

การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ รายวิชาคอมพิวเตอร์  
สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 25

THE DEVELOPMENT OF THE COMPUTERIZED ADAPTIVE TESTING PROGRAM  
FOR COMPUTER SUBJECT AT THE SENIOR HIGH SCHOOL OF SECONDARY  
EDUCATIONAL SERVICE AREA OFFICE 25

นายเจนรบ โกรธา

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา 217720 ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
พ.ศ. 2559

การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ รายวิชาคอมพิวเตอร์  
สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 25

THE DEVELOPMENT OF THE COMPUTERIZED ADAPTIVE TESTING PROGRAM  
FOR COMPUTER SUBJECT AT THE SENIOR HIGH SCHOOL OF SECONDARY  
EDUCATIONAL SERVICE AREA OFFICE 25

นายเจนรบ โกรธา

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา 217720 ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
พ.ศ. 2559

## บทคัดย่อ

**ชื่องานวิจัย** การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ รายวิชาคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 25

**คณะผู้วิจัย** นายเจนรบ โกรธา  
อ.ดร.สมพงษ์ พันธุ์รัตน์

**ผู้วิจัย**  
**อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก**

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ รายวิชาคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จัดทำคลังข้อสอบ รายวิชาคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย และพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบ รายวิชาคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ในรูปแบบของ Web Application วิเคราะห์คุณภาพข้อสอบด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ การดำเนินการวิจัยมี 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) วิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบรายวิชาคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) จัดทำคลังข้อสอบ รายวิชาคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 3) พัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ด้วยคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 130 คน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ข้อสอบ รายวิชาคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) เฉลี่ย เท่ากับ 0.6428 ค่าความยากของข้อสอบ (b) เฉลี่ย เท่ากับ -0.8231 และค่าการเดาของข้อสอบ (c) เฉลี่ย เท่ากับ 0.2512 แสดงให้เห็นว่า ข้อสอบที่อยู่ในคลังข้อสอบ รายวิชาคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความยากของข้อสอบ (b) ในระดับค่อนข้างง่าย

2) คลังข้อสอบ รายวิชาคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายสามารถบรรจุข้อสอบแบบหลายตัวเลือก (Multiple Choice) ชนิด 4 ตัวเลือก ได้โดยไม่จำกัด ขึ้นอยู่กับขนาดของ Server ซึ่งมีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ จำนวน 353 ข้อ

3) โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบรายวิชาคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความเหมาะสมของโปรแกรมอยู่ในระดับมากที่สุด เป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญ และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้โปรแกรม มีความคิดเห็นอยู่ในเกณฑ์ดี

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์เป็นอย่างดีด้วยความกรุณาให้คำปรึกษา และช่วยเหลือ ดูแลให้กำลังใจตลอดเวลาที่ทำงานวิจัย จากท่านอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อ.ดร.สมพงษ์ พันธรัตน์ ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณท่านอย่างสูง และด้วยความกรุณาตรวจสอบเครื่องมือ และช่วยเหลือสนับสนุนการเก็บข้อมูล รวมทั้งอาจารย์ทุกท่าน ในสาขาสาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษาที่คอยให้คำแนะนำ และปรึกษาตลอดการทำวิจัย

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียนพระราชรัษฎวิทยาเสริม คณะครูทุกท่านที่ช่วยส่งเสริมสนับสนุนและให้กำลังใจการทำวิจัยเรื่องนี้ตลอดมา

ขอขอบคุณนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพระราชรัษฎวิทยาเสริมทุกคนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณเพื่อนๆ ระดับปริญญาโท สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษาทุกคนที่คอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและให้กำลังใจซึ่งกันและกันตลอดเวลา

สุดท้ายแห่งกิตติกรรมประกาศนี้ ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่เป็นอย่างสูงที่ได้ให้ความรักความเมตตาส่งเสริมสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัย หากงานวิจัยนี้มีประโยชน์อันใดก็ตาม ผู้วิจัยขอมอบคุณประโยชน์ทั้งปวงเหล่านี้ให้แก่คุณพ่อคุณแม่ที่รักและเคารพยิ่ง

เจนรบ โกรธา

## สารบัญ

|   | หน้า     |
|---|----------|
| บทคัดย่อ  | ก        |
| กิตติกรรมประกาศ   | ข        |
| สารบัญ  | ค        |
| สารบัญตาราง   | ฉ        |
| สารบัญภาพ   | ช        |
| <b>บทที่ 1 บทนำ</b>   | <b>1</b> |
| 1. ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย  | 1        |
| 2. คำถามการวิจัย  | 4        |
| 3. วัตถุประสงค์การวิจัย   | 4        |
| 4. สมมติฐานการวิจัย   | 4        |
| 5. ขอบเขตของการวิจัย  | 4        |
| 6. นิยามเชิงปฏิบัติการ  | 5        |
| 7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ  | 6        |
| <b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>                                     | <b>7</b> |
| ตอนที่ 1 สารการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี (คอมพิวเตอร์)  | 7        |
| 1.1 สารและมาตรฐานการเรียนรู้  | 7        |
| 1.2 คุณภาพผู้เรียน  | 7        |
| 1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง  | 8        |
| ตอนที่ 2 ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT)                        | 12       |
| 2.1 แนวคิดพื้นฐานของ IRT  | 13       |
| 2.2 การประยุกต์ IRT สำหรับการสร้างแบบสอบ  | 19       |
| ตอนที่ 3 การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Adaptive Testing: CAT) | 20       |
| 3.1 การสร้างคลังข้อสอบ  | 21       |
| 3.2 การคัดเลือกข้อสอบข้อเริ่มต้น  | 22       |
| 3.3 การคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป   | 22       |
| 3.4 การประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบ   | 23       |
| 3.5 เกณฑ์ยุติการทดสอบ   | 27       |

## สารบัญ (ต่อ)

|   | หน้า      |
|---|-----------|
| 3.6 หลักการของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์   | 28        |
| 3.7 ประเภทของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์  | 29        |
| ตอนที่ 4 การพัฒนาระบบสารสนเทศ (Information System Development)  | 39        |
| 4.1 วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC)  | 39        |
| 4.2 2. แบบจำลองของวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle Model: SDLC Model)  | 43        |
| ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วย   | 45        |
| <b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย</b>   | <b>51</b> |
| ตอนที่ 1 การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบที่ใช้สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์  | 51        |
| ตอนที่ 2 การจัดทำคลังข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)   | 51        |
| 2.1 การคัดเลือกข้อสอบ   | 52        |
| 2.2 การจัดทำคลังข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)  | 53        |
| 2.3 สรุปลักษณะรายข้อของข้อสอบ   | 53        |
| ตอนที่ 3 การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย | 54        |
| 3.1 การวิเคราะห์ และออกแบบโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะ   | 55        |
| 3.2 การออกแบบฐานข้อมูลโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์  | 62        |
| 3.3 การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์  | 64        |
| 3.4 การทดสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรมแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์   | 67        |
| 3.5 การจัดทำคู่มือการใช้โปรแกรม   | 67        |
| <b>บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล</b>  | <b>68</b> |
| ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบที่ใช้สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์  | 68        |
| ตอนที่ 2 ผลการจัดทำคลังข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)   | 81        |
| ตอนที่ 3 ผลการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)                               | 83        |

## สารบัญ (ต่อ)

|   | หน้า      |
|---|-----------|
| 3.1 รูปแบบโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (CAT)  | 83        |
| 3.2 การตรวจสอบความเหมาะสมของโปรแกรมการทดสอบ<br>แบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์  | 88        |
| ตอนที่ 4 อภิปรายผลการวิจัย  | 89        |
| 4.1 อภิปรายผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบที่ใช้สำหรับการทดสอบแบบ<br>ปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์  | 89        |
| 4.2 อภิปรายผลการจัดทำคลังข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ   | 89        |
| 4.3 อภิปรายผลการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วย<br>คอมพิวเตอร์ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)<br>สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย | 91        |
| <b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ</b>  | <b>93</b> |
| 5.1 สรุปผลการวิจัย  | 93        |
| 5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้  | 94        |
| 5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป   | 94        |
| บรรณานุกรม  | 95        |
| ภาคผนวก   |           |
| ภาคผนวก ก   |           |
| - ตัวอย่างข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)  |           |
| ภาคผนวก ข   |           |
| - รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ   |           |
| - ตัวอย่างโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์<br>รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)  |           |
| ภาคผนวก ค   |           |
| - ประวัติย่อผู้วิจัย  |           |

## สารบัญตาราง

|   | หน้า |
|---|------|
| ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี<br>ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4 - ม.6)  | 8    |
| ตารางที่ 2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและ<br>การสื่อสาร ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4 - ม.6)  | 10   |
| ตารางที่ 3 วิธีการประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบ  | 24   |
| ตารางที่ 4 เกณฑ์ยุติการทดสอบที่นิยมใช้  | 27   |
| ตารางที่ 5 สรุปกิจกรรมหลักและผลลัพธ์ที่ได้จากแต่ละขั้นตอนของ SDLC   | 41   |
| ตารางที่ 6 ความหมาย และสัญลักษณ์ที่ใช้วิเคราะห์แผนผังบริบท (Context Diagram)  | 55   |
| ตารางที่ 7 ความหมายและสัญลักษณ์ตามมาตรฐานผังการไหลของข้อมูล   | 56   |
| ตารางที่ 8 รายละเอียดของแฟ้มข้อมูลข้อสอบ (Item)   | 62   |
| ตารางที่ 9 รายละเอียดของแฟ้มข้อมูลตัวเลือก (Choice)   | 62   |
| ตารางที่ 10 รายละเอียดของแฟ้มข้อมูลผู้เข้าสอบ (Person)  | 63   |
| ตารางที่ 11 รายละเอียดของแฟ้มวันที่สอบ (Date test)  | 63   |
| ตารางที่ 12 รายละเอียดของแฟ้มเวลาที่ใช้ทดสอบ (Time test)  | 63   |
| ตารางที่ 13 รายละเอียดของแฟ้มความสามารถของผู้เข้าสอบ (Result test)  | 63   |
| ตารางที่ 14 รายละเอียดของแฟ้มข้อมูลค่าสถิติ (Stat)  | 64   |
| ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT)<br>แบบ 3 พารามิเตอร์ วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ(คอมพิวเตอร์) ระดับชั้นมัธยมศึกษา<br>ตอนปลาย จำนวน 380 ข้อ | 69   |
| ตารางที่ 16 จำนวนข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)<br>ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย   | 81   |
| ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)<br>ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย  | 82   |



## สารบัญรูปภาพ

|  | หน้า |
|--|------|
| ภาพที่ 1 โมเดลการวัดแบบดั้งเดิมและโมเดลการตอบสนองข้อสอบ  | 14   |
| ภาพที่ 2 โค้งลักษณะข้อสอบของโมเดลโลจิสแบบ 3 พารามิเตอร์  | 16   |
| ภาพที่ 3 โค้งลักษณะข้อสอบ แบบ 1 พารามิเตอร์  | 17   |
| ภาพที่ 4 โค้งลักษณะข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์   | 18   |
| ภาพที่ 5 โค้งลักษณะข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์   | 19   |
| ภาพที่ 6 ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์   | 28   |
| ภาพที่ 7 รูปแบบวิธีการทดสอบแบบ 2 ขั้นตอน (Two-stage Strategies)  | 30   |
| ภาพที่ 8 โครงสร้างการจัดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบพีระมิตขนาดขั้นคงที่ (Constant Step Size Pyramidal Model)   | 31   |
| ภาพที่ 9 โครงสร้างการจัดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบพีระมิตขนาดขั้นแปรผัน (Variable Step Size Pyramidal Model)  | 32   |
| ภาพที่ 10 โครงสร้างการจัดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบพีระมิตโรบิน -มอนโร (Robin-Monro)  | 32   |
| ภาพที่ 11 โครงสร้างการจัดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบพีระมิตข้างตัด (Truncated Pyramidal Model) ชนิดสกัดการสะท้อนกลับ                                 | 33   |
| ภาพที่ 12 โครงสร้างการจัดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบพีระมิตข้างตัด (Truncated Pyramidal Model) ชนิดรักษาการสะท้อนกลับ                                | 33   |
| ภาพที่ 13 โครงสร้างการจัดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบพีระมิตแบบมีหลายข้อในแต่ละขั้น (Multiple-Item Pyramidal Model)                                   | 34   |
| ภาพที่ 14 โครงสร้างการจัดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบพีระมิตแบบให้น้ำหนักตัวเลือกเพื่อแยกทาง (Differential Response Option Branching Pyramidal Model) | 35   |
| ภาพที่ 15 โครงสร้างการจัดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบยืดหยุ่น (Flexilevel Model)  | 35   |
| ภาพที่ 16 โครงสร้างการจัดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบปรับระดับขั้น (Stradaptive Model)  | 36   |
| ภาพที่ 17 วงจรการพัฒนาาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC)  | 39   |
| ภาพที่ 18 แบบจำลองน้ำตก  | 43   |
| ภาพที่ 19 แบบจำลองน้ำตกที่วนซ้ำได้   | 44   |
| ภาพที่ 20 กรอบแนวคิดในการวิจัยการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ รายวิชาคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย                                | 50   |

## สารบัญรูปร่างภาพ (ต่อ)

|   | หน้า |
|---|------|
| ภาพที่ 21 ขั้นตอนการจัดทำคลังข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)   | 52   |
| ภาพที่ 22 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์   | 54   |
| ภาพที่ 23 การรับข้อมูล และการส่งข้อมูลออกจากโปรแกรมของ Source Destination<br>ที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์                       | 56   |
| ภาพที่ 24 แผนผังการไหลของข้อมูลระดับ 0 (Data Flow Diagram Level 0: DFD 0)<br>ของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์                                    | 58   |
| ภาพที่ 25 แผนผังการไหลของข้อมูลระดับ 1 (Data Flow Diagram Level 1)<br>ของกระบวนการจัดการคลังข้อสอบ  | 59   |
| ภาพที่ 26 แผนผังการไหลของข้อมูลระดับ 1 (Data Flow Diagram Level 1)<br>ของกระบวนการจัดการทดสอบ   | 61   |
| ภาพที่ 27 โครงสร้างหน้าจอทั่วไปของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์  | 64   |
| ภาพที่ 28 โครงสร้างหน้าจอทั่วไปภายในส่วนการจัดการทดสอบของโปรแกรมการทดสอบ<br>แบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์   | 65   |
| ภาพที่ 29 โครงสร้างหน้าจอทั่วไปภายในส่วนการจัดการทดสอบของโปรแกรมการทดสอบ<br>แบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์   | 65   |
| ภาพที่ 30 โครงสร้างหน้าจอทั่วไปในส่วนของการตรวจสอบผลการทดสอบของโปรแกรม<br>การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์   | 66   |
| ภาพที่ 31 โครงสร้างหน้าจอทั่วไปในส่วน of แบบฟอร์มกรอกข้อมูลผู้ลงทะเบียนสอบการ<br>ทดสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์                           | 66   |
| ภาพที่ 32 โครงสร้างหน้าจอการรายงานผลสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะ<br>ด้วยคอมพิวเตอร์  | 67   |
| ภาพที่ 33 หน้าจอแรกของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์<br>สำหรับการจัดสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)<br>สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย  | 83   |
| ภาพที่ 34 หน้าจอหลักของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์<br>สำหรับการจัดสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)<br>สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย | 84   |
| ภาพที่ 35 หน้าจอเกี่ยวกับการจัดสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วย<br>คอมพิวเตอร์ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)<br>สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย | 85   |

## สารบัญรูปร่างภาพ (ต่อ)

|   | หน้า |
|---|------|
| ภาพที่ 36 หน้าจอข้อมูลผู้สอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์<br>รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย | 86   |
| ภาพที่ 37 หน้าจอผลการสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์<br>รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย     | 87   |
| ภาพที่ 38 แบบรายงานผลการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ รายวิชาเทคโนโลยี<br>สารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย                 | 87   |
| ภาพที่ 39 หน้าจอลงทะเบียนของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์<br>รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย    | 88   |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความพยายามกำหนดนิยามของคำว่า “ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21” ยังไม่มีความชัดเจน และความพยายามในการประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ยังมีน้อยมาก ไม่มีข้อค้นพบที่ชัดเจนนัก แต่ผู้ประเมินส่วนใหญ่จะใช้การประเมินแบบอิงสมรรถนะ (Performance-based Assessment) การประเมินแบบแก้ปัญหา (Problem-based Assessment) และการประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ที่อิงโลกเสมือน (Virtual World) ซึ่งหากประเทศไทยได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 อย่างจริงจังแล้ว ก็จะเป็นการสร้างองค์ความรู้สำหรับบริบทประเทศไทย ซึ่งถือได้ว่าเป็นองค์ความรู้ใหม่สำหรับโลกด้วย

การจัดการศึกษามีความจำเป็นที่จะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายที่มีความชัดเจน เพื่อช่วยในการกำหนดคุณลักษณะที่ต้องการของผู้เรียน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนเพื่อใช้การจัดการเรียนรู้ จุดมุ่งหมายยังมีส่วนช่วยในการกำหนดทิศทางของการศึกษา การจัดประสบการณ์การเรียนรู้หรือกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม การวัดและการประเมินผลจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการตัดสินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนว่าสำเร็จตรงตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ รวมทั้งยังช่วยให้สารสนเทศเพื่อช่วยในการปรับปรุงพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้สอน เมื่อการวัดและการประเมินผลเข้ามามีบทบาทสำคัญ ทำให้ทฤษฎีการทดสอบเข้ามามีบทบาทสำคัญในการวัดและประเมินผล เนื่องจากการการวัดและประเมินผลทางการศึกษานั้นเป็นสิ่งที่อยู่ภายในไม่สามารถวัดออกมาได้โดยตรง เพื่อทำความเข้าใจในสิ่งที่ต้องการวัดตามคุณลักษณะที่มุ่งวัดโครงสร้างของการวัด และการพัฒนาเครื่องมือ จึงจำเป็นต้องอาศัยทฤษฎีการทดสอบทดสอบเข้ามาช่วย โดยทั่วไปจะทำการทดสอบแบบกระดาษเขียนตอบ (Paper Pencil Test) ซึ่งมีอยู่หลายรูปแบบ เช่น แบบหลายตัวเลือก แบบจับคู่ แบบเขียนตอบ โดยการทดสอบดังกล่าวานิยมใช้ข้อสอบที่มีค่าความยากของข้อสอบที่ระดับ 0.20 ถึง 0.80 ซึ่งเป็นการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Testing) จะเน้นไปทางการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่สังเกตได้กับคะแนนที่แท้จริง และวิเคราะห์คุณภาพโดยส่วนรวมของข้อสอบและแบบสอบ โดยใช้การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบและแบบทดสอบ ซึ่งผู้เข้าสอบจะได้ทำข้อสอบชุดเดียวกัน มีจำนวนข้อสอบที่เท่ากัน และทดสอบในเวลาเดียวกัน (Wainer, 1990, p. 13)

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน นิยมใช้หลักการของทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory: CTT) เป็นการสร้างแบบทดสอบขึ้นมาเพียงชุดเดียว โดยให้ครอบคลุมองค์ประกอบของคุณลักษณะหรือเนื้อหาที่ต้องการวัดมีค่าความยากของข้อสอบที่หลากหลาย โดยไม่มีการกำหนดสัดส่วนของค่าความยากที่แน่นอน และจะต้องออกข้อสอบให้ได้จำนวนมาก ๆ (Straetmans & Eggen, 1998, pp. 1-2) จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดกับผู้เข้าสอบที่มีความรู้ในระดับเก่ง

หรืออ่อน ซึ่งทำให้ความถูกต้อง และความแม่นยำในการทดสอบลดลง อีกทั้งแบบทดสอบยังใช้กระดาษเขียนตอบ เป็นวัสดุหลักในการทดสอบแต่ละครั้ง ทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณ ใช้กำลังคนมากในการทดสอบแต่ละครั้ง (ดิเรก หอมจันทร์, 2555, หน้า 1)

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาคือ การทดสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ (Computer Based Testing: CBT) เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการบริหารการทดสอบ แบ่งออกเป็น 4 ยุค คือ 1) การทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Testing: CT) เป็นยุคที่นำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการทดสอบแทนการใช้กระดาษคำตอบ โดยผู้เข้าสอบทำแบบทดสอบเดียวกัน ใช้เวลาเท่ากัน และสอบในสถานที่เดียวกัน 2) การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Adaptive Testing: CAT) เป็นยุคที่นำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการทดสอบ โดยผู้เข้าสอบทำแบบทดสอบที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เข้าสอบ ซึ่งแต่ละคนอาจจะทำข้อสอบไม่เหมือนกัน และจำนวนข้อไม่เท่ากัน 3) การวัดอย่างต่อเนื่อง (Continuous Measurement: CM) เป็นยุคที่มีการนำการเรียนการสอน และการทดสอบมาใช้ในระบบคอมพิวเตอร์เดียวกัน ซึ่งสลับกันไปมาตลอดบทเรียน กล่าวคือ เมื่อเรียนเรื่องใดจบก็ทำการทดสอบเรื่องนั้นทันที และ 4) การวัดอย่างชาญฉลาด (Intelligent Measurement: IM) เป็นยุคที่นำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการบริหารการทดสอบครบทุกขั้นตอน กล่าวคือ เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาตรวจให้คะแนนแบบทดสอบประเภทเขียนตอบที่มีคำตอบที่แน่นอน และสามารถวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อน รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะกับผู้เรียนหรือผู้เข้าสอบได้ (Bunderson et al., 1989 cited in Linn, 1990, pp. 367-407)

การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized adaptive Testing: CAT) เป็นการทดสอบที่จัดข้อสอบให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เข้าสอบ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของการตอบข้อสอบข้อแรกหรือข้อที่ผ่านมาของผู้เข้าสอบ กล่าวคือ เมื่อผู้เข้าสอบทำข้อสอบข้อเริ่มต้นหรือชุดเริ่มต้นเรียบร้อยแล้ว ก็จะนำผลการตอบข้อสอบมาวิเคราะห์หรือประเมินระดับความสามารถของผู้เข้าสอบ เพื่อที่จะคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปที่เหมาะสม โดยอาศัยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) เป็นพื้นฐาน และจะสิ้นสุดการทดสอบเมื่อผู้เข้าสอบทำการทดสอบตามเงื่อนไขหรือเกณฑ์ที่กำหนด สำหรับขั้นตอนของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างคลังข้อสอบ ขั้นตอนนี้เป็นการคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) แบบ 1 พารามิเตอร์ (Multidimensional Rasch Model) ประกอบด้วย ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) ค่าความยากของข้อสอบ (b) และค่าการเดาของข้อสอบ (c) ขั้นตอนที่ 2 การคัดเลือกข้อสอบข้อเริ่มต้น ขั้นตอนนี้มีก็จะทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากของข้อสอบ (b) อยู่ในระดับปานกลาง ขั้นตอนที่ 3 การคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป เป็นขั้นตอนที่ต้องคัดเลือกข้อสอบให้ใกล้เคียงกับความสามารถของผู้เข้าสอบในขณะนั้น โดยพิจารณาจากผลการตอบข้อสอบข้อก่อนหน้านี้ ขั้นตอนที่ 4 การประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบ เป็นขั้นตอนที่จะทำการประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบ หลังจากที่ทำข้อสอบข้อนี้ๆ แล้ว และขั้นตอนที่ 5 การยุติการทดสอบ ขั้นตอนนี้เป็นการสิ้นสุดการทดสอบเมื่อผู้เข้าสอบทำข้อสอบ

ได้ครบตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด (Thompson, & Weiss, 2011, pp. 1-9)

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบตั้งอยู่บนแนวคิดสำคัญ 2 ประการ คือ 1) พฤติกรรมในการตอบข้อสอบของผู้เข้าสอบ นำไปใช้ทำนายความสามารถ (Ability) หรือลักษณะภายใน (Trait) ของผู้เข้าสอบ และ 2) พฤติกรรมการตอบข้อสอบของผู้เข้าสอบ สัมพันธ์กับความสามารถ (Ability) หรือลักษณะภายใน (Trait) ของผู้เข้าสอบ ซึ่งมีข้อตกลงเบื้องต้น ดังนี้ 1) ความเป็นมิติเดียว (Unidimension) สามารถอธิบายความสามารถหรือคุณลักษณะภายในเพียงด้านใดด้านหนึ่งของผู้เข้าสอบ และ 2) ความเป็นอิสระในการตอบข้อสอบ (Local Independence) กล่าวคือ การตอบข้อสอบข้อใด ๆ ของผู้เข้าสอบ จะไม่มีผลต่อข้อสอบข้ออื่น ๆ สิ่งส่งผลต่อการตอบข้อสอบแต่ละข้อเป็นผลมาจากความสามารถของผู้เข้าสอบเท่านั้น (Hambleton, Swaminathan, & Rogers, 1991, pp. 7-8)

การใช้คอมพิวเตอร์สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะจึงเริ่มเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้เข้าสอบ โดยอาศัยหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) เป็นพื้นฐาน ทำให้ข้อสอบมีประสิทธิภาพและถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น ซึ่งการทดสอบในอนาคตจัดเป็นระบบการทดสอบที่นำเอาความทันสมัยของเทคโนโลยีกับการทดสอบทางการศึกษามารวมเข้าด้วยกัน ส่งผลให้ได้สารสนเทศที่ตอบสนองต่อความต้องการในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์อย่างเสมอภาค อีกทั้งยังเป็นการลดเวลาในการทดสอบ ลดปริมาณการใช้กระดาษในรูปแบบเดิม ๆ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555, หน้า 220)

กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ได้มีการจัดการเรียนรู้ทั้งรายวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาคอมพิวเตอร์ รวมทั้ง การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาต่างๆ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เนื้อหามักจะกล่าวถึงเทคโนโลยีสารสนเทศพื้นฐานที่จำเป็นต้องรู้ เช่น เทคโนโลยีสารสนเทศ องค์ประกอบและหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ ระบบเครือข่ายและการสื่อสารข้อมูล เป็นต้น ทั้งยังรวมความรู้ที่มีความเกี่ยวเนื่องกับโปรแกรมต่าง ๆ มากมาย โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้ กระบวนการทำกิจกรรมทุกกิจกรรม ล้วนแต่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ และใช้งานคอมพิวเตอร์เกือบตลอดเวลา ไม่ว่าจะทั้งการจัดการเรียนรู้แบบทฤษฎีหรือปฏิบัติ แต่การทดสอบในบางครั้งมักจะเป็นการทดสอบที่มีเป็นลักษณะแบบกระดาษเขียนตอบ (Paper Pencil Test) ทั้งการปฏิบัติและทฤษฎี อีกทั้งสถานการณ์ โจทย์ปัญหาของในการทดสอบนั้น จะเน้นแบบทดสอบขึ้นมาเพียงชุดเดียว โดยให้ครอบคลุมองค์ประกอบของคุณลักษณะหรือเนื้อหาที่ต้องการวัดมีค่าความยากของข้อสอบที่หลากหลาย โดยไม่มีการกำหนดสัดส่วนของค่าความยากที่แน่นอน และไม่ได้สร้างข้อสอบมาเพื่อให้เหมาะสมกับผู้สอบที่มีความสามารถแตกต่างกันออกไป ที่สามารถปรับเปลี่ยนข้อคำถามไปตามความสามารถผู้เรียนได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการใช้คอมพิวเตอร์ และใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อหลักของกระบวนการจัดการเรียนรู้ ยังขาดการทดสอบที่กระทำผ่านคอมพิวเตอร์หรือระบบเครือข่ายโดยข้อสอบนั้นสามารถตอบสนองต่อความสามารถผู้เรียนได้ด้วย

จากความสำคัญของกระบวนการทดสอบ การเลือกใช้เครื่องมือ และปัญหาที่ได้กล่าวมา

ข้างต้นนั้น จึงทำให้ผู้วิจัยที่จะพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 25 เพื่อให้เกิดกระบวนการทดสอบผ่านเทคโนโลยีที่ทันสมัยและยกระดับการทดสอบให้สูงขึ้นกว่าการทดสอบในรูปแบบเดิมที่ใช้กระดาษเขียนตอบ และให้มีความสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน และการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการจัดการทดสอบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## 2. คำถามวิจัย

การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 25 มีประสิทธิภาพเพียงใด

## 3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 25
2. เพื่อจัดทำคลังข้อสอบวิชาคอมพิวเตอร์ ที่ใช้สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์
3. เพื่อวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบที่ใช้สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

## 4. สมมติฐานของการวิจัย

โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 25 ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 5. ขอบเขตของการวิจัย

### 5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

**กลุ่มประชากร** นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพระราชรัษฎวิทยาเสริมภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 130 คน

**กลุ่มตัวอย่าง** นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 25 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

### 5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

**ตัวแปรต้น** โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

**ตัวแปรตาม** ประสิทธิภาพโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

5.3 เนื้อหาวิชา รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)

5.4 พื้นที่ที่ทำการศึกษา โรงเรียนพระราชรัษฎวิทยาเสริม อำเภอพระยืน จังหวัดขอนแก่น

5.5 ช่วงเวลาในการศึกษา ปีการศึกษา 2/2559

## 6. นิยามเชิงปฏิบัติการ

**โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์** (Computerized Adaptive Testing Programs) หมายถึง โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นตามหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT)

**ความเหมาะสมของโปรแกรม** (Appropriate of the Program) หมายถึง การประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ พิจารณา 4 ด้าน คือ 1) ด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรม 2) ด้านความถูกต้องในการใช้งาน 3) ด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม และ 4) ด้านความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม เพื่อตรวจสอบโปรแกรมก่อนนำไปใช้

**การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์** (Computerized Adaptive Testing: CAT) หมายถึง การทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ที่ใช้แบบทดสอบต่างชุดกัน สำหรับผู้เข้าสอบแต่ละคน โดยมีการคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เข้าสอบ

**คลังข้อสอบ** (Item bank) หมายถึง แหล่งเก็บรวบรวมข้อสอบที่มีคุณภาพ ซึ่งผ่านกระบวนการวิเคราะห์ตามหลักการของทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ (IRT) และจัดเก็บไว้อย่างเป็นระบบด้วยฐานข้อมูล โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดการนำข้อสอบมาใช้

**ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ** (Item Response Theory: IRT) หมายถึง ทฤษฎีการวัดที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถที่มีอยู่ภายในบุคคล (Latent trait or ability) กับผลการตอบข้อสอบ หรือข้อคำถามโดยใช้โค้งลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Curve: ICC) มีลักษณะเป็นแบบฟังก์ชันโลจิสติก

**ค่าความยากของข้อสอบ** (b-Parameter) หมายถึง สัดส่วนของคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก หรือหมายถึง ค่าที่แสดงถึงระดับความสามารถของผู้สอบที่จุดโค้งลักษณะข้อสอบมีความชันมากที่สุด มีค่าตั้งแต่ -2.50 ถึง 2.50 โดยค่าความยากของข้อสอบ -2.50 แสดงว่า ข้อสอบนั้นง่ายมาก และค่าความยากของข้อสอบ 2.50 แสดงว่า ข้อสอบนั้นยากมาก

**ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ** (a-Parameter) หมายถึง ประสิทธิภาพของข้อสอบที่แยกผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มตอบถูกกับกลุ่มตอบผิดหรือกลุ่มผู้ทดสอบที่เก่งกับอ่อน ซึ่งหมายถึงค่าที่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความชันของโค้งคุณลักษณะของข้อสอบ ณ จุดเปลี่ยนโค้งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 2 เพราะค่า a ที่เป็นลบ แสดงว่า ข้อสอบไม่ดี ใช้ไม่ได้ต้องตัดทิ้ง ค่า 0 แสดงว่า ข้อสอบไม่มีค่าอำนาจจำแนก ค่า +2 แสดงว่า ข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกสูง ในการคัดเลือกข้อสอบ ข้อสอบที่คัดเลือกไว้จะมีค่า a ตั้งแต่ 0.50 ถึง 2.50



**ค่าการเดาของข้อสอบ (c-Parameter)** หมายถึง ความน่าจะเป็นของบุคคลหนึ่งที่ไม่มีความสามารถในการตอบข้อสอบนั้นได้ถูกต้อง เป็นค่าที่แสดงถึงโอกาสการตอบข้อสอบถูกโดยไม่มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ มีค่าจาก 0 ถึง 1 จะคัดเลือกเอาข้อสอบที่มีค่า  $c$  ไม่เกิน 0.3

**นักเรียน (Students)** หมายถึง นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ซึ่งทดลองใช้โปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

## 7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. ผลการวิจัยสามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้วิธีในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่ต้องการใช้มากที่สุด
3. ผลการวิจัยเป็นแนวทางในการนำไปใช้ในการบริหารจัดการ การทดสอบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในด้านต้นทุนในการเลือกใช้ขนาดคลังข้อสอบ การควบคุมเงื่อนไขบังคับในการทดสอบ และความถูกต้องแม่นยำของการประมาณค่า

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยและตำราต่าง ๆ ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอเนื้อหาออกเป็น 5 ตอน คือ

- ตอนที่ 1 สารการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี (คอมพิวเตอร์)
- ตอนที่ 2 ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT)
- ตอนที่ 3 การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Adaptive Testing: CAT)
- ตอนที่ 4 การพัฒนาระบบสารสนเทศ (Information System Development)
- ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์
- ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดในการวิจัย โดยแต่ละตอนมีรายละเอียดดังนี้

#### ตอนที่ 1 สารการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี (คอมพิวเตอร์)

กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี นั้นได้มีวิชาหลายวิชาด้วยกันที่อยู่ในกลุ่มสาระนี้ ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จะเป็นการวิเคราะห์และศึกษาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานเทคโนโลยีหรือคอมพิวเตอร์เท่านั้น โดยมีรายละเอียดการศึกษาเอกสารดังนี้

##### 1.1 สารและมาตรฐานการเรียนรู้

###### สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี

มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยี ออกแบบและสร้างสิ่งของเครื่องใช้ หรือวิธีการ ตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เลือกใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการจัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืน

###### สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

มาตรฐาน ง 3.1 เข้าใจ เห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมีคุณธรรม

##### 1.2 คุณภาพผู้เรียน

สำหรับคุณภาพของผู้เรียนที่ต้องการให้เกิดการเรียนรู้ขึ้นในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือว่าจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นั้น สิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนดังนี้

1.2.1 เข้าใจวิธีการทำงานเพื่อการดำรงชีวิต สร้างผลงานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ มีทักษะการทำงานร่วมกัน ทักษะการจัดการ ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา และทักษะการแสวงหาความรู้ ทำงานอย่างมีคุณธรรม และมีจิตสำนึกในการใช้พลังงานและทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและยั่งยืน

1.2.2 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่นๆ วิเคราะห์ระบบเทคโนโลยีมีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ สร้างและพัฒนา สิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการ ตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างปลอดภัยโดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบ

หรือนำเสนอผลงาน วิเคราะห์และเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีการจัดการเทคโนโลยีด้วยวิธีการของเทคโนโลยีสะอาด

1.2.3 เข้าใจองค์ประกอบของระบบสารสนเทศ องค์ประกอบและหลักการทำงาน ของคอมพิวเตอร์ ระบบสื่อสารข้อมูลสำหรับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ คุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ต่อพ่วง และมีทักษะการใช้คอมพิวเตอร์แก้ปัญหา เขียนโปรแกรมภาษา พัฒนาโครงงาน คอมพิวเตอร์ ใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ติดต่อสื่อสารและค้นหาข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต ใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผลข้อมูลให้เป็นสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ นำเสนองาน และใช้คอมพิวเตอร์สร้างชิ้นงานหรือโครงงาน

1.2.4 เข้าใจแนวทางสู่อาชีพ การเลือก และใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมกับอาชีพ มีประสบการณ์ในอาชีพที่ถนัดและสนใจ และมีคุณลักษณะที่ดีต่ออาชีพ

### 1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

1.3.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4 - ม.6)

**ตารางที่ 1** ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4 - ม.6)

| ชั้น   | ตัวชี้วัด   | สาระการเรียนรู้แกนกลาง  |
|--------|---|---|
| ม. 4-6 | <ol style="list-style-type: none"> <li>อธิบายและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่นๆ</li> <li>วิเคราะห์ระบบเทคโนโลยี</li> <li>สร้างและพัฒนาสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการ ตามกระบวนการเทคโนโลยี อย่างปลอดภัย โดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพฉายและแบบจำลองเพื่อนำไปสู่ การสร้างชิ้นงาน หรือถ่ายทอดความคิด ของวิธีการเป็นแบบจำลองความคิดและการรายงานผลโดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบหรือนำเสนอผลงาน</li> <li>มีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ในงานที่ผลิตเอง หรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ผู้อื่นผลิต</li> <li>วิเคราะห์และเลือกใช้เทคโนโลยี</li> </ol> | <ul style="list-style-type: none"> <li>เทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่นๆ โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์</li> <li>ระบบเทคโนโลยีประกอบด้วย ตัวป้อน (Input) กระบวนการ (Process) ผลลัพธ์ (Output) ทรัพยากรทางเทคโนโลยี (Resources) ปัจจัยที่เอื้อหรือขัดขวางต่อเทคโนโลยี (Consideration)</li> <li>การวิเคราะห์ระบบเทคโนโลยีทำให้ทราบเกี่ยวกับปัจจัยในด้านต่างๆ ที่มีผลต่อการแก้ปัญหาหรือสนอง ความต้องการ</li> <li>การสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการ ตามกระบวนการเทคโนโลยี จะทำให้ผู้เรียนทำงานอย่างเป็นระบบ สามารถย้อนกลับมาแก้ไขได้ง่าย</li> <li>การใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบหรือ</li> </ul> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>ที่เหมาะสมกับชีวิตประจำวัน<br/>         อย่างสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม<br/>         และสิ่งแวดล้อม และมีการจัดการ<br/>         เทคโนโลยีที่ยั่งยืนด้วยวิธีการของ<br/>         เทคโนโลยีสะอาด</p> | <p>นำเสนอผลงาน มีประโยชน์ในการช่วยร่างภาพ<br/>         ทำภาพ ๒ มิติ และ ๓ มิติ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● การพัฒนาสิ่งของเครื่องใช้ ต้องคำนึงถึง<br/>             หลักการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เบื้องต้น</li> <li>● หลักการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เบื้องต้น<br/>             เป็นการวิเคราะห์จุดมุ่งหมายของ<br/>             การออกแบบประกอบด้วย ชิ้นงานนี้ใช้ทำอะไร<br/>             ทำไมถึงต้องมีชิ้นงานนี้ ใครเป็นผู้ใช้ ใช้ที่ไหน<br/>             เมื่อไรจึงใช้ วิธีการที่ทำให้ชิ้นงานนี้ทำงานได้<br/>             ตามวัตถุประสงค์</li> <li>● ภาพฉาย เป็นภาพแสดงรายละเอียด<br/>             ของชิ้นงาน ประกอบด้วยภาพด้านหน้า<br/>             ด้านข้าง ด้านบน แสดงขนาดและหน่วยวัด เพื่อ<br/>             นำไปสร้างชิ้นงาน</li> <li>● ความคิดสร้างสรรค์มี ๔ ลักษณะ ประกอบด้วย<br/>             ความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด ความ<br/>             ยืดหยุ่นในการคิด และความคิดละเอียดลออ</li> <li>● ความคิดแปลกใหม่ที่ได้ ต้องไม่ละเมิดความคิด<br/>             ผู้อื่น</li> <li>● ความคิดแปลกใหม่เป็นการสร้างนวัตกรรมที่<br/>             อาจนำไปสู่การจดลิขสิทธิ์ หรือสิทธิบัตร</li> <li>● การวิเคราะห์ผลดีผลเสียการประเมิน<br/>             และการตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยี<br/>             ที่เหมาะสม</li> <li>● การเลือกใช้สิ่งของเครื่องใช้อย่างสร้างสรรค์<br/>             โดยการเลือกสิ่งของ เครื่องใช้ที่เป็นมิตรกับชีวิต สังคม<br/>             สิ่งแวดล้อม</li> <li>● เทคโนโลยีสะอาดเป็นการจัดการเทคโนโลยีที่<br/>             ยั่งยืนแบบหนึ่ง</li> </ul> |
|--|--|--|

