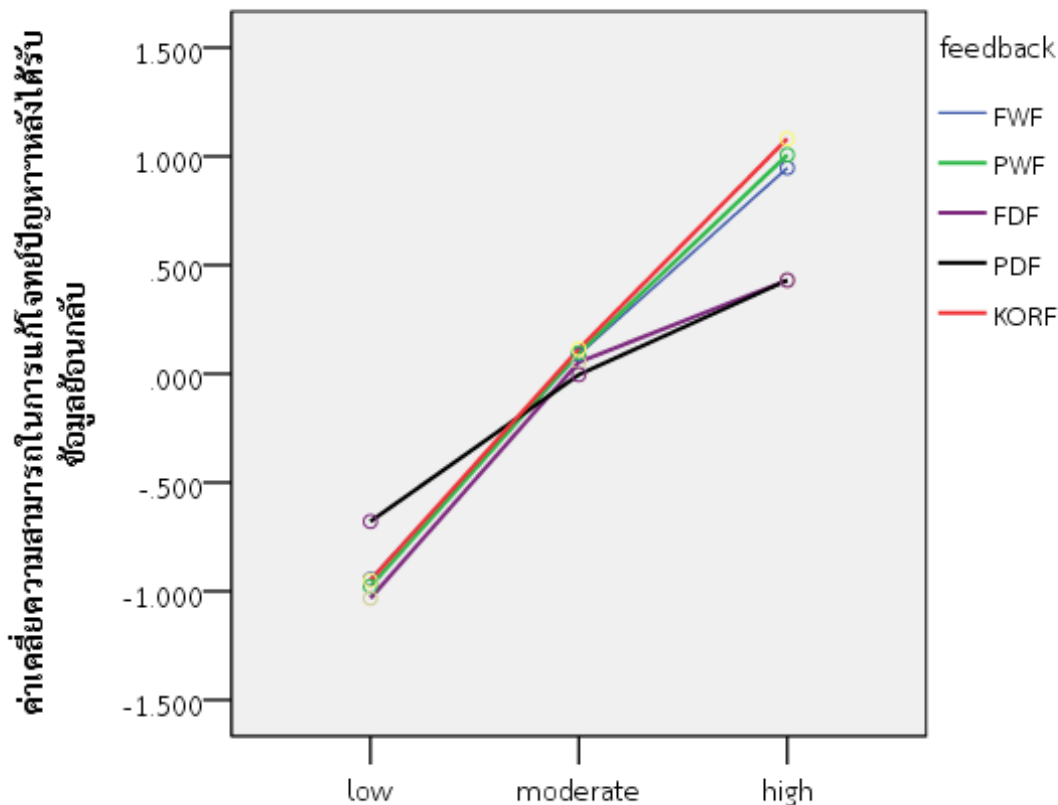
ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของผู้เรียน (Group) และรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบสองทาง (Two-ways ANCOVA) โดยนำความสามารถของผู้เรียนก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ (Pre-ability) มาเป็นตัวแปรร่วม ผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวแปรอิสระทั้ง 2 ตัว มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความสามารถในการแก้โจทย์

ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที ($F=3.444$, $Sig=0.001$) ดังตาราง 4.25 และ ภาพ 4.27

ตาราง 4.25 การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของผู้เรียน (Group) และรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์

แหล่งความแปรปรวน	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Corrected Model	223.186 ^a	15	14.879	52.837	0.000
Intercept	1.406	1	1.406	4.994	0.026
Pre-ability	10.361	1	10.361	36.793	0.000
Group	51.168	2	25.584	90.852	0.000
Feedback	2.471	4	0.618	2.194	0.068
Group * Feedback	7.759	8	0.970	3.444	0.001*
Error	200.501	712	0.282		
Total	429.048	728			
Corrected Total	423.687	727			

$p < .05$



ภาพ 4.27 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของผู้เรียน (Group) และรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ที่มีต่อคะแนนพัฒนาการความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับของผู้เรียนจำแนกตามระดับความสามารถออกเป็น 3 กลุ่ม พบว่า

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันทั้ง 5 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F=2.901$, $Sig=0.029$) เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำในภาพรวมพบว่ามีค่าเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ ($M= -1.150$, $SD=0.316$)

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันทั้ง 5 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F=1.176$, $Sig=0.320$) เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้

ข้อมูลย้อนกลับของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางในภาพรวมพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง ($M=0.051$, $SD=0.603$)

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันทั้ง 5 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F=14.378$, $Sig=0.000$) เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงในภาพรวมพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ($M=1.038$, $SD=0.361$)รายละเอียดดังตาราง 4.26

ตาราง 4.26 ค่าสถิติพื้นฐานและการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของผู้เรียนหลังจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับทันที จำแนกตามระดับความสามารถและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ โดยการวิเคราะห์ Simple Effect

Group	Feedback	จำนวน (คน)	M	SD	Levene's Test		F-test	
					F	Sig	F	Sig
ต่ำ	FWF	54	-1.230	0.339	2.785	0.034*	2.901	0.029*
	PWF	42	-1.210	0.255				
	FDF	34	-1.270	0.220				
	PDF	51	-0.947	0.374				
	KORF	38	-1.164	0.211				
	รวม	219	-1.150	0.316				
ปานกลาง	FWF	62	0.074	0.681	8.133	0.000*	1.176	0.320
	PWF	60	0.077	0.678				
	FDF	59	0.071	0.487				
	PDF	68	-0.068	0.527				
	KORF	63	0.097	0.661				
	รวม	312	0.051	0.603				
สูง	FWF	39	1.158	0.358	20.483	0.000*	14.378	0.000*
	PWF	41	1.242	0.278				
	FDF	40	0.684	0.334				
	PDF	35	0.674	0.246				
	KORF	42	1.313	0.318				
	รวม	197	1.038	0.361				

$p < .05$

จากผลการวิเคราะห์ Simple Effect โดยจำแนกผลการวิเคราะห์ตามระดับความสามารถของผู้เรียนพบว่าผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำและสูงมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์

ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สำหรับการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำใช้เทคนิค Dunnett's T3 เนื่องจากพบว่าความแปรปรวนของประชากร 2 กลุ่มไม่เท่ากัน แม้ว่าวิธีการวิเคราะห์แบบ Games-Howell มีอำนาจการทดสอบมากกว่าทั้งในสถานการณ์ที่มีกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก กลางและใหญ่ (ซิธิมาวอร์ บัญมาและสุซาดา บวรกิตวงศ์, 2550) แต่ผลการวิเคราะห์พบว่าผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยใช้เทคนิค Games-Howell ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธี Dunnett's T3 มาใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่เพื่อให้ได้สารสนเทศที่ชัดเจนขึ้น ผลการเปรียบเทียบพบว่าผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาภายหลังจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) สูงกว่าข้อมูลย้อนกลับทั้ง 3 รูปแบบ คือ แบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF) แบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (PWF) และแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (FDF) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สำหรับการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงใช้เทคนิค Games-Howell พบว่าผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ภายหลังจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับทันที 3 รูปแบบ คือ แบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF) แบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (PWF) และแบบบอกผลการตอบ (KORF) สูงกว่าข้อมูลย้อนกลับทั้ง 2 แบบ คือ แบบสมบูรณ์โดยใช้ชี้แนะ (FDF) และแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รายละเอียดดังตาราง 4.27

ตาราง 4.27 ผลการการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองรายคู่ จำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียนด้วยเทคนิค Dunnett's T3 และ Games-Howell

Group	Feedback		Mean Difference (I-J)	SD	Sig
	(I)	(J)			
ต่ำ	PDF	FWF	0.282	0.091	0.003*
	PDF	PWF	0.265	0.070	0.004*
	PDF	FDF	0.323	0.082	0.003*
สูง	FWF	FDF	0.47	0.091	0.000*
	FWF	PDF	0.47	0.092	0.000*
	PWF	FDF	0.55	0.060	0.000*
	PWF	PDF	0.56	0.053	0.000*
	KORF	FDF	0.63	0.067	0.000*
	KORF	PDF	0.62	0.061	0.000*

p < .05

2.3 ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับ ทันทีที่มีต่อความแม่นยำในการประเมินตนเอง

ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความแม่นยำในการประเมินตนเอง จำแนกเป็น 3 ประเด็น ได้แก่ (1) การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนในการสอบและคะแนนการประเมินตนเองก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (2) การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนความลำเอียงและความแม่นยำในการประเมินตนเองก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ และ(3) การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความแม่นยำในการประเมินตนเอง โดยมีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ดังนี้

2.3.1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนในการสอบและคะแนนการประเมินตนเองก่อนและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนในการสอบ (Score) และคะแนนการประเมินตนเอง (Self-judgement) ก่อนและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับในภาพรวมพบว่า คะแนนแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Pre) มีค่าเฉลี่ยคิดเป็น 11.78 คะแนน และหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Post) มีค่าเฉลี่ยคิดเป็น 10.62 คะแนน ตามลำดับ ขณะที่คะแนนประเมินตนเอง ก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Pre) มีค่าเฉลี่ยคิดเป็น 15.50 คะแนน และหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ(Post) มีค่าเฉลี่ยคิดเป็น 16.10 คะแนน ดังตาราง 4.28

ตาราง 4.28 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแก้โจทย์ปัญหา (Score) และคะแนนประเมินตนเอง (Self-judgement) ก่อนและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ

คะแนน	ค่าสถิติพื้นฐาน			
	ก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ		หลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ	
	M	SD	M	SD
แก้โจทย์ปัญหา (Score)	11.78	5.749	10.62	5.363
ประเมินตนเอง (Self-judgement)	15.50	3.946	16.10	3.967

เมื่อพิจารณาจำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม และรูปแบบข้อมูลย้อนกลับเพื่อศึกษาคะแนนในการแก้โจทย์ปัญหาและการประเมินตนเองในภาพรวมพบว่า

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ใกล้เคียงกับหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ($M=3.27, SD=2.336; M=2.02, SD=1.199$) ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยคะแนนการประเมินตนเองก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับใกล้เคียงกัน ($M=11.96, SD=2.867; M=10.00, SD=4.977$) ตามลำดับ

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลาง มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ใกล้เคียงกับหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ($M=11.31, SD=4.664; M=10.38, SD=4.323$) ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยคะแนนการประเมินตนเองก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับใกล้เคียงกัน ($M=14.76, SD=3.787; M=13.64, SD=3.871$) ตามลำดับ

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ใกล้เคียงกับหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ($M=19.51, SD=1.157; M=17.24, SD=2.266$) ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยคะแนนการประเมินตนเองก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับใกล้เคียงกัน ($M=18.06, SD=3.060; M=17.54, SD=2.051$) ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 4.29

ตาราง 4.29 ค่าเฉลี่ยคะแนนในการสอบและคะแนนการประเมินตนเองก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับจำแนกตามระดับความสามารถและรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ

Group	Feedback	จำนวน (คน)	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา (เต็ม 20 คะแนน)				คะแนนการประเมินตนเอง (เต็ม 20 คะแนน)			
			ก่อนการได้รับ ข้อมูลย้อนกลับ		หลังการได้รับข้อมูล ย้อนกลับ		ก่อนการได้รับ ข้อมูลย้อนกลับ		หลังการได้รับ ข้อมูลย้อนกลับ	
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
ต่ำ	FWF	54	2.00	1.972	1.50	2.108	10.80	2.679	8.60	4.742
	PWF	42	3.75	2.097	1.60	1.554	12.32	3.183	8.89	5.515
	FDF	34	3.75	2.988	1.25	1.336	13.25	1.711	13.62	5.005
	PDF	51	2.77	2.557	3.33	2.425	11.61	2.837	11.66	3.334
	KORF	38	4.37	1.250	1.87	1.250	11.37	2.658	6.62	2.394
	รวม	219	3.27	2.336	2.02	1.991	11.96	2.867	10.00	4.977
ปานกลาง	FWF	62	11.33	4.899	10.55	4.812	14.39	4.302	13.51	3.684
	PWF	60	11.21	3.988	10.55	4.880	14.79	3.434	13.70	4.494
	FDF	59	12.46	4.797	10.53	3.562	15.81	3.153	14.37	3.380
	PDF	68	9.58	4.626	9.531	3.793	13.57	4.210	12.67	3.451
	KORF	63	11.27	4.727	10.68	4.666	14.43	3.874	13.31	4.192
	รวม	312	11.31	4.664	10.38	4.323	14.76	3.787	13.64	3.871
สูง	FWF	39	18.75	1.721	18.00	2.236	19.15	1.001	17.90	1.744
	PWF	41	19.47	1.033	18.55	1.708	18.84	1.603	18.23	1.427
	FDF	40	20.00	0.000	15.00	0.000	18.43	2.073	16.43	1.424
	PDF	35	20.00	0.000	15.00	0.000	15.31	5.025	16.09	2.715
	KORF	42	19.37	1.554	18.95	1.982	18.37	2.655	18.87	1.464
	รวม	197	19.51	1.157	17.24	2.266	18.06	3.060	17.54	2.051

2.3.2 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนความลำเอียงในการประเมินตนเองและความแม่นยำในการประเมินตนเองก่อนและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ

ในการวัดความสามารถในการประเมินตนเองนั้น สามารถคำนวณได้จากความแม่นยำในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Accuracy) ที่วิเคราะห์จากความแตกต่างระหว่างผลคะแนนจริงที่ได้การประเมินความรู้หรือทักษะของผู้เรียน (Performance) และผลที่ได้จากการตัดสินตนเอง ซึ่งเรียกว่า ความลำเอียงในการประเมินตนเอง (Self-evaluative Bias) ก่อนและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับโดยประยุกต์ใช้หลักการคำนวณความแม่นยำในการประเมินตนเองของ Labuhn, Zimmerman และ Hasselhorn (2010) โดยผลการวิเคราะห์ความลำเอียงในการประเมินตนเองจะถูกนำไปคำนวณเป็นความแม่นยำในการประเมินตนเอง ซึ่งผลการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังนี้

เมื่อพิจารณาจำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม และรูปแบบข้อมูลย้อนกลับเพื่อศึกษาค่าเฉลี่ยคะแนนความลำเอียงในการประเมินตนเองและความแม่นยำในการประเมินตนเองก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในภาพรวมพบว่า

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความลำเอียงก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ใกล้เคียงกัน ($M=8.03$, $SD=2.867$; $M=9.99$, $SD=4.977$) ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ใกล้เคียงกัน ($M=11.96$, $SD=2.867$; $M=10.00$, $SD=4.977$) ตามลำดับ

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลาง มีค่าเฉลี่ยคะแนนความลำเอียงก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ใกล้เคียงกัน ($M=4.20$, $SD=4.911$; $M=5.78$, $SD=4.680$) ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ใกล้เคียงกัน ($M=14.76$, $SD=3.787$; $M=13.64$, $SD=3.871$) ตามลำดับ

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง มีค่าเฉลี่ยคะแนนความลำเอียงก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ใกล้เคียงกัน ($M=-1.46$, $SD=3.310$; $M=1.19$, $SD=2.979$) ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ใกล้เคียงกัน ($M=18.06$, $SD=3.060$; $M=17.54$, $SD=2.051$) ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 4.30

ตาราง 4.30 ค่าเฉลี่ยคะแนนความลำเอียงในการประเมินตนเองและความแม่นยำในการประเมินตนเองก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับจำแนกตามระดับความสามารถและรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ

Group	Feedback	จำนวน (คน)	ความลำเอียงในการประเมินตนเอง (เต็ม 20 คะแนน)				ความแม่นยำในการประเมินตนเอง (เต็ม 20 คะแนน)			
			ก่อนการได้รับ ข้อมูลย้อนกลับ		หลังการได้รับข้อมูล ย้อนกลับ		ก่อนการได้รับ ข้อมูลย้อนกลับ		หลังการได้รับ ข้อมูลย้อนกลับ	
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
ต่ำ	FWF	54	9.20	2.679	11.40	4.742	10.80	2.679	8.60	4.742
	PWF	42	7.67	3.183	11.10	5.515	12.32	3.183	8.89	5.515
	FDF	34	6.75	1.711	6.37	5.005	13.25	1.711	13.62	5.005
	PDF	51	8.38	2.837	8.33	3.334	11.61	2.837	11.66	3.334
	KORF	38	8.62	2.658	13.37	2.394	11.37	2.658	6.62	2.394
	รวม	219	8.03	2.867	9.99	4.977	11.96	2.867	10.00	4.977
ปานกลาง	FWF	62	4.77	5.221	6.22	4.100	14.39	4.302	13.51	3.684
	PWF	60	4.68	4.129	5.70	5.235	14.79	3.434	13.70	4.494
	FDF	59	2.52	4.598	5.27	3.913	15.81	3.153	14.37	3.380
	PDF	68	5.51	5.365	6.53	4.795	13.57	4.210	12.67	3.451
	KORF	63	4.41	5.176	5.31	5.863	14.43	3.874	13.31	4.192
	รวม	312	4.20	4.911	5.78	4.680	14.76	3.787	13.64	3.871
สูง	FWF	39	0.35	1.278	1.40	2.371	19.15	1.001	17.90	1.744
	PWF	41	-0.47	1.928	0.44	2.241	18.84	1.603	18.23	1.427
	FDF	40	-1.56	2.073	3.56	1.424	18.43	2.073	16.43	1.424
	PDF	35	-4.68	5.025	1.27	4.657	15.31	5.025	16.09	2.715
	KORF	42	-1.62	2.655	-0.12	1.872	18.37	2.655	18.87	1.464
	รวม	197	-1.46	3.310	1.19	2.979	18.06	3.060	17.54	2.051
รวม	728	3.71	5.154	5.49	4.989	14.99	3.912	13.88	4.206	

2.3.4 การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความแม่นยำในการประเมินตนเอง

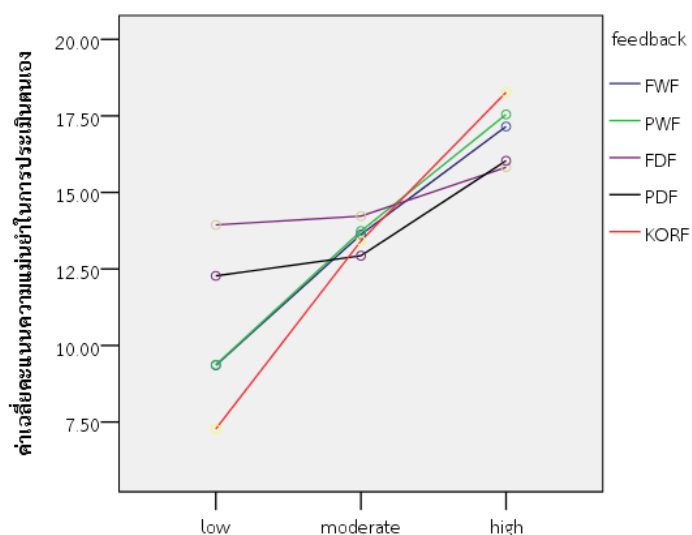
การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของผู้เรียน (Group) และการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (Feedback) โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบสองทาง (Two-way ANCOVA) โดยนำคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ (Pre self- evaluation Accuracy) มาเป็นตัวแปรร่วม ผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวแปรอิสระทั้ง 2 ตัว มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ

(Post self-evaluation Accuracy) ($F=3.146$, $Sig=0.002$) รายละเอียดดังตาราง 4.31 และภาพ 4.28

ตาราง 4.31 การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของผู้เรียน (Group) และรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ที่มีต่อคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเอง โดยการวิเคราะห์ Two-Way ANCOVA

แหล่งความแปรปรวน	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Pre-selfeva	285.420	1	285.420	21.308	0.000
Group	1259.124	2	629.562	47.000	0.000
Feedback	64.495	4	16.124	1.204	0.308
Group * Feedback	337.169	8	42.146	3.146	0.002*
Error	9537.266	712	13.395		
Total	153196.750	728			
Corrected Total	12864.942	727			

$p < .05$



ภาพ 4.28 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของผู้เรียน (Group) และรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ที่มีต่อค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเอง

ผลการวิเคราะห์คะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองของผู้เรียนที่จำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียน (Group) ออกเป็น 3 กลุ่ม พบว่า

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันทั้ง 5 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F=2.854$, $Sig = 0.031$) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำในภาพรวมพบว่ามีค่าเฉลี่ยคะแนนค่อนข้างต่ำ ($M=10.00$, $SD= 4.972$)

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันทั้ง 5 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F=3.073$, $Sig = 0.016$) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางในภาพรวมพบว่ามีค่าเฉลี่ยคะแนนในระดับปานกลาง ($M=13.64$, $SD= 3.871$)

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันทั้ง 5 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F=8.138$, $Sig = 0.000$) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงพบว่ามีค่าเฉลี่ยคะแนนในระดับค่อนข้างสูง ($M=17.54$, $SD= 2.051$) รายละเอียดดังตาราง 4.32

ตาราง 4.32 ค่าสถิติพื้นฐานและการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองของผู้เรียนจำแนกตามระดับความสามารถและรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ โดยการวิเคราะห์ Simple Effect

Group	Feedback	จำนวน (คน)	M	SD	Levene's Test		F-test	
					F	Sig	F	Sig
ต่ำ	FWF	54	8.60	4.742	2.085	0.152	2.854	0.031*
	PWF	42	8.89	5.515				
	FDF	34	13.62	5.005				
	PDF	51	11.66	3.334				
	KORF	38	6.62	2.394				
	รวม	219	10.00	4.977				
ปานกลาง	FWF	62	13.51	3.684	0.684	0.000*	3.073	0.016*
	PWF	60	13.70	4.494				
	FDF	59	14.37	3.380				
	PDF	68	12.67	3.451				
	KORF	63	13.31	4.192				
	รวม	312	13.64	3.871				
สูง	FWF	39	17.90	1.744	6.466	0.351	8.138	0.000*
	PWF	41	18.23	1.427				
	FDF	40	16.43	1.424				
	PDF	35	16.09	2.715				
	KORF	42	18.87	1.464				
	รวม	197	17.54	2.051				

p<.05

จากผลการวิเคราะห์ Simple Effect โดยจำแนกผลการวิเคราะห์ตามระดับความสามารถของผู้เรียนที่พบว่า ผู้เรียนทุกระดับความสามารถ ปานกลาง และสูงต่างก็มีค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองแตกต่างกันหลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่แตกต่างกัน และเมื่อวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองรายคู่ (Multiple Comparison) โดยพิจารณาจากการทดสอบความแปรปรวนสำหรับกรณีที่มีความแปรปรวนแตกต่างกันจะใช้เทคนิค Games-Howell และกรณีที่มีความแปรปรวนไม่แตกต่างกันจะใช้เทคนิค Bonferroni โดยผลการวิเคราะห์จำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียนพบว่า

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมีค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเอง ภายหลังจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (FDF) สูงกว่าข้อมูลย้อนกลับ ทั้ง 3 รูปแบบคือ FWF,PWF และ KORF อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางมีค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเอง ภายหลังจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (FDF) สูงกว่าข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงมีค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเอง ภายหลังจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (FDF) แตกต่างจาก PWF และ KORF และแบบบางส่วนโดยโดยใช้การชี้แนะ (PDF) ต่ำกว่าข้อมูลย้อนกลับทั้ง 3 รูปแบบ คือ FWF, PWF และ KORF อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รายละเอียดดังตาราง 4.33

ตาราง 4.33 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองรายคู่ (Multiple Comparison) จำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียนด้วยเทคนิค Games-Howell และ Bonferroni

Group	Feedback		Mean Difference (I-J)	SD	Sig
	(I)	(J)			
ต่ำ	FDF	FWF	5.02	2.240	0.028*
	FDF	PWF	4.78	1.893	0.032*
	FDF	KORF	7.00	2.892	0.015*
ปานกลาง	FDF	PDF	1.70	0.443	0.002*
	FWF	PDF	1.81	0.562	0.002*
	PWF	FDF	1.79	0.543	0.001*
สูง	PWF	PDF	2.14	0.488	0.000*
	KORF	FDF	2.43	0.695	0.001*
	KORF	PDF	2.78	0.645	0.000*

p<.05

2.4 ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูก: การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสซ์

ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูก: การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสซ์ ผลการวิเคราะห์จำแนกเป็น 3 ประเด็น คือ ผลการวิเคราะห์ (1) ความน่าจะเป็นในการตอบถูกระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถและได้รับข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน (2) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูก และ (3) ความน่าจะเป็นในการตอบถูกระหว่างรูปแบบข้อสอบที่แตกต่างกัน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.4.1 การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการตอบถูกระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถและได้รับข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ ความถี่ของจำนวนครั้งในการตอบถูกในการทดสอบซึ่งมีข้อสอบทั้งหมดจำนวน 20 ข้อ ในผู้สอบจำนวน 728 คน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถตอบข้อสอบได้จนกว่าจะถูก (Answer-until Correct) จำนวนสูงสุด 5 ครั้ง พบว่า ความถี่ของจำนวนครั้งในการตอบถูกตั้งแต่ครั้งที่ 1 ถึง 5 คิดเป็นร้อยละ 61.15, 15.00, 7.40, 4.15 และ 12.30 ตามลำดับ ดังตาราง 4.34 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจำนวนครั้งในการตอบมากขึ้น ความน่าจะเป็นในการตอบถูกก็เพิ่มขึ้นตามลำดับ

ตาราง 4.34 ค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูกในการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที

จำนวนครั้งในการตอบ	คะแนน	ค่าสถิติพื้นฐาน			
		จำนวน	ร้อยละ	Mean	SE
1	1	8,905	61.15	0.717	0.005
2	1	2,179	15.00	0.749	0.008
3	1	1,077	7.40	0.766	0.009
4	1	604	4.15	0.992	0.012
5	0	1,795	12.30	0.996	0.004
รวม	-	14,560	100.00	-	-

เมื่อวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการตอบถูกจำแนกตามระดับความสามารถ รูปแบบข้อมูลย้อนกลับ และจำนวนครั้งของความพยายามในการตอบพบว่า

ผู้เรียนกลุ่มต่ำมีค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูกของครั้งที่ 1 ถึง 5 เพิ่มขึ้น (0.788, 0.908, 0.960, 0.983 และ 0.991) ตามลำดับ

ผู้เรียนกลุ่มปานกลางมีค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูกของครั้งที่ 1 ถึง 5 เพิ่มขึ้น (0.921, 0.957, 0.982, 0.992 และ 0.996) ตามลำดับ

ผู้เรียนกลุ่มสูงมีค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูกของครั้งที่ 1 ถึง 5 เพิ่มขึ้น (0.965, 0.985, 0.994, 0.998 และ 0.999) ตามลำดับ ดังตาราง 4.35



ตาราง 4.35 ผลการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการตอบถูกจำแนกตามระดับความสามารถ รูปแบบข้อมูลย้อนกลับ และจำนวนครั้งของความพยายามในการตอบ

Group	Feedback	N	ความน่าจะเป็นในการตอบถูก					รวม
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
			M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	
ต่ำ	FWF	54	0.800	0.929	0.970	0.985	0.992	0.916
			(0.118)	(0.039)	(0.037)	(0.009)	(0.003)	(0.108)
	PWF	42	0.726	0.880	0.943	0.975	0.990	0.902
			(0.087)	(0.049)	(0.024)	(0.011)	(0.004)	(0.116)
	FDF	34	0.798	0.907	0.973	0.986	0.993	0.918
			(0.111)	(0.066)	(0.017)	(0.011)	(0.004)	(0.102)
	PDF	51	0.858	0.930	0.974	0.987	0.994	0.944
(0.080)			(0.039)	(0.018)	(0.009)	(0.004)	(0.070)	
KORF	38	0.805	0.904	0.970	0.988	0.990	0.919	
		(0.084)	(0.052)	(0.018)	(0.006)	(0.005)	(0.095)	
รวม	219	0.788	0.908	0.960	0.983	0.991	0.918	
			(0.106)	(0.052)	(0.026)	(0.011)	(0.004)	(0.102)
ปานกลาง	FWF	63	0.932	0.964	0.984	0.992	0.997	0.951
			(0.062)	(0.037)	(0.014)	(0.009)	(0.003)	(0.057)
	PWF	60	0.895	0.943	0.974	0.989	0.996	0.927
			(0.072)	(0.038)	(0.017)	(0.007)	(0.003)	(0.069)
	FDF	59	0.936	0.966	0.988	0.995	0.997	0.955
			(0.051)	(0.027)	(0.010)	(0.004)	(0.002)	(0.049)
	PDF	68	0.922	0.960	0.984	0.993	0.996	0.945
(0.060)			(0.031)	(0.013)	(0.005)	(0.003)	(0.057)	
KORF	63	0.918	0.961	0.982	0.994	0.997	0.947	
		(0.067)	(0.038)	(0.017)	(0.005)	(0.003)	(0.062)	
รวม	312	0.921	0.957	0.982	0.992	0.996	0.945	
			(0.064)	(0.035)	(0.015)	(0.007)	(0.003)	(0.060)
สูง	FWF	39	0.973	0.990	0.995	1.000	1.000	0.975
			(0.021)	(0.005)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.021)
	PWF	41	0.961	0.984	0.995	0.998	0.999	0.963
			(0.018)	(0.008)	(0.003)	(0.001)	(0.000)	(0.000)
	FDF	40	0.960	0.979	0.994	0.998	0.999	0.964
			(0.025)	(0.011)	(0.003)	(0.001)	(0.001)	(0.025)
	PDF	35	0.960	0.984	0.993	0.997	0.999	0.969
(0.023)			(0.010)	(0.004)	(0.001)	(0.001)	(0.024)	
KORF	42	0.973	0.991	0.997	0.998	0.999	0.977	
		(0.019)	(0.005)	(0.002)	(0.002)	(0.001)	(0.020)	
รวม	197	0.965	0.985	0.994	0.998	0.999	0.969	
			(0.021)	(0.009)	(0.003)	(0.001)	(0.001)	(0.022)
รวมทั้งหมด	728	0.894	0.951	0.981	0.992	0.996	0.945	

2.4.2 การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับ ทันทีที่มีต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูก

ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการตอบถูกและรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-way ANOVA) ผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวแปรอิสระทั้ง 2 ตัว ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูก ($F=1.590$, $Sig=0.122$) ดังตาราง 4.36

ตาราง 4.36 การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของผู้เรียน (Group) และรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ที่มีต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูก (P)

แหล่งความแปรปรวน	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Corrected Model	0.233 ^a	14	0.017	18.017	0.000
Intercept	895.736	1	895.736	968740.700	0.000
Group	0.084	2	0.042	45.591	0.000
Feedback	0.018	4	0.004	4.859	0.001
Group * Feedback	0.012	8	0.001	1.590	0.122
Error	2.919	14545	0.001		
Total	3029.922	14560			
Corrected Total	3.152	14559			

$p < .05$

เพื่อให้ได้สารสนเทศในการนำผลวิจัยไปใช้จริงผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และจำนวนครั้งในการตอบ (k) ที่มีต่อค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูก (P) ผลการวิเคราะห์พบว่า รูปแบบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และจำนวนครั้งในการตอบ (k) มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F=9.020$, $Sig=0.000$) ดังตาราง 4.37

ตาราง 4.37 การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และจำนวนครั้งในการตอบ (k) ที่มีต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูก (P)

แหล่งความแปรปรวน	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Corrected Model	15.989 ^a	25	0.640	212.241	0.000
Intercept	162.951	1	162.951	54076.346	0.000
Feedback	0.470	4	0.118	38.998	0.000
k	12.971	5	2.594	860.890	0.000
Feedback * k	0.435	16	0.027	9.020	0.000*
Error	43.796	14534	0.003		
Total	13035.756	14560			
Corrected Total	59.785	14559			

$p < .05$

เมื่อวิเคราะห์ Simple effect เพื่อศึกษาค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูก (P) จำแนกผู้เรียนออกเป็น 3 กลุ่มตามระดับความสามารถ โดยแยกวิเคราะห์จำแนกตามรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และจำนวนครั้งในการตอบ (k) ผลการวิเคราะห์พบว่า

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ระหว่างรูปแบบข้อมูลย้อนกลับกับจำนวนครั้งในการตอบ (k) พบว่า ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (PWF) และข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) มีค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูก (P) เพิ่มขึ้นทุกครั้งที่ในการตอบ (k) ตั้งแต่ครั้งที่ 2,3,4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ขณะที่ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF) มีค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูกเพิ่มขึ้นเฉพาะการตอบในครั้งที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ระหว่างรูปแบบข้อมูลย้อนกลับกับจำนวนครั้งในการตอบ (k) พบว่า ข้อมูลย้อนกลับทุกรูปแบบมีค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูก (P) เพิ่มขึ้นทุกครั้งที่ในการตอบ (k) ตั้งแต่ครั้งที่ 2,3,4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ระหว่างรูปแบบข้อมูลย้อนกลับกับจำนวนครั้งในการตอบ (k) พบว่า ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์และแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF, PWF) มีค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูก (P) เพิ่มขึ้นในการตอบ (k) ตั้งแต่ครั้งที่ 2,3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 4.38

ตาราง 4.38 ผลการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการตอบถูก (P) ที่เพิ่มขึ้นจำแนกตามและรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และจำนวนครั้งในการตอบ (k) ของผู้เรียนทุกระดับความสามารถ

Group	Feedback	N	ความน่าจะเป็นในการตอบถูกที่เพิ่มขึ้น				รวม
			ครั้งที่ 2-1	ครั้งที่ 3-2	ครั้งที่ 4-3	ครั้งที่ 5-4	
ต่ำ	FWF	54	0.129* (0.000)	0.041 (0.125)	0.015 (0.772)	0.007 (0.219)	0.048
	PWF	42	0.154* (0.000)	0.063* (0.000)	0.032* (0.000)	0.015* (0.000)	0.066
	FDF	34	0.109* (0.005)	0.066* (0.004)	0.012 (0.441)	0.007 (0.297)	0.049
	PDF	51	0.072* (0.000)	0.044* (0.000)	0.013* (0.034)	0.007* (0.010)	0.034
	KORF	38	0.099* (0.004)	0.066* (0.033)	0.018* (0.005)	0.002 (0.933)	0.046
	รวม	219	0.113	0.056	0.018	0.038	0.056
ปานกลาง	FWF	62	0.032* (0.000)	0.020* (0.000)	0.008* (0.001)	0.004* (0.000)	0.016
	PWF	60	0.048* (0.000)	0.031* (0.000)	0.015* (0.000)	0.006* (0.000)	0.025
	FDF	59	0.030* (0.000)	0.022* (0.000)	0.007* (0.000)	0.002* (0.000)	0.015
	PDF	68	0.038* (0.000)	0.024* (0.000)	0.009* (0.034)	0.003* (0.001)	0.018
	KORF	63	0.043* (0.000)	0.021* (0.000)	0.012* (0.000)	0.003* (0.015)	0.019
	รวม	312	0.038	0.024	0.010	0.004	0.018
สูง	FWF	39	0.017* (0.000)	0.005* (0.030)	0.004* (0.021)	0.000 (0.980)	0.007
	PWF	41	0.023* (0.000)	0.010* (0.020)	0.004* (0.036)	0.001 (0.990)	0.010
	FDF	40	0.018* (0.000)	0.015 (1.000)	0.005 (1.000)	0.001 (1.000)	0.010
	PDF	35	0.024* (0.000)	0.009* (0.005)	0.004 (0.136)	0.002 (0.230)	0.010
	KORF	42	0.017* (0.000)	0.006* (0.017)	0.001 (0.963)	0.001 (0.661)	0.006
	รวม	197	0.020	0.009	0.004	0.002	0.009

2.4.3 การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการตอบถูกระหว่างรูปแบบข้อสอบที่แตกต่างกัน

การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการตอบถูกระหว่างข้อสอบแบบเลือกตอบ (MC) และแบบสร้างคำตอบ (CR) วิเคราะห์จากค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นในการตอบถูกของข้อสอบแบบเลือกตอบอย่างละจำนวน 10 ข้อที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถตอบข้อสอบได้จนกว่าจะถูก (Answer-until Correct) จำนวนสูงสุด 5 ครั้งจากข้อสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทั้ง 5 รูปแบบ ในผู้สอบจำนวน 728 คน ที่มีช่วงความสามารถตั้งแต่ -1.482 ถึง 1.482 ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้ MML ภายใต้ Rasch SIRT Model ดังนั้นในการวิเคราะห์จึงได้นำเสนอความน่าจะเป็นในการตอบถูกของผู้สอบในแต่ละความสามารถ คือ ตั้งแต่ -3.00 ถึง 3.00 ที่มีความต่อเนื่องครอบคลุมระดับความสามารถของผู้สอบในการวิจัย และสามารถนำเสนอให้เห็นถึง Logistic curve ซึ่งหากจำแนกตามระดับความสามารถสูงปานกลางและต่ำจะไม่สามารถแสดงให้เห็นเป็น Logistic curve ได้เพราะเป็นตัวแปรไม่ต่อเนื่อง

จากการวิเคราะห์พบว่า ค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นในการตอบถูกของข้อสอบแบบเลือกตอบ (MC) จำนวน 10 ข้อ ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถตอบข้อสอบได้จนกว่าจะถูก (Answer-until Correct) จำนวนสูงสุด 5 ครั้ง ในผู้สอบจำนวน 728 คน ที่มีช่วงความสามารถตั้งแต่ -1.482 ถึง 1.482 ผลการวิเคราะห์โดยใช้ MML ภายใต้ Rasch SIRT Model พบว่า ค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นในการตอบถูกของความพยายามในการตอบครั้งแรก ในผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำมีโอกาสตอบถูกน้อยมาก ($M=0.259$, $SD = 0.148$) เมื่อเทียบกับกลุ่มสูง ($M=0.988$, $SD=0.011$) ขณะที่ความพยายามในการตอบครั้งสุดท้าย (ครั้งที่ 5) ผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำมีโอกาสตอบถูกมากขึ้น ($M=0.920$, $SD=0.067$) ใกล้เคียงกับกลุ่มสูง ($M=1.000$, $SD=0.000$) ดังภาพ 4.29

