

การวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่มีการให้คะแนนแบบสองค่า

: การประยุกต์ใช้โปรแกรมอาร์

ITEM ANALYSIS FOR DICHOTOMOUS ITEM RESPONSE THEORY

: AN APPLICATION OF R PROGRAMMING

ขวัญกมล ไต้สำโรง (Kwankamol Taisamrong)*

วีรวัฒน์ โอษธูงาม (Weerawat Oat-ngam)*

ศุภกฤต สุขชู (Suppakrit Sukchoo)*

ณภัทร ชัยมงคล (Nhabhat Chaimongkol)**

บทคัดย่อ

โปรแกรมอาร์ เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถสูงในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ ใช้งานได้หลายรูปแบบ นำเสนอในรูปกราฟิกได้ และเป็นซอฟต์แวร์ประเภทโอเพนซอร์ส ที่ผู้ใช้งานทุกคนสามารถเข้าถึงได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย และเข้ามามีบทบาทอย่างมากด้านการศึกษาและการทำงานวิจัย โดยบทความนี้ได้รวบรวมแพ็คเกจ และคำสั่งที่ใช้ Run ในโปรแกรม RStudio สำหรับการวิเคราะห์ข้อสอบที่มีการให้คะแนนสองค่า โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ซึ่งภายในบทความแบ่งออกเป็น 6 ตอน ประกอบด้วย 1) การติดตั้งโปรแกรม 2) การใช้งานโปรแกรม RStudio 3) การเตรียมไฟล์ข้อมูลในการวิเคราะห์ 4) การวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผล โดยมีการอธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อสอบ การแสดงผลการวิเคราะห์ การนำเสนอข้อมูลด้วยรูปแบบกราฟ และการแปลผล 5) การนำออกข้อมูล และ 6) ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลที่ให้คะแนนแบบสองค่า ซึ่งเป็นตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อสอบที่มีการให้คะแนนสองค่าโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่แสดงทั้งคำสั่ง ผลการวิเคราะห์ และการแปลผล ซึ่งสามารถนำไปปรับใช้ในการวิเคราะห์ข้อสอบทางการศึกษาได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ : โปรแกรมอาร์, การให้คะแนนแบบสองค่า, ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

* นิสิตนิสิตปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

** อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. ภาควิชาการวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Abstract

R program is a computer program that is capable of statistical analysis. It can be used in a variety of ways such as presenting in graphical form and is open source software that all users can access it free of charge. This program has played a huge role in education and research fields. This article collects packages and instructions in the RStudio program used for the analysis of dichotomous item response theory. The article is divided into 6 parts, which consist of 1) program installation, 2) basic use of R program, 3) data file preparation, 4) item analysis procedure, display of analysis results, display of information by graphs, and interpretation of results, 5) exporting results, and 6) example of all steps about analyzing dichotomously scored items by using the test response theory that displays both the analysis results and the interpretation of results, which can be used to analyze exams in the education field more easily.

Keywords: R Programming, Dichotomous, Item Response Theory

บทนำ

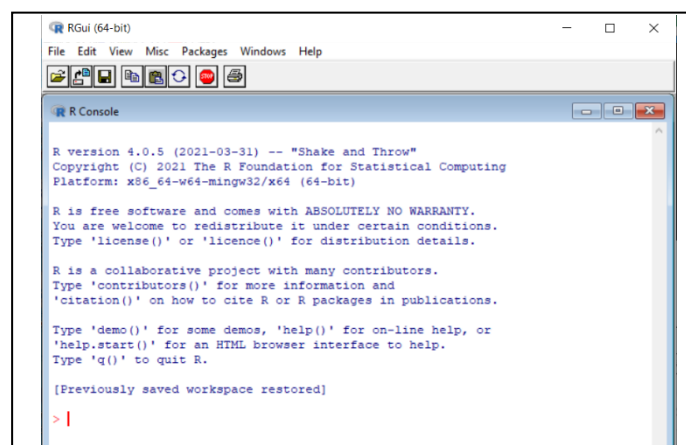
แนวคิดทฤษฎีการทดสอบสามารถจำแนกได้ 2 ฐานแนวคิด คือ ฐานคิดตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory: CTT) เป็นทฤษฎีที่เชื่อว่าการวัดใดๆ จะมีผลกระทบจากความคลาดเคลื่อนเสมอ ดังนั้นคะแนนสอบ (Observed Score: X) จึงประกอบด้วยคะแนนจริง (True Score: T) และคะแนนคลาดเคลื่อน (Error Score: E) เขียนสมการ $X = T + E$ และฐานคิดตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) เป็นทฤษฎีการวัดที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถที่มีอยู่ภายในตัวบุคคล (ability) กับผลการตอบข้อสอบหรือข้อคำถามโดยใช้โค้งลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Curve: ICC) ซึ่งมีการกำหนดลักษณะของข้อสอบด้วยพารามิเตอร์ความยาก (b) ค่าอำนาจจำแนก (a) และความน่าจะเป็นในการเดา (c) ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบอยู่บนฐานความคิดที่สำคัญ 2 ประการ คือ 1) ผลการตอบข้อสอบของผู้ตอบสามารถอธิบายได้ด้วยความสามารถที่มีอยู่ภายในของผู้ตอบ และ 2) ความสัมพันธ์ระหว่างผลการตอบข้อสอบกับความสามารถที่มีอยู่ภายในของผู้ตอบสามารถอธิบายได้ด้วยฟังก์ชันลักษณะข้อสอบหรือโค้งลักษณะข้อสอบที่มีลักษณะเป็นฟังก์ชันโลจิสติก (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2563) โมเดลดังกล่าวสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทตามลักษณะการตรวจให้คะแนนคำตอบ ได้แก่ โมเดลดังกล่าวสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทตามลักษณะการตรวจให้คะแนนคำตอบแบบสองค่า (Dichotomous) โดยมีลักษณะการให้คะแนนแบบตอบถูกได้ 1 คะแนนและตอบผิดได้ 0 คะแนน เช่น แบบสอบถูกผิด แบบสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก และโมเดลการตอบข้อสอบที่มีการตรวจให้คะแนนแบบหลายค่า (Polytomous) โดยมีการให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า เช่น แบบสอบอัตนัย แบบวัดทางจิตวิทยาที่เป็นมาตรฐานค่า สำหรับบทความนี้จะนำเสนอวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่มีการให้คะแนนแบบสองค่า

เนื่องจากการวิเคราะห์ที่ได้รับความนิยมและใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น การวิเคราะห์ข้อสอบแบบเลือกตอบ