1.3.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร  
ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4 - ม.6)

ตารางที่ 2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ใน  
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4 - ม.6)

| ชั้น   | ตัวชี้วัด   | สาระการเรียนรู้แกนกลาง   |
|--------|---|--|
| ม. 4-6 | 1. อธิบายองค์ประกอบของระบบสารสนเทศ                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>องค์ประกอบของระบบสารสนเทศ ได้แก่ ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ข้อมูล บุคลากร และขั้นตอนการปฏิบัติงาน</li> </ul>  |
|        | 2. อธิบายองค์ประกอบและหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์            | <ul style="list-style-type: none"> <li>การทำงานของคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยหน่วยสำคัญ 5 หน่วยได้แก่ หน่วยรับเข้า หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำหลัก หน่วยความจำรอง และหน่วยส่งออก <ul style="list-style-type: none"> <li>หน่วยประมวลผลกลาง ประกอบด้วยหน่วยควบคุม และหน่วยคำนวณและตรรกะ</li> <li>การรับส่งข้อมูลระหว่างหน่วยต่างๆ จะผ่านระบบทางขนส่งข้อมูลหรือบัส</li> </ul> </li> </ul> |
|        | 3. อธิบายระบบสื่อสารข้อมูลสำหรับเครือข่ายคอมพิวเตอร์        | <ul style="list-style-type: none"> <li>ระบบสื่อสารข้อมูล ประกอบด้วย ข่าวดสาร ผู้ส่ง ผู้รับ สื่อกลาง โพรโทคอล</li> <li>เครือข่ายคอมพิวเตอร์จะสื่อสารและรับส่งข้อมูลกันได้ต้องใช้โพรโทคอลชนิดเดียวกัน</li> <li>วิธีการถ่ายโอนข้อมูลแบบขนาน และแบบอนุกรม</li> </ul>   |
|        | 4. บอกคุณลักษณะของคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วง              | <ul style="list-style-type: none"> <li>คุณลักษณะ(specification)ของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ต่อพ่วง เช่น ความเร็วและความจุของฮาร์ดดิสก์</li> </ul>  |
|        | 5. แก้ปัญหาด้วยกระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพ | <ul style="list-style-type: none"> <li>แก้ปัญหาโดยใช้ขั้นตอนดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> <li>การวิเคราะห์และกำหนดรายละเอียดของปัญหา</li> <li>การเลือกเครื่องมือ และออกแบบขั้นตอนวิธี</li> <li>การดำเนินการแก้ปัญหา</li> </ul> </li> </ul>   |

| ชั้น | ตัวชี้วัด                                   | สาระการเรียนรู้แกนกลาง  |
|------|---|---|
|      |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การตรวจสอบ และการปรับปรุง</li> <li>● การถ่ายทอดความคิดในการแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอน</li> </ul>   |
|      | 6. เขียนโปรแกรมภาษา                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม มี 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ปัญหา การออกแบบโปรแกรม การเขียนโปรแกรม การทดสอบโปรแกรม และการจัดทำเอกสารประกอบ</li> <li>● การเขียนโปรแกรม เช่น ซี จาวา ปาสคาล วิวอลเบสิก ซีชาร์ป</li> <li>● การเขียนโปรแกรมในงานด้านต่างๆ เช่น การจัดการข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ การสร้างชิ้นงาน</li> </ul>   |
|      | 7. พัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● โครงงานคอมพิวเตอร์ แบ่งตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> <li>- การพัฒนาสื่อเพื่อการศึกษา</li> <li>- การพัฒนาเครื่องมือ</li> <li>- การทดลองทฤษฎี</li> <li>- การประยุกต์ใช้งาน</li> </ul> </li> <li>● การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ พัฒนาโครงงานคอมพิวเตอร์ตามขั้นตอนต่อไปนี้ <ul style="list-style-type: none"> <li>- คัดเลือกหัวข้อที่สนใจ</li> <li>- ศึกษาค้นคว้าเอกสาร</li> <li>- จัดทำข้อเสนอโครงงาน</li> <li>- พัฒนาโครงงาน</li> <li>- จัดทำรายงาน</li> <li>- นำเสนอและเผยแพร่</li> </ul> </li> </ul> |
|      | 8. ใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ให้เหมาะสมกับงาน | <ul style="list-style-type: none"> <li>● การเลือกคุณลักษณะของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ให้เหมาะสมกับงาน เช่น คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานสื่อประสม ควรเป็นเครื่องที่มีสมรรถนะสูง และใช้ซอฟต์แวร์ที่เหมาะสม</li> </ul>  |

| ชั้น | ตัวชี้วัด  | สาระการเรียนรู้แกนกลาง   |
|------|--|--|
|      | 9. ติดต่อสื่อสาร ค้นหาข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ปฏิบัติการติดต่อสื่อสาร ค้นหาข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต</li> <li>• คุณธรรมและจรรยาบรรณในการใช้อินเทอร์เน็ต</li> </ul>   |
|      | 10. ใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผลข้อมูลให้เป็นสารสนเทศเพื่อประกอบการตัดสินใจ   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศช่วยในการตัดสินใจของบุคคล กลุ่ม องค์กร ในงานต่างๆ</li> </ul>  |
|      | 11. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศนำเสนองานในรูปแบบที่เหมาะสม ตรงตามวัตถุประสงค์ของงาน | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศนำเสนองานในรูปแบบโดยพิจารณาวัตถุประสงค์ของงาน</li> </ul>  |
|      | 12. ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างชิ้นงานหรือโครงการอย่างมีจิตสำนึกและความรับผิดชอบ | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างชิ้นงานหรือโครงการตามหลักการทำโครงการ</li> <li>• ศึกษาผลกระทบด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากงานที่สร้างขึ้น เพื่อหาแนวทางปรับปรุงและพัฒนา</li> </ul>                 |
|      | 13. บอกข้อควรปฏิบัติสำหรับผู้ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ข้อปฏิบัติสำหรับผู้ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น สื่อสารและปฏิบัติต่อผู้อื่นอย่างสุภาพ ปฏิบัติตามระเบียบข้อบังคับของระบบที่ใช้งาน ไม่ทำผิดกฎหมายและศีลธรรม แบ่งปันความสุขให้กับผู้อื่น</li> </ul> |

## ตอนที่ 2 ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT)

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เป็นทฤษฎีการวัดที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะภายในหรือความสามารถที่มีอยู่ภายในตัวบุคคลกับพฤติกรรมการตอบสนองข้อสอบของบุคคลนั้นว่ามีโอกาสตอบข้อสอบถูกมากน้อยเพียงไร ทฤษฎีนี้มีพื้นฐานความเชื่อว่า พฤติกรรมการตอบสนองต่อข้อสอบของผู้สอบ ซึ่งเป็นสิ่งสังเกตได้โดยตรงว่าถูกหรือผิด จะถูกกำหนดโดยคุณลักษณะภายใน (Trait) หรือความสามารถ (Ability) ที่อยู่ภายในตัวบุคคล ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง ทฤษฎีนี้ได้อธิบายความสัมพันธ์ดังกล่าวในรูปของฟังก์ชันคณิตศาสตร์หรือโมเดลที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถ คุณลักษณะของข้อสอบ และโอกาสของการตอบข้อสอบได้ถูกที่ เรียกว่า “ฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบ” (Item Response Function) ซึ่งมีหลายรูปแบบ เช่น ฟังก์ชันปกติสะสม (Normal Ogive Function) ฟังก์ชันโลจิส (Logistic Function) เป็นต้น ซึ่งขึ้นอยู่กับข้อตกลงเบื้องต้น ธรรมชาติของการทดสอบและข้อมูลจากการทดสอบ

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ หรือ IRT นี้สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า (Binary or Dichotomous IRT) ซึ่งโมเดลการตอบสนองข้อสอบที่ใช้กับการตรวจคะแนนรายข้อแบบ 2 ค่า เช่นข้อสอบหรือข้อคำถามที่ตรวจให้คะแนนแบบ 0,1 (ตอบผิดได้ 0, ตอบถูกได้ 1) แบบถูกผิด ใช่/ไม่ใช่ เป็นต้น และทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า (Polychromous IRT) ซึ่งเป็นโมเดลการตอบสนองข้อสอบที่ใช้กับการตรวจคะแนนรายข้อแบบมากกว่า 2 ค่า เช่นข้อสอบหรือข้อคำถามมาตรฐานค่า (Rating Scale) การตรวจข้อสอบแบบให้คะแนนความรู้บางส่วน (Partial Credit) เป็นต้น

ในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงเฉพาะทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบให้คะแนน 2 ค่า ซึ่งครอบคลุมหัวข้อแนวคิดพื้นฐานของ IRT โมเดลตอบสนองข้อสอบ คุณสมบัติของความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบและแบบสอบ และข้อตกลงเบื้องต้นของ IRT

## 2.1 แนวคิดพื้นฐานของ IRT

2.1.1 โมเดลการวัด (Measurement Model) โมเดลการวัดในที่นี้เป็นโมเดลเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ซึ่งเป็นระบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระที่รวมกันอย่างเหมาะสมในการทำนายตัวแปรตาม (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555, หน้า 7)

### 1) โมเดลการวัดแบบดั้งเดิม (CTT Model)

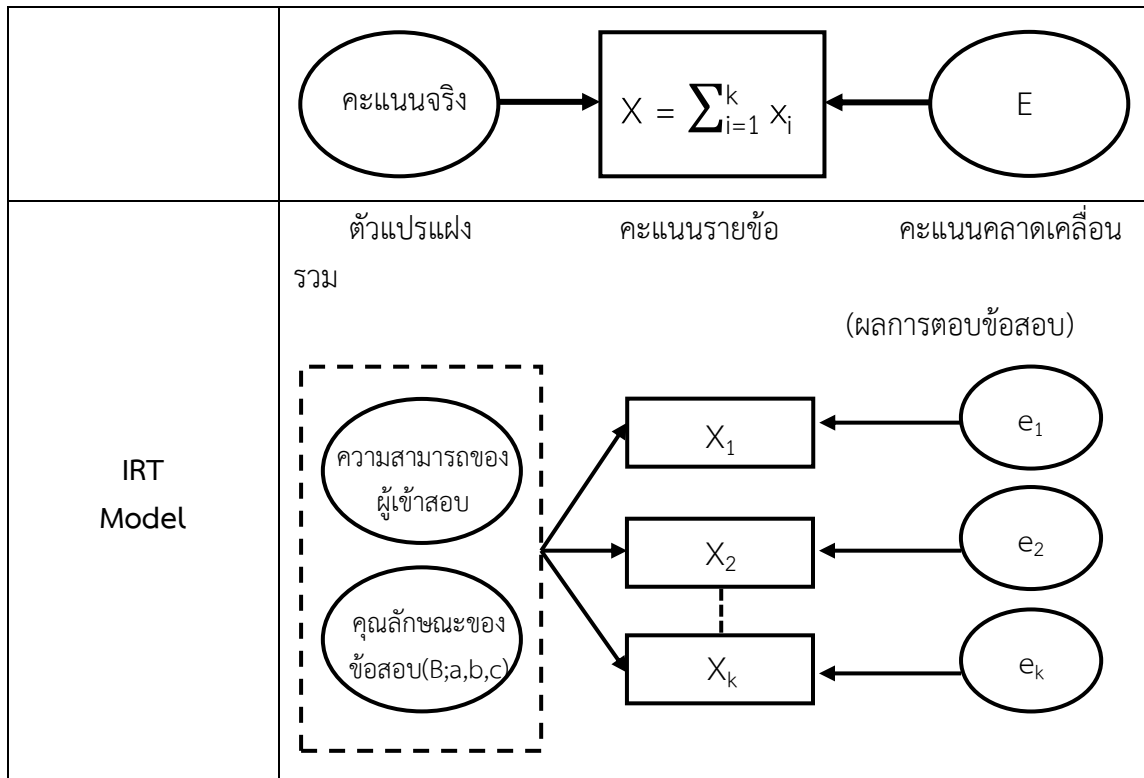
$$X_p = T_p + E_p$$

เมื่อ  $X_p$  เป็นคะแนนที่สังเกตได้ของผู้สอบ (คะแนนรวม) เกิดจากการรวมเชิงเส้นตารางของผลบวกของตัวแปรแฝง 2 ตัว ได้แก่ คะแนนจริงของผู้สอบ ( $T_p$ ) คะแนนความคลาดเคลื่อน ( $E_p$ ) โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นของคะแนนความคลาดเคลื่อนว่า (1) ค่าเฉลี่ยของ E ของกลุ่มผู้สอบมีค่าเป็นศูนย์ (2) ค่า E ไม่มีความสัมพันธ์กับ T และ E อื่น ๆ จากโมเดลดังกล่าวมีข้อจำกัดหลายข้อที่สำคัญ ได้แก่ (1) ค่า X เป็น ค่าเฉพาะที่ได้จากการวัดแต่ละครั้ง ซึ่งได้จากข้อสอบที่มีความยากและอำนาจจำแนกเฉพาะของฉบับที่ใช้วัดนั้น การเปรียบเทียบคะแนน (X หรือ T) ระหว่างแบบสอบที่ใช้วัดคุณลักษณะเดียวกัน จึงต้องอยู่บนพื้นฐานของข้อตกลงเบื้องต้นของแบบสอบที่มีข้อสอบคู่ขนานกัน (Parallelism) (2) คะแนนรายข้อไม่ได้เชื่อมโยงกับพฤติกรรมกรรมการตอบข้อสอบและคะแนนความจริงของผู้เข้าสอบ เช่น ความยาก ค่าอำนาจจำแนก เป็นต้น จึงแปรผันไปตามกลุ่มผู้สอบ

2.1.2 โมเดลการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Models) โมเดลการวัดเป็นระบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระที่รวมกันสำหรับทำนายตัวแปรตามสำหรับโมเดลการตอบสนองข้อสอบ ตัวแปรอิสระประกอบด้วยตัวแปรแฝงคือ ความสามารถที่แท้จริงผู้เข้าสอบ ( $\theta$ ) และคุณลักษณะของผู้เข้าสอบ (B) หรือค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ (a, b และ c) ส่วนตัวแปรอิสระเป็นตัวแปรที่สังเกตได้ คือ โอกาสการตอบข้อสอบได้ถูกต้องแสดงตามภาพที่ 1

| โมเดลการวัด | ตัวแปร       |          |                  |
|-------------|--------------|----------|------------------|
| CTT Model   | ตัวแปรแฝงรวม | คะแนนรวม | คะแนนคลาดเคลื่อน |





ภาพที่ 1 โมเดลการวัดแบบดั้งเดิมและโมเดลการตอบสนองข้อสอบ  
(ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555, หน้า 52)

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) เป็นทฤษฎีการวัดที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถที่มีอยู่ภายในบุคคล (Latent Trait or Ability) กับผลการตอบข้อสอบหรือข้อคำถาม โดยใช้โค้งลักษณะข้อสอบ (Item Characteristics Curve: ICC) ซึ่งมีการกำหนดลักษณะของข้อสอบด้วยพารามิเตอร์ความยาก (b) อำนาจจำแนก (a) และโอกาสการเดาข้อสอบถูก (c) IRT จึงอยู่บนฐานความคิดที่สำคัญ 2 ประการคือ 1) ผลการตอบข้อสอบหรือข้อคำถามของผู้ตอบ สามารถอธิบายได้ด้วยความสามารถที่มีอยู่ภายในของผู้ตอบและ 2) ความสัมพันธ์ระหว่างผลการตอบข้อสอบกับความสามารถที่มีอยู่ภายใน สามารถอธิบายได้ด้วยฟังก์ชันลักษณะข้อสอบ หรือโค้งลักษณะข้อสอบ (ICC) อันมีลักษณะเป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ เรียกว่าฟังก์ชัน โลจิส (Logistic Function) หรือใกล้เคียงกับฟังก์ชันปกติสะสม (Normal Ogive Function)

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ พยายามอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะภายในหรือความสามารถที่มีอยู่ภายในตัวบุคคล กับพฤติกรรมกรรมการตอบสนองข้อสอบของบุคคลนั้นว่ามีโอกาสตอบข้อสอบมากน้อยเพียงไร ทฤษฎีนี้มีพื้นฐานความเชื่อว่าพฤติกรรมกรรมการตอบสนองต่อข้อสอบของผู้สอบ ซึ่งเป็นสิ่งที่สังเกตได้โดยตรงว่าถูกหรือผิด จะถูกกำหนดโดยคุณลักษณะภายในหรือความสามารถที่อยู่ภายในตัวบุคคล ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถสังเกตได้โดยตรง ทฤษฎีนี้ได้อธิบายความสัมพันธ์ดังกล่าวในรูปของฟังก์ชันคณิตศาสตร์ หรือโมเดลที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถ คุณลักษณะของข้อสอบ และโอกาสของการตอบสนองข้อสอบได้แก่ ที่เรียกว่า ฟังก์ชัน

การตอบสนองข้อสอบ ซึ่งมีลักษณะความสัมพันธ์เป็นแบบฟังก์ชันโลจิส หรือฟังก์ชันปกติสะสม

ฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบสามารถนำมาใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูก  $[P_i(\theta)]$  กับระดับความสามารถของผู้สอบที่วัดได้โดยแบบสอบฉบับนั้น เมื่อนำมาเขียนเป็นกราฟจะได้โค้งลักษณะข้อสอบ (Item Characteristics Curve: ICC) โค้งลักษณะข้อสอบมีหลายลักษณะ ขึ้นอยู่กับโมเดล (Model) หรือแบบจำลองที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ดังกล่าว โมเดลที่นิยมใช้กันคือ โมเดลหนึ่งพารามิเตอร์ (One-Parameter Model) โมเดลแบบสองพารามิเตอร์ (Two-Parameter Model) และโมเดลแบบสามพารามิเตอร์ (Three-Parameter Model)

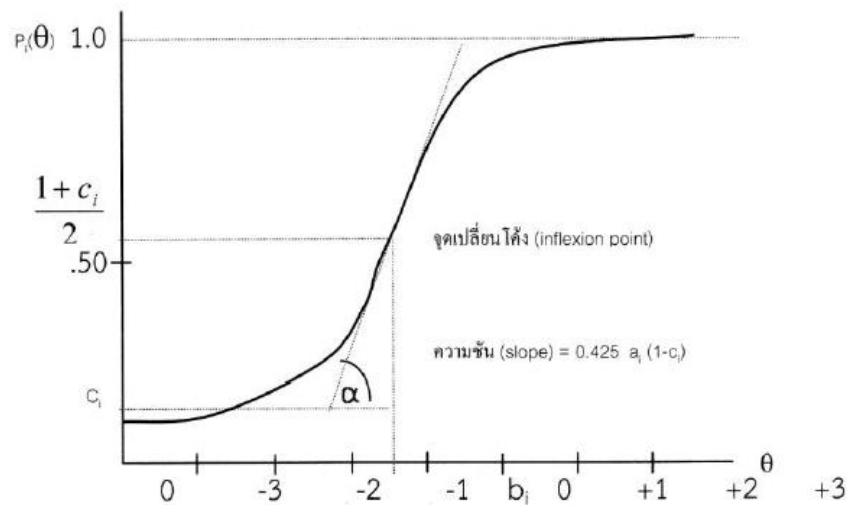
### 2.1.3 คุณลักษณะของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

โมเดลการตอบสนองข้อสอบ เป็นระบบความสัมพันธ์ระหว่างโอกาสตอบสนองข้อสอบถูกกับความสามารถที่มีอยู่ภายในผู้เข้าสอบ ( $\theta$ ) ในรูปของโค้งลักษณะข้อสอบ (Item Characteristics Curve: ICC) ซึ่งมีลักษณะเป็นฟังก์ชันโลจิส (Logistic Function) หรือฟังก์ชันปกติสะสม (Normal Ogive Function) บางครั้งอาจเรียกว่าโมเดลโลจิส หรือโมเดลปกติสะสม

โมเดลปกติสะสม ใช้ฟังก์ชันปกติสะสมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลการตอบสนองข้อสอบกับความสามารถของผู้สอบ ส่วนโมเดลโลจิสให้ฟังก์ชันโลจิสแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลการตอบกับความสามารถดังกล่าว ซึ่งฟังก์ชันทั้งสองให้ผลลัพธ์ของการประมาณค่าใกล้เคียงกันมากแต่ฟังก์ชันโลจิสมีลักษณะของสูตรทางคณิตศาสตร์ และวิธีคำนวณง่ายและสะดวกกว่า นอกจากนี้โมเดลโลจิสยังมีความทนทานต่อความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นกับผู้สอบที่มีความสามารถสูงจะตอบข้อสอบได้ดีกว่า จึงทำให้โมเดลโลจิสเป็นที่นิยมกันมากในการนำไปใช้จริง (Lord, 1980, p. 12)

โมเดลโลจิสแบบ 3 พารามิเตอร์ (Three-Parameter Logistic Model) และโค้งลักษณะของข้อสอบ (ICC) สามารถแสดงได้ดังนี้

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



ภาพที่ 2 โค้งลักษณะข้อสอบของโมเดลโลจิสแบบ 3 พารามิเตอร์  
(ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555, หน้า 54)

โมเดลการตอบสนองข้อสอบประกอบด้วยค่าพารามิเตอร์และค่าคงที่ดังนี้

1) พารามิเตอร์ของผู้เข้าสอบ

$\theta$  คือ ระดับความสามารถของผู้เข้าสอบ ซึ่งประมาณได้จากโมเดลตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ นิยมปรับให้เป็นคะแนนมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 ค่า  $\theta$  มีพิสัยอยู่ระหว่าง  $-\infty$  ถึง  $+\infty$  แต่ผลการวิเคราะห์ส่วนใหญ่มักให้ค่าอยู่ในช่วง  $-3$  ถึง  $+3$

$P_i(\theta)$  คือ ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบซึ่งมีความสามารถ  $\theta$  จะตอบข้อสอบ  $i$  ได้ถูกต้อง

2) พารามิเตอร์ของผู้เข้าสอบ

$b_i$  คือ ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบที่ (Difficulty Parameter) ตำแหน่งของโค้งบนสเกลของความสามารถ ( $\theta$ ) ที่ทำให้มีโอกาสตอบข้อสอบได้ถูกต้องเท่ากับ  $\frac{1+c_i}{2}$  สำหรับโมเดล 1 พารามิเตอร์ และ 2 พารามิเตอร์  $P_i(\theta) = 0.50$  ส่วนโมเดล 3-พารามิเตอร์ เป็น  $P_i(\theta) = \frac{1+c_i}{2}$  ในทางทฤษฎีมีค่าระหว่าง  $(-\infty, +\infty)$  แต่ในทางปฏิบัตินิยมใช้ข้อสอบที่มีค่า  $b_i$  อยู่ระหว่าง  $-2.50$  ถึง  $+2.50$  ค่า  $b_i$  ที่อยู่ใกล้  $-2.50$  แสดงว่าเป็นข้อสอบที่ง่าย ส่วนค่า  $b_i$  ที่อยู่ใกล้  $+2.50$  แสดงว่าเป็นข้อสอบที่ยาก

$a_i$  คือ ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่  $i$  (Discrimination Parameter) การแจกแจงค่าความต่างของ  $P_i(\theta)$  ระหว่างผู้เข้าสอบที่มีความสามารถ  $\leq \theta$  กับ  $> \theta$  มีค่าเป็นสัดส่วนโดยตรงของค่าความชันของ ICC ที่ตำแหน่ง  $b_i$  ค่า  $a_i$  ที่สูงแสดงถึงการแจกแจงผู้เข้าสอบที่มีความสามารถแตกต่างกันได้ดีในทางทฤษฎีมีค่าระหว่าง  $(-\infty, +\infty)$  ควรมีค่าเป็น  $+$  ตามปกติมีค่า

ไม่เกิน +2.50 ในทางปฏิบัตินิยมใช้ข้อสอบที่มีค่า อยู่ระหว่าง +0.50 ถึง+2.50

$c_i$  คือ ค่าพารามิเตอร์โอกาสในการเดาข้อสอบได้ถูกต้อง (Guessing Parameter) โอกาสในการตอบถูกของผู้เข้าสอบที่มีความสามารถต่ำเป็นค่ากำกับต่ำสุด (Lower Asymptotes) ของ ICC ในทางทฤษฎี มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยทั่วไปนิยมใช้ข้อสอบที่มีค่า ไม่เกิน 0.30 ตามปกติ ควรมีค่าต่ำกว่าโอกาสในการตอบถูกโดยการเดาตามทฤษฎี CTT

3) ค่าคงที่

e คือ 2.71828 ค่าคงที่ของลอการิทึมธรรมชาติ (Natural Log)

D คือ 1.70 ค่าองค์ประกอบของการปรับสเกล (Scaling Factor) เป็นค่าการปรับสเกลเพื่อทำให้ Logistic Function กับ Normal Ogive Function ใกล้เคียงกันหรือ มีค่า  $\theta$  ต่างกัน ไม่เกิน 0.01

2.1.4 โมเดลการตอบสนองข้อสอบ แบบ 1 พารามิเตอร์ (One-Parameter Model)

โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ หรือ Rasch Model มีไค่งลักษณะข้อสอบที่เขียนด้วยฟังก์ชันโลจิส ดังสมการ

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

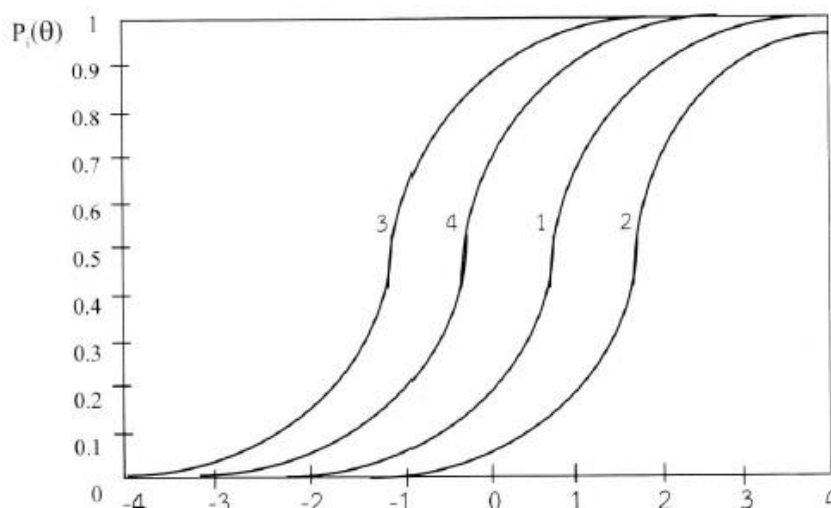
เมื่อ  $P_i(\theta)$  = ความน่าจะเป็นที่ผู้ที่มีความสามารถ  $\theta$  จะตอบข้อสอบข้อที่  $i$  ได้ถูกต้อง

ตำแหน่งของ ICC

$b_i$  = ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบข้อที่  $i$  ซึ่งเป็นค่าที่แสดง

ณ จุด  $\theta$  ที่มีโอกาสตอบข้อสอบถูก 0.50

$$e = 2.718$$



ภาพที่ 3 ไค่งลักษณะข้อสอบ แบบ 1 พารามิเตอร์ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555, หน้า 56)

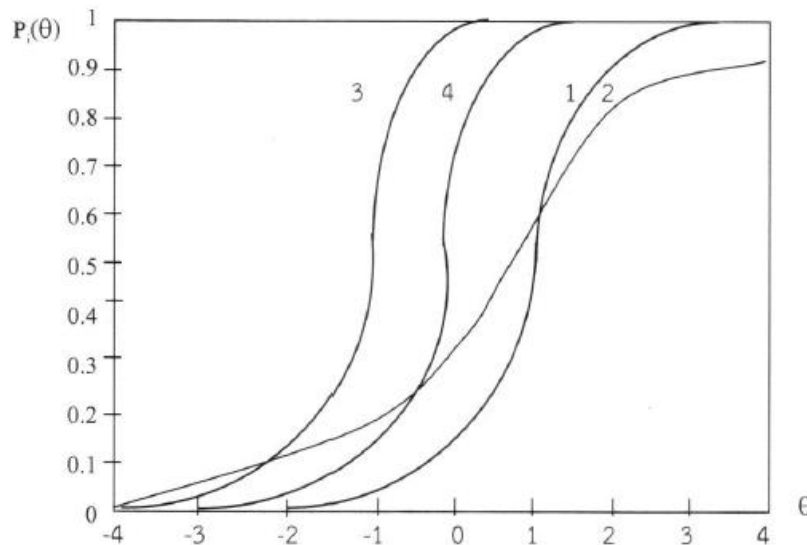
ไค่งลักษณะข้อสอบ (ICC) สำหรับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ มีลักษณะที่สำคัญคือ  $b_i$  มีค่าแปรเปลี่ยนตามลักษณะข้อสอบแต่ละข้อ  $a_i$  มีค่าคงที่ และ  $c_i$  เท่ากับ 0

### 2.1.5 โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ (Two parameter model)

โมเดลแรกที่มีความสำคัญที่สุดที่นำมาใช้ในโมเดลทฤษฎีการตอบข้อสอบ โค้งลักษณะข้อสอบ สำหรับโมเดลโลจิสติกแบบ 2 พารามิเตอร์ แสดงในรูปฟังก์ชันโลจิส ดังนี้

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

เมื่อ  $P_i(\theta)$  = ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบซึ่งมีความสามารถ  $\theta$  จะตอบข้อสอบที่  $i$  ได้  
 ก ต อ ง  
 $b_i$  = ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบข้อที่  $i$  ซึ่งเป็นค่าที่แสดงตำแหน่ง  
 ของ ICC ณ จุดที่มีโอกาสตอบข้อสอบถูก 0.50  
 $a_i$  = ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่  $i$  ซึ่งเป็นค่าความชันของ  
 ICC ณ ตำแหน่ง  
 $e = 2.718$   
 $D = 1.70$



ภาพที่ 4 โค้งลักษณะข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555, หน้า 57)

โค้งลักษณะข้อสอบ (ICC) สำหรับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ มีลักษณะที่สำคัญคือ  $b_i$  เป็นค่าที่แสดงตำแหน่งของ ICC ณ จุด  $\theta$  ที่มีโอกาสตอบข้อสอบถูก 0.50 ส่วน  $a_i$  เป็นค่าความชันของ ICC ณ จุด  $b_i$  ส่วน  $c_i$  เท่ากับ 0 และ  $e = 2.718$ ,  $D = 1.7$

### 2.1.6 โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ (Three-Parameter Model)

โมเดลแรกที่มีความสำคัญที่สุดที่นำมาใช้ในโมเดลทฤษฎีการตอบข้อสอบ โค้งลักษณะข้อสอบ สำหรับโมเดลโลจิสติกแบบ 3 พารามิเตอร์ แสดงในรูปฟังก์ชันโลจิส ดังนี้

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

เมื่อ  $P_i(\theta)$  = ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบซึ่งมีความสามารถ  $\theta$  จะตอบข้อสอบที่  $i$  ได้  
 ก ต อ ง

$b_i$  = ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบข้อที่  $i$  ซึ่งเป็นค่าที่แสดงตำแหน่ง  
 ของ ICC ณ จุด  $\theta$  ที่มีโอกาสตอบข้อสอบถูก  $\frac{1-c_i}{2}$

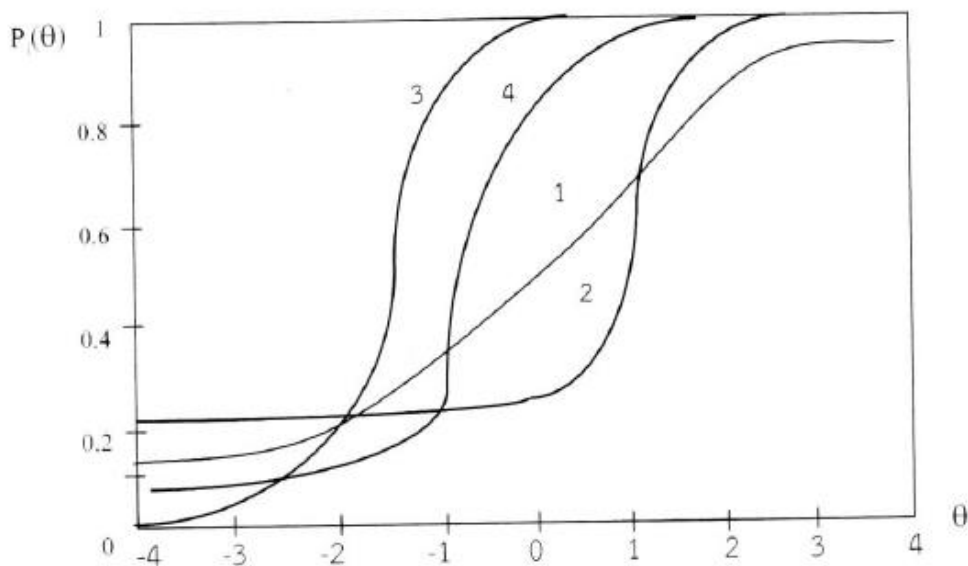
$a_i$  = ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่  $i$  ซึ่งเป็นค่าความชันของ  
 ตำแหน่ง  $b_i$

ICC ณ

$c_i$  คือ ค่าพารามิเตอร์โอกาสในการเดาข้อสอบได้ถูกต้อง

$e = 2.718$

$D = 1.70$



ภาพที่ 5 โค้งลักษณะข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555, หน้า 58)

โค้งลักษณะข้อสอบ (ICC) สำหรับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ มี  
 ลักษณะที่สำคัญคือ  $b_i$  เป็นค่าที่แสดงตำแหน่งของ ICC ณ จุด  $\theta$  ที่มีโอกาสตอบข้อสอบถูก  $\frac{1+c_i}{2}$  ส่วน  
 $a_i$  เป็นค่าความชันของ ICC ณ จุด  $b_i$  ส่วน  $c_i$  คือค่าพารามิเตอร์โอกาสการเดาข้อสอบได้ถูก  $e =$   
 $2.718$ ,  $D = 1.7$

## 2. การประยุกต์ IRT สำหรับการสร้างแบบสอบ

ในการสร้างแบบสอบต่าง ๆ เช่น แบบสอบผลสัมฤทธิ์ แบบวัดความถนัด แบบวัด  
 ความสามารถ เป็นต้น ตามแนวคิดของ CTT นิยมสร้างและคัดเลือกข้อสอบตามเนื้อเรื่องรวมทั้ง

พิจารณาถึงค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบ ข้อที่มีอำนาจจำแนกสูงมักเป็นข้อที่พึงประสงค์ สำหรับระดับความยากของข้อสอบ มักเลือกตามการคาดคะเนถึงระดับความสามารถของกลุ่มที่จะมาทำการทดสอบ แต่การวิเคราะห์ข้อสอบตาม CTT มีข้อจำกัดที่สำคัญ คือค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบผันแปรตามกลุ่มผู้สอบที่มีระดับความสามารถต่างกัน ดังนั้นคุณภาพของการเลือกข้อสอบตามแนว CTT จึงขึ้นอยู่กับ ความใกล้เคียงระหว่างกลุ่มผู้สอบที่นำมาใช้สำหรับคำนวณค่าความยากและอำนาจจำแนก กับกลุ่มเป้าหมายที่จะทำการทดสอบ ถ้ากลุ่มทั้งสองแตกต่างกันมาก ค่าความยากและอำนาจจำแนกที่เคยคำนวณไว้ จะไม่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายที่จะทำการทดสอบ นอกจากนี้ข้อสอบที่วิเคราะห์ตามแนว CTT แม้จะมีการเลือกสรรข้อสอบและเก็บไว้ในคลังข้อสอบที่สร้างมาอย่างดี การเลือกข้อสอบมาจัดชุดเป็นแบบสอบก็ยังมีข้อจำกัดที่ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนของการวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะข้อสอบแต่ละข้อมีผลต่อค่าความเที่ยงของแบบสอบอย่างไม่เป็นอิสระจากกัน เนื่องจากความเที่ยงของแบบสอบขึ้นอยู่กับระดับความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันของ ข้อสอบทุกข้อ ที่อยู่แบบสอบฉบับนั้น จึงไม่สามารถจำแนกอิทธิพลของข้อสอบแต่ละข้อที่มีต่อค่าความเที่ยงของแบบสอบทั้งฉบับอย่างเป็นอิสระจากกันได้