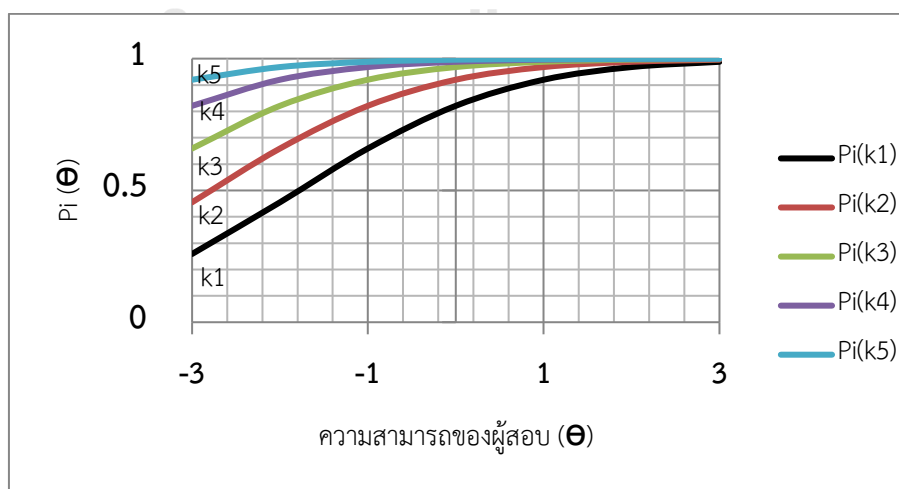
ขณะที่ค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นในการตอบถูกของข้อสอบแบบสร้างคำตอบ (CR) จำนวน 10 ข้อ ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถตอบข้อสอบได้จนกว่าจะถูก (Answer-until Correct) จำนวนสูงสุด 5 ครั้ง ในผู้สอบจำนวน 728 คน ที่มีช่วงความสามารถตั้งแต่ -1.482 ถึง 1.482 ผลการวิเคราะห์โดยใช้ MML ภายใต้ Rasch SIRT Model พบว่า ค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นในการตอบถูกของความพยายามในการตอบครั้งแรก ในผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำมีโอกาสตอบถูกน้อยมาก ($M=0.131$, $SD=0.090$) เมื่อเทียบกับกลุ่มสูง ($M=0.974$, $SD=0.020$) ขณะที่ความพยายามในการตอบครั้งสุดท้าย (ครั้งที่ 5) ผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำมีโอกาสตอบถูกมากขึ้น ($M= 0.846$, $SD=0.098$) ใกล้เคียงกับกลุ่มสูง ($M=0.999$, $SD=0.000$) แต่อย่างไรก็ดีข้อสอบแบบสร้างคำตอบสำหรับผู้สอบทุกความสามารถมีแนวโน้มที่จะตอบถูกน้อยกว่าข้อสอบแบบเลือกตอบ รายละเอียดดังตาราง 4.39 และ ภาพ 4.30

ตาราง 4.39 ค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นในการตอบถูก (P) ของข้อสอบแบบเลือกตอบ (MC) และข้อสอบแบบสร้างคำตอบภายใต้การประยุกต์ใช้ Rasch SIRT Model

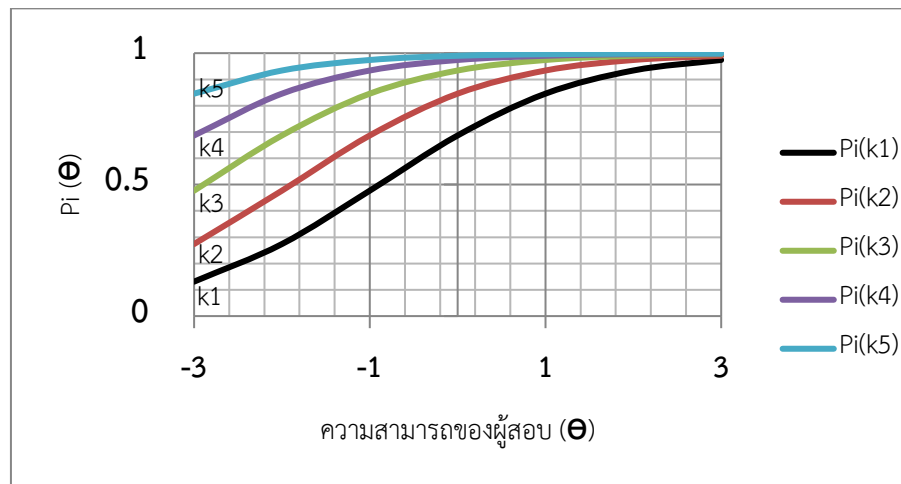
ความสามารถ (θ)	ค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นในการตอบถูกของข้อสอบแบบเลือกตอบ (MC)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
-3	0.259 (0.148)	0.455 (0.206)	0.659 (0.197)	0.821 (0.133)	0.920 (0.067)
-2	0.455 (0.206)	0.659 (0.197)	0.821 (0.133)	0.920 (0.067)	0.968 (0.028)
-1	0.659 (0.197)	0.821 (0.133)	0.920 (0.067)	0.968 (0.028)	0.988 (0.011)
0	0.821 (0.133)	0.920 (0.067)	0.968 (0.028)	0.988 (0.011)	0.996 (0.004)
1	0.920 (0.067)	0.968 (0.028)	0.988 (0.011)	0.996 (0.004)	0.998 (0.001)
2	0.968 (0.028)	0.988 (0.011)	0.996 (0.004)	0.998 (0.001)	0.999 (0.000)
3	0.988 (0.011)	0.996 (0.004)	0.998 (0.001)	0.999 (0.000)	1.000 (0.000)
รวม	0.724 (0.290)	0.829 (0.223)	0.907 (0.148)	0.956 (0.082)	0.981 (0.038)

ความสามารถ (θ)	ค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นในการตอบถูกของข้อสอบแบบสร้างคำตอบ (CR)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
-3	0.131 (0.090)	0.274 (0.150)	0.477 (0.185)	0.687 (0.160)	0.846 (0.098)
-2	0.274 (0.150)	0.477 (0.185)	0.687 (0.160)	0.846 (0.098)	0.934 (0.047)
-1	0.477 (0.185)	0.687 (0.160)	0.846 (0.098)	0.934 (0.047)	0.974 (0.020)
0	0.687 (0.160)	0.846 (0.098)	0.934 (0.047)	0.974 (0.020)	0.990 (0.008)
1	0.846 (0.098)	0.934 (0.047)	0.974 (0.020)	0.990 (0.008)	0.996 (0.003)
2	0.934 (0.047)	0.974 (0.020)	0.990 (0.008)	0.996 (0.003)	0.998 (0.001)
3	0.974 (0.020)	0.990 (0.008)	0.996 (0.003)	0.998 (0.001)	0.999 (0.000)
รวม	0.618 (0.330)	0.740 (0.280)	0.844 (0.206)	0.918 (0.128)	0.963 (0.066)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพ 4.29 ค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นในการตอบถูกของข้อสอบแบบ MC ที่ให้ตอบได้สูงสุด 5 ครั้ง



ภาพ 4.30 ค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นในการตอบถูกของข้อสอบแบบ CR ให้ตอบได้สูงสุด 5 ครั้ง

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ ความน่าจะเป็นในการตอบถูกระหว่าง MC และ CR พบว่า ค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นในการตอบถูก ของ MC สูงกว่า CR อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F=4.107$, Sig .045; $F=4.321$, Sig .039; $F=4.355$, Sig .039; $F=4.246$, Sig .041; $F=4.116$, Sig .044 ตามลำดับ) ดังตาราง 4.32 จากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าเมื่อให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วผู้สอบ มีโอกาสในการตอบถูกใน MC มากกว่า CR หรือสะท้อนให้เห็นว่า MC ง่ายกว่า CR แม้ว่าจะมีการให้ ข้อมูลย้อนกลับ ดังตาราง 4.40

ตาราง 4.40 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นในการตอบถูกระหว่าง MC และ CR

จำนวนครั้งในการตอบ	รูปแบบข้อสอบ	จำนวน (ข้อ)	M	SD	F	Sig
1	MC	10	0.724	0.290	4.107	0.045*
	CR	10	0.618	0.330		
	รวม	20	0.671	0.314		
2	MC	10	0.823	0.223	4.321	0.039*
	CR	10	0.740	0.280		
	Total	20	0.785	0.256		
3	MC	10	0.907	0.148	4.355	0.039*
	CR	10	0.844	0.206		
	รวม	20	0.875	0.182		
4	MC	10	0.956	0.082	4.246	0.041*
	CR	10	0.918	0.128		
	รวม	20	0.937	0.108		
5	MC	10	0.981	0.038	4.116	0.044*
	CR	10	0.962	0.066		
	รวม	20	0.972	0.054		

* $p < .05$

จากผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถ (Group) และรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ที่มีต่อตัวแปรตามได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา 2) ความแม่นยำในการประเมินตนเอง และ 3) ความน่าจะเป็นในการตอบถูก ในภาพรวมพบว่าผู้เรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถต่ำมีแนวโน้มจะได้รับประโยชน์จากข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วน (Directive Feedback) ขณะที่ผู้เรียนซึ่งมีระดับความสามารถปานกลางจะให้ความสนใจข้อมูลย้อนกลับไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มจะได้รับประโยชน์จากข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback) และผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงมีแนวโน้มจะได้รับประโยชน์จากข้อมูลย้อนกลับที่มีการยกตัวอย่าง (Worked Example Feedback) และข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (KORF) โดยสามารถสรุปรูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่เหมาะสมแก่ผู้เรียนในแต่ละระดับความสามารถได้ดังตาราง 4.41

ตาราง 4.41 ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถ (Group) และรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ที่มีต่อตัวแปรตาม

ตัวแปรตามที่ศึกษา	ระดับความสามารถของผู้เรียน		
	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
1. ความสามารถในการแก้โจทย์ฯ	PDF>FDF,FWF,PDF	-	FWF,PWF,KORF>FDF,PDF
2. ความแม่นยำในการประเมินตนเอง	FDF>FWF,PWF,KORF	FDF>PDF	FWF,PWF,KORF>PDF PWF,KORF>FDF
3. ความน่าจะเป็นในการตอบถูก	PWF และ PDF	ทุกรูปแบบ	FWF และ PWF

ตอนที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

การประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีเป็นการประเมินผลหลังจากนำระบบไปใช้จริงในชั้นเรียนจากโรงเรียนทั้งสิ้น 7 โรงเรียน คิดเป็น 19 ห้องเรียน โดยมีจำนวนตัวอย่างที่เข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้ คือ 728 คน ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลภายหลังจากการทดสอบเสร็จสิ้นกับผู้เรียนทั้งหมดโดยการแจกแบบประเมินคุณภาพของระบบ และมีการสัมภาษณ์ผู้เรียนเกี่ยวกับคุณภาพของระบบการทดสอบ จำนวน 6 คน จำแนกเป็นผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำ 2 คน ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลาง 2 คน และผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง 2 คน นอกจากนี้ผู้เรียนผู้วิจัยยังได้กำหนดให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาารายวิชาชีววิทยาและเทคโนโลยีการศึกษา รวมทั้งสิ้น 11 ท่าน ร่วมกันประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบโดยประเมินคุณภาพจากรายการคำถามในแบบประเมินประสิทธิภาพของระบบที่มีมาตรฐานที่ครอบคลุมด้วยประเด็นใน 4 ด้าน คือ 1) ด้านอรรถประโยชน์ (Utility) 2) ด้านความเป็นไปได้ (Feasibility) 3) ด้านความเหมาะสม (Property) 4) ด้านความถูกต้อง (Accuracy) โดยผลการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบประกอบด้วย 1) ผลการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบจำแนกตามมาตรฐานการประเมินระบบ 2) สรุปผลการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบ และ 3) ข้อเสนอแนะแนวทางการพัฒนาระบบจำแนกตามองค์ประกอบของระบบจากผู้ทรงคุณวุฒิ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ผลการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบจำแนกตามมาตรฐานการประเมินระบบ

ผลการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบประกอบด้วย การเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ของผู้เรียนจำนวน 6 คน จำแนกเป็นผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำ 2 คน ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลาง 2 คน และผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง 2 คน โดยมีผลการประเมินดังนี้

3.1.1 คุณภาพของระบบการทดสอบด้านอรรถประโยชน์

ด้านอรรถประโยชน์ คือ ระบบการทดสอบเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและปรับปรุงตนเองแก่ผู้เรียน เมื่อวิเคราะห์ผลการสัมภาษณ์ผู้เรียนในด้านอรรถประโยชน์พบว่า

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำ (ผู้เรียน 1 และ 2) มีความคิดเห็นว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับนั้นแม้ว่าจะมีข้อความที่ให้รายละเอียดมากแต่ก็ยังดีกว่าไม่มีข้อมูลใดให้เลยตลอดจนอยากให้มีการใช้ระบบการทดสอบในรายวิชาอื่นด้วยเพราะจะได้ทราบผลคะแนนทันที

ผู้เรียน 1 (ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ FWF)

“รู้สึกว่ายากแต่ก็ดีกว่าข้อสอบที่ไม่บอกอะไรเลย”

ผู้เรียน 2 (ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำได้รับข้อมูลแบบ KORF)

“อยากให้วิชาอื่นมีแบบนี้บ้างจะได้รู้คะแนนแล้วสอบซ่อมไปเลย”

ผู้เรียนที่มีความสามารถปานกลาง (ผู้เรียน 3 และ 4) มีความคิดเห็นว่า ในกรณีของข้อสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (KORF) ไม่ยุติธรรมคือไม่มีการให้ข้อมูลใดเลยขณะที่ผู้เรียนอีกคนสะท้อนให้เห็นถึงประโยชน์ว่า ระบบการทดสอบนี้เปรียบเสมือนแบบฝึกหัดและต้องการนำไปใช้ฝึกตนเองที่บ้าน

ผู้เรียน 3 (ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ KORF)

“ทำไมข้อสอบไม่เห็นบอกอะไรเลยไม่เห็นเหมือนของเพื่อน”

ผู้เรียน 4 (ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ FWF)

“หนูว่ามันคล้ายๆแบบฝึกหัดถ้าอยากจะได้ลิ้งค์ระบบการทดสอบไปลองทำเล่นที่บ้านได้ไหมคะ?”

ผู้เรียนที่มีความสามารถสูง (ผู้เรียน 5) มีความคิดเห็นว่า ในกรณีของข้อสอบแบบเติมคำหรือแบบสร้างคำตอบ (CR) ไม่เป็นอุปสรรคในการทดสอบและชื่นชอบมากกว่าแบบเลือกตอบเพราะได้คิดเลข ขณะที่ผู้เรียนคนที่ 6 มีคำถามในการให้ข้อมูลย้อนกลับว่าเหตุใดแบบทดสอบชุด A2 หรือแบบทดสอบหลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ถึงไม่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ สะท้อนให้เห็นถึงผู้เรียนที่มีระดับความสามารถนี้มีความต้องการได้รับข้อมูลย้อนกลับในชุดการทดสอบอีกด้วย

ผู้เรียน 5 (ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงได้รับข้อมูลแบบ FWF)

“ข้อมูลย้อนกลับที่ให้ในข้อสอบแบบเลือกตอบหรือเติมคำต้องใช้เวลาคิดแต่ก็ชอบข้อสอบแบบเติมคำมากกว่าเพราะได้คิดเลข”

3.1.2 คุณภาพของระบบด้านความเป็นไปได้

ด้านความเป็นไปได้ คือ ระบบการทดสอบสามารถนำไปใช้ได้จริงในสถานการณ์ที่เป็นจริง ประหยัดเวลา ประหยัดทรัพยากรและสะดวกต่อการใช้งานภายใต้เวลาและเงื่อนไขที่กำหนด

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำ (ผู้เรียน 1) มีความคิดเห็นว่า ระบบการทดสอบนี้น่าจะสามารถเข้าถึงได้ด้วยช่องทางที่หลากหลาย สะท้อนให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการเข้าถึงระบบการทดสอบในครั้งนี้ที่มีช่องทางจำกัดเพราะสามารถเข้าถึงได้สำหรับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เท่านั้น

ผู้เรียน 1 (ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ FWF)

“สามารถทำในมือถือได้ไหมคะ”

ผู้เรียนที่มีความสามารถปานกลาง (ผู้เรียน 4) มีความคิดเห็นว่า อยากได้ผลคะแนนอย่างละเอียดในรูปของเอกสารเป็นกระดาษออกมา เนื่องจากภายหลังจากหน้าจอปรากฏผลคะแนน ถ้าออกจากระบบการทดสอบไปผลคะแนนจะไม่ได้ถูกบันทึกในเครื่อง สะท้อนให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของการนำระบบการทดสอบไปใช้ว่า ควรมีรูปแบบหรือระบบการพิมพ์ผลคะแนนให้แก่ผู้เรียนภายหลังจากการทดสอบ แม้ว่าจากผู้วิจัยได้ออกแบบผลสรุปการรายงานคะแนนแต่ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ของแต่ละโรงเรียนมีความแตกต่างกันในด้านการใช้งาน ดังนั้นส่วนใหญ่ผู้เรียนจึงไม่สามารถพิมพ์ผลคะแนนออกมาได้ แต่ใช้วิธีการถ่ายรูปหรือ คัดลอกภาพจากหน้าจอแทน

ผู้เรียน 4 (ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ KORF)

“ผลคะแนนคะแนนการทดสอบหายลึบบันทึกไว้ในคอมพิวเตอร์จะเข้าไปดูคะแนนอย่างไร”

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง (ผู้เรียน 5 และ 6) มีความคิดเห็นว่า ระบบการทดสอบในคอมพิวเตอร์นั้นสามารถทดสอบได้ทุกเมื่อเนื่องจากมีรูปแบบการทดสอบผ่านระบบออนไลน์ และผู้เรียนยังสะท้อนให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของการนำระบบการทดสอบไปใช้เป็นเสมือนแบบฝึกหัดที่คล้ายคลึงกับแบบฝึกหัดในรูปของเอกสารหนังสือ ซึ่งถือเป็นการประหยัดทรัพยากรเนื่องจากไม่ต้องใช้เอกสารตลอดจนสามารถแบ่งให้เพื่อนโรงเรียนอื่นทำได้

ผู้เรียน 5 (ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงได้รับข้อมูลแบบ FWF)

“อาจารย์พอจะมีโปรแกรมแบบที่ติดตั้งลงเครื่องไหมคะ อยากเอาลองไปทำดูที่บ้านเวลาว่างๆ”

ผู้เรียน 6 (ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ FDF)

“หนูขออนุญาตนำไปให้เพื่อนโรงเรียนอื่นลองทำได้ไหมคะ”

3.1.3 คุณภาพของระบบด้านความเหมาะสม

ด้านความเหมาะสม คือ ระบบการทดสอบสอดคล้องและเหมาะสมกับหลักการ วิธีการ ในด้านของสภาพบริบท เวลา ข้อมูล และไม่ส่งผลเสียต่อผู้เรียน

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำ (ผู้เรียน 1 และ 2) มีความคิดเห็นว่า ลักษณะของข้อคำถาม ซึ่งเป็นแบบเติมคำหรือสร้างคำตอบซึ่งผู้เรียนที่มีระดับความสามารถนี้จะตอบไม่ค่อยได้ แต่อย่างไรก็ดี ผู้วิจัยได้ลองสอบถามถึงความเหมาะสมของรูปแบบข้อสอบซึ่งผู้เรียนที่มีระดับความสามารถนี้

มีแนวโน้มจะชอบข้อสอบแบบเลือกตอบมากกว่า และข้อมูลย้อนกลับแบบ KORF น่าจะไม่เหมาะสม หรือช่วยผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำให้เข้าใจได้

ผู้เรียน 1 (ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ FWF)

“ข้อสอบเติมคำก็ยากและต้องคิดนาน แต่ว่าไม่ได้รู้สึกเครียดเหมือนทำข้อสอบทั่วไปเพราะอย่างน้อยก็ดีกว่าตรงที่มีการให้ข้อมูลเพิ่มเติม”

ผู้เรียน 2 (ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำได้รับข้อมูลแบบ KORF)

“อยากคิดแต่ก็คิดไม่ออกเพราะงงเหมือนกันว่าผิดตรงไหน”

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลาง (ผู้เรียน 3) มีความคิดเห็นว่า จำนวนข้อสอบในระบบ การทดสอบมีความเหมาะสมดีไม่มากหรือน้อยเกินไปและสามารถดูระยะเวลาที่ใช้ไปในระหว่างการทดสอบได้ทำให้ทำข้อสอบได้ทัน

ผู้เรียน 3 (ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ KORF)

“จำนวนข้อสอบโอเคนะ ไม่เยอะไปเพราะระหว่างสอบเราก็ดูเวลาที่จอกคอมพิวเตอร์ที่จับเวลาไปด้วยได้ไม่กั่วงวล”

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง (ผู้เรียน 5 และ 6) มีความคิดเห็นว่า ความเหมาะสมของรูปแบบการตอบข้อสอบยังจำกัดอาจจะปรับให้สามารถป้อนคำตอบได้มากกว่าการพิมพ์หรือคลิกเพียงอย่างเดียว รวมถึงการใช้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นข้อความอธิบายหรือชี้แนะนั้นมีความเหมาะสมดีแล้ว เพราะเรื่องหรือโจทย์ปัญหาบางอย่างจำเป็นต้องมีการอธิบายมากกว่านำเสนอเป็นเพียงรูปหรือแผนภาพเพียงอย่างเดียวซึ่งไม่เพียงพอ

ผู้เรียน 5 (ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงได้รับข้อมูลแบบ FWF)

“เวลาตอบข้อสอบที่เป็นเติมคำทำไมกดปุ่ม enter แล้วส่งคำตอบไม่ไป”

ผู้เรียน 6 (ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ FDF)

“ข้อมูลย้อนกลับจริงๆเป็นตัวหนังสือก็ดีนะ เพราะคำถามบางอย่างต้องมีการอธิบายใช้ภาพอย่างเดียวไม่น่าจะเพียงพอ”

3.1.4 คุณภาพของระบบด้านความถูกต้อง

ด้านความถูกต้อง คือ ระบบการทดสอบมีความถูกต้องสามารถวัดตัวชี้วัดที่ต้องการวัดได้จริง รวมถึงการวิเคราะห์และประมวลผลคะแนนถูกต้องมีความเป็นปรนัย

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำ (ผู้เรียน 1) มีความคิดเห็นว่า คะแนนการประเมินตนเองถ้าประเมินตนเองในระดับสูงจะช่วยดึงคะแนนการแก้โจทย์ปัญหาให้สูงขึ้น จึงสะท้อนให้เห็นถึงความถูกต้องของคำชี้แจงว่ายังไม่ชัดเจน ซึ่งควรระบุถึงการคิดวิเคราะห์คะแนนว่าแต่ละส่วนนั้นจะไม่ถูกนำมารวมกัน และคำชี้แจงยังขาดการเน้นย้ำว่า การประเมินตนเองนั้นควรต้องสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด

ผู้เรียน 1 (ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ FWF)

“ผลคะแนนประเมินตัวเองนี้อาจาร์จะนำไปคิดด้วยใหม่”

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลาง (ผู้เรียน 3 และ 4) มีความคิดเห็นว่า ไม่เข้าใจเกณฑ์การให้คะแนนทำให้คิดว่าคะแนนที่ได้ไม่ถูกต้อง อาจเป็นเพราะในการชี้แจงก่อนการทดสอบครูแต่ละท่านมีวิธีการชี้แจงที่แตกต่างกันแต่อาจจะไม่ได้ระบุประเด็นสำคัญเรื่องการให้คะแนน ทำให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยว่าข้อสอบ 20 ข้อ ทำไมคะแนนเต็ม 80 คะแนน และผู้เรียนบางคนไม่ทราบว่าคำตอบจำนวนครั้งที่มากขึ้นนั้นจะทำให้คะแนนลดลงไปเรื่อยๆ สะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจผิดต่อเกณฑ์การให้คะแนนของระบบการทดสอบแม้ว่าระบบจะมีการประมวลผลการตอบที่แม่นยำแต่ในขั้นตอนการนำไปใช้ผู้สอนต้องชี้แจงเน้นย้ำถึงการได้คะแนนในแต่ละเงื่อนไขให้ชัดเจน

ผู้เรียน 3 (ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ KORF)

“คะแนนที่ได้นี้คิดอย่างไรทำไมเต็ม 80 คะแนน ทำไมบางอันเต็ม 8 คะแนน”

ผู้เรียน 4 (ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ FWF)

“ตอนแรกคิดว่าจะตอบไปเรื่อยๆเพราะอย่างไรลองตอบไปก็ต้องเจอคำตอบที่ถูก”

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง (ผู้เรียน 6) มีความคิดเห็นว่า ความถูกต้องของการประมวลคะแนนมีความแม่นยำรวดเร็วทราบผลทันทีไม่มีปัญหาอะไร

ผู้เรียน 6 (ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ FDF)

“รู้ผลคะแนนเร็วดีและในแต่ละข้อก็รู้ทันทีว่าตอบถูกหรือผิด การเฉลยคำตอบไม่มีปัญหาอะไร”

3.2 สรุปผลการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบจากแบบประเมินระบบการทดสอบ

ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลภายหลังจากการทดสอบเสร็จสิ้นโดยกำหนดให้มีการประเมินคุณภาพของระบบ จากผู้เรียนที่มีระดับความสามารถผู้เรียนทั้งหมด และอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา รายวิชาชีววิทยาและเทคโนโลยีการศึกษา รวมทั้งสิ้น 11 ท่าน โดยรายการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบประกอบด้วย 14 รายการคำถามที่ครอบคลุมด้วยประเด็นใน 4 ด้าน คือ (1) ด้านอรรถประโยชน์ (Utility) (2) ด้านความเป็นไปได้ (Feasibility) (3) ด้านความเหมาะสม (Property) และ (4) ด้านความถูกต้อง (Accuracy) โดยรายการประเมินคุณภาพระบบมีดังนี้

- 1) ความสะดวกรวดเร็วในการลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานระบบ
- 2) ความปลอดภัยในการเข้าถึงตัวข้อสอบ
- 3) การออกแบบหน้าจอของระบบการทดสอบมีส่วนที่เหมาะสมและสวยงาม
- 4) ขนาดและชนิดของตัวอักษรใช้สีสันสะดุดตา อ่านง่าย มีความเหมาะสม
- 5) คำชี้แจงการทดสอบในแต่ละชั้นมีความเหมาะสมชัดเจน
- 6) ลำดับการทดสอบมีความเหมาะสม ต่อเนื่อง
- 7) จำนวนชุดของแบบทดสอบมีความเหมาะสมกับระยะเวลาทดสอบ
- 8) ข้อมูลย้อนกลับที่ให้เมื่อตอบผิดมีความเหมาะสม อ่านง่าย กระตุ้นการเรียนรู้
- 9) การตอบแบบทดสอบแบบเลือกตอบมีความสะดวก รวดเร็ว
- 10) การตอบแบบทดสอบแบบเติมคำมีความสะดวก รวดเร็ว
- 11) ความถูกต้องในการเฉลยในการเฉลยข้อสอบ
- 12) ระบบการทดสอบมีการประมวลผลรวดเร็ว
- 13) ระบบการทดสอบมีการกำหนดระยะเวลาชัดเจน และ
- 14) หน้าจอแสดงผลคะแนนมีความชัดเจน

เมื่อพิจารณาผลการประเมินคุณภาพตามรายการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบมีจุดเด่นคือ ระบบการทดสอบมีการกำหนดระยะเวลาชัดเจน ($M=4.06$, $SD=1.061$) ขณะที่จุดอ่อนคือ ลำดับการทดสอบมีความเหมาะสม ต่อเนื่อง ($M=3.52$, $SD=0.902$)

เมื่อพิจารณาคุณภาพของระบบการทดสอบตามมาตรฐาน 4 ด้าน พบว่า ทุกด้านมีระดับคุณภาพดีทั้งหมด โดยด้านที่มีผลคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดคือ ด้านความถูกต้อง (Accuracy) ($M=3.87$, $SD=1.110$) รองลงมาอันดับสองคือ ด้านความเป็นไปได้ (Feasibility) ($M=3.70$, $SD=0.997$) รองลงมาอันดับสามคือ ด้านอรรถประโยชน์ (Utility) ($M=3.69$, $SD=1.062$) และลำดับสุดท้ายคือ ด้านความเหมาะสม (Property) ($M=3.65$, $SD=0.748$) รายละเอียดดังตาราง 4.4

เกณฑ์การประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบ (ทรงวุฒิ แซ่อึ้ง, 2552)

1.00 - 1.80	หมายถึง ระบบการทดสอบมีคุณภาพในระดับต่ำ
1.81 - 2.60	หมายถึง ระบบการทดสอบมีคุณภาพในระดับค่อนข้างต่ำ
2.61 - 3.40	หมายถึง ระบบการทดสอบมีคุณภาพในระดับพอใช้
3.41 - 4.20	หมายถึง ระบบการทดสอบมีคุณภาพในระดับดี

4.21 - 5.00 หมายถึง ระบบการทดสอบมีคุณภาพในระดับดีมาก

ตาราง 4.42 ผลการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เรียน

รายการประเมินระบบการทดสอบ	ผลการประเมิน		
	M	SD	ระดับคุณภาพ
1.ด้านอรรถประโยชน์ (Utility)	3.69	1.062	ดี
1.ความสะดวกรวดเร็วในการลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานระบบ	3.63	1.132	ดี
2.ความปลอดภัยในการเข้าถึงตัวข้อสอบ	3.85	0.935	ดี
3.ข้อมูลย้อนกลับที่ให้ อ่านง่าย กระตุ้นการเรียนรู้	3.60	1.119	ดี
2) ด้านความเป็นไปได้ (Feasibility)	3.70	0.997	ดี
4.การตอบแบบทดสอบแบบเลือกตอบมีความสะดวก รวดเร็ว	3.66	0.959	ดี
5.การตอบแบบทดสอบแบบเติมคำมีความสะดวก รวดเร็ว	3.56	0.998	ดี
6.ระบบการทดสอบมีการประมวลผลรวดเร็ว	3.89	1.035	ดี
3) ด้านความเหมาะสม (Property)	3.65	0.748	ดี
7.จำนวนชุดของแบบทดสอบมีความเหมาะสมกับระยะเวลาทดสอบ	3.78	0.950	ดี
8.การออกแบบหน้าจอของระบบการทดสอบมีส่วนที่เหมาะสมและสวยงาม	3.53	1.045	ดี
9.ขนาดและชนิดของตัวอักษรใช้สีสันทัดตา อ่านง่าย มีความเหมาะสม	3.72	0.965	ดี
10.ค่าใช้จ่ายการทดสอบในแต่ละชั้นมีความเหมาะสมชัดเจน	3.69	1.001	ดี
11.ลำดับการทดสอบมีความเหมาะสม ต่อเนื่อง	3.52	0.902	ดี
4) ด้านความถูกต้อง (Accuracy)	3.87	1.110	ดี
12.ความถูกต้องในการเฉลยในการเฉลยข้อสอบ	3.58	1.216	ดี
13.ระบบการทดสอบมีการกำหนดระยะเวลาชัดเจน	4.06	1.061	ดี
14.หน้าจอแสดงผลคะแนนมีความชัดเจน	3.97	1.054	ดี
รวม	3.56	0.714	ดี

3.3 ข้อเสนอแนะแนวทางการพัฒนาระบบจำแนกตามองค์ประกอบของระบบจากผู้ทรงคุณวุฒิ

องค์ประกอบของระบบในบริบทของงานวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วย

1) ปัจจัยนำเข้า (Input) ได้แก่ (1) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (2) แบบประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที และ (3) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (ข้อมูลย้อนกลับจำแนกเป็น 5 รูปแบบ)

2) กระบวนการ (Process) ประกอบด้วย 7 กระบวนการ ได้แก่ (1) กระบวนการลงทะเบียน (2) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (3) กระบวนการประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (4) กระบวนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (5) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (6) กระบวนการประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที และ (7) กระบวนการประมวลผลการตอบ

3) ผลลัพธ์ (Output) คือ ผลคะแนนของผู้เรียนจากกระบวนการทดสอบประกอบด้วย (1) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ (2) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์หลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ (3) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับ (4) คะแนนการประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ และ (5) คะแนนการประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ

จากองค์ประกอบของระบบดังกล่าวผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะจำแนกตามองค์ประกอบของระบบดังนี้

3.3.1) ข้อเสนอแนะด้านปัจจัยนำเข้า (Input)

อาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษาส่วนใหญ่มีแนวคิดที่สอดคล้องกันคือ “ลิงค์ (link) ที่ใช้ในการเข้าสู่ระบบทดสอบแบบออนไลน์ยาวอาจทำให้เกิดอุปสรรคในการเข้าสู่ระบบทดสอบ” โดยผู้ทรงคุณวุฒิได้เสนอแนวทางในการปรับปรุงและให้ข้อเสนอแนะคือ ควรปรับให้ลิงค์มีความยาวที่เหมาะสม และในอนาคตควรปรับให้สามารถใช้ระบบการทดสอบผ่านอุปกรณ์อื่นได้ เช่น แท็บเล็ตหรือ smart phone รวมถึง QR code

อาจารย์ด้านการสอนวิทยาศาสตร์-ชีววิทยาระดับมัธยมศึกษา ส่วนใหญ่เห็นด้วยว่า “ข้อความของข้อมูลย้อนกลับมีจำนวนมาก ผู้เรียนบางผู้เรียนที่มีระดับความสามารถไม่ค่อยชอบอ่านตัวหนังสือมาก” โดยผู้ทรงคุณวุฒิได้เสนอแนวทางในการปรับปรุงและให้ข้อเสนอแนะคือ ควรใช้สีและแอนิเมชันเข้ามาช่วยเน้นข้อความในแบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที

3.3.2) ข้อเสนอแนะด้านกระบวนการ (Process)

อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษาส่วนใหญ่มีแนวคิดที่สอดคล้องกันคือ “กระบวนการประเมินผลคะแนนต้องมีการวางแผนการจัดระบบฐานข้อมูลคะแนนเพื่อให้ผู้วิจัยและครูผู้สอนสามารถเข้าถึงได้ง่ายพร้อมสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลหรือผลการตอบของผู้เรียน”

อาจารย์ด้านการสอนวิทยาศาสตร์-ชีววิทยาระดับมัธยมศึกษา ส่วนใหญ่เห็นด้วยว่า “กระบวนการทดสอบอาจเกิดอุปสรรคในกรณีที่มีเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไม่เสถียร ดังนั้นการเตรียมโปรแกรมการทดสอบแบบออฟไลน์สำหรับกระบวนการทดสอบในบางบริบทจึงเหมาะสมแล้ว” และ “กระบวนการให้ข้อมูลย้อนกลับในอนาคตควรมีการให้ข้อมูลย้อนกลับในส่วนของผู้เลือกด้วยเพื่ออธิบายว่าเหตุใดตัวเลือกนี้จึงถูกหรือผิด)”

3.3.3) ข้อเสนอแนะด้านผลลัพธ์ (Output)

อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษาส่วนใหญ่มีแนวคิดที่สอดคล้องกันคือ “การแสดงผลคะแนนในอนาคตควรปรับรูปแบบนำเสนอเป็นแผนภาพหรือกราฟประกอบความเข้าใจในการแปลความหมายคะแนน ”

อาจารย์ด้านการสอนวิทยาศาสตร์-ชีววิทยาระดับมัธยมศึกษา ส่วนใหญ่เห็นด้วยว่า “อาจารย์ประจำรายวิชาไม่สามารถเข้าถึงคะแนนของผู้เรียนได้นอกจากผู้วิจัยและผู้ดูแลระบบ” โดยผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนวทางในการปรับปรุงและให้ข้อเสนอแนะคือ ควรปรับปรุงด้านการเข้าถึงผลคะแนนให้ผู้สอนสามารถเข้าไปดูผลคะแนนได้

จากผลการวิจัยในระยะที่ 2 (D₂R₂) ที่ได้มีการออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบให้มีการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันทั้ง 5 รูปแบบ ซึ่งพบว่าผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกันคือ ต่ำปานกลาง และสูง เมื่อผ่านการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ที่แตกต่างกันพบว่า มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาภายหลังจากการทดสอบ (Post-test) ต่ำกว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบ (Pre-test) อาจเป็นเพราะการออกแบบระบบการทดสอบประกอบด้วยแบบทดสอบทั้งหมด 5 ชุด ซึ่งกำหนดให้ผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 90 นาที ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสที่จะให้ความสนใจและมุ่งมั่นในการทำแบบทดสอบลดลงอย่างเห็นได้ชัดซึ่งถือว่าเป็นความลำเอียง (Bias) ที่เรียกว่า “Carryover Effect” ซึ่งเป็นอิทธิพลจากปัจจัยอื่นๆเช่น จำนวนชุดข้อสอบที่มากเกิดไป ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความล้า (Test Fatigue) และมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาลดลง ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดแนวทางในปรับปรุงและออกแบบระบบในระยะที่ 3 (D₃R₃) เพื่อลด Carryover Effect และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับ Treatment ด้วยความถี่มากขึ้นคือจำนวน 2 ครั้งภายใน 1 สัปดาห์จากเดิมที่มีการให้ Treatment เพียงครั้งเดียวต่อสัปดาห์ ขณะที่รูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่นำมาใช้ในการวิจัยในระยะที่ 3 ก็ได้พิจารณาจากผลการวิเคราะห์ผลการทดสอบในระยะที่ 2 ว่ามีรูปแบบใดที่น่าจะส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งผลการพิจารณาพบว่า รูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่มีแนวโน้มจะส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน ได้แก่ FWF PDF และ KORF

โดยผลการวิจัยในระยะที่ 2 พบว่า (1) ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF) มีแนวโน้มว่าเหมาะสมสำหรับผู้เรียนกลุ่มสูง (2) ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) มีแนวโน้มว่าเหมาะสมสำหรับผู้เรียนกลุ่มต่ำ (3) ผู้เรียนกลุ่มกลางมีแนวโน้มว่าจะเรียนรู้ได้ไม่แตกต่างกันในข้อมูลย้อนกลับทุกรูปแบบ

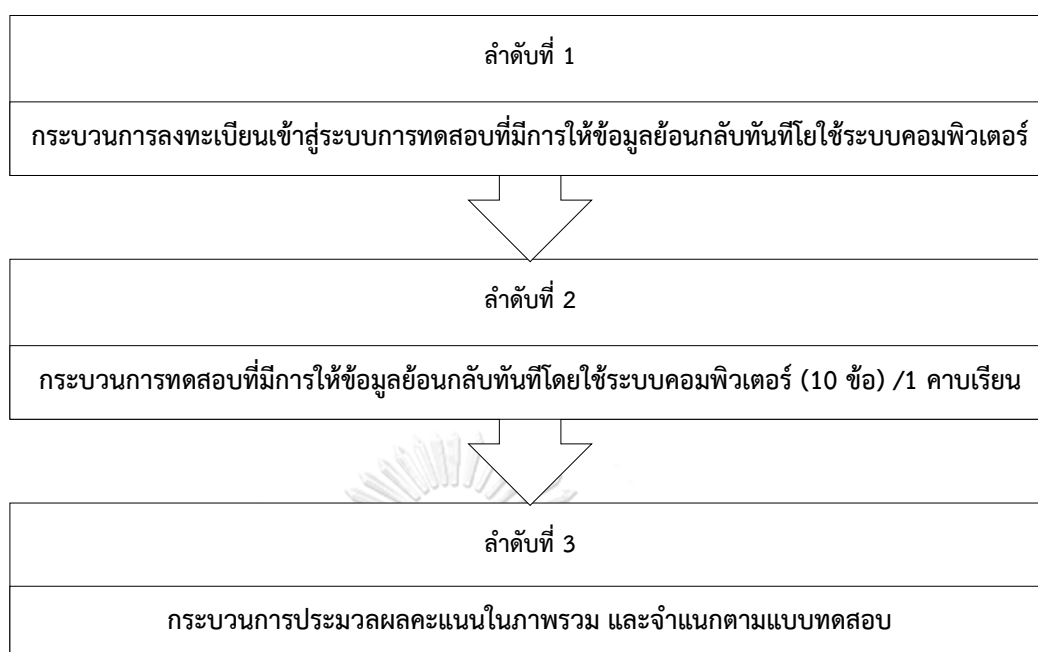
สำหรับผลการวิจัยในระยะที่ 3 มีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ดังปรากฏในตอนที่ 4 ผลการปรับปรุงระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