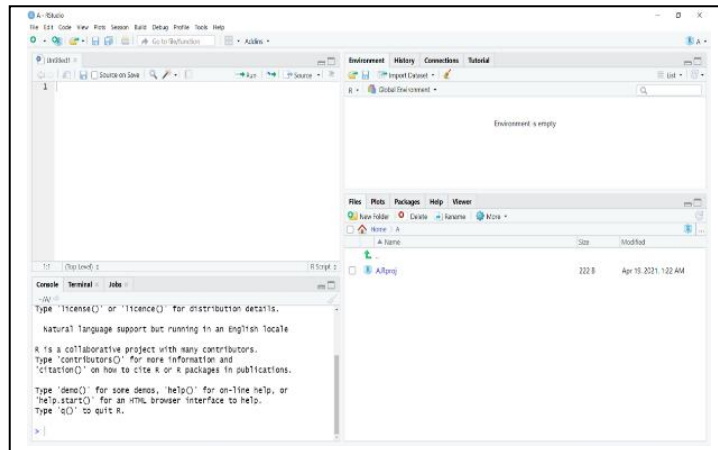
โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อสอบที่มีการให้คะแนนแบบสองค่ามีหลายโปรแกรม เช่น SPSS IRTPRO และโปรแกรมอาร์ โดยโปรแกรมอาร์เป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมใช้กันมาก เนื่องจากเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถสูงในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ ใช้งานได้หลายรูปแบบ นำเสนอข้อมูลเป็นภาพกราฟิก ใช้งานง่ายและมีความยืดหยุ่นในการใช้งานเหมาะสำหรับนักวิจัยในสาขาต่าง ๆ นอกจากนี้ยังเป็นซอฟต์แวร์ประเภทโอเพนซอร์สที่ผู้ใช้งานทุกคนสามารถเข้าถึงได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย รวมทั้งไม่มีปัญหาการละเมิดลิขสิทธิ์อีกด้วย ซึ่งในบทความนี้จะนำเสนอการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่มีการให้คะแนนแบบสองค่าโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมอาร์แบ่งเป็น 6 ตอน คือ การติดตั้งโปรแกรมการใช้งาน โปรแกรม RStudio การเตรียมไฟล์ข้อมูลในการวิเคราะห์ การวิเคราะห์ข้อมูล ผลการวิเคราะห์และการแปลผล การนำออกข้อมูล (export) และตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลที่ให้คะแนนแบบสองค่า

ตอนที่ 1 การติดตั้งโปรแกรม

การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมอาร์ สามารถใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Windows MacOS และ Linux และเป็นโปรแกรมโอเพนซอร์ส สำหรับการใช้งานควรมีการอัปเดตทุก ๆ 6 เดือนและในการใช้โปรแกรมอาร์ อาจ ไม่สะดวกในการเรียกดูตัวแปรหรือผลการวิเคราะห์ รวมถึงการแจ้งเตือนการใช้คำสั่งที่ผิดพลาด หากเป็นผู้เริ่มต้นเขียนโปรแกรมควรใช้โปรแกรม RStudio เข้ามาช่วยในการเขียนคำสั่งซึ่งจะทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้โปรแกรมอาร์ได้ง่ายขึ้น โดยการติดตั้งโปรแกรม RStudio จะต้องติดตั้งโปรแกรมอาร์ก่อนเสมอ การติดตั้งโปรแกรมอาร์สามารถดาวน์โหลดได้ที่ <https://www.r-project.org> และโปรแกรม RStudio สามารถดาวน์โหลดได้ที่ <https://www.rstudio.com/products/rstudio/download> เมื่อดาวน์โหลดเสร็จสิ้นจะเป็นดังภาพที่ 1 และ 2



ภาพที่ 1 การติดตั้งโปรแกรมอาร์แบบสมบูรณ์

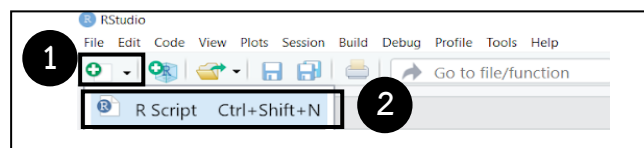


ภาพที่ 2 การติดตั้งโปรแกรม Rstudio แบบสมบูรณ์

ตอนที่ 2 การใช้โปรแกรม RStudio

โปรแกรม RStudio แบ่งหน้าต่างการทำงาน ออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เรียกว่า R Script เป็นหน้าต่างหลักที่ใช้สำหรับเขียนคำสั่งภาษาอาร์ โดยคำสั่งต่าง ๆ จะถูกส่งและบันทึกไว้ที่หน้าต่างนี้ และหากต้องเปิดหน้าต่าง R Script ในการใช้งานใหม่สามารถกดหมายเลข 1 และ 2 ตามลำดับ ดังภาพที่ 3

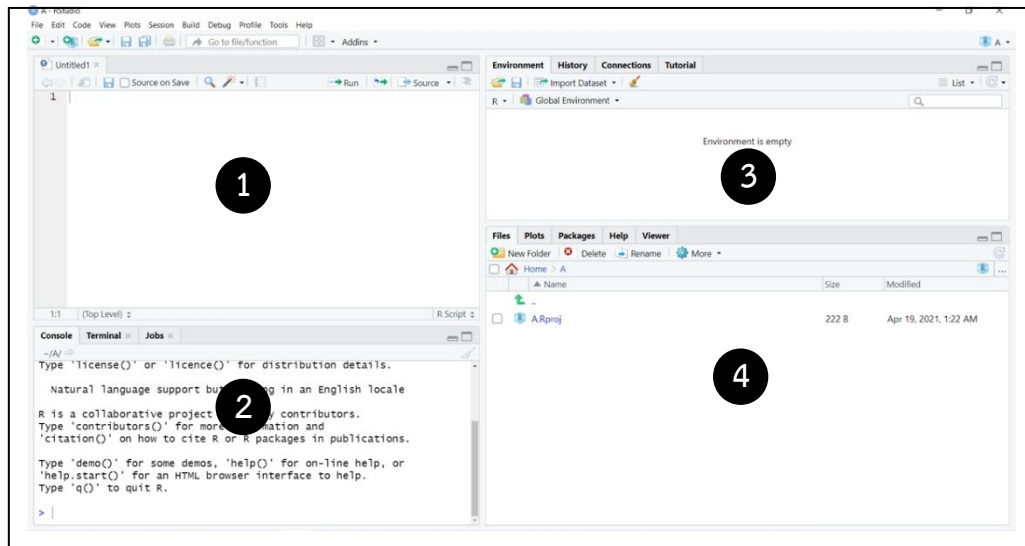


ภาพที่ 3 การเปิดหน้าต่าง R Script

ส่วนที่ 2 เรียกว่า Console เป็นหน้าต่างที่ทำหน้าที่รับคำสั่งด้วย Command line และแสดงผลออกมา โดยเมื่อเขียนคำสั่งในหน้าต่าง R-Script แล้วกด Run หรือ highlight คำสั่งทั้งหมดแล้วกด Ctrl + Enter ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจะปรากฏที่หน้าต่างนี้