สำหรับ IRT ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบมีลักษณะไม่แปรเปลี่ยนตามกลุ่มผู้สอบการคัดเลือกข้อสอบแต่ละข้อจึงสามารถทำได้อย่างอิสระ รวมทั้งค่าพารามิเตอร์ความยากและความสามารถของผู้สอบได้รับการประมาณค่าอยู่บนสเกลเดียวกัน จึงทำให้เลือกข้อสอบแต่ละข้อให้ทำหน้าที่ที่ดีที่สุด ณ บริเวณใด บริเวณหนึ่ง บนสเกลของความสามารถได้ เช่น การกำหนดจุดตัดสำหรับ ผู้รอบรู้และไม่รอบรู้ ณ ตำแหน่ง  $\theta$  ที่ต้องการ เป็นต้น ข้อได้เปรียบที่สำคัญของการเลือกข้อสอบตามแนวคิดของ IRT คือ สามารถเลือกข้อสอบเป็นรายข้อบนพื้นฐานของปริมาณสารสนเทศที่จะได้รับ สำหรับผู้เข้าสอบที่มี  $\theta$  ต่าง ๆ กัน สารสนเทศของข้อสอบซึ่งสะท้อนความถูกต้องแม่นยำของการประมาณค่าเมื่อนำมารวมกันจะเป็นสารสนเทศของแบบทดสอบจึงสามารถใช้เป็นหลักประกันว่าจะได้แบบทดสอบตอบเป้าหมายที่สนองต่อการนำไปใช้ที่ให้ผลแม่นยำตามที่ต้องการ

### ตอนที่ 3 การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Adaptive Testing: CAT)

สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Adaptive Testing: CAT) มีวัตถุประสงค์เพื่อดำเนินการจัดการทดสอบโดยเลือกข้อสอบให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เข้าสอบโดยอาศัยหลักทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) เป็นพื้นฐานในการคำนวณค่าสารสนเทศของข้อสอบ ซึ่งการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์นี้ทำให้ประสิทธิภาพและคุณภาพของการทดสอบมีมากขึ้น โดยจะเห็นได้ว่ามีการใช้จำนวนของข้อสอบที่น้อยลงและระยะเวลาในการทดสอบ อีกทั้งผลที่ได้ยังมีความคลาดเคลื่อนต่ำและสามารถนำผลมาเปรียบเทียบกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หลักการของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ คือ แนวทางในการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถ ของผู้สอบโดยหลักการคัดเลือกข้อสอบสำหรับแต่ละบุคคลให้ตั้งอยู่บน

พื้นฐานของผลการตอบข้อสอบข้อที่ผ่านมาของผู้สอบนั้น เมื่อผู้สอบทำข้อสอบข้อเริ่มต้นหรือชุดแรก จากคลังข้อสอบแล้ว จะมีการวิเคราะห์ระดับความสามารถหรือประเมินความสามารถของผู้เข้าสอบ เบื้องต้นเพื่อคัดเลือกข้อสอบข้อต่อไปที่มีค่าความยากและอำนาจจำแนกเหมาะสมที่จะใช้วัดระดับความสามารถของผู้สอบ ประมาณระดับความสามารถของผู้สอบใหม่ จากนั้นก็จะเลือกข้อสอบที่เหมาะสมข้อต่อไป โดยอาศัยหลักการที่ว่า ถ้าการทำข้อสอบที่ผ่านมาถูก ข้อถัดไปจะยากขึ้น แต่ถ้าทำข้อสอบที่ผ่านมามีผิด ข้อถัดไปจะง่ายลง กระบวนการนี้จะดำเนินการต่อไปเรื่อย ๆ จนสามารถประมาณระดับความสามารถของผู้สอบได้อย่างน่าเชื่อถือ การทดสอบก็จะยุติลง นอกจากนี้ Segall (1996, p. 331) ได้บรรยายลักษณะของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีการให้คะแนนแบบสองค่าไว้ว่าประกอบด้วยเกณฑ์ที่จำเป็น 3 ประการ คือ ประการแรก เกณฑ์ในการกำหนดข้อคำถามข้อแรกในการเริ่มต้นการทดสอบ ประการที่สอง เกณฑ์ในการเลือกข้อสอบข้อต่อไป และประการที่สามเกณฑ์ในการยุติการสอบ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555, หน้า 195)

### 3.1 การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Adaptive Testing: CAT) มีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

#### 3.1.1 การสร้างคลังข้อสอบ

การสร้างคลังข้อสอบ ต้องคำนึงถึงมาตรฐานของข้อสอบเพื่อคลังข้อสอบจะได้มีประสิทธิภาพ และมีมาตรฐาน ซึ่งมาตรฐานในการสร้างข้อสอบหรือแบบทดสอบในคลังข้อสอบนั้นมี 5 มาตรฐาน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2555, หน้า 5) ดังนี้

มาตรฐานที่ 1 คือ การกำหนดจุดมุ่งหมาย เนื้อหาสาระ และขอบเขตของการทดสอบให้ชัดเจน

มาตรฐานที่ 2 คือ การกำหนดรูปแบบหรือลักษณะเฉพาะที่ต้องการวัดให้ชัดเจน

มาตรฐานที่ 3 คือ การจัดทำเอกสารแสดงกระบวนการสร้างข้อสอบ หรือแบบทดสอบเพื่อใช้ในการสร้างข้อสอบหรือแบบทดสอบ มีคุณภาพตามข้อกำหนดของคุณลักษณะของข้อสอบ

มาตรฐานที่ 4 คือ ตรวจสอบความถูกต้องของข้อสอบให้ครอบคลุมกับเนื้อหาที่กำหนด

มาตรฐานที่ 5 คือ ตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ หรือแบบทดสอบตามหลักวิชาการของมาตรฐานความยุติธรรมและคุณภาพ โดยมีผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาที่กำหนดเป็นผู้ตรวจสอบ

การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์จะต้องสร้างคลังข้อสอบที่มุ่งวัดคุณลักษณะหรือความสามารถของผู้เข้าสอบและครอบคลุมระดับความสามารถของผู้เข้าสอบที่แตกต่างกันซึ่งจะต้องมีข้อสอบในคลังข้อสอบอย่างน้อย 100-200 ข้อ (Weiss, 1988) ซึ่งคลังข้อสอบที่ดีจะต้องมีจำนวนข้อสอบเท่ากับ  $2^n$  เมื่อ  $n$  คือ จำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้ทดสอบ เช่น ถ้าต้องการทดสอบประมาณ 10 ข้อ ต้องมีข้อสอบในคลัง 1,024 ข้อ เป็นต้น หากต้องการทดสอบแบบกำหนดจำนวนข้อที่จะใช้คงที่เหมือนกันทุกคน จำนวนในคลังข้อสอบควรมีข้อสอบอย่างน้อย  $n(n+1)/2$  ข้อ เช่นถ้าต้องการทดสอบ 10 ข้อ ต้องมีข้อสอบในคลัง 55 ข้อ เป็นต้น (Allen, & Yen, 1979, p. 140) โดยที่ข้อสอบ



ในแต่ละข้อจะต้องมีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ตั้งแต่ 0.80 ถึง 2.50 ส่วนค่าความยากของข้อสอบ นั้น ควรมีค่าตั้งแต่ -2.50 ถึง 2.50 และค่าการเดาไม่ควรเกิน 0.30 และควรมีข้อสอบในจำนวนที่เท่า ๆ กันในแต่ละระดับความยากของข้อสอบ (Urry, 1977)

### 3.1.2 การคัดเลือกข้อสอบข้อเริ่มต้น

การคัดเลือกข้อสอบข้อเริ่มต้นนั้น ควรมีระดับความยากของข้อสอบอยู่ในระดับปานกลางการทดสอบควรเริ่มต้นจากการเลือกข้อสอบที่มีระดับความยากเท่ากับหรือต่ำกว่าระดับความสามารถของผู้เข้าสอบ เพื่อให้การประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบได้ถูกต้องมากขึ้น (Wainer, 1990, p. 10) การแบ่งวิธีการเลือกข้อสอบได้ 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 ประชากรผู้เข้าสอบมีความสามารถที่ใกล้เคียงกันหรือเป็นประชากรของผู้เข้าสอบที่ไม่มีข้อมูลสารสนเทศระดับการศึกษา ควรเริ่มต้นข้อสอบที่มีความยากอยู่ในระดับปานกลางเป็นข้อเริ่มต้น

กรณีที่ 2 ประชากรผู้สอบมีความสามารถที่แตกต่างกันหรือเป็นประชากรผู้เข้าสอบที่พอมีข้อมูลสารสนเทศระดับการศึกษาของผู้สอบ ควรเริ่มต้นข้อสอบที่มีความยากอยู่ในระดับปานกลางในแต่ละระดับการศึกษาของผู้สอบ

Chang and Ying (1999, pp. 211-222) ได้เสนอวิธีการเริ่มต้นการทดสอบโดยใช้ข้อสอบเทียบโดยจะเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) เท่ากับ 1.00 ค่าความยากของข้อสอบ (b) จะสุ่มเลือกจากการแจกแจงโค้งปกติ ส่วนค่าการเดาของข้อสอบ (c) จะอยู่ที่ 0.20 เป็นข้อสอบเทียบข้อเริ่มต้น ซึ่งถ้าตอบข้อสอบเทียบข้อเริ่มต้นถูกต้องข้อสอบข้อที่ 2 ก็จะมีค่าความยากของข้อสอบเพิ่มมากขึ้น ( $b_2 = b_1 + b_2$ ) แต่ถ้าตอบข้อสอบเทียบข้อเริ่มต้นผิด ข้อสอบข้อที่ 2 มีค่าความยากของข้อสอบลดลง ( $b_2 = b_1 - b_2$ ) ข้อสอบข้อที่ 3 จะปฏิบัติคล้ายกัน เมื่อดำเนินการทดสอบครบ 3 ข้อ จะได้สารสนเทศของผู้สอบเบื้องต้นสำหรับการเริ่มต้น การทดสอบต่อไป ซึ่งผลการตอบข้อสอบเทียบ จะใช้การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบโดยวิธีการประมาณค่าความเป็นไปได้สูง (Maximum Likelihood Estimation: MLE) และสามารถใช่วิธีการประมาณค่าความเป็นไปได้สูงสุดตั้งแต่เริ่มต้นการทดสอบจนยุติการทดสอบ ถ้าผลการตอบข้อสอบเทียบถูกทุกข้อหรือผิดทุกข้อ ต้องเริ่มทดสอบด้วยข้อสอบเทียบใหม่ตามขั้นตอนที่กล่าวมา

### 3.1.3 การคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป

การคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญขั้นตอนหนึ่ง เนื่องจากข้อสอบที่เลือกมาเป็นข้อถัดไปนั้นส่งผลต่อการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ ดังนั้น ควรเลือกข้อสอบที่มีความสอดคล้องกับความสามารถของผู้เข้าสอบขณะทำการทดสอบ ซึ่งวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปที่นิยมใช้ คือ วิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยการพิจารณาจากค่าความยากของข้อสอบ (b) ซึ่งจะคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากของข้อสอบใกล้เคียงกับค่าความสามารถของผู้เข้าสอบขณะทำการทดสอบมาเป็นข้อสอบข้อถัดไป สามารถเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป โดยใช้ตำแหน่งสารสนเทศสูงสุดที่ใกล้เคียงกับค่า

ความสามารถของผู้สอบ (Maximum Information: MI)

การคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ควรเลือกข้อสอบที่มีความสอดคล้องกับวิธีการประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบ (Hulin, Drasgow, & Parson, 1983) มีนักวิชาการนำเสนอวิธีการคัดเลือกข้อสอบไว้ ดังนี้

1) การคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปที่ระดับความยากของข้อสอบ (b) กล่าวคือเมื่อประมาณค่าความสามารถของผู้สอบแล้ว จะนำค่าความสามารถของผู้สอบมาเปรียบเทียบกับค่าระดับความยากของข้อสอบทุกข้อ และเลือกข้อสอบที่มีระดับความยากที่ใกล้เคียงกับค่าความสามารถของผู้สอบในขณะนั้นมากที่สุดมาเป็นข้อสอบข้อถัดไป โดยไม่คำนึงถึงค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) และค่าการเดาข้อสอบ (c)

2) การคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป โดยใช้ตำแหน่งสารสนเทศสูงสุดที่ใกล้เคียงกับค่าความสามารถของผู้เข้าสอบ (Maximum Information) กล่าวคือ การคัดเลือกข้อสอบด้วยวิธีนี้จะมีการพิจารณาปัจจัยของค่าโอกาสการเดาข้อสอบร่วมด้วย ซึ่งจะคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าสารสนเทศสูงสุดที่ใกล้เคียงกับค่าประมาณความสามารถของผู้เข้าสอบ มาเป็นข้อสอบข้อถัดไป ค่าสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบสำหรับโมเดล 3-Parameters สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$mi = bi + \frac{1}{D_{ai}} \ln \left[ \frac{1 + \sqrt{1 + 8c_i}}{2} \right]$$

เมื่อ  $mi$  คือ ค่า  $\theta$  ณ ตำแหน่งที่ข้อสอบนั้นให้สารสนเทศสูงสุด

$D$  คือ ค่าคงที่

$\ln$  คือ natural logarithm

$a_i$  คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

$b_i$  คือ ค่าความยากของข้อสอบ

$c_i$  คือ ค่าโอกาสการเดาของข้อสอบ

### 3.1.4 การประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบ

การประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบในการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้เข้าสอบมีอยู่หลากหลายแนวทาง และมีขั้นตอนในการประมาณค่า 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกเป็นการประมาณค่าเบื้องต้น (Initial Ability Estimation) ขั้นตอนที่สองการประมาณค่าระหว่างการทดสอบ (Interim Ability Estimation) และขั้นที่สามเป็นการประมาณค่าสุดท้าย (Final Ability Estimation) ในการดำเนินการประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบทั้งสามขั้นตอนจึงเหมาะสมที่จะใช้การคำนวณโดยการเขียนคำสั่งให้กับคอมพิวเตอร์โดยผู้พัฒนาแบบทดสอบ และที่ผ่านมามีวิธีการประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบที่ได้รับความนิยมมีสองแนวทางคือ แนวทางแบบเบส์ (Bayesian Estimator หรือ Posterior-Based Estimator) และแนวทางความน่าจะเป็นสูงสุด

(Maximum Likelihood Estimator) ซึ่งทั้งสองแนวทางนี้มีการพัฒนาวิธีการอย่างหลากหลายและ ผู้วิจัยนำเสนอแนวทางแบบดั้งเดิม 2 วิธี คือ วิธีเบส์ปรับใหม่ (Bayesian Updating) และวิธีความ น่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข (Conditional Maximum Likelihood) (van der Linden & Pashley, 2010) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 วิธีการประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบ

| แนวทาง  | วิธีการ   |
|---|---|
| 1. แบบเบส์<br>(Bayesian Estimator)                          | - เป็นวิธีการที่นำเสนอโดย Owen (1975)<br>- เป็นวิธีการที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย (Bayesian Updating) เนื่องจากประมาณค่าความสามารถของ ผู้เข้าสอบได้ค่อนข้างคงที่    |
| 2. แบบความน่าจะเป็นสูงสุด<br>(Maximum Likelihood Estimator) | - นิยมใช้วิธีความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข (Conditional ML)<br>- ข้อจำกัดของวิธีนี้ คือ ถ้าผู้เข้าสอบตอบข้อสอบถูก หมดหรือผิดหมด จะไม่สามารถประมาณค่า ความสามารถได้ |

1) การประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีของเบส์

เป็นการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะทำให้ การประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบได้ค่อนข้างคงที่ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555, หน้า 208)

1. กรณีที่ตอบข้อสอบถูก

$$\theta_{m+1} = \theta_m + (1 - c) \left[ \frac{\sigma_m^2}{\sqrt{\frac{1}{a^2} + \sigma_m^2}} \right] \left[ \frac{O(D)}{c + (1-c)A(-D)} \right]$$

$$\sigma_{m+1}^2 = \sigma_m^2 \left[ 1 - \left[ \frac{1-c}{1 + \frac{1}{a^2 \sigma_m^2}} \right] \left[ \frac{O(D)}{B} \right] \left[ \frac{(1-c)O(D)}{B} - D \right] \right]$$

$$\text{เมื่อ } D = \frac{b - \theta_m}{\sqrt{\frac{1}{a^2} + \sigma^2}} \quad \text{และ } B = c + 1(1-c) \times A(-D)$$

## 2. กรณีที่ตอบข้อสอบผิด

$$\theta_{m+1} = \theta_m - \left[ \frac{\sigma_m^2}{\sqrt{\frac{1}{a^2} + \sigma_m^2}} \right] \left[ \frac{O(D)}{A(D)} \right]$$

$$\sigma_{m+1}^2 = \sigma_m^2 \left[ 1 - \left[ \frac{O(D)}{1 + \frac{1}{a^2 \sigma_m^2}} \right] \left[ \frac{\frac{O(D)}{A(D)} + D}{A(D)} \right] \right]$$

เมื่อ  $\theta_m$  = ความสามารถของผู้เข้าสอบที่ประมาณได้ก่อนตอบข้อสอบข้อที่ m+1 ตามปกติแล้ว เมื่อเริ่มทำข้อสอบจะไม่ทราบค่าความสามารถเบื้องต้นของผู้เข้าสอบจึงกำหนดให้  $\theta_m = 0.000$

$\sigma_m^2$  = ความแปรปรวนในการประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบก่อนตอบข้อสอบข้อที่ m + 1 ตามปกติแล้ว เมื่อเริ่มทำข้อสอบจะไม่ทราบค่าความแปรปรวนดังกล่าวมาก่อนจึงกำหนดให้  $\sigma_m^2 = 1$

$\theta_{m+1}$  = ความสามารถของผู้เข้าสอบที่ประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบหลังจากตอบข้อสอบข้อที่ m + 1 แล้ว

$\sigma_{m+1}^2$  = ความแปรปรวนในการประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบหลังจากตอบข้อสอบข้อที่ m + 1 แล้ว

a<sub>i</sub> = ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ m+1

b<sub>i</sub> = ค่าความยากของข้อสอบข้อที่ m+1

c<sub>i</sub> = ค่าโอกาสการเดาของข้อสอบข้อที่ m+1

D = จุดบนแกน X

O(D) = ค่าออร์ดิเนต (Ordinate) ของโค้งปกติที่จุด D

A(D) = พื้นที่ใต้โค้งปกติจากค่า D ต่ำสุดจนถึงจุด D

## 2) วิธีความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข

วิธีการประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบ ( $\theta$ ) ด้วยวิธีความน่าจะเป็นสูงสุดมีอยู่หลายวิธี แต่วิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุด คือ วิธีความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข (Conditional ML) การประมาณค่า ( $\theta$ ) โดยวิธีนี้มีข้อจำกัด คือ ถ้าผู้เข้าสอบตอบข้อสอบถูกหมดหรือผิดหมดจะไม่สามารถประมาณค่า ( $\theta$ ) ได้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555, หน้า 209-211) ขั้นตอนในการประมาณค่า

(Θ) สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะมีดังนี้

ขั้นที่ 1 ประมาณค่าความสามารถเริ่มต้น

สูตรประมาณค่า ( $\theta$ ) ดังสมการ ( $\theta_m = 0; m = 0$ )

$$\theta_0 = \ln\left(\frac{r_a}{k - r_a}\right)$$

เมื่อ

$r_a = 1$  เมื่อตอบข้อสอบถูก

$u_i = 0$  เมื่อตอบข้อสอบผิด

$u_i =$  ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่  $i$

$a_i =$  จำนวนข้อสอบทั้งหมดที่มีผู้เข้าสอบตอบ

ขั้นที่ 2

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

$$Q_i(\theta_m) = 1 - P_i(\theta_m)$$

เมื่อ  $\theta_m =$  ความสามารถของผู้เข้าสอบที่ประมาณค่าได้ในครั้งที่  $m$

$a_i =$  ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่  $i$

$b_i =$  ค่าความยากของข้อสอบที่  $i$

$c_i =$  ค่าโอกาสในการเดาข้อสอบถูกของข้อสอบข้อที่  $i$

$D =$  ค่าคงที่ซึ่งมีค่าประมาณ 1.7

$e =$  ค่าคงที่ซึ่งมีค่าประมาณ 2.7182818

ขั้นที่ 3 หาค่าปรับแก้  $h_m$  ดังสมการต่อไปนี้

$$h_m = \frac{D[r_a - \sum P_i(\theta_m)]}{-D^2 \sum P_i(\theta_m) Q_i(\theta_m)} \theta_{m+1}$$

ขั้นที่ 4 ประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบใหม่สูตรประมาณค่าความสามารถใหม่ ดังสมการต่อไปนี้

$$\theta_{m+1} = \theta_m - h_m$$

ขั้นที่ 5 ประเมินค่า ( $\theta$ ) ซ้ำจนบรรลุตามเงื่อนไข

### 3.1.5 เกณฑ์ยุติการทดสอบ

การทดสอบแบบปรับเหมาะจะสิ้นสุดลงเมื่อผลการตอบข้อสอบที่ผ่านมาเป็นไปตามเกณฑ์ยุติการทดสอบ เกณฑ์ยุติการทดสอบที่นิยมใช้กันมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555, หน้า 204) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เกณฑ์ยุติการทดสอบที่นิยมใช้

| เงื่อนไข                                 | รายละเอียด   |
|--|--|
| 1. กำหนดจำนวนข้อสอบให้คงที่              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- กำหนดจำนวนข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบให้คงที่สำหรับทุกคน เมื่อทาครบก็ยุติการทดสอบ</li> <li>- เหมาะสำหรับการศึกษาภายใต้สถานการณ์จำลองแบบ Monte Carlo Simulation เนื่องจากจำนวนข้อสอบเท่ากัน ทำให้สามารถเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบสอบได้โดยตรง</li> </ul> |
| 2. กำหนดระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ | ในการทดสอบแบบ CAT ควรดำเนินการทดสอบไปเรื่อยๆ จนกว่าการประมาณค่า $\theta$ มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error; SE ( $\theta$ )) ลดต่ำลงจนถึงระดับที่ยอมรับได้  |

1) กำหนดจำนวนข้อสอบให้คงที่ เป็นการกำหนดจำนวนข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบให้คงที่สำหรับทุกคน เช่น กำหนดให้การทดสอบแบบปรับเหมาะใช้ข้อสอบจำนวน 25 ข้อ ( $n=25$ ) เมื่อผู้สอบทำข้อสอบได้ครบ 25 ข้อ การทดสอบก็จะยุติลง เกณฑ์นี้ค่อนข้างเป็นประโยชน์ในการศึกษาภายใต้สถานการณ์จำลองแบบ Monte Carlo Simulation เนื่องจากจำนวนข้อสอบเท่ากัน ทำให้สามารถเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบสอบได้โดยตรง

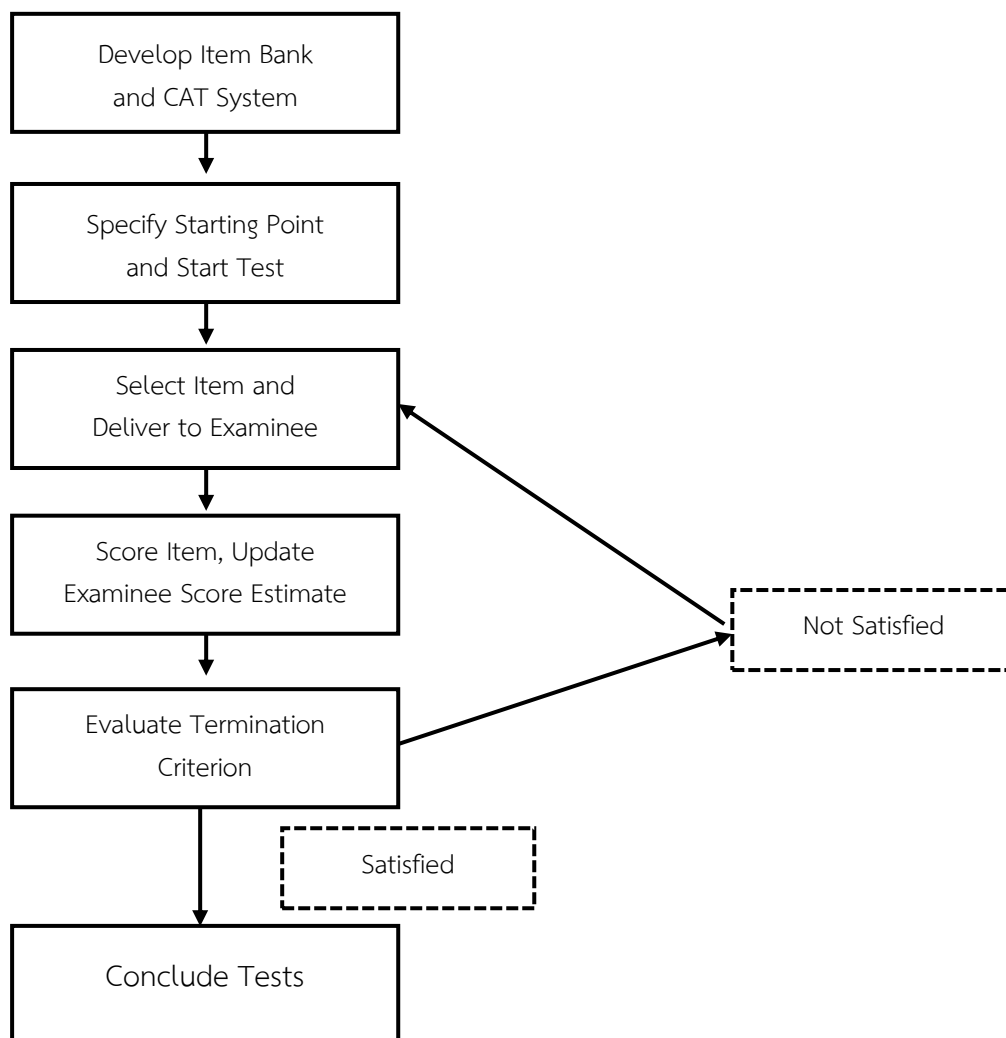
2) กำหนดระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ การทดสอบแบบปรับเหมาะในทางปฏิบัติควรให้ดำเนินการไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะประมาณค่า ( $\theta$ ) มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานลดต่ำลงจนถึงระดับที่ยอมรับได้ การทดสอบจึงยุติลง ณ เวลานั้น ดังสมการต่อไปนี้

$$SE(\theta) = \frac{1}{\sqrt{1(\theta)}}$$

จากการจำลองข้อมูลตาม Partial Credit Model และ Graded Response Model พบว่า เกณฑ์ยุติการทดสอบโดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจะให้ผลดีกว่าเกณฑ์ยุติการทดสอบที่ใช้ค่าสารสนเทศของข้อสอบ (Dodd Koch & De Ayala, 1993, pp. 61-77)

### 3.1.6 หลักการของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์มีหลักการคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมกับบุคคล ซึ่งอยู่บนฐานการตอบข้อสอบข้อที่ผ่านมาของผู้เข้าสอบ กล่าวคือ เมื่อผู้เข้าสอบทำข้อสอบข้อเริ่มต้น หรือชุดเริ่มต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบ แล้วจะนำผลการตอบข้อสอบมาวิเคราะห์ หรือประเมินระดับความสามารถของผู้เข้าสอบ เพื่อที่จะเลือกข้อสอบที่เหมาะสมข้อถัดไป โดยอาศัยหลักการคัดเลือกข้อสอบว่า ถ้าทำข้อสอบข้อที่ผ่านมากฎต้อง ข้อสอบข้อถัดไปจะยากมากขึ้นหากทำข้อสอบข้อที่ผ่านมามีผิด ข้อสอบข้อถัดไปจะง่ายลง กระบวนการนี้จะดำเนินการไปจนกว่าจะประเมินระดับความสามารถของผู้เข้าสอบเป็นไปตามเกณฑ์การยุติการทดสอบที่กำหนด (ขึ้นอยู่กับการออกแบบ) การทดสอบจึงยุติลง (Green, 1984, pp. 347-360) โดยขั้นตอนการดำเนินการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ แสดงตามภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

(Thompson & Weiss, 2011, p. 2)

จากภาพที่ 6 แสดงขั้นตอนการดำเนินการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ซึ่งมี 5 ขั้นตอนสามารถอธิบายได้ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาคลังข้อสอบและระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (Develop Item Bank and CAT System) เป็นขั้นตอนที่ต้องพิจารณาขนาดของคลังข้อสอบและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดมาจัดเก็บในคลังข้อสอบ ซึ่งคลังข้อสอบที่ดีจะต้องมีจำนวนข้อสอบเท่ากับ  $2n$  เมื่อ  $n$  คือจำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้ทดสอบ เช่น ถ้าต้องการทดสอบประมาณ 10 ข้อ ต้องมีข้อสอบในคลังข้อสอบ 1,024 ข้อ เป็นต้น หากต้องการทดสอบแบบกำหนดจำนวนข้อที่จะใช้คงที่เหมือนกันทุกคน จำนวนข้อสอบในคลังข้อสอบควรมีข้อสอบอย่างน้อย  $n(n+1)/2$  ข้อ เช่น ถ้าต้องการทดสอบ 10 ข้อ ต้องมีข้อสอบในคลังข้อสอบ 55 ข้อ เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2 การคัดเลือกข้อสอบข้อเริ่มต้น (Specify Starting Point and Start Test) เป็นการคัดเลือกข้อสอบข้อเริ่มต้น ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีระดับความยากปานกลาง กล่าวคือ การเลือกข้อสอบที่มีระดับความยากใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของค่าความยากของข้อสอบทั้งหมด หรือการคัดเลือกข้อสอบข้อเริ่มต้นจากการสุ่มในช่วงระดับความยากของข้อสอบที่กำหนด หรือการคัดเลือกข้อสอบข้อเริ่มต้นตามเกณฑ์ที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 3 การคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป (Select Item and Deliver to Examinee) เป็นขั้นตอนที่ต้องพิจารณาคัดเลือกข้อสอบตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยอาศัยผลการตอบข้อสอบก่อนหน้ามาร่วมพิจารณาด้วย ขั้นตอนที่ 4 การประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบ (Score Item, Update Examinee Score Estimate) เป็นการประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบหลังจากตอบข้อสอบแล้ว ซึ่งวิธีการประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบที่นิยมใช้กัน คือ 1) การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบด้วยวิธีของเบส์ (Bayesian) 2) การประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบด้วยวิธีของเบส์ปรับใหม่ (Bayesian Updating) 3) การประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบด้วยวิธีความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood)

ขั้นตอนที่ 5 เกณฑ์การยุติการทดสอบ (Evaluate Termination Criterion) คือ การสิ้นสุดการทดสอบ เมื่อผู้เข้าสอบทำการทดสอบครบตามเงื่อนไข หรือเกณฑ์ที่กำหนด (Thompson & Weiss, 2011, p.2)

### 3.1.7 ประเภทของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

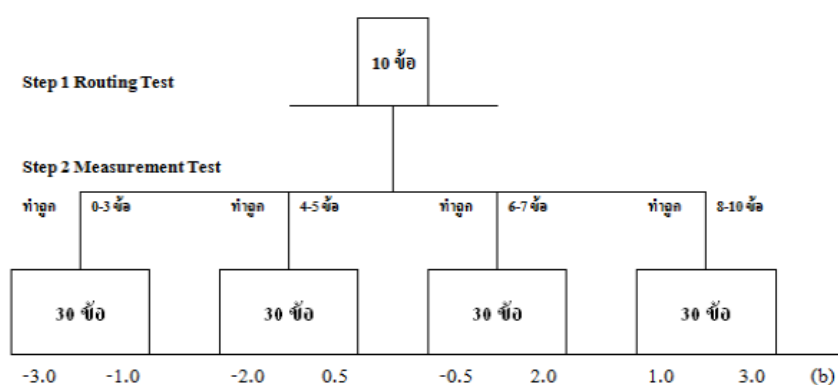
การจำแนกประเภทของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์สามารถแบ่งออกได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับกฎเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการจำแนก ในการวิจัยครั้งนี้ นำเสนอการจำแนกประเภทโดยวิธีการที่ใช้ในการทดสอบ และโดยเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ดังนี้

#### 3.1.7.1 การจำแนกประเภทโดยวิธีการที่ใช้ในการทดสอบ

Weiss (1974) ได้จำแนกการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ เป็น 2 ประเภท ดังนี้



1) วิธีการทดสอบแบบ 2 ขั้นตอน (Two-stage Strategies) การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบ 2 ขั้นตอน เป็นการทดสอบโดยใช้ข้อสอบ 2 ชุด กล่าวคือ การดำเนินการทดสอบเริ่มโดยการให้ผู้เข้าสอบทำแบบทดสอบเพื่อแยกทาง (Routing Test) ซึ่งผลจากการทดสอบนี้จะชี้ว่าผู้เข้าสอบจะได้รับแบบทดสอบชุดใดในขั้นที่ 2 เรียกแบบทดสอบในขั้นนี้ว่าแบบทดสอบเพื่อวัดผล (Measurement Test) โดยหลักการแล้วผู้เข้าสอบที่ได้คะแนนน้อยจากแบบทดสอบเพื่อแยกทาง แสดงว่า เป็นผู้ที่มีความสามารถต่ำ จะได้รับแบบทดสอบเพื่อวัดผลชุดที่ง่ายลง ส่วนผู้ที่ได้คะแนนสูงจากแบบทดสอบเพื่อแยกทาง แสดงว่า เป็นผู้ที่มีความสามารถสูง จะได้รับแบบทดสอบเพื่อวัดผลชุดที่ยากขึ้น แสดงตามภาพที่



ภาพที่ 7 รูปแบบวิธีการทดสอบแบบ 2 ขั้นตอน (Two-stage Strategies)

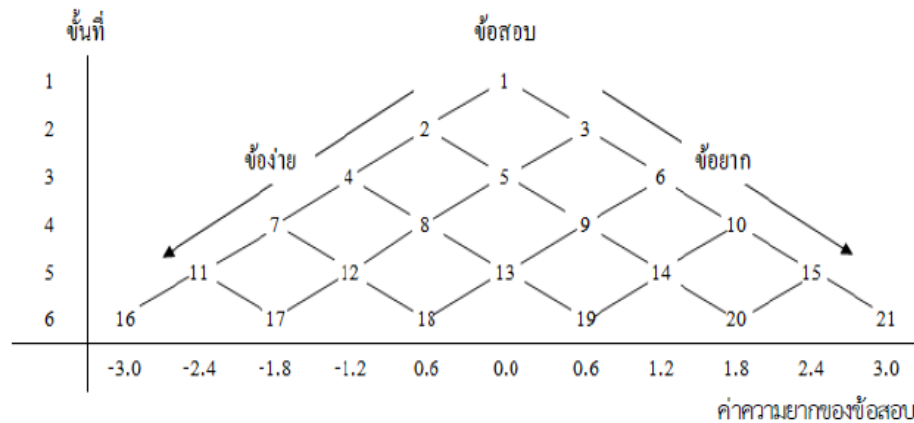
2) วิธีการทดสอบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Strategies) การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบหลายขั้นตอน เป็นการทดสอบที่มีโครงสร้างของแบบทดสอบเป็นรูปพีระมิด โดยใช้ค่าความยากของข้อสอบเป็นเกณฑ์ในการจัดเรียงข้อสอบที่มีความยากของข้อสอบในระดับปานกลางจะอยู่จุดยอดของพีระมิด การดำเนินการทดสอบจะเริ่มจากให้ผู้เข้าสอบตอบข้อสอบข้อเริ่มต้นที่มีความยากของข้อสอบในระดับปานกลาง ถ้าผู้เข้าสอบตอบถูกข้อสอบข้อต่อไปจะง่ายขึ้น และถ้าผู้เข้าสอบตอบผิดข้อสอบข้อต่อไปจะง่ายลง การทดสอบจะดำเนินการเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงเกณฑ์ยุติการทดสอบตามที่กำหนดไว้การทดสอบจึงสิ้นสุดลงการทดสอบหลายขั้นตอนสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1) การทดสอบแยกทางแบบคงที่การทดสอบแยกทางแบบคงที่ที่เป็นรูปแบบการทดสอบด้วยข้อสอบที่มีลักษณะเฉพาะตัวที่มีหลายขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนอาจจะมีข้อเดียวหรือหลายข้อก็ได้ โดยมีรูปแบบหรือเส้นทางในการทดสอบที่แน่นอน แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

#### ก. รูปแบบพีระมิด (Pyramid Model)

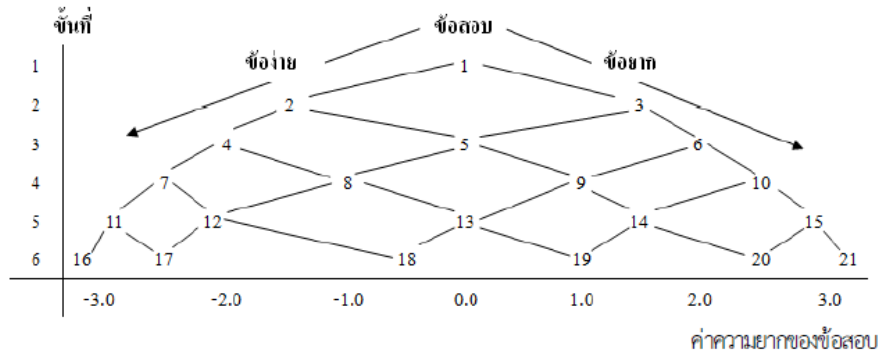
การทดสอบในรูปแบบพีระมิด เป็นการทดสอบด้วยข้อสอบเฉพาะตัว ซึ่งมีการจัดรูปแบบการทดสอบเป็นรูปสามเหลี่ยม การจัดการทดสอบในรูปแบบพีระมิดนั้น มีการจัดการทดสอบหลายรูปแบบ ดังนี้