ตอนที่ 4 ผลการปรับปรุงระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

ผลการปรับปรุงระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ จำแนกผลการศึกษาออกเป็น 2 ประเด็น คือ (1) ผลการปรับปรุงระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ และ (2) ผลการใช้ระบบการทดสอบภายหลังจากการปรับปรุงระบบการทดสอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการปรับปรุงระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

การปรับปรุงระบบการทดสอบในระยะที่ 3 (D₃R₃) มีการปรับปรุงองค์ประกอบของระบบการทดสอบโดยการแยกแบบทดสอบก่อนและหลังการทดสอบออกมาจากระบบการทดสอบ ด้วยการจัดการทดสอบในรูปแบบของ Paper-based Test โดยระบบการทดสอบจะมีเฉพาะแบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีจำนวน 20 ข้อ และจำแนกเป็น ข้อ 1-10 ใช้ฝึกสำหรับคาบเรียนที่ 1 ข้อ 11-20 ใช้ฝึกสำหรับคาบเรียนที่ 2 โดยมีผลการปรับปรุงและการใช้ระบบการทดสอบดังภาพ 4.31



ภาพ 4.31 ผลการปรับปรุงองค์ประกอบและกระบวนการของระบบการทดสอบในระยะที่ 3

4.2 ผลการใช้ระบบการทดสอบภายหลังจากการปรับปรุงระบบการทดสอบ

ผลการใช้ระบบการทดสอบภายหลังจากการปรับปรุงระบบการทดสอบ ประกอบด้วยผลการวิเคราะห์ 2 ประเด็น คือ (1) ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้เรียนก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับจำแนกตามระดับความสามารถและรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ และ (2) ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อระบบการทดสอบภายหลังจากการปรับปรุง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1) ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้เรียนก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับจำแนกตามระดับความสามารถและรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ

ผลการวิเคราะห์คะแนนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของผู้เรียนจำแนกตามระดับความสามารถและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน ในภาพรวมพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการแก้โจทย์ปัญหา (Score) หลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับสูงกว่าก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ($M=5.14$, $SD = 2.117$; $M=4.72$, $SD=1866$) ตามลำดับ สอดคล้องกับค่าเฉลี่ยความสามารถ (θ) ซึ่งได้จากการวิเคราะห์โดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ พบว่าค่าเฉลี่ยความสามารถก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับใกล้เคียงกัน ($M= 0.260$, $SD=0.640$; $M=0.411$, $SD=0.754$) รายละเอียดดังตาราง 4.43

ตาราง 4.43 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแก้โจทย์ปัญหา (Score) และความสามารถ (□) ก่อนและหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ (ระยะที่ 3)

คะแนน	N	ค่าสถิติพื้นฐาน		Paired Samples T-test	
		ก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ M (SD)	หลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ M (SD)	t	Sig
คะแนนแก้โจทย์ปัญหา (8 คะแนน)	117	4.72 (1.866)	5.14 (2.117)	- 2.155	0.033*
ความสามารถในการแก้โจทย์ฯ (๓)	117	0.260 (0.640)	0.411 (0.754)	- 2.264	0.025*

$p < 0.05$

ในภาพรวมเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ก่อนและหลังการทดสอบ จำแนกตามรูปแบบข้อมูลย้อนกลับพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) และแบบบอกผลการตอบ (KORF) มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ฯเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t=-2.287$, $Sig =0.027$; $t= -2.127$, $Sig =0.042$) ดังตาราง 4.44

ตาราง 4.44 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ระหว่างผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน (ระยะที่ 3)

Feed back	จำนวน (คน)	ความสามารถของผู้เรียน (θ)		Paired Samples T-test	
		ก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ	หลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ	t	Sig
		M (SD)	M (SD)		
FWF	41	-0.163 (0.504)	-0.107 (0.857)	-0.427	0.671
PDF	42	0.439 (0.573)	0.675 (0.323)	-2.287	0.027*
KORF	34	0.673 (0.537)	0.852 (0.522)	-2.127	0.042*
รวม	117	0.260 (0.640)	0.411 (0.754)		

$p < .05$

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำในภาพรวม มีค่าเฉลี่ยคะแนนในการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่แตกต่างกัน ($M=2.29$, $SD=0.871$; $M=4.35$, $SD=2.385$) ตามลำดับ สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้เรียน (θ) ที่พบว่าผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่แตกต่างกัน ($M(\theta)=-0.398$, $SD=0.596$; $M(\theta)=0.117$, $SD=0.847$) ตามลำดับ

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางในภาพรวม มีค่าเฉลี่ยคะแนนในการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่แตกต่างกัน ($M=5.03$, $SD=0.000$; $M=5.21$, $SD=1.916$) ตามลำดับ สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ความสามารถของผู้เรียน (θ) ที่พบว่าผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่แตกต่างกัน ($M(\theta)=0.377$, $SD=0.375$; $M(\theta)=0.382$, $SD=0.672$) ตามลำดับ

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงในภาพรวม มีค่าเฉลี่ยคะแนนในการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่แตกต่างกัน ($M=4.72$, $SD=1.866$; $M=5.14$, $SD=2.117$) ตามลำดับ สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ความสามารถของผู้เรียน (θ) ที่พบว่าผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้

ข้อมูลย้อนกลับทันทีแตกต่างกัน ($M(\Theta)=0.260$, $SD= 0.640$; $M(\Theta)= 0.411$, $SD=0.754$) ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 4.45

ตาราง 4.45 ค่าสถิติของคะแนนในการสอบและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ของผู้เรียนจำแนกตามระดับความสามารถและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ (ระยะที่ 3)

Group	Feedback	จำ นวน (คน)	คะแนนแก้โจทย์ปัญหา (เต็ม 8 คะแนน)		ความสามารถของผู้เรียน (Θ)	
			ก่อนการได้รับ ข้อมูลย้อนกลับ	หลังการได้รับ ข้อมูลย้อนกลับ	ก่อนการได้รับ ข้อมูลย้อนกลับ	หลังการได้รับ ข้อมูลย้อนกลับ
			M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
ต่ำ	FWF	14	2.11 (0.737)	3.42 (2.673)	-0.645 (0.266)	-0.209 (0.954)
	PDF	11	2.55 (0.934)	5.73 (1.191)	0.010 (0.758)	0.598 (0.417)
	KORF	9	2.50 (1.291)	5.00 (1.414)	-0.349 (0.749)	0.349 (0.499)
	รวม	34	2.29 (0.871)	4.35 (2.385)	-0.398 (0.596)	0.117 (0.847)
ปาน กลาง	FWF	22	3.68 (0.456)	4.27 (2.255)	0.060 (0.224)	-0.080 (0.810)
	PDF	22	5.64 (0.492)	5.73 (0.827)	0.513 (0.352)	0.624 (0.624)
	KORF	14	6.00 (0.000)	6.07 (1.269)	0.661 (0.215)	0.730 (0.467)
	รวม	58	5.03 (0.000)	5.21 (1.916)	0.377 (0.375)	0.382 (0.672)
สูง	FWF	5	4.40 (2.074)	6.00 (0.000)	0.162 (0.756)	0.684 (0.000)
	PDF	9	6.56 (0.726)	7.22 (0.726)	0.782 (0.489)	0.895 (0.265)
	KORF	11	7.00 (0.000)	7.27 (1.009)	1.059 (0.000)	1.190 (0.394)
	รวม	25	6.44 (1.583)	6.88 (0.526)	0.878 (0.579)	0.884 (0.325)
รวมทั้งหมด		117	4.72 (1.866)	5.14 (2.117)	0.260 (0.640)	0.411 (0.754)

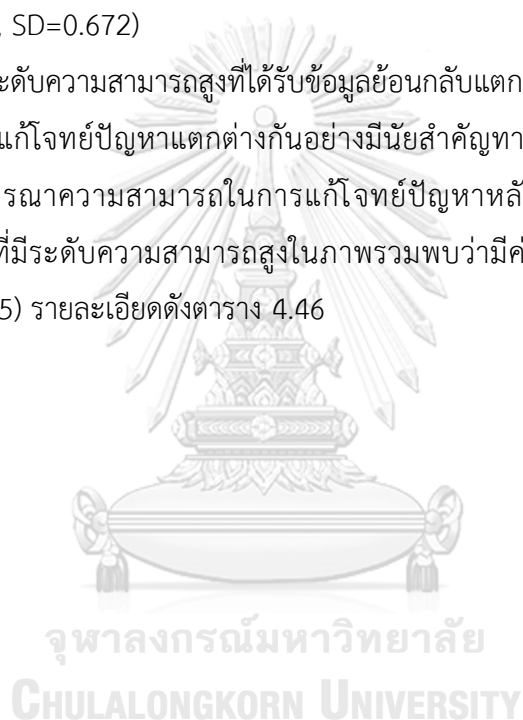
ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับของผู้เรียนจำแนกตามระดับความสามารถออกเป็น 3 กลุ่ม พบว่า

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันทั้ง 3 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F=3.927$,

Sig=0.030) เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำในภาพรวมพบว่ามีค่าเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ ($M=0.117$, $SD=0.847$)

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันทั้ง 3 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F=11.730$, $Sig=0.000$) เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางในภาพรวมพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง ($M=0.382$, $SD=0.672$)

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันทั้ง 3 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F=9.079$, $Sig=0.001$) เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงในภาพรวมพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ($M=0.884$, $SD=0.325$) รายละเอียดดังตาราง 4.46



ตาราง 4.46 ค่าสถิติพื้นฐานและการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของผู้เรียนหลังจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับทันที จำแนกตามระดับความสามารถและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ โดยการวิเคราะห์ Simple Effect (ระยะที่ 3)

Group	Feedback	จำ			Levene's Test		F-test	
		นวน (คน)	M	SD	F	Sig	F	Sig
ต่ำ	FWF	14	-0.209	0.954	9.057	0.001 *	3.927	0.030 *
	PDF	11	0.598	0.417				
	KORF	9	0.348	0.499				
	รวม	34	0.117	0.847				
ปาน กลาง	FWF	22	-0.080	0.810	4.898	0.011 *	11.73 0	0.000 *
	PDF	22	0.624	0.624				
	KORF	14	0.730	0.467				
	รวม	58	0.382	0.672				
สูง	FWF	5	0.684	0.000	2.318	0.122	9.079	0.001 *
	PDF	9	0.895	0.265				
	KORF	11	1.190	0.394				
	รวม	25	0.884	0.325				

$p < .05$

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาภายหลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) สูงกว่าข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาภายหลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) และแบบบอกผลการตอบ (KORF) สูงกว่าข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาภายหลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบอกผลการตอบ (KORF) สูงกว่าข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 4.47

ตาราง 4.47 ผลการการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองรายคู่ จำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียนด้วยเทคนิค Bonferroni และ Games-Howell (ระยะที่ 3)

Group	Feedback		Mean Difference (I-J)	SD	Sig
	(I)	(J)			
ต่ำ	PDF	FWF	0.807	0.295	0.031*
ปาน	PDF	FWF	0.705	0.181	0.002*
กลาง	KORF	FWF	0.811	0.213	0.002*
สูง	KORF	FWF	1.028	0.241	0.001*

p <.05

4.2.2) ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อระบบการทดสอบภายหลังจากการปรับปรุง

(ก) ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF)

ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า ตนเองมีความชื่นชอบข้อมูลย้อนกลับแบบยกตัวอย่างและเห็นว่ามีประโยชน์เพราะมีการให้ข้อมูลที่เป็นแนวทางช่วยทำให้สามารถนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น โดยระยะเวลาที่แบ่งนำมาใช้ในการฝึกฝน 2 ครั้ง ครั้งละ 10 ข้อต่อคาบเรียนถือว่ามีความเหมาะสมดี แต่อาจจะต้องใช้เวลาในการฝึกบ่อยๆ เพราะการฝึกฝนเพียงสองครั้งน่าจะยังไม่เพียงพอให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และแก้โจทย์ปัญหาได้ดีขึ้น เพราะข้อมูลย้อนกลับประเภทนี้ต้องอาศัยการอ่านและวิเคราะห์ โดยผู้เรียนได้กล่าวถึงความพึงพอใจภายหลังจากการทดสอบที่มีต่อรูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่ตนเองได้รับว่า

“ชอบเพราะมี guideline ให้ว่าข้อนี้มันจะคิดยังไง”

“ระยะเวลาในการฝึกฝนทำโจทย์ไม่มากหรือน้อยเกินไปกับข้อสอบจำนวน 10 ข้อที่ได้รับ”

“ถ้าได้ฝึกบ่อยๆน่าจะช่วยให้แก้โจทย์ปัญหาได้เก่งขึ้น”

(ข) ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF)

ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความสนใจและให้ความสำคัญกับข้อมูลย้อนกลับเพราะเห็นว่าการให้โอกาสในการตอบใหม่พร้อมทั้งมีการเสนอข้อความที่ช่วยแนะแนวทางทำให้เพิ่มโอกาสในการตอบถูกได้มากขึ้นและเห็นว่ามีประโยชน์ในการฝึกฝนตนเอง ส่วนระยะเวลาและจำนวนครั้งในการฝึกฝนผู้เรียนก็มองว่ามีความเหมาะสมดีแต่ข้อสอบที่เป็นแบบเติมตัวเลขอาจจะใช้เวลาในการฝึกฝนมากกว่า โดยผู้เรียนได้กล่าวถึงความพึงพอใจภายหลังจากการทดสอบที่มีต่อรูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่ตนเองได้รับว่า

“ชอบข้อมูลย้อนกลับแบบนี้เพราะเวลาทำผิดแล้วมันจะมี feedback ขึ้นมาให้ดู เรา
สามารถอ่านข้อมูลที่ได้ feedback กลับมาให้แล้วก็ทำให้ถูกต้อง”
“ครั้งแรกเวลาเราตอบมันก็ยังมีข้อมูลช่วยทำให้เรานำมาใช้เพื่อตอบใหม่ได้อีกครั้ง”

(ค) ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (KORF)

ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจข้อมูลย้อนกลับรูปแบบนี้ด้วยเหตุผลที่ว่า รู้ผลการตอบของ
ตนเองทันทีและเปิดโอกาสให้ตอบใหม่ได้หลายครั้ง แม้ว่าจะไม่มีสารสนเทศหรือข้อมูลใดๆเพิ่มเติมแต่
ผู้เรียนเห็นว่า สำหรับข้อสอบแบบตัวเลือกนั้นยังมีโอกาสที่จะเดาคำตอบได้ แต่ข้อสอบแบบเติมตัวเลข
นั้นแม้ว่าจะเปิดโอกาสให้ตอบใหม่ก็ตอบไม่ได้ยุติเพราะบางครั้งก็ไม่เข้าใจโจทย์หรือไม่มีคำอธิบายให้
เพิ่มเติม โดยผู้เรียนได้กล่าวถึงความพึงพอใจภายหลังจากการทดสอบที่มีต่อรูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่
ตนเองได้รับว่า

“ชอบเพราะรู้ผลทันทีเลยว่าตอบถูกหรือผิดและยังได้ตอบใหม่อีกด้วย”
“รู้สึกว่าการข้อสอบแบบเติมคำยากกว่าเลือกตอบค่ะ เพราะว่าเดาได้ยาก บางทีก็ไม่เข้าใจโจทย์
แต่ก็ยังดีที่ได้ตอบใหม่ได้หลายครั้ง”

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน: การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสซ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (2) ศึกษาผลการใช้ระบบการทดสอบระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถและได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกัน (3) ประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ และ (4) ปรับปรุงระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ แต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัยประกอบด้วย 3 ประเด็นคือ (1) ผลการพัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (2) ผลการใช้ระบบการทดสอบระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถและได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีที่แตกต่างกัน และ (3) ผลการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ และ (4) ผลการปรับปรุงระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ผลการพัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

1.1) ผลการออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบฯด้านปัจจัยนำเข้า (Input)

องค์ประกอบของระบบการทดสอบด้านปัจจัยนำเข้าในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย (1) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (2) แบบประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที และ (3) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (ข้อมูลย้อนกลับจำแนกเป็น 5 รูปแบบ)

1) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (A1) และหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (A2) ซึ่งเป็น

แบบทดสอบคู่ขนาน โดยผลการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบด้านความตรงเชิงเนื้อหาพบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าทุกข้อคำถามในทั้งสองฉบับสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวัด การเรียนรู้ ขณะที่ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับและรายข้อภายใต้ การวิเคราะห์โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ พบว่า แบบทดสอบทั้งสองฉบับมี ความยากง่ายระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาในด้านความเที่ยงพบว่า แบบทดสอบทั้งสองฉบับนั้น มี ค่าความเที่ยงใกล้เคียงกันและมีความเที่ยงอยู่ในระดับค่อนข้างสูง และเมื่อวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของ แบบสอบคู่ขนานทั้งสองฉบับพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในระดับปานกลาง

2) แบบประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อน การทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (B1) และหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (B2) ผลการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบด้านความตรงเชิงเนื้อหาพบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่มีความ คิดเห็นว่าทุกรายการประเมินในทั้งสองฉบับสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวัดการเรียนรู้ ขณะที่ผล การตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินด้านความเที่ยงภายใต้การวิเคราะห์โมเดลการตอบสนอง ข้อสอบแบบ GRM พบว่าแบบประเมินตนเองฉบับ B1 และฉบับ B2 มีอำนาจจำแนกสูง เมื่อพิจารณา ในด้านความเที่ยงพบว่า แบบทดสอบทั้งสองฉบับนั้นมีความเที่ยงใกล้เคียงกันซึ่งมีค่าความเที่ยงใน ระดับสูง และเมื่อวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของแบบสอบคู่ขนานทั้งสองฉบับพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ในระดับค่อนข้างสูง

3) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูล ย้อนกลับทันที (ข้อมูลย้อนกลับจำแนกเป็น 5 รูปแบบ) ถูกออกแบบโดยอาศัยแนวคิดการออกแบบ ข้อมูลย้อนกลับจาก RISE Model ของ Wray (2013) ซึ่งเป็นโมเดลการให้ข้อมูลย้อนกลับซึ่งมีลักษณะ สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีของบลูม (Bloom's Taxonomy) ในการวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดให้มีการให้ข้อมูลข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การแสดงตัวอย่าง (Worked Example Feedback) การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การชี้แนะ (Directive Feedback) นอกจากนี้ในการวิจัยครั้งนี้ยังได้ กำหนดให้มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (Knowledge of Result Feedback; KORF) เพื่อใช้สำหรับกลุ่มควบคุม การให้ข้อมูลย้อนกลับมีเงื่อนไข ได้แก่ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์ (Full Feedback) และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วน (Partial Feedback) ทำให้สามารถ ออกแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับได้ 5 รูปแบบ คือ 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การ ยกตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWF) 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดย ใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback; FDF) 3) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การ ยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF) 4) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วน โดยการใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF) ซึ่งการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์ต่างจาก

การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วน คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์จะให้ข้อมูลย้อนกลับ ภายหลังตอบไม่ว่าจะตอบถูกหรือผิด แต่การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนจะให้ข้อมูลย้อนกลับ ภายหลังตอบเฉพาะเมื่อตอบผิด และ 5) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (Knowledge of Result Feedback; KORF) ซึ่งจะบอกเฉพาะผลการตอบว่าถูกหรือผิด

เมื่อตรวจสอบคุณภาพข้อสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยวิเคราะห์หาความน่าจะเป็นในการตอบถูกของผู้เรียนภายใต้ Rasch SIRT Model (1PL) พบว่าข้อสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ KORF มีแนวโน้มยากกว่าแบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับรูปแบบอื่น แต่อย่างไรก็ดีเมื่อพิจารณาในด้านความเที่ยงพบว่า แบบทดสอบทุกฉบับนั้นมีค่าความเที่ยงใกล้เคียงกันซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ขณะที่เมื่อพิจารณาในด้านของสารสนเทศของแบบสอบ (Test Information; TIF) พบว่า แบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบ PWF ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ดำเนินการวิเคราะห์แบบสอบทั้งฉบับและรายข้อภายใต้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ Graded Response Model (GRM) เนื่องจากในการให้คะแนนแก่ผู้เรียนนั้นมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ลดหลั่นตามจำนวนครั้งในการตอบ จากผลการวิเคราะห์ในด้านความเที่ยงพบว่า แบบทดสอบทุกฉบับมีค่าความเที่ยงในระดับสูงและมีค่าใกล้เคียงกันทุกฉบับ ขณะที่เมื่อพิจารณาในด้านของสารสนเทศของแบบสอบ (Test Information; TIF) พบว่า แบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบ PDF ให้ค่าสารสนเทศสูงสุด

1.2) ผลการออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบฯด้านกระบวนการ (Process)

Software ในการออกแบบกระบวนการต่างๆ ในระบบการทดสอบ ประกอบด้วย

- 1) โปรแกรม Adobe Illustrator CS6 สำหรับออกแบบภาพ
- 2) โปรแกรม Adobe Photoshop CS6 สำหรับตกแต่งภาพ
- 3) โปรแกรม Adobe Flash Professional CS6 สำหรับทำแอนิเมชัน
- 4) โปรแกรม EditPlus 3 สำหรับเขียนภาษา PHP และ 5) ฐานข้อมูล MySQL สำหรับจัดเก็บข้อมูล

Hardware สำหรับการประมวลผลในการทำงานของระบบการทดสอบที่มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) CPU มีความเร็ว 2.00 GHz ขึ้นไป
- 2) Hard Disk ความจุขนาด 60 GB ขึ้นไป
- 3) หน่วยความจำ (RAM) ขนาดความจำ 512 MB ขึ้นไป
- 4) การ์ดแสดงผล ขนาด 512 MB และ
- 5) หน้าจอ (Monitor) ขนาด 17 นิ้ว

กระบวนการทั้งหมดของระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย 7 กระบวนการ ดังนี้ 1) กระบวนการลงทะเบียน 2) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 3) กระบวนการประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที

- 4) กระบวนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ 5) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที
6) กระบวนการประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที และ 7) กระบวนการประมวลผลการตอบ

1.3) ผลการออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบฯด้านผลลัพธ์ (Output)

ผลคะแนนของผู้เรียนจากกระบวนการทดสอบประกอบด้วย 1) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ 2) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์หลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ 3) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับ 4) คะแนนการประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์หลังทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ และ 5) คะแนนการประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์หลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

เมื่อพิจารณาผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาการสอนและด้านเทคโนโลยีการศึกษา (ภาคผนวก 2) รวมถึงผู้เรียนพบว่ามีจุดเด่น คือ การตอบแบบทดสอบแบบเลือกตอบมีความสะดวก รวดเร็ว โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจสูงสุด ขณะที่จุดอ่อน คือ ความสะดวก รวดเร็วในการลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานระบบ มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจน้อยที่สุด

2) ผลการใช้ระบบการทดสอบระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถและได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีที่แตกต่างกัน

2.1) ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของผู้เรียนจำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียนและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน

การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของผู้เรียนจำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียนและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน สามารถจำแนกผลการวิเคราะห์ได้ 5 ประเด็น คือ (1) การวิเคราะห์จัดจำแนกและเปรียบเทียบระดับความสามารถของผู้เรียน (2) การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้เรียนจากการทดสอบจัดจำแนกความสามารถ (3) การจัดจำแนกผู้เรียนตามระดับความสามารถและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ (4) การวิเคราะห์จำนวนครั้งในการตอบและระยะเวลาที่ใช้ในการตอบระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถและได้รับข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน และ (5) การวิเคราะห์แบบแผนจำนวนครั้งในการตอบของผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน

(1) ผลการวิเคราะห์คะแนนสอบในการจัดจำแนกความสามารถของผู้เรียนทั้งหมด 728 คน พบว่า จากแบบทดสอบจำนวน 16 ข้อ คะแนนเต็ม 16 คะแนน พบว่าผู้เรียนมีผลคะแนนเฉลี่ยในระดับปานกลาง จากผลคะแนนการทดสอบดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้นำผลคะแนนมาจัดจำแนกระดับความสามารถของผู้เรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ระดับความสามารถต่ำ ปานกลางและสูง โดยใช้เกณฑ์การจำแนกแบบอิงกลุ่ม ซึ่งผลการจัดจำแนกความสามารถของผู้เรียนออกเป็น 3 กลุ่ม พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

(2) ผลการวิเคราะห์ค่าความสามารถของผู้สอบโดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ โดยวิเคราะห์ความสามารถของผู้เรียนที่ได้จากแบบทดสอบจำแนกความสามารถของผู้เรียน ผลการวิเคราะห์ในภาพรวมพบว่า ผู้เรียนทั้ง 728 คน มีระดับความสามารถครอบคลุมตั้งแต่สูง ปานกลางและต่ำ โดยผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมีค่าเฉลี่ยความสามารถในระดับค่อนข้างต่ำ ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางมีค่าเฉลี่ยความสามารถในระดับปานกลาง และผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงมีค่าเฉลี่ยความสามารถในระดับค่อนข้างสูง ตามลำดับ

(3) ผลการจัดจำแนกผู้เรียนตามระดับความสามารถและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลย้อนกลับจำนวน 5 รูปแบบ ผลการวิเคราะห์พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถปานกลาง รองลงมาคือระดับความสามารถต่ำ และระดับความสามารถสูง ตามลำดับ ซึ่งผู้เรียนในแต่ละระดับความสามารถจะถูกสุ่มให้ได้รับข้อมูลย้อนกลับที่มีรูปแบบแตกต่างกัน 5 รูปแบบ

(4) ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตอบ (Attempt) พบว่า ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (KORF) มีค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตอบสูงสุด ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (KORF) มีค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตอบสูงสุด และผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) มีค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการตอบสูงสุด

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนน (Score) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมีค่าเฉลี่ยคะแนนสูงสุดเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางมีค่าเฉลี่ยคะแนนสูงสุดเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) และผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงมีค่าเฉลี่ยคะแนนสูงสุด เมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การแสดงตัวอย่าง (PWF)

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการตอบ (Response Time) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมีค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการตอบสูงสุดเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (KORF) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางมีค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการตอบสูงสุดเมื่อได้รับข้อมูล

ย้อนกลับแบบบางส่วน (PDF) โดยใช้การชี้แนะ และผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงมีค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการตอบสูงสุดเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF)

(5) ผลการศึกษาแบบแผนจำนวนครั้งในการตอบข้อสอบเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์และบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF,PWF) และแบบแผนจำนวนครั้งในการตอบข้อสอบเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์และแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (FDF,PDF) พบว่า ไม่ผู้เรียนคนใดที่ใช้ความพยายามในการตอบ 5 ครั้งในข้อสอบทุกข้อ ซึ่งหากเป็นเช่นนั้นจะทำให้ผู้เรียนทั้ง 4 กลุ่ม ได้รับข้อมูลย้อนกลับไม่แตกต่างกัน

2.2) ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์

ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ จำแนกเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ ผลการวิเคราะห์ 1) คะแนนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาจำแนกตามระดับความสามารถและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน และ 2) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ผลการวิเคราะห์คะแนนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของผู้สอบจำแนกตามระดับความสามารถและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน ในภาพรวมพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการแก้โจทย์ปัญหา (Score) ก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ (Pre) ใกล้เคียงกับหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Post) สอดคล้องกับค่าเฉลี่ยความสามารถ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์โดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์พบว่าค่าเฉลี่ยความสามารถก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Pre) และหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Post) ใกล้เคียงกัน

เมื่อพิจารณาจำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม และรูปแบบข้อมูลย้อนกลับเพื่อศึกษาคะแนนในการแก้โจทย์ปัญหาและความสามารถของผู้สอบพบว่า

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำในภาพรวม มีค่าเฉลี่ยคะแนนในการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้เรียน ที่พบว่าผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ใกล้เคียงกัน

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางในภาพรวม มีค่าเฉลี่ยคะแนนในการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับผลการ

วิเคราะห์ความสามารถของผู้สอบที่พบว่า ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฯก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีใกล้เคียงกัน

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงในภาพรวม มีค่าเฉลี่ยคะแนนในการแก้โจทย์ปัญหาฯก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ความสามารถของผู้เรียนที่พบว่าผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฯก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีใกล้เคียงกัน

เมื่อทำการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของผู้เรียน (Group) และรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบสองทาง (Two-way ANCOVA) โดยนำความสามารถของผู้เรียนก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Pre-ability) มาเป็นตัวแปรร่วม พบว่า ตัวแปรอิสระทั้ง 2 ตัว มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที

จากผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีของผู้เรียนจำแนกตามระดับความสามารถออกเป็น 3 กลุ่ม พบว่า

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันทั้ง 5 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบฯแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังจากการทดสอบฯของผู้เรียนกลุ่มต่ำในภาพรวมพบว่ามีค่าเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันทั้ง 5 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบฯไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังจากการทดสอบฯของผู้เรียนกลุ่มปานกลางในภาพรวมพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันทั้ง 5 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบฯแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังจากการทดสอบฯของผู้เรียนกลุ่มสูงในภาพรวมพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างสูง

โดยการวิเคราะห์ Simple Effect เพื่อจำแนกผลการวิเคราะห์ตามระดับความสามารถของผู้เรียนที่แตกต่างกันพบว่า

(1) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฯสูงกว่าข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การ

ชี้แนะ (FDF) และแบบสมบูรณและแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF, PWF) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

(2) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลาง เมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

(3) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณและแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF, PWF) และข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (KORF) มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่าข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณและแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (FDF, PDF) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3) ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความแม่นยำในการประเมินตนเอง

ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความแม่นยำในการประเมินตนเอง จำแนกเป็น 3 ประเด็น ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนในการสอบและคะแนนการประเมินตนเองก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ 2) การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนความลำเอียงและความแม่นยำในการประเมินตนเองก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ และ 3) การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความแม่นยำในการประเมินตนเอง

เมื่อพิจารณาจำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม และรูปแบบข้อมูลย้อนกลับเพื่อศึกษาคะแนนในการแก้โจทย์ปัญหาและการประเมินตนเองในภาพรวมพบว่า

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ใกล้เคียงกับหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับและมีค่าเฉลี่ยคะแนนการประเมินตนเองก่อนและหลังการทดสอบฯ ใกล้เคียงกัน

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลาง มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ใกล้เคียงกับหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับและมีค่าเฉลี่ยคะแนนการประเมินตนเองก่อนและหลังการทดสอบฯ ใกล้เคียงกัน

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ใกล้เคียงกับหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับและมีค่าเฉลี่ยคะแนนการประเมินตนเองก่อนและหลังการทดสอบฯ ใกล้เคียงกัน

เมื่อพิจารณาจำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม และรูปแบบข้อมูลย้อนกลับเพื่อศึกษาค่าเฉลี่ยคะแนนความลำเอียงในการประเมินตนเองและความแม่นยำในการประเมินตนเองก่อนและหลังการทดสอบฯ ในภาพรวมพบว่า

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความลำเอียงฯ ก่อนและหลังการทดสอบฯ ใกล้เคียงกัน และมีค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำฯ ก่อนและหลังการทดสอบฯ ใกล้เคียงกัน

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลาง มีค่าเฉลี่ยคะแนนความลำเอียงฯ ก่อนและหลังการทดสอบฯ ใกล้เคียงกัน และมีค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำฯ ก่อนและหลังการทดสอบฯ ใกล้เคียงกัน

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง มีค่าเฉลี่ยคะแนนความลำเอียงฯ ก่อนและหลังการทดสอบฯ ใกล้เคียงกัน และมีค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำฯ ก่อนและหลังการทดสอบฯ ใกล้เคียงกัน

จากการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของผู้เรียน (Group) และการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (Feedback) โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบสองทาง (Two-way ANCOVA) โดยนำคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ (Pre self-evaluation Accuracy) มาเป็นตัวแปรร่วม ผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวแปรอิสระทั้ง 2 ตัว มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองหลังการทดสอบฯ (Post Self-evaluation Accuracy)

ผลการวิเคราะห์คะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองของผู้เรียนที่จำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียน (Group) ออกเป็น 3 กลุ่ม พบว่า

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันทั้ง 5 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองของผู้เรียนกลุ่มต่ำในภาพรวมพบว่ามีค่าเฉลี่ยคะแนน ค่อนข้างต่ำ

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันทั้ง 5 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองของผู้เรียนกลุ่มปานกลางในภาพรวมพบว่ามีค่าเฉลี่ยคะแนนในระดับปานกลาง

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันทั้ง 5 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองของผู้เรียนกลุ่มสูงพบว่ามีค่าเฉลี่ยคะแนนในระดับค่อนข้างสูง

จากผลการวิเคราะห์ Simple Effect โดยจำแนกผลการวิเคราะห์ตามระดับความสามารถของผู้เรียนที่พบว่า ผู้เรียนทุกระดับความสามารถ ปานกลาง และสูงต่างก็มีค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองหลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกัน และเมื่อวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองรายคู่ (Multiple Comparison) โดยผลการวิเคราะห์จำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียนพบว่า

(1) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมีค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเอง หลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (FDF) สูงกว่าข้อมูลย้อนกลับทั้ง 3 รูปแบบคือ FWF, PWF และ KORF อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

(2) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางมีค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเอง หลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (FDF) สูงกว่าข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

(3) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงมีค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเอง หลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์และแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF, PWF) และแบบบอกผลการตอบ (KORF) สูงกว่าข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) นอกจากนี้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (PWF) และข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (KORF) มีค่าเฉลี่ยความแม่นยำในการประเมินตนเองสูงกว่าข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (FDF) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.4) ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูก: การประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่องของราสส์

ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูก: การประยุกต์ใช้ Rasch SIRT Model ผลการวิเคราะห์ จำแนกเป็น 3 ประเด็น คือ ผลการวิเคราะห์ (1) ความน่าจะเป็นในการตอบถูกระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถและได้รับข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน (2) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูก และ (3) ความน่าจะเป็นในการตอบถูกระหว่างรูปแบบข้อสอบที่แตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์ความถี่ของจำนวนครั้งในการตอบถูกในการทดสอบซึ่งมีข้อสอบทั้งหมดจำนวน 20 ข้อ ในผู้สอบจำนวน 728 คน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถตอบข้อสอบได้จนกว่าจะถูก

(Answer-until correct) จำนวนสูงสุด 5 ครั้ง พบว่า มีความถี่ของจำนวนครั้งในการตอบถูกตั้งแต่ครั้งที่ 1 มากที่สุด รองลงเป็นครั้งที่ 2, ครั้งที่ 5, ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ตามลำดับ

เมื่อวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการตอบถูกจำแนกตามระดับความสามารถ รูปแบบข้อมูลย้อนกลับ และจำนวนครั้งของความพยายามในการตอบพบว่า

ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำ ปานกลางและสูง มีค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูกของครั้งที่ 1 ถึง 5 เพิ่มขึ้นในทุกครั้งของการตอบ

เมื่อการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการตอบถูกและรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-ways ANOVA) พบว่า ตัวแปรอิสระทั้ง 2 ตัว ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูก

อย่างไรก็ดีเพื่อให้ได้สารสนเทศสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้จริงจึงได้วิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และจำนวนครั้งในการตอบ (k) ที่มีต่อค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูก (P) พบว่ารูปแบบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และจำนวนครั้งในการตอบ (k) มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลวิเคราะห์ Simple Effect เพื่อศึกษาค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูก (P) จำแนกผู้เรียนออกเป็น 3 กลุ่มตามระดับความสามารถ โดยแยกวิเคราะห์จำแนกตามรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และจำนวนครั้งในการตอบ (k) พบว่า

(1) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (PWF) และข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) มีค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูก (P) เพิ่มขึ้นทุกครั้งที่การตอบ (k) ตั้งแต่ครั้งที่ 2,3,4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ในทางตรงกันข้ามเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF) มีค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูกเพิ่มขึ้นเฉพาะการตอบในครั้งที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

(2) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับทุกรูปแบบมีค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูก (P) เพิ่มขึ้นทุกครั้งที่การตอบ (k) ตั้งแต่ครั้งที่ 2,3,4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

(3) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์และแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF,PWF) มีค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูก (P) เพิ่มขึ้นในการตอบ (k) ตั้งแต่ครั้งที่ 2,3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการตอบถูกระหว่างรูปแบบระหว่างข้อสอบแบบเลือกตอบ (MC) และแบบสร้างคำตอบ (CR) เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นในการ

ตอบถูกของข้อสอบแบบเลือกตอบ (MC) จำนวน 10 ข้อ พบว่าการตอบถูกของความพยายามในการตอบครั้งแรก ในผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมีโอกาสตอบถูกน้อยมาก เมื่อเทียบกับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง ขณะที่ความพยายามในการตอบครั้งสุดท้าย (ครั้งที่ 5) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมีโอกาสตอบถูกมากขึ้นจนใกล้เคียงกับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง ขณะที่ค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นในการตอบถูกของข้อสอบแบบสร้างคำตอบ (CR) จำนวน 10 ข้อ สำหรับการตอบในครั้งแรก ในผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมีโอกาสตอบถูกน้อยมากเมื่อเทียบกับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงเช่นเดียวกับข้อสอบแบบเลือกตอบ ขณะที่ความพยายามในการตอบครั้งสุดท้าย (ครั้งที่ 5) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมีโอกาสตอบถูกมากขึ้นจนใกล้เคียงกับกลุ่มสูง แต่อย่างไรก็ดีผู้สอบทุกระดับความสามารถมีแนวโน้มที่จะตอบข้อสอบแบบสร้างคำตอบน้อยกว่าข้อสอบแบบเลือกตอบ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นในการตอบถูกระหว่าง MC และ CR พบว่าค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นในการตอบถูก ของ MC สูงกว่า CR อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าเมื่อให้ข้อมูลย้อนกลับแล้วผู้สอบมีโอกาสในการตอบถูกใน MC มากกว่า CR หรือสะท้อนให้เห็นว่า MC ง่ายกว่า CR แม้ว่าจะมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

3) ผลการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

3.1) คุณภาพของระบบการทดสอบด้านอัตราประโยชน์

ผู้เรียนมีความคิดเห็นต่อระบบการทดสอบ ดังนี้ 1) ผู้เรียนชอบการแจ้งคะแนนทันทีหลังจากทำข้อสอบเสร็จ เพราะถ้าหากพบปัญหา เช่น สอบตก จะทำให้สามารถสอบซ่อมได้ทันที 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีรายละเอียดเป็นประโยชน์ต่อการทำข้อสอบของผู้เรียน 3) ผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ KORF รู้สึกว่าไม่ยุติธรรมเพราะเพื่อนคนอื่น ๆ ต่างก็ได้รับข้อมูลย้อนกลับที่มีรายละเอียดทั้งหมด 4) ผู้เรียนชอบระบบการทดสอบเช่นนี้ เพราะรู้สึกว่ามีประโยชน์ เหมือนการทำแบบฝึกหัด 5) ในบางครั้งแบบทดสอบแบบสร้างคำตอบ หรือเติมคำก็เป็นที่ยินชอบสำหรับผู้สอบมากกว่า เพราะได้คิดคำนวณด้วยตนเอง 6) ผู้เรียนที่พบว่าระบบการทดสอบในบางชุดไม่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับใดๆ จึงตั้งคำถามว่า ทำไมข้อสอบชุดดังกล่าวนี้ ไม่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความต้องการให้มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในข้อสอบชุดอื่นๆ ด้วย