ส่วนที่ 3 เรียกว่า Environment เป็นหน้าต่างที่ทำหน้าที่แสดงรายละเอียดของค่าหรือข้อมูลที่ได้กำหนดและเก็บไว้ในโปรแกรม เช่น จำนวนตัวแปร ชื่อตัวแปร ข้อมูลที่ใช้ และผู้ใช้งานสามารถดูประวัติการใช้คำสั่งที่หน้าต่างนี้ได้

ส่วนที่ 4 เรียกว่าพล็อต (Plot) เป็นหน้าต่างที่ทำหน้าที่แสดงผลลัพธ์ของการประมวลผลข้อมูลในรูปแบบกราฟลักษณะต่าง ๆ



ภาพที่ 4 การใช้งานโปรแกรม RStudio

ตอนที่ 3 การเตรียมไฟล์ข้อมูลในการวิเคราะห์

โปรแกรมอาร์สามารถนำเข้าได้หลากหลายรูปแบบทั้งการพิมพ์ข้อมูล การนำเข้าข้อมูลในโปรแกรมโดยตรง และการนำเข้าไฟล์ด้วยคำสั่ง และสามารถนำเข้าไฟล์ข้อมูลได้หลายประเภท เช่น .csv .dat .txt ผู้เขียนจะนำเสนอการนำเข้าไฟล์โดยใช้คำสั่งเนื่องจากมีความสะดวกและรวดเร็ว โดยคำสั่งจะขึ้นอยู่กับประเภทไฟล์ที่นำเข้า

การนำเข้าข้อมูล

1. การกำหนดพื้นที่เก็บผลวิเคราะห์ (set directory) ที่เราต้องการให้โปรแกรม R ใช้ข้อมูลหรือบันทึกข้อมูลในโฟลเดอร์ดังกล่าว โดยใช้คำสั่ง `setwd()` แล้วใส่ที่อยู่ของโฟลเดอร์ลงในวงเล็บ และเครื่องหมาย " " เช่น ต้องการกำหนดพื้นที่การเก็บข้อมูลไว้ที่ไดรฟ์ C -> โฟลเดอร์ Users -> โฟลเดอร์ R สามารถเขียนคำสั่ง

```
setwd("C:/Users/R")
```

หากต้องการเรียกดูหรือตรวจสอบพื้นที่เก็บผลวิเคราะห์ที่โปรแกรม R กำลังทำงานอยู่ให้ใช้คำสั่ง

```
getwd()
> getwd()
[1] "C:/Users/R"
```

2. การนำเข้าไฟล์ข้อมูลไฟล์นามสกุล .csv สามารถใช้คำสั่ง `read.csv()` ซึ่งจะต้องระบุพารามิเตอร์ตำแหน่งไฟล์ เช่น ต้องการนำเข้าไฟล์ `resp.csv` ที่อยู่ในไดรฟ์ C จะระบุพารามิเตอร์ว่า `"C:/resp.csv"` และพารามิเตอร์ต่อมาเป็นการกำหนดบรรทัดแรกเป็นหัวตาราง หากต้องการให้บรรทัดแรกของข้อมูลที่นำเข้ามาเป็นตัวตารางให้ระบุ `header = TRUE` หรือในกรณีไม่ระบุโปรแกรมจะกำหนดค่านี้เป็นค่าเริ่มต้น (default) แต่ถ้าไม่ต้องการให้บรรทัดแรกของข้อมูลที่นำเข้ามาเป็นตัวตารางให้ระบุ `header = FALSE` และการเชื่อมพารามิเตอร์ในแต่ละคำสั่งจะใช้เครื่องหมาย `comma ( , )`

```
data <- read.csv("C:/resp.csv", header = TRUE)
```

การติดตั้งแพ็คเกจ

ในโปรแกรมอาร์ จะมีชุดข้อมูลหรือคำสั่งที่ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลเก็บไว้ในแพ็คเกจเป็นจำนวนมากที่สะดวกในการใช้งาน และเรียกใช้ในการวิเคราะห์หลายรูปแบบ เช่น CTT psych และ itm และสามารถสืบค้นแพ็คเกจและการใช้งานแต่ละแพ็คเกจเพิ่มเติมได้จากเว็บไซต์ <https://www.r-project.org/> โดยหากต้องการติดตั้งแพ็คเกจ CTT สามารถใช้คำสั่ง

```
install.packages("CTT")
```

ต่อไปเป็นการเรียกใช้แพ็คเกจที่ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว เช่น เรียกใช้แพ็คเกจ CTT สามารถใช้คำสั่ง

```
library(CTT)
```

การเตรียมไฟล์ผลการตอบหลายตัวเลือก

สำหรับผลการตอบที่เป็นหลายตัวเลือกเช่น ผลการตอบเป็น ก. ข. ค. ง. หรือ 1 2 3 4 ยังไม่ได้รับการตรวจให้คะแนนแบบ 0, 1 สามารถตรวจให้คะแนนข้อสอบที่มีลักษณะการให้คะแนนแบบสองค่า (0, 1) โดยมีขั้นตอนและรายละเอียดการเขียนคำสั่งการตรวจข้อสอบแบบหลายตัวเลือก ดังต่อไปนี้

1. เรียกแพ็คเกจ CTT จากนั้นนำเข้าไฟล์ผลการตอบในไดรฟ์ C -> โฟลเดอร์ R -> ไฟล์

CTT_Ans.csv แบบมีหัวตาราง แล้วบันทึกในตัวแปร Resp และนำเข้าไฟล์เฉลยคำตอบในไดรฟ์ C ->

โฟลเดอร์ R -> ไฟล์ CTT_Key.csv แบบมีหัวตารางแล้วบันทึกในตัวแปร Key สามารถคำสั่ง

```
library(CTT)
```

```
Ans <- read.csv("C:/R/CTT_Ans.csv", header = TRUE)
```

```
Key <- read.csv("C:/R/CTT_Key.csv", header = TRUE)
```

2. ตรวจให้คะแนนรายข้อโดยใช้คำสั่ง score() แล้วระบุตัวแปรผลการตอบ (Ans) เฉลยคำตอบ (Key) และบันทึกผลการตรวจเป็นคะแนนรวมแล้วบันทึกไว้ที่ตัวแปร Score สามารถเขียนคำสั่ง

```
Score <- score(Ans, Key, output.scored = TRUE)
```