ก-1) รูปแบบพีระมิตขนาดขั้นคงที่ (Constant Step Size Pyramidal Model) คือ การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีการจัดการทดสอบเป็นรูปสามเหลี่ยม ซึ่งจำนวนข้อสอบในแต่ละชั้นจะมีจำนวนเท่ากับลำดับของชั้น กล่าวคือ ชั้นที่ 1 จะมีข้อสอบ 1 ข้อ ชั้นที่ 2 จะมีข้อสอบ 2 ข้อ หรือชั้นที่  $n$  จะมีข้อสอบจำนวน  $n$  ข้อ และมีการกำหนดช่วงระดับความยากของข้อสอบที่อยู่ติดกันในแต่ละชั้นให้มีค่าเท่ากัน แสดงตามภาพที่ 8



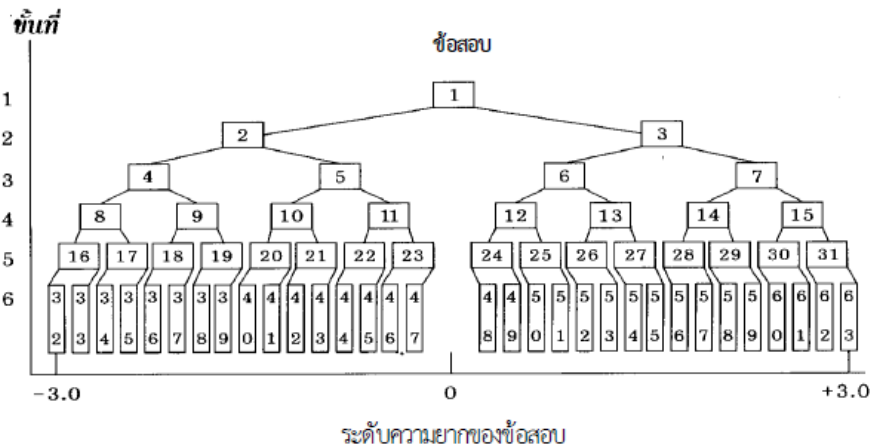
ภาพที่ 8 โครงสร้างการจัดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบพีระมิตขนาดขั้นคงที่ (Constant Step Size Pyramidal Model)

ก-2) รูปแบบพีระมิตขนาดขั้นแปรผัน (Variable Step Size Pyramidal Model) คือ การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีการจัดการทดสอบเป็นรูปสามเหลี่ยมซึ่งจำนวนข้อสอบในแต่ละชั้นจะมีจำนวนเท่ากับลำดับของชั้น กล่าวคือ ชั้นที่ 1 จะมีข้อสอบ 1 ข้อ ชั้นที่ 2 จะมีข้อสอบ 2 ข้อ หรือชั้นที่  $n$  จะมีข้อสอบจำนวน  $n$  ข้อ ซึ่งมีการกำหนดช่วงระดับความยากของข้อสอบที่อยู่ติดกันในแต่ละชั้นมีไม่ค่าเท่ากัน โดยข้อสอบที่อยู่กลาง ๆ มีช่วงห่างของระดับความยากของข้อสอบมาก แล้วลดลงในข้อสอบที่ค่อนข้างไปทางง่ายหรือทางยาก ในการเพิ่มขึ้นหรือลดลงไปยังกึ่งกลางระหว่างข้อสอบ 2 ข้อในชั้นที่ผ่านมาหรือระหว่างข้อสอบในชั้นที่ผ่านมากับระดับความยากของข้อสอบสูงสุดหรือต่ำสุด แสดงตามภาพที่ 9



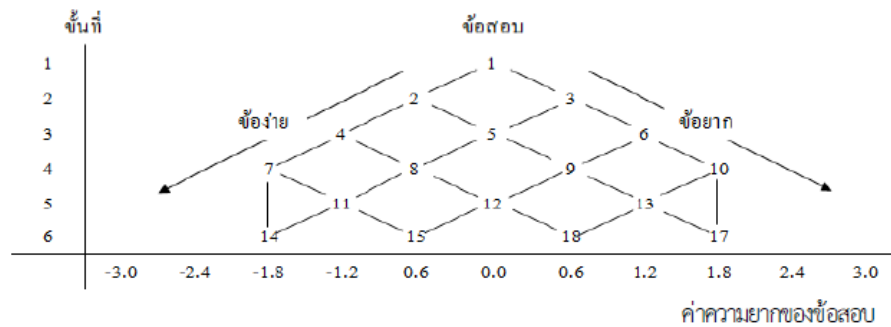
ภาพที่ 9 โครงสร้างการจัดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบพีระมิดขนาดขั้นแปรผัน (Variable Step Size Pyramidal Model)

ก-3) รูปแบบพีระมิดแบบโรบิน-มอนโร (Robin-Monro Pyramidal Model) เป็นรูปแบบที่นำเสนอโดย Lord (1971) โดยการทดสอบในรูปแบบนี้จะเพิ่มจำนวนข้อสอบให้ เป็น 2 เท่าของจำนวนข้อสอบในชั้นที่ผ่านมา แสดงตามภาพที่ 10



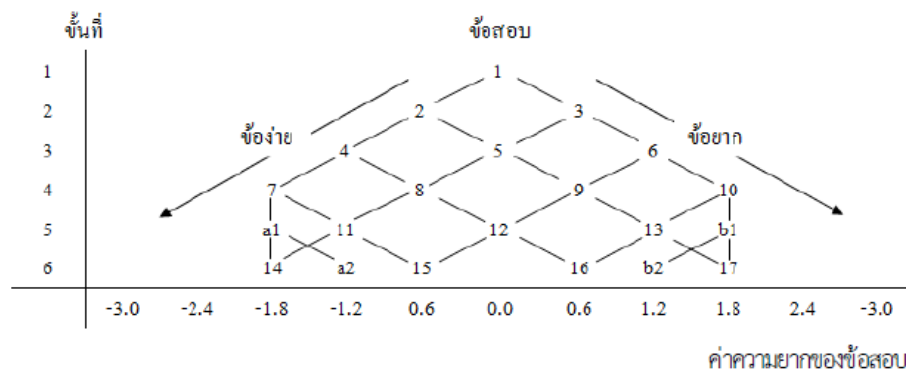
ภาพที่ 10 โครงสร้างการจัดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบพีระมิด โรบิน - มอนโร (Robin-Monro)

ก-4) รูปแบบพีระมิดข้างตัด (Truncated Pyramidal Model) เป็นรูปแบบที่นำเสนอโดย Mussio (Mussio, 1973, cited by Weiss, 1974) เพื่อลดจำนวนข้อสอบลงจากการทดสอบรูปแบบพีระมิดขนาดขั้นคงที่ ซึ่งการทดสอบรูปแบบพีระมิดข้างตัด แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ การทดสอบรูปแบบพีระมิดข้างตัดชนิดสกัดการสะท้อนกลับ และการทดสอบรูปแบบพีระมิดข้างตัดชนิดรักษาการสะท้อนกลับ แสดงตามภาพที่ ก-3 และภาพที่ 11



ภาพที่ 11 โครงสร้างการจัดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบพีระมิดข้างตัด (Truncated Pyramidal Model) ชนิดสัปดาห์การสะท้อนกลับ

จากภาพที่ 11 การทดสอบในชั้นที่ 1 จนถึงชั้นที่ 3 จะมีวิธีการทดสอบ เช่นเดียวกับการทดสอบรูปแบบพีระมิดขนาดขั้นคงที่ (Constant Step Size Pyramidal Model) จนถึงจุดสกัดในชั้นที่ 4 ถ้าผู้เข้าสอบตอบข้อสอบข้อที่ 7 ถูก จะไปทำข้อสอบข้อ 11 เป็นข้อถัดไป หากตอบผิดจะไปทำข้อสอบข้อที่ 14 เป็นข้อถัดไป ในทำนองเดียวกัน ถ้าตอบข้อสอบข้อ 10 ถูก จะไปทำข้อสอบข้อที่ 17 เป็นข้อถัดไป

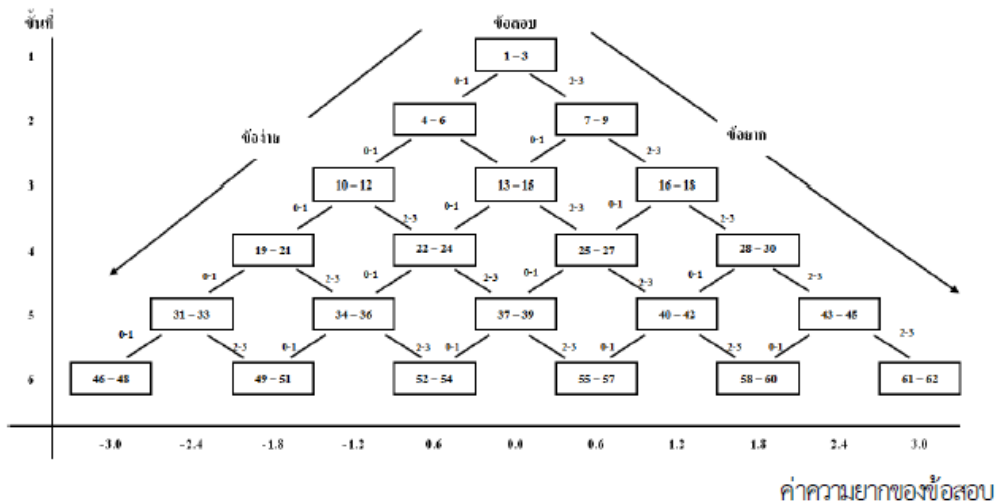


ภาพที่ 12 โครงสร้างการจัดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบพีระมิดข้างตัด (Truncated Pyramidal Model) ชนิดรักษาการสะท้อนกลับ

จากภาพที่ 12 การทดสอบในชั้นที่ 1 จนถึงชั้นที่ 3 จะมีวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับการทดสอบรูปแบบพีระมิดขนาดขั้นคงที่ (Constant Step Size Pyramidal Model) จนถึงจุดสกัดในชั้นที่ 4 ถ้าผู้สอบตอบข้อสอบข้อที่ 7 ถูก จะไปทำข้อสอบข้อ 11 เป็นข้อถัดไป ถ้าตอบผิด จะไปทำข้อสอบ a1 ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีระดับความยากของข้อสอบเท่ากับข้อสอบข้อ 7 เป็นข้อถัดไป ถ้าตอบข้อสอบ a1 ผิดอีก จะไปทำข้อสอบข้อ 14 เป็นข้อถัดไป หากตอบข้อสอบ a1 ถูก จะไปทำข้อสอบ a2 ซึ่งมีระดับความยากของข้อสอบเท่ากับข้อ 11 เป็นข้อสอบข้อถัดไป

ก-5) รูปแบบพีระมิดมีหลายข้อในแต่ละชั้น (Multiple - Item Pyramidal Model) เป็นรูปแบบการทดสอบที่นำเสนอโดย Krathwohl and Huyser (Krathwohl &

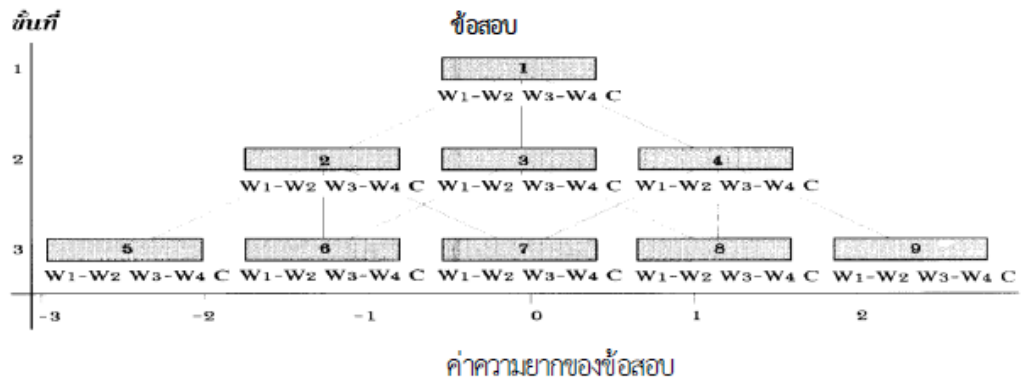
Huysen,1956, cited by Weiss, 1974) ซึ่งการทดสอบรูปแบบนี้จะมีจำนวนข้อสอบในแต่ละชั้นมากกว่า 1 ข้อ เพื่อที่จะแยกทางการทำข้อสอบข้อถัดไปได้ถูกต้องมากขึ้น แสดงตามภาพที่ 13



ภาพที่ 13 โครงสร้างการจัดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบพีระมิดแบบมีหลายข้อในแต่ละชั้น (Multiple-Item Pyramidal Model)

จากภาพที่ 13 สมมติว่ามีจำนวนข้อสอบในแต่ละชุดมี 3 ข้อ ถ้าผู้สอบตอบข้อสอบในชั้นที่ 1 (ข้อ 1 ถึง ข้อ 3) ถูก 0 ถึง 1 ข้อ ข้อสอบที่จะทำชุดถัดไปในชั้นที่ 2 จะเป็นข้อสอบข้อ 4 ถึง ข้อ 6 หากตอบข้อสอบในชั้นที่ 1 (ข้อ 1 ถึง ข้อ 3) ถูก 2 ถึง 3 ข้อ จะไปทำข้อสอบข้อ 7 ถึงข้อ 9 ในชั้นที่ 2 เป็นชุดถัดไป สำหรับในชั้นอื่น ๆ จะมีวิธีการดำเนินการเช่นเดียวกัน

ก-6) รูปแบบพีระมิดแบบให้น้ำหนักตัวเลือกเพื่อแยกทาง (Differential Response Option Branching Pyramidal Model) เป็นรูปแบบการทดสอบที่นำเสนอโดย Bayroff and Seeley (Bayroff, & Seeley, 1968, cited by Weiss, 1974) ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการทดสอบที่ใช้รูปแบบพีระมิดแบบมีหลายข้อในแต่ละชั้น กล่าวคือ รูปแบบการทดสอบชนิดนี้จะใช้ตัวเลือกของข้อสอบแทนข้อสอบหลายข้อในแต่ละชั้น การทดสอบรูปแบบนี้เหมาะสมกับข้อสอบแบบตัวเลือกที่สามารถกำหนดน้ำหนักคะแนนของตัวเลือก แสดงตามภาพที่ 14

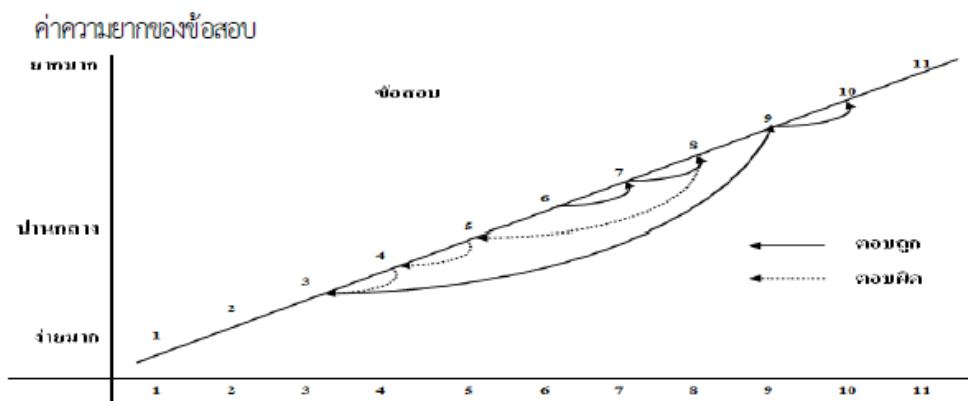


ภาพที่ 14 โครงสร้างการจัดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบพีระมิดแบบให้น้ำหนักตัวเลือกเพื่อแยกทาง (Differential Response Option Branching Pyramidal Model)

ข. รูปแบบยืดหยุ่น (Flexilevel Model)

การทดสอบรูปแบบยืดหยุ่น (Flexilevel Model) เป็นการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่ประกอบด้วยชุดข้อสอบจำนวนหนึ่ง ซึ่งข้อสอบแต่ละข้อมีช่วงห่างของค่าความยากของข้อสอบที่เท่ากัน โดยเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก การทดสอบจะเริ่มจากการให้ผู้เข้าสอบทำข้อสอบที่มีค่าความยากของข้อสอบในระดับปานกลาง (ข้อที่อยู่ตรงกลางหรือข้อที่ตรงกับตำแหน่งมัธยฐาน) เป็นข้อเริ่มต้น ถ้าผู้เข้าสอบตอบข้อสอบถูก จะทำข้อสอบข้อถัดไปที่ยากมากขึ้น หากตอบข้อสอบผิด จะทำข้อสอบที่ง่ายลง โดยอาศัยหลักการ คือ ถ้าตอบข้อสอบถูก ให้ทำข้อสอบข้อถัดไปที่ยากขึ้นในข้อที่ยังไม่ได้ทำ ถ้าตอบข้อสอบผิดให้ทำข้อสอบข้อถัดไปที่ง่ายลงในข้อที่ยังไม่ได้ทำ

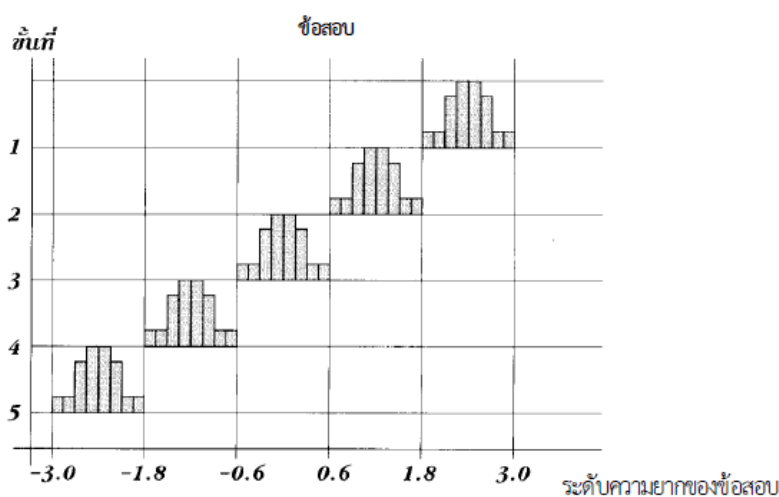
สำหรับการให้คะแนนของการทดสอบรูปแบบนี้ Lord (1980) นำเสนอว่าถ้าตอบข้อสอบข้อสุดท้ายถูก คะแนนของผู้เข้าสอบจะเท่ากับจำนวนข้อสอบที่ตอบถูกทั้งหมด หากตอบข้อสอบข้อสุดท้ายผิด คะแนนของผู้เข้าสอบจะเท่ากับจำนวนข้อสอบที่ตอบบวกอีกครั้งคะแนนแสดงตามภาพที่ 15



ภาพที่ 15 โครงสร้างการจัดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบยืดหยุ่น (Flexilevel Model)

### ค. รูปแบบปรับระดับชั้น (Stradaptive Model)

การทดสอบของรูปแบบปรับระดับชั้น (Stradaptive Model) เป็นรูปแบบการทดสอบที่พัฒนามาจากการทดสอบในรูปแบบยืดหยุ่น (Flexilevel Model) การทดสอบรูปแบบนี้จะมีข้อสอบในแต่ละระดับความยากของข้อสอบมากกว่า 1 ข้อ ซึ่งเรียกว่า ระดับชั้น (Stratum) โดยที่ชั้นที่ 1 บรรจุกลุ่มข้อสอบมีค่าความยากของข้อสอบน้อยที่สุด ชั้นที่ 2 บรรจุด้วยข้อสอบมีค่าความยากของข้อสอบเฉลี่ยสูงกว่าชั้นที่ 1 ชั้นอื่น ๆ บรรจุกลุ่มข้อสอบมีค่าความยากของข้อสอบเฉลี่ยสูงขึ้นไปเรื่อย ๆ จนถึงชั้นสูงสุด ในการทดสอบผู้เข้าสอบจะเริ่มทำข้อสอบที่ระดับใดก่อนก็ได้ ถ้าผู้เข้าสอบตอบถูก จะทำข้อสอบข้อถัดไปที่ยากมากขึ้น หากตอบผิด จะทำข้อสอบที่ง่ายลงในชั้นนั้นสำหรับการปรับระดับชั้นลงนั้น ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ตั้งไว้และการทดสอบจะยุติลง ก็ต่อเมื่อผู้เข้าสอบไม่สามารถทำข้อสอบในระดับนั้นได้ถูกต้องเลยหรือสิ้นสุดระดับชั้นที่กำหนดไว้ แสดงตามภาพที่ 16



ภาพที่ 16 โครงสร้างการจัดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบปรับระดับชั้น (Stradaptive Model)

#### 2.2) การทดสอบแยกทางแบบแปรผัน

การทดสอบแยกทางแบบแปรผันเป็นรูปแบบการทดสอบที่ไม่ได้กำหนดโครงสร้างที่แน่นอนว่า ถ้าตอบข้อสอบถูกหรือตอบข้อสอบผิดจะต้องทำข้อสอบข้อถัดไปในทิศทางใด แต่เป็นการทดสอบเมื่อผู้สอบตอบข้อสอบข้อหนึ่งแล้วจะนำผลการตอบนั้นไปประมาณค่าความสามารถของผู้สอบก่อน จึงเลือกข้อสอบข้อถัดไปที่มีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เข้าสอบขณะนั้น การทดสอบจะดำเนินการเช่นนี้จนกว่าจะประเมินระดับความสามารถของผู้เข้าสอบเป็นไปตามเกณฑ์การยุติการทดสอบที่กำหนด (ขึ้นอยู่กับกรอบแบบการทดสอบ) การทดสอบจึงยุติลง

การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบของการทดสอบแบบปรับเหมาะที่มีรูปแบบการทดสอบแยกทางแบบแปรผันสามารถทำได้ ดังนี้

**การประมาณค่าแบบเบส์ (Bayesian Estimation)** เป็นวิธีการที่ได้จากการประยุกต์ทฤษฎีของเบส์ โดยใช้หลักการว่าข้อสอบข้อที่ยังไม่ได้นำมาให้ผู้สอบคนนั้นทำ ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีโอกาสที่จะนำมาใช้ได้ กระบวนการนี้แสดงให้เห็นว่า ข้อสอบใด ๆ ในกลุ่มข้อสอบที่นำมาใช้กับผู้สอบคนใดก็ตาม จะเป็นข้อสอบที่ลดความไม่แน่นอนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบมากที่สุดสำหรับข้อสอบที่นำมาใช้ในการทดสอบจะเป็นข้อสอบที่มีระดับความยากของข้อสอบใกล้เคียงกับระดับความสามารถของผู้เข้าสอบ หลังจากทำข้อสอบที่คัดเลือกให้แล้ว จะนำผลการทดสอบไปประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบและค่าสารสนเทศที่ได้จากการทดสอบนั้น จะนำไปรวมกันโดยใช้ทฤษฎีของเบส์ ซึ่งจะได้การประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบหลังสอบ ในการประมาณค่าครั้งหลังนี้เป็น การประมาณค่าจากสิ่งที่มีเกี่ยวกับข้อมูลของผู้เข้าสอบจะเป็นสารสนเทศก่อนสอบได้อีกด้วย กระบวนการทดสอบนี้จะยุติลง เมื่อค่าความแปรปรวนภายหลัมน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

**การประมาณค่าแบบความควรจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation)** เป็นวิธีการที่พัฒนาโดย Urry (1977) ซึ่งใช้วิธีการประมาณค่าความควรจะเป็นสูงสุดตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ซึ่งเป็นวิธีการประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบที่คล้ายกับวิธีการของเบส์ แม้ว่าจะมีเหตุผลทางคณิตศาสตร์ต่างกัน กล่าวคือ หลังจากผู้เข้าสอบทำข้อสอบเพียง 1 ข้อ จะนำผลการทดสอบไปแก้สมการความควรจะเป็นสูงสุด จะได้ค่าการประมาณความสามารถและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ข้อสอบข้อถัดไปที่เลือกมาใช้ในการทดสอบจะเป็นข้อสอบในกลุ่มข้อสอบที่มีระดับความยากของข้อสอบที่เหมาะสมกับผู้เข้าสอบมากที่สุด เมื่อผู้เข้าสอบทำข้อสอบข้อนั้นแล้วจะประมาณค่าความสามารถของผู้สอบทันทีจากข้อมูลการตอบข้อสอบของผู้สอบทั้งหมด ซึ่งรวมถึงข้อสอบข้อสุดท้ายของการทดสอบของผู้เข้าสอบด้วย หลังจากนั้นจะประมาณค่าความสามารถของผู้สอบและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานใหม่ โดยใช้ความควรจะเป็นสูงสุดจนกว่าการทดสอบจะยุติลงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

### 3.1.7.2 การจำแนกประเภทโดยเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

Hulin, Drasgow and Parsons, (1983) ได้จำแนกประเภทของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โดยเครื่องมือที่นำมาใช้ในการทดสอบ ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

#### 1) การทดสอบแบบไม่ใช้คอมพิวเตอร์

การทดสอบแบบไม่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นวิธีการทดสอบโดยไม่นำคอมพิวเตอร์หรือเทคโนโลยีใด ๆ มาเป็นส่วนประกอบในการคัดเลือกข้อสอบและการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ ซึ่งนิยมใช้กับการทดสอบวัดเชาวน์ปัญญารายบุคคล การทดสอบแบบ 2 ขั้นตอน (Two-Stage Strategies) การทดสอบแบบปรับระดับความสามารถรูปแบบยืดหยุ่น (Flexilevel Model) และการทดสอบแยกทางแบบคงที่ (Fixed Branching Model)



## 2) การทดสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์

การทดสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นวิธีการทดสอบที่นำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการคัดเลือกข้อสอบ และการประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบ ซึ่งนิยมใช้การทดสอบแยกทางรูปแบบแปรผันร่วมกับใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory) เป็นพื้นฐาน

### ประโยชน์ของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (CAT)

Linacre, (2000) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์สรุปได้ดังนี้

1. CAT ช่วยในการขจัดคำถามที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป
2. CAT ช่วยลดเวลาในการทดสอบลงได้มากกว่า 50% ในขณะที่ยังสามารถรักษาระดับความเที่ยง (Reliability) ได้ในระดับเดิม
3. ไม่มีปัญหาการเฉลยข้อสอบผิด ที่จะส่งผลกระทบต่อคะแนนสอบ
4. CAT ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นในการจัดสอบ
5. สามารถจัดสอบได้ตามความต้องการ และได้รับผลคะแนนได้ในทันที
6. ไม่ต้องใช้กระดาษคำตอบหรือผู้คุมสอบ
7. การทดสอบเป็นไปตามจังหวะการทำข้อสอบของแต่ละคน
8. มีความปลอดภัยในการสอบมากขึ้น
9. CAT จะให้ผลคะแนนที่ถูกต้องในช่วงระดับการประเมินความสามารถที่กว้าง
10. การทดสอบ CAT สามารถทำการพัฒนาข้อสอบ ดำเนินการสอบ และรายงานผลการสอบได้เร็วกว่าการสอบแบบใช้กระดาษ
11. การทดสอบ CAT ช่วยให้ประสบการณ์ในการทำการสอบที่ดีขึ้นแก่ผู้เข้าสอบ

### ข้อจำกัดของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (CAT)

Linacre, (2000) ข้อจำกัดของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (CAT) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดไว้ ดังนี้

1. การทดสอบแบบ CAT ไม่สามารถใช้ได้กับการทดสอบทุกวิชาหรือทุกทักษะ ตัวอย่างเช่น วิชาการออกแบบกราฟิก เป็นต้น
2. ข้อจำกัดด้านฮาร์ดแวร์อาจจะเป็นอุปสรรคสำหรับการสอบบางประเภท เช่น การทำ Art Work หรือการอ่านเนื้อหาความเรียงที่ยาว ๆ
3. การทดสอบแบบ CAT ต้องมีการสอบเทียบ (ปรับเทียบ) ข้อสอบอย่างระมัดระวัง
4. การจัดการทดสอบ CAT จะทำได้ต่อเมื่อมีจำนวนคอมพิวเตอร์ที่เพียงพอกับผู้เข้าสอบจำนวนมาก และผู้เข้าสอบก็ต้องมีความสามารถด้านคอมพิวเตอร์ในระดับหนึ่ง
5. มีประเด็นคำถามที่สงสัยว่า ผู้เข้าสอบแต่ละคนได้รับชุดคำถามไม่เหมือนกัน แล้วจะได้รับความเท่าเทียมกันหรือไม่ คำตอบสำหรับเรื่องนี้ก็คือ ผู้เข้าสอบแต่ละคนจะได้รับข้อสอบในจำนวนที่

เพียงพอกับที่ต้องใช้ในการประเมินความสามารถของคน ๆ นั้น

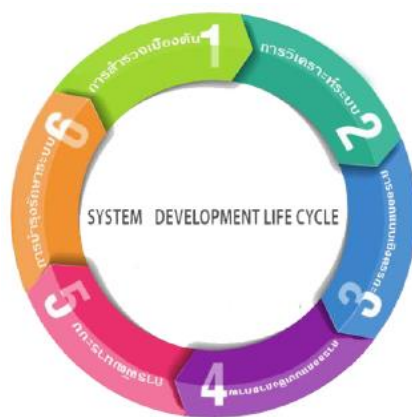
6. ผู้เข้าสอบแต่ละคนจะไม่สามารถกลับไปแก้ไขคำตอบก่อนหน้าได้

#### ตอนที่ 4 การพัฒนาระบบสารสนเทศ (Information System Development)

การพัฒนาระบบสารสนเทศ หมายถึง การสร้างระบบสารสนเทศใหม่หรือการปรับปรุงระบบสารสนเทศเดิมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยการประยุกต์ใช้ระบบคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือหลักในการทำงาน เพื่อให้เกิดความรู้และความเข้าใจในกระบวนการพัฒนาระบบสารสนเทศ ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็นประเด็น ดังนี้

##### 1. วงจรการพัฒนา ระบบ (System Development Life Cycle: SDLC)

วงจรการพัฒนา ระบบประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลักคือ เริ่มต้นจากการสำรวจข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา เพื่อกำหนดทางเลือกในการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุด จากนั้นจึงวิเคราะห์และออกแบบระบบโดยประยุกต์ใช้ระบบคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือหลัก ถัดมาจะเป็นการพัฒนาและทดสอบระบบ เพื่อนำไปใช้งานจริง สุดท้ายจะเป็นขั้นตอนที่ใช้ระยะเวลาที่นานที่สุดคือ การบำรุงรักษาระบบให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสรุปเป็นขั้นตอน แสดงตามภาพที่ 17



ภาพที่ 17 วงจรการพัฒนา ระบบ (System Development Life Cycle: SDLC)

(อรยา ปรีชาพานิช,2557)

##### 1.1 ขั้นตอนการสำรวจเบื้องต้น (Preliminary Investigation Phase)

ขั้นตอนการสำรวจเบื้องต้น เป็นการระบุถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในองค์กรเพื่อกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหา และเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับองค์กรมากที่สุด โดยมีกิจกรรมย่อย ดังนี้

1.1.1 การศึกษาข้อเท็จจริง และสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานขององค์กร เพื่อใช้กำหนดขอบเขตการดำเนินงานโครงการ

1.1.2 การพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดภายใต้สภาพแวดล้อมปัจจุบัน โดยทั่วไปวิธีการแก้ปัญหาจะมี 3 แนวทาง คือ

- 1) ยังคงใช้ระบบเดิม แต่ปรับเปลี่ยนกระบวนการปฏิบัติงานประจำวัน
- 2) ปรับปรุงระบบเดิม ให้สอดคล้องกับความต้องการใช้งานมากยิ่งขึ้น มักใช้ใน

กรณีที่ระบบเดิมส่วนใหญ่ยังคงทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีเพียงบางฟังก์ชันที่อาจต้องปรับปรุงให้ถูกต้อง

3) พัฒนาระบบใหม่ เนื่องจากระบบเดิมล้าสมัย และพบข้อผิดพลาดบ่อยครั้งจากการใช้งาน

1.1.3 การศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study) ของแต่ละทางเลือกเพื่อประกอบการตัดสินใจ

1.1.4 การจัดทำแผนการพัฒนาระบบ (System Development Plan) วิธีการแก้ปัญหา ซึ่งจะกำหนดรายละเอียด และระยะเวลาการดำเนินงาน รวมไปถึงทรัพยากรต่าง ๆ ที่จำเป็น

## 1.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบ (System Analysis Phase)

ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบ เป็นการรวบรวมความต้องการใช้งานของผู้ใช้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับระบบ และนำมาวิเคราะห์เป็นความต้องการของระบบที่จะพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานโดยมีกิจกรรมย่อยดังนี้

1.2.1 การรวบรวมความต้องการใช้งานของผู้ใช้ นักวิเคราะห์ระบบจะต้องรวบรวมความต้องการในส่วนนี้ให้ครบถ้วน เพื่อนำมาสรุปเป็นความต้องการของระบบโดยอาศัยวิธีการรวบรวมข้อมูลหลายวิธีการประกอบกัน

1.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของระบบ จากผลสรุปความต้องการใช้งานระบบที่ได้รวบรวมไว้แล้ว นักวิเคราะห์ระบบพิจารณาว่าความต้องการส่วนใดที่ควรพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศ และความต้องการใดที่ไม่เหมาะสม ซึ่งเอกสารสำคัญที่ได้จากขั้นตอนนี้ คือ ข้อกำหนดเกี่ยวกับความต้องการของระบบ (System Requirement Specification: SRS)

## 1.3 ขั้นตอนการออกแบบเชิงตรรกะ (Logical Design Phase)

ขั้นตอนการออกแบบเชิงตรรกะ เป็นการกำหนดรายละเอียดขององค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบให้สอดคล้องกับ SRS โดยไม่คำนึงถึงฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่จำเป็นต้องใช้ในระบบกิจกรรมย่อยในขั้นตอนนี้จะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

1.3.1 การออกแบบในส่วนของรูปแบบผลลัพธ์ที่ได้จากระบบ

1.3.2 การออกแบบในส่วนของรูปแบบการนำเข้าข้อมูล

1.3.3 การออกแบบในส่วนของกระบวนการทำงาน

1.3.4 การออกแบบในส่วนของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

## 1.4 ขั้นตอนการออกแบบเชิงกายภาพ (Physical Design Phase)

ขั้นตอนการออกแบบเชิงกายภาพ เป็นการนำผลจากออกแบบระบบเชิงตรรกะมาระบุลักษณะการทำงานของระบบทางกายภาพ โดยประกอบด้วย

1.4.1 การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่เหมาะสม

1.4.2 การออกแบบฐานข้อมูลของระบบ

1.4.3 การออกแบบคุณลักษณะเฉพาะของโปรแกรม

1.4.4 การออกแบบระบบรักษาความปลอดภัย

### 1.5 ขั้นตอนการพัฒนาาระบบ (System Implementation Phase)

ขั้นตอนการพัฒนาาระบบ เป็นการนำผลที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบระบบมาทำให้เกิดเป็นผลลัพธ์ที่ใช้ได้จริง ประกอบด้วยกิจกรรมย่อย ดังนี้

1.5.1 การเขียนโปรแกรมเพื่อให้ได้ระบบที่สามารถทำงานได้จริงตามที่ได้ออกแบบระบบไว้

1.5.2 การทดสอบระบบ เป็นการทดสอบระบบเพื่อหาข้อผิดพลาดของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น จะได้แก้ไขให้ถูกต้องรวมไปถึงการตรวจสอบระบบว่าตรงกับความต้องการใช้งานของผู้ใช้

1.5.3 การติดตั้งระบบ เป็นการติดตั้งระบบใหม่แทนที่ระบบเดิมด้วยวิธีที่เหมาะสมกับสภาพการทำงานมากที่สุด

1.5.4 การถ่ายโอนข้อมูลจากระบบเดิมเข้าสู่ระบบใหม่ เพื่อเตรียมความพร้อมของข้อมูลสำหรับใช้งานในระบบใหม่

1.5.5 การจัดทำเอกสารของระบบ ประกอบด้วยคู่มือการพัฒนาาระบบ คู่มือการติดตั้งระบบ และคู่มือการใช้งานระบบ

1.5.6 การฝึกอบรมการใช้งานระบบ เป็นการจัดฝึกอบรมการใช้งานให้แก่ผู้ใช้ระบบ ในขั้นตอนนี้ช่วยให้ผู้ใช้ระบบประเมิณผลการใช้งานระบบในเบื้องต้น เพื่อใช้ในการปรับปรุงกระบวนการทำงานให้ดียิ่งขึ้น

1.5.7 การประเมินผลระบบ เพื่อติดตามผลว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด และยังมีส่วนใดของระบบที่ยังไม่ถูกต้องหรือไม่สอดคล้องกับความต้องการ

### 1.6 ขั้นตอนการบำรุงรักษาระบบ (System Maintenance Phase)

ขั้นตอนการบำรุงรักษาระบบ เป็นการติดตามผลการใช้งานระบบและให้ความช่วยเหลือแก่ผู้ใช้ระบบ เพื่อให้สามารถใช้งานระบบได้อย่างต่อเนื่อง และมีประสิทธิภาพตามที่ได้กำหนดไว้

จากรายละเอียดของ SDLC ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถสรุปกิจกรรมหลักและผลลัพธ์ที่ได้จากแต่ละขั้นตอนได้ ดังตารางที่ 5 (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 42-45)