3.2) คุณภาพของระบบด้านความเป็นไปได้

ผู้เรียนมีความคิดเห็นต่อระบบการทดสอบ ดังนี้ 1) ผู้เรียนบางคนเสนอว่าระบบทดสอบควรจะสามารถเข้าถึงได้ผ่านช่องทางอื่นๆ นอกจากคอมพิวเตอร์ เช่น สามารถเข้าถึงได้ผ่านโทรศัพท์มือถือ

เป็นต้น 2) ผู้เรียนต้องการให้สามารถพิมพ์ผลคะแนนของตนเองเก็บไว้ได้ด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้วิจัยควรพัฒนาให้ระบบสามารถพิมพ์ผลการทดสอบเพื่อให้ผู้เรียนได้เก็บไว้เป็นหลักฐานด้วย แต่ด้วยข้อจำกัดของแต่ละโรงเรียนที่ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเข้าถึงเครื่องพิมพ์ได้ทั้งหมด ด้วยข้อจำกัดทางทรัพยากร จึงทำให้ผู้เรียนต้องใช้วิธีการอื่นในการเก็บข้อมูลระบบรายงานผลสอบ เช่น การถ่ายรูปด้วยโทรศัพท์มือถือ เป็นต้น 3) ผู้เรียนต้องการให้สามารถติดตั้งระบบการทดสอบลงบนระบบคอมพิวเตอร์ของตนเองได้ เพราะรู้สึกว่าการทดสอบมีประโยชน์เหมือนเป็นแบบฝึกหัด ถ้าสามารถทำแบบออนไลน์ได้จะสามารถเข้าถึงได้ตลอด และสามารถแบ่งให้เพื่อนได้ลองทำบ้างได้อีกด้วย

3.3) คุณภาพของระบบด้านความเหมาะสม

ผู้เรียนมีความคิดเห็นต่อระบบการทดสอบ ดังนี้ 1) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมีความคิดเห็นว่าตอบข้อคำถามแบบสร้างคำตอบไม่ค่อยได้ และรู้สึกข้อคำถามแบบสร้างคำตอบยาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมีแนวโน้มที่จะชอบข้อสอบแบบเลือกตอบมากกว่า นอกจากนี้ลักษณะข้อมูลย้อนกลับแบบ KORF น่าจะไม่ค่อยเหมาะสมกับผู้เรียนกลุ่มต่ำเพราะไม่ได้ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจใดๆ ให้แก่ผู้เรียนเลย 2) ผู้เรียนมีความคิดเห็นว่าจำนวนข้อสอบในระบบการทดสอบมีความเหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนด อีกทั้งยังสามารถดูเวลาในระบบการทดสอบได้อีกด้วย ทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกกังวล 3) ผู้เรียนเห็นว่าการป้อนคำตอบเข้าสู่ระบบการทดสอบควรสามารถใช้วิธีอื่นนอกจากพิมพ์ แล้วคลิก 4) ผู้เรียนเห็นว่าการใช้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายหรือชี้แนะนั้นเหมาะสมดีแล้ว เพราะข้อคำถามหรือโจทย์ปัญหาบางข้อจำเป็นต้องมีการอธิบายมากกว่านำเสนอเป็นเพียงรูปหรือแผนภาพเพียงอย่างเดียวซึ่งไม่เพียงพอ

3.4) คุณภาพของระบบด้านความถูกต้อง

ผู้เรียนมีความคิดเห็นต่อระบบการทดสอบ ดังนี้ 1) ผู้เรียนมีข้อสงสัยว่าถ้าประเมินตนเองในระดับสูงจะช่วยดึงคะแนนการแก้โจทย์ปัญหาให้สูงขึ้นหรือไม่ ซึ่งสะท้อนให้เห็นความถูกต้องของคำชี้แจงว่ายังไม่ชัดเจนเพียง คำชี้แจงควรระบุให้ชัดเจนว่าการวิเคราะห์คะแนนในแต่ละส่วนจะไม่ถูกนำมารวมกัน และคำชี้แจงการยังขาดการเน้นย้ำความสำคัญของการประเมินตนเอง ซึ่งควรประเมินตนเองให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงที่สุด 2) ผู้เรียนมีความคิดเห็นว่า ไม่เข้าใจเกณฑ์การให้คะแนนทำให้คิดว่าคะแนนที่ได้ไม่ถูกต้อง อาจเป็นเพราะในการชี้แจงก่อนการทดสอบครูแต่ละท่านมีวิธีการชี้แจงที่แตกต่างกันแต่อาจจะไม่ได้ระบุประเด็นสำคัญเรื่องการให้คะแนน ทำให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยว่าข้อสอบ 20 ข้อ ทำไมคะแนนเต็ม 80 คะแนน และผู้เรียนบางคนไม่ทราบว่าคำตอบจำนวนครั้งที่มากขึ้นนั้นจะทำให้คะแนนลดลงไปเรื่อยๆ สะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจผิดต่อเกณฑ์การให้คะแนนของระบบการทดสอบแม้ว่าระบบจะมีการประมวลผลการตอบที่แม่นยำแต่ในขั้นตอนการ

นำไปใช้ผู้สอนต้องชี้แจงเน้นย้ำถึงการได้คะแนนในแต่ละเงื่อนไขให้ชัดเจน 3) ผู้เรียนมีความคิดเห็นว่าการความถูกต้องของการประมวลคะแนนมีความแม่นยำรวดเร็ว ทราบผลทันทีและไม่มีปัญหาการใช้งานแต่อย่างใด

3.5) สรุปผลการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบจากแบบประเมินระบบการทดสอบฯ

รายการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบประกอบด้วย 14 รายการคำถามที่ครอบคลุมด้วยประเด็นใน 4 ด้าน คือ 1) ด้านอรรถประโยชน์ (Utility) 2) ด้านความเป็นไปได้ (Feasibility) 3) ด้านความเหมาะสม (Property) 4) ด้านความถูกต้อง (Accuracy) โดยรายการประเมินคุณภาพระบบมีดังนี้ 1) ความสะดวกรวดเร็วในการลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานระบบ 2) ความปลอดภัยในการเข้าถึงตัวข้อสอบ 3) การออกแบบหน้าจอของระบบการทดสอบมีส่วนที่เหมาะสมและสวยงาม 4) ขนาดและชนิดของตัวอักษรใช้สีสันสะดุดตา อ่านง่าย มีความเหมาะสม 5) คำชี้แจงการทดสอบในแต่ละขั้นมีความเหมาะสมชัดเจน 6) ลำดับการทดสอบมีความเหมาะสม ต่อเนื่อง 7) จำนวนชุดของแบบทดสอบมีความเหมาะสมกับระยะเวลาทดสอบ 8) ข้อมูลย้อนกลับที่ให้เมื่อตอบผิดมีความเหมาะสม อ่านง่าย กระตุ้นการเรียนรู้ 9) การตอบแบบทดสอบแบบเลือกตอบมีความสะดวก รวดเร็ว 10) การตอบแบบทดสอบแบบเติมคำมีความสะดวก รวดเร็ว 11) ความถูกต้องในการเฉลยในการเฉลยข้อสอบ 12) ระบบการทดสอบมีการประมวลผลรวดเร็ว 13) ระบบการทดสอบมีการกำหนดระยะเวลาชัดเจน และ 14) หน้าจอแสดงผลคะแนนมีความชัดเจน

เมื่อพิจารณาผลการประเมินคุณภาพตามรายการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบมีจุดเด่นคือ ระบบการทดสอบมีการกำหนดระยะเวลาชัดเจน ขณะที่จุดอ่อน คือ ลำดับการทดสอบมีความเหมาะสม ต่อเนื่อง

เมื่อพิจารณาคุณภาพของระบบการทดสอบตามมาตรฐาน 4 ด้าน พบว่า ทุกด้านมีระดับคุณภาพดีทั้งหมด โดยด้านที่มีผลคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดคือ ด้านความถูกต้อง (Accuracy) รองลงมาอันดับสองคือ ด้านความเป็นไปได้ (Feasibility) รองลงมาอันดับสามคือ ด้านอรรถประโยชน์ (Utility) และลำดับสุดท้าย คือ ด้านความเหมาะสม (Property)

4) ผลการปรับปรุงระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

ผลการปรับปรุงระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ การปรับปรุงระบบการทดสอบในระยะที่ 3 (D₃R₃) มีการปรับปรุงองค์ประกอบของระบบการทดสอบ โดยการแยกแบบทดสอบก่อนและหลังการทดสอบออกมาจากระบบการทดสอบ ด้วยการจัดการ

ทดสอบในรูปแบบของ Paper-based Test โดยระบบการทดสอบจะมีเฉพาะแบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีจำนวน 20 ข้อ และจำแนกเป็น ข้อ 1-10 ใช้ฝึกสำหรับคาบเรียนที่ 1 ข้อ 11-20 ใช้ฝึกสำหรับคาบเรียนที่ 2 โดยข้อมูลย้อนกลับที่ถูกคัดเลือกมาเป็น Treatment ประกอบด้วยข้อมูลย้อนกลับจำนวน 3 รูปแบบ ได้แก่ (1) ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF) (2) ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) และ (3) ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (KORF)

ผลการใช้ระบบการทดสอบภายหลังจากการปรับปรุงระบบการทดสอบพบว่า คะแนนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของผู้เรียนจำแนกตามระดับความสามารถและรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน ในภาพรวมพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการแก้โจทย์ปัญหา (Score) หลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับสูงกว่าก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ สอดคล้องกับค่าเฉลี่ยความสามารถ (θ) ซึ่งได้จากการวิเคราะห์โดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ พบว่าค่าเฉลี่ยความสามารถหลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับสูงกว่าก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ในภาพรวมเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ก่อนและหลังการทดสอบจำแนกตามรูปแบบข้อมูลย้อนกลับพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) และแบบบอกผลการตอบ (KORF) มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ฯเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

1) ผลการพัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

(1) ผลการออกแบบและพัฒนาด้านปัจจัยนำเข้า (Input) พบว่า แบบทดสอบและแบบประเมินมีคุณภาพในระดับที่ดีทั้งหมดสะท้อนให้เห็นได้จากคุณภาพของแบบทดสอบในด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบ รวมถึงคุณภาพของข้อสอบรายข้อของ 1) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนหลังการทดสอบฯ 2) แบบประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนและหลังการทดสอบฯ และ 3) การทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกัน 5 รูปแบบที่พบว่า มีค่าสารสนเทศของแบบสอบ (TIF) สูงและมีค่า SE เข้าใกล้ 0 สำหรับผู้สอบที่มีความสามารถปานกลางเป็นส่วนใหญ่ สอดคล้องกับศิริชัย กาญจนวาสี (2555) ที่ได้กล่าวว่า ค่าสารสนเทศของแบบสอบมีค่าสูงก็จะมี SE (θ) ต่ำ นอกจากนี้ Green, Yen & Burket (1989) ยังได้กล่าวว่า ค่าสารสนเทศของแบบสอบที่มีค่าเกิน 25 จะทำให้ขนาดของ SE (θ) ค่อนข้างคงที่และมีผลน้อยต่อความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า ability (θ) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ค่าสารสนเทศของแบบสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (ชุด C) ในงานวิจัยนี้ภายใต้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์มีค่าสูงสุดที่ 28.064 และโมเดล GRM มีค่าสารสนเทศของแบบสอบ 95.856 สำหรับผู้สอบกลุ่มกลาง ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ของ Green, Yen & Burket (1989) อาจเป็นเพราะมีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบหลายครั้งภายใต้การให้ข้อมูลย้อนกลับและเกณฑ์การให้คะแนนนั้นมีความสอดคล้องกับบริบทการทดสอบเช่นนี้ ดังนั้นในด้านปัจจัยนำเข้าของระบบการทดสอบฯ จึงถือว่ามีคุณภาพที่ดีสำหรับการนำไปใช้จริงต่อไป เพราะมีคุณภาพและค่าสารสนเทศของแบบทดสอบสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อนำไปใช้สำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถในระดับปานกลาง

โดยสรุปผลการออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบด้านปัจจัยนำเข้าครั้งนี้จึงมีความเหมาะสมกับผู้เรียนในเชิงของการวัดและประเมินผลและการจัดการเรียนการสอนเพราะผู้วิจัยได้ออกแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่หลากหลาย ขึ้นอยู่ครูผู้สอนว่าจะเลือกสรรรูปแบบข้อมูลย้อนกลับไปใช้ในบริบทที่แตกต่างกันได้อย่างไร สอดคล้องกับแนวทางที่จินตวิโร คคล้ายสังข์ (2560) ได้กล่าวถึงหลักการวิเคราะห์และออกแบบปัจจัยนำเข้าของระบบว่า ควรวิเคราะห์บริบทที่สัมพันธ์กับผู้เรียน รวมถึงเนื้อหาของบทเรียนให้สัมพันธ์กับเป้าหมายการเรียนรู้

(2) ผลการออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบด้านกระบวนการ (Process) ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาและปรับปรุงการตั้งค่าในโปรแกรมการทดสอบเพื่อกำหนดให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบไปตามลำดับรวมทั้งหมด 7 ขั้นตอนได้แก่ 1) กระบวนการลงทะเบียน 2) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 3) กระบวนการประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 4) กระบวนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ 5) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 6) กระบวนการประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที และ 7) กระบวนการประมวลผลการตอบ แม้ว่าบริบทของงานวิจัยในครั้งนี้จะเป็นการนำไปใช้ในบริบทที่ครูและผู้เรียนอยู่ในสถานที่เดียวกัน แต่ก็สามารถประยุกต์ใช้ได้ในกรณีที่ครูและผู้เรียนอยู่คนละสถานที่เพราะระบบการทดสอบฯ มีความยืดหยุ่นในด้านของเวลาและสถานที่ ตลอดจนเอื้ออำนวยต่อโรงเรียนที่ไม่มีระบบอินเทอร์เน็ตแต่ก็สามารถเรียนเรียนผ่านโปรแกรมออนไลน์ได้สอดคล้องกับ ทรงวุฒิ แซ่อึ้ง (2552) ที่ได้ศึกษาและพัฒนาระบบการทดสอบออนไลน์โดยระบุว่า กระบวนการในการทดสอบและประมวลผลนั้นควรอำนวยความสะดวก ให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย และถูกต้องรวดเร็ว สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ ธนัทธัญญ์ ฉัตรภักดิ์รัตน์ (2556) ที่กล่าวถึงกระบวนการจัดการเรียนการสอนทางไกล (Distance Education) ว่ากระบวนการสอนทางไกลนั้นจะต้องลดข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลา สถานที่และวิธีการและช่องทางการสื่อสารแม้ว่าผู้เรียนและผู้สอนจะอยู่ห่างไกลกัน (ธนัทธัญญ์ ฉัตรภักดิ์รัตน์, 2556)

(3) ผลการออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบด้านผลลัพธ์ (Output) ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาและปรับปรุงการแสดงผลคะแนนด้วยการแสดงภาพรวม และแสดงรายละเอียดให้ผู้เรียนคลิกเข้าไปดูเพิ่มเติม โดยองค์ประกอบของระบบด้านผลลัพธ์ประกอบด้วย ผลลัพธ์คะแนนการแก้โจทย์ปัญหาก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ผลลัพธ์คะแนนการประเมินตนเองก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ โดยผู้วิจัยคำนึงถึงการใช้ประโยชน์ในกรณีที่ครูผู้สอนสามารถนำผลการตอบมาวิเคราะห์ความรู้เดิมของผู้เรียนและผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้ซึ่งเป็นเครื่องมือสะท้อนความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดีว่ามีพัฒนาการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร สอดคล้องกับ จินตวีร์ คล้ายสังข์ (2560) ที่กล่าวว่าในการประเมินผลคะแนนของผู้เรียนควรจัดสภาพการณ์ หรือเงื่อนไขต่างๆก่อนการเรียนการสอนเอาไว้เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับสภาพการณ์ภายหลังการเรียนการสอนโดยใช้ข้อมูลที่วัดได้หรือสังเกตได้ ซึ่งวิธีการ

ประเมิณผล เช่น การทดสอบ จะช่วยครูผู้สอนในการนำเสนอผลการประเมินได้อย่างเป็นรูปธรรมและ ยุติธรรม

(4) จากผลการประเมินประสิทธิภาพของแบบทดสอบ พบว่าทุกด้านมีผลการประเมินใน ระดับดี มีเพียงด้านความสะดวกรวดเร็วในการลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานระบบที่อยู่ในระดับปานกลาง ทั้งนี้เนื่องจากลิงค์ (Link) ที่ใ้แก่นักเรียนมีความยาวหลายตัวอักษร ถ้าหากกรอกผิดเพียงตัวอักษร เดียวก็จะเป็นทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าสู่ระบบได้ นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดด้านระบบสารสนเทศและ อินเทอร์เน็ตของแต่ละโรงเรียนที่อาจมีความเสถียรแตกต่างกันไป จึงทำให้ผลการประเมิน ประสิทธิภาพของแบบทดสอบด้านความสะดวกรวดเร็วในการลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานระบบอยู่ใน ระดับปานกลาง

2) ผลการใช้ระบบการทดสอบระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถและได้รับข้อมูล ย้อนกลับทันทีที่แตกต่างกัน

2.1) ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูล ย้อนกลับทันทีที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์

จากผลการวิจัยที่พบว่า “ระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ แตกต่างกันมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ” ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานของงานวิจัยในครั้งและสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อนงค์ เมธิพิทักษ์ธรรม (2555) ที่พบว่าระดับความสามารถของผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่าง รูปแบบข้อมูลย้อนกลับกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งการให้ข้อมูล ย้อนกลับนั้นช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ Attali (2011) และ Attali (2015) จากผลการวิจัยในครั้งนี้ที่มีความสอดคล้องกับสมมติฐานสะท้อนให้เห็นว่าในการเรียนการสอน สำหรับผู้เรียนซึ่งในบริบทของงานวิจัยคือ ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน ครูผู้สอนต้องคำนึงถึงการเลือกใช้ รูปแบบข้อมูลย้อนกลับให้เหมาะสมกับคุณลักษณะของผู้เรียน เนื่องจากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่า

(1) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฯ ภายหลังจาก การทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) สูงกว่าข้อมูล ย้อนกลับทั้ง 3 รูปแบบ คือ แบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF) แบบบางส่วนโดยใช้การ ยกตัวอย่าง (PWF) และแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (FDF) เนื่องจากเดิมผู้เรียนกลุ่มต่ำนั้นมีระดับ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในภาพรวมที่ค่อนข้างต่ำ เมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับในแบบบางส่วน

โดยใช้การชี้แนะด้วยข้อความหรือสัญลักษณ์ที่ไม่ซับซ้อน จะช่วยให้ผู้เรียนได้สารสนเทศเพิ่มเติม สำหรับการแก้โจทย์ปัญหา และสามารถนำข้อมูลย้อนกลับที่ได้รับไปประยุกต์ใช้และส่งเสริมการแก้ โจทย์ปัญหาได้ดีกว่าการได้รับข้อมูลย้อนกลับที่มีการยกตัวอย่างสถานการณ์โจทย์ปัญหาที่ใกล้เคียงซึ่ง มีรายละเอียดมากกว่า จะทำให้ผู้เรียนกลุ่มนี้ไม่ได้รับประโยชน์เท่าที่ควรเพราะต้องอาศัยทักษะในการ ตีความ และทำความเข้าใจข้อมูลย้อนกลับที่ได้รับด้วยเช่นกัน

จากโมเดลการให้ข้อมูลย้อนกลับของ RISE Model ของ Wray (2013) ที่มีการจัดระดับของ การให้ข้อมูลย้อนกลับจึงสะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนกลุ่มนี้จะเกิดการเรียนรู้ได้ดีเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับ เฉพาะในระดับที่ 2 คือ การสืบสอบ (Inquire) ซึ่งเปรียบเสมือนกับการให้ข้อมูลแบบชี้แนะ (Directive) ที่เหมาะสมกับผู้เรียนกลุ่มนี้ โดยข้อมูลย้อนกลับลักษณะนี้สอดคล้องกับระดับการเรียนรู้ ตามแนวคิดทฤษฎีของบลูมในระดับ ความเข้าใจ (Understanding) และการวิเคราะห์ (Applying) สะท้อนให้เห็นว่าข้อมูลย้อนกลับที่ให้เป็นการให้ความรู้ความเข้าใจมากกว่าการ สะท้อนบอกผลถูกผิด โดยเมื่อพิจารณาข้อมูลย้อนกลับในระดับที่ 1 คือ การสะท้อน (Reflect) ซึ่ง เปรียบเสมือนกับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (KORF) ที่สอดคล้องกับระดับการเรียนรู้ ตามแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูมในระดับความจำ (Remembering) นั้นอาจไม่ช่วยในการ ส่งเสริมการเรียนรู้แก่ผู้เรียนกลุ่มนี้

(2) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฯ เมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับทั้ง 5 รูปแบบไม่แตกต่างกัน อาจเป็นเพราะผู้เรียนกลุ่มนี้มีพื้นฐานความรู้เดิม อยู่พอสมควรแล้วจึงทำให้ผลของการได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีแต่ละรูปแบบไม่แตกต่างกันภายหลัง จากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับจึงเป็นการสะท้อนให้เห็นว่า การให้สารสนเทศแก่ผู้เรียนที่มี ระดับความสามารถปานกลางไม่ว่าจะเป็นการชี้แนะหรือการยกตัวอย่างก็ช่วยสร้างความรู้ความเข้าใจ ให้แก่ผู้เรียนตามศักยภาพของตนเอง หรือแม้แต่แบบบอกผลการตอบก็สามารถนำมาใช้ได้หากมี ข้อจำกัดในแง่ของเวลา เพราะการบอกผลการตอบนั้นแม้ว่าจะไม่มีการให้สารสนเทศใดๆเพิ่มเติม แต่สำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางก็เปรียบเสมือนกับการบอกใบ้ภายใต้พื้นความรู้ที่ ตนพอมิและเมื่อทราบผลการตอบว่าผิดก็จะเป็นการทำทนายให้ตอบใหม่ซึ่งน่าจะเป็นผลดีว่าการ ทดสอบหรือแบบฝึกหัดทั่วไปที่เปิดโอกาสให้ตอบได้ครั้งเดียว

จากโมเดลการให้ข้อมูลย้อนกลับของ RISE Model ของ Wray (2013) ที่มีการจัดระดับของ การให้ข้อมูลย้อนกลับจึงสะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนกลุ่มนี้จะเกิดการเรียนรู้ได้ดีเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับ ในระดับ 1) การสะท้อน (Reflect) ซึ่งเปรียบเสมือนกับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (KORF) ที่สอดคล้องกับระดับการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีของบลูมในระดับความจำ (Remembering) และ 2) การสืบสอบ (Inquire) ซึ่งเปรียบเสมือนกับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ

ยกตัวอย่าง (Worked Example) และแบบชี้แนะ (Directive) ที่สอดคล้องกับระดับการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีของบลูมในระดับ ความเข้าใจ (Understanding) และการวิเคราะห์ (Applying) จากที่ได้กล่าวมาทั้งหมดจึงสรุปได้ว่าผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางจะสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดีขึ้นภายใต้รูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่หลากหลาย โดยสรุปคือ ครูสามารถเลือกใช้ข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้เรียนกลุ่มนี้รูปแบบใดก็ได้ขึ้นภายใต้ทรัพยากรและระยะเวลาที่เหมาะสม

(3) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF) แบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (PWF) และแบบบอกผลการตอบ (KORF) มีค่าเฉลี่ยความสามารถในแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่าข้อมูลย้อนกลับแบบการให้การชี้แนะทั้ง 2 รูปแบบ คือ FDF และ PDF สะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนกลุ่มนี้จะเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้นเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับที่มีการยกตัวอย่างการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ใกล้เคียง (Worked Example Feedback) มากกว่าข้อมูลย้อนกลับที่ใช้การชี้แนะ ทั้งนี้เนื่องจากผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงน่าจะมีลักษณะที่สนใจในข้อมูลย้อนกลับที่ได้รับแม้จะมีการให้รายละเอียดที่มากขึ้น และเมื่อผู้เรียนได้รับรายละเอียดจากข้อมูลย้อนกลับก็จะสามารถนำไปใช้แก้ไขโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องได้ (Gouli, Gogoulou, & Grigoriadou 2008; van der Kleij et al., 2012; Yastibas, & Yastibas, 2015)

จากโมเดลการให้ข้อมูลย้อนกลับของ RISE Model (2013) ที่มีการจัดระดับของการให้ข้อมูลย้อนกลับจึงสะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงจะเกิดการเรียนรู้ได้ดีเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับทั้งในระดับ 1) การสะท้อน (Reflect) ซึ่งเปรียบเสมือนกับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (KORF) ที่สอดคล้องกับระดับการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีของบลูมในระดับความจำ (Remembering) และ 2) การสืบสอบ (Inquire) ซึ่งเปรียบเสมือนกับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบยกตัวอย่าง (Worked Example) และแบบชี้แนะ (Directive) ที่สอดคล้องกับระดับการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีของบลูมในระดับ ความเข้าใจ (Understanding) และการวิเคราะห์ (Applying) โดยสรุปคือ ครูสามารถเลือกใช้ข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงโดยใช้รูปแบบใดก็ได้ภายใต้ทรัพยากรและระยะเวลาที่มีอยู่

จากผลการวิจัยนี้จะเห็นได้ว่ารูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่ให้แก่นักเรียนนั้นส่งผลแตกต่างกันไปตามแต่ระดับความสามารถของผู้เรียน ซึ่งครูผู้สอนควรตระหนักถึงปัจจัยดังกล่าว และปรับรูปแบบการสอนให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียนเอง ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมเชิงพุทธิปัญญา (Social Cognitive Theory) ของ Albert Bandura ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างกันของปัจจัยส่วนบุคคล (Personal Factor) พฤติกรรม (Behavior) และสภาพแวดล้อม (Environment) ซึ่งจากผลการวิจัยนี้ ปัจจัยส่วนบุคคลคือระดับ

ความสามารถของผู้เรียนที่แตกต่างกันนั้น จะสัมพันธ์ต่อสภาพแวดล้อมคือรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับและรูปแบบการเรียนการสอนของครู

ดังนั้นข้อค้นพบจากงานวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงประโยชน์ของข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อผู้เรียนซึ่งมีระดับความสามารถแตกต่างกันและสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับครูตลอดจนผู้เกี่ยวข้องในการเลือกใช้ข้อมูลย้อนกลับให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนอันจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองให้สอดคล้องกับบริบทมากยิ่งขึ้น

2.2) ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่มีต่อความแม่นยำในการประเมินตนเอง

จากผลการวิจัยที่พบว่า “ระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่แตกต่างกันมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความแม่นยำในการประเมินตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ” จากผลการวิจัยที่มีความสอดคล้องกับสมมติฐานสะท้อนให้เห็นว่าในการเรียนการสอนผู้เรียนซึ่งในบริบทของงานวิจัยคือ ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน ครูผู้สอนต้องคำนึงถึงการเลือกรูปแบบข้อมูลย้อนกลับให้เหมาะสมกับคุณลักษณะของผู้เรียน เนื่องจากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่า

(1) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมีค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเอง ภายหลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (FDF) สูงกว่าข้อมูลย้อนกลับรูปแบบอื่น (FWF, PWF และ KORF) เนื่องจากพบว่าผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมีความแม่นยำในการประเมินตนเองสูงกว่าการยกตัวอย่าง (Worked Example Feedback) ซึ่งต้องอาศัยทักษะการอ่านและทำความเข้าใจมากกว่ารูปแบบอื่น และพบว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะช่วยทำให้ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางบวกต่อการเรียน มีผลคะแนนที่ดีขึ้น จากผลการศึกษาครั้งนี้ได้สังเกตเห็นว่าในการตอบถูกของผู้เรียนนั้นอาจจะไม่ได้เกิดจากความเข้าใจที่แท้จริงแต่อาจมาจากการเดาคำตอบ แม้ว่าผู้เรียนจะตอบถูกจากการเดา แต่ผู้เรียนก็จะได้รับสารสนเทศเพิ่มเติมซึ่งเป็นผลดีต่อตัวผู้เรียน โดยทำให้ทราบว่าตนเองเข้าใจถูกหรือผิดอย่างไร จากกรณีดังกล่าวจึงสะท้อนให้เห็นว่าข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์ที่ให้ทั้งข้อผิดและถูกในการตอบข้อสอบทุกครั้งนั้นมีความเหมาะสมกับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำซึ่งช่วยให้ประเมินตนเองได้แม่นยำมากกว่าเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับรูปแบบอื่น ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับ เหมือนฝัน ขมมณี (2555) ที่พบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับควรให้ทุกขั้นตอน ขณะเดียวกันข้อมูลย้อนกลับที่เหมาะสมกับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำควรเป็นเพียงการชี้แนะ (Directive Feedback) (เหมือนฝัน ขมมณี,

2555) ทั้งนี้ข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะช่วยให้ผู้เรียนได้ทราบจุดอ่อนของตนเองมากกว่าการไม่ได้สารสนเทศใดเลยหรือหากเป็นสารสนเทศที่มากเกินไปก็ไม่ช่วยให้ผู้เรียนทราบจุดอ่อนของตนเองมากขึ้นเพราะต้องอาศัยทักษะการตีความ

(2) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางมีค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองภายหลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (FDF) สูงกว่า แบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) เนื่องจากในบางครั้งที่ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางตอบถูก อาจเป็นเพราะการเดา ซึ่งการได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะนั้น ผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับแม้จะตอบถูกก็ตาม ซึ่งช่วยทำให้ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้นและทราบจุดอ่อนของตนเองมากขึ้นเมื่อเทียบกับข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) ที่ผู้เรียนอาจตอบถูกโดยการเดาคำตอบ แต่ก็จะไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งจุดนี้เองอาจทำให้ผู้เรียนไม่ได้เกิดความรู้ความเข้าใจว่าเพราะเหตุใดตัวเลือกที่ตนเองตอบจึงถูกส่งผลให้ไม่ทราบจุดอ่อนของตนเองเป็นเหตุผลให้มีผลคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองต่ำกว่าข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (FDF)

(3) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงมีค่าเฉลี่ยคะแนนความแม่นยำในการประเมินตนเองภายหลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบ FDF, PWF และ KORF สูงกว่าการได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบสมบูรณ์และแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ(FDF,PDF) สะท้อนให้เห็นว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะมีแนวโน้มที่จะไม่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง ดังนั้นรูปแบบข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะจึงอาจไม่เหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงที่มีแรงจูงใจในการเรียนสูงเป็นผลให้มีความสนใจในข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้การยกตัวอย่าง (Worked Example Feedback) มากกว่าแบบชี้แนะ (Directive Feedback) (Yastibas, & Yastibas, 2015) สอดคล้องกับ Shute (2008) และ Spiller (2009) ที่ได้เสนอแนวทางในการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกันว่าข้อมูลย้อนกลับที่มีรายละเอียดจะมีประโยชน์ต่อผู้เรียนกลุ่มสูงหากไม่ซับซ้อนมากเกินไป (Shute, 2008; Spiller, 2009)

จากโมเดลการให้ข้อมูลย้อนกลับของ RISE Model ของ Wray (2013) ที่มีการจัดระดับของการประเมินตนเอง (Self-evaluation) ซึ่งในงานวิจัยได้กำหนดให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยมีลักษณะการประเมินตนเองเป็นการสะท้อน (Reflect) เกี่ยวกับความสามารถของตนเองว่าทำได้หรือไม่อยู่ในระดับใด ซึ่งจัดเป็นระดับของการประเมินตนเองขั้นต่ำที่สุดคือระดับที่ 1 โดยผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำและปานกลางมีแนวโน้มว่าจะประเมินตนเองได้แม่นยำภายหลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะมากกว่ารูปแบบอื่น ตรงข้ามกับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงที่มีความแม่นยำในการประเมินตนเองสูงเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับ

แบบยกตัวอย่าง ดังนั้นนอกจากรูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่มีผลต่อการประเมินตนเองแล้ว ควรมี การศึกษารูปแบบการประเมินตนเองเพื่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้เรียนในอนาคตว่าควรมีแนวทางในการ ประเมินตนเองอย่างไรที่ไม่ใช่เป็นการสะท้อนว่ารู้ไม่รู้อะไรแต่ควรมีการพัฒนาารูปแบบการประเมิน ตนเองในระดับที่สูงขึ้นไปให้สอดคล้องกับระดับความสามารถของผู้เรียนด้วยตามโมเดลการประเมิน ตนเองของ RISE Model ที่มีระดับ 4 ระดับได้แก่ 1) Reflect 2) Require 3) Suggest และ 4) Elevate ซึ่งถ้าหากเป็นการประเมินตนเองในระดับการประเมินค่านี้จัดเป็นระดับที่สูงสุด เพื่อประเมิน ตนเองว่า ความสามารถของตนเองที่มีอยู่นั้นจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในอาชีพหรือใน ชีวิตประจำวันหรือไม่อย่างไร เป็นต้น

2.3) ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูล ย้อนกลับทันทีที่มีต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูก

จากผลการวิจัยที่พบว่า “ระดับความสามารถของผู้เรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ แยกต่างกัมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ” จาก ผลการวิจัยพบว่า ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานสะท้อนให้เห็นว่า ผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่าง กันมีค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูกตั้งแต่ครั้งที่ 1-5 ไม่แตกต่างกันในภาพรวม แต่เมื่อพิจารณา รูปแบบข้อมูลย้อนกลับกับจำนวนครั้งในการตอบพบว่า มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็น ในการตอบถูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่ แยกต่างกัจะมีค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูกเพิ่มขึ้นแตกต่างกันในแต่ละครั้งตั้งแต่ครั้งที่ 1-5 สอดคล้องกับ งานวิจัยส่วนใหญ่ซึ่งพบว่า ผู้สอบมีโอกาสของการตอบถูกเพิ่มขึ้นหากเปิดโอกาสให้มีการ แก้อัไขคำตอบได้ (Attali, 2011; van der Linden, Jeon, & Ferrara, 2011; Merrel et al., 2015) ดังนั้นนอกจากปัจจัยของรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีผลต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูก ยังมี ปัจจัยของการตัดตัวเลือกออก หรือจำนวนครั้งที่เปิดโอกาสให้ตอบจนกว่าจะถูก ซึ่งเป็นอีกปัจจัยหลักที่มี ผลต่อความน่าจะเป็นในการตอบถูกโดยเฉพาะข้อสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก ซึ่งครูผู้สอนต้อง คำนึงถึงการเลือกใช้รูปแบบข้อมูลย้อนกลับให้เหมาะสมกับคุณลักษณะของผู้เรียนในบริบทของการ ทดสอบที่มีการเปิดโอกาสให้ตอบได้หลายครั้ง เนื่องจากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่า

(1) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การ ยกตัวอย่าง (PWF) และข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) มีค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็น ในการตอบถูก (P) เพิ่มขึ้นทุกครั้งที่ตอบ (k) ตั้งแต่ครั้งที่ 2,3,4 และ 5 ในทางตรงกันข้ามเมื่อ ผู้เรียนกลุ่มต่ำได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF) กลับมีค่าเฉลี่ยความ น่าจะเป็นในการตอบถูกเพิ่มขึ้นเฉพาะการตอบในครั้งที่ 2 เท่านั้น ที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ สะท้อน

ให้เห็นว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่างไม่เป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำเท่าที่ควร จึงทำให้ความน่าจะเป็นในการตอบถูกเพิ่มมากขึ้นชัดเจนเฉพาะในการตอบครั้งที่ 2 เท่านั้น เนื่องจากผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมีแนวโน้มที่จะตอบผิดมากกว่าตอบถูก ดังนั้นผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์จึงอาจจะไม่ได้รับประโยชน์เพราะต้องตอบถูกจึงจะได้รับข้อมูลย้อนกลับ และถึงแม้ว่าผู้เรียนกลุ่มนี้ตอบถูกแล้วและได้รับข้อมูลย้อนกลับผู้เรียนก็อาจจะสับสนและไม่ได้สนใจเนื่องจากมีรายละเอียดที่มากและน่าจะไม่ชอบและไม่มีความตั้งใจในการอ่านข้อมูลย้อนกลับที่ให้หลายๆครั้ง

(2) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับทุกรูปแบบมีค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูก (P) เพิ่มขึ้นทุกครั้งที่มีการตอบ (k) ตั้งแต่ครั้งที่ 2,3,4 และ 5 สะท้อนให้เห็นว่าไม่ว่าจะได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบใดผู้เรียนกลุ่มนี้ก็มีประสิทธิภาพในการตอบถูกเพิ่มขึ้น เพราะผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางน่าจะพอมีความรู้พื้นฐานในระดับหนึ่งหากมีการให้ข้อมูลย้อนกลับไม่ว่าจะในรูปแบบใดจากงานวิจัยในครั้งนี้ที่มีทั้งหมด 5 รูปแบบ ก็เป็นประโยชน์ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนสะท้อนให้เห็นว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีการออกแบบอย่างเป็นระบบจะช่วยให้ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลางเกิดการเรียนรู้และแก้ไขตนเองได้ดียิ่งขึ้นหากมีการเปิดโอกาสให้แก้ไขคำตอบได้ในกรณีของการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีในระบบคอมพิวเตอร์

(3) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์และแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF, PWF) มีค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูก (P) เพิ่มขึ้นในการตอบ (k) ตั้งแต่ครั้งที่ 2,3 และ 4 เนื่องจากผู้เรียนกลุ่มสูงตอบถูกตั้งแต่ครั้งที่ 1 เป็นส่วนใหญ่ จึงทำให้การตอบในครั้งที่ 5 ไม่แตกต่างกับการตอบครั้งที่ 2, 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญ เพราะผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงมีทักษะในการอ่าน การตีความและมีแรงจูงใจในการเรียนที่สูงอยู่แล้ว การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบใช้การยกตัวอย่างที่ต้องอาศัยการทำความเข้าใจและตีความจึงส่งผลดีต่อผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นในการตอบถูกของความพยายามในการตอบของรูปแบบข้อสอบที่แตกต่างกันตั้งแต่ครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 5 พบว่าข้อสอบแบบเลือกตอบ (MC) มีค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นในการตอบถูกสูงกว่าข้อสอบแบบสร้างคำตอบ (CR) จากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าเมื่อให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (Immediate Feedback) ผู้สอบจะมีโอกาสในการตอบถูกในข้อสอบแบบเลือกตอบมากกว่าแบบสร้างคำตอบ ซึ่งเป็นเพราะข้อสอบแบบสร้างคำตอบยากที่จะเดาคำตอบ อีกทั้งผู้เรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจที่สูงพอสมควรจึงจะสามารถทำข้อสอบแบบสร้างคำตอบได้ถูกต้อง ในทางกลับกันข้อสอบแบบเลือกตอบ มีโอกาสที่ผู้เรียนจะตอบถูกจากการเดาสูงกว่าข้อสอบแบบสร้างคำตอบ สะท้อนให้เห็นว่าข้อสอบแบบเลือกตอบ ง่ายกว่าข้อสอบแบบสร้างคำตอบ