3. การแสดงผลคะแนนสามารถแสดงคะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน และคะแนนรายข้อ โดยการแสดงผลคะแนนดังกล่าวสามารถเขียนคำสั่ง Score ซึ่งเป็นตัวแปรที่บันทึกคะแนนสอบที่ตรวจให้คะแนนแล้วจากข้อ 2 แล้วโปรแกรมจะแสดงผลในหน้าต่าง console ดังรูปต่อไปนี้

คะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน (\$score)											คะแนนรายข้อ (\$scored)								
\$score											\$scored								
P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]
8	4	4	7	8	11	5	6	4	8		[1,]	0	1	1	1	0	1	0	
											[2,]	1	0	0	1	1	0	0	
											[3,]	1	0	0	1	1	1	0	
											[4,]	0	1	1	1	1	0	0	
											[5,]	1	1	0	1	0	0	1	

ภาพที่ 5 คะแนนคะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน และคะแนนรายข้อ

แพ็คเกจที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อสอบที่ให้คะแนนแบบสองค่า

ตารางที่ 1 แพ็คเกจที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อสอบที่ให้คะแนนแบบสองค่า

แพ็คเกจ	รายละเอียด
ltm	การวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ข้อสอบที่มีการให้คะแนนแบบสองค่า (1PL 2PL และ 3PL) โมเดลแบบราซ (Rasch model) โดยมีคำสั่งที่สำคัญเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อสอบที่มีการให้คะแนนสองค่า ดังนี้ 1) rasch() ใช้วิเคราะห์ข้อสอบโดยใช้โมเดล 1 พารามิเตอร์ หรือโมเดลแบบราซ 2) ltm() ใช้วิเคราะห์ข้อสอบโดยใช้โมเดล 2 พารามิเตอร์ 3) tpm() ใช้วิเคราะห์โมเดลโดยใช้ 3 พารามิเตอร์ 4) factor.scores() ใช้หาค่าระดับความสามารถของผู้สอบตามแต่ละโมเดล 5) anova() ใช้เปรียบเทียบโมเดลที่มีความสอดคล้องกลมกลืนมากที่สุด 6) plot() ใช้ในการพล็อตกราฟสารสนเทศของข้อสอบและแบบสอบ โดยแพ็คเกจ ltm ที่ใช้วิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบจะต้องติดตั้งแพ็คเกจเสริมเพื่อการวิเคราะห์ได้ครอบคลุมและแม่นยำขึ้น ได้แก่ MASS msm และ polycor

นอกจากนี้ยังมีแพ็คเกจต่าง ๆ สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลหลายรูปแบบ โดยสามารถศึกษาเพิ่มเติมจากเว็บไซต์ <https://cran.r-project.org/web/packages/>

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผล

4.1 การวิเคราะห์ข้อสอบหลายตัวเลือกตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ในการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบจะมีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบทั้งหมด 3 รูปแบบที่ได้รับความนิยมหลัก ๆ ได้แก่ โมเดล 1 พารามิเตอร์ (1PL) หรือโมเดลแบบราซ (Rasch model) ซึ่งจะเป็นโมเดลที่ประมาณค่าความยากของข้อสอบ ส่วนโมเดล 2 พารามิเตอร์ (2PL) จะประมาณค่าทั้งความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบ และโมเดล 3 พารามิเตอร์ (3PL) จะประมาณค่าความยาก อำนาจจำแนก และความน่าจะเป็นในการเดา นอกจากนี้การวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ยังสามารถประมาณค่าความสามารถของผู้สอบที่สอดคล้องกับค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบสามารถอธิบายได้ด้วยโค้งคุณลักษณะของข้อสอบ ในบทความนี้จะนำเสนอการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบทั้ง 3 โมเดลการเปรียบเทียบโมเดลที่เหมาะสมที่สุด การสร้างโค้งคุณลักษณะของข้อสอบ อีกทั้งการแปลผลที่เกี่ยวข้องกับความสามารถผู้สอบและค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบโดยใช้โปรแกรมอาร์

4.1.1 การติดตั้งแพ็คเกจและนำเข้าข้อมูล

ติดตั้งและเรียกแพ็คเกจ ltm, MASS, msm และ polycor จากนั้นนำเข้าไฟล์ผลการตอบที่ตรวจให้คะแนนแบบ 0, 1 เรียบร้อยแล้ว เช่น นำเข้าไฟล์ผลการตอบในไดรฟ์ C -> โฟลเดอร์ R -> ไฟล์ IRT_Scored.csv แบบมีหัวตาราง แล้วบันทึกในตัวแปร Resp โดยเขียนคำสั่ง

```
library(ltm)
library(MASS)
library(msm)
library(polycor)
Resp <- read.csv("C:/R/IRT_Scored.csv", header=TRUE)
```

4.1.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบทั้ง 3 โมเดล

1. การประมาณแบบค่า 1 พารามิเตอร์ จะใช้คำสั่ง `rasch()` โดยระบุพารามิเตอร์เป็นไฟล์ผลการตอบที่ตรวจให้คะแนนแบบ 0, 1 เรียบร้อยแล้ว เก็บไว้ที่ตัวแปร `one.pl` จากนั้นหากต้องการเรียกดูผลลัพธ์การวิเคราะห์พารามิเตอร์ข้อสอบ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลใช้คำสั่ง `summary()` โดยระบุพารามิเตอร์เป็นตัวแปร `one.pl` สามารถเขียนคำสั่ง

```
one.pl <- rasch(Resp)
summary(one.pl)
```

2. การประมาณแบบค่า 2 พารามิเตอร์ จะใช้คำสั่ง `ltm()` โดยระบุพารามิเตอร์เป็นไฟล์ผลการตอบที่ตรวจให้คะแนนแบบ 0, 1 เรียบร้อยแล้วและ `~z1` เก็บไว้ที่ตัวแปร `two.pl` จากนั้นหากต้องการเรียกดูผลลัพธ์ใช้คำสั่ง `summary()`

```
two.pl <- ltm(Resp ~ z1)
summary(two.pl)
```

3. การประมาณแบบค่า 3 พารามิเตอร์ จะใช้คำสั่ง `tpm()` โดยระบุพารามิเตอร์เป็นไฟล์ผลการตอบที่ตรวจให้คะแนนแบบ 0, 1 เรียบร้อยแล้ว เก็บไว้ที่ตัวแปร `three.pl` จากนั้นหากต้องการเรียกดูผลลัพธ์ใช้คำสั่ง `summary()`

```
three.pl <- tpm(Resp)
summary(three.pl)
```

4.1.3 ค่าความสามารถของผู้สอบจำแนกตามรูปแบบการตอบข้อสอบ

การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบจำแนกตามรูปแบบการตอบข้อสอบในแต่ละโมเดลสามารถใช้คำสั่ง `factor.scores()` และระบุพารามิเตอร์โมเดลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ

```
factor.scores(three.pl)
```