ตารางที่ 5 สรุปกิจกรรมหลักและผลลัพธ์ที่ได้จากแต่ละขั้นตอนของ SDLC

| ขั้นตอนใน SDLC       | กิจกรรมหลัก  | ผลลัพธ์ที่ได้   |
|----------------------|--|---|
| 1. การสำรวจเบื้องต้น | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ กำหนดประเด็นปัญหา</li> <li>■ กำหนดขอบเขต</li> <li>■ การดำเนินงาน</li> <li>■ ศึกษาความเป็นไปได้</li> <li>■ ประเมินการทรัพยากรที่ใช้</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ ประเด็นปัญหาและทางเลือก</li> <li>■ ในการแก้ปัญหา</li> <li>■ รายงานการศึกษา</li> <li>■ ความเป็นไปได้</li> </ul> |

| ขั้นตอนใน SDLC             | กิจกรรมหลัก  | ผลลัพธ์ที่ได้  |
|----------------------------|--|--|
|                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ รายงานการศึกษาเบื้องต้น</li> <li>▪ แผนการพัฒนาระบบ</li> </ul>   |
| 2. การวิเคราะห์ระบบ        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ สร้างแบบจำลองเชิงตรรกะของระบบงานปัจจุบัน</li> <li>▪ รวบรวมความต้องการใช้งานจากผู้ใช้ทุกระดับและทุกบทบาทที่เกี่ยวข้อง</li> <li>▪ วิเคราะห์และสรุปความต้องการของระบบที่จะพัฒนา</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ แบบจำลองเชิงตรรกะของระบบงานปัจจุบัน</li> <li>▪ ข้อกำหนดเกี่ยวกับความต้องการของระบบ (SRS)</li> </ul>   |
| 3. การออกแบบระบบเชิงตรรกะ  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ สร้างแบบจำลองเชิงตรรกะทั้งในส่วนของแบบจำลองข้อมูลของระบบที่จะพัฒนา</li> <li>▪ ตรวจสอบแบบจำลองเชิงตรรกะของระบบที่จะพัฒนากับ ข้อกำหนดเกี่ยวกับความต้องการของระบบ (SRS)</li> <li>▪ ออกแบบผลลัพธ์ที่ได้จากระบบ</li> <li>▪ ออกแบบส่วนนำเข้าข้อมูล</li> <li>▪ ออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ แบบจำลองกระบวนการของระบบที่จะพัฒนา</li> <li>▪ พจนานุกรมข้อมูลและคำอธิบายกระบวนการของระบบที่จะพัฒนา</li> <li>▪ แบบจำลองข้อมูลของระบบที่จะพัฒนา</li> <li>▪ เอกสารสรุปการออกแบบเชิงตรรกะของระบบที่จะพัฒนา</li> </ul> |
| 4. การออกแบบระบบเชิงกายภาพ | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ กำหนดคุณลักษณะเฉพาะของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้งาน</li> <li>▪ ออกแบบระบบโครงสร้างฐานข้อมูล</li> <li>▪ กำหนดคุณลักษณะเฉพาะของโปรแกรม</li> <li>▪ ออกแบบระบบรักษาความปลอดภัย</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ เอกสารกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้งาน</li> <li>▪ โปรแกรมต้นแบบ</li> <li>▪ โครงสร้างฐานข้อมูล</li> <li>▪ คุณลักษณะเฉพาะของโปรแกรม</li> <li>▪ ระบบรักษาความปลอดภัย</li> </ul>                  |
| 5. การพัฒนาระบบ            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ จัดหาฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้งาน</li> <li>▪ เขียนโปรแกรม</li> <li>▪ ทดสอบระบบ</li> <li>▪ ติดตั้งระบบ</li> <li>▪ ถ่ายโอนข้อมูลจากระบบเดิมเข้าสู่ระบบใหม่</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ คู่มือการพัฒนาระบบ/คู่มือการติดตั้งระบบ/คู่มือการใช้งานระบบ</li> <li>▪ เอกสารสรุปผลการทดสอบระบบ</li> <li>▪ เอกสารสรุปผลการติดตั้งและ</li> </ul>   |

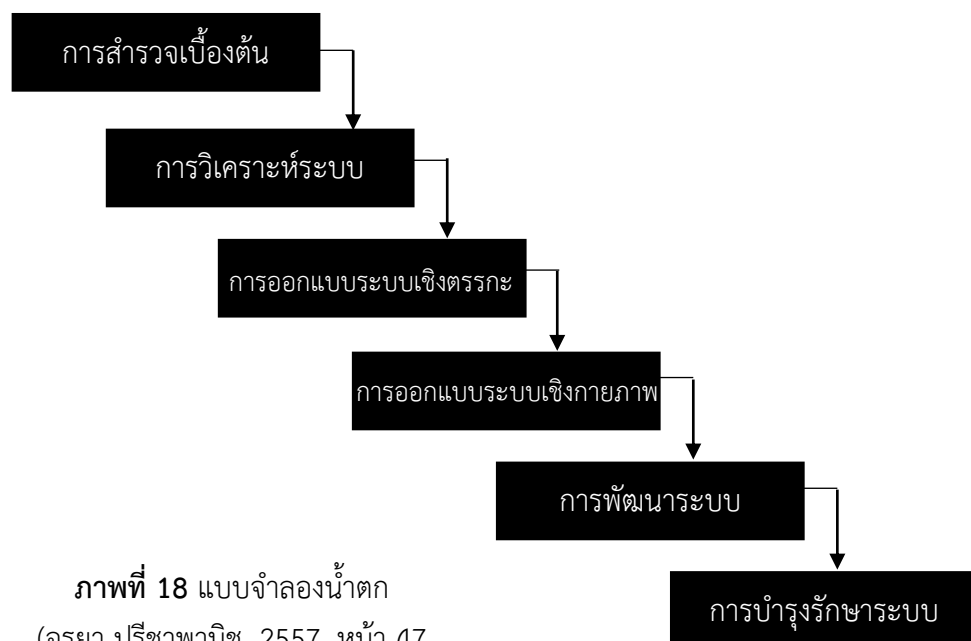
| ขั้นตอนใน SDLC       | กิจกรรมหลัก   | ผลลัพธ์ที่ได้  |
|----------------------|---|--|
|                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ จัดทำเอกสาร/คู่มือ</li> <li>▪ อบรมการใช้งานระบบ</li> <li>▪ การประเมินผลระบบ</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>อบรมการใช้งานระบบ</li> <li>▪ เอกสารสรุปผลการประเมินระบบ</li> <li>▪ ระบบที่พร้อมส่งมอบงาน</li> </ul>   |
| 6. การบำรุงรักษาระบบ | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ติดตามผลการใช้งาน</li> <li>▪ ให้คำปรึกษาทางเทคนิคเกี่ยวกับระบบ</li> <li>▪ ปรับปรุงแก้ไขระบบภายใต้ขอบเขตของโครงการ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ เอกสารสรุปผลการบำรุงรักษาระบบ</li> <li>▪ ความต้องการใช้งานที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม</li> <li>▪ เอกสารสรุปผลการดำเนินงาน</li> <li>▪ เกี่ยวกับความต้องการใช้งานที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม</li> </ul> |

## 2. แบบจำลองของวงจรการพัฒนาาระบบ (System Development Life Cycle Model: SDLC Model)

แบบจำลองของวงจรการพัฒนาาระบบ เป็นแผนภาพที่แสดงถึงรูปแบบการดำเนินงานของ SDLC ที่มีผู้คิดค้นไว้หลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบจะมีจุดเด่นและความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้งานกับการพัฒนาาระบบที่แตกต่างกันดังนี้

### 2.1 แบบจำลองน้ำตก (Waterfall Model)

แบบจำลองน้ำตกเป็นรูปแบบการพัฒนาระบบที่นิยมใช้ในอดีตตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 เป็นต้น จึงเรียกได้ว่าเป็นแบบจำลองดั้งเดิม (Traditional Model) โดยมีหลักการทำงานให้เสร็จในแต่ละขั้นตอนแล้วจึงทำงานในขั้นตอนถัดไป โดยไม่สามารถย้อนกลับไปแก้ไขข้อผิดพลาดในขั้นตอนที่ผ่านมาแล้วได้ แสดงตามภาพที่ 18

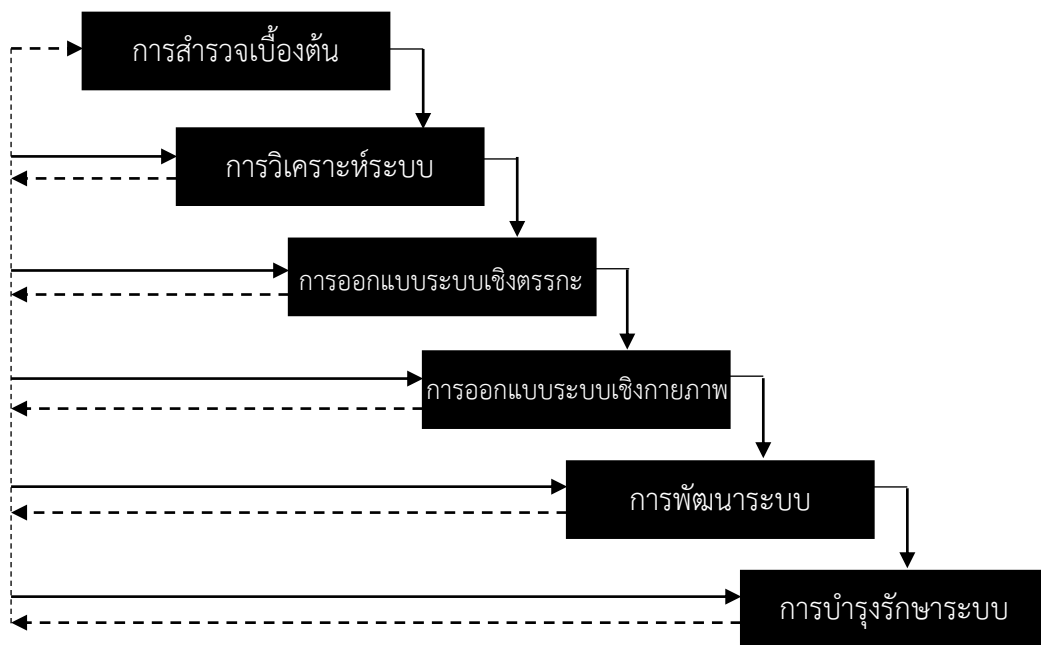


ภาพที่ 18 แบบจำลองน้ำตก  
(อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 47)

การดำเนินงานตามรูปแบบดังกล่าวยังพบปัญหาและข้อจำกัดบางประการในการประยุกต์ใช้งาน เช่น 2.1.1 ในทางปฏิบัตินั้นการพัฒนาระบบจะไม่สามารถดำเนินการในแต่ละขั้นตอนให้เสร็จสมบูรณ์

2.1.2 การวนซ้ำกลับไปทำขั้นตอนที่ผ่านมาแล้วเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งในระหว่างการพัฒนา ระบบ สาเหตุหลักเนื่องจาก

- 1) ในขั้นตอนการสำรวจเบื้องต้นอาจได้ข้อมูลที่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
- 2) ความต้องการของผู้ใช้เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลาปัญหาดังกล่าวได้ถูกแก้ไขโดยการปรับปรุงแบบจำลองน้ำตก ให้สามารถย้อนกลับไปทำงานในขั้นตอนก่อนหน้านี้ได้ เพื่อให้ได้ผลการดำเนินการที่ครบถ้วนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ภายใต้ขอบเขตการดำเนินงานของโครงการที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งการย้อนกลับนี้สามารถย้อนกลับไปยังขั้นตอนใด ๆ ที่มีผลกระทบจากกรณีนั้น ๆ แสดงตามภาพที่ 23



ภาพที่ 19 แบบจำลองน้ำตกที่วนซ้ำได้ (อริยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 48)

### 2.2 แบบจำลองแบบเพิ่มผลลัพธ์ (Incremental Model)

แบบจำลองแบบเพิ่มผลลัพธ์เป็นรูปแบบการแบ่งงานในการพัฒนาระบบออกเป็น ส่วน ๆ โดยแต่ละส่วนจะดำเนินการตามขั้นตอนของ SDLC ครั้งละ 1 รอบไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้ระบบที่ครบถ้วนสมบูรณ์

### 2.3 แบบจำลองแบบเกลียว (Spiral Model)

แบบจำลองแบบเกลียวมีแนวคิดว่าการทำงานทุกอย่างแล้วแต่มีความเสี่ยง (Risk) ทั้งสิ้นและความเสี่ยงสามารถเกิดขึ้นได้ทุกระยะตั้งแต่เริ่มต้นโครงการไปจนกระทั่งจบโครงการการพัฒนา

ระบบที่มีประสิทธิภาพจึงต้องมีการประเมินความเสี่ยง และหาวิธีการจัดการความเสี่ยงที่เหมาะสมกับโครงการเป็นระยะ ๆ ซึ่งเป็นที่มาของแบบจำลองแบบเกลียวที่มีการดำเนินการตามขั้นตอนของ SDLC เป็นวงรอบ ประกอบด้วย

1. ขั้นตอนของการวางแผนการดำเนินงานในแต่ละวงรอบ
2. ขั้นตอนการจัดการความเสี่ยง
3. ขั้นตอนการพัฒนาและทดสอบระบบ
4. ขั้นตอนการประเมินผลระบบ

ในกรณีที่ระบบมีความครบถ้วนสมบูรณ์ตามที่ได้กำหนดไว้ ก็สามารถปิดโครงการได้ แต่ถ้าระบบยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ก็จะเข้าสู่ขั้นตอนการทำงานในรอบถัดไป

#### 2.4 แบบจำลองที่มีการสร้างโปรแกรมต้นแบบในระยะเริ่มต้น (Rapid Prototyping Model)

แบบจำลองที่มีการสร้างโปรแกรมต้นแบบในระยะเริ่มต้น ได้พัฒนาต่อเนื่องมาจากแบบจำลองน้ำตก ซึ่งพบว่าการสำรวจข้อมูลความต้องการใช้งานระบบจากผู้ใช้งานแต่ละฝ่าย มักจะมีอุปสรรคจากการที่ผู้ใช้ไม่สามารถบอกได้ว่าสิ่งที่ต้องการจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบของระบบคอมพิวเตอร์ได้อย่างไร และครอบคลุมความต้องการใช้งานครบถ้วนแล้วหรือไม่ ดังนั้น การสร้างโปรแกรมต้นแบบที่มีฟังก์ชันการทำงานและรูปแบบรายงานต่าง ๆ เทียบได้กับระบบงานที่จะพัฒนาจริง แต่ยังไม่มีการจัดเก็บข้อมูล และยังไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล จะช่วยให้ผู้ใช้ระบบสามารถมองเห็นภาพรวมทั้งหมดของระบบก่อนเริ่มดำเนินการวิเคราะห์และออกแบบระบบต่อไป

ข้อควรระวังของการใช้แบบจำลองที่มีการสร้างโปรแกรมต้นแบบในระยะเริ่มต้นของ SDLC คือ ทีมนักพัฒนาระบบจะต้องตระหนักถึงที่มาของโปรแกรมต้นแบบว่าได้สร้างขึ้นอย่างรวดเร็ว และผ่านการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถสรุปความต้องการใช้งานระบบที่แท้จริงของผู้ใช้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ดังนั้น เมื่อบรรลุวัตถุประสงค์แล้วจึงควรยกเลิกการใช้งานโปรแกรมต้นแบบนี้ไปอย่างเด็ดขาด และพัฒนาระบบขึ้นมาใหม่ตามหลักการวิเคราะห์ซอฟต์แวร์

#### ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วย

พัชรี ยาतीय (2554) ได้ศึกษาโปรแกรมคลังข้อสอบและระบบวิเคราะห์ข้อสอบอัตโนมัติบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลทางการศึกษา จำนวน 6 คน 2) อาจารย์ประจำสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตเพชรบูรณ์ จำนวน 5 คน 3) นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 30 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือในการวิจัย ประกอบด้วย 1) โปรแกรมคลังข้อสอบและระบบวิเคราะห์ข้อสอบอัตโนมัติบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 2) แบบประเมินหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคลังข้อสอบและระบบวิเคราะห์ข้อสอบอัตโนมัติบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิเคราะห์ข้อมูล โดยหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และค่าความเบี่ยงเบน



มาตรฐาน (Standard Deviation) พบว่าโปรแกรมสามารถวิเคราะห์ข้อสอบโดยคำนวณหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดี (ค่าเฉลี่ย 3.89)

ดิเรก หอมจันทร์ (2555) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาแบบทดสอบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบสำหรับการเรียนการสอนแบบอีเลิร์นนิ่ง (E-Learning) รายวิชา 4000107: เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง และแบบทดสอบปรับเหมาะ รายวิชา 4000107: เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต แบบประเมินคุณภาพ และแบบประเมินความพึงพอใจ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ จำนวน 50 คน จากการวิจัยพบว่า ผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ปรากฏว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 อยู่ในระดับดี และผลประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ที่มีต่อแบบทดสอบปรับเหมาะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 อยู่ในระดับดี แสดงว่าการใช้แบบทดสอบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบสำหรับการเรียนการสอนแบบอีเลิร์นนิ่ง รายวิชา 4000107: เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิตสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้

อนุชิต กลิ่นกำเนิด (2555) ได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบบริหารจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะพัฒนาในรูปของแอปพลิเคชัน ผู้ใช้โปรแกรมแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ นักเรียน ครูผู้สอน และผู้ดูแลระบบ นักเรียนจะทำการเข้าเรียนเนื้อหาสื่อการเรียนโดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 ระดับ คือกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน โดยทำการวัดค่าความสามารถของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนผ่านระบบบริหารจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะในการวัดค่าความสามารถของนักเรียนใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) และการประมาณค่าความสามารถ ( $\theta$ ) โดยใช้กลวิธีของเบส์ปรับใหม่ (Bayesian Updating) ในส่วนของครูผู้สอนระบบได้จัดเตรียมเครื่องมือสำหรับช่วยให้ผู้สอนเตรียมเนื้อหาบทเรียนให้เหมาะสำหรับนักเรียนแต่ละระดับโดยใช้เทคนิคสื่อหลายมิติแบบปรับตัวและจัดเตรียมแบบทดสอบโดยระบุค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบเพื่อนำไปใช้ในการทำแบบทดสอบแบบปรับเหมาะได้ ผลการวิจัยระบบบริหารจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะพบว่า ค่าความสามารถทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าความสามารถทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นักเรียนมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ( $X = 4.68$ ,  $SD = 0.47$ ) ทั้งหมดเห็นวาระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปประยุกต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

ทิพย์ ขาอยู่ (2556) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการอ่านภาษาอังกฤษของนักศึกษาปริญญาตรี โดยใช้โมเดลลำดับชั้นคุณลักษณะ พัฒนาการวินิจฉัยทักษะการอ่านภาษาอังกฤษ โดยใช้โมเดลลำดับชั้นคุณลักษณะและการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อวินิจฉัยความรู้พื้นฐานของผู้สอบตามแบบแผนการตอบข้อสอบ และเปรียบเทียบ

ประสิทธิภาพของวิธีการวินิจฉัย ระหว่างวิธีการทดสอบวินิจฉัยแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น กับวิธีการทดสอบ วินิจฉัยแบบกระดาษ-ดินสอ ด้านความคงที่ของจำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในแต่ละคุณลักษณะการดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการอ่านภาษาอังกฤษ 2) พัฒนาวิธีการวินิจฉัยทักษะการอ่านภาษาอังกฤษ 3) วินิจฉัยพื้นความรู้ของผู้สอบตามแบบแผนการตอบข้อสอบ และ 4) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการวินิจฉัย ระหว่างวิธีการทดสอบวินิจฉัยแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ กับวิธีการทดสอบวินิจฉัยแบบกระดาษ-ดินสอ ด้านความคงที่ของจำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในแต่ละคุณลักษณะ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ที่กำลังศึกษาปีการศึกษา 2555 จำนวน 1,763 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดข้อสอบวินิจฉัยทักษะการอ่านภาษาอังกฤษ 6 คุณลักษณะ และโปรแกรมการทดสอบวินิจฉัยแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Xcalibre Version 4.1.7 ผลการศึกษาคือ วิธีการวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ทดสอบเพื่อวินิจฉัยพื้นความรู้ในทักษะการอ่านภาษาอังกฤษของนักเรียนได้ วิธีการวินิจฉัยทักษะการอ่านภาษาอังกฤษโดยใช้วิธีการทดสอบวินิจฉัยแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ในการทดสอบวินิจฉัยแทนวิธีการทดสอบวินิจฉัยแบบกระดาษ-ดินสอได้

โสฬส สุขานนท์สวัสดิ์ (2556) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ เพื่อพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ และเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไประหว่างวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้ค่าสารสนเทศสูงสุดที่ใกล้เคียงกับค่าความสามารถของผู้สอบกับวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ ด้านจำนวนข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบและเวลาที่ใช้ในการทดสอบผู้วิจัยได้ทำการสร้างและพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ขึ้นเอง โดยมีวิธีดำเนินการวิจัย 3 ขั้นตอน คือ 1) พัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป 2) พัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ 3) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปทั้ง 2 วิธี กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาคเรียนที่ 1 ปี 2555 มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาภาษาอังกฤษเพื่อทักษะการเรียนจำนวน 280 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) ข้อสอบวัดความรู้ทักษะการอ่านภาษาอังกฤษและ 2) โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ผลการศึกษาคือ วิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจมีประสิทธิภาพดีกว่าการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป โดยใช้ค่าสารสนเทศสูงสุดที่ใกล้เคียงกับค่าความสามารถของผู้สอบ

Lee (2002) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ของการนำการทดสอบแบบปรับเหมาะมาใช้กับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยสร้างแบบทดสอบ MAT (Microcomputerized Adaptivment

Test, MAT) จากคลังข้อสอบที่สร้างโดยแผนกคลังข้อสอบของ พี อี ที เอ (Pitt Educational Testing Aids, PETA) กลุ่มตัวอย่างได้แก่นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา จำนวน 3 ห้องเรียน ผลการศึกษาปรากฏว่า มีความเป็นไปได้ที่จะนำแบบทดสอบ เอ็ม เอ เอ ที มาใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

McGlohen, Chang and Wills (2009) ได้ศึกษาการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ในการประเมินเชิงวินิจฉัยทางปัญญา (Cognitive Diagnosis Assessment) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับความสามารถของบุคคล โดยมุ่งเน้นการให้ข้อมูลย้อนกลับเชิงวินิจฉัยจากเวกเตอร์คุณลักษณะเป็นรายบุคคลในแต่ละบุคคล (Individual Attribute Vector) ที่เชื่อมโยงกับเทคโนโลยีการทดสอบแบบใหม่ ซึ่งช่วยให้ครูและนักเรียนได้รับประโยชน์จากกระบวนการทดสอบ การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์เป็นแบบ Shadow Testing การคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป โดยวิธี Minimization of Shannon Entropy ซึ่งเป็นยุทธวิธีในการทดสอบความไม่แน่นอนของโอกาส ความน่าจะเป็น โดยต้องการความไม่แน่นอนที่มีค่าต่ำสุด (Minimal Uncertainty) และวิธี Maximization of Kullback-Leibler (K-L) information ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปและเป็นดัชนีในกระบวนการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปในการประเมินเชิงวินิจฉัย โดยใช้ค่าสารสนเทศ K-L สูงสุด ออกแบบการเลือกข้อสอบข้อถัดไปเป็น 3 กรณี ได้แก่

กรณีที่ 1 เลือกข้อสอบข้อถัดไปจากการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ (theta)

กรณีที่ 2 เลือกข้อสอบข้อถัดไปจากการประมาณค่าเวกเตอร์คุณลักษณะ ( $\alpha$ )

กรณีที่ 3 เลือกข้อสอบทั้งจากการประมาณค่าระดับความสามารถและการประมาณค่า

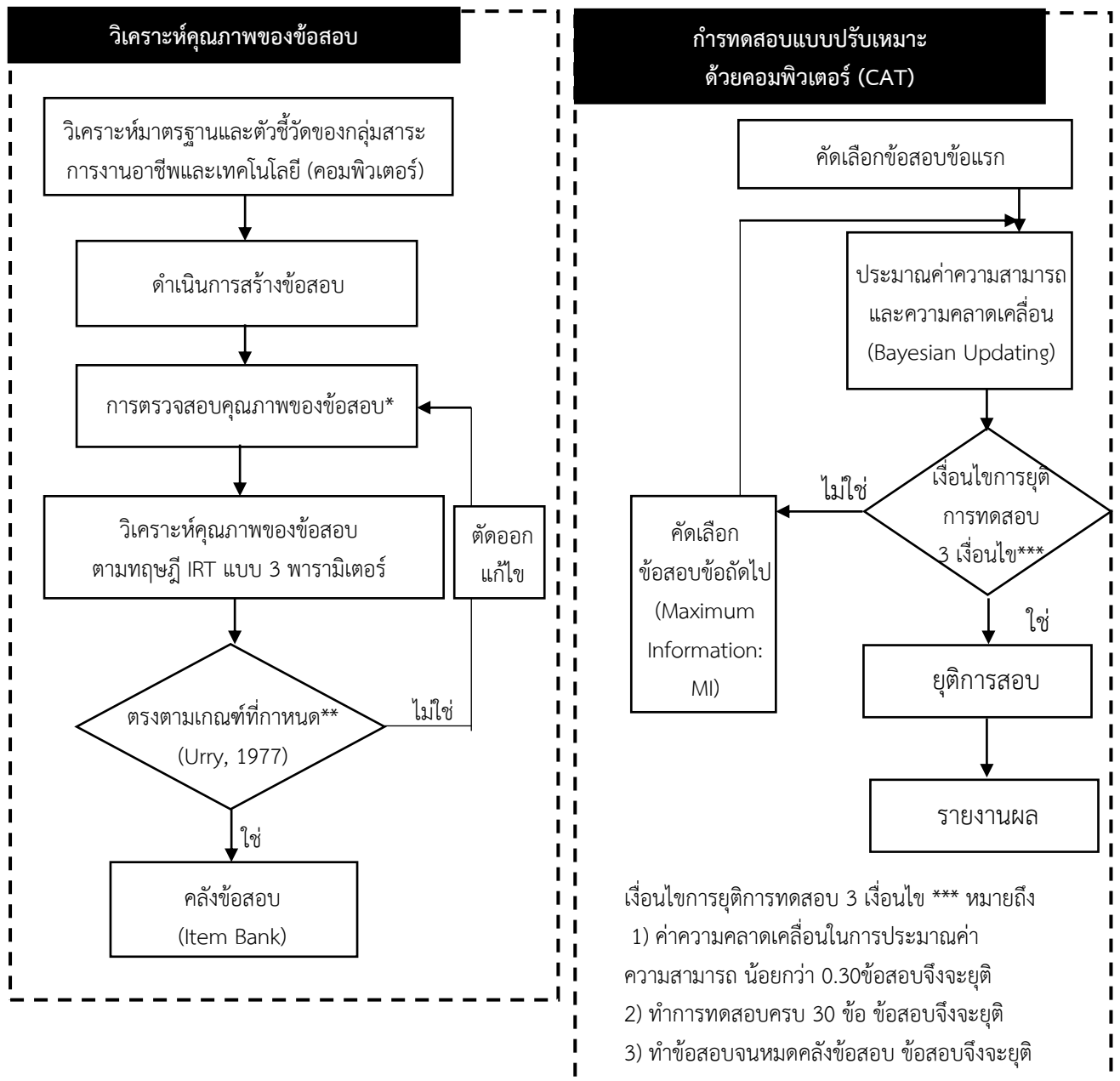
เวกเตอร์คุณลักษณะ โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่ายจากการประเมินระดับกว้าง (State-Mandated Large-Scale Assessment) ได้จำนวน 2,000 คน คลังข้อสอบประกอบด้วยข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ 394 ข้อ วิชาการอ่าน 324 ข้อ มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้งคะแนนและแบบแผนความรู้ของคุณลักษณะ (Attribute Mastery Patterns) โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ และโมเดล Fusion ด้วยโปรแกรม Bilog MG และ Arpeggio 1.2 ข้อมูลที่ใช้ในการจำลอง (Simulation Data) โดยการแทนค่าจากคะแนนจริง (Replacement) จากกลุ่มตัวอย่าง 6,000 คน และ 3,000 คน ตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่า การใช้การประมาณค่าระดับความสามารถให้ความถูกต้องในการประเมินมากกว่าการใช้การประมาณค่าเวกเตอร์คุณลักษณะและการใช้ทั้งการประมาณค่าระดับความสามารถและการประมาณค่าเวกเตอร์คุณลักษณะให้ความถูกต้องในการประเมินมากที่สุดและข้อสอบที่มีอัตราการแสดงข้อสอบขั้นต่ำ (Minimal Item Exposure Rates) ให้การประมาณค่าได้อย่างถูกต้อง

Katrina, April, Stephen, and Xueming (2013) ได้ประเมินความถูกต้องในการลดขั้นตอนของการทดสอบแบบปรับเหมาะแบบหลายขั้นตอน (MSTs) ซึ่งศึกษาจากการวัดความสามารถในการอ่าน ในการศึกษาผู้ใหญ่ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการลดขั้นตอนของการทดสอบจากการ

ใช้ข้อสอบของแต่ละขั้นตอนจาก 40 ข้อ มาเป็น 35 ข้อ จาก 4 วิธีการ ดังนี้ 1) สูตรของ Spearman-Brown Formula 2) Eliminating One Item of Average Discrimination from Consecutive Stages 3) Completely Reassembling New Panels 4) Simulating Item Responses to The Original and Shortened MSTs ผลการวิจัยปรากฏว่า การตรวจสอบประสิทธิภาพในการลดข้อสอบของแต่ละขั้นตอนจาก 40 ข้อ มาเป็น 35 ข้อ ทั้ง 4 วิธีสามารถวัดความเที่ยงตรงในการวัดแสดงเนื้อหาได้ดี นอกจากนี้การลดจำนวนข้อสอบในแต่ละขั้นตอนในการทดสอบสามารถลดเวลาการทดสอบได้

Chuan (2011) ได้ศึกษาเกี่ยวกับข้อจำกัดของวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปสำหรับการทดสอบแบบปรนัยด้วยคอมพิวเตอร์ โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพและความถูกต้องในการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป 4 วิธี คือ 1) Fisher Information (FI) 2) Kullback-Leibler Information (KLI) 3) Eeighted Log-Odds Ratio (WLOR) และ 4) Mutual Information (MI) โดยศึกษา 3 ประเด็นหลัก คือ 1) ขั้นตอนของวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป 2) กลไกที่ใช้ในการเลือกข้อสอบข้อถัดไป และการควบคุมความสมดุลเนื้อหา และ 3) ขั้นตอนการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปรวมกับการควบคุมสมดุลเนื้อหา และควบคุมการเปิดเผยข้อสอบ โดยพิจารณาจากผลการกระจาย และระดับของการขาดสมดุล ผลการวิจัยปรากฏว่าทั้ง 4 วิธี มีข้อจำกัดที่แตกต่างกันโดยวิธี Mutual Information (MI) มีค่าการกระจาย และระดับของการขาดสมดุลที่มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธี Fisher Information (FI) วิธี Eeighted Log-Odds Ratio (WLOR) และ วิธี Kullback-Leibler Information (KLI) โดยวิธี Mutual Information (MI) มีความเหมาะสมในรูปแบบทั่วไปสำหรับการเลือกข้อสอบข้อถัดไป

ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 20 กรอบแนวคิดในการวิจัยการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

รายวิชาคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 25

\* หมายถึง การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยง ความน่าเชื่อถือ

\*\* หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) มีค่าตั้งแต่ 0.50 ถึง 2.50

ค่าความยากของข้อสอบ (b) มีค่าตั้งแต่ -2.50 ถึง 2.50

ค่าการเดาของข้อสอบ (c) มีค่าไม่เกิน 0.30

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อจัดทำคลังข้อสอบวิชาคอมพิวเตอร์ ที่ใช้สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์และเพื่อวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบที่ใช้สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบที่ใช้สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

ตอนที่ 2 การจัดทำคลังข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)

ตอนที่ 3 การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

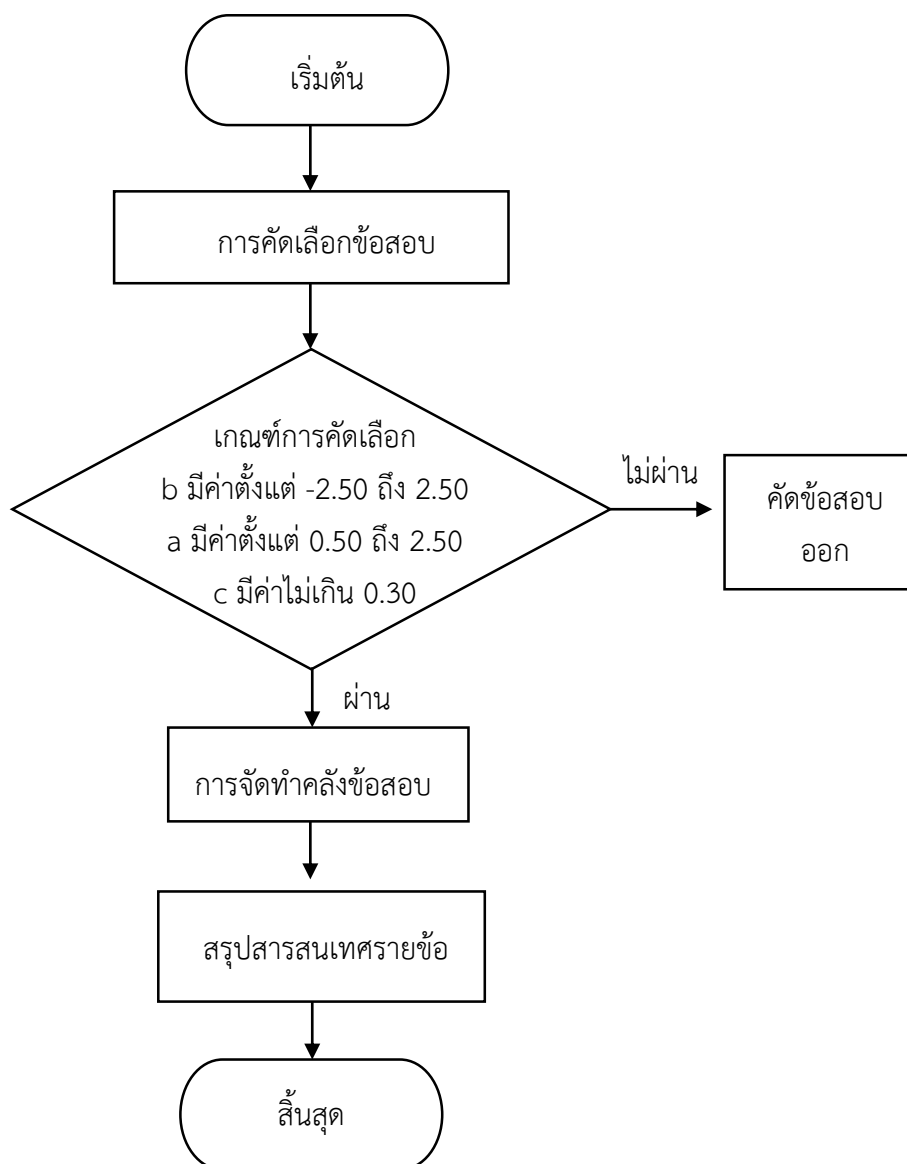
#### ตอนที่ 1 การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบที่ใช้สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาคอมพิวเตอร์
2. ดำเนินการสร้างข้อสอบจำนวน 300 ข้อ
3. กำหนดเงื่อนไขของการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบค่าความยากของข้อสอบ (b) ตั้งแต่ -2.50 ถึง 2.50 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) ตั้งแต่ 0.50 ถึง 2.50 และค่าการเดาของข้อสอบ (c) ไม่เกิน 0.30 (Urry, 1977)
4. วิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยง ความน่าเชื่อถือ
5. วิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

#### ตอนที่ 2 การจัดทำคลังข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)

การจัดทำคลังข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) เป็นการคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบเรียบร้อยแล้วจัดทำระบบสารสนเทศของข้อสอบ เพื่อเป็นฐานข้อมูลสำหรับการจัดสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) บนโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ มีขั้นตอนการจัดทำคลังข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) แสดงตามภาพที่ 21



ภาพที่ 21 ขั้นตอนการจัดทำคลังข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)

### 1. การคัดเลือกข้อสอบ

ผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบจากผลการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ดังนี้  
เกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบ (Urry, 1977)

- 1) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) ตั้งแต่ 0.50 ถึง 2.50
- 2) ค่าความยากของข้อสอบ (b) ตั้งแต่ -2.50 ถึง 2.50
- 3) ค่าการเดาของข้อสอบ (c) ไม่เกิน 0.30

ข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ วิเคราะห์ด้วยเกณฑ์ ดังนี้

เกณฑ์การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ

ค่าความยากเฉลี่ยมากกว่า 2.0000 หมายถึง ข้อสอบยากมาก

ค่าความยากเฉลี่ยตั้งแต่ 1.0001 ถึง 2.0000 หมายถึง ข้อสอบยาก

ค่าความยากเฉลี่ยตั้งแต่ 0.5001 ถึง 1.0000 หมายถึง ข้อสอบค่อนข้างยาก

ค่าความยากเฉลี่ยตั้งแต่ -0.4999 ถึง 0.5000 หมายถึง ข้อสอบปานกลาง

ค่าความยากเฉลี่ยตั้งแต่ -0.9999 ถึง -0.5000 หมายถึง ข้อสอบค่อนข้างง่าย

ค่าความยากเฉลี่ยตั้งแต่ -2.0000 ถึง -1.0000 หมายถึง ข้อสอบง่าย

ค่าความยากเฉลี่ยน้อยกว่า -2.0000 หมายถึง ข้อสอบง่ายมาก

## 2. การจัดทำคลังข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)

การจัดทำคลังข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) โดยนำข้อสอบ เฉลยข้อสอบ และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) ค่าความยากของข้อสอบ (b) ค่าการเดาของข้อสอบ (c) บันทึกในคลังข้อสอบ ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยใช้ฐานข้อมูล MySQL เป็นฐานข้อมูลที่ไม่เสียค่าใช้จ่าย