ซึ่งสอดคล้องกับ Sinhaa และ Glassa (2015) ที่พบว่าผู้เรียนจะได้รับประโยชน์จากข้อมูลย้อนกลับในข้อสอบแบบเติมคำตอบสั้น (Short Answer) มากกว่าข้อสอบแบบเลือกตอบ ถ้าได้รับข้อมูลย้อนกลับภายหลัง (Delayed Feedback) ไม่ใช่การให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (Immediate Feedback) แต่ในทางตรงกันข้าม Attali (2015) พบว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับสำหรับรูปแบบข้อคำถามที่แตกต่างกันสำหรับข้อสอบปลายเปิด (Open-ended, OE) จะมีคะแนนสูงกว่าข้อสอบแบบเลือกตอบ ซึ่งในการวิเคราะห์ดังกล่าวนี้ไม่ได้มีการระบุถึงความสามารถของผู้เรียนว่าเป็นผู้เรียนในกลุ่มความสามารถใดที่จะได้ประโยชน์จากการได้รับข้อมูลย้อนกลับในข้อสอบแต่ละรูปแบบ ภายใต้การใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory Model) มาวิเคราะห์ผลการตอบซึ่งซับซ้อนมากกว่า จึงอาจเป็นเหตุผลให้ผลการศึกษาดังกล่าวแตกต่างกัน

3) ผลการประเมินคุณภาพของระบบการทดสอบระหว่างผู้เรียนที่มีระดับความสามารถและได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีที่แตกต่างกัน

3.1) คุณภาพของระบบการทดสอบด้านอรรถประโยชน์

คุณภาพของระบบด้านอรรถประโยชน์ คือ ระบบการทดสอบเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและปรับปรุงตนเองแก่ผู้เรียน ซึ่งพบว่า 1) ผู้เรียนชอบการแจ้งคะแนนทันทีหลังจากทำข้อสอบเสร็จ เพราะถ้าหากพบปัญหา เช่น สอบตก จะทำให้สามารถสอบซ่อมได้ทันที 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีรายละเอียดเป็นประโยชน์ต่อการทำข้อสอบของผู้เรียน 3) ผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ KORF รู้สึกว่าไม่ยุติธรรมเพราะเพื่อนคนอื่น ๆ ต่างก็ได้รับข้อมูลย้อนกลับที่มีรายละเอียดทั้งหมด 4) ผู้เรียนชอบระบบการทดสอบเช่นนี้ เพราะรู้สึกว่ามีประโยชน์ เหมือนการทำแบบฝึกหัด 5) ในบางครั้งแบบทดสอบแบบสร้างคำตอบ หรือเติมคำก็เป็นที่ยินดีสำหรับผู้สอบมากกว่า เพราะได้คิดคำนวณด้วยตนเอง 6) ผู้เรียนที่พบว่าระบบการทดสอบในบางชุดไม่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับใดๆ จึงตั้งคำถามว่า ทำไมข้อสอบชุดดังกล่าวนี้ ไม่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ จากผลการวิจัยดังกล่าวจึงสะท้อนให้เห็นมุมมองของผู้เรียนที่มีต่อระบบการทดสอบว่า ระบบการทดสอบดังกล่าวมีประโยชน์สามารถนำไปใช้ได้จริง ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินระบบการทดสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิที่เห็นว่าระบบการทดสอบมีคุณภาพด้านอรรถประโยชน์ในระดับดี

3.2) คุณภาพของระบบด้านความเป็นไปได้

คุณภาพของระบบการทดสอบด้านความเป็นไปได้ คือ ระบบการทดสอบสามารถนำไปใช้ได้ ในสถานการณ์ที่เป็นจริง ประหยัดเวลา ประหยัดทรัพยากรและสะดวกต่อการใช้งานภายใต้เวลาและเงื่อนไขที่กำหนด พบว่าผู้เรียนมีความคิดเห็นต่อระบบการทดสอบ ดังนี้ 1) ผู้เรียนบางคนเสนอว่า

ระบบทดสอบควรจะสามารถเข้าถึงได้ผ่านช่องทางอื่นๆ นอกจากคอมพิวเตอร์ เช่น สามารถเข้าถึงได้ผ่านโทรศัพท์มือถือ เป็นต้น 2) ผู้เรียนต้องการให้สามารถพิมพ์ผลคะแนนของตนเองเก็บไว้ได้ด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้วิจัยควรพัฒนาให้ระบบสามารถพิมพ์ผลการทดสอบเพื่อให้ผู้เรียนได้เก็บไว้เป็นหลักฐานด้วย แต่ด้วยข้อจำกัดของแต่ละโรงเรียนที่ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเข้าถึงอุปกรณ์เครื่องพิมพ์ได้ทั้งหมด ดังนั้นผู้เรียนต้องใช้วิธีการอื่นในการเก็บข้อมูลระบบรายงานผลสอบ เช่น การถ่ายรูปด้วยโทรศัพท์มือถือ เป็นต้น 3) ผู้เรียนต้องการให้สามารถติดตั้งระบบการทดสอบลงบนระบบคอมพิวเตอร์ของตนเองได้ เพราะรู้สึกว่าการทดสอบมีประโยชน์เหมือนเป็นแบบฝึกหัด ถ้าสามารถทำแบบออนไลน์ได้จะสามารถเข้าถึงได้ตลอด และสามารถแบ่งให้เพื่อนได้ลองทำบ้างได้อีกด้วย จากผลการวิจัยดังกล่าวจึงสะท้อนให้เห็นมุมมองของผู้เรียนที่มีต่อระบบการทดสอบในด้านความเป็นไปได้ว่า ระบบการทดสอบดังกล่าวมีความเป็นไปได้ในการใช้งานแต่อาจมีข้อจำกัดหรืออุปสรรคในการแสดงผลคะแนน แต่อย่างไรก็ดีแม้ว่าจะมีข้อจำกัดแต่ผู้เรียนส่วนใหญ่ก็มีความต้องการนำไประบบไปใช้ด้วยตนเองอีกภายหลังเพื่อใช้ฝึกฝนตลอดจนนำไปแบ่งปันกับเพื่อนๆ ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินระบบการทดสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิที่เห็นว่าระบบการทดสอบมีคุณภาพด้านความเป็นไปได้ในระดับดี

3.3) คุณภาพของระบบด้านความเหมาะสม

คุณภาพของระบบการทดสอบด้านความเหมาะสม คือ ระบบการทดสอบสอดคล้องและเหมาะสมกับหลักการ วิธีการ ในด้านของสภาพบริบท เวลา ข้อมูล และไม่ส่งผลเสียต่อผู้เรียน พบว่าผู้เรียนมีความคิดเห็นต่อระบบการทดสอบ ดังนี้ 1) ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมีความคิดเห็นว่ายากตอบข้อคำถามแบบสร้างคำตอบไม่ค่อยได้ และรู้สึกข้อคำถามแบบสร้างคำตอบยาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำมีแนวโน้มที่จะชอบข้อสอบแบบเลือกตอบมากกว่า นอกจากนี้ลักษณะข้อมูลย้อนกลับแบบ KORF น่าจะไม่ค่อยเหมาะสมกับผู้เรียนกลุ่มต่ำเพราะไม่ได้ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจใดๆ ให้แก่ผู้เรียนเลย 2) ผู้เรียนมีความคิดเห็นว่าจำนวนข้อสอบในระบบการทดสอบมีความเหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนด อีกทั้งยังสามารถดูเวลาในระบบการทดสอบได้อีกด้วยทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกกังวล 3) การป้อนคำตอบเข้าสู่ระบบการทดสอบควรสามารถใช้วิธีอื่นนอกจากพิมพ์ แล้วคลิก 4) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายหรือชี้แนะนั้นเหมาะสมดีแล้ว เพราะข้อคำถามหรือโจทย์ปัญหาบางข้อจำเป็นต้องมีการอธิบายมากกว่านำเสนอเป็นเพียงรูปหรือแผนภาพเพียงอย่างเดียวซึ่งไม่เพียงพอ ผลการวิจัยดังกล่าวจึงสะท้อนให้เห็นมุมมองของผู้เรียนที่มีต่อระบบการทดสอบในด้านความเป็นไปได้ว่า ระบบการทดสอบดังกล่าวมีความเหมาะสมในเรื่องของรูปแบบการนำเสนอข้อมูลย้อนกลับเป็นตัวหนังสือ รวมถึงการกำหนดกรอบระยะเวลาในการทดสอบที่ชัดเจนและรูปแบบ

ของข้อสอบที่ผู้สอบกลุ่มต่ำจะไม่ชอบข้อสอบสร้างคำตอบเมื่อเทียบกับแบบเลือกตอบ สอดคล้องกับผลการประเมินระบบการทดสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิที่เห็นว่าระบบการทดสอบมีคุณภาพด้านความเหมาะสมในระดับดี

3.4) คุณภาพของระบบด้านความถูกต้อง

คุณภาพของระบบการทดสอบด้านความถูกต้อง คือ ระบบการทดสอบมีความถูกต้องสามารถวัดตัวชี้วัดที่ต้องการวัดได้จริง รวมถึงการวิเคราะห์และประมวลผลคะแนนถูกต้องมีความเป็นปรนัย พบว่าผู้เรียนมีความคิดเห็นต่อระบบการทดสอบ ดังนี้ 1) ผู้เรียนมีข้อสงสัยว่าถ้าประเมินตนเองในระดับสูงจะช่วยดึงคะแนนการแก้โจทย์ปัญหาให้สูงขึ้นหรือไม่ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าคำชี้แจงว่ายังไม่ชัดเจน โดยคำชี้แจงควรระบุให้ชัดเจนว่าการวิเคราะห์คะแนนในแต่ละส่วนจะไม่ถูกนำมารวมกัน และคำชี้แจงการยังขาดการเน้นย้ำความสำคัญของการประเมินตนเอง ซึ่งควรจะทำให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงที่สุด 2) ผู้เรียนไม่เข้าใจเกณฑ์การให้คะแนนทำให้คิดว่าคะแนนที่ได้ไม่ถูกต้อง อาจเป็นเพราะในการชี้แจงก่อนการทดสอบครูแต่ละท่านมีวิธีการชี้แจงที่แตกต่างกันแต่อาจจะไม่ได้ระบุประเด็นสำคัญเรื่องการให้คะแนน ทำให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัย 3) ผู้เรียนมีความคิดเห็นว่า ความถูกต้องของการประมวลผลคะแนนมีความแม่นยำรวดเร็ว ทราบผลทันทีและไม่มีปัญหาการใช้งาน จากผลการวิจัยดังกล่าวจึงสะท้อนให้เห็นมุมมองของผู้เรียนที่มีต่อคุณภาพของระบบการทดสอบในด้านความถูกต้องว่า ระบบการทดสอบขาดการชี้แจงเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละชุดการทดสอบอย่างชัดเจนซึ่งเป็นผลมาจากการจัดการทดสอบจะถูกจัดขึ้นโดยครูผู้สอนของแต่ละโรงเรียนทำให้มีความคลาดเคลื่อนในการชี้แจงหรือชี้แจงไม่ครบถ้วน แต่อย่างไรก็ดีจากผลการประเมินคุณภาพของระบบด้านความถูกต้องจากผู้ทรงคุณวุฒิจะเห็นว่าระบบการทดสอบก็ยังถือว่ามีคุณภาพด้านความถูกต้องในระดับดี

4) ผลการปรับปรุงระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

จากผลการวิจัยในระยะที่ 2 (D₂R₂) ที่ได้มีการออกแบบและพัฒนาการทดสอบให้มีการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันทั้ง 5 รูปแบบ ซึ่งพบว่าผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกันคือ ต่ำ ปานกลาง และสูง เมื่อผ่านการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ที่แตกต่างกันพบว่า มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังจากการทดสอบ (Post-test) ต่ำกว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบ (Pre-test) อาจเป็นเพราะการออกแบบระบบการทดสอบประกอบด้วยแบบทดสอบทั้งหมด 5 ชุด ซึ่งกำหนดให้ผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบต่อเนื่องกัน

เป็นระยะเวลา 90 นาที ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสที่จะให้ความสนใจและมุ่งมั่นในการทำแบบทดสอบลดลง อย่างเป็นเห็นได้ชัดจนซึ่งถือว่าเป็นความลำเอียง (bias) ที่เรียกว่า “Carryover Effect” ซึ่งเป็นอิทธิพล จากปัจจัยอื่นๆเช่น จำนวนชุดข้อสอบที่มากเกิดไป ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความล้า (Test Fatigue) และมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาลดลง ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดแนวทางในการปรับปรุงและออกแบบ ระบบในระยะที่ 3 (D₃R₃) เพื่อลด Carryover Effect และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับ Treatment ด้วย ความถี่มากขึ้นคือจำนวน 2 ครั้งภายใน 1 สัปดาห์จากเดิมที่มีการให้ Treatment เพียงครั้งเดียวต่อ สัปดาห์ ขณะที่รูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่นำมาใช้ในการวิจัยในระยะที่ 3 ก็ได้พิจารณาจากผลการ วิเคราะห์ผลการทดสอบในระยะที่ 2 ว่ามีรูปแบบใดที่น่าจะส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งผลการพิจารณาพบว่า รูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่มีแนวโน้มจะส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาสำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน ได้แก่ FWF PDF และ KORF

ผลการวิจัยในระยะที่ 2 พบว่า (1) ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (FWF) มีแนวโน้มว่าเหมาะสมสำหรับผู้เรียนกลุ่มสูง (2) ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (PDF) มีแนวโน้มว่าเหมาะสมสำหรับผู้เรียนกลุ่มต่ำ (3) ผู้เรียนกลุ่มกลางมีแนวโน้มว่าจะเรียนรู้ได้ไม่แตกต่าง กันในข้อมูลย้อนกลับทุกรูปแบบ

ภายหลังจากการวิเคราะห์ผลการใช้ระบบภายหลังจากการปรับปรุงระบบพบว่า ความสามารถของผู้เรียนในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยสูงขึ้นภายหลังจากการได้รับ treatment สะท้อนให้ เห็นว่าระบบการทดสอบที่ผ่านการออกแบบและปรับปรุงในระยะที่ 3 มีคุณภาพและประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น รวมถึงยังมีปัจจัยอื่นที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ ได้แก่ ความถี่ของ การใช้ระบบการทดสอบที่จัดให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนมากขึ้น คือ 2 ครั้ง /สัปดาห์ และจำนวนชุดข้อสอบที่มี จำนวนลดลงไม่ก่อให้เกิดความล้า

ผลการวิเคราะห์ยังพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PDF และ KORF มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาภายหลังจากการได้รับ treatment (Post-test) สูงกว่าก่อนการ ได้รับ Treatment (Pre-test) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนส่วนใหญ่เรียนรู้ได้ดี ขึ้นเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PDF และ KORF ซึ่งมีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ไม่ซับซ้อนมาก อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจำแนกตามระดับความสามารถก็พบว่าผู้เรียนกลุ่มต่ำเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับ แบบ PDF มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่าข้อมูลย้อนกลับรูปแบบอื่นสอดคล้องกับผล วิจัยในระยะที่ 2 ขณะที่ผู้เรียนกลุ่มปานกลางเรียนรู้ได้ดีขึ้นเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบ PDF และ KORF ส่วนผู้เรียนที่มีความสามารถสูง สามารถเรียนรู้ได้ดีหากได้รับข้อมูลแบบ KORF ก็เพียงพอ สอดคล้องกับผลการวิจัยในระยะที่ 2

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.1 การให้ข้อมูลย้อนกลับสำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำควรเป็นเพียงการชี้แนะ (Directive Feedback) ทั้งนี้ข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะช่วยให้ผู้เรียนได้ทราบจุดอ่อนของตนเองมากกว่าการไม่ได้สารสนเทศใดเลยหรือหากเป็นสารสนเทศที่มากเกินไปก็ไม่ช่วยให้ผู้เรียนทราบจุดอ่อนของตนเองมากขึ้นเพราะต้องอาศัยทักษะการตีความ

1.2 การให้ข้อมูลย้อนกลับสำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถปานกลาง ควรให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีการชี้แนะ (Directive Feedback) มากกว่าข้อมูลย้อนกลับที่มีการยกตัวอย่าง (Worked Example Feedback) เนื่องจากผู้เรียนมีแนวโน้มว่าจะเกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าหากได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะ

1.3 การให้ข้อมูลย้อนกลับสำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง ควรเป็นข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การยกตัวอย่าง (Worked Example Feedback) ซึ่งข้อมูลย้อนกลับที่มีรายละเอียดจะมีประโยชน์ต่อผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง นอกจากนี้ครูยังสามารถเลือกใช้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (Knowledge of Result Feedback; KORF) แก่ผู้เรียนในกรณีที่มีระยะเวลาและทรัพยากรจำกัดก็เพียงพอในการสะท้อนผลการเรียนรู้ของผู้เรียนกลุ่มนี้

1.4 จากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่า ข้อสอบแบบเลือกตอบ ผู้เรียนจะมีโอกาสตอบถูกต้องสูงกว่าข้อสอบแบบสร้างคำตอบ ดังนั้นหากจัดการทดสอบขึ้นครูควรให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างละเอียดหรือเน้นย้ำจุดอ่อนของผู้เรียนในข้อสอบแบบสร้างคำตอบ สำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำให้มากขึ้น ขณะที่ข้อสอบแบบเลือกตอบ ครูก็ควรให้ข้อมูลย้อนกลับเช่นกันแต่อาจแตกต่างกันตรงที่จำนวนครั้งที่น้อยลงหรือให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีรายละเอียดไม่มากเท่ากับแบบสร้างคำตอบ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

2.1 การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับผลการใช้ระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน โดยศึกษาผลการใช้ระบบที่มีต่อผู้เรียนในด้านความสามารถทางการเรียนและความมั่นใจในการประเมินตนเอง ตลอดจนความน่าจะเป็นในการตอบถูก ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปในอนาคตควรศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรที่มีผลต่อความมั่นใจในการประเมินตนเองเพิ่มเติม เช่น แหล่งการให้ข้อมูลย้อนกลับ หรือความถี่ในการได้รับข้อมูลย้อนกลับ เป็นต้น เพราะหากครูสามารถพัฒนาผู้เรียนประเมินตนเองได้ตรงและแม่นยำก็จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนทราบจุดอ่อนของตนเองและสามารถหาแนวทางหรือกลยุทธ์มาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาตนเองได้ในอนาคต

2.2 การศึกษาในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองที่จัดให้มีขึ้นในสถานการณ์ที่มีระยะเวลาจำกัดเพียง 90 นาที ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการใช้ระบบการทดสอบเช่นนี้อีกอย่างต่อเนื่องแล้ววัดพัฒนาการของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงตนเองให้ดียิ่งขึ้น

2.3 การวิจัยในครั้งนี้ได้มีการกำหนดรูปแบบการประเมินตนเองที่สอดคล้องกันกับแนวทางการประเมินตนเองของ RISE Model ของ Wray (2013) ที่เป็นลักษณะของการสะท้อนตัวเองอย่างง่ายว่าตนเองรู้อะไรไม่รู้จะอะไร ซึ่งจัดอยู่ในระดับการประเมินตนเองระดับที่ 1 คือ Reflect จากทั้งหมด 4 ระดับ ดังนั้นนอกจากรูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่มีผลต่อการประเมินตนเองแล้ว ควรมีการศึกษารูปแบบการประเมินตนเองเพื่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้เรียนในอนาคตว่าควรมีแนวทางในการประเมินตนเองอย่างไรโดยอาจมีการพัฒนารูปแบบการประเมินตนเองในระดับที่สูงขึ้นไปให้สอดคล้องกับระดับความสามารถของผู้เรียนด้วยตามโมเดลการประเมินตนเองของ RISE Model ที่มีระดับ 4 ระดับได้แก่ 1) Reflect 2) Require 3) Suggest และ 4) Elevate ซึ่งถ้าหากเป็นการประเมินตนเองในระดับการประเมินค่านี้จัดเป็นระดับที่สูงสุด โดยเป็นการประเมินตนเองว่า ความสามารถของตนเองที่มีอยู่จะเป็นประโยชน์อย่างไรในสถานการณ์ในอนาคต เป็นต้น

2.4 การวิจัยในครั้งนี้เป็นการประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองแบบต่อเนื่องของราสช์ (Rasch SIRT Model) ที่มีการวิเคราะห์เฉพาะค่าพารามิเตอร์ความยาก (b) และพารามิเตอร์จำนวนครั้งในการตอบ (k) ดังนั้นสำหรับการวิจัยในอนาคตอาจมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมโดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบที่น่าสนใจได้แก่ Two-parameter Model , Three-parameter Model ที่มีการวิเคราะห์ทั้งอำนาจจำแนก (Discrimination) และค่าการเดา (Guessing Parameters) รวมถึงศึกษาภายใต้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Multidimensional Item Response Theory; MIRT) นอกจากนี้ควรศึกษาเพิ่มเติมเพื่อเปรียบเทียบว่าจำนวนของความพยายามในการตอบแบบที่มีการกำหนดจำนวนครั้งในการตอบ กับไม่กำหนดจำนวนครั้งแบบใดที่น่าจะส่งผลดีต่อผู้เรียนมากกว่ากันภายใต้การให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันหรือรูปแบบข้อสอบที่แตกต่างกัน

รายการอ้างอิง



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก 1

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาชีววิทยาและการวัดและประเมินผลการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชาชีววิทยาและการวัดและประเมินผลการศึกษา

ชื่อ-นามสกุล	วุฒิการศึกษา	ตำแหน่ง	สถานที่ทำงาน
1.อาจารย์ สายสวาท สุวัฒน์ภิญญา	คบ.เอกชีววิทยา คม.การสอนวิทย์ฯ	อาจารย์ผู้สอน รายวิชาชีววิทยา	โรงเรียนสาธิต จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ฝายมัธยม
2.อาจารย์ อาทิตย์ สังข์สนิท	คบ.เอกชีววิทยา	อาจารย์ผู้สอน รายวิชาชีววิทยา	โรงเรียนเตรียม อุดมศึกษา
3.อาจารย์ ปรีดาภรณ์ ผลพีชน์	คบ.เอกชีววิทยา	อาจารย์ผู้สอน รายวิชาชีววิทยา	โรงเรียนเตรียม อุดมศึกษา
4.อาจารย์ ดร. เมษา นวลศรี	คบ.เอกวิทย์-ชีววิทยา คม.การวิจัยทางการศึกษา คด.การวัดและประเมินฯ	อาจารย์คณะครุ ศาสตร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏว ไลยอลงกรณ์
5.อาจารย์ ฐาปนา จ้อยเจริญ	คบ.เอกชีววิทยา วท.ม.เอกสัตววิทยา	อาจารย์คณะครุ ศาสตร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏว ไลยอลงกรณ์
6.อาจารย์ บุษยารัตน์ จันทร์ประเสริฐ	คบ.เอกวิทย์-ชีววิทยา คม.การวิจัยทางการศึกษา	รองผู้อำนวยการ สำนักประกัน คุณภาพ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร
7.อาจารย์ ธนิต กาญจนโกมล	คบ.เอกชีววิทยา	อาจารย์ผู้สอน รายวิชาชีววิทยา	โรงเรียนจิตรลดา
8 อาจารย์ พรพิมล ค่อมสิงห์	คบ.เอกชีววิทยา คม.การวัดและประเมินฯ	อาจารย์ผู้สอน รายวิชาชีววิทยา	โรงเรียนสตรีศรีสุริโยทัย
9.อาจารย์ กมลณพ ข้าด่อน	คบ.เอกชีววิทยา	อาจารย์ผู้สอน รายวิชาชีววิทยา	โรงเรียนวัดราชโอรส
10.อาจารย์ ณพัชรอรณ์ เฮงสมบูรณ์	คบ.เอกชีววิทยา คม.การวัดและประเมินฯ	อาจารย์ผู้สอน รายวิชาชีววิทยา	โรงเรียนวัดสนามชัยเขต
11.อาจารย์กิตติศักดิ์ โถวสมบัติ	คบ.วิทย์-เอกชีววิทยา ปริญญาโท ปรัชญาชีววิทยา ประเทศอังกฤษ	อาจารย์ผู้สอน รายวิชาปรัชญา/ ชีววิทยา	อาจารย์พิเศษ



ภาคผนวก 2

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านระบบเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านระบบเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา

ชื่อ-นามสกุล	วุฒิการศึกษา	ตำแหน่ง	สถานที่ทำงาน
1.อาจารย์ ดร.สุรศักดิ์ เก้าเอี้ยน	คบ.เอกวิทย์-เทคโนโลยี คม.การวิจัยและจิตวิทยา การศึกษา คต.การวิจัยและจิตวิทยา การศึกษา	อาจารย์ ผู้สอนคณะ ครุศาสตร์	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย
2.อาจารย์ ดร.ชุตินันท์ สวัสดิ์พงษ์	คบ.เอกวิทย์-เทคโนโลยี คม.การวิจัยและจิตวิทยา การศึกษา คต.เทคโนโลยีการศึกษา	อาจารย์ ผู้สอนคณะ ศึกษาศาสตร์	มหาวิทยาลัยสุโขทัย ธรรมมาธิราช
3.อาจารย์ ดร.ดร.ณภัท เพ็ญรัตน์	คบ.เอกวิทย์-เทคโนโลยี คม.การวิจัยและจิตวิทยา การศึกษา คต.การวิจัยและจิตวิทยา การศึกษา	อาจารย์ ผู้สอน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร



ภาคผนวก 3

แบบทดสอบจำแนกความสามารถทางการเรียนของผู้เรียนก่อนการนำระบบการ
ทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์จำนวน 16 ข้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

1.แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์

คำชี้แจง แบบทดสอบประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 16 ข้อโดยแบ่งเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ปรนัยข้อ 1-8 (8 ข้อ 8 คะแนน)

ตอนที่ 2 เติมคำข้อ 9-16 (8 ข้อ 8 คะแนน)

ตอนที่ 1 จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด 1 คำตอบโดยการ X ทับตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุด จำนวน 8 ข้อ 8 คะแนน

1.ครอบครัวหนึ่งพ่อที่มีหมู่เลือด A แบบ heterozygous และแม่ที่มีหมู่เลือด B แบบ Homozygous จงหาอัตราส่วนของหมู่เลือดของลูกที่เกิดว่ามีโอกาสจะมีหมู่เลือด A ก็เปอร์เซ็นต์

- | | | |
|------------------|---------|---------|
| 1. ไม่มีโอกาสเลย | 2. 25% | 3. 50 % |
| 4. 75% | 5. 100% | |

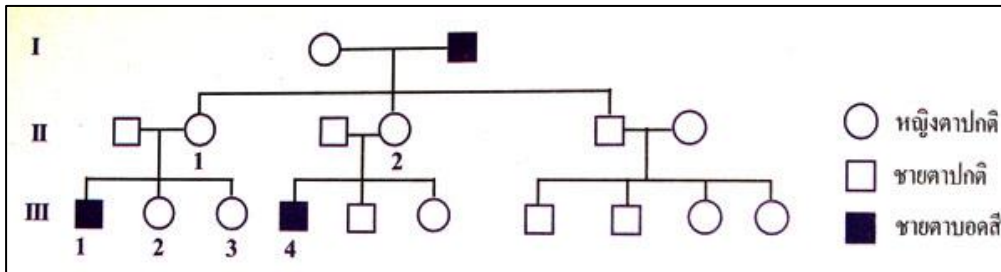
2. กำหนดให้กระต่ายขนสีขาวเป็นยีนเด่น (W) กระต่ายขนสีดำเป็นยีนด้อย (w) เมื่อนำกระต่ายขนสีขาวผสมกับกระต่ายขนสีดำ ปรากฏว่ารุ่นลูก (F1) ได้กระต่ายขนสีเทาทั้งหมด อยากทราบว่าหากนำกระต่ายขนสีเทา(F1) มาผสมกันเอง ในรุ่น F2 จะได้กระต่ายขนสีเทากี่ % (11A)

- | | | |
|---------|----------|---------|
| 1. 0 % | 2. 25 % | 3. 50 % |
| 4. 75 % | 5. 100 % | |

3. กำหนดให้ โรคฮีโมฟีเลีย ความผิดปกติที่ถูกควบคุมด้วยยีนด้อยบนโครโมโซมเพศ (X-linked gene) เมื่อหญิงคนหนึ่งมีลักษณะปกติแต่เป็นพาหะของโรคแต่งงานกับชายปกติ จะมีโอกาสให้กำเนิดบุตรชายที่มีลักษณะปกติกี่%

- | | | |
|---------|----------|---------|
| 1. 0 % | 2. 25 % | 3. 50 % |
| 4. 75 % | 5. 100 % | |

4. จงศึกษาแผนภาพที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามไปนี้



หมายเลข 1 ในรุ่นที่ II และ หมายเลข 1 ในรุ่นที่ III น่าจะมีจีโนไทป์แบบใด ตามลำดับ

1. $X^C X^C$ และ $X^C Y^c$
2. $X^C X^c$ และ $X^C Y^c$
3. $X^c X^c$ และ $X^c Y^c$
4. $X^C X^c$ และ $X^c Y$
5. $X^C X^c$ และ $X^c Y$

5. ครอบครัวหนึ่งพ่อที่มีหมู่เลือด A แบบ heterozygous และแม่ที่มีหมู่เลือด B แบบ Homozygous จงหาอัตราส่วนของหมู่เลือดของลูกที่เกิดว่ามีโอกาสจะมีหมู่เลือด A ก็เปอร์เซ็นต์

1. ไม่มีโอกาสเลย
2. 25%
3. 50%
4. 75%
5. 100%

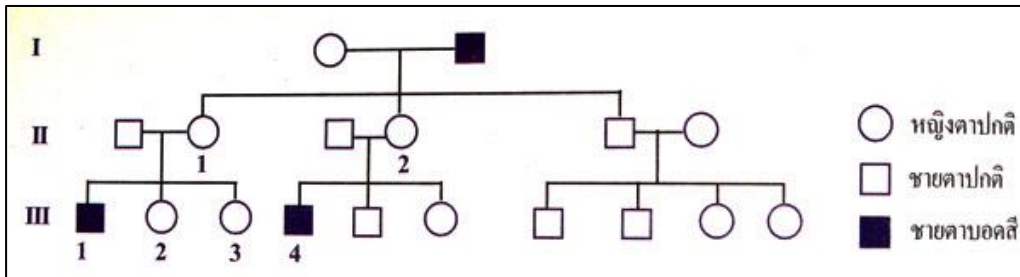
6. กำหนดให้กระต่ายขนสีขาเป็นยีนเด่น (W) กระต่ายขนสีดำเป็นยีนด้อย (w) เมื่อนำกระต่ายขนสีขาผสมกับกระต่ายขนสีดำ ปรากฏว่ารุ่นลูก (F1) ได้กระต่ายขนสีเทาทั้งหมด อยากทราบว่าหากนำกระต่ายขนสีเทา (F1) มาผสมกันเอง ในรุ่น F2 จะได้กระต่ายขนสีขาที่ตัวถ้ามีกระต่ายรุ่น F2 ทั้งหมด 4 ตัว (11B)

1. ไม่มีโอกาสเกิดขนสีขา
2. 1 ตัว
3. 2 ตัว
4. 3 ตัว
5. 4 ตัว

7. กำหนดให้ โรคฮีโมฟีเลีย ความผิดปกติที่ถูกควบคุมด้วยยีนด้อยบนโครโมโซมเพศ (X-linked gene) เมื่อหญิงคนหนึ่งมีลักษณะปกติแต่เป็นพาหะของโรคแต่งงานกับชายตาบอดสี จะมีโอกาสให้กำเนิดบุตรชายที่มีลักษณะปกติกี่%

1. 0 %
2. 25 %
3. 50 %
4. 75 %
5. 100 %

8. จงศึกษาแผนภาพที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามไปนี้



หมายเลข 2 ในรุ่นที่ II และ หมายเลข 4 ในรุ่นที่ III น่าจะมีจีโนไทป์แบบใด ตามลำดับ

1. $X^C X^C$ และ $X^C Y^C$
2. $X^C X^c$ และ $X^C Y^C$
3. $X^c X^c$ และ $X^c Y^c$
4. $X^C X^c$ และ $X^c Y$
5. $X^C X^c$ และ $X^c Y$

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้ โดยสามารถคำนวณหรือทดสอบลงในช่องว่างที่เขียนว่ากระดาษทดได้ 8 ข้อ 8 คะแนน

9. นายเพชรมีหมู่เลือด B แบบ Heterozygous นางสาวพลอยมีหมู่เลือด A แบบ Heterozygous เมื่อแต่งงานกัน จงทำนายว่าทั้งสองมีโอกาสให้กำเนิดบุตรที่มีหมู่เลือด O ร้อยละเท่าใด
ตอบ.....%

กระดาษทด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

10. วัวชนิดหนึ่งซึ่งมีลักษณะพันธุกรรมแบบข่มไม่สมบูรณ์โดยกำหนดให้ขนสีแดงเป็นยีนเด่น (R) และขนสีขาวเป็นยีนด้อย (r) หากนำวัวขนสีแดงมาผสมกับวัวขนสีน้ำตาลลงทำนายว่าวัวในรุ่นลูก (F1) มีโอกาสแสดงลักษณะขนสีแดงกี่เปอร์เซ็นต์

ตอบ %

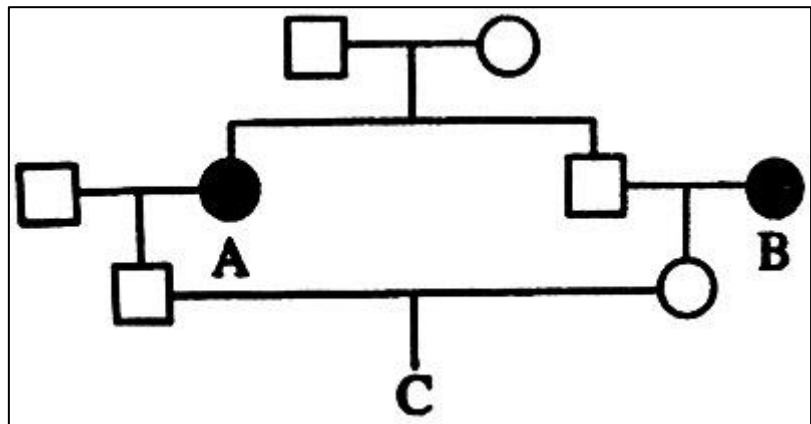
กระดาษทด

11. จอยมีลักษณะตาปกติแบบ Homozygous dominant แต่งงานกับโจมีลักษณะตาบอดสี ลูกสาวของจอยจะมีโอกาสเป็นโรคตาบอดสีกี่เปอร์เซ็นต์

ตอบ %

กระดาษทด

12. จากแผนภาพพันธุประวัติของครอบครัวหนึ่งพบว่า นาง A และ B มีลักษณะผิวเผือก ซึ่งเป็นลักษณะด้อย จงหาโอกาสที่ C จะมีผิวเผือกกี่เปอร์เซ็นต์



ตอบ%

กระดาษทด

13. เจมส์มีหมู่เลือด A แบบ Heterozygous แอนมีหมู่เลือด AB เมื่อแต่งงานกัน จงทำนายว่าทั้งสองมีโอกาสให้กำเนิดบุตรที่มีหมู่เลือด AB ร้อยละเท่าใด

ตอบ ร้อยละ

กระดาษทด



14. วัวชนิดหนึ่งซึ่งมีลักษณะพันธุกรรมแบบข่มไม่สมบูรณ์โดยกำหนดให้ขนสีแดงเป็นยีนเด่น (W) และขนสีขาวเป็นยีนด้อย (w) หากนำวัวขนสีน้ำตาลมาผสมกับวัวขนสีน้ำตาลด้วยตัวเอง จงทำนายว่าวัวในรุ่นลูก (F1) มีโอกาสแสดงลักษณะขนสีขาวกี่เปอร์เซ็นต์

ตอบ..... %

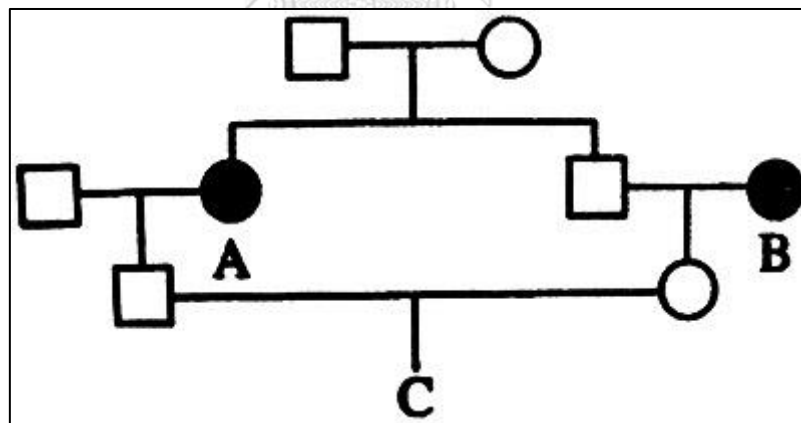
กระดาษทด

15. คนเป็นโรคตาบอดสี แต่งงานกับหน่วยตาปกติ(พาหะ) ลูกของคนและหน่วยจะมีโอกาสเป็นชายตาบอดสีกี่เปอร์เซ็นต์

ตอบ %

กระดาษทด

16. จากแผนภาพพันธุประวัติของครอบครัวหนึ่งพบว่า นาง A และ B มีลักษณะผิวเผือก ซึ่งเป็นลักษณะด้อย จงหาโอกาสที่ C จะมีผิวปกติ (พาหะ) กี่เปอร์เซ็นต์



ตอบ %

กระดาษทด



ภาคผนวก 4

แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้

ข้อมูลย้อนกลับทันที (A1, A2)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อสอบแบบเลือกตอบ (MC)

A1/1 เกสรกันปรากฏว่าได้ลูกรุ่น F1 เป็น สูง : เตี้ย = 1:1 จีโนไทป์ของถั่วรุ่นพ่อและแม่ คืออะไรตามลำดับ

1. HH และ hh
2. HH และ Hh
3. Hh และ Hh
4. HH และ HH
5. Hh และ hh**

A2/1 กำหนดให้ ถั่วที่มีลักษณะสูง dominant (T) กับถั่วที่มีลักษณะเตี้ยเป็น recessive (t) หากนำถั่วมาผสมเกสรกันปรากฏว่าได้ลูกรุ่น F1 เป็น สูง : เตี้ย = 3:1 จีโนไทป์ของถั่วรุ่นพ่อและแม่ คืออะไรตามลำดับ

1. TT และ tt
2. TT และ Tt
3. Tt และ Tt**
4. TT และ TT
5. Tt และ tt

A1/3 กำหนดให้ สีเหลือง (Y) เป็นยีนเด่น
สีเขียว (y) เป็นยีนด้อย
เมล็ดเรียบ (S) เป็นยีนเด่น
เมล็ดขรุขระ (s) เป็นยีนด้อย

หากพ่อมีจีโนไทป์แบบ Homozygous dominant และแม่มีจีโนไทป์แบบ Heterozygous รุ่นพ่อและแม่จะมีจีโนไทป์แบบใดตามลำดับ

1. YYSS และ yySS
2. YySs และ YYSS
3. YySs และ yySs
4. YYSS และ YySs**
5. yyss และ yySs

A2/3 กำหนดให้ ต้นสูง (T) เป็นยีนเด่น
ต้นเตี้ย (t) เป็นยีนด้อย
เมล็ดเรียบ (R) เป็นยีนเด่น
เมล็ดขรุขระ (r) เป็นยีนด้อย