4.1.4 การแปลผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของแต่ละโมเดล และค่าความสามารถของผู้สอบ

ผลการวิเคราะห์จะแสดงการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบในแต่ละโมเดล ความยาก อำนาจจำแนกและที่น่าจะเป็นในการเดา

Model Summary:				Model Summary:				Model Summary:			
log.Lik	AIC	BIC		log.Lik	AIC	BIC		log.Lik	AIC	BIC	
-16000.96	32013.92	32053.02		-15987.6	31995.2	32060.37		-15986.88	32003.77	32101.53	
Coefficients:				Coefficients:				Coefficients:			
value	std.err	z.vals		value	std.err	z.vals		value	std.err	z.vals	
Dffclt.x1	-1.5281	0.1329	-11.4970	Dffclt.x1	-1.8940	0.4526	-4.1847	Gussng.x1	0.0268	NaN	NaN
Dffclt.x2	-2.3550	0.1867	-12.6148	Dffclt.x2	-2.1426	0.4046	-5.2950	Gussng.x2	0.0608	NaN	NaN
Dffclt.x3	-0.4631	0.0802	-5.7772	Dffclt.x3	-1.6736	1.0548	-1.5867	Gussng.x3	0.0960	NaN	NaN
Dffclt.x4	-0.2714	0.0754	-3.6004	Dffclt.x4	-0.1656	0.0518	-3.1954	Gussng.x4	0.0574	0.2358	0.2434
Dffclt.x5	2.6464	0.2067	12.8047	Dffclt.x5	1.8784	0.3242	5.7934	Gussng.x5	0.1736	0.0687	2.5269
Dscrmn	0.4040	0.0310	13.0131	Dscrmn.x1	0.3215	0.0788	4.0780	Dffclt.x1	-1.8849	NaN	NaN
				Dscrmn.x2	0.4475	0.0907	4.9360	Dffclt.x2	-1.7308	NaN	NaN
				Dscrmn.x3	0.1077	0.0661	1.6297	Dffclt.x3	0.1394	NaN	NaN
				Dscrmn.x4	0.7123	0.1425	4.9996	Dffclt.x4	0.0143	0.7486	0.0191
				Dscrmn.x5		1156	5.1088	Dffclt.x5	1.6659	0.	00
								Dscrmn.x1	0.2988	0.	93
								Dscrmn.x2	0.5064	0.	10
								Dscrmn.x3	0.1039	0.	59
								Dscrmn.x4	0.7549	0.	25

ภาพที่ 6 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการประมาณค่าพารามิเตอร์จากโมเดล 1 2 และ 3 พารามิเตอร์

ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบสอบโมเดล 3PL ข้อสอบข้อที่ 4 (x4) มีค่าความยาก (Dffclt.x4) เท่ากับ 0.0143 จัดเป็นข้อสอบที่ปานกลางค่อนข้างไปทางยาก อำนาจจำแนกเท่ากับ (Dscrmn.x4) เท่ากับ 0.7486 จัดเป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดี และความน่าจะเป็นในการเดา (Gussng.x4) เท่ากับ 0.0574 เป็นข้อสอบที่มีโอกาสในการเดาต่ำ

เมื่อพิจารณาค่าความสามารถของผู้สอบจำแนกตามรูปแบบการตอบข้อสอบ (factor score) ดังตารางข้างต้น พบว่า ผู้สอบที่มีรูปแบบการตอบแบบที่ 1 มีค่าระดับความสามารถ (z1) เท่ากับ -0.812 ซึ่งเป็นกลุ่มผู้สอบที่มีระดับความสามารถค่อนข้างอ่อน ซึ่งสังเกตได้จากผลการตอบผิดทั้ง 5 ข้อ

Factor-Scores for observed response patterns:										
	X1	X2	X3	X4	X5	Obs	Exp	z1	se.z1	
1	0	0	0	0	0	124	113.293	-0.812	0.896	
2	0	0	0	0	1	29	27.919	-0.733	0.968	
3	0	0	0	1	0	91	84.987	-0.258	0.887	
4	0	0	0	1	1	23	25.838	0.029	1.158	
5	0	0	1	0	0	122	125.622	-0.737	0.895	

ภาพที่ 7 ค่า Factor score

4.1.5 เปรียบเทียบโมเดลที่เหมาะสมที่สุดในการวิเคราะห์ความสอดคล้องกลมกลืนของข้อสอบและรูปแบบการตอบ

การเปรียบเทียบโมเดลสำหรับการวิเคราะห์ข้อสอบตามแนวคิด IRT สามารถทำได้โดย 2 รูปแบบ ได้แก่ ความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมบูรณ์ของโมเดล (absolute model fit) ซึ่งบอกว่าโมเดลสามารถอธิบายผลการตอบได้มากน้อยเพียงใด โดยจะในการเปรียบเทียบความสอดคล้องระหว่างโมเดลจะพิจารณาจากการทดสอบความแตกต่างของสถิติไคแอสควร์ด้วยผลต่างของสถิติ deviance ในขณะที่ความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมพัทธ์ของโมเดล (relative model fit) ซึ่งบอกว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลมากที่สุด โดยจะพิจารณาว่าโมเดลใดมีค่า $-2\log$ likelihood AIC และ BIC ต่ำที่สุดจะมีความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมบูรณ์ของโมเดลมาก

สำหรับการเลือกโมเดลที่เหมาะสมที่สุดในการวิเคราะห์ จะใช้คำสั่ง anova() และระบุพารามิเตอร์เป็น 2 ตัวแปรโมเดลที่ต้องการเปรียบเทียบกัน เช่น หากต้องการเปรียบเทียบโมเดล 1PL 2PL และ 3PL อาจจะเริ่ม

จากการเปรียบเทียบโมเดล 1PL และ 2PL เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์พบว่าโมเดลใดเหมาะสมกว่าจากนั้นก็นำโมเดลนั้นเปรียบเทียบกับ 3PL ต่อ สามารถเขียนคำสั่ง

```
anova(one.pl, two.pl)    #เปรียบเทียบโมเดล 1PL และ 2PL
anova(two.pl, three.pl)  #เปรียบเทียบโมเดล 2PL และ 3PL
```

ผลการเปรียบเทียบโมเดล 1PL และ 2PL พบว่า ค่า p.value จากการทดสอบสถิติดังกล่าว $p < .05$ แสดงว่าโมเดล 2PL มีความสอดคล้องกลมกลืนกับหลักฐานเชิงประจักษ์มากกว่าโมเดล 1 PL และเมื่อนำโมเดล 2PL เปรียบเทียบกับโมเดล 3PL พบว่า $p > .05$ แสดงว่าโมเดล 2PL มีความสอดคล้องกลมกลืนกับหลักฐานเชิงประจักษ์มากกว่าโมเดล 2PL ดังนั้นการวิเคราะห์ครั้งนี้จึงเลือกโมเดล 2PL