## 3. สรุปสารสนเทศรายข้อของข้อสอบ

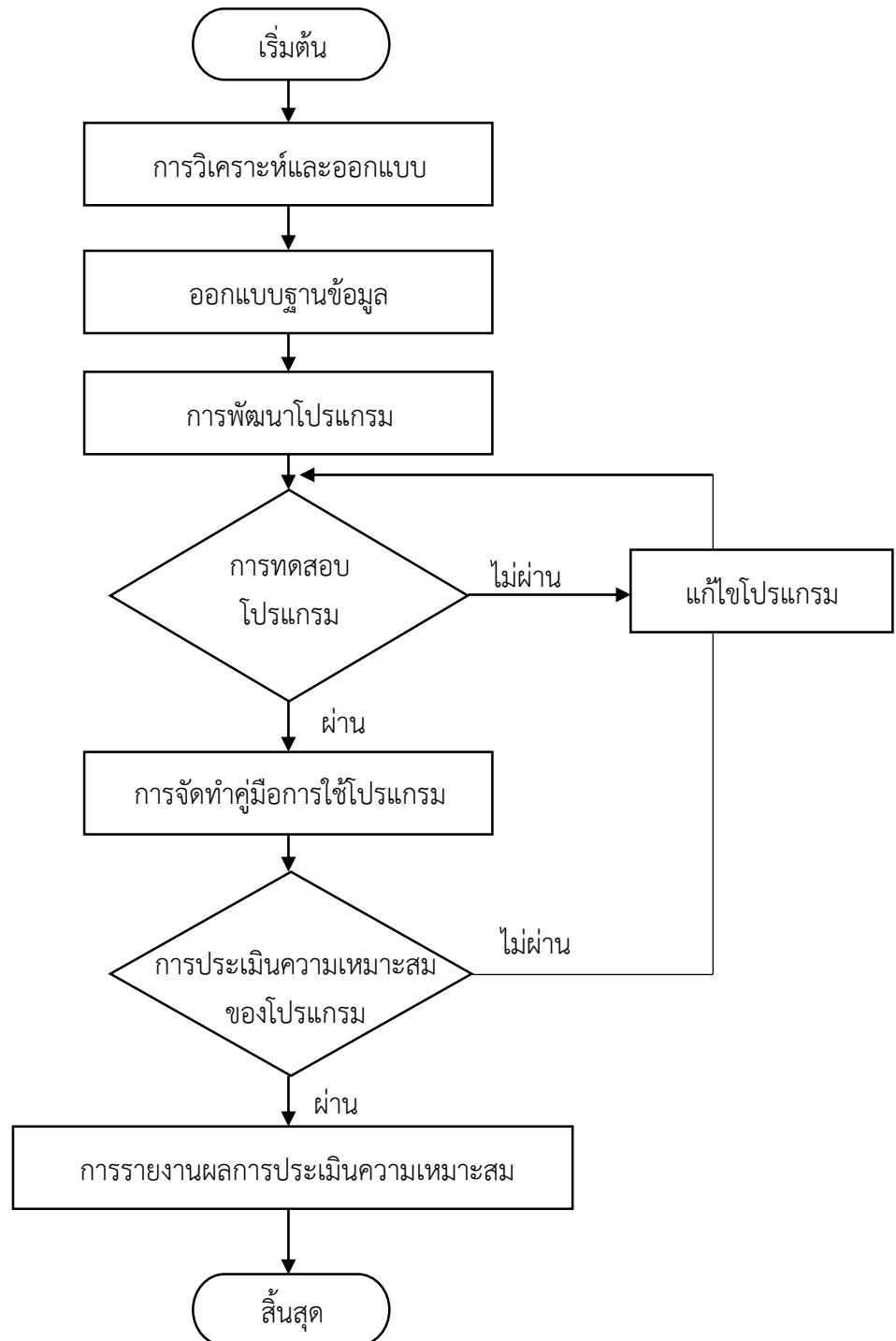
เพื่อเป็นข้อมูลของข้อสอบที่จะนำไปใช้ในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์โดยนำเสนอผลการจัดทำคลังข้อสอบ เป็น 2 ส่วน ดังนี้

### 3.1 จำนวนข้อสอบในคลังข้อสอบ

3.2 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ได้แก่ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) เฉลี่ยค่าความยากของข้อสอบ (b) เฉลี่ย และค่าการเดาของข้อสอบ (c) เฉลี่ย จากขั้นตอนดังกล่าวทำให้ได้คลังข้อสอบ สำหรับใช้ในการจัดสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) ด้วยโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์



ตอนที่ 3 การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย



ภาพที่ 22 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์


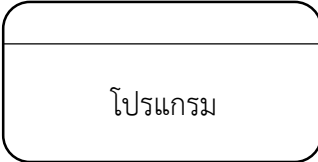
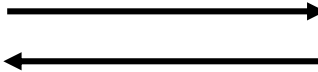
## 1. การวิเคราะห์ และออกแบบโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะ

การวิเคราะห์ และออกแบบโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

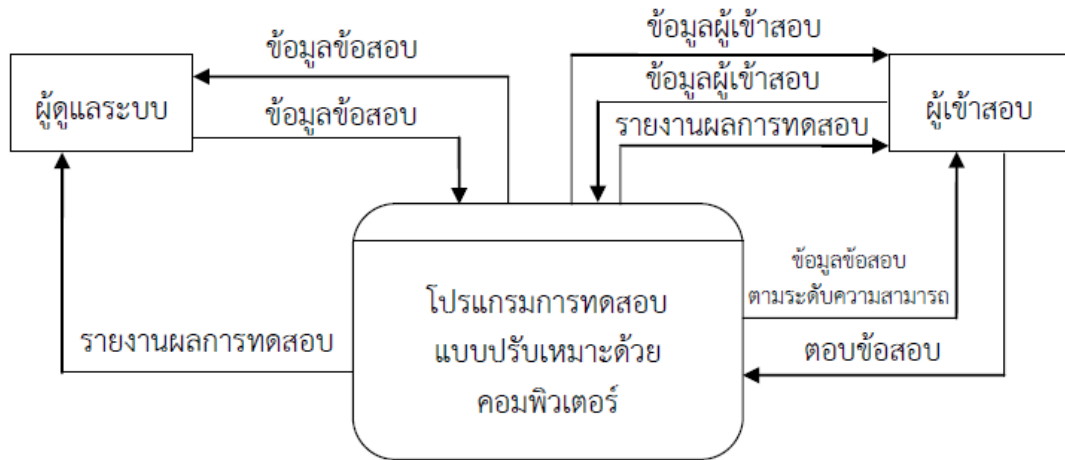
### 1.1 การวิเคราะห์แผนผังบริบท (Context Diagram)

การวิเคราะห์แผนผังบริบท (Context Diagram) เป็นการวิเคราะห์ เพื่อหา Source Destination ที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งสัญลักษณ์ที่ใช้วิเคราะห์แผนผังบริบท ดังตาราง

ตาราง 6 ความหมาย และสัญลักษณ์ที่ใช้วิเคราะห์แผนผังบริบท (Context Diagram)

| ภาพสัญลักษณ์  | ความหมาย  |
|---|---|
|   | ผู้ใช้ที่มีความเกี่ยวข้องกับโปรแกรม ทั้งผู้ป้อนข้อมูล เข้าสู่โปรแกรมและผู้รับข้อมูลออกจากโปรแกรม ซึ่งเป็นได้ทั้งบุคคล หน่วยงานหรือโปรแกรม |
|  | โปรแกรมที่ทำการพัฒนา  |
|  | การไหลของข้อมูลในโปรแกรม โดยเขียนข้อความที่บ่งบอกการไหลของข้อมูล  |

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง พบว่า Source Destination ที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ คือ ผู้สอน นักเรียน และผู้ที่เกี่ยวข้อง สามารถทำแผนผังบริบท (Context Diagram)



ภาพที่ 23 การรับข้อมูล และการส่งข้อมูลออกจากโปรแกรมของ Source Destination ที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

จากภาพที่ 23 แสดงการรับข้อมูล และการส่งข้อมูลออกจากโปรแกรมของ Source Destination ที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งอธิบายความหมายของแต่ละ Source Destination ได้ดังนี้

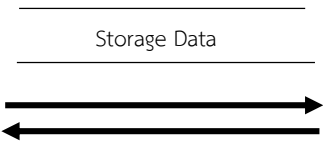
ผู้ดูแลระบบ หมายถึง เจ้าหน้าที่ที่ควบคุมระบบ สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไขข้อสอบของตนเอง ตรวจสอบผลการทดสอบของผู้เข้าสอบ และค้นหาข้อสอบในคลังข้อสอบ

ผู้เข้าสอบ หมายถึง นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.2 การจัดทำผังการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) การจัดทำผังการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) เป็นการวิเคราะห์ให้เห็นภาพรวมของโปรแกรมทั้งข้อมูลและการทำงาน โดยจัดทำในทุกขั้นตอนของกระบวนการของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำให้ง่ายต่อการศึกษาของผู้ที่สนใจ โดยสัญลักษณ์ที่ใช้วิเคราะห์ผังการไหลของข้อมูลดังตาราง

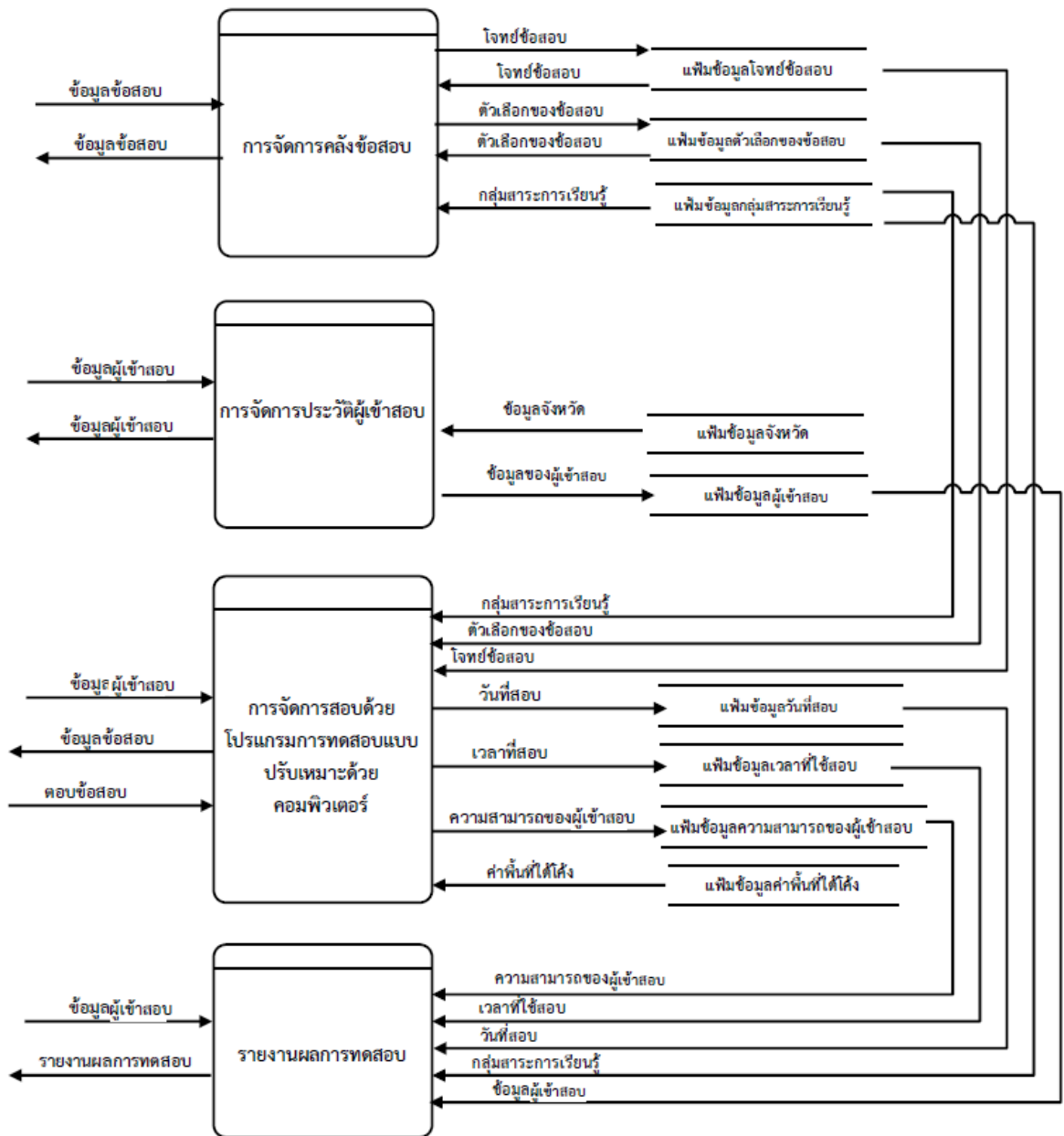
ตาราง 24 ความหมายและสัญลักษณ์ตามมาตรฐานผังการไหลของข้อมูล

| ภาพสัญลักษณ์ | ความหมาย   |
|--------------|--|
|              | ผู้ใช้ที่มีความเกี่ยวข้องกับโปรแกรม ทั้งผู้ป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมและผู้รับข้อมูลออกจากโปรแกรม ซึ่งเป็นได้ทั้งบุคคล หน่วยงานหรือโปรแกรม |
|              | การประมวลผลข้อมูลที่เกิดในโปรแกรมหรือส่วนที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงข้อมูล  |

| ภาพสัญลักษณ์  | ความหมาย  |
|---|---|
|  | <p>แหล่งเก็บข้อมูล หมายถึง ไฟล์ ตารางจัดเก็บข้อมูลหรือแทนสิ่งที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูล</p> <p>การไหลของข้อมูลในโปรแกรม โดยเขียนข้อความที่บ่งบอกการไหลของข้อมูล</p> |

หลังจากการวิเคราะห์แผนผังบริบท (Context Diagram) เรียบร้อยแล้ว จะต้องวิเคราะห์ผังการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) เป็นขั้นตอนต่อไป โดยที่ DFD แบ่งออกเป็นระดับชั้นดังนี้

**1.2.1 แผนผังการไหลของข้อมูลระดับ 0 (Data Flow Diagram Level 0)** เป็นแผนผังที่แสดงให้เห็นรายละเอียดของกระบวนการหลักที่มีอยู่ในแผนผังบริบท (Context Diagram) ซึ่งแผนผังการไหลของข้อมูลระดับ 0 ของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ แสดงตามภาพที่ 24



ภาพที่ 24 แผนผังการไหลของข้อมูลระดับ 0 (Data Flow Diagram Level 0: DFD 0) ของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

### 1.2.2 แผนผังการไหลของข้อมูลระดับ 1 (Data Flow Diagram Level 1)

เป็นแผนผังที่แสดงให้เห็นรายละเอียดของกระบวนการแต่ละกระบวนการที่มีอยู่ในแผนผังการไหลของข้อมูลระดับ 0 ซึ่งแผนผังการไหลของข้อมูลระดับ 0 ของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ยังมีกระบวนการย่อยภายใน 2 กระบวนการหลัก คือ กระบวนการจัดการคลังข้อสอบและกระบวนการจัดการทดสอบ

#### 1. กระบวนการจัดการคลังข้อสอบ

กระบวนการจัดการคลังข้อสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ มี 3 กระบวนการย่อย คือ 1) เพิ่มข้อสอบ 2) แก้ไขข้อสอบ และ 3) ลบข้อสอบ แสดงตามภาพที่ 25



ภาพที่ 25 แผนผังการไหลของข้อมูลระดับ 1 (Data Flow Diagram Level 1) ของกระบวนการจัดการคลังข้อสอบ

จากภาพ แสดงการรับข้อมูล และการส่งข้อมูลออกของกระบวนการย่อยในกระบวนการจัดการย่อยของกระบวนการจัดการคลังข้อสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งอธิบายความหมายของแต่ละกระบวนการย่อย ดังนี้

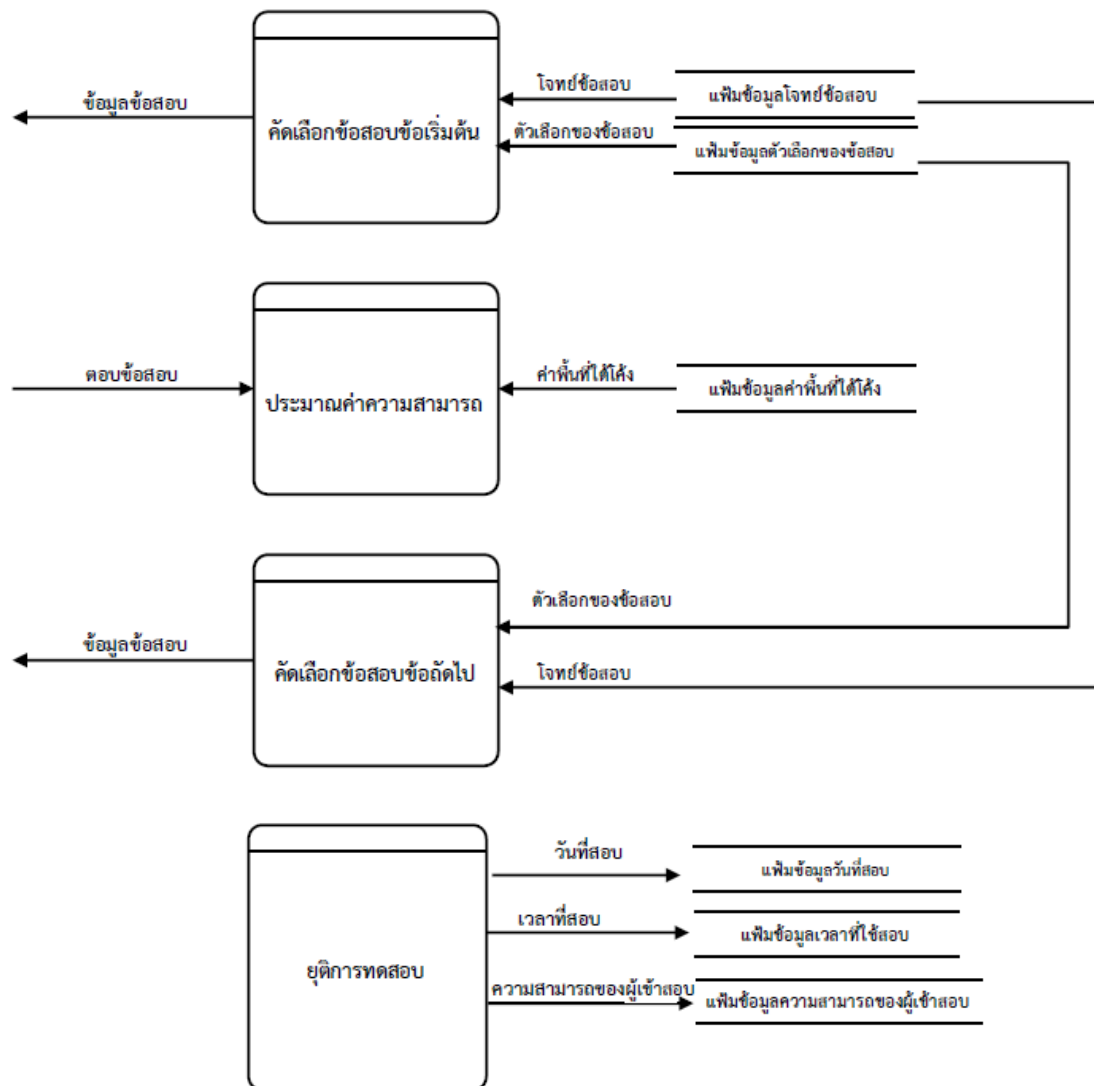
กระบวนการย่อยที่ 1 คือ เพิ่มข้อสอบ เป็นกระบวนการที่ใช้เพิ่มข้อสอบใหม่ลงในคลังข้อสอบ ซึ่งข้อสอบที่จะเพิ่มในคลังข้อสอบต้องเป็นข้อสอบแบบ 4 ตัวเลือกเท่านั้น โดยผ่านการวิเคราะห์

ข้อสอบที่มีค่าความยากของข้อสอบ (b) ตั้งแต่ -2.50 ถึง 2.50 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) ตั้งแต่ 0.50 ถึง 2.50 และค่าการเดาของข้อสอบ (c) ไม่เกิน 0.30

กระบวนการย่อยที่ 2 คือ แก้ไขข้อสอบ เป็นกระบวนการที่ใช้แก้ไขข้อสอบที่มีอยู่ในคลังข้อสอบ ซึ่งข้อสอบที่นำมาแก้ไข หรือปรับเปลี่ยนจากข้อสอบเดิม ต้องเป็นข้อสอบประเภทเดียวกันซึ่งเป็นข้อสอบแบบ 4 ตัวเลือก โดยมีค่าความยากของข้อสอบ (b) ตั้งแต่ -2.50 ถึง 2.50 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) ตั้งแต่ 0.50 ถึง 2.50 และค่าการเดาของข้อสอบ (c) ไม่เกิน 0.30 กระบวนการย่อยที่ 3 คือ ลบข้อสอบที่ไม่ต้องการออกจากคลังข้อสอบ เป็นกระบวนการที่ใช้ลบข้อสอบออกจากคลังข้อสอบ

## 2. กระบวนการจัดการทดสอบ

กระบวนการจัดการทดสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ มี 4 กระบวนการย่อย คือ 1) คัดเลือกข้อสอบข้อเริ่มต้น 2) ประมาณค่าความสามารถ 3) คัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป และ 4) ยุติการทดสอบ แสดงตามภาพที่ 26



ภาพที่ 26 แผนผังการไหลของข้อมูลระดับ 1 (Data Flow Diagram Level 1) ของกระบวนการจัดการทดสอบ

จากภาพ แสดงการรับข้อมูล และการส่งข้อมูลออกของกระบวนการย่อยในกระบวนการย่อยของกระบวนการจัดการทดสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งอธิบายความหมายของแต่ละกระบวนการย่อยได้ ดังนี้

กระบวนการย่อยที่ 1 คือ คัดเลือกข้อสอบข้อเริ่มต้น โดยคัดเลือกจากการสุ่มข้อสอบจากคลังข้อสอบที่มีค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ (ผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความยากกับค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ถึง (ผลรวมระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าความยากกับค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

กระบวนการย่อยที่ 2 คือ ประมาณค่าความสามารถ เป็นกระบวนการที่ใช้ประมาณค่าความสามารถของผู้สอบหลังจากตอบข้อสอบข้อที่ผ่านมา โดยใช้การประมาณค่าด้วยวิธีของเบส์ปรับใหม่



กระบวนการย่อยที่ 3 คือ คัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป เป็นวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ หรือใช้ค่าสารสนเทศที่ใกล้เคียงกับค่าความสามารถของผู้เข้าสอบสูงสุด

กระบวนการย่อยที่ 4 คือ ยุติการทดสอบ เป็นกระบวนการที่ทำให้การทดสอบยุติลง เมื่อมีความคลาดเคลื่อนในการยุติการทดสอบต่ำกว่า 0.30 หรือข้อสอบหมดคลังข้อสอบ หรือทำการสอบครบ 30 ข้อ

## 2. การออกแบบฐานข้อมูลโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

การออกแบบฐานข้อมูลโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ในการวิจัยครั้งนี้ มี 9 แฟ้มข้อมูล คือ 1) แฟ้มข้อมูลข้อสอบ 2) แฟ้มข้อมูลตัวเลือก 3) แฟ้มกลุ่มสาระการเรียนรู้ 4) แฟ้มข้อมูลจังหวัด 5) แฟ้มข้อมูลผู้สอบ 6) แฟ้มข้อมูลวันที่สอบ 7) แฟ้มข้อมูลเวลาที่ใช้สอบ 8) แฟ้มความสามารถของผู้สอบ และ 9) แฟ้มข้อมูลค่าสถิติ ซึ่งแฟ้มข้อมูลแต่ละแฟ้มข้อมูลมีรายละเอียดดังนี้

2.1 แฟ้มข้อมูลข้อสอบ มีทั้งหมด 7 Fields รายละเอียด ดังตาราง

ตารางที่ 7 รายละเอียดของแฟ้มข้อมูลข้อสอบ (Item)

| Type Key | Field Name  | Field Type | Size | Note                     | Sample |
|----------|-------------|------------|------|--------------------------|--------|
| PK       | Item_ID     | Text       | 4    | รหัสข้อสอบ               | 0001   |
|          | Detail      | Memo       |      | รายละเอียดข้อสอบ         | 0+1=?  |
|          | b_Parameter | Text       | 7    | ค่าความยากของข้อสอบ      | 1.23   |
|          | a_Parameter | Text       | 7    | ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ   | 1.11   |
|          | c_Parameter | Text       | 6    | ค่าการเดาของข้อสอบ       | 0.2    |
|          | Key         | Text       | 1    | เฉลย                     | 3      |
| FK       | Sub_ID      | Text       | 1    | รหัสกลุ่มสาระการเรียนรู้ | 1      |

2.2 แฟ้มข้อมูลตัวเลือก มีทั้งหมด 4 Fields รายละเอียด ดังตาราง

ตารางที่ 8 รายละเอียดของแฟ้มข้อมูลตัวเลือก (Choice)

| Type Key | Field Name | Field Type | Size | Note                     | Sample |
|----------|------------|------------|------|--------------------------|--------|
| PK       | C_ID       | Text       | 1    | รหัสตัวเลือก             | 1      |
| PK       | Item_ID    | Text       | 4    | รหัสข้อสอบ               | 0001   |
|          | CHOICE     | Memo       |      | รายละเอียดตัวเลือก       | Animal |
| FK       | Sub_ID     | Text       | 1    | รหัสกลุ่มสาระการเรียนรู้ | 1      |

2.3 เพิ่มข้อมูลผู้เข้าสอบ มีทั้งหมด 5 Fields รายละเอียด ดังตาราง

ตารางที่ 9 รายละเอียดของเพิ่มข้อมูลผู้เข้าสอบ (Person)

| Type Key | Field Name | Field Type | Size | Note           | Sample   |
|----------|------------|------------|------|----------------|----------|
| PK       | Code       | Text       | 5    | รหัสผู้เข้าสอบ | C0001    |
|          | Name       | Text       | 50   | ชื่อ-นามสกุล   | นายสมมติ |
|          | Person_ID  | Text       | 13   | เลขบัตรประชาชน | Animal   |
| FK       | user       | Text       | 2    | ชื่อผู้ซื้อ    | User     |
| FK       | pass       | Text       | 8    | รหัสผ่าน       | 12345678 |

2.4 เพิ่มวันที่สอบ มีทั้งหมด 2 Fields รายละเอียด ดังตาราง

ตาราง 10 รายละเอียดของเพิ่มวันที่สอบ (Date test)

| Type Key | Field Name | Field Type | Size | Note           | Sample            |
|----------|------------|------------|------|----------------|-------------------|
| PK       | Code       | Text       | 5    | รหัสผู้เข้าสอบ | C0001             |
|          | Date       | date       | 20   | วันที่สอบ      | 13 มีนาคม<br>2560 |

2.5 เพิ่มวันที่ทดสอบ มีทั้งหมด 2 Fields รายละเอียด ดังตาราง

ตารางที่ 11 รายละเอียดของเพิ่มเวลาที่ใช้ทดสอบ (Time test)

| Type Key | Field Name | Field Type | Size | Note           | Sample              |
|----------|------------|------------|------|----------------|---------------------|
| PK       | Code       | Text       | 5    | รหัสผู้เข้าสอบ | C0001               |
|          | Time       | Text       | 20   | เวลาที่สอบ     | 1 นาที 41<br>วินาที |

2.6 เพิ่มความสามารถของผู้เข้าสอบ มีทั้งหมด 2 Fields รายละเอียด ดังตาราง

ตาราง 12 รายละเอียดของเพิ่มความสามารถของผู้เข้าสอบ (Result test)

| Type Key | Field Name | Field Type | Size | Note           | Sample  |
|----------|------------|------------|------|----------------|---------|
| PK       | Code       | Text       | 5    | รหัสผู้เข้าสอบ | C0001   |
|          | Ability    | Double     | 20   | เวลาที่สอบ     | -1.5501 |

2.7 เพิ่มข้อมูลค่าสถิติ มีทั้งหมด 3 Fields รายละเอียด ดังตาราง

ตารางที่ 13 รายละเอียดของเพิ่มข้อมูลค่าสถิติ (Stat)

| Type Key | Field Name | Field Type | Size | Note                   | Sample |
|----------|------------|------------|------|------------------------|--------|
| PK       | S_ID       | Text       | 4    | ตำแหน่ง                | 0.0000 |
|          | Area       | Text       | 6    | พื้นที่ใต้โค้งที่จุด D | 0.5000 |
|          | Ordinate   | Text       | 6    | ค่า Ordinate จุด D     | 0.3900 |

### 3. การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาในรูปแบบของ Web Application โดยใช้ภาษา PHP ในการพัฒนาโปรแกรมใช้ MySQL เป็นฐานข้อมูล และใช้ภาษา SQL เป็นคำสั่งในการเชื่อมโยงข้อมูลในฐานข้อมูลซึ่งมีโครงสร้างหน้าจอของโปรแกรม ดังนี้

3.1 โครงสร้างหน้าจอทั่วไปของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แสดงตามภาพที่ 27

|        |
|--------|
| Header |
| Menu   |
| Detail |
| Footer |

ภาพที่ 27 โครงสร้างหน้าจอทั่วไปของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

3.2 โครงสร้างหน้าจอทั่วไปภายในส่วนการจัดการทดสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ แสดงตามภาพที่ 28

|                        |                              |
|------------------------|------------------------------|
| <b>Header</b>          |                              |
| <b>Menu</b>            |                              |
| Sub Menu<br>รายละเอียด | <b>Username and Password</b> |
| <b>Footer</b>          |                              |

ภาพที่ 28 โครงสร้างหน้าจอทั่วไปภายในส่วนการจัดการทดสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

3.3 โครงสร้างหน้าจอในส่วนการทดสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

|                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| <b>Header</b>          |                    |
| <b>Menu</b>            |                    |
| Sub Menu<br>รายละเอียด | <b>Item Detail</b> |
| <b>Footer</b>          |                    |

ภาพที่ 29 โครงสร้างหน้าจอทั่วไปภายในส่วนการจัดการทดสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

3.4 โครงสร้างหน้าจอทั่วไปในส่วนของการตรวจสอบผลการทดสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

|                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| <b>Header</b>          |                   |
| <b>Menu</b>            |                   |
| Sub Menu<br>รายละเอียด | <b>ผลการทดสอบ</b> |
| <b>Footer</b>          |                   |

ภาพที่ 30 โครงสร้างหน้าจอทั่วไปในส่วนของการตรวจสอบผลการทดสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

3.5 โครงสร้างหน้าจอทั่วไปในส่วน of แบบฟอร์มกรอกข้อมูลผู้ลงทะเบียนสอบการทดสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Header</b>          |   |
| <b>Menu</b>            |   |
| Sub Menu<br>รายละเอียด | <b>แบบฟอร์มกรอกข้อมูล<br/>ผู้ลงทะเบียนสอบ</b> |
| <b>Footer</b>          |   |

ภาพที่ 31 โครงสร้างหน้าจอทั่วไปในส่วน of แบบฟอร์มกรอกข้อมูลผู้ลงทะเบียนสอบการทดสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

### 3.6 โครงสร้างหน้าจอรายงานผลสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

|                  |
|------------------|
| Header           |
| รายงานผลการทดสอบ |
| Footer           |

ภาพที่ 32 โครงสร้างหน้าจอรายงานผลสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

#### 4. การทดสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรมแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

หลังจากพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยตรวจสอบโปรแกรมด้วยตนเอง เพื่อหาจุดบกพร่องเบื้องต้นก่อน โดยแบ่งการตรวจสอบเป็น 4 ด้าน ดังนี้

4.1 ด้านเนื้อหาที่เป็นข้อมูล ความรู้ต่าง ๆ ในตัวโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

4.2 ด้านความถูกต้องของข้อสอบ และความถูกต้องของระบบ

4.3 ด้านการวิเคราะห์ผลต่าง ๆ

4.4 ด้านรูปแบบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์หลังจากนั้นจึงนำโปรแกรมดังกล่าวไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของโปรแกรมอีกครั้ง

#### 5. การจัดทำคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

เมื่อทดสอบและปรับปรุงจุดบกพร่องของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์เสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงจัดทำคู่มือการใช้โปรแกรมเพื่อประกอบการใช้งาน และเป็นแนวปฏิบัติในการทดสอบสำหรับผู้เข้าสอบ

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 25 เพื่อจัดทำคลังข้อสอบวิชาคอมพิวเตอร์ ที่ใช้สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์และเพื่อวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบที่ใช้สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบที่ใช้สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

ตอนที่ 2 ผลการจัดทำคลังข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)

ตอนที่ 3 ผลการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 4 อภิปรายผลการวิจัย

เพื่อให้เข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

M หมายถึง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

SD หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

a หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

b หมายถึง ค่าความยากของข้อสอบ

c หมายถึง ค่าการเดาของข้อสอบ

**ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบที่ใช้สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์**

การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบคอมพิวเตอร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ ประกอบด้วย ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) ค่าความยากของข้อสอบ (b) และค่าการเดาของข้อสอบ (c) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Xcalibre 42 สำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ซึ่งมีเกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบ ดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบ (Urry, 1977)

- 1) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) ตั้งแต่ 0.50 ถึง 2.50
- 2) ค่าความยากของข้อสอบ (b) ตั้งแต่ -2.50 ถึง 2.50
- 3) ค่าการเดาของข้อสอบ (c) ไม่เกิน 0.30

โดยเกณฑ์การประเมินค่าความยากของข้อสอบ (b) วิชาคอมพิวเตอร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีดังนี้

ค่าความยากเฉลี่ยมากกว่า 2.0000 หมายถึง ข้อสอบยากมาก  
 ค่าความยากเฉลี่ยตั้งแต่ 1.0001 ถึง 2.0000 หมายถึง ข้อสอบยาก  
 ค่าความยากเฉลี่ยตั้งแต่ 0.5001 ถึง 1.0000 หมายถึง ข้อสอบค่อนข้างยาก  
 ค่าความยากเฉลี่ยตั้งแต่ -0.4999 ถึง 0.5000 หมายถึง ข้อสอบปานกลาง  
 ค่าความยากเฉลี่ยตั้งแต่ -0.9999 ถึง -0.5000 หมายถึง ข้อสอบค่อนข้างง่าย  
 ค่าความยากเฉลี่ยตั้งแต่ -2.0000 ถึง -1.0000 หมายถึง ข้อสอบง่าย  
 ค่าความยากเฉลี่ยน้อยกว่า -2.0000 หมายถึง ข้อสอบง่ายมาก

สรุปผลค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ วิชาคอมพิวเตอร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังตารางที่ 15