หากพ่อมีจีโนไทป์แบบ Homozygous recessive และแม่มีจีโนไทป์แบบ Heterozygous จะมีจีโนไทป์แบบใดตามลำดับ

1. TTRR และ ttRR

- | | | |
|---------|-----|--------|
| 2. TtRr | และ | TTRR |
| 3. TtRr | และ | TtRR |
| 4. ttrr | และ | TtRr** |
| 5. ttrr | และ | ttRr |

A1/5 ถ้านำดอกสีขาวผสมเกสรกับดอกสีแดง ได้รุ่นลูก (F1) เป็นสีแดง 100% ถ้านำF1 ผสมกันเองจะมีโอกาสได้รุ่นลูก (F2) เป็นดอกสีขาวประมาณกี่เปอร์เซ็นต์

1. 0-20%
2. 21-40%
3. 41-60%
4. 61-80%
5. 81-100%

A2/5 ถ้านำดอกสีขาวผสมเกสรกับดอกสีชมพู ได้รุ่นลูก (F1) เป็นชมพู 100% ถ้านำF1 ผสมกันเองจะมีโอกาสได้รุ่นลูก (F2) เป็นดอกสีชมพูประมาณกี่เปอร์เซ็นต์

1. 0-20%
2. 21-40%
3. 41-60%
4. 61-80%
5. 81-100%

A1/7 ถั่วดอกสีแดงซึ่งเป็นยีนเด่นผสมเกสรกับถั่วดอกสีขาวซึ่งเป็นยีนด้อย ได้ถั่วรุ่นลูก (F1) ที่มีโอกาสแสดง ฟีนไทป์แบบใด หากกำหนดให้ลักษณะพันธุกรรมดังกล่าวนี้เป็นลักษณะเด่นแบบซ่มสมบูรณ์

1. ดอกสีแดง 100 %
2. ดอกสีแดง 25 % ดอกสีขาว 75%
3. ดอกสีแดง 50 % ดอกสีชมพู 50%
4. ดอกสีแดง 75 % ดอกสีขาว 25 %
5. ดอกสีแดง 25% ดอกสีชมพู 50% ดอกสีขาว 25%

A2/7 ถั่วดอกสีแดงซึ่งเป็นยีนเด่นพันแท้ผสมเกสรกับถั่วดอกสีขาวซึ่งเป็นยีนด้อย ได้ถั่วรุ่นลูก (F1) ที่มีโอกาสแสดง ฟีนไทป์แบบใด หากกำหนดให้ลักษณะพันธุกรรมดังกล่าวนี้เป็นลักษณะเด่นแบบซ่มไม่สมบูรณ์

1. ดอกสีแดง 100 %
2. ดอกสีชมพู 100 %
3. ดอกสีแดง 50 % ดอกสีชมพู 50%
4. ดอกสีแดง 75 % ดอกสีขาว 25 %
5. ดอกสีแดง 25% ดอกสีชมพู 50% ดอกสีขาว 25%

ข้อสอบแบบสร้างคำตอบ (CR)

ชุด/ข้อที่	ข้อความคำถาม
A1/2	กำหนดให้ ถั่วเมล็ดเรียบมียีน (S) เป็น dominant และถั่วเมล็ดขรุขระมียีน (s) เป็น recessive หากนำถั่วที่เป็น heterozygous มาผสมกัน จะได้รุ่นลูก (F1) ที่มีจีโนไทป์กี่แบบแบบ
A2/2	A2/2 กำหนดให้ กระท่อมย่นสีดำมียีน (B) เป็น dominant และกระท่อมย่นสีขาวมียีน (b) เป็น recessive หากนำกระท่อมย่นที่มียีนเป็น heterozygous มาผสมกับ homozygous dominant จะได้รุ่นลูก (F1) ที่มีจีโนไทป์กี่แบบ.....แบบ
A1/4	TTAaCc มี gamete กี่ชนิดแบบ
A2/4	FfGgCc มี gamete กี่ชนิดแบบ
A1/6	A1/6 กิ่งกวาง มีหน่อเลือด A แบบ Heterozygous ขณะที่ เจนจิรา มีหน่อเลือด AB ลูกของทั้งคู่มีโอกาสมีหน่อเลือด B กี่เปอร์เซ็นต์%
A2/6	เกรียงไกร มีหน่อเลือด B แบบ Heterozygous ขณะที่ เจนจิรา มีหน่อเลือด A แบบ Homozygous ลูกของทั้งคู่มีโอกาสมีหน่อเลือด B กี่เปอร์เซ็นต์%
A1/8	การผสมเพื่อทดสอบ (test cross) ระหว่างดอกสองชนิด พบว่าได้รุ่นลูก (F1) เป็นดอกไม้สีแดง 50% กับดอกไม้สีขาว 50% โดยกำหนดให้ สีแดงเป็นยีนเด่นแบบซ่มสมบูรณ์ R สีขาวเป็นยีนด้อย r นักเรียนคิดว่า รุ่นพ่อและแม่ที่มีลักษณะยีนแบบ heterozygous เป็นกี่เปอร์เซ็นต์ ตอบ.....%
A2/8	การผสมเพื่อทดสอบ (test cross) ระหว่างถั่วลิ้นเต้าด้วยตัวเอง พบว่าได้รุ่นลูก (F1) เป็นถั่วเมล็ดเขียว 100 % โดยกำหนดให้ ถั่วเมล็ดเขียวเป็นยีนเด่นแบบซ่มสมบูรณ์ (G) ถั่วเมล็ดเหลืองเป็นยีนด้อย (g) นักเรียนคิดว่า รุ่นพ่อและแม่ที่มีลักษณะยีนแบบ Gg เป็นกี่เปอร์เซ็นต์ ตอบ..... %



ภาคผนวก 5

แบบประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อน
และหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (B1, B2)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบประเมินตนเองเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ (B1)

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับตัวของนักเรียนมากที่สุด
2. รายการประเมินตนเองมี 8 ข้อ
3. กำหนดให้
 - 1 หมายถึง ยากเกินไปฉันไม่สามารถทำได้
 - 2 หมายถึง ยากสำหรับฉันและจะทำได้เมื่อได้รับการช่วยเหลือจากผู้อื่น
 - 3 หมายถึง ค่อนข้างยากแต่ฉันสามารถทำได้หากได้รับการช่วยเหลือจากผู้อื่น
 - 4 หมายถึง ส่วนใหญ่ฉันทำได้ถ้าไม่ซับซ้อน
 - 5 หมายถึง ฉันทำได้ไม่มีปัญหา

รายการประเมินตนเอง	ผลการประเมิน				
	1	2	3	4	5
นักเรียนสามารถ					
1. อธิบายคำศัพท์พื้นฐานทางพันธุศาสตร์ เช่น ยีนเด่น (Dominance) จีโนไทป์ (Genotype) หรือ โฮโมไซกัส (Homozygous) ให้เพื่อนฟังได้ถูกต้อง					
2. บอกความแตกต่างระหว่างยีนเด่นและยีนด้อยให้เพื่อนฟังได้					
3. เขียนจีโนไทป์จากโจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์ที่กำหนดให้ได้					
4. แปลความหมายของจีโนไทป์แบบต่างๆได้ เช่น TT, Tt, tt					
5. ใช้ตารางพันเนตต์ (Punnett square) ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์ได้					
6. ใช้วิธีแตกแขนง (Branching) ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์ได้					
7. คำนวณสัดส่วนลักษณะทางพันธุกรรมในรุ่นลูกที่เกิดจากลักษณะพันธุกรรมของพ่อแม่ที่กำหนดในโจทย์ปัญหาได้					
8. แก้โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์อย่างง่ายได้ด้วยตนเอง					

แบบประเมินตนเองเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ (B2)

คำชี้แจง

- ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับตัวของนักเรียนมากที่สุด
- รายการประเมินตนเองมี 8 ข้อ
- กำหนดให้
 - หมายถึง ยากเกินไปฉันไม่สามารถทำได้
 - หมายถึง ยากสำหรับฉันและจะทำได้เมื่อได้รับการช่วยเหลือจากผู้อื่น
 - หมายถึง ค่อนข้างยากแต่ฉันสามารถทำได้หากได้รับการช่วยเหลือจากผู้อื่น
 - หมายถึง ส่วนใหญ่ฉันทำได้ถ้าไม่ซับซ้อน
 - หมายถึง ฉันทำได้ไม่มีปัญหา

รายการประเมินตนเอง	ผลการประเมิน				
	1	2	3	4	5
นักเรียนสามารถ					
1.อธิบายคำศัพท์พื้นฐานทางพันธุศาสตร์ เช่น ยีนด้อย (Recessive) ฟีนোটป์ (Phenotype) หรือ เฮเทอโรไซกัส (Heterozygous) ให้เพื่อนฟังได้ถูกต้อง					
2.เขียนจีโนไทป์จากคำศัพท์ต่างๆที่โจทย์กำหนดให้ได้ เช่น พันธุ์แท้ พันทาง					
3.บอกฟีโนไทป์จากจีโนไทป์ที่โจทย์ปัญหากำหนดให้ได้ถูกต้อง					
4.ยกตัวอย่างลักษณะพันธุกรรม เช่น ลักษณะเด่น ลักษณะด้อย ให้เพื่อนฟังได้					
5.ทำนายความน่าจะเป็นของลักษณะทางพันธุกรรมในรุ่นลูกได้โดยใช้ตารางพันเนตต์ (Punnett square)					
6.ทำนายความน่าจะเป็นของลักษณะทางพันธุกรรมในรุ่นลูกได้โดยใช้วิธีแตกแขนง (Branching)					
7.สืบย้อนไปดูจีโนไทป์ของรุ่นพ่อแม่จากจีโนไทป์ของรุ่นลูกได้ถูกต้อง					
8.ช่วยตรวจแบบฝึกหัดการแก้โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์ของเพื่อนได้ถูกต้อง					

ภาคผนวก 6

แบบทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (ชุด C)



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

<p>1. ข้อใดเขียนแสดงลักษณะพันธุกรรมที่มี ยีนแบบ Dominant ได้ถูกต้อง</p> <p>1. หูตั้งปกติ เขียนจีโนไทป์ได้เป็น CC หรือ Cc</p> <p>2. ต้นถั่วสูง เขียนจีโนไทป์ได้เป็น Tt หรือ tt</p> <p>3. หมูเลือด A เขียนจีโนไทป์ได้เป็น AA หรือ Aa</p> <p>4. ดอกไม้สีแดง เขียนจีโนไทป์ได้เป็น AB หรือ ab</p> <p>5. แมลงวันตาสีดำ เขียนจีโนไทป์ได้เป็น BB หรือ Bb**</p>		
<p>2. หากกำหนดให้ แมลงวันปีกยาวมียีนแบบ A และปีกสั้นมียีนแบบ a แมลงวันตาสีดำมียีนแบบ B และสีน้ำตาลมียีนแบบ b แมลงวันที่มีจีโนไทป์ (Genotype) แบบ Homozygous recessive จะเขียนได้อย่างไร ตอบ (aabb) ตอบ <input type="checkbox"/></p>		
<p>3. กระต่ายชนิดหนึ่งมีจีโนไทป์ คือ DdCc โดยปรากฏลักษณะทางพันธุกรรม ดังภาพ</p> <p>ข้อใดน่าจะเป็นฟีโนไทป์ (Phenotype) ของกระต่ายที่มีจีโนไทป์แบบ DDcc และ ddCC ตามลำดับ</p>		
ตัวเลือก	จีโนไทป์ DDcc	จีโนไทป์ ddCC
1		
2		
3		
4 **		
5		

4. หากกำหนดให้ถั่วลันเตามีลักษณะทางพันธุกรรมดังต่อไปนี้

G แทนเมล็ดสีเขียว เป็นยีนแบบ dominant
 g แทนเมล็ดสีเหลือง เป็นยีนแบบ recessive
 R แทนเมล็ดเรียบ เป็นยีนแบบ dominant
 r แทนเมล็ดขรุขระ เป็นยีนแบบ recessive

ถั่วลันเตาที่มีเมล็ดสีเหลืองขรุขระจะมีจีโนไทป์แบบใด



ตอบ เฉลย (ggrr)

5. ข้อใดเขียนจีโนไทป์แทนลักษณะพันธุกรรมแบบ Homozygous Dominant และ Heterozygous

ได้ถูกต้องตามลำดับ

ตัวเลือก	Homozygous Dominant	Heterozygous
1	$X^C X^c$	$X^C X^C$
2 **	$X^C X^C$	$X^C X^c$
3	$I^B i$	$I^A I^A$
4	$I^A I^A$	$I^A I^B$
5	GG	gg

6. ข้อใดเขียนจีโนไทป์แทนลักษณะพันธุกรรมแบบ Heterozygous ของลักษณะพันธุกรรมต่อไปนี้ ได้ถูกต้อง หากกำหนดให้ถั่วลันเตามีลักษณะทางพันธุกรรมดังต่อไปนี้

M แทนเมล็ดสีเขียว เป็นยีนเด่น
 m แทนเมล็ดสีเหลือง เป็นยีนด้อย
 P แทนเมล็ดเรียบ เป็นยีนเด่น
 p แทนเมล็ดขรุขระ เป็นยีนด้อย

ตอบ (เฉลย MmPp)

<p>7. ผสมดอกชนิดหนึ่งซึ่งมีลักษณะพันธุกรรมแบบ complete dominant โดยกำหนดให้สีแดงเป็นยีนเด่น (R) และสีขาวเป็นยีนด้อย (r) ข้อใดต่อไปนี้คือลักษณะของรุ่นลูกเมื่อนำดอกสีแดงพันทางมาผสมเกสรกัน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. สีแดงทั้งหมด 2. สีขาวทั้งหมด 3. สีชมพูทั้งหมด 4. สีแดงและขาว** 5. สีแดง ขาวและชมพู
<p>8. ดอกสีแดงเป็นลักษณะเด่น ซึ่งข่มยีนด้อยไม่สมบูรณ์ (R) ขณะที่ดอกสีขาวเป็นลักษณะด้อย (r) หากผสมเกสรระหว่างดอกสีแดงพันธุ์แท้กับดอกสีขาว จะได้ดอกไม้ที่มี จีโนไทป์อย่างไร</p> <p>ตอบ <input type="checkbox"/> (เฉลย Rr)</p>
<p>9. เจนนำดอกของพืชชนิดหนึ่งมาผสมเกสรเพื่อศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมเกี่ยวกับสีที่เป็นยีนเด่นและลักษณะของเมล็ดพืชซึ่งเป็นยีนด้อยเจนนำกำลังศึกษาเกี่ยวกับเรื่องใด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Test Cross 2. Back Cross 3. Monohybrid 4. Dihybrid** 5. Punnet Square
<p>10. ออมศึกษาต้นถั่วที่มี ต้นสูง (T) เป็นยีนเด่น เมล็ดกลม (R) เป็นยีนเด่น</p> <p>หากต้องการศึกษาลักษณะของต้นถั่วสูงพันทาง โดยศึกษาแบบ Monohybrid ออมจะเขียนจีโนไทป์รุ่นพ่อแม่ได้เป็นแบบใด</p> <p>ตอบ <input type="checkbox"/> (เฉลย Tt)</p>
<p>11. หากพ่อแม่มีจีโนไทป์แบบ TTAaCc พ่อจะสามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gamete) ได้กี่แบบ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 2 แบบ 2. 3 แบบ 3. 4 แบบ** 4. 5 แบบ 5. 6 แบบ

<p>12. หากพ่อมีจีโนไทป์แบบ TTbbccDd พ่อจะสามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gamete) ได้กี่แบบ</p> <p>ตอบ <input type="text"/> (เฉลย 2 แบบ)</p>
<p>13. พ่อมียีนแบบ Hh และแม่มียีนแบบ hh โอกาสในการจะได้ลูกที่มีจีโนไทป์แบบ Homozygous recessive คิดเป็นประมาณกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>1.0-20%</p> <p>2.21-40%</p> <p>3.41-60%**</p> <p>4.61-80%</p> <p>5.80% ขึ้นไป</p>
<p>14. พ่อมียีนแบบ YY และแม่มียีนแบบ Yy โอกาสในการจะได้ลูกที่มีจีโนไทป์แบบ Heterozygous คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>ตอบ <input type="text"/> (เฉลย 50 %)</p>
<p>15. แก้วนำดอกไม้ที่มีจีโนไทป์แบบ RRFf และดอกไม้ที่มีจีโนไทป์แบบ Rrff มาผสมเกสรกันจะได้รุ่นลูกที่มี จีโนไทป์แบบ RrFf เป็นสัดส่วนเท่าใด</p> <p>1.ไม่มีโอกาส</p> <p>2.1/2</p> <p>3.1/4**</p> <p>4.1/8</p> <p>5.1/16</p>
<p>16. ถ้วยศึกษาต้นถั่วที่มี ต้นสูง (T) เป็นยีนเด่นข้ามสมบูร์น เมล็ดกลม (R) เป็นยีนเด่นข้ามสมบูร์น หากถ้วยต้องการศึกษาผสมเกสรของถั่วเมล็ดกลมพันธุ์แท้กับเมล็ดกลมพันธุ์ทาง โดยศึกษาแบบ Monohybrid จะได้รุ่นลูกมีฟีโนไทป์กี่แบบ</p> <p>ตอบ <input type="text"/> แบบ (เฉลย 1 แบบ)</p>

17. ผสมดอกชนิดหนึ่งซึ่งมีลักษณะพันธุกรรมแบบ complete dominant โดยกำหนดให้สีแดง เป็นยีนเด่น (R) และสีขาวเป็นยีนด้อย (r) หากนำดอกสีแดงพันธุ์แท้มาผสมกับดอกสีขาวจะทำนายว่าในรุ่นลูก (F1) มีโอกาสแสดงลักษณะสีแดงประมาณกี่เปอร์เซ็นต์

1.0-20%

2.21-40%

3.41-60%**

4.61-80%

5.80% ขึ้นไป

18. ผสมพันธุ์ไก่ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะพันธุกรรมแบบ complete dominant โดยกำหนดให้ไก่ขนสีดำ เป็นยีนเด่น (B) และสีขาวเป็นยีนด้อย (b) หากนำไก่ขนสีดำพันธุ์แท้มาผสมพันธุ์กับไก่ขนสีดำพันธุ์ทาง จะทำนายว่าในรุ่นลูก (F1) มีโอกาสแสดงสีขนเป็นสีดำประมาณกี่เปอร์เซ็นต์

ตอบ % (เฉลย 100 %)

19. ในการผสมเพื่อทดสอบพันธุกรรมของพืชที่เราไม่ทราบจีโนไทป์ของพืชชนิดว่าเป็นแบบ Homozygous dominant หรือ Heterozygous นักเรียนควรเลือกพืชที่ใช้ในการผสมเพื่อทดสอบ (tester) ที่มีจีโนไทป์อย่างไร

1.RR เท่านั้น

2.Rr เท่านั้น

3.rr เท่านั้น**

4. RR หรือ Rr

5. Rr หรือ rr

20. การผสมเพื่อทดสอบ (test cross) ระหว่างถั่วลิ้นเต้าที่สงสัยว่ามีจีโนไทป์แบบใดกับพืชตัวทดสอบ (Tester) พบว่าได้รุ่นลูก (F1) เป็นแบบ Rr 100% แสดงว่าพืชที่ต้องสงสัยจะมีจีโนไทป์อย่างไร

โดยกำหนดให้ ถั่วเมล็ดกลมเป็นยีนเด่นแบบข่มสมบูรณ์ (R)

ถั่วเมล็ดขรุขระเป็นยีนด้อย (r)

ตอบ (เฉลย RR)



ภาคผนวก 7

ตัวอย่างรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWF) ของข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-choice; MC)

รูปแบบข้อสอบ	โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์	เมื่อตอบถูก	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การยกตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWF)												
เลือกตอบ 5 ตัวเลือก	1. ญาติที่มีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene ขณะที่ยีนเด่นที่มีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด AB คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ 1. 15% 2. 20% 3. 25% 4. 50%* 5. 75%	ได้รับข้อมูลย้อนกลับเหมือนผู้ที่ตอบผิดครั้งที่ 1	1	<p>คิมเบอร์รี่มีหมู่เลือด A แบบ heterozygous gene ขณะที่หมากมีหมู่เลือด B แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด O คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด คิมเบอร์รี่มีจีโนไทป์แบบ IAi และหมากมีจีโนไทป์แบบ IBIB</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>หมาก</td> <td>IB</td> <td>IB</td> </tr> <tr> <td>คิมเบอร์รี่</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> <tr> <td></td> <td>i</td> <td>½ IBi</td> <td>½ IBi</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์ 2 แบบ คือ IAIB = 2/4 คิดเป็น 50% หรือ IBi = 2/4 คิดเป็น 50%</p> <p>ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด O หรือคิดเป็น 0%</p>		หมาก	IB	IB	คิมเบอร์รี่	IA	½ IAIB	½ IAIB		i	½ IBi	½ IBi
	หมาก	IB	IB													
คิมเบอร์รี่	IA	½ IAIB	½ IAIB													
	i	½ IBi	½ IBi													
			2	<p>เบลล่ามีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene ขณะที่เจมส์มีหมู่เลือด B แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด A คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด เบลล่ามีจีโนไทป์แบบ IAIA และเจมส์มีจีโนไทป์แบบ IBIB</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>เจมส์</td> <td>IB</td> <td>IB</td> </tr> <tr> <td>เบลล่า</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> <tr> <td></td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์เพียง 1 แบบ คือ IAIB = 4/4 คิดเป็น 100%</p> <p>ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด A หรือคิดเป็น 0%</p>		เจมส์	IB	IB	เบลล่า	IA	½ IAIB	½ IAIB		IA	½ IAIB	½ IAIB
	เจมส์	IB	IB													
เบลล่า	IA	½ IAIB	½ IAIB													
	IA	½ IAIB	½ IAIB													
			3	<p>ลิเดียมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene ขณะที่แมทธิวมีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด B คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด ลิเดียมีจีโนไทป์แบบ IAIA และแมทธิวมีจีโนไทป์แบบ IBi</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>แมทธิว</td> <td>IB</td> <td>i</td> </tr> <tr> <td>ลิเดีย</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAi</td> </tr> <tr> <td></td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAi</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์ 2 แบบ คือ IAIB = 2/4 คิดเป็น 50% หรือ IAi = 2/4 คิดเป็น 50%</p> <p>ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด B หรือคิดเป็น 0%</p>		แมทธิว	IB	i	ลิเดีย	IA	½ IAIB	½ IAi		IA	½ IAIB	½ IAi
	แมทธิว	IB	i													
ลิเดีย	IA	½ IAIB	½ IAi													
	IA	½ IAIB	½ IAi													
			4	<p>จูนมีหมู่เลือด A แบบ heterozygous gene ขณะที่เป็ลมีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด B คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด จูนมีจีโนไทป์แบบ IAi และเป็ลมีจีโนไทป์แบบ IBi</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>เป็ล</td> <td>IB</td> <td>i</td> </tr> <tr> <td>จูน</td> <td>IA</td> <td>¼ IAIB</td> <td>¼ IAi</td> </tr> <tr> <td></td> <td>i</td> <td>¼ IBi</td> <td>¼ ii</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์ 4 แบบ คือ IAIB = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ IAi = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ IBi = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ ii = 1/4 คิดเป็น 25%</p> <p>ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด O</p>		เป็ล	IB	i	จูน	IA	¼ IAIB	¼ IAi		i	¼ IBi	¼ ii
	เป็ล	IB	i													
จูน	IA	¼ IAIB	¼ IAi													
	i	¼ IBi	¼ ii													

2. ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การแสดงตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWF) ของข้อสอบแบบสร้างคำตอบ (Constructed response; CR)

รูปแบบข้อสอบ	โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์	เมื่อตอบถูก	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การแสดงตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWF)												
สร้างคำตอบ	1. ญาติมีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene ขณะที่ตนเคยมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด AB คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ ตอบ <input type="checkbox"/> %	ได้รับข้อมูลย้อนกลับเหมือนผู้ที่ตอบผิดครั้งที่ 1	1	<p>คิมเบอร์รี่มีหมู่เลือด A แบบ heterozygous gene ขณะที่หมามีหมู่เลือด B แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด O คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด คิมเบอร์รี่มีจีโนไทป์แบบ IAi และหมามีจีโนไทป์แบบ IBIB</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>หมาก</td> <td>IB</td> <td>IB</td> </tr> <tr> <td>คิมเบอร์รี่</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> <tr> <td></td> <td>i</td> <td>½ IBI</td> <td>½ IBI</td> </tr> </table> <p>ลูกรมีโอกาสมีจีโนไทป์ 2 แบบ คือ IAIB = 2/4 คิดเป็น 50% หรือ IBI = 2/4 คิดเป็น 50% ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด O หรือคิดเป็น 0%</p>		หมาก	IB	IB	คิมเบอร์รี่	IA	½ IAIB	½ IAIB		i	½ IBI	½ IBI
	หมาก	IB	IB													
คิมเบอร์รี่	IA	½ IAIB	½ IAIB													
	i	½ IBI	½ IBI													
			2	<p>เบลล่ามีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene ขณะที่เจมส์มีหมู่เลือด B แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด A คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด เบลล่ามีจีโนไทป์แบบ IAIA และเจมส์มีจีโนไทป์แบบ IBIB</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>เจมส์</td> <td>IB</td> <td>IB</td> </tr> <tr> <td>เบลล่า</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> <tr> <td></td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> </table> <p>ลูกรมีโอกาสมีจีโนไทป์เพียง 1 แบบ คือ IAIB = 4/4 คิดเป็น 100% ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด A หรือคิดเป็น 0%</p>		เจมส์	IB	IB	เบลล่า	IA	½ IAIB	½ IAIB		IA	½ IAIB	½ IAIB
	เจมส์	IB	IB													
เบลล่า	IA	½ IAIB	½ IAIB													
	IA	½ IAIB	½ IAIB													
			3	<p>ลิเดียมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene ขณะที่แมทธิวมีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด B คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด ลิเดียมีจีโนไทป์แบบ IAIA และแมทธิวมีจีโนไทป์แบบ IBi</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>แมทธิว</td> <td>IB</td> <td>i</td> </tr> <tr> <td>ลิเดีย</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAi</td> </tr> <tr> <td></td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAi</td> </tr> </table> <p>ลูกรมีโอกาสมีจีโนไทป์ 2 แบบ คือ IAIB = 2/4 คิดเป็น 50% หรือ IAi = 2/4 คิดเป็น 50% ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด B หรือคิดเป็น 0%</p>		แมทธิว	IB	i	ลิเดีย	IA	½ IAIB	½ IAi		IA	½ IAIB	½ IAi
	แมทธิว	IB	i													
ลิเดีย	IA	½ IAIB	½ IAi													
	IA	½ IAIB	½ IAi													
			4	<p>จูนมีหมู่เลือด A แบบ heterozygous gene ขณะที่เป็ลมีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด B คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด จูนมีจีโนไทป์แบบ IAi และเป็ลมีจีโนไทป์แบบ IBi</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>เป็ล</td> <td>IB</td> <td>i</td> </tr> <tr> <td>จูน</td> <td>IA</td> <td>¼ IAIB</td> <td>¼ IAi</td> </tr> <tr> <td></td> <td>i</td> <td>¼ IBI</td> <td>¼ ii</td> </tr> </table> <p>ลูกรมีโอกาสมีจีโนไทป์ 4 แบบ คือ IAIB = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ IAi = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ IBI = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ ii = 1/4 คิดเป็น 25% ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด O</p>		เป็ล	IB	i	จูน	IA	¼ IAIB	¼ IAi		i	¼ IBI	¼ ii
	เป็ล	IB	i													
จูน	IA	¼ IAIB	¼ IAi													
	i	¼ IBI	¼ ii													

3. ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF) ของข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-choice; MC)

รูปแบบข้อสอบ	โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์	เมื่อตอบถูก	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ตัวอย่างข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF)												
เลือกตอบ 5 ตัวเลือก	1. ญาติที่มีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene ขณะที่ยีนเด่นจะมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด AB คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ 1. 15% 2. 20% 3. 25% 4. 50%* 5. 75%	ไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ	1	<p>คิมเบอร์รี่มีหมู่เลือด A แบบ heterozygous gene ขณะที่หมามีหมู่เลือด B แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด O คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด คิมเบอร์รี่มีจีโนไทป์แบบ IAi และหมามีจีโนไทป์แบบ IBIB</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>หมาก</td> <td>IB</td> <td>IB</td> </tr> <tr> <td>คิมเบอร์รี่</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> <tr> <td></td> <td>i</td> <td>½ IBI</td> <td>½ IBI</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์ 2 แบบ คือ IAIB = 2/4 คิดเป็น 50% หรือ IBI = 2/4 คิดเป็น 50% ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด O หรือคิดเป็น 0%</p>		หมาก	IB	IB	คิมเบอร์รี่	IA	½ IAIB	½ IAIB		i	½ IBI	½ IBI
	หมาก	IB	IB													
คิมเบอร์รี่	IA	½ IAIB	½ IAIB													
	i	½ IBI	½ IBI													
			2	<p>เบลล่ามีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene ขณะที่เจมส์มีหมู่เลือด B แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด A คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด เบลล่ามีจีโนไทป์แบบ IAIA และเจมส์มีจีโนไทป์แบบ IBIB</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>เจมส์</td> <td>IB</td> <td>IB</td> </tr> <tr> <td>เบลล่า</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> <tr> <td></td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์เพียง 1 แบบ คือ IAIB = 4/4 คิดเป็น 100% ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด A หรือคิดเป็น 0%</p>		เจมส์	IB	IB	เบลล่า	IA	½ IAIB	½ IAIB		IA	½ IAIB	½ IAIB
	เจมส์	IB	IB													
เบลล่า	IA	½ IAIB	½ IAIB													
	IA	½ IAIB	½ IAIB													
			3	<p>ลิเดียมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene ขณะที่แมทธิวมีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด B คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด ลิเดียมีจีโนไทป์แบบ IAIA และแมทธิวมีจีโนไทป์แบบ IBi</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>แมทธิว</td> <td>IB</td> <td>i</td> </tr> <tr> <td>ลิเดีย</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAi</td> </tr> <tr> <td></td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAi</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์ 2 แบบ คือ IAIB = 2/4 คิดเป็น 50% หรือ IAi = 2/4 คิดเป็น 50% ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด B หรือคิดเป็น 0%</p>		แมทธิว	IB	i	ลิเดีย	IA	½ IAIB	½ IAi		IA	½ IAIB	½ IAi
	แมทธิว	IB	i													
ลิเดีย	IA	½ IAIB	½ IAi													
	IA	½ IAIB	½ IAi													
			4	<p>จูนมีหมู่เลือด A แบบ heterozygous gene ขณะที่เป็ลมีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด b คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์</p> <p>วิธีคิด จูนมีจีโนไทป์แบบ IAi และเป็ลมีจีโนไทป์แบบ IBi</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>เป็ล</td> <td>I</td> <td>i</td> </tr> <tr> <td>จูน</td> <td>IA</td> <td>¼ IAIB</td> <td>¼ IAi</td> </tr> <tr> <td></td> <td>i</td> <td>¼ IBI</td> <td>¼ ii</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์ 4 แบบ คือ IAIB = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ IAi = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ IBI = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ ii = 1/4 คิดเป็น 25% ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด O</p>		เป็ล	I	i	จูน	IA	¼ IAIB	¼ IAi		i	¼ IBI	¼ ii
	เป็ล	I	i													
จูน	IA	¼ IAIB	¼ IAi													
	i	¼ IBI	¼ ii													

4. ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้ยกตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF) ของข้อสอบสร้างคำตอบ (Constructed response; CR)

รูปแบบข้อสอบ	โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์	เมื่อตอบถูก	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การแสดงตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF)												
สร้างคำตอบ	1. ญาติที่มีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene ขณะที่คนเคซมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด AB คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ ตอบ <input type="checkbox"/> %	ไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ	1	<p>คิมเบอร์รี่มีหมู่เลือด A แบบ heterozygous gene ขณะที่หมากมีหมู่เลือด B แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด O คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ วิธีคิด คิมเบอร์รี่มีจีโนไทป์แบบ IA i และหมากมีจีโนไทป์แบบ IBIB</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>หมาก</td> <td>IB</td> <td>IB</td> </tr> <tr> <td>คิมเบอร์รี่</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> <tr> <td></td> <td>i</td> <td>½ IBi</td> <td>½ IBi</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์ 2 แบบ คือ IAIB = 2/4 คิดเป็น 50% หรือ IBi = 2/4 คิดเป็น 50% ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด O หรือคิดเป็น 0%</p>		หมาก	IB	IB	คิมเบอร์รี่	IA	½ IAIB	½ IAIB		i	½ IBi	½ IBi
				หมาก	IB	IB										
			คิมเบอร์รี่	IA	½ IAIB	½ IAIB										
				i	½ IBi	½ IBi										
2	<p>เบลล่ามีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene ขณะที่เจมส์มีหมู่เลือด B แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด A คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ วิธีคิด เบลล่ามีจีโนไทป์แบบ IAIA และเจมส์มีจีโนไทป์แบบ IBIB</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>เจมส์</td> <td>IB</td> <td>IB</td> </tr> <tr> <td>เบลล่า</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> <tr> <td></td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAIB</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์เพียง 1 แบบ คือ IAIB = 4/4 คิดเป็น 100% ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด A หรือคิดเป็น 0%</p>		เจมส์	IB	IB	เบลล่า	IA	½ IAIB	½ IAIB		IA	½ IAIB	½ IAIB			
	เจมส์	IB	IB													
เบลล่า	IA	½ IAIB	½ IAIB													
	IA	½ IAIB	½ IAIB													
3	<p>ลิเดียมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene ขณะที่แมทธิวมีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด B คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ วิธีคิด ลิเดียมีจีโนไทป์แบบ IAIA และแมทธิวมีจีโนไทป์แบบ IBi</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>แมทธิว</td> <td>I</td> <td>i</td> </tr> <tr> <td>ลิเดีย</td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAi</td> </tr> <tr> <td></td> <td>IA</td> <td>½ IAIB</td> <td>½ IAi</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์ 2 แบบ คือ IAIB = 2/4 คิดเป็น 50% หรือ IAi = 2/4 คิดเป็น 50% ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด B หรือคิดเป็น 0%</p>		แมทธิว	I	i	ลิเดีย	IA	½ IAIB	½ IAi		IA	½ IAIB	½ IAi			
	แมทธิว	I	i													
ลิเดีย	IA	½ IAIB	½ IAi													
	IA	½ IAIB	½ IAi													
4	<p>จูนมีหมู่เลือด A แบบ heterozygous gene ขณะที่เบิ้ลมีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด B คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ วิธีคิด จูนมีจีโนไทป์แบบ IAi และเบิ้ลมีจีโนไทป์แบบ IBi</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>เบิ้ล</td> <td>IB</td> <td>i</td> </tr> <tr> <td>จูน</td> <td>IA</td> <td>¼ IAIB</td> <td>¼ IAi</td> </tr> <tr> <td></td> <td>i</td> <td>¼ IBi</td> <td>¼ ii</td> </tr> </table> <p>ลูกมีโอกาสมีจีโนไทป์ 4 แบบ คือ IAIB = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ IAi = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ IBi = 1/4 คิดเป็น 25% หรือ ii = 1/4 คิดเป็น 25% ตอบ ดังนั้นทั้งคู่ไม่มีโอกาสให้บุตรหมู่เลือด O</p>		เบิ้ล	IB	i	จูน	IA	¼ IAIB	¼ IAi		i	¼ IBi	¼ ii			
	เบิ้ล	IB	i													
จูน	IA	¼ IAIB	¼ IAi													
	i	¼ IBi	¼ ii													

5. ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback; FDF) ของข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-choice; MC)

รูปแบบข้อสอบ	โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์	เมื่อตอบถูก	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback; FDF)
เลือกตอบ 5 ตัวเลือก	1. ญานามีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene ขณะที่ณเดชมหมู่เลือด A แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด AB คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ 1. 15% 2. 20% 3. 25% 4. 50%* 5. 75%	ได้รับข้อมูลย้อนกลับเหมือนผู้ที่ตอบผิดครั้งที่ 1	1	ญานามีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene หมายถึง มียีนเด่นและยีนด้อยเข้าคู่กัน จึงมี genotype แบบ IBi
			2	ณเดชมหมู่เลือด A แบบ homozygous gene หมายถึง มียีนที่เหมือนกันเข้าคู่กัน จึงมี genotype แบบ IAIA
			3	บุตรมีหมู่เลือด AB จึงมีจีโนไทป์แบบ IAIB เท่านั้น
			4	โจทย์ถามว่าหากแต่งงานกัน จะให้กำเนิดบุตร ญาน่า X ณเดช = IBi X IAIA = 2/4IAIB : 2/4IAIA

6. ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback; FDF) ของข้อสอบสร้างคำตอบ (Constructed response; CR)

รูปแบบข้อสอบ	โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์	เมื่อตอบถูก	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback; FDF)
สร้างคำตอบ	1. ญานามีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene ขณะที่ณเดชมหมู่เลือด A แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด AB คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ ตอบ <input type="checkbox"/> %	ได้รับข้อมูลย้อนกลับเหมือนผู้ที่ตอบผิดครั้งที่ 1	1	ญานามีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene หมายถึง มียีนเด่นและยีนด้อยเข้าคู่กัน จึงมี genotype แบบ IBi
			2	ณเดชมหมู่เลือด A แบบ homozygous gene หมายถึง มียีนที่เหมือนกันเข้าคู่กัน จึงมี genotype แบบ IAIA
			3	บุตรมีหมู่เลือด AB จึงมีจีโนไทป์แบบ IAIB เท่านั้น
			4	โจทย์ถามว่าหากแต่งงานกัน จะให้กำเนิดบุตร ญาน่า X ณเดช = IBi X IAIA = 2/4IAIB : 2/4IAIA

7. ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF) ของข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-choice; MC)

รูปแบบข้อสอบ	โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์	เมื่อตอบถูก	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF)
เลือกตอบ 5 ตัวเลือก	1. ญานู๋มีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene ขณะที่ยีนเด่นและเดซมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด AB คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ 1. 15% 2. 20% 3. 25% 4. 50%* 5. 75%	ไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ	1	ญานู๋มีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene หมายถึง มียีนเด่นและยีนด้อยเข้าคู่กัน จึงมี genotype แบบ IBi
			2	ณเดซมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene หมายถึง มียีนที่เหมือนกันเข้าคู่กัน จึงมี genotype แบบ IAIA
			3	บุตรมีหมู่เลือด AB จึงมีจีโนไทป์แบบ IAIB เท่านั้น
			4	โจทย์ถามว่าหากแต่งงานกัน จะให้กำเนิดบุตร ญานู๋ \times ณเดซ = IBi \times IAIA = 2/4IAIB : 2/4IAIA

8. ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF) ของข้อสอบสร้างคำตอบ (Constructed response; CR)