ผลการเปรียบเทียบโมเดล 1PL และ 2PL						ผลการเปรียบเทียบโมเดล 2PL และ 3PL					
Likelihood Ratio Table						Likelihood Ratio Table					
	AIC	BIC	log.Lik	LRT	df p.value		AIC	BIC	log.Lik	LRT	df p.value
one.pl	32013.92	32053.02	-16000.96			two.pl	31995.20	32060.37	-15987.60		
two.pl	31995.20	32060.37	-15987.60	26.72	4 <0.001	three.pl	32003.77	32101.53	-15986.88	1.43	5 0.921

ภาพที่ 8 เปรียบเทียบผลการประมาณค่าระหว่างโมเดล 1PL 2PL และ 3PL

นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์ความสอดคล้องกลมกลืนของข้อสอบแต่ละข้อ (item fit) กับโมเดลการวิเคราะห์ โดยใช้คำสั่ง item.fit() โดยจะระบุพารามิเตอร์โมเดลที่ใช้วิเคราะห์ และ simulate.p.value = TRUE เพื่อใช้ในการทดสอบไคแอสควร์ (Reise, 1990) สามารถเขียนคำสั่ง

```
item.fit(one.pl, simulate.p.value = TRUE)  #ตรวจสอบ item fit ของโมเดล 1PL
item.fit(two.pl, simulate.p.value = TRUE)  #ตรวจสอบ item fit ของโมเดล 2PL
item.fit(three.pl, simulate.p.value = TRUE) #ตรวจสอบ item fit ของโมเดล 3PL
```

สำหรับการวิเคราะห์ความสอดคล้องกลมกลืนของรูปแบบการตอบ (person fit) กับโมเดลการวิเคราะห์ โดยใช้คำสั่ง person.fit() โดยระบุพารามิเตอร์โมเดลที่ใช้วิเคราะห์ เช่น หากต้องการวิเคราะห์ person fit ของโมเดล 1PL สามารถเขียนคำสั่ง

```
person.fit(one.pl)  #ตรวจสอบ person fit ของโมเดล 1PL
```

ในส่วนของการแปลผล item fit และ person fit จะใช้การทดสอบไคแอสควร์และพิจารณาจากค่า p (Pr) เมื่อพิจารณาค่า item fit พบว่า ข้อสอบข้อที่ 1 มีค่า $p < .05$ แสดงว่าข้อสอบข้อที่ 1 ไม่สอดคล้องกลมกลืนกับโมเดลการวิเคราะห์ดังกล่าว และเมื่อพิจารณาค่า person fit พบว่า รูปแบบการตอบที่ 11 มีค่า $p < .05$ แสดงว่ารูปแบบการตอบที่ 11 ไม่สอดคล้องกลมกลืนกับโมเดลการวิเคราะห์ดังกล่าว ดังตาราง

Item fit			Person fit							
	X ²	Pr(>X ²)	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	LO	Lz	Pr(<Lz)	
Item 1	67.7015	0.0297	1	0	0	0	0	-0.2209	0.4627	0.6782
Item 2	8.1392	0.3762	2	0	0	0	1	-1.7504	0.2480	0.5979
Item 3	3.2251	0.9901	3	0	0	1	0	-1.9023	0.5424	0.7062
Item 4	37.4595	0.0099	4	0	0	1	1	-1.8238	0.7632	0.7773
			5	0	1	0	0	-2.2317	-0.1288	0.4488
			6	0	1	0	1	-2.4355	-0.0064	0.4974
			7	0	1	1	0	-2.0696	0.3701	0.6443
			8	0	1	1	1	-1.0384	0.8363	0.7985
			9	1	0	0	0	-4.0710	-2.2528	0.0121
			10	1	0	1	1	-2.8011	-0.8508	0.1974
			11	1	1	0	0	-4.5410	-2.8833	0.002

ภาพที่ 9 ค่าพารามิเตอร์เกี่ยวกับ Item fit และ Person fit

4.1.6 การสร้างโค้งลักษณะของข้อสอบ และโค้งสารสนเทศของข้อสอบและแบบสอบ

จุดเด่นที่สำคัญของการวิเคราะห์ข้อสอบตามแนวคิด IRT คือ สามารถแสดงโค้งความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบแต่ละข้อและคะแนนสอบทั้งฉบับต่อความสามารถของผู้สอบในระดับต่าง ๆ ได้ ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับการเลือกข้อสอบให้เหมาะสมกับระหว่างความสามารถของผู้สอบได้ โดยในการวิเคราะห์ทั่วไปจะแสดงกราฟ 3 ลักษณะ ได้แก่ 1) โค้งลักษณะข้อสอบ (ICC) คือ กราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบถูกกับค่าความสามารถของผู้สอบ 2) โค้งสารสนเทศของข้อสอบ (IIC) คือ กราฟที่เขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสารสนเทศข้อสอบกับค่าความสามารถผู้สอบและ 3) โค้งสารสนเทศของแบบสอบ (TIC) คือกราฟที่เขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสารสนเทศแบบสอบ (Information) กับค่าความสามารถผู้สอบ

หากวิเคราะห์ด้วยโมเดล 2PL ซึ่งมีการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากและอำนาจจำแนก เมื่อพิจารณากราฟ ICC พบว่า กราฟที่มีความชันสูงจะมีอำนาจจำแนกสูง และค่าประมาณจุดกึ่งกลางของความชันลากเส้นตัดที่แกนนอน (แกน x) จะบ่งบอกถึงระดับความยากของข้อสอบที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบระดับนั้น ในขณะที่กราฟ IIC จุดสูงสุดของกราฟลากเส้นตัดที่แกน x จะบ่งบอกความยากของข้อสอบหรือระดับความสามารถของผู้สอบเช่นเดียวกับกราฟ ICC ส่วนความสูงของจุดสูงสุดของกราฟจะบอกถึงปริมาณสารสนเทศของข้อสอบที่ระดับความยากนั้น

ในการเขียนคำสั่งเพื่อให้โปรแกรมอาร์แสดงกราฟ ICC IIC และ TIC สามารถใช้คำสั่ง plot() จากนั้นระบุพารามิเตอร์ตัวแปรโมเดลที่ต้องการวิเคราะห์ ชนิดกราฟ (ICC หรือ IIC) และข้อสอบที่ต้องการแสดง เช่น หากต้องการแสดงกราฟการวิเคราะห์ข้อสอบแบบ 2PL ทั้ง 3 รูปแบบ สามารถเขียนคำสั่ง