**ตารางที่ 15** ผลการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ(คอมพิวเตอร์)ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 380 ข้อ

| ข้อที่ | ค่าพารามิเตอร์ |        |       |
|--------|----------------|--------|-------|
|        | a              | b      | c     |
| 1      | 0.562          | -0.878 | 0.297 |
| 2      | 0.566          | -0.995 | 0.296 |
| 3      | 1.289          | 0.664  | 0.388 |
| 4      | 0.647          | 0.520  | 0.251 |
| 5      | 0.618          | 0.135  | 0.248 |
| 6      | 0.612          | -0.157 | 0.249 |
| 7      | 0.447          | -1.884 | 0.249 |
| 8      | 0.839          | -1.402 | 0.249 |
| 9      | 0.445          | -2.023 | 0.250 |
| 10     | 0.791          | -1.259 | 0.251 |
| 11     | 0.581          | 0.845  | 0.251 |
| 12     | 0.595          | 0.246  | 0.249 |
| 13     | 0.567          | -0.260 | 0.248 |
| 14     | 0.557          | -0.996 | 0.248 |
| 15     | 0.584          | 0.155  | 0.248 |
| 16     | 0.586          | -0.616 | 0.248 |
| 17     | 0.702          | 0.289  | 0.250 |
| 18     | 0.841          | -0.586 | 0.249 |



| ข้อที่ | ค่าพารามิเตอร์ |        |       |
|--------|----------------|--------|-------|
|        | a              | b      | c     |
| 19     | 0.485          | -2.367 | 0.249 |
| 20     | 0.618          | -0.799 | 0.250 |
| 21     | 0.942          | -0.809 | 0.250 |
| 22     | 0.656          | -1.854 | 0.249 |
| 23     | 0.626          | 0.478  | 0.248 |
| 24     | 0.600          | -0.372 | 0.251 |
| 25     | 0.609          | 1.012  | 0.249 |
| 26     | 0.572          | -1.711 | 0.250 |
| 27     | 0.602          | -0.128 | 0.249 |
| 28     | 0.607          | -0.337 | 0.251 |
| 29     | 0.560          | -0.260 | 0.248 |
| 30     | 0.560          | -2.272 | 0.250 |
| 31     | 0.751          | -1.385 | 0.249 |
| 32     | 0.662          | 0.028  | 0.247 |
| 33     | 0.734          | 0.161  | 0.249 |
| 34     | 0.610          | -0.540 | 0.249 |
| 35     | 0.617          | 0.950  | 0.249 |
| 36     | 0.602          | 0.025  | 0.251 |
| 37     | 0.745          | 0.084  | 0.248 |
| 38     | 0.746          | -1.224 | 0.250 |
| 39     | 0.623          | 0.595  | 0.249 |
| 40     | 0.736          | 0.516  | 0.248 |
| 41     | 0.815          | 0.808  | 0.251 |
| 42     | 0.837          | -0.999 | 0.249 |
| 43     | 0.949          | -0.997 | 0.248 |
| 44     | 0.708          | -1.226 | 0.251 |
| 45     | 0.706          | -0.128 | 0.249 |
| 46     | 0.870          | -2.381 | 0.249 |
| 47     | 0.618          | -0.156 | 0.249 |
| 48     | 0.632          | 0.703  | 0.250 |
| 49     | 0.746          | -0.258 | 0.248 |
| 50     | 0.644          | -0.994 | 0.249 |
| 51     | 0.734          | 0.150  | 0.240 |

| ข้อที่ | ค่าพารามิเตอร์ |        |       |
|--------|----------------|--------|-------|
|        | a              | b      | c     |
| 52     | 0.615          | -0.690 | 0.242 |
| 53     | 0.565          | 0.192  | 0.359 |
| 54     | 0.582          | -0.200 | 0.249 |
| 55     | 0.602          | -1.584 | 0.249 |
| 56     | 0.616          | -0.753 | 0.248 |
| 57     | 0.723          | -1.585 | 0.249 |
| 58     | 0.625          | -0.748 | 0.248 |
| 59     | 0.568          | 0.296  | 0.250 |
| 60     | 0.592          | -0.202 | 0.249 |
| 61     | 0.589          | -0.580 | 0.250 |
| 62     | 0.597          | -2.044 | 0.250 |
| 63     | 0.720          | -1.560 | 0.249 |
| 64     | 0.575          | -0.244 | 0.249 |
| 65     | 0.599          | 0.070  | 0.248 |
| 66     | 0.580          | -0.559 | 0.250 |
| 67     | 0.602          | -1.112 | 0.249 |
| 68     | 0.562          | -1.033 | 0.250 |
| 69     | 0.602          | -2.076 | 0.249 |
| 70     | 0.586          | -2.655 | 0.250 |
| 71     | 0.558          | -0.127 | 0.250 |
| 72     | 0.703          | -1.061 | 0.249 |
| 73     | 0.559          | -0.535 | 0.250 |
| 74     | 0.816          | -2.639 | 0.249 |
| 75     | 0.900          | -0.327 | 0.248 |
| 76     | 0.614          | -1.155 | 0.249 |
| 77     | 0.900          | -0.294 | 0.249 |
| 78     | 1.241          | 1.014  | 0.251 |
| 79     | 0.849          | -3.286 | 0.249 |
| 80     | 0.805          | -1.058 | 0.249 |
| 81     | 0.593          | -1.116 | 0.249 |
| 82     | 0.584          | -2.032 | 0.250 |
| 83     | 0.576          | 0.666  | 0.250 |
| 84     | 0.710          | 0.114  | 0.249 |

| ข้อที่ | ค่าพารามิเตอร์ |        |       |
|--------|----------------|--------|-------|
|        | a              | b      | c     |
| 85     | 0.718          | -0.003 | 0.248 |
| 86     | 0.888          | -2.645 | 0.250 |
| 87     | 0.723          | 0.673  | 0.247 |
| 88     | 0.568          | -1.511 | 0.250 |
| 89     | 0.579          | -1.133 | 0.249 |
| 90     | 0.783          | -1.500 | 0.250 |
| 91     | 0.673          | -1.511 | 0.250 |
| 92     | 0.598          | -0.634 | 0.249 |
| 93     | 0.571          | -1.610 | 0.249 |
| 94     | 0.908          | -1.562 | 0.249 |
| 95     | 0.563          | -0.156 | 0.250 |
| 96     | 0.598          | 0.171  | 0.249 |
| 97     | 0.755          | -1.522 | 0.250 |
| 98     | 1.110          | 1.116  | 0.149 |
| 99     | 0.576          | -0.242 | 0.249 |
| 100    | 0.582          | -0.286 | 0.249 |
| 101    | 0.591          | 0.948  | 0.213 |
| 102    | 0.587          | -0.598 | 0.216 |
| 103    | 0.630          | -3.253 | 0.346 |
| 104    | 0.592          | -1.703 | 0.249 |
| 105    | 0.631          | -2.351 | 0.250 |
| 106    | 0.651          | -0.785 | 0.249 |
| 107    | 0.654          | 0.545  | 0.248 |
| 108    | 0.852          | 0.522  | 0.248 |
| 109    | 0.578          | 1.171  | 0.246 |
| 110    | 0.747          | -1.741 | 0.249 |
| 111    | 0.606          | 0.480  | 0.251 |
| 112    | 0.742          | -0.277 | 0.249 |
| 113    | 0.746          | 1.708  | 0.249 |
| 114    | 0.753          | -0.687 | 0.249 |
| 115    | 0.628          | -1.778 | 0.250 |
| 116    | 0.637          | -1.707 | 0.250 |
| 117    | 0.644          | -2.264 | 0.250 |

| ข้อที่ | ค่าพารามิเตอร์ |        |       |
|--------|----------------|--------|-------|
|        | a              | b      | c     |
| 118    | 0.640          | -2.272 | 0.250 |
| 119    | 0.573          | 0.109  | 0.249 |
| 120    | 0.730          | -1.156 | 0.250 |
| 121    | 0.570          | -0.347 | 0.249 |
| 122    | 0.575          | -1.715 | 0.249 |
| 123    | 0.558          | 1.064  | 0.249 |
| 124    | 0.566          | -1.174 | 0.249 |
| 125    | 0.591          | -1.257 | 0.248 |
| 126    | 0.575          | -1.709 | 0.249 |
| 127    | 0.573          | -3.669 | 0.250 |
| 128    | 0.570          | -1.671 | 0.249 |
| 129    | 0.751          | -2.114 | 0.250 |
| 130    | 0.584          | -2.862 | 0.249 |
| 131    | 0.581          | 0.887  | 0.248 |
| 132    | 0.569          | 1.421  | 0.248 |
| 133    | 0.750          | 1.044  | 0.249 |
| 134    | 0.593          | -2.840 | 0.249 |
| 135    | 0.651          | 2.067  | 0.248 |
| 136    | 0.821          | -0.605 | 0.250 |
| 137    | 0.562          | -0.758 | 0.249 |
| 138    | 0.630          | -0.621 | 0.250 |
| 139    | 0.639          | -2.958 | 0.250 |
| 140    | 0.644          | -1.690 | 0.250 |
| 141    | 0.573          | -3.662 | 0.250 |
| 142    | 0.569          | -2.260 | 0.249 |
| 143    | 0.654          | 0.201  | 0.249 |
| 144    | 0.565          | 0.556  | 0.249 |
| 145    | 0.633          | -0.718 | 0.249 |
| 146    | 0.752          | -2.298 | 0.249 |
| 147    | 0.633          | 0.325  | 0.250 |
| 148    | 0.655          | -2.494 | 0.250 |
| 149    | 0.643          | -0.196 | 0.250 |
| 150    | 0.584          | -2.859 | 0.249 |

| ข้อที่ | ค่าพารามิเตอร์ |        |       |
|--------|----------------|--------|-------|
|        | a              | b      | c     |
| 151    | 1.193          | 1.000  | 0.153 |
| 152    | 1.184          | 1.522  | 0.151 |
| 153    | 0.573          | -2.751 | 0.367 |
| 154    | 0.582          | -3.059 | 0.249 |
| 155    | 0.591          | -1.184 | 0.249 |
| 156    | 0.915          | -0.696 | 0.249 |
| 157    | 0.853          | -1.070 | 0.250 |
| 158    | 0.582          | -2.312 | 0.250 |
| 159    | 0.806          | -0.709 | 0.249 |
| 160    | 0.590          | 0.165  | 0.249 |
| 161    | 0.590          | -1.573 | 0.249 |
| 162    | 0.599          | -2.141 | 0.250 |
| 163    | 0.723          | -1.315 | 0.250 |
| 164    | 0.595          | -2.047 | 0.250 |
| 165    | 0.585          | -2.078 | 0.250 |
| 166    | 0.587          | -2.074 | 0.250 |
| 167    | 0.599          | -1.102 | 0.249 |
| 168    | 0.588          | -0.691 | 0.249 |
| 169    | 0.611          | -0.348 | 0.249 |
| 170    | 0.444          | -2.552 | 0.249 |
| 171    | 0.618          | 0.386  | 0.248 |
| 172    | 0.597          | -0.685 | 0.249 |
| 173    | 0.604          | -1.110 | 0.249 |
| 174    | 0.731          | -0.759 | 0.248 |
| 175    | 0.704          | -2.061 | 0.249 |
| 176    | 0.407          | -1.150 | 0.249 |
| 177    | 0.588          | -0.667 | 0.249 |
| 178    | 0.340          | -2.550 | 0.249 |
| 179    | 0.640          | 0.955  | 0.246 |
| 180    | 0.609          | 0.038  | 0.248 |
| 181    | 0.615          | -0.684 | 0.249 |
| 182    | 0.714          | -2.021 | 0.249 |
| 183    | 0.809          | 0.564  | 0.249 |

| ข้อที่ | ค่าพารามิเตอร์ |        |       |
|--------|----------------|--------|-------|
|        | a              | b      | c     |
| 184    | 0.816          | -0.705 | 0.249 |
| 185    | 0.810          | 0.045  | 0.248 |
| 186    | 0.720          | -1.576 | 0.250 |
| 187    | 0.711          | -0.682 | 0.249 |
| 188    | 0.701          | -1.127 | 0.249 |
| 189    | 0.627          | -1.977 | 0.249 |
| 190    | 0.618          | 0.434  | 0.248 |
| 191    | 0.621          | 0.015  | 0.248 |
| 192    | 0.651          | -0.618 | 0.250 |
| 193    | 0.618          | -2.300 | 0.250 |
| 194    | 0.586          | 0.921  | 0.249 |
| 195    | 0.656          | 0.288  | 0.250 |
| 196    | 0.587          | -1.538 | 0.250 |
| 197    | 0.589          | -2.246 | 0.250 |
| 198    | 0.593          | -2.236 | 0.250 |
| 199    | 0.704          | 0.926  | 0.249 |
| 200    | 0.660          | -1.773 | 0.258 |
| 201    | 0.647          | -2.379 | 0.258 |
| 202    | 0.591          | 1.557  | 0.274 |
| 203    | 0.802          | 1.660  | 0.251 |
| 204    | 0.744          | -0.184 | 0.250 |
| 205    | 0.507          | -1.797 | 0.249 |
| 206    | 0.592          | 0.650  | 0.248 |
| 207    | 0.671          | -1.822 | 0.249 |
| 208    | 0.661          | -1.006 | 0.249 |
| 209    | 0.661          | -1.830 | 0.250 |
| 210    | 0.516          | -2.271 | 0.249 |
| 211    | 0.743          | -0.607 | 0.249 |
| 212    | 0.739          | -1.365 | 0.250 |
| 213    | 0.581          | -0.992 | 0.249 |
| 214    | 0.658          | -0.212 | 0.250 |
| 215    | 0.581          | -0.999 | 0.249 |
| 216    | 0.661          | 0.098  | 0.249 |

| ข้อที่ | ค่าพารามิเตอร์ |        |       |
|--------|----------------|--------|-------|
|        | a              | b      | c     |
| 217    | 0.663          | -1.822 | 0.250 |
| 218    | 0.576          | -0.945 | 0.251 |
| 219    | 0.627          | -0.167 | 0.250 |
| 220    | 0.667          | 0.444  | 0.249 |
| 221    | 0.594          | -2.282 | 0.249 |
| 222    | 0.279          | -2.939 | 0.250 |
| 223    | 0.568          | -0.644 | 0.249 |
| 224    | 0.715          | -2.263 | 0.249 |
| 225    | 0.311          | -2.877 | 0.250 |
| 226    | 0.592          | 0.524  | 0.247 |
| 227    | 0.747          | -0.567 | 0.250 |
| 228    | 0.602          | -0.081 | 0.247 |
| 229    | 0.611          | -2.075 | 0.250 |
| 230    | 0.635          | 0.579  | 0.250 |
| 231    | 0.674          | -0.628 | 0.249 |
| 232    | 0.673          | -2.316 | 0.250 |
| 233    | 0.710          | -2.162 | 0.249 |
| 234    | 0.714          | -2.070 | 0.249 |
| 235    | 0.582          | -1.815 | 0.249 |
| 236    | 0.658          | -1.819 | 0.250 |
| 237    | 0.710          | -1.873 | 0.250 |
| 238    | 0.595          | -0.353 | 0.248 |
| 239    | 0.615          | -1.869 | 0.250 |
| 240    | 0.648          | 0.146  | 0.249 |
| 241    | 0.661          | -2.321 | 0.250 |
| 242    | 0.574          | -1.007 | 0.249 |
| 243    | 0.669          | -1.372 | 0.249 |
| 244    | 0.648          | -0.233 | 0.249 |
| 245    | 0.656          | -0.578 | 0.250 |
| 246    | 0.614          | -1.968 | 0.250 |
| 247    | 0.646          | -0.585 | 0.250 |
| 248    | 0.678          | -0.644 | 0.249 |
| 249    | 0.596          | -0.326 | 0.248 |

| ข้อที่ | ค่าพารามิเตอร์ |        |       |
|--------|----------------|--------|-------|
|        | a              | b      | c     |
| 250    | 0.639          | 1.360  | 0.276 |
| 251    | 0.627          | -1.763 | 0.278 |
| 252    | 0.557          | 2.498  | 0.372 |
| 253    | 0.630          | -1.126 | 0.250 |
| 254    | 0.573          | 0.325  | 0.250 |
| 255    | 0.610          | -1.115 | 0.249 |
| 256    | 0.581          | -0.191 | 0.250 |
| 257    | 0.700          | -1.517 | 0.250 |
| 258    | 0.713          | -1.076 | 0.249 |
| 259    | 0.602          | -2.391 | 0.250 |
| 260    | 0.624          | 0.086  | 0.249 |
| 261    | 0.577          | 1.137  | 0.250 |
| 262    | 0.564          | -1.016 | 0.250 |
| 263    | 0.591          | -1.529 | 0.250 |
| 264    | 0.721          | 0.424  | 0.248 |
| 265    | 0.637          | -1.968 | 0.249 |
| 266    | 0.671          | -1.518 | 0.250 |
| 267    | 0.623          | -1.082 | 0.249 |
| 268    | 0.591          | -1.527 | 0.250 |
| 269    | 0.628          | -1.103 | 0.249 |
| 270    | 0.634          | -1.514 | 0.249 |
| 271    | 0.507          | -2.570 | 0.250 |
| 272    | 0.651          | -1.111 | 0.248 |
| 273    | 0.626          | -0.686 | 0.249 |
| 274    | 0.706          | -0.642 | 0.249 |
| 275    | 0.625          | -1.094 | 0.249 |
| 276    | 0.620          | 1.175  | 0.248 |
| 277    | 0.639          | -0.729 | 0.248 |
| 278    | 0.710          | 0.939  | 0.249 |
| 279    | 0.629          | -1.981 | 0.249 |
| 280    | 0.587          | -1.073 | 0.250 |
| 281    | 0.591          | -0.662 | 0.249 |
| 282    | 0.613          | -1.497 | 0.249 |



| ข้อที่ | ค่าพารามิเตอร์ |        |       |
|--------|----------------|--------|-------|
|        | a              | b      | c     |
| 283    | 0.595          | -1.492 | 0.250 |
| 284    | 0.635          | 0.339  | 0.248 |
| 285    | 0.515          | -2.535 | 0.250 |
| 286    | 0.623          | 1.617  | 0.247 |
| 287    | 0.594          | -0.254 | 0.249 |
| 288    | 0.707          | 0.125  | 0.249 |
| 289    | 0.704          | -1.987 | 0.250 |
| 290    | 0.595          | -0.226 | 0.249 |
| 291    | 0.708          | -1.079 | 0.249 |
| 292    | 0.592          | -1.522 | 0.250 |
| 293    | 0.630          | -1.491 | 0.249 |
| 294    | 0.703          | -1.061 | 0.249 |
| 295    | 0.510          | -2.547 | 0.250 |
| 296    | 0.705          | 0.171  | 0.249 |
| 297    | 0.634          | 0.693  | 0.247 |
| 298    | 0.563          | -1.559 | 0.250 |
| 299    | 0.800          | -1.501 | 0.250 |
| 300    | 0.465          | 2.752  | 0.272 |
| 301    | 0.710          | -1.056 | 0.272 |
| 302    | 0.640          | -0.174 | 0.378 |
| 303    | 0.564          | -1.681 | 0.249 |
| 304    | 0.571          | -1.164 | 0.249 |
| 305    | 0.702          | -1.175 | 0.249 |
| 306    | 0.582          | -2.147 | 0.250 |
| 307    | 0.716          | -1.611 | 0.249 |
| 308    | 0.582          | -0.732 | 0.249 |
| 309    | 0.561          | 0.308  | 0.250 |
| 310    | 0.597          | -1.174 | 0.249 |
| 311    | 0.590          | -1.620 | 0.249 |
| 312    | 0.684          | -1.595 | 0.249 |
| 313    | 0.647          | -1.660 | 0.250 |
| 314    | 0.650          | -0.165 | 0.250 |
| 315    | 0.594          | -2.124 | 0.249 |

| ข้อที่ | ค่าพารามิเตอร์ |        |       |
|--------|----------------|--------|-------|
|        | a              | b      | c     |
| 316    | 0.623          | -2.104 | 0.249 |
| 317    | 0.576          | -0.660 | 0.249 |
| 318    | 0.707          | -1.182 | 0.249 |
| 319    | 0.575          | -1.602 | 0.250 |
| 320    | 0.589          | 1.703  | 0.247 |
| 321    | 0.580          | 1.314  | 0.248 |
| 322    | 0.565          | 1.680  | 0.250 |
| 323    | 0.611          | -2.436 | 0.250 |
| 324    | 0.577          | 0.564  | 0.249 |
| 325    | 0.582          | 1.354  | 0.248 |
| 326    | 0.566          | -0.238 | 0.249 |
| 327    | 0.626          | -2.176 | 0.249 |
| 328    | 0.576          | -1.605 | 0.250 |
| 329    | 0.582          | -1.122 | 0.249 |
| 330    | 0.664          | -2.788 | 0.250 |
| 331    | 0.598          | -1.468 | 0.250 |
| 332    | 0.575          | -1.154 | 0.249 |
| 333    | 0.588          | 0.438  | 0.248 |
| 334    | 0.575          | -0.698 | 0.249 |
| 335    | 0.647          | -1.081 | 0.250 |
| 336    | 0.656          | 0.832  | 0.250 |
| 337    | 0.711          | -1.614 | 0.249 |
| 338    | 0.591          | -2.214 | 0.250 |
| 339    | 0.591          | -2.213 | 0.250 |
| 340    | 0.659          | -1.604 | 0.250 |
| 341    | 0.584          | -1.171 | 0.249 |
| 342    | 0.595          | -2.102 | 0.249 |
| 343    | 0.589          | -0.677 | 0.249 |
| 344    | 0.565          | -1.101 | 0.250 |
| 345    | 0.580          | 0.617  | 0.249 |
| 346    | 0.666          | 0.274  | 0.250 |
| 347    | 0.581          | -2.332 | 0.250 |
| 348    | 0.652          | 0.344  | 0.250 |

| ข้อที่ | ค่าพารามิเตอร์ |        |       |
|--------|----------------|--------|-------|
|        | a              | b      | c     |
| 349    | 0.633          | -1.057 | 0.251 |
| 350    | 0.369          | 2.703  | 0.263 |
| 351    | 0.589          | -1.946 | 0.268 |
| 352    | 0.631          | -1.289 | 0.376 |
| 353    | 0.704          | -0.974 | 0.250 |
| 354    | 0.700          | -1.721 | 0.250 |
| 355    | 0.708          | -0.608 | 0.249 |
| 356    | 0.683          | -0.860 | 0.250 |
| 357    | 0.569          | 0.254  | 0.250 |
| 358    | 0.557          | 0.378  | 0.251 |
| 359    | 0.587          | -1.300 | 0.250 |
| 360    | 0.701          | -0.581 | 0.249 |
| 361    | 0.704          | -0.841 | 0.250 |
| 362    | 0.611          | 2.424  | 0.247 |
| 363    | 0.626          | -1.701 | 0.249 |
| 364    | 0.632          | -2.123 | 0.250 |
| 365    | 0.618          | -1.647 | 0.250 |
| 366    | 0.610          | -0.954 | 0.249 |
| 367    | 0.620          | -1.292 | 0.249 |
| 368    | 0.584          | 0.167  | 0.249 |
| 369    | 0.582          | 0.187  | 0.250 |
| 370    | 0.615          | 0.032  | 0.248 |
| 371    | 0.577          | -1.228 | 0.250 |
| 372    | 0.504          | 1.793  | 0.250 |
| 373    | 0.703          | -1.222 | 0.250 |
| 374    | 0.589          | 0.499  | 0.249 |
| 375    | 0.697          | -0.922 | 0.249 |
| 376    | 0.630          | -2.164 | 0.249 |
| 377    | 0.654          | -1.217 | 0.251 |
| 378    | 0.601          | -1.292 | 0.249 |
| 379    | 0.661          | 0.098  | 0.249 |
| 380    | 0.563          | -1.822 | 0.250 |

จากตารางที่ 15 แสดงข้อสอบวิชาคอมพิวเตอร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากจำนวนข้อสอบทั้งหมด 380 ข้อ มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์ข้อสอบคุณภาพ จำนวน 353 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) ตั้งแต่ 0.557 ถึง 1.704 ค่าความยากของข้อสอบ (b) ตั้งแต่ -2.500 ถึง 2.261 และค่าการเดาของข้อสอบ (c) ตั้งแต่ 0.036 ถึง 0.300

## ตอนที่ 2 ผลการจัดทำคลังข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)

การจัดทำคลังข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) เป็นการรวบรวมข้อสอบและการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบโดยใช้หลักการตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (CAT)

จากการศึกษาทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) อย่างละเอียดผู้วิจัยเลือกวิธีการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบที่มีความละเอียดมากที่สุด เนื่องจากให้ผลการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบทั้งหมด 3 ค่า คือ ค่าความยากของข้อสอบ (b) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) และค่าการเดาของข้อสอบ (c) ซึ่งการจัดทำคลังข้อสอบจะต้องคำนึงถึงมาตรฐานของข้อสอบด้วย เพื่อให้คลังข้อสอบบรรจุข้อสอบที่มีคุณภาพและมาตรฐานโดยหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบได้กำหนดหลักการของคัดเลือกข้อสอบที่จะนำมาใช้ในการจัดทำคลังข้อสอบ ดังนี้

- 1) ค่าความยากของข้อสอบ (b) มีค่าระหว่าง ถึง ในทางปฏิบัติจะมีค่าตั้งแต่ -2.50 ถึง 2.50
- 2) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) มีค่าระหว่าง ถึง ในทางปฏิบัติจะมีค่าตั้งแต่ 0.50 ถึง 2.50
- 3) ค่าการเดาของข้อสอบ (c) มีค่าระหว่าง 0.00 ถึง 1.00 ในทางปฏิบัติจะมีค่าไม่เกิน 0.30

จากข้อกำหนดดังกล่าวข้างต้นได้นำข้อกำหนดในทางปฏิบัติมาใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่จะนำมาใช้ในการจัดทำคลังข้อสอบสำหรับการจัดการสอบในรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)

ผลการจัดทำคลังข้อสอบ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีดังนี้

1. คัดเลือกข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่วิเคราะห์ตามหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ คัดเลือกตามเกณฑ์ (Urry, 1977) โดยนำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์มาจัดทำคลังข้อสอบ (Item Bank) ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 16 จำนวนข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

| จำนวนข้อสอบทั้งหมด | จำนวนข้อสอบ (ผ่านเกณฑ์) | จำนวนข้อสอบ (ไม่ผ่านเกณฑ์) | ร้อยละของข้อสอบที่ผ่าน |
|--------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------|
| 380                | 353                     | 27                         | 92.89                  |

จากตารางที่ 16 แสดงจำนวนข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 380 ข้อ เป็นข้อสอบที่สมบูรณ์แบบหลายตัวเลือก (Multiple Choice) ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 380 ข้อ มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบ จำนวน 353 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 92.89

2. การวิเคราะห์และการคัดเลือกข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามหลักการทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ เพื่อนำข้อสอบที่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดมาจัดทำคลังข้อสอบที่จะนำมาใช้กับโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ผลการวิเคราะห์คุณภาพ และการคัดเลือกข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังตารางที่ 17

เกณฑ์ที่ใช้ในวิเคราะห์คุณภาพ และการคัดเลือกข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีดังนี้

ค่าความยากเฉลี่ยมากกว่า 2.0000 หมายถึง ข้อสอบยากมาก

ค่าความยากเฉลี่ยตั้งแต่ 1.0001 ถึง 2.0000 หมายถึง ข้อสอบยาก

ค่าความยากเฉลี่ยตั้งแต่ 0.5001 ถึง 1.0000 หมายถึง ข้อสอบค่อนข้างยาก

ค่าความยากเฉลี่ยตั้งแต่ -0.4999 ถึง 0.5000 หมายถึง ข้อสอบปานกลาง

ค่าความยากเฉลี่ยตั้งแต่ -0.9999 ถึง -0.5000 หมายถึง ข้อสอบค่อนข้างง่าย

ค่าความยากเฉลี่ยตั้งแต่ -2.0000 ถึง -1.0000 หมายถึง ข้อสอบง่าย

ค่าความยากเฉลี่ยน้อยกว่า -2.0000 หมายถึง ข้อสอบง่ายมาก

**ตารางที่ 17** ผลการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

| จำนวนข้อสอบทั้งหมด | จำนวนข้อสอบ (ผ่านเกณฑ์) | ค่าความยากของข้อสอบ (b) เฉลี่ย | ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) เฉลี่ย | ค่าการเดาของข้อสอบ (c) เฉลี่ย | การแปลความหมาย |
|--------------------|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------|
| 380                | 353                     | -0.8231                        | 0.6428                            | 0.2512                        | ค่อนข้างง่าย   |

ในการจัดทำคลังข้อสอบวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยนำข้อสอบ หาค่าความยากของข้อสอบ (b) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) และค่าการเดาของข้อสอบ (c) บันทึกในคลังข้อสอบ ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยใช้ฐานข้อมูล MySQL เป็นฐานข้อมูลที่ไม่เสียค่าใช้จ่าย

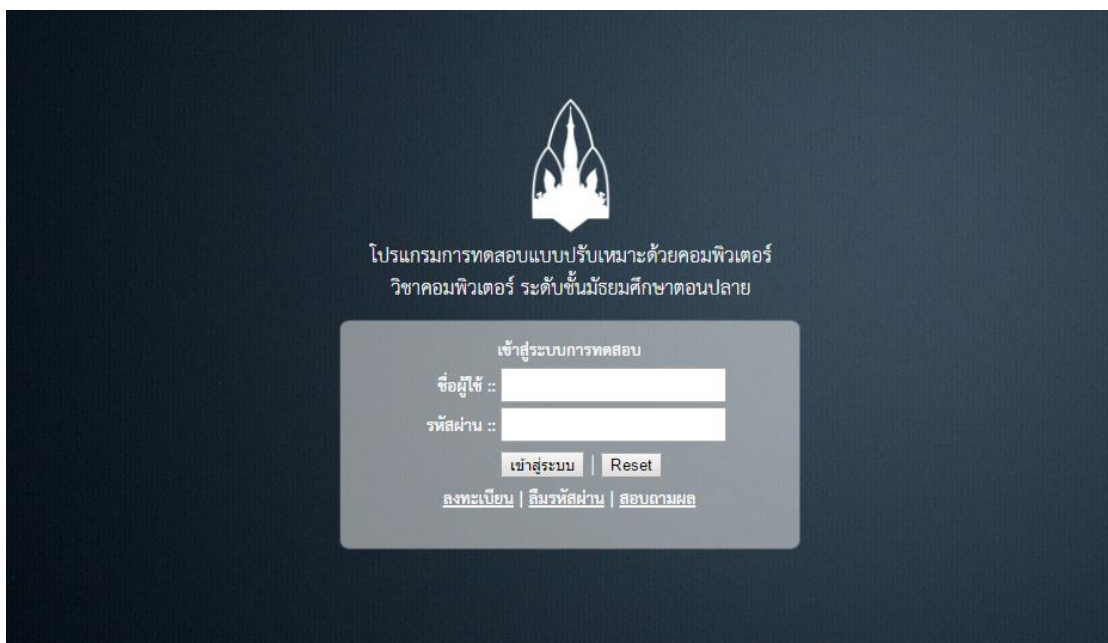
จากขั้นตอนดังกล่าวทำให้ได้คลังข้อสอบ สำหรับใช้ในการจัดสอบ ด้วยโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (CAT)

### ตอนที่ 3 ผลการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Adaptive Testing: CAT) ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ในรูปแบบ Web Application ซึ่งเป็นโปรแกรมทดสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (CAT) มีดังนี้

#### 1. รูปแบบโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (CAT)

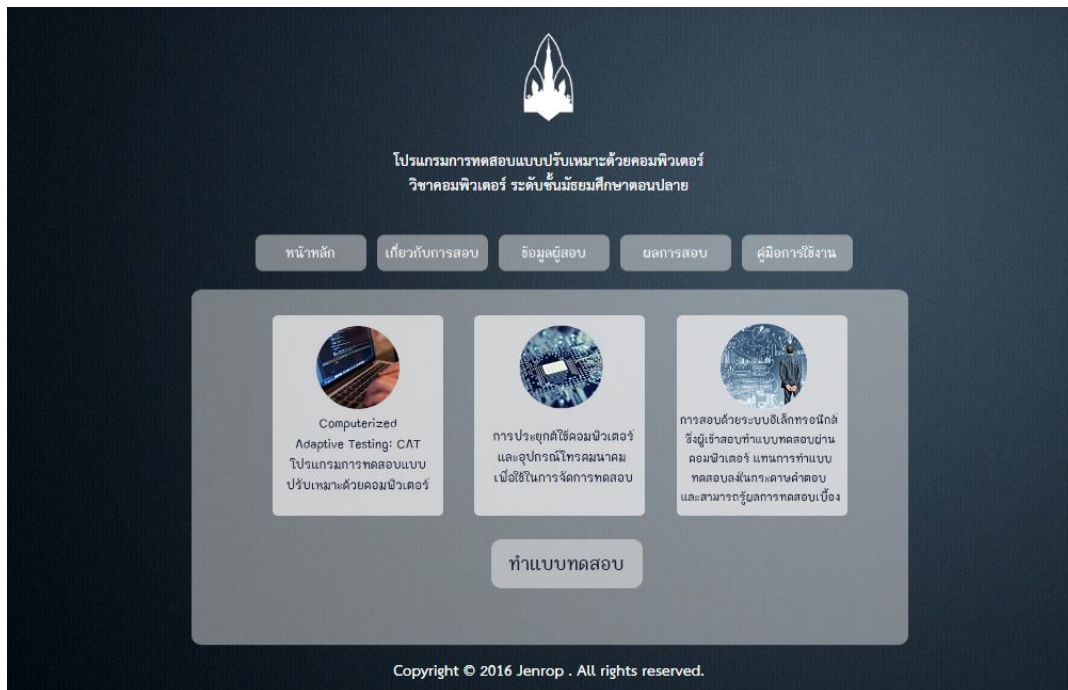
1.1 หน้าจอแรกของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แสดงตามภาพที่ 33



ภาพที่ 33 หน้าจอแรกของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากภาพที่ 33 เป็นหน้าแรกของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ซึ่งจะประกอบไปด้วยหน้าเข้าสู่ระบบ ซึ่งเป็นส่วนสำหรับผู้ที่เคยลงทะเบียนไว้แล้ว นอกจากนี้ยังมีข้อความ “ลงทะเบียน” ซึ่งจะนำสู่หน้าสำหรับลงทะเบียนก่อนทำการทดสอบ ข้อความ “ลิ้งรหัสผ่าน” สำหรับผู้ที่จำรหัสผ่านตัวเองไม่ได้ สามารถคลิกเพื่อรับรหัสผ่านทาง E-mail และข้อความ “สอบถามผล” จะเป็นส่วนสำหรับตรวจสอบผล โดยที่ไม่ต้องเข้าสู่ระบบ อาจจะเป็นการตรวจสอบหรือการกระทำจากคนอื่น ๆ ได้ที่ไม่ใช่เจ้าของผู้ทดสอบ

## 1.2 หน้าจอหลักของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แสดงตามภาพที่ 34



ภาพที่ 34 หน้าจอหลักของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากภาพที่ 34 เป็นหน้าจอหลักของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะประกอบไปด้วย “หน้าหลัก” หมายถึงหน้าจอหลักหรือหน้าเดิมที่แสดงผลอยู่ “เกี่ยวกับการสอบ” คือหน้าที่จะอธิบายถึงการทดสอบนี้ เกี่ยวกับที่มา หลักการและแนวคิด วิธีการวัด เป็นต้น “ข้อมูลผู้สอบ” หน้าจอนี้จะอธิบายถึงข้อมูลของผู้สอบ รายละเอียดผลการสอบต่างๆ “ผลการสอบ” จะเป็นหน้าจอสำหรับรายงานผลการสอบทุกครั้งที่เคยสอบมาแล้ว และ “คู่มือการใช้งาน” หน้าจอนี้จะเป็นหน้าสำหรับอธิบายการใช้งานโปรแกรมนี้ อธิบายขั้นตอนวิธีการใช้งานอย่างละเอียด ในส่วนของกล่องข้อความ 3 กล่องนั้น จะเป็นการนำเสนอเกี่ยวกับโปรแกรมนี้อธิบายเรื่องที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะเปลี่ยนกันไปเรื่อย ๆ และส่วนสุดท้าย “ทำแบบทดสอบ” เป็นปุ่มสำหรับนำไปสู่หน้าก่อนเริ่มการทดสอบ ซึ่งจะอธิบายวิธีการก่อนเริ่มการทดสอบจริงอีกครั้ง

## 1.3 หน้าจอเกี่ยวกับการจัดสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แสดงตามภาพที่ 35

  
 โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์  
 วิชาคอมพิวเตอร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

[หน้าหลัก](#)   [เกี่ยวกับการสอบ](#)   [ข้อมูลผู้สอบ](#)   [ผลการสอบ](#)   [คู่มือการใช้งาน](#)

โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์วิชาคอมพิวเตอร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการรวบรวมข้อสอบ และการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบโดยใช้หลักการตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (CAT)

จากการศึกษาทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) อย่างละเอียดผู้วิจัยเลือกวิธีการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบที่มีความละเอียดมากที่สุด เนื่องจากให้ผลการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบทั้งหมด 3 ค่า คือ ค่าความยากของข้อสอบ (b) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) และค่าการเดาของข้อสอบ (c) ซึ่งการจัดทำคลังข้อสอบจะต้องคำนึงถึงมาตรฐานของข้อสอบด้วย เพื่อให้คลังข้อสอบบรรจุข้อสอบที่มีคุณภาพและมาตรฐานโดยหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบได้กำหนดหลักการของคัดเลือกข้อสอบที่จะนำมาใช้ในการจัดทำคลังข้อสอบ

- 1) ค่าความยากของข้อสอบ (b) มีค่าระหว่าง ถึง ในทางปฏิบัติจะมีค่าตั้งแต่ -2.50 ถึง 2.50
- 2) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) มีค่าระหว่าง ถึง ในทางปฏิบัติจะมีค่าตั้งแต่ 0.50 ถึง 2.50
- 3) ค่าการเดาของข้อสอบ (c) มีค่าระหว่าง 0.00 ถึง 1.00 ในทางปฏิบัติจะมีค่าไม่เกิน 0.30

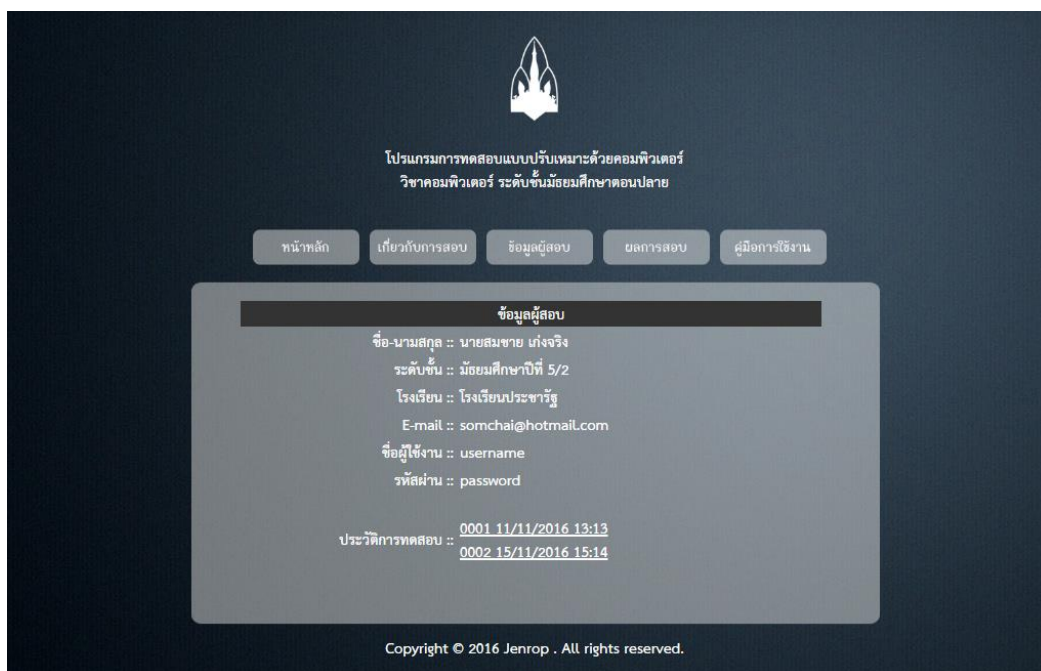
Copyright © 2016 Jenrop . All rights reserved.