รูปแบบข้อสอบ	โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์	เมื่อตอบถูก	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF)
สร้างคำตอบ	1. ญานู๋มีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene ขณะที่ยีนเด่นและเดซมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด AB คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ ตอบ <input type="checkbox"/> %	ไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ	1	ญานู๋มีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene หมายถึง มียีนเด่นและยีนด้อยเข้าคู่กัน จึงมี genotype แบบ IBi
			2	ณเดซมีหมู่เลือด A แบบ homozygous gene หมายถึง มียีนที่เหมือนกันเข้าคู่กัน จึงมี genotype แบบ IAIA
			3	บุตรมีหมู่เลือด AB จึงมีจีโนไทป์แบบ IAIB เท่านั้น
			4	โจทย์ถามว่าหากแต่งงานกัน จะให้กำเนิดบุตร ญานู๋ \times ณเดซ = IBi \times IAIA = 2/4IAIB : 2/4IAIA

9. ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (KORF)

รูปแบบข้อสอบ	โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์	เมื่อตอบถูก	เมื่อตอบผิดครั้งที่	ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF)
สร้างคำตอบ	1. ญาติที่มีหมู่เลือด B แบบ heterozygous gene ขณะที่เกิดกับหมู่เลือด A แบบ homozygous gene โอกาสที่ทั้งคู่จะให้กำเนิดบุตรมีหมู่เลือด AB คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ ตอบ <input type="checkbox"/> %	ไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ	1	ผิด ลองตอบใหม่
			2	ผิดลองตอบใหม่
			3	ผิดลองตอบใหม่
			4	ผิดลองตอบใหม่
			5	ผิด ทำข้อถัดไป



ภาคผนวก 8

คู่มือการใช้งานระบบการทดสอบสำหรับครู

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

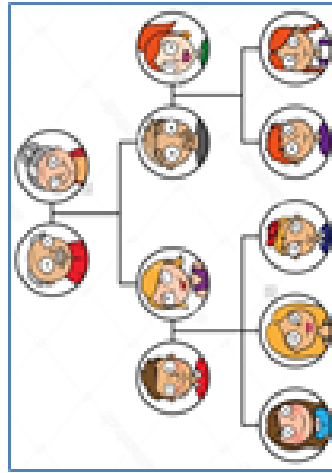
CHULALONGKORN UNIVERSITY



คู่มือการใช้งานการทดสอบในระบบ

คอมพิวเตอร์สำหรับครู

เรื่อง “การแก้ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์”



จัดทำโดยศูนย์สอนรายวิชาชีววิทยา ชั้น ม.4-6

โดย

สาขาวิชา การวัดและประเมินผล

คณะครูศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2560

คำนำ

คู่มือการใช้งานการทดสอบในระบบคอมพิวเตอร์สำหรับครู เรื่อง “การแก้ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์” จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการใช้ระบบการทดสอบบนเครื่อง คอมพิวเตอร์ในระบบวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้จัดทำได้พัฒนากระบวนการทดสอบพัฒนาจากแนวคิดของสาขาวิชา ในระดับครูผู้ฝึกสอน ภาควิชา วิจัยและจัดพิมพ์เอกสารการศึกษา สาขาวิชา การวัดและประเมินผลทางการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อส่งเสริมผู้ใช้งานให้เกิดการเรียนรู้และฝึกฝนตนเองใฝ่ลึกทางการแก้ปัญหา ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ ตลอดจนส่งเสริมความรู้ความสามารถในการ ประเมินตนเองให้สอดคล้องกับความสามารถในเชิงวิจัยของตนเอง

คู่มือการใช้งานฉบับนี้ประกอบด้วยรายละเอียดการติดตั้ง หรือการเข้าถึงระบบพร้อมตัวอย่างข้อคำถามการใช้งาน ตลอดจนภาพประกอบและเฉลยของผู้ใช้งานโดยยึดใจผู้ใช้งานเป็นหลัก ผู้ใช้งานจึงเป็นอย่าเข้าใจว่า คู่มือและระบบการทดสอบจะเป็นเครื่องมือส่งเสริมส่งเสริมการเรียนรู้นัก ผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้จัดทำ

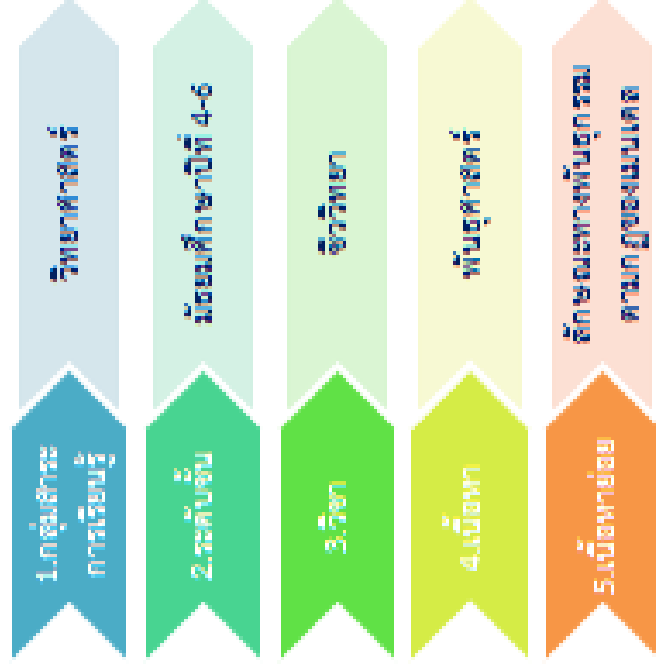
สาขาวิชา

ตอนที่ 1

ทำความเข้าใจกับระบบการทดสอบ

ลำดับ สาขาวิชา	หน้า
ตอนที่ 1 ทำความเข้าใจกับระบบการทดสอบ	1
1.1 จะใช้ระบบการทดสอบในเนื้อหาอะไร (What)	1
1.2 ทำไมต้องใช้ระบบการทดสอบ (Why)	2
1.3 เมื่อไหร่จะใช้ระบบการทดสอบ (When)	3
1.4 วิธีการใช้ระบบการทดสอบเป็นอย่างไร (How)	4
1.5 จะใช้ระบบการทดสอบกับใคร (Who)	5
1.6 จิตสำนึกของการใช้ระบบการทดสอบ	6
ตอนที่ 2 การเข้าถึงระบบการทดสอบ	7
2.1 การเข้าถึงระบบการทดสอบทางออนไลน์	7
2.2 การเข้าถึงระบบการทดสอบทางออฟไลน์	9
ตอนที่ 3 การใช้ระบบการทดสอบ	10
3.1 องค์ประกอบของระบบการทดสอบ	11
3.2 ขั้นตอนของระบบการทดสอบ	12
3.3 การประมวลผลคะแนนจากการทดสอบ	14

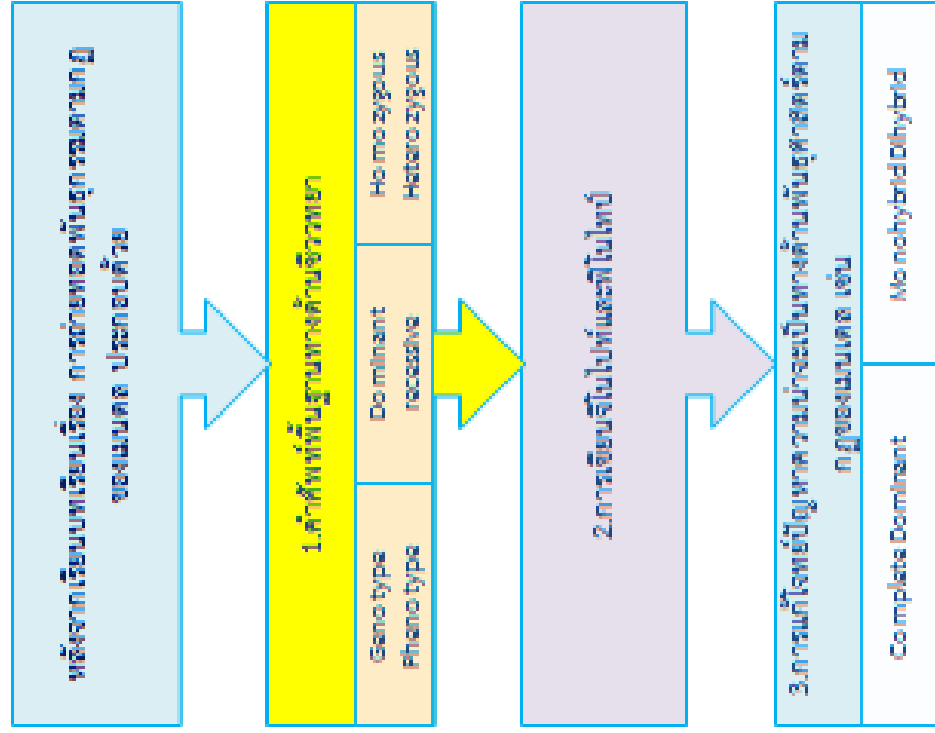
1.1 จะใช้ระบบการทดสอบในเนื้อหาอะไร (what)



1.2 ทำไมต้องใช้ระบบการทดสอบนี้ (Why)

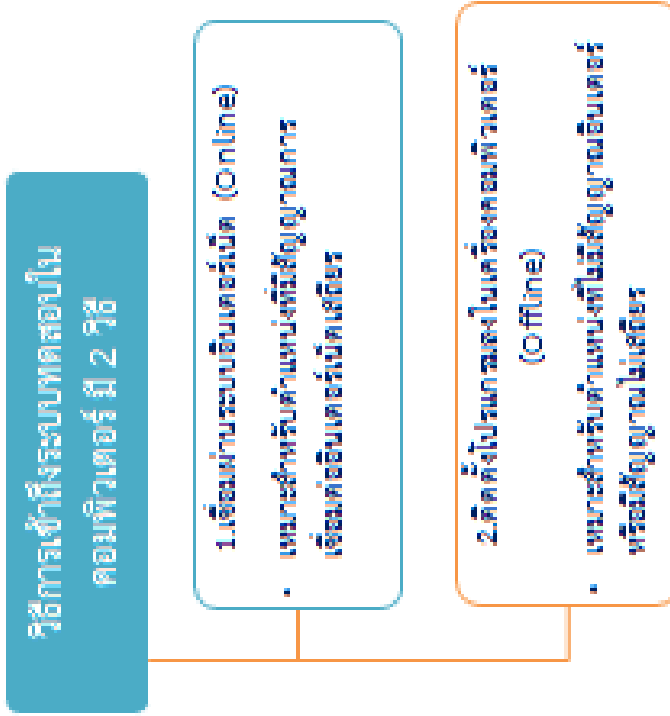


1.3 เมื่อใดจึงจะใช้ระบบการทดสอบนี้ (When)



4

1.4 วิธีการใช้ระบบการทดสอบเป็นอย่างไร (How)



5

1.5 จะใช้ระบบการทดสอบนี้กับใคร (Who)




1.6 ข้อจำกัดของการใช้งานระบบการทดสอบ

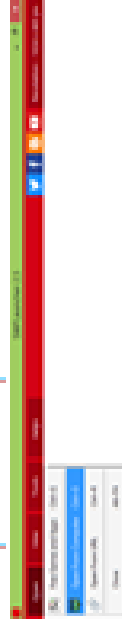


ตอนที่ 2

การเข้าถึงระบบการทดสอบ

2.1 การเข้าถึงระบบทดสอบกรณีย่อยไฟล์

1. ท่านสามารถติดต่อขอไฟล์โปรแกรมการทดสอบจากนักวิจัยไฟล์ Email Chuthaphonstar@gmail.com, Star_cus55@hotmail.com
2. ตรวจสอบเครื่องคอมพิวเตอร์ของท่านว่ามีโปรแกรมที่สามารถเปิดไฟล์ Flash ได้หรือไม่หากไม่มีกรุณาทำการติดตั้งโปรแกรม Flash
3. ดาวน์โหลดไฟล์ผ่านโปรแกรม www.getright.com
4. ดับเบิลคลิกที่ โดเมนของโปรแกรม → 
5. เมื่อค้นพบไฟล์ที่ส่งถึงของปรากฏหน้าจอ ให้คลิกเลือกเมนูที่ Open และเลือก Open from computer ดังภาพ




- 6. เลือกไปสำรวจระบบทดสอบที่ตั้งการซึ่งวางระบบไปตั้งระบบบนการทดสอบที่มี การให้ข้อมูลขึ้นอยู่กับขั้นที่แตกต่างกับ 5 แบบ ดังนี้
 - 6.1 ข้อมูลขึ้นอยู่กับระบบสืบพันธุ์ที่มีการสืบตัวอย่าง
 - 6.2 ข้อมูลขึ้นอยู่กับระบบสืบพันธุ์ที่มีการสืบตัวอย่าง
 - 6.3 ข้อมูลขึ้นอยู่กับระบบสืบพันธุ์ที่มีการสืบตัวอย่าง
 - 6.4 ข้อมูลขึ้นอยู่กับระบบบางส่วนที่มีการสืบ
 - 6.5 ข้อมูลขึ้นอยู่กับระบบของผลการทดสอบ

7. สามารถเลือกเข้าไปทำการทดสอบได้เพียง 1 รูปแบบโดยเมื่อเลือกไปที่ที่ต้องการและจะปรากฏมีค่าให้ทางเว็บไซต์ที่ซึ่งเข้ารับการทดสอบที่ไม่



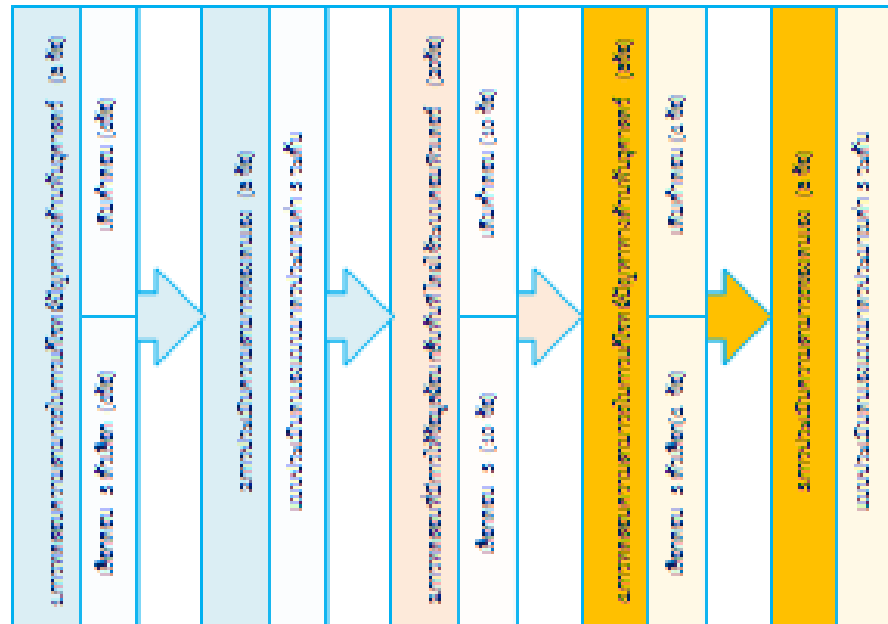
2.2 การเข้าถึงระบบทดสอบการวิจัยออนไลน์

- 1. เลือกต่อข้อมูลการสืบพันธุ์ที่มีค่าของผลวิจัยเกี่ยวกับ และไม่สามารถเปิดผ่านระบบสืบพันธุ์ที่มีค่าในช่องทางโทรศัพท์มือถือที่ได้
- 2. ค้นเว็บไซต์ทดสอบ Internet Explorer (IE) 
- 3. พิมพ์ URL [genequestion.info](#)
- 4. เลือกเว็บไซต์ที่ระบบทดสอบที่ตั้งการซึ่งวางระบบไปตั้งระบบบนการทดสอบที่มี การให้ข้อมูลขึ้นอยู่กับขั้นที่แตกต่างกับ 5 แบบ ถ้าพบค่าใช้เลือกเข้าไปทำการทดสอบได้เพียง 1 ชุด

ตอนที่ 3

การใช้ระบบการทดสอบ

3.1 องค์ประกอบของระบบการทดสอบ



การทดสอบที่ 1 ฝึกตอบได้เพียงครึ่งเดียวไม่สามารถ
ย้อนกลับไปแก้คำตอบได้

การทดสอบที่ 2 ฝึกตอบได้เพียงครึ่งเดียวไม่สามารถ
ย้อนกลับไปแก้คำตอบได้

การทดสอบที่ 3 ฝึกตอบได้มากที่สุด 5 ครั้ง จนกว่าจะ
ผ่านคะแนนเฉลยคำถามสำหรับ เช่น ตอนสุดท้ายที่ 1 ได้ 4
คะแนน ครั้งที่ 2 ได้ 3 คะแนน เป็นต้น

การทดสอบที่ 4 ฝึกตอบได้เพียงครึ่งเดียวไม่สามารถ
ย้อนกลับไปแก้คำตอบได้

การทดสอบที่ 5 ฝึกตอบได้เพียงครึ่งเดียวไม่สามารถ
ย้อนกลับไปแก้คำตอบได้

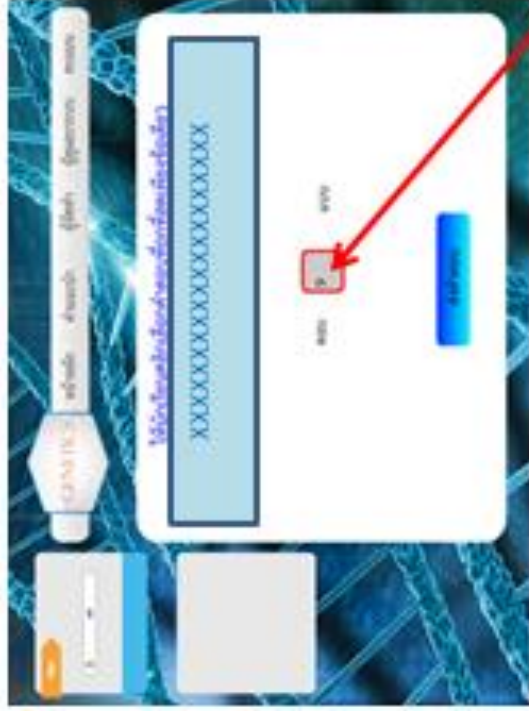
3.2 รูปแบบของแบบทดสอบ

3.2.1 ข้อสอบเลือกตอบ



ไม้จิ้มฟันพลาสติก จำนวนหนึ่งครั้ง เมื่อเลือกคำตอบที่ถูกต้อง

3.2.2 ข้อสอบเติมคำตอบ

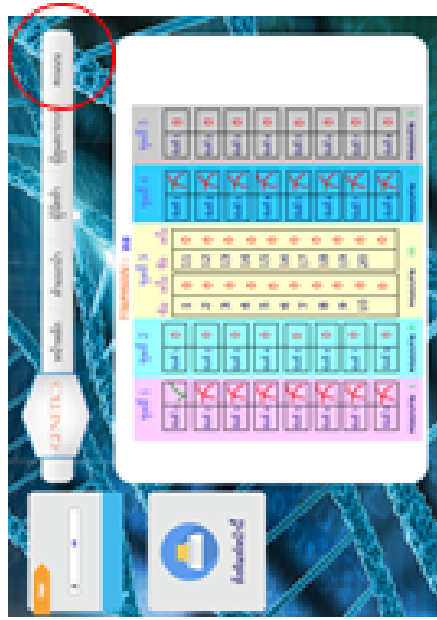


1. ไม้จิ้มฟันที่ตัวอักษรภาษาอังกฤษ (พิมพ์เล็ก หรือ พิมพ์ใหญ่) และคำเฉพาะที่มีผลต่อการตอบ ถูกเช่น ๕๕ และ AA. ไม้จิ้มฟันเป็นคำตอบเดียวกันกับ หรือ A.A.๕๕๕ และ ๕๕๕.A. มีถ้าคีย์ไม่เหมือนกัน) หรือตัวสะทอนไทย ที่เป็นคำตอบของใบข้อนี้ว่า ๕
2. ไม้จิ้มฟันคำตอบ พิมพ์กลุ่ม Error แทนการส่งคำตอบ

3.3 การประมวลผลคะแนนการทดสอบ

เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จแล้วนักเรียนสามารถตรวจคะแนนได้โดยคลิกที่ปุ่ม

คะแนน



หากมีข้อสงสัยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้โดยตรง
 ชื่อผู้วิจัย จุฑาภรณ์ มาสันเียงะ (ดาว)
 โทรศัพท์มือถือ: 089-955-3536 และ
 Email: Chuthaphon.star@gmail.com

2. สำหรับการทำแบบทดสอบจะมีการแสดงผลคะแนนอัตโนมัติทันทีภายหลังจากการคลิกปุ่มประมวลผลคะแนนของผู้ที่ไม่ได้ฐานข้อมูลของผู้ใช้ แต่อย่างไรก็ดี เนื่องจากการจัดการของผู้ใช้มีความไม่เสถียรของระบบผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขระบบ เช่น หน้าจอแสดงผลแบบแล้วส่งมาที่ Email: Chuthaphon.star@gmail.com ซึ่งเป็นอีเมลของผู้ใช้โดยได้ส่งไปยังผู้ดูแลระบบของผู้ใช้เรียบร้อยแล้ว

“ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ในการอนุเคราะห์เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี”



ภาคผนวก 9

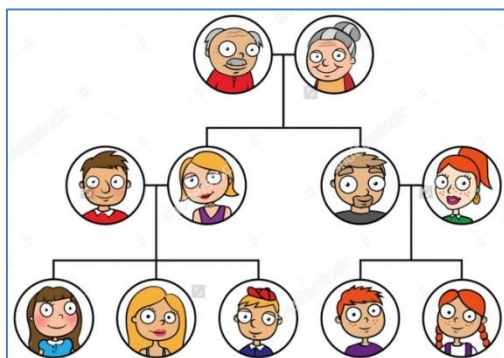
คู่มือการใช้งานระบบการทดสอบสำหรับนักเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY



คู่มือการใช้งานการทดสอบในระบบ คอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียน เรื่อง “การแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์”




โดย

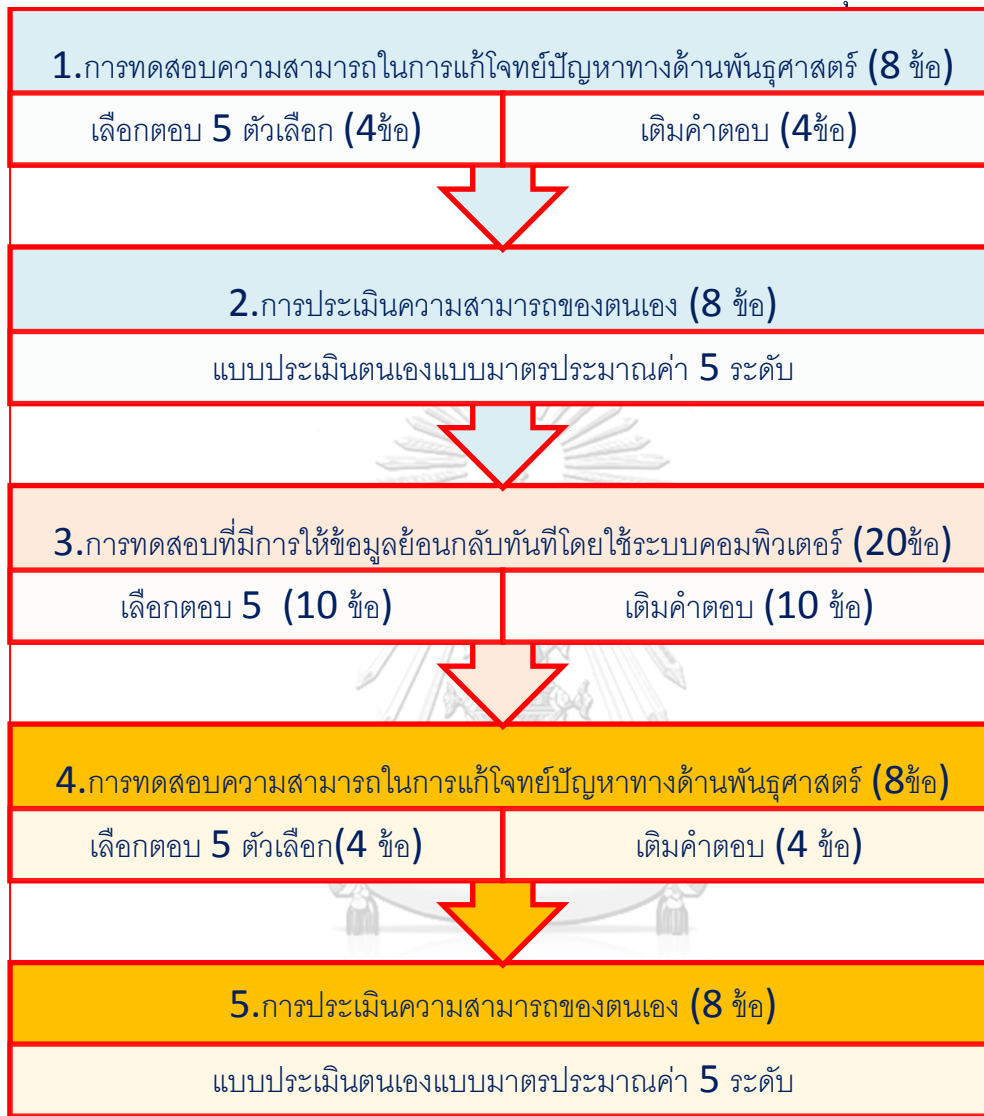
สาขาวิชา การวัดและประเมินผล

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2560

คำชี้แจง

1. นักเรียนแต่ละคนจะได้รับ ID และ Password สำหรับการลงทะเบียนเข้าสู่ระบบการทดสอบที่แตกต่างกัน กรุณาใช้ ID และ Password ที่กำหนดให้เท่านั้น
2. เชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ตของคอมพิวเตอร์ให้เรียบร้อย และ **ไม่สามารถเปิดผ่านระบบอินเทอร์เน็ตในช่องทางโทรศัพท์มือถือได้**
3. ดับเบิลคลิก ไอคอน Internet Explorer (IE)  → **ไม่สามารถเปิดผ่าน Google Chrome ได้**
4. พิมพ์ URL → genequestion.info
5. หน้าต่าง log in ให้พิมพ์ ID และ Password แล้วเริ่มทำแบบทดสอบ

6. แบบทดสอบกำหนดให้ใช้ระยะเวลาการทดสอบไม่เกิน 90 นาที โดยมีแบบทดสอบย่อยทั้งหมด 5 ชุดดังแผนภาพ



การทดสอบที่ 1 ให้ตอบได้เพียงครั้งเดียวไม่สามารถย้อนกลับ
ไปแก้คำตอบได้

การทดสอบที่ 2 ให้ตอบได้เพียงครั้งเดียวไม่สามารถย้อนกลับ
ไปแก้คำตอบได้

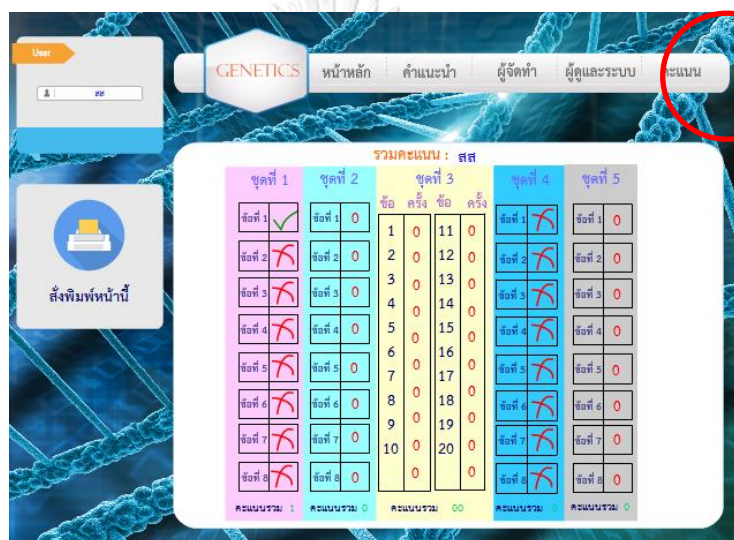
การทดสอบที่ 3 ให้ตอบได้มากที่สุด 5 ครั้ง จนกว่าจะถูก

การทดสอบที่ 4 ให้ตอบได้เพียงครั้งเดียวไม่สามารถย้อนกลับ
ไปแก้คำตอบได้

BBAA มีลำดับไม่เหมือนกัน) หรือตัวเลขอารบิก ที่เป็นคำตอบลงในช่องว่าง

7.2.2 ให้คลิกส่งคำตอบ ห้ามกดปุ่ม Enter แทนการส่งคำตอบ

8. เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จแล้วนักเรียนสามารถตรวจผลคะแนนได้โดยคลิกที่ปุ่ม **คะแนน**



9. ให้ผู้เรียนเซฟภาพหน้าจอผลคะแนนแล้วส่งผลสอบมาที่

Email : chuthaphon.star@gmail.com

10. ผู้สอบที่ได้คะแนนสูงสุด 3 อันดับแรกในแต่ละห้องเรียนผู้วิจัยจากสาขาการวัดและประเมินผล คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จะมอบรางวัลให้เป็นของสมนาคุณ

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือค่ะ



ภาคผนวก 10

แบบประเมินระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์
สำหรับผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**แบบประเมินระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์
สำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกันเรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์**

A. ข้อมูลพื้นฐาน

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย X ลงใน ที่มีข้อมูลตรงกับนักเรียน

1. เกรดรายวิชาชีววิทยา ม.5 เทอม 2

1.00 1.50 2.00

2.50 3.00 3.50 4.00

2. ชุดข้อสอบที่นักเรียนได้ทำ

ชุด A ชุด B ชุด C ชุด D ชุด E

B. การประเมินระบบการทดสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ลงในช่องว่างตามระดับความคิดเห็นของท่าน

- 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วย 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	1	2	3	4	5
1. ความสะดวกรวดเร็วในการลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานระบบ					
2. ความปลอดภัยในการเข้าถึงตัวข้อสอบ					
3. การออกแบบหน้าจอของระบบการทดสอบมีส่วนที่เหมาะสมและสวยงาม					
4. ขนาดและชนิดของตัวอักษรใช้สีสันทัดตา อ่านง่าย มีความเหมาะสม					
5. คำชี้แจงการทดสอบในแต่ละชั้นมีความเหมาะสมชัดเจน					
6. ลำดับการทดสอบมีความเหมาะสม ต่อเนื่อง					
7. จำนวนชุดของแบบทดสอบมีความเหมาะสมกับระยะเวลาทดสอบ					
8. ข้อมูลย้อนกลับที่ให้เมื่อตอบผิดมีความเหมาะสม อ่านง่าย กระตุ้นการเรียนรู้					
9. การตอบแบบทดสอบแบบเลือกตอบมีความสะดวก รวดเร็ว					
10. การตอบแบบทดสอบแบบเติมคำมีความสะดวก รวดเร็ว					
11. ความถูกต้องในการเฉลยในการเฉลยข้อสอบ					
12. ระบบการทดสอบมีการประมวลผลรวดเร็ว					
13. ระบบการทดสอบมีการกำหนดระยะเวลาชัดเจน					
14. หน้าจอแสดงผลคะแนนมีความชัดเจน					

3. ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

*****ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือค่ะ*****



ภาคผนวก 11

แบบประเมินระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนทันทีที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์
สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การประเมินระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ สำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน

คำชี้แจงสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินระบบการทดสอบ

1. ระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกันประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ คือ 1) ปัจจัยนำเข้า (Input) 2) กระบวนการ (Process) และ 3) ผลลัพธ์ (Output) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1) ปัจจัยนำเข้า (Input) ได้แก่ 1) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 2) แบบประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการทดสอบที่มีการให้รับข้อมูลย้อนกลับทันที 3) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (ข้อมูลย้อนกลับจำแนกเป็น 5 รูปแบบ)

1.2) กระบวนการ (Process) ประกอบด้วย 7 กระบวนการ ได้แก่ 1) กระบวนการลงทะเบียน 2) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 3) กระบวนการประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 4) กระบวนการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ 5) กระบวนการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 6) กระบวนการประเมินความสามารถตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที และ 7) กระบวนการประมวลผลการตอบ

1.3) ผลลัพธ์ (Output) คือ ผลคะแนนของผู้เรียนจากกระบวนการทดสอบประกอบด้วย 1) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ 2) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์หลังการได้รับข้อมูลย้อนกลับ 3) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับ 4) คะแนนการประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ และ 5) คะแนนการประเมินตนเองด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์ก่อนการได้รับข้อมูลย้อนกลับ

2. การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที (Immediate feedback) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับในสถานการณ์การทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบจนกว่าจะถูก (Answer-until correct /Multiple-try feedback) อีกทั้งรูปแบบการให้

ข้อมูลย้อนกลับที่ศึกษายังจำแนกเป็น 2 รูปแบบ โดยใช้เกณฑ์ในการจำแนกที่แตกต่างกัน 2 เกณฑ์ คือ 1) จำแนกตามเงื่อนไขของการให้ข้อมูลย้อนกลับ ได้แก่ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์ (Full Feedback) และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วน (Partial Feedback) 2) จำแนกตามการนำเสนอข้อมูลย้อนกลับ ได้แก่ การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การสาธิตตัวอย่าง (Worked Example Feedback) และการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้การชี้แนะ (Directive Feedback) ทำให้งานวิจัยครั้งนี้มีรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน 5 รูปแบบคือ

2.1) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การแสดงตัวอย่าง (Full Worked Example Feedback; FWF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบไม่ว่าจะตอบถูกหรือผิดโดยใช้การแสดงตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์ใกล้เคียงกับโจทย์ปัญหาที่ผู้สอบกำลังทดสอบได้ศึกษา

2.2) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบสมบูรณ์โดยใช้การชี้แนะ (Full Directive Feedback; FDF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบไม่ว่าจะตอบถูกและผิด โดยใช้การชี้แนะและอธิบายโจทย์ปัญหาข้อนั้นให้แก่ผู้สอบ

2.3) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การแสดงตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบโดยมีเงื่อนไขว่าข้อมูลย้อนกลับจะแสดงเฉพาะกรณีที่ตอบผิด โดยใช้การแสดงตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์ใกล้เคียงกับโจทย์ปัญหาที่ผู้สอบกำลังทดสอบได้ศึกษา

2.4) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบางส่วนโดยใช้การชี้แนะ (Partial Directive Feedback; PDF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบโดยมีเงื่อนไขว่าข้อมูลย้อนกลับจะแสดงเฉพาะกรณีที่ตอบผิด โดยใช้การชี้แนะและอธิบายโจทย์ปัญหาข้อนั้นให้แก่ผู้สอบ

2.5) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการตอบ (Knowledge of Result Feedback ; KORF) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีภายหลังจากการตอบ ซึ่งบอกเพียงแค่ผลการตอบว่าตอบถูกหรือผิด ในกรณีที่ตอบผิดจะมีเพียงข้อความแสดงขึ้นมาว่า ตอบผิดแล้วให้ตอบใหม่โดยไม่มี การให้ข้อมูลใดๆเพิ่มเติมและเปิดโอกาสให้ตอบจนกว่าจะถูก ขณะที่หากตอบถูกก็จะมีข้อความแสดงขึ้นมาเพียงว่า ตอบถูกแล้วให้ทำในข้อถัดไปโดยไม่มี การให้สารสนเทศใดเพิ่มขึ้น

3.การเข้าถึงระบบการทดสอบจะสามารถเข้าถึงได้จาก

<https://thaicai.000webhostapp.com/index-offline.swf> โดยเข้าระบบผ่าน Windows Internet Explorer โดยระบบการทดสอบดังกล่าวนี้เป็นระบบแบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแบบบางส่วนโดยใช้การแสดงตัวอย่าง (Partial Worked Example Feedback; PWF) ดังที่ได้ให้นิยามดังข้อ 2.3 ข้างต้น

**แบบประเมินระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์
สำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน**

1.ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับระบบการทดสอบ

คำชี้แจง ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างตามระดับความคิดเห็นของท่าน

- 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วย
- 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	1	2	3	4	5
1.ความสะดวกรวดเร็วในการลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานระบบ					
2.ความปลอดภัยในการเข้าถึงตัวข้อสอบ					
3.การออกแบบหน้าจอของระบบการทดสอบมีส่วนที่เหมาะสมและสวยงาม					
4.ขนาดและชนิดของตัวอักษรใช้สีสนสะดวกตา อ่านง่าย มีความเหมาะสม					
5.คำชี้แจงการทดสอบในแต่ละชั้นมีความเหมาะสมชัดเจน					
6.ลำดับการทดสอบมีความเหมาะสม ต่อเนื่อง					
7.จำนวนชุดของแบบทดสอบมีความเหมาะสมกับระยะเวลาทดสอบ					
8.ข้อมูลย้อนกลับที่ให้เมื่อตอบผิดมีความเหมาะสม อ่านง่าย กระตุ้นการเรียนรู้					
9.การตอบแบบทดสอบแบบเลือกตอบมีความสะดวก รวดเร็ว					
10.การตอบแบบทดสอบแบบเติมคำมีความสะดวก รวดเร็ว					
11.ความถูกต้องในการเฉลยในการเฉลยข้อสอบ					
12.ระบบการทดสอบมีการประมวลผลรวดเร็ว					
13.ระบบการทดสอบมีการกำหนดระยะเวลาชัดเจน					
14.หน้าจอแสดงผลคะแนนมีความชัดเจน					

2.ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบการทดสอบ

2.1 ด้านปัจจัยนำเข้า.....

.....

2.2 ด้านกระบวนการทดสอบ.....

.....

2.3 ด้านผลลัพธ์.....

.....

3.ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....



ภาคผนวก 12

แบบบันทึกการสัมภาษณ์ผู้เรียนที่ได้รับการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที
และภาพการสัมภาษณ์ผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบบันทึกการสัมภาษณ์ผู้เรียนเกี่ยวกับคุณภาพของระบบการทดสอบฯ

ชื่อ-นามสกุล นักเรียนห้องม.6/.....