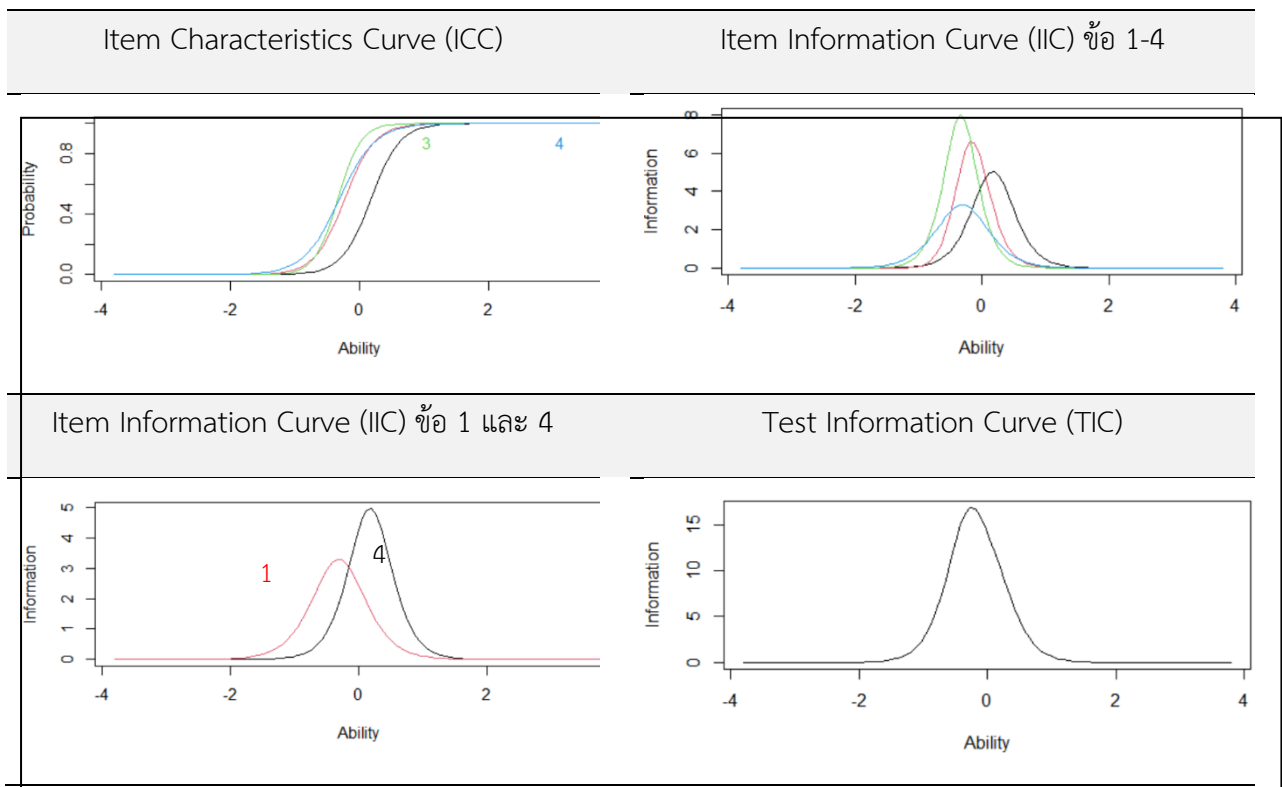
plot(two.pl, type = "ICC")	#Item characteristics curve
plot(two.pl, type = "IIC", items=1:10)	#Item information curve ข้อ 1-10
plot(two.pl, type = "IIC", items=c(1,4))	#Item information curve ข้อ 1 และ 4
plot(two.pl, type = "IIC", items=0)	#Test information curve

หลังจาก run คำสั่งกราฟจะแสดงในหน้าต่าง Plots พิจารณา Item information curve ข้อ 1 และ 4 พบว่า ข้อสอบข้อที่ 4 มีความยากระดับปานกลางค่อนข้างไปทางยาก ค่า ability หรือค่า θ โดยประมาณเท่ากับ .20 และข้อสอบข้อที่ 1 มีความยากระดับปานกลางค่อนข้างไปทางง่าย ค่า θ โดยประมาณเท่ากับ -.50 ดังภาพที่ 10

ตอนที่ 5 การนำออกข้อมูล (export)

เราสามารถบันทึกข้อมูลที่เป็น data frame จากโปรแกรม R ลงในไฟล์รูปแบบอื่นได้โดยใช้คำสั่ง ดังนี้

ไฟล์ .csv	ไฟล์ .text
# จัดเก็บ data frame “AB” เป็นชื่อไฟล์ ABdata.csv เก็บไว้ในไดรฟ์ D โฟลเดอร์ 605 setwd(“D:/folder/605”) > write.csv (AB, file = “ABdata.csv”)	# จัดเก็บ data frame “AB” เป็นชื่อไฟล์ ABdata.txt เก็บไว้ในไดรฟ์ D โฟลเดอร์ 605 setwd(“D:/folder/605”) > write.table(AB, file = “ABdata.txt”)



ภาพที่ 10 โค้งลักษณะของข้อสอบ โค้งสารสนเทศของข้อสอบและแบบสอบ

ตอนที่ 6 ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลที่ให้คะแนนแบบสองค่า

สำหรับตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลที่ให้คะแนนแบบสองค่า โดยใช้ข้อมูลการสอบวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 525 คน ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ ดังนี้

จากการวิเคราะห์ข้อสอบในส่วนสถิติพื้นฐาน พบว่า แบบสอบฉบับนี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.64 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.26 มีความเที่ยงของแบบสอบโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ครอนบาคแอลฟาสูง เท่ากับ .83 สำหรับการวิเคราะห์ข้อสอบตามแนว IRT พบว่า การเปรียบเทียบโมเดลที่ใช้วิเคราะห์ข้อสอบโดยใช้การทดสอบความแตกต่างของสถิติไคแอสควร์ด้วยผลต่างของสถิติ deviance พบว่าโมเดล 3 พารามิเตอร์มีความสอดคล้องกลมกลืนกับหลักฐานเชิงประจักษ์มากที่สุด การวิเคราะห์ความสอดคล้องกลมกลืนของข้อสอบ และรูปแบบการตอบของโมเดล 3 พารามิเตอร์ พบว่า ข้อสอบข้อที่ 6 7 9 และ 12 กับรูปแบบการตอบที่ 38 ไม่สอดคล้องกลมกลืนกับโมเดล เนื่องจากค่า $p < .05$