ภาพที่ 35 หน้าจอเกี่ยวกับการจัดสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากภาพที่ 35 เป็นหน้าจอเกี่ยวกับการจัดสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งหน้านี้จะอธิบายถึงที่มาและความสำคัญของการจัดทำ ข้อสอบใน Item Bank นั้น เป็นข้อสอบวิชาอะไร เรื่องอะไรบ้าง จำนวนกี่ข้อ รวมทั้งอธิบายถึงการได้มาซึ่งข้อสอบเหล่านั้นว่ามีการตรวจสอบคุณภาพแบบไหน ซึ่งในวิจัยเล่มนี้ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบที่มีความละเอียดมากที่สุด โดยวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบทั้งหมด 3 ค่า คือ ค่าความยากของข้อสอบ (b) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) และค่าการเดาของข้อสอบ (c) โดยมีการอธิบายถึงค่าที่เหมาะสม ที่ผู้วิจัยคัดเข้ามาใน Item Bank นอกจากนี้ยังได้ อธิบายถึงเกณฑ์การประมาณค่าความสามารถ และการแปลผลค่าความสามารถของผู้เรียนไว้ให้เข้าใจด้วย

1.4 หน้าจอข้อมูลผู้สอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ แสดงตามภาพที่ 36

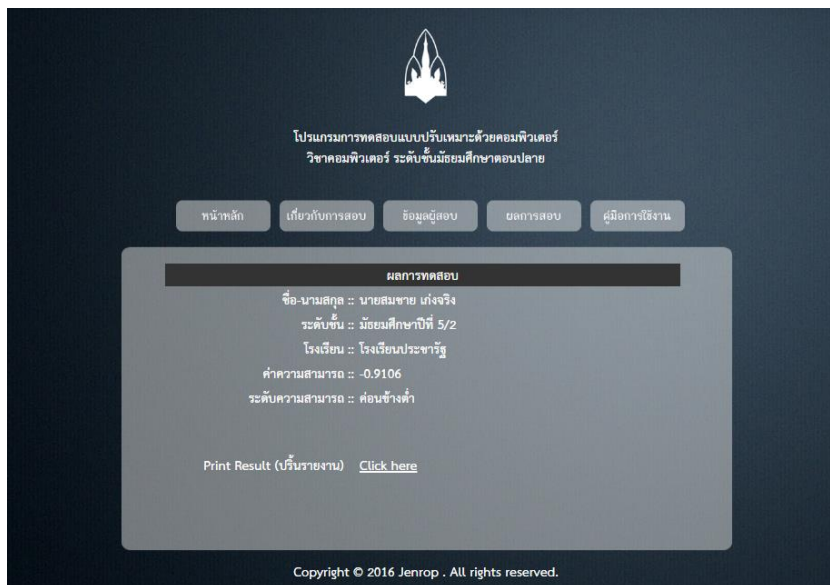




ภาพที่ 36 หน้าจอข้อมูลผู้สอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากภาพที่ 36 เป็นหน้าจอแสดงข้อมูลผู้สอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งเมื่อเข้ามาในส่วนนี้ก็จะพบกับข้อมูลของผู้เข้าสอบเอง โดยจะพบ ชื่อ-นามสกุล, ระดับชั้น, โรงเรียน, E-mail, ชื่อผู้ใช้งาน, รหัสผ่าน และประวัติการทดสอบ โดยที่ข้อมูลเหล่านี้ผู้สอบจะเป็นผู้กรอกเข้ามาตั้งแต่การลงทะเบียนก่อนเริ่มการทดสอบ และส่วนสุดท้ายคือ ประวัติการทดสอบในส่วนนี้จะแสดงข้อมูลก็ต่อเมื่อผู้ทดสอบนั้นเคยทดสอบมาแล้ว โดยประวัติการทดสอบในส่วนนี้จะบันทึกข้อมูลเก็บไว้ทุกครั้งที่มีการทดสอบ โดยจะจัดเก็บข้อมูลทั้งหมดไว้

1.5 หน้าจอผลการสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ แสดงตามภาพที่ 37



ภาพที่ 37 หน้าจอผลการสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากภาพที่ 37 จะพบว่ามีปุ่ม “Click here” ซึ่งเป็นปุ่มสำหรับการพิมพ์รายงานคะแนนออกมาในรูปแบบไฟล์เอกสาร .pdf ดังแสดงในภาพที่ 38

| รายงานผลการทดสอบ  |                            |
|---|----------------------------|
| โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ รายวิชาคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย |                            |
| THE COMPUTERIZED ADAPTIVE TESTING PROGRAM FOR COMPUTER SUBJECT AT THE SENIOR HIGH SCHOOL      |                            |
| ข้อมูลผู้สอบ  |                            |
| ชื่อ-นามสกุล  | นายสมชาย เก่งจริง          |
| ระดับชั้น: มัธยมศึกษาปีที่ 5/2  | โรงเรียน: โรงเรียนประชารัฐ |
| E-mail: somchai@hotmail.com   | ชื่อผู้ใช้: username       |
| ผลการสอบ  |                            |
| ค่าความสามารถ   | -0.9106                    |
| ระดับความสามารถ   | ค่อนข้างต่ำ                |

ภาพที่ 38 แบบรายงานผลการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากภาพที่ 38 จะเป็นแบบรายงานผลการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ซึ่งก็จะประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนหัว แสดงถึงผู้จัดสอบ ส่วนข้อมูลผู้สอบจะแสดงรายละเอียดข้อมูลส่วนตัว ส่วนผลการสอบ จะแสดงระดับความสามารถ และส่วนสุดท้าย จะเป็นเกณฑ์การประเมินค่าความสามารถและการแปลผล

1.6 หน้าจอลงทะเบียนของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์  
แสดงตามภาพที่ 39

ภาพที่ 39 หน้าจอลงทะเบียนของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ รายวิชา  
เทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากภาพที่ 39 เป็นหน้าจอการลงทะเบียนของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วย  
คอมพิวเตอร์ เป็นหน้าสำหรับการลงทะเบียน ซึ่งจะประกอบไปด้วยช่องสำหรับกรอกข้อมูล ดังนี้ ชื่อ-  
นามสกุล ระดับชั้น โรงเรียน E-mail ชื่อผู้ใช้งาน และรหัสผ่าน

## 2. การตรวจสอบความเหมาะสมของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วย คอมพิวเตอร์

ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การตรวจสอบโปรแกรมการทดสอบแบบปรับ  
เหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โดยผู้วิจัย 2) การตรวจสอบความเหมาะสมของโปรแกรมการทดสอบแบบ  
ปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

2.1 การตรวจสอบความเหมาะสมของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์  
โดยผู้วิจัยเป็นการตรวจสอบหาข้อบกพร่องของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วย  
คอมพิวเตอร์ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจสอบด้วยตนเอง ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวมีข้อบกพร่อง ดังนี้

2.1.1 โปรแกรมไม่สามารถเพิ่ม หรือเปลี่ยนแปลง Username ในส่วนการจัดการ  
ทดสอบได้

2.1.2 ข้อบกพร่องอื่นๆ ที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน ผู้วิจัยได้แก้ไขข้อบกพร่องของ  
โปรแกรมที่เกิดขึ้นจนโปรแกรมสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยมีข้อบกพร่องน้อยที่สุด

2.2 การตรวจสอบความเหมาะสมของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ เป็นการตรวจสอบความเหมาะสมของโปรแกรมก่อนที่จะนำโปรแกรมดังกล่าวไปเก็บข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยนำโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ พร้อมคู่มือการใช้งานส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ จำนวน 2 คน ดังนี้

2.2.1 อ.ดร.สมพงษ์ พันธุ์รัตน์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาบัณฑิตและประเมินผล การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

2.2.2 ผศ.ดร.จตุภูมิ จัสตุรัส อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาบัณฑิตและประเมินผล การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 คน ได้ตรวจสอบความเหมาะสมและประเมินโปรแกรมก่อนที่จะนำโปรแกรมดังกล่าวไปเก็บข้อมูล ผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ

#### ตอนที่ 4 อภิปรายผลการวิจัย

##### 4.1 อภิปรายผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบที่ใช้สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบที่ใช้สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) ประกอบด้วย ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) ค่าความยากของข้อสอบ (b) และค่าการเดาของข้อสอบ (c) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Xcalibre Version 42 สำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ซึ่งมีเกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบ คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) มีค่าตั้งแต่ 0.50 ถึง 2.50 ค่าความยากของข้อสอบ (b) มีค่าตั้งแต่ -2.50 ถึง 2.50 และค่าการเดาของข้อสอบ (c) มีค่าไม่เกิน 0.30 (Urry, 1977)

โดยมีเกณฑ์การประเมินค่าความยากของข้อสอบ (b) ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย คือค่าความยากเฉลี่ยมากกว่า 2.0000 หมายถึง ข้อสอบยากมาก ค่าความยากเฉลี่ยตั้งแต่ 1.0001 ถึง 2.0000 หมายถึง ข้อสอบยาก ค่าความยากเฉลี่ยตั้งแต่ 0.5001 ถึง 1.0000 หมายถึง ข้อสอบค่อนข้างยาก ค่าความยากเฉลี่ยตั้งแต่ -0.4999 ถึง 0.5000 หมายถึง ข้อสอบปานกลาง ค่าความยากเฉลี่ยตั้งแต่ -0.9999 ถึง -0.5000 หมายถึง ข้อสอบค่อนข้างง่าย ค่าความยากเฉลี่ยตั้งแต่ -2.0000 ถึง -1.0000 หมายถึง ข้อสอบค่อนข้างง่าย ค่าความยากเฉลี่ยน้อยกว่า -2.0000 หมายถึง ข้อสอบง่ายมาก

##### 4.2 อภิปรายผลการจัดทำคลังข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)

การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (CAT) เป็นการทดสอบที่จัดข้อสอบให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เข้าสอบ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของการตอบข้อสอบข้อที่ผ่านมาของผู้เข้าสอบ กล่าวคือ เมื่อผู้เข้าสอบทำข้อสอบข้อเริ่มต้นหรือชุดเริ่มต้น (ขึ้นอยู่กับการออกแบบการทดสอบ) แล้วนำผลการตอบข้อสอบมาวิเคราะห์หรือประเมินระดับความสามารถของผู้เข้าสอบ เพื่อที่จะคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปที่เหมาะสม โดยอาศัยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) เป็นพื้นฐาน ซึ่งมี

วิธีดำเนินการ 5 ขั้นตอน คือ 1) การสร้างคลังข้อสอบ (Create Item Bank) เป็นขั้นตอนที่ต้องพิจารณาขนาดของคลังข้อสอบ และเงื่อนไขต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดมาจัดเก็บในคลังข้อสอบ 2) การคัดเลือกข้อสอบข้อเริ่มต้น (First Item Selection) เป็นขั้นตอนที่ต้องพิจารณาคัดเลือกข้อสอบข้อเริ่มต้นที่มีความเหมาะสมกับผู้เข้าสอบ ซึ่งควรเป็นข้อสอบที่มีค่าความยากของข้อสอบ (b) ระดับปานกลาง 3) การคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป (Next Item Selection) เป็นขั้นตอนที่ต้องพิจารณาคัดเลือกข้อสอบตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยอาศัยผลการตอบข้อสอบ ข้อก่อนหน้ามาร่วมพิจารณาด้วย 4) การประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบ (Calculate Possible Ability Levels) เป็นการประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบหลังจากตอบข้อสอบแล้ว และ 5) เกณฑ์การยุติการทดสอบ (Termination Criterion) คือ การสิ้นสุดการทดสอบ เมื่อผู้เข้าสอบทดสอบครบตามเงื่อนไขหรือเกณฑ์ที่กำหนดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์จะขาดขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งไม่ได้ เนื่องจากแต่ละขั้นตอนมีการดำเนินการที่มีความสัมพันธ์กัน (Thompson & Weiss, 2011, p. 2)

การจัดทาค้างข้อสอบวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) เป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากคลังข้อสอบจะส่งผลต่อการจัดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ดังนั้น ควรจัดทำคลังข้อสอบที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งข้อสอบที่นำมาบรรจุในคลังข้อสอบต้องผ่านการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักเกณฑ์ และเงื่อนไขของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ซึ่งตามหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบนั้น มีวิธีการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบหลายวิธี เช่น การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบ แบบ 1 พารามิเตอร์ โมเดลการตอบสนองของข้อสอบ แบบ 2 พารามิเตอร์ และโมเดลการตอบสนองของข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบที่นำมาใช้กับคลังข้อสอบในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ควรมีความละเอียดมากที่สุด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ โดยใช้โมเดลของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากโมเดลของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ สามารถวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบได้ทั้งค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) ค่าความยากของข้อสอบ (b) และค่าการเดาของข้อสอบ (c)

คลังข้อสอบที่จะนำมาใช้กับโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์มีข้อสอบในคลังข้อสอบทั้งหมด 353 สอดคล้องกับ (Allen & Yen, 1979, p. 140) คลังข้อสอบที่ดีจะต้องมีจำนวนข้อสอบเท่ากับ  $2^n$  เมื่อ n คือ จำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้ทดสอบ เช่น ถ้าต้องการทดสอบประมาณ 10 ข้อ ต้องมีข้อสอบในคลัง 1,024 ข้อหากต้องการทดสอบแบบกำหนดจำนวนข้อที่จะใช้คงที่เหมือนกันทุกคน จำนวนในคลังข้อสอบ ควรมีข้อสอบอย่างน้อย  $n(n+1)/2$  ข้อ เช่น ถ้าต้องการทดสอบ 10 ข้อ ต้องมีข้อสอบในคลัง 55 ข้อ โดยที่ข้อสอบในแต่ละข้อจะต้องมีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) ตั้งแต่ 0.50 ถึง 2.50 ส่วนค่าความยากของข้อสอบ (b) นั้น ควรมีค่าตั้งแต่ -2.50 ถึง 2.50 และค่าการเดาของข้อสอบ (c) ไม่ควรเกิน 0.30 ซึ่งจะต้องมุ่งคุณลักษณะหรือความสามารถของผู้เข้าสอบ และครอบคลุมระดับความสามารถของผู้เข้าสอบที่แตกต่างกัน

### 4.3 อภิปรายผลการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ในครั้งนี้ เป็นการพัฒนาโปรแกรมในรูปแบบของ Web Application โดยใช้ภาษา PHP ในการเขียนพัฒนาโปรแกรมใช้ซอฟต์แวร์ MySQL เป็นระบบในการจัดการฐานข้อมูล ข้อดีของ MySQL ใช้งานได้ง่าย สามารถเชื่อมต่อถึงกันตรงๆ ผ่าน Unix Socket ให้ผลลัพธ์ที่รวดเร็ว ในกรณีที่เครื่องทำงานปกติ CPU เร็วพอ และการใช้งานไม่ซับซ้อน และไม่เสียค่าใช้จ่าย และใช้ภาษา SQL เป็นคำสั่งในการเชื่อมโยงข้อมูลในฐานข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตามแนวคิดของวงจรการพัฒนา (System Development Life Cycle: SDLC) (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 42-45) โดยมีขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม 6 ขั้นตอน คือ 1) วิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม เป็นขั้นตอนที่วิเคราะห์รูปแบบวัตถุประสงค์ของโปรแกรม รวมทั้งวิเคราะห์แผนผังบริบท (Context Diagram) เพื่อหา Source Destination และการจัดทำผังการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) เพื่อแสดงให้เห็นภาพรวมของโปรแกรมทั้งข้อมูลและการทำงานของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ 2) ออกแบบฐานข้อมูล เป็นขั้นตอนที่ออกแบบลักษณะของข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บลงในโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น 3) พัฒนาโปรแกรม เป็นขั้นตอนที่นำรูปแบบโครงสร้างของหน้าจอต่าง ๆ ที่ออกแบบไว้ และข้อสอบที่วิเคราะห์ไว้แล้ว มาพัฒนาโปรแกรมตามวัตถุประสงค์ 4) ทดสอบและแก้ไขโปรแกรม เป็นขั้นตอนของการทดลองใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น เพื่อค้นหาและแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการพัฒนา 5) จัดทำคู่มือการใช้โปรแกรม เป็นขั้นตอนที่จัดทำเอกสารการใช้งานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น และ Adobe Dreamweaver CS6 เป็นเครื่องมือในการพัฒนา ส่วนระบบจัดการฐานข้อมูลใช้ MySQL Database และใช้ภาษา PHP ในการพัฒนา ซึ่งระบบที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นนั้น มีการทำงาน ในรูปแบบของ Web Application

สำหรับการตรวจสอบโปรแกรมจากการทดลองใช้โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ในการวิจัยนี้มี 3 ขั้นตอน คือ 1) ผู้วิจัยตรวจสอบโปรแกรมด้วยตนเอง เพื่อหาจุดบกพร่องเบื้องต้น 2) การตรวจสอบความเหมาะสมของโปรแกรมจากผู้เชี่ยวชาญ 2 คน โดยผู้เชี่ยวชาญมีความรู้ทางด้านการศึกษาหรือการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และ 3) การตรวจสอบโปรแกรม โดยผู้ทดลองใช้โปรแกรมเพื่อหาจุดบกพร่องในการใช้โปรแกรม ผู้ทดลองใช้ที่ตรวจสอบโปรแกรมในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งผู้วิจัยได้แก้ไขตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ และผู้ทดลองใช้แล้ว

โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น เป็นโปรแกรมในรูปแบบ Web Application ซึ่งผู้เข้าสอบสามารถเข้ามาทดสอบที่ใด เวลาใดก็ได้ โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการตรวจสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโดยแบ่งหน้าจอโปรแกรมออกเป็น 5 ส่วน คือ 1) หน้าแรก เป็นหน้าจอแรกของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการตรวจสอบรายวิชาเทคโนโลยี

สารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) 2) การลงทะเบียนสอบเป็นส่วนที่ผู้เข้าสอบลงทะเบียนการทดสอบก่อนเข้าสอบ 3) การทดสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) โดยใช้หลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) ในรูปแบบของ โมเดลแยกทางแบบแปรผัน (Variable Branching Model) ซึ่งเป็นส่วนที่ให้ผู้เข้าสอบเข้าทดสอบระดับความรู้ขั้นพื้นฐานของตนเอง 4) ผลการทดสอบเป็นส่วนที่แสดงผลการทดสอบให้ผู้เข้าสอบทราบ และ 5) คู่มือการใช้งาน เป็นส่วนที่อธิบายขั้นตอนการใช้งานของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

สำหรับการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ในการวิจัยครั้งนี้ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งได้ประเมินโปรแกรมว่ามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มากที่สุดมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์นอกจากนี้โปรแกรมนี้ยังรองรับการนำไปพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อให้โปรแกรมมีความสมบูรณ์มากขึ้นไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาในส่วนของการบริหารจัดการข้อสอบ การบริหารการจัดการทดสอบ และส่วนรายงานผลการทดสอบ

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จัดทำคลังข้อสอบ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายและพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย วิธีการดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์โดยใช้โปรแกรม Xcalibre Version 42 2) การจัดทำคลังข้อสอบโดยใช้ฐานข้อมูล MySQL ที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Xcalibre Version 42 ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์บรรจุในคลังข้อสอบ 3) การพัฒนาโปรแกรมในรูปแบบของ Web Application โดยใช้ภาษา PHP พัฒนาโปรแกรมใช้ MySQL เป็นฐานข้อมูลและใช้ภาษา SQL เป็นคำสั่งเชื่อมโยงข้อมูลในฐานข้อมูล พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตามหลักการของวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Circle: SDLC) (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 42-45) และขั้นตอนการดำเนินการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ของ Thompson & Weiss, 2011, p. 2) ที่ใช้กับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ และ 4) การประเมินความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดสอบ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ค่าความยากของข้อสอบ (b) เฉลี่ยเท่ากับ  $-0.8231$  ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) เฉลี่ยเท่ากับ  $0.6428$  และค่าการเดาของข้อสอบ (c) เฉลี่ยเท่ากับ  $0.2512$  แสดงให้เห็นว่า ข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีค่าความยากของข้อสอบ (b) เฉลี่ยค่อนข้างง่าย ข้อสอบที่ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์

2. ผลการจัดทำคลังข้อสอบ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถบรรจุข้อสอบแบบหลายตัวเลือก (4 ตัวเลือก) ได้ไม่จำกัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของ Server โดยได้บรรจุข้อสอบ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่วิเคราะห์ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ และผ่านเกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบ จำนวน 353 ข้อ

3. ผลการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นโปรแกรม



การจัดการทดสอบในรูปแบบของ Web Application มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญในด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรม ด้านความถูกต้อง และความปลอดภัยในการใช้งานด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม และด้านความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม

## 5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการจัดทำคลังข้อสอบและพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถนำไปใช้ได้ ดังนี้

1. สามารถนำโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ไปใช้เพื่อสอบ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. นักเรียนหรือผู้สนใจสามารถเข้าใช้โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ได้ทุกที่ ทุกเวลาที่ต้องการ
3. การนำโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์มาใช้ในการนำร่องกับโรงเรียน หรือการนำไปใช้งานจริงในอนาคต

## 5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

จากผลการวิจัย เรื่องการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป ดังนี้

1. การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการพัฒนาโปรแกรม สำหรับการจัดสอบ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เท่านั้น ดังนั้น ควรพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบในรายวิชาอื่นๆด้วย
2. ข้อสอบที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือกมีลักษณะตรวจให้คะแนนแบบ 2 ค่า (ตอบถูกต้องคะแนน 1 คะแนนและตอบผิดได้คะแนน 0 คะแนน) เท่านั้น ดังนั้นควรศึกษาวิจัยกับข้อสอบที่มีลักษณะตรวจให้คะแนนแบบหลายค่าได้ด้วย
3. การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการทดสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายครั้งนี้ ยังไม่มีการตรวจสอบอัตราส่วนการใช้ข้อสอบซ้ำในการทดสอบแต่ละครั้ง ดังนั้น ควรมีการวิจัยตรวจสอบอัตราส่วนการใช้ข้อสอบซ้ำในการทดสอบแต่ละครั้งด้วย

## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ, (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.  
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ดิเรก หอมจันทร์. (2555). การพัฒนาแบบทดสอบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบสำหรับการเรียนการสอนแบบอีเลิร์นนิ่ง (E-Learning) รายวิชา 4000107: เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต. *The Eighth National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT)*, 396-402.
- ทิพย์ ขาอยู่. (2556). การพัฒนาวิธีวินิจฉัยทักษะการอ่านภาษาอังกฤษโดยใช้โมเดลลำดับชั้น  
คุณลักษณะ: การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์. *วารสารวิทยาการวิจัยและ  
วิทยาการปัญญา*, 10(2), 55-70.
- พัชรี ยาเที่ยง. (2554). การพัฒนาโปรแกรมคลังข้อสอบและระบบวิเคราะห์ข้อสอบอัตโนมัติเพื่อเพิ่ม  
ประสิทธิภาพการประเมินผลการศึกษา. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2555). *ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำราญ มีแจ้ง, ประภัสสร วงษ์ดี และยุพิน โภจนทา. (2552). การเปรียบเทียบคะแนน O-NET  
ระหว่างปี โดยวิธีการเทียบเป็นมาตราเดียวกันกับโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ.  
*วารสารวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา*, 7(2), 68-73.
- สุนันทา ศิริเบญจา, ไชยรัตน์ ปราณี และดวงใจ สีเขียว. (2556). การพัฒนาแบบทดสอบแบบปรับ  
เหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ สารสนเทศและเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร โดยประมาณค่า  
ความสามารถของผู้สอบด้วยวิธีของเบส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.
- โสฬส สุขานนท์สวัสดิ์. (2556). การพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปในการทดสอบแบบปรับ  
เหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ. *วารสารวิทยาการวิจัยและวิทยาการ  
ปัญญา*, 10(2), 71-85.
- สุพรรณษา ยวงทอง. (2557). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ.  
กรุงเทพฯ: โปรวีชั่น.
- อนุชิต กลิ่นกำเนิด. (2555). ผลการประเมินระบบบริหารจัดการการเรียนรู้แบบปรับเหมาะกรณีศึกษา  
เรื่อง องค์ประกอบของระบบสารสนเทศ. *วารสารวิชาการทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และ  
ระบบสารสนเทศประยุกต์*, 1(2), 5-11.
- อรยา ปรีชาพานิช. (2557). *คู่มือเรียน การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis and  
Design) ฉบับสมบูรณ์*. นนทบุรี: อดิซี พรีเมียร์.
- Bayoff, A. G., & Seeley, L. C. (1968). The Development and Evaluation of Several  
Programmed Testing Methods. *Education and Psychological Measurement*,  
28, 345-360.

- Chuan, J. L. (2011). Item Selection Criteria With Practical Constraints for Computerized Classification Testing. *Journal of Education and Psychological Measurement, 71*(2), 120-36.
- Katrina, M. Crotts, April, L. Zenisky, Stephen, G. Sireci, & Xueming, Li. (2013). Estimating Measurement Precision in Reduced-Length Multi-Stage Adaptive Testing. *Journal of Computerized Adaptive Testing, 1*(4), 66-87.
- Linacre, J. M. (2000). *Computer-Adaptive Testing: A Methodology Whose Time Has Come*. Retrieved from <http://rasch.org/memo69.pdf>, January 1, 2014
- Urry, V. W. (1977) Tailored Testing: A Successful Application of Latent Trait Theory. *Journal of Education Measurement, 14*, 181-196.
- Wainer, H. (1990). *Computerized Adaptive Testing: A Primer*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Weiss, D. J. (1974). Strategies of Adaptive Ability Measurement. Research Report. Minneapolis: University of Minnesota, Department of Psychology, Psychometric Methods Program.
- Weiss, D. J. (1988). Adaptive Testing. In J. P. Keeves (Ed). *Educational research, methodology and measurement: An international handbook*. Oxford: Pergamon Press.

ภาคผนวก

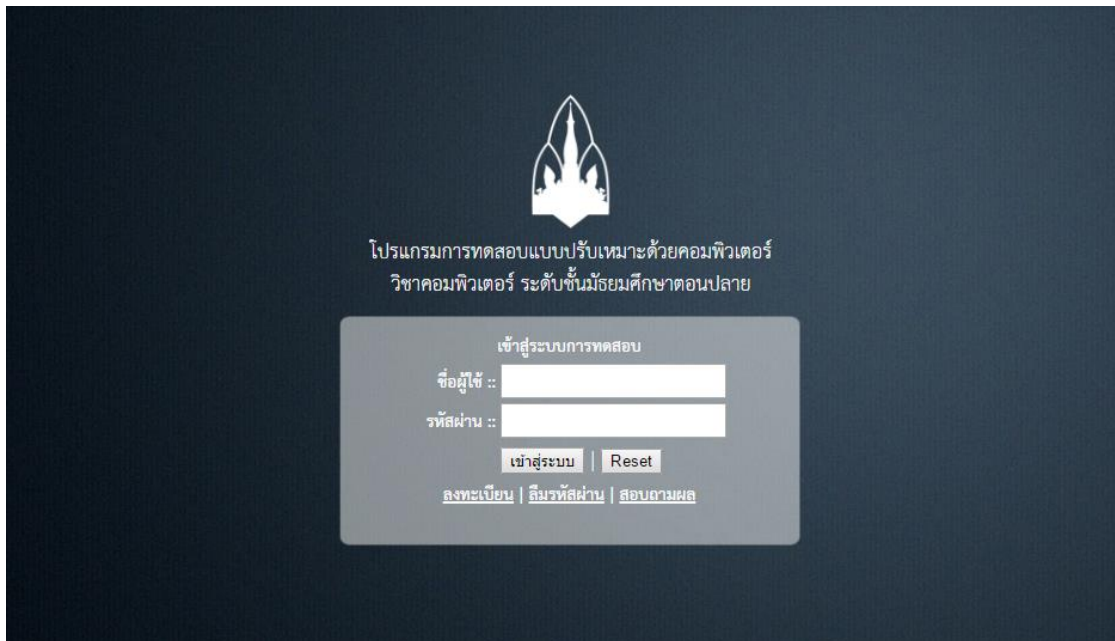
## ภาคผนวก ก

ตัวอย่างข้อสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)

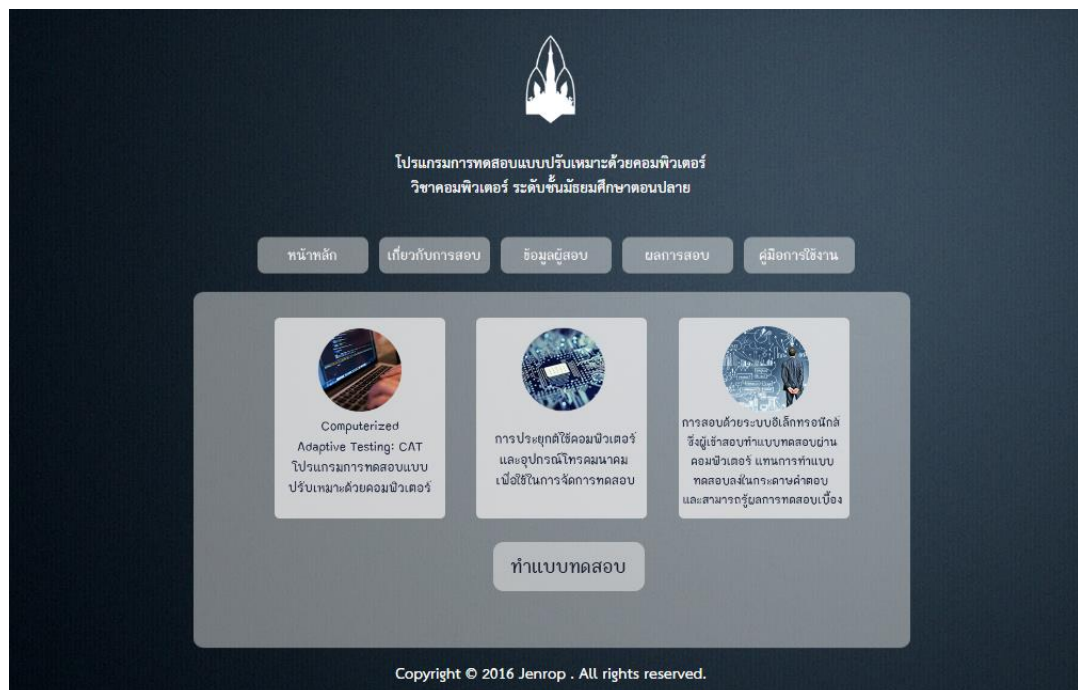
## ภาคผนวก ข

ตัวอย่างโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ รายวิชาเทคโนโลยี  
สารสนเทศ (คอมพิวเตอร์)

ภาคผนวก ค  
ประวัติย่อผู้วิจัย

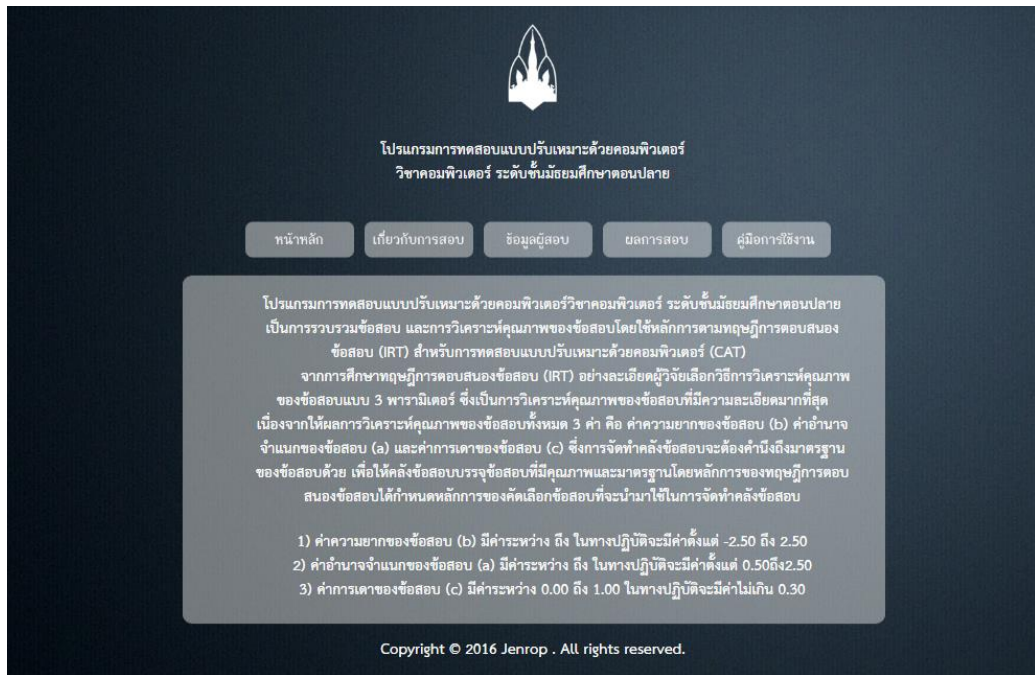


หน้าจอแรกของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

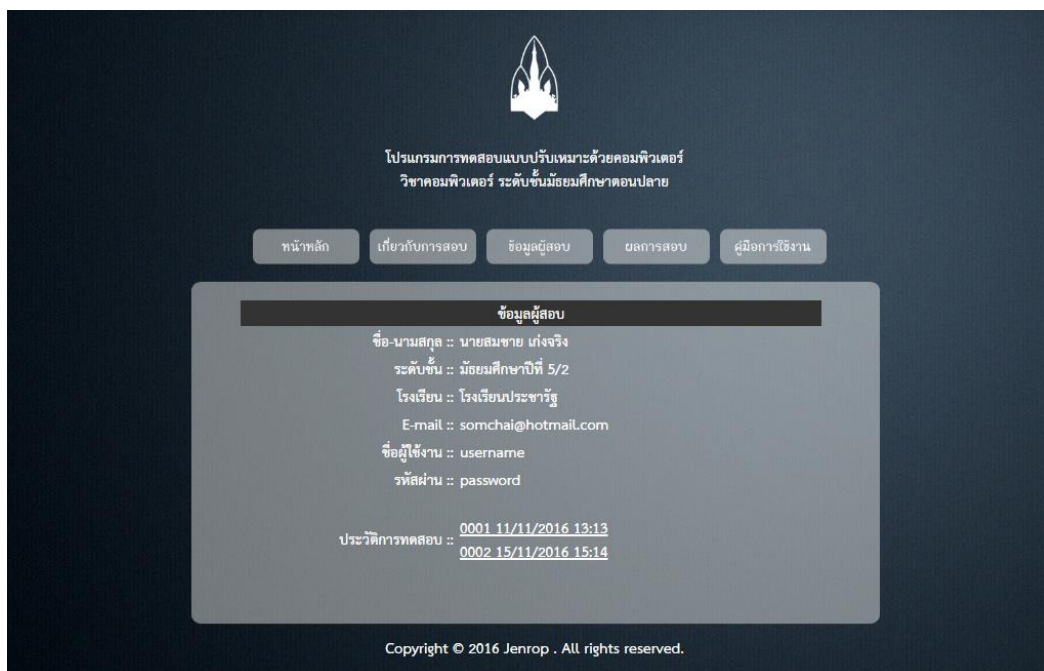


หน้าจอหลักของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

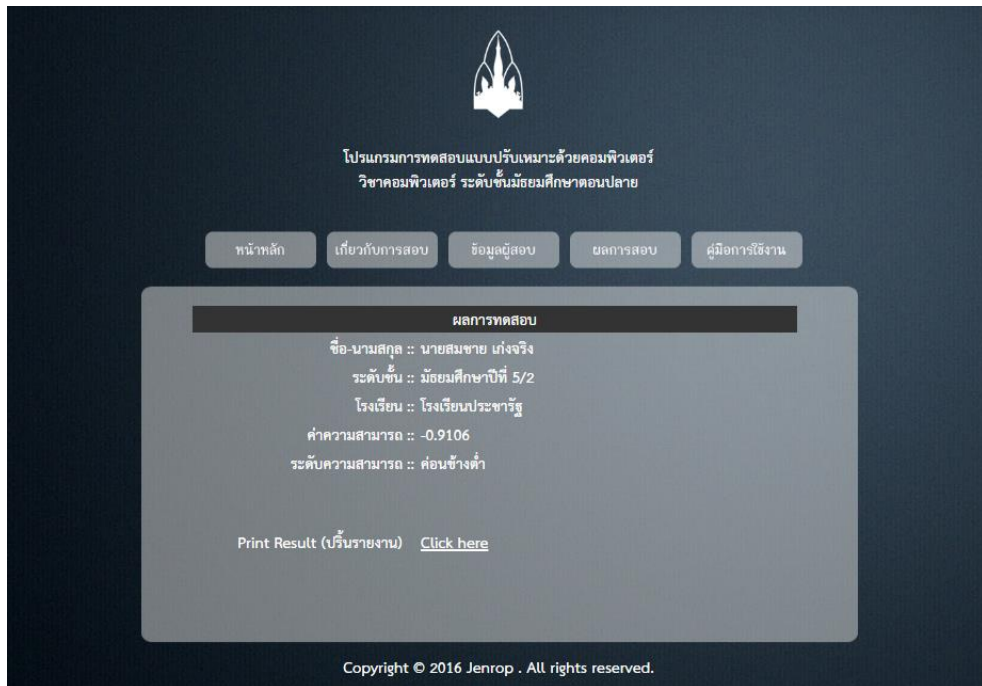




หน้าจอเกี่ยวกับการจัดสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย



หน้าจอข้อมูลผู้สอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย



หน้าจอผลการสอบของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ รายวิชาเทคโนโลยี



### รายงานผลการทดสอบ

โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ รายวิชาคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียน  
มัธยมศึกษาตอนปลาย  
THE COMPUTERIZED ADAPTIVE TESTING PROGRAM FOR COMPUTER  
SUBJECT AT THE SENIOR HIGH SCHOOL

#### ข้อมูลผู้สอบ

|                                |                            |  |
|--------------------------------|----------------------------|--|
| ชื่อ-นามสกุล                   | นายสมชาย เก่งจริง          |  |
| ระดับชั้น: มัธยมศึกษาปีที่ 5/2 | โรงเรียน: โรงเรียนประชารัฐ |  |
| E-mail: somchai@hotmail.com    | ชื่อผู้ใช้: username       |  |

#### ผลการสอบ

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| ค่าความสามารถ   | -0.9106     |
| ระดับความสามารถ | ค่อนข้างต่ำ |

แบบรายงานผลการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ  
(คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย



โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์  
วิชาคอมพิวเตอร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

หน้าหลัก

เกี่ยวกับการสอบ

ข้อมูลผู้สอบ

ผลการสอบ

คู่มือการใช้งาน

ลงทะเบียน [Register]

ชื่อ-นามสกุล ::   
ระดับชั้น ::   
โรงเรียน ::   
E-mail ::   
ชื่อผู้ใช้งาน ::   
รหัสผ่าน

ลงทะเบียน | Reset

Copyright © 2016 Jenrop . All rights reserved.

หน้าจอลงทะเบียนของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ รายวิชาเทคโนโลยี  
สารสนเทศ (คอมพิวเตอร์) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

## ประวัติผู้เขียน

### ประวัติส่วนตัว

ชื่อ - นามสกุล นายเจนรบ โกรธา  
วัน / เดือน / ปีเกิด วันที่ 7 เมษายน 2534  
ภูมิลำเนา บ้านเลขที่ 68 หมู่ 4 บ้านสระแก้ว ตำบลบ้านแท่น อําเภอนบพ  
จังหวัดขอนแก่น 40180

### ประวัติการศึกษาการทำงาน

ปัจจุบันเป็นข้าราชการครู ตำแหน่ง ครูผู้ช่วย โรงเรียนประชารัฐวิทยาเสริม

### ประวัติการศึกษาการศึกษา

ระดับประถมศึกษา โรงเรียนสระแก้ว ต.บ้านแท่น อ.ชนบท จ.ขอนแก่น  
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนแวงใหญ่วิทยาคม อ.แวงใหญ่ จ.ขอนแก่น  
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนแวงใหญ่วิทยาคม อ.แวงใหญ่ จ.ขอนแก่น  
ระดับปริญญาตรี ศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
ปัจจุบัน กำลังศึกษาในระดับปริญญาโท สาขาวิชาการวัดและประเมินผล  
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น