โรงเรียน.....วันที่สัมภาษณ์

ระดับความสามารถ ต่ำ ปานกลาง สูง

ชุดแบบทดสอบที่ได้รับ ชุด A ชุด B ชุด C ชุด D ชุด E

ประเด็นคำถามประกอบด้วยประเด็นคำถาม 4 ประเด็นดังนี้

<p>1.คุณภาพของระบบการทดสอบด้านอรรถประโยชน์</p> <p>“นักเรียนคิดว่าระบบการทดสอบเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและปรับปรุงตนเองแก่ตนเองหรือไม่ อย่างไร”</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>2.คุณภาพของระบบการทดสอบด้านความเป็นไปได้</p> <p>“นักเรียนคิดว่าระบบการทดสอบสามารถนำไปใช้ได้ในสถานการณ์ที่เป็นจริง ประหยัดเวลา ประหยัดทรัพยากรและสะดวกต่อการใช้งานภายใต้เวลาและเงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่ อย่างไร”</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>3.คุณภาพของระบบด้านความเหมาะสม</p> <p>“นักเรียนคิดว่าระบบการทดสอบสอดคล้องและเหมาะสมกับหลักการ วิธีการ ในด้านของสภาพบริบท เวลา ข้อมูล และไม่ส่งผลเสียต่อผู้เรียนหรือไม่ อย่างไร”</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>4.คุณภาพของระบบด้านความถูกต้อง</p> <p>“นักเรียนคิดว่าระบบการทดสอบมีความถูกต้องประมวลผลคะแนนได้แม่นยำหรือไม่ อย่างไร”</p> <p>.....</p> <p>.....</p>



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพการสัมภาษณ์ผู้เรียนภายหลังจากการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์

ภาคผนวก 13
ภาพตัวอย่างการจัดการทดสอบ

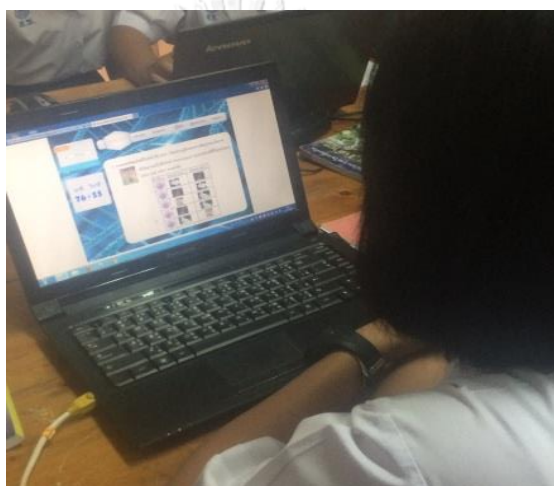


จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



แบบ C รวมคะแนน.ส.ศิริรัตน์ ใช้เวลา 61 นาที

ชุดที่	ชุดที่	ชุดที่	ชุดที่	ชุดที่	ชุดที่
ข้อ	ครั้ง	ข้อ	ครั้ง	ข้อ	ครั้ง
ข้อที่ 1	3	1	2	11	5
ข้อที่ 2	3	2	2	12	3
ข้อที่ 3	3	3	2	13	1
ข้อที่ 4	3	4	2	14	2
ข้อที่ 5	5	5	2	15	1
ข้อที่ 6	3	6	2	16	1
ข้อที่ 7	4	7	1	17	4
ข้อที่ 8	4	8	2	18	3
ข้อที่ 9	5	9	2	19	5
ข้อที่ 10	4	10	2	20	2
ข้อที่ 11	4	1	1	4	4




จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาคผนวก 14

ภาพและกำหนดการการจัดประชุมกลุ่ม (Focus Group)

ณ วันที่ 4 เมษายน พ.ศ.2560

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การจัดประชุมกลุ่ม (Focus group) วันที่ 4 เมษายน พ.ศ.2560 เวลา 13.00-15.00 น.
ณ ห้อง 713 อาคารพระมิ่งขวัญการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เรื่อง การให้ข้อมูลย้อนกลับที่แก่นักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์





จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กำหนดการประชุมกลุ่ม (Focus group)

เรื่อง การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแก่นักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์

วันอังคารที่ 4 เมษายน พ.ศ.2560 เวลา 13.00-15.00 น.

ณ อาคารพระมิ่งขวัญการศึกษาไทย ชั้น 7 ห้อง 713

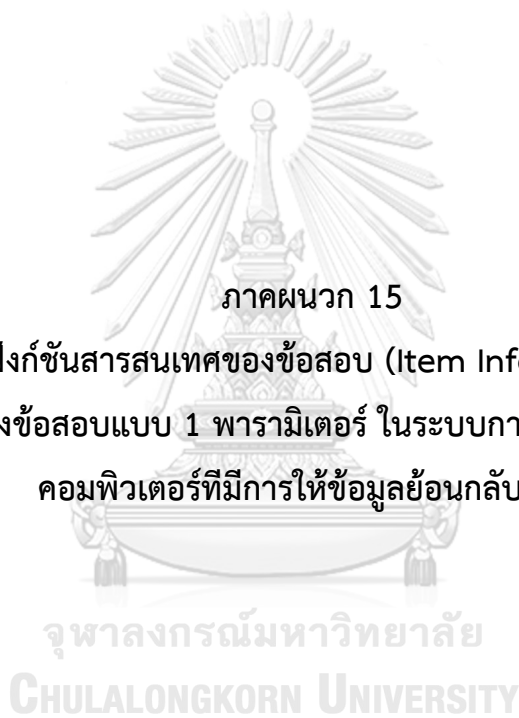
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

13.00 – 13.10 น.	- ลงทะเบียน - นางสาวจุฑาภรณ์ มาสันเทียะ (ผู้วิจัย) กล่าวต้อนรับคณะอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิและเป็นผู้ดำเนินการประชุม
13.10 - 13.30 น.	- ผู้วิจัยกล่าวแนะนำตัวและชี้แจงวัตถุประสงค์การประชุม - กล่าวชี้แจงเอกสารคู่มือการทดสอบเพื่อประกอบการประชุม
13.30 - 14.45 น.	เริ่มการประชุมนำเสนอความคิดเห็นเพื่อปรับปรุงแก้ไข การให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีในการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านพันธุศาสตร์จำนวน 20 ข้อเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาระบบการทดสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในงานวิจัย
14.45-15.00 น.	ผู้วิจัยกล่าวสรุปผลการประชุมและกล่าวขอบคุณคณะอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิในการให้ความอนุเคราะห์สำหรับการเข้าร่วมประชุมเสนอข้อคิดเห็นในครั้งนี้
สิ้นสุดการประชุม	

รายนามอาจารย์ผู้เข้าร่วมประชุม

1. อาจารย์ ดร.เมษา นวลศรี อาจารย์คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
2. อาจารย์ ฐาปนา จ้อยเจริญ อาจารย์คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
3. อาจารย์ บุษยรัตน์ จันทร์ประเสริฐ รองผู้อำนวยการสำนักประกันคุณภาพการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
4. อาจารย์ กิตติศักดิ์ โถงสมบัติ อาจารย์พิเศษรายวิชาชีววิทยา/ปรัชญา
5. อาจารย์ กมนณพ คำด่อน อาจารย์ผู้สอนรายวิชา ชีววิทยา โรงเรียนวัดราชโอรส
6. อาจารย์ ธนิต กาญจนโกมล อาจารย์ผู้สอนรายวิชา ชีววิทยา โรงเรียนจิตรลดา
7. อาจารย์ พรพิมล ค่อมสิงห์ อาจารย์ผู้สอนรายวิชา ชีววิทยา โรงเรียนสตรีศรีสุริโยทัย
8. อาจารย์ ณพัธอร เสงสมบุรณ์ อาจารย์ผู้สอนรายวิชา ชีววิทยา โรงเรียนสนามชัยเขต

เบอร์โทรศัพท์ผู้วิจัย : 089-0553536

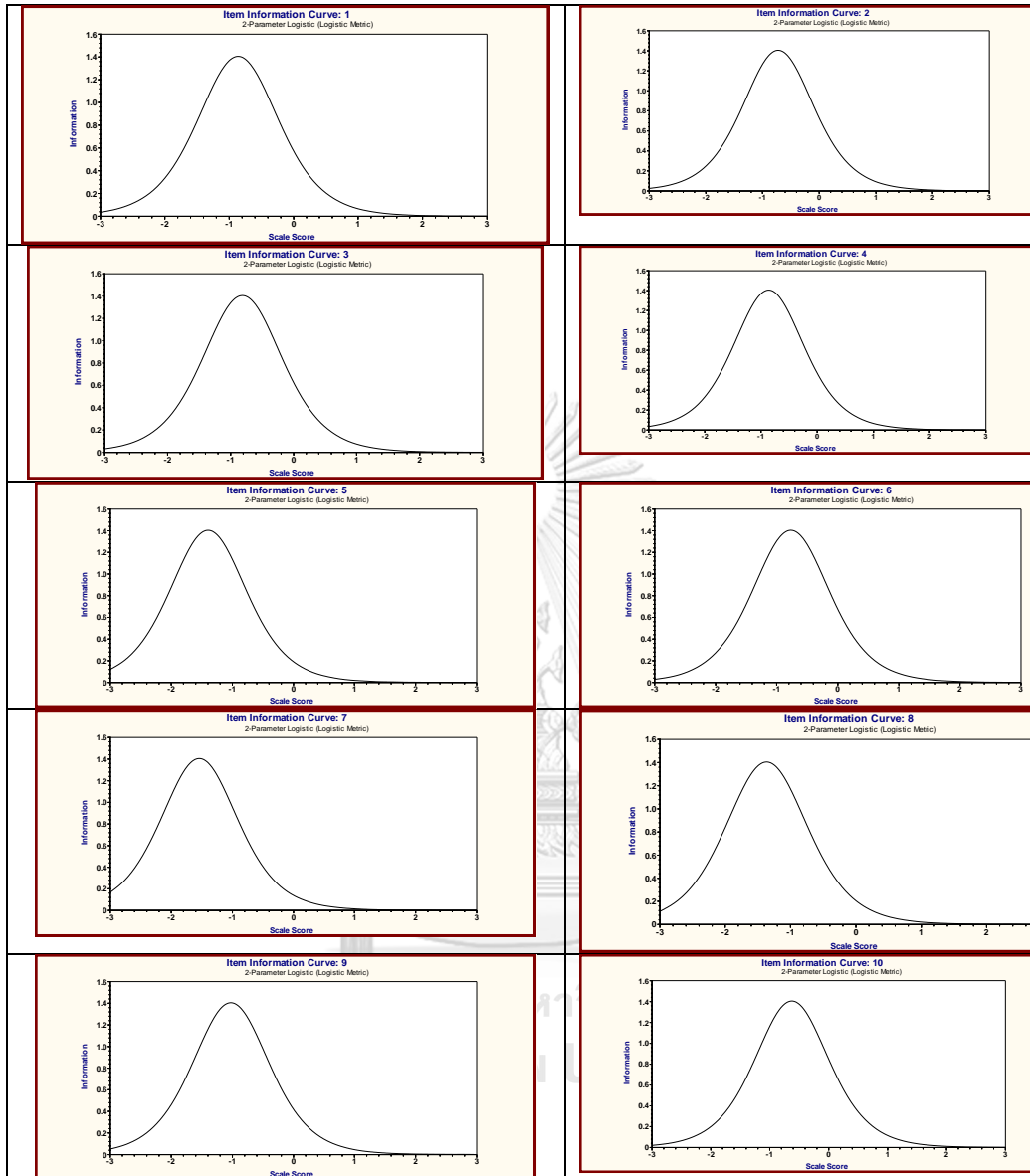


ภาคผนวก 15

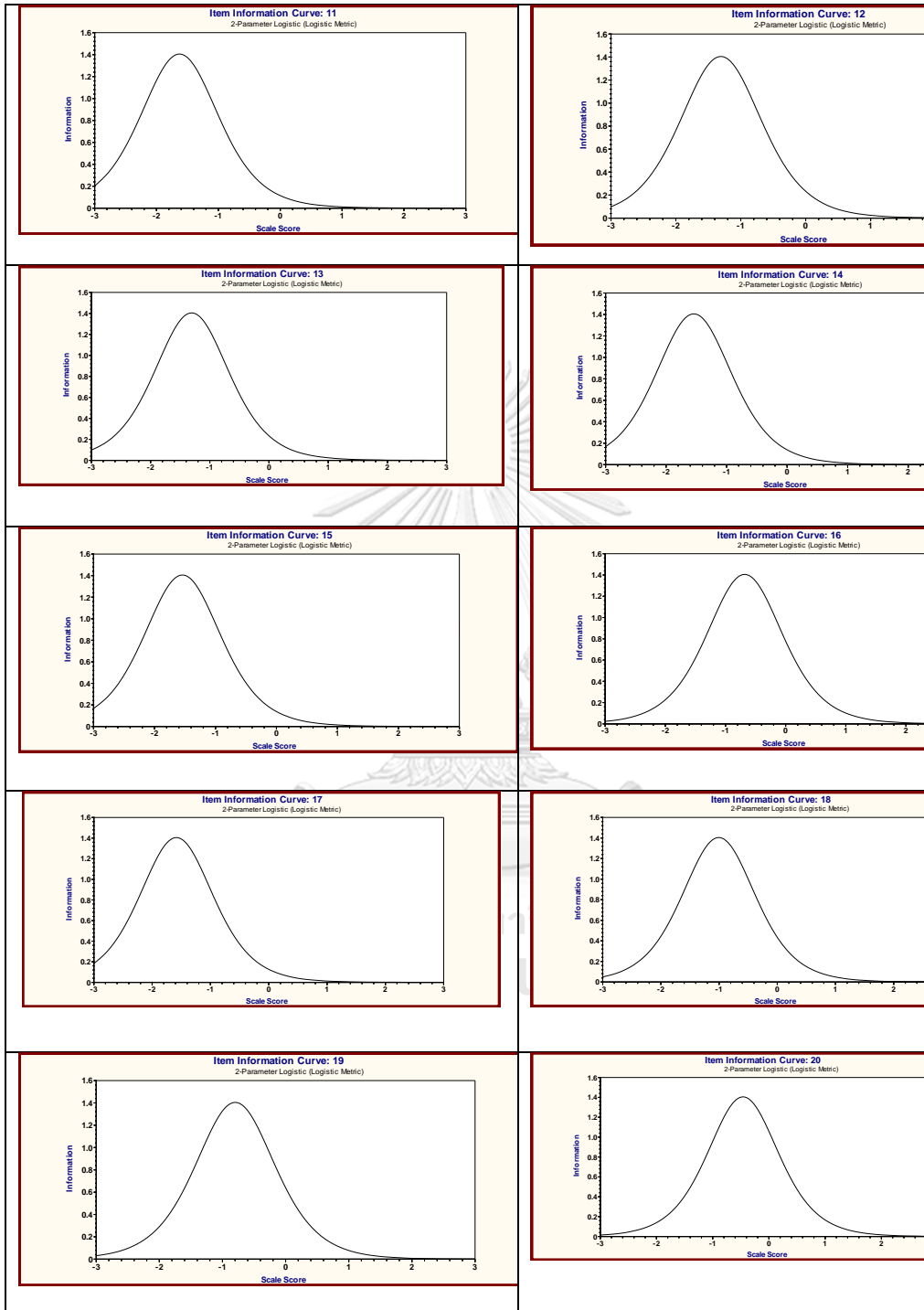
ผลการวิเคราะห์ฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information) ภายใต้โมเดล
การตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ ในระบบการทดสอบโดยใช้ระบบ
คอมพิวเตอร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กราฟฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information) ข้อที่ 1-10



กราฟฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information) ข้อที่ 11-20



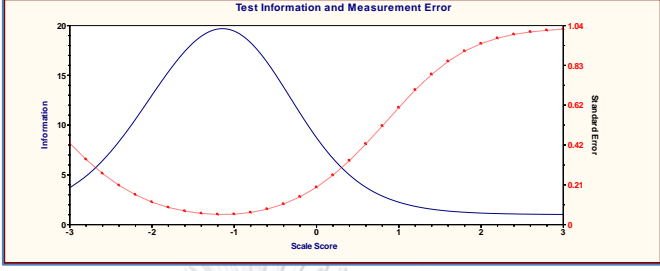
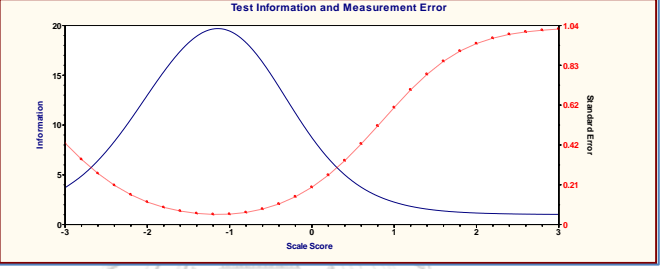
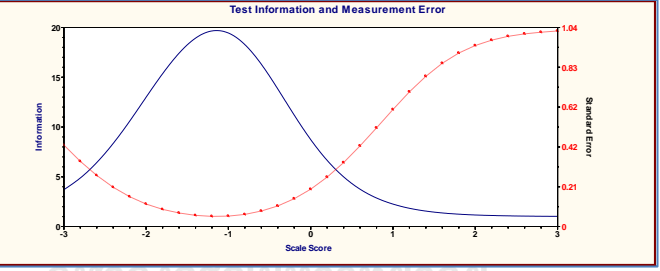
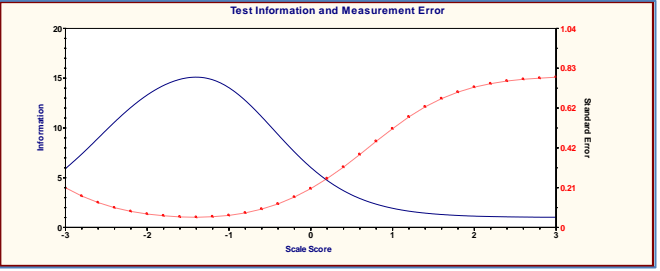
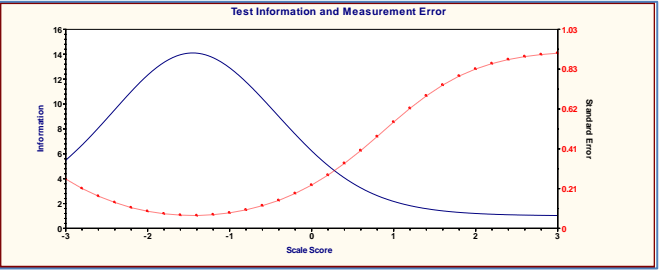


ภาคผนวก 16

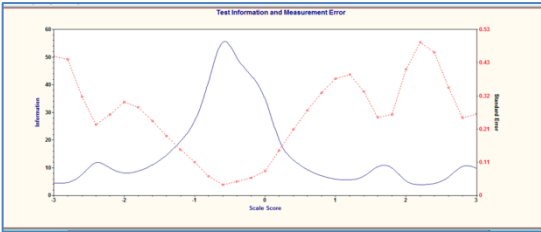
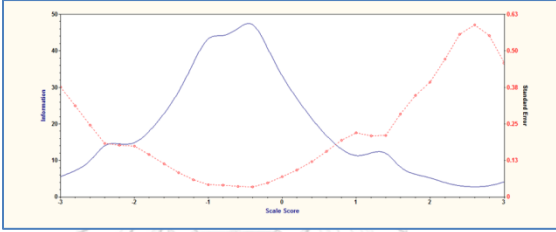
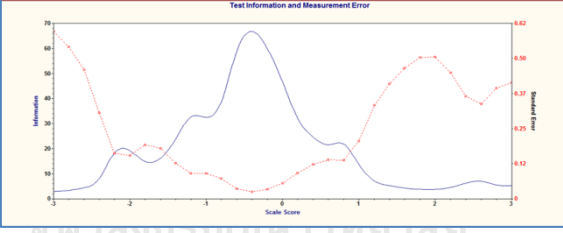
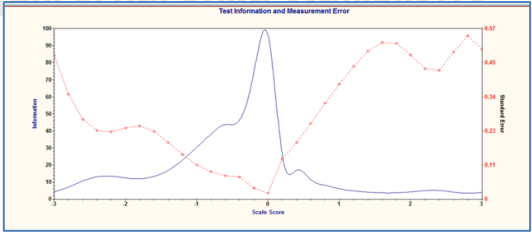

ผลการวิเคราะห์ฟังก์ชันสารสนเทศของแบบสอบ (Test Information) ภายใต้โมเดล
การตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์และ GRM

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตาราง1 เปรียบเทียบสารสนเทศของแบบสอบภายใต้โมเดลการวิเคราะห์แบบ 1PL

รูปแบบข้อมูล ย้อนกลับ	กราฟแสดงสารสนเทศของแบบสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกัน ภายใต้โมเดลการวิเคราะห์แบบ 1 PL
1.FWF	 <p>TIF=19.648</p>
2.PWF	 <p>TIF =28.064</p>
3.FDF	 <p>TIF = 14.076</p>
4.PDF	 <p>TIF = 15.098</p>
5.KORF	 <p>TIF = 14.082</p>

ตาราง 2 เปรียบเทียบสารสนเทศของแบบสอบภายใต้โมเดลการวิเคราะห์แบบ GRM

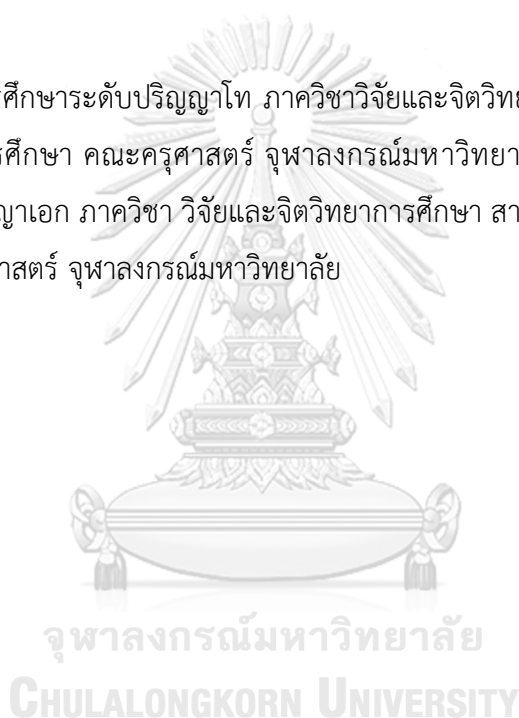
รูปแบบข้อมูลย้อนกลับ	กราฟแสดงสารสนเทศของแบบสอบที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกัน ภายใต้โมเดลการวิเคราะห์แบบ GRM
1.FWF	 <p>TIF=55.379</p>
2.PWF	 <p>TIF =47.144</p>
3.FDF	 <p>TIF = 66.731</p>
4.PDF	 <p>TIF = 95.856</p>
5.KORF	 <p>TIF= 80.734</p>

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว จุฑาภรณ์ มาสันเทียะ เกิดเมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2531 สำเร็จการศึกษาระดับ
ประถมศึกษาและมัธยมศึกษา จากโรงเรียนพระหฤทัยเชียงใหม่

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชา หลักสูตรการสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
สาขาวิชามัธยมศึกษา-วิทยาศาสตร์ วิชาเอกชีววิทยา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ได้รับการพิจารณาคัดเลือกให้เป็นนิสิตปฏิบัติการสอนดีเด่น (วิชาเอกชีววิทยา) ภาคการศึกษาต้น
ปีการศึกษา 2555

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา สาขาวิชาการวัด
และประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ.2557 ปัจจุบันกำลัง
ศึกษาในระดับปริญญาเอก ภาควิชา วิจัยและจิตวิทยาการศึกษา สาขาวิชาการวัดและประเมินผล
การศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาษาไทย

- กานดา ทองวัฒนะ. (2521). การเปลี่ยนคำตอบในการทำข้อสอบชนิดเลือกตอบ. (ปริญญา มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- ขวัญใจ อุตราภรณ์. (2528). การเปลี่ยนคำตอบในการสอบซ้ำของแบบสอบเลือกตอบวิชา คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- จงกลวรรณ มุสิกทอง และ พิจิตรา เล็กดำรงกุล. (2556). Clinical Teaching: Feedback (การให้
ช้ อ มู ล ย้ อ น ก ลั บ) . Retrieved from
http://www.ns.mahidol.ac.th/english/th/departments/MN/th/km/56/km_feedback.html
- จินตวีร์ คล้ายสังข์. (2560). การผลิตและใช้สื่ออย่างเป็นระบบเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. (2551). ประมวลสาระชุดวิชาการพัฒนาหลักสูตรและสื่อการเรียน การสอน (พิมพ์ครั้งที่ 2.). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ดาวเรือง ลุมทอง. (2553). ผลของรูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อพัฒนาการของผลงานด้านทัศนศิลป์: การประยุกต์ใช้ข้อมูลย้อนกลับทั่วไปและข้อมูลชี้แนะเพื่อการปรับปรุง. (ปริญญาดุขฎี บัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- ทรงวุฒิ แซ่อึ้ง. (2552, 22-23 พฤษภาคม). ระบบการทดสอบออนไลน์โดยวิธี เลือกจาก ความ ยากง่าย. Paper presented at the ประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 5, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ทิวต์ถ์ มณีโชติ. (2549). การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- ธนัทณัฐ ฉัตรภักครัตน์. (2556). การพัฒนาระบบการสอนเสริมทางไกลอิเล็กทรอนิกส์แบบมี ปฏิสัมพันธ์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (ปริญญาดุขฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- นนทกร อรุณพฤกษากุล. (2559). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน. Paper presented at the การประชุมวิชาการระดับชาติครุศาสตร์ ครั้งที่ 1 การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาท้องถิ่นสู่ประชาคมอาเซียน : ทิศทางใหม่ในศตวรรษที่ 21.

- ประณาท เทียนศรี. (2546). ปัจจัยและผลการเปลี่ยนคำตอบข้อสอบปรนัยของนักเรียน
ชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยฝ่ายประถม. วารสาร
ครุ
ศาสตร์, 31, 10-23.
- พรรณทิพา ศรีโชติ. (2556). ขับเคลื่อนประเทศไทย ก้าวสู่มิติใหม่ การประเมินผลทางการศึกษา
(Assessment). Retrieved from [https://www.facebook.com/notes/assessment/
453779464670556/](https://www.facebook.com/notes/assessment/453779464670556/)
- พลอยไพลิน นิลกรรณ์. (2552). ผลของการให้ผลย้อนกลับที่มีต่อการเรียนรู้ทักษะการตีลูกซอฟท์บอล.
(ปริญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษา), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,
- พิมพ์สิริ เขียรนรเศรษฐ์. (2549). การเปรียบเทียบค่าความสามารถ ลักษณะของการเปลี่ยนคำตอบ
และเวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบของผู้สอบ ในการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถ
ของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์เมื่อเงื่อนไขการทดสอบและระดับความสามารถของผู้สอบ
แตกต่างกัน. (ปริญาการศึกษามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, บัณฑิตวิทยาลัย.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2547). ก้าวไกล: e-Learning การ ออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บน
เว็บตามแนวคิดวิธีการระบบ (System Approach). วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระ นครเหนือ.
- ยุพา เวียงกลม. (2541). ผลการประเมินตนเองโดยใช้แฟ้มสะสมผลงานที่มีต่อความเชื่อมั่นในตนเอง
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
, บัณฑิตวิทยาลัย.
- รัชนิวรรณ สงชู. (2544). การพัฒนาแบบประเมินตนเองด้านการปฏิบัติงานตามเกณฑ์มาตรฐานระดับ
คุณภาพสำหรับครูสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, บัณฑิตวิทยาลัย.
- ศิริดา บุรชาติ และคณะ. (2554). การวิจัยและพัฒนารูปแบบการประเมินคุณภาพบัณฑิต
สาขาครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ ของสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2555). ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ (Modern Test Theories) (พิมพ์ครั้งที่ 4.).
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริเดช สุชีวะ. (2545). ชุดเครื่องมือการประเมินตนเองของครูมืออาชีพ. กรุงเทพฯ: เอ็กชเปอร์
เน็ตบุ๊กส์.
- สรสรเสริญ วีระพจนานันท์. (2557). การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหา
พันธุศาสตร์ของเมนเดล วิชาชีววิทยา 5 ด้วยตารางพันเนตต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
6/1 โรงเรียนแม่วงก์พิทยาคม.

- สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2557). เทคนิคการวัดและประเมินผลระดับชั้นเรียน (*Classroom Assessment*). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สุชาภา คล้ายมณี. (2558). ผลการให้ข้อมูลย้อนกลับต่อการปฏิบัติ กิจกรรม 5ส หอพัก ของนักศึกษาพยาบาลวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี นครราชสีมา. *The Journal of Boromarajonani College of Nursing*, 20, 67-68.
- เหมือนฝัน ชมมณี. (2555). การวิเคราะห์กระบวนการชี้แนะของครูและผลที่เกิดกับผู้เรียน: พหุกรณีศึกษา. *OJED*, 9(2), 489-499.
- อนงค์ เมธีพิทักษ์ธรรม. (2555). ผลของรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ครุศาสตร์มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Akçapınar, G. (2015). How Automated Feedback Through Text Mining Changes Plagiaristic Behavior in Online Assignments. *Computers & Education*, 87, 123-130.
- Akkermans, W. (1999). Polytomous Item Scores and Guttman Dependence. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 52, 39-61.
- Al-Hamly, M., & Coombe, C. (2005). To Change or Not to Change: Investigating the Value of MCQ Answer Changing for Gulf Arab Students. *Language Testing*, 22(4), 509-531. doi: 10.1191/0265532205lt317oa
- 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, Y., & Powers, D. (2008). *Effect of Immediate Feedback and Revision on Psychometric Properties of Open-ended GRE Subject Test Items*. Retrieved from NJ:

- Attali, Y., & Powers, D. (2010). Immediate Feedback and Opportunity to Revise Answers to Open-ended Questions. *Educational and Psychological Measurement*, 70, 22-35.
- Bechger, T. M., & Akkermans, W. (2001). A Note on the Equivalence of the Graded response model and the sequential model. *Psychometrika*, 66, 461-463.
- Bird, F. L., & Yucel, R. (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.
- Bol, L., & Hacker, D. J. (2001). A Comparison of the Effects of Practice Tests and Traditional Review on Performance and Calibration. *The Journal of Experimental Education*, 69(133-151).
- 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., Karpicke, J. D., & Roediger III, H. L. (2007). The Effect of Type and Timing of Feedback on Learning From Multiple-Choice Tests. *Journal of Experimental Psychology*, 13(4), 273-281.
- Campbell, N., & Reece, J. (2008). *Biology* (8th edition.). San Francisco: Pearson.
- Chang, A. (2001). Comparison of Actigraphic, Polysomnographic, and Subjective Assessment of Sleep Parameters in Sleep-disordered Patients. *Sleep Med*, 2(5), 389-396.
- Chen, C. S. (2002). Self-regulated Learning Strategies and Achievement in an Introduction to Information Systems Course. *Information Technology, Learning and Performance Journal*, 20(1), 11-25.
- Chib, S., & Albert, J. H. (1993). Bayesian Analysis of Binary and Polychotomous Response Data. *Journal of the American Statistical Association*, 88, 669-679.
- Clark, R. C., Nguyen, F., & Sweller, J. (2011). *Efficiency in Learning: Evidence-based Guidelines to Manage Cognitive Load*. San Francisco, CA: Wiley.
- 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.

- Delgado, A. R., & Prieto, G. (2003). The Effect of Item Feedback on Multiple-choice Test Responses. *British Journal of Psychology*, 94, 73-85.
- Diab, N. M. (2015). Effectiveness of Written Corrective Feedback : Does Type of Error and Type of Correction Matter? *Assessing Writing*, 24, 16-34.
- Dihoff, R. E., Brosvic, G. M., & Epstein, M. L. (2003). The Role of Feedback during Academic Testing: The Delay Retention Effect Revisited. *The Psychological Record*, 53(4), 533-548.
- Di Milia, L. (2007). Benefiting from Multiple-choice Exams: The Positive Impact of Answer Switching. *Educational Psychology*, 27(5), 607-615. doi: 10.1080/01443410701309142
- Dunlosky, J., & Rawson, K. A. (2015). Do Students Use Testing and Feedback while Learning? A Focus on Key Concept Definitions and Learning to Criterion. *Learning and Instruction*, 39, 32-44.
- Durkin, K., & Johnson, R. B. (2013). Is Self-explanation Worth the Time? A Comparison to Additional Practice. *British Journal of Educational Psychology*, 83(4), 615-632.
- Eberlein, M. (2010). The Effects of Feedback on Self-assessment. *Bulletin of economic research*, 63(2), 177-199.
- Earl, L. M., & Guskey, T. R. (2003). *Assessment as Learning*. Thousand Oaks. CA: Corwin Press.
- Faqeih, H. I. (2015). Learners' Attitudes towards Corrective Feedback. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 192, 664-671.
- Ferguson, K. J., Kreiter, C. D., Peterson, M. W., Rowat, J. A., & Elliott, S. T. (2009). Is That Your Final Answer? Relationship of Changed Answers to Overall Performance on a Computer-based Medical School Course Examination. *Teaching and Learning in Medicine: An International Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 14(1), 20-23.
- Foley, B. (2010). *Improving IRT Parameter Estimates with Small Sizes: Evaluating the Efficacy of a New Data Augmentation Technique*. (Doctor of Philosophy), University of Nebraska – Lincoln,

- Gielen, M., & Wever, B. D. (2015). Structuring Peer Assessment: Comparing the Impact of the Degree of Structure on Peer Feedback Content. *Computers in Human Behavior*, 52, 315-325
- Glas, A., & Hendrawan, I. (2005). Testing Linear Models for Ability Parameters in Item Response Models. *Multivariate Behav Res*, 40(1), 25-51.
- Glas, A., & Dagohoy, T. (2007). A Person Fit Test for IRT Models for Polytomous Items. *Journal of Quantitative Psychology*, 72(2), 159-180.
- Glas, C., & Pimentel, J. L. (2008). Modeling Nonignorable Missing Data in Speeded Tests. *Educational and Psychological Measurement*, 68, 907-922.
- 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.
- 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.
- Green, D. R., Yen, W. M., & Burket, G R. (1989). Experiences in the Application of Item Response Theory in Test Construction. *Applied Measurement in Education*, 2(4), 297-312.
- Han, Y. F. (2015). Exploring Learner Engagement with Written Corrective Feedback in a Chinese Tertiary EFL Classroom. *Journal of Second Language Writing*, 30, 31-44.
- Harks, B., Rakoczya, K., Hattie, J., Bessercd, M., & Kliemea, E. (2013). The Effects of Feedback on Achievement, Interest and Self-evaluation: The Role of Feedback's Perceived Usefulness. *Educational Psychology*, 34(3), 269-290.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 1(77), 81-112.
- Hemker, B. T., van der Ark, L. A., & Sijtsma, K. . (2001). On Measurement Properties of Continuation Ratio Models. *Psychometrika*, 66, 487-506.
- Holt, D. D., & Duzer, V. (2000). *Assessing Success in Family Literacy and Adult ESL*. McHenry, IL & Washington, DC: Delta Systems & Center for Applied Linguistics.

- Johns, C. (1995). Framing Learning Through Reflection within Carper's Fundamental Ways of Knowing in Nursing. *Journal of Advanced Nursing*, 22(2), 226-234.
- Johnson, B. R. (2006). Promoting Transfer: Effects of Self-explanation and Direct Instruction. *Child Development*, 77(1), 1-15.
- Klassen, R. (2006). *Too Much Confidence? The Self-efficacy Beliefs of Adolescents with Learning Disabilities.*: Information Age.
- van der Kleij, F. M., Eggen, T. J. H. M., Timmers, C. F., & Veldkamp, B. P. (2012). Effects of Feedback in a Computer-based Assessment for Learning. *Computers & Education*, 58, 263-272.
- Kluger, A. N., DeNisi, A. (1996). The Effects of Feedback Interventions on Performance: A Historical Review, a Meta-analysis, and a Preliminary Feedback Intervention Theory. *Psychological Bulletin*, 119(2), 254-284.
- Kulhavy, R. W. (1977). Feedback in Written Instruction. *Review of Educational Research*, 47(1), 211-232.
- Labuhn, A. S., Zimmerman, B. J., & Hasselhorn, M. (2010). Enhancing Students' Self-Regulation and Mathematics Performance: The Influence of Feedback and Self-evaluative Standards. *Metacognition Learning*, 5, 173-194.
- van der Linden, W.J., Jeon, M., & Ferrara, S. (2011). A Paradox in the Study of the Benefits of Test-Item Review. *Journal of Educational Measurement*, 48(4), 380-398.
- Lipko-Speed, A., Dunlosky, J., & Rawson, K. A. (2014). Does Testing with Feedback Help Grade-school Children Learn Keyconcepts in Science? *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 3, 171-176.
- Marzano, R. J. (1993). How Teachers Approach the Teaching of Thinking. *Theory into Practice*, 32(3), 154-160.
- McMillan, J. H., & Hearn, J. (2008). Student Self-assessment: The Key to Stronger Student Motivation and Higher Achievement. *Educational Horizons*, 40-49.
- Merrel, J. D., Cirillo, P. F., Schwartz, P. M., & Webb, J. A. (2015). Multiple-choice Testing Using Immediate Feedback—Assessment Technique (IF AT®) Forms: Second-chance Guessing vs. Second-chance Learning? *Higher Education Studies*, 5(5), 50-55.

- Metcalfe, J., Kornell, N., & Finn, B. (2009). Delayed versus Immediate Feedback in Children's and Adults' Vocabulary Learning. *Memory & Cognition*, 37(8), 1077-1087.
- Mueller, D. J., & Wasser, V. (1977). Implications of Changing Answer on Objective Test Items. *Journal of Educational Measurement*, 14(1), 9-13. doi: 10.1111/j.17453984.1977.tb00023.
- Pajares, F., & Graham, L. (1999). Self-efficacy, Motivation Constructs and Mathematics Performance of Entering Middle School Students. *Contemporary Educational Psychology*, 24, 124-139.
- 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.
- Persky, A. M., & Pollack, G. M. (2008). Using Answer-until-correct Examinations to Provide Immediate Feedback to Students in a Pharmacokinetics Course. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 72(4).
- Reile, P. J., & Briggs, L. J. (1952). Should Students Change Their Initial Answers on Objective-type Tests? More Evidence Regarding an old Problem. *Journal of Educational Psychology*, 42, 110-115.
- Rassaei, E. (2015). Oral Corrective Feedback, Foreign Language Anxiety and L2 Development. *System*, 49, 98-109.
- Richard Sheldrake, Mujtaba, T., & Reiss, M. J. (2014). Calibration of Self-evaluations of Mathematical Ability for Students in England Aged 13 and 15, and Their Intentions to Study Non-compulsory Mathematics after Age 16. *International Journal of Educational Research*, 64, 49-61.
- Sedikides, C., & Strube, M. J. (1995). The Multiply Motivated Self. *Society for Personality and Social Psychology*, 21(12), 1330-1335.
- Shute, V. J. (2008). Focus on Formative Feedback. *Review of Educational Research*, 78(1), 153-189.
- Sinhaa, N., Glassa, A. L. (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.
- Spiller, D. (2009). *Assessment: Feedback to Promote Student Learning*: The University of Waikato.
- Straight, S. (2002). The Difference between Assessment and Evaluation. Retrieved from <http://www.binghamton.edu/>
- Tutz, G. (1990). Sequential Item Response Models with an Ordered Response. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 43(1), 39-55.
- Vispoel, W. (1998). Psychometric Characteristics of Computer-adaptive and Self-adaptive Vocabulary Tests: The Role of Answer Feedback and Test Anxiety. *Journal of Educational Measurement*, 35(2), 253-262.
- Wan Yim Ip, Lui, M. H., Wai Tong Chien, Lee, I. F., Lai Wah Lam, & Lee, D. (2012). Contemporary Nurse Promoting Self-reflection in Clinical Practice among Chinese Nursing Undergraduates in Hong Kong, 41(2), 253-262.
- Wray, E. (2013). RISE Model. Retrieved from <http://www.emilywray.com/rise-model>
- Yastibas, G. C., & Yastibas, A. E. (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.
- Zhang, F., Zhang, X., Luo, M., & Geng, H. (2016). The Effects of Feedback on Memory Strategies of Younger and Older Adults. *PLOS ONE*, 11(12). doi:10.1371/journal.pone.0168896
- Zimmerman, B. J. (2000). *Attaining Self-regulation: A Social Cognitive Perspective*. UK: Routledge.
- Ziv, A. K., Lehrer, K., & Schmid, H. B. (2011). *Self-Evaluation : Affective and Social Grounds of Intentionality* (Vol. 16). New York: Springer.