เมื่อพิจารณาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบโดยใช้โมเดล 3 พารามิเตอร์ พบว่า ความยากของข้อสอบอยู่ระหว่าง -2.77 ถึง .69 ซึ่งอยู่ในช่วงเกณฑ์ที่ยอมรับได้ -4.0 ถึง +4.0 (ณภัทรและคณะ, 2559) อำนาจจำแนกอยู่ระหว่างช่วง -.83 ถึง 4.71 พบว่ามีข้อสอบส่วนใหญ่ไม่ผ่านเกณฑ์มีค่าระหว่างช่วง .5 ถึง 2.6 ได้แก่ ข้อที่ 2 3 6 7 9 12 14 15 16 17 19 และ 20 ความน่าจะเป็นในการเดาพบว่าข้อสอบส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์มีค่าน้อยกว่า .30 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2563) แต่มีข้อที่อำนาจจำแนกไม่ผ่านเกณฑ์ได้แก่ข้อที่ 5 6 8 และ 18 ซึ่งสอดคล้องกับกราฟ ICC ที่มีจุดตัดแกน y เกิน .03 และเมื่อพิจารณากราฟ TIC พบว่าแบบสอบฉบับนี้เหมาะสมสำหรับกลุ่มที่มีความสามารถค่อนข้างอ่อน ซึ่งสอดคล้องกับกราฟ IIC ของข้อสอบรายข้อที่โดยส่วนใหญ่ข้อสอบจะให้ค่าสารสนเทศที่สูงที่สุดในกลุ่มความสามารถค่อนข้างอ่อน โดยสามารถเขียนคำสั่งและและปรากฏภาพดังต่อไปนี้

#การติดตั้งพื้นที่เก็บผลวิเคราะห์และการติดตั้งแพ็คเกจ

```
setwd("D:/R")

getwd() #ดังภาพที่ 11

install.packages("CTT")
install.packages("ltm")
install.packages("MASS")
install.packages("msm")
install.packages("polycor")

library(CTT) #ดังภาพที่ 11
library(MASS) #ดังภาพที่ 11
library(msm) #ดังภาพที่ 11
library(polycor) #ดังภาพที่ 11
library(ltm) #ดังภาพที่ 11
```

```
> getwd()
[1] "D:/R"

> library(CTT)
> library(MASS)
> library(msm)
> library(polycor)
```

ภาพที่ 11

```
Score$scored
      [,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6] [,7]
[1,] 1 1 1 1 1 1 1
[2,] 1 0 1 1 1 1 1
[3,] 1 0 1 1 0 1 1
[4,] 1 0 1 1 0 1 1
[5,] 1 0 1 1 1 1 1
[6,] 0 0 1 1 1 1 1
[7,] 1 0 1 1 1 1 1
[8,] 1 1 1 1 0 0 0
[9,] 1 0 1 1 1 1 1
[10,] 1 0 1 1 1 1 1
```

ภาพที่ 12

#การตรวจให้คะแนนแบบ 0,1 จากผลการตอบ

```
resp <- read.csv("D:/R/Math_resp.csv", header = TRUE)
Key <- read.csv("D:/R/Math_key.csv", header = TRUE)
Score <- score(resp, Key, output.scored = TRUE)
Scored <- Score$scored      #ดังภาพที่ 12
```

#การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ

```
one.pl <- rasch(Scored)
summary(one.pl)      #ดังภาพที่ 13
two.pl <- ltm(Scored ~ z1)
summary(two.pl)      #ดังภาพที่ 14
three.pl <- tpm(Scored)
summary(three.pl)     #ดังภาพที่ 15
```

```
> one.pl <- rasch(Scored)
```

```
Model Summary:
  log.Lik      AIC      BIC
-5356.509 10755.02 10844.55

Coefficients:
              value std.err  z.vals
Dffclt.Item 1  -1.0806  0.1084  -9.9703
Dffclt.Item 2   2.0975  0.1488  14.1001
Dffclt.Item 3  -1.7845  0.1339 -13.3304
Dffclt.Item 4  -1.2602  0.1137 -11.0823
Dffclt.Item 5  -0.8561  0.1028  -8.3258
```

ภาพที่ 13

```
> summary(two.pl)
```

```
Model Summary:
  log.Lik      AIC      BIC
-5052.601 10185.2 10355.74

Coefficients:
              value std.err  z.vals
Dffclt.Item 1  -0.9819  0.1175  -8.3558
Dffclt.Item 2  -2.6399  0.5016  -5.2632
Dffclt.Item 3  -1.1297  0.0830 -13.6107

Dscrnmn.Item 1  1.3874  0.1808   7.6717
Dscrnmn.Item 2  -0.8624  0.1904  -4.5304
Dscrnmn.Item 3  3.2644  0.4528   7.2094
```

ภาพที่ 14

```
> summary(three.pl)
```

```
Model Summary:
  log.Lik      AIC      BIC
-4994.673 10109.35 10365.15

Coefficients:
              value std.err  z.vals
Gussng.Item 1   0.1093  0.2064   0.5296
Gussng.Item 2   0.0000  0.0021   0.0057
Gussng.Item 3   0.1164  0.1793   0.6490
Dffclt.Item 1  -0.8423  0.3970  -2.1217
Dffclt.Item 2  -2.7750  0.4891  -5.6735
Dffclt.Item 3  -1.0992  0.2254  -4.8760
Dscrnmn.Item 1  1.4614  0.3333   4.3847
Dscrnmn.Item 2  -0.8356  0.1737  -4.8098
Dscrnmn.Item 3  3.1763  0.8157   3.8939
```

ภาพที่ 15

#การเปรียบเทียบโมเดล 1PL 2PL และ 3PL

```
anova(one.pl, two.pl)      #ดังภาพที่ 16
anova(two.pl, three.pl)    #ดังภาพที่ 16
```

```
> anova(one.pl, two.pl)
```

```
Likelihood Ratio Table
      AIC      BIC  log.Lik  LRT df p.value
one.pl 10755.02 10844.55 -5356.51
two.pl 10185.20 10355.74 -5052.60 607.82 19 <0.001
```

```
> anova(two.pl, three.pl)
```

```
Likelihood Ratio Table
      AIC      BIC  log.Lik  LRT df p.value
two.pl 10185.20 10355.74 -5052.60
three.pl 10109.35 10365.15 -4994.67 115.86 20 <0.001
```

ภาพที่ 16

#การตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนของข้อสอบกับโมเดล

item.fit(three.pl, simulate.p.value = TRUE) #ดังภาพที่ 17

```
> item.fit(three.pl, simulate.p.value = TRUE)

Item-Fit Statistics and P-values

Call:
tpm(data = Scored)

Alternative: Items do not fit the model
Ability Categories: 10
Monte Carlo samples: 100
```

	X^2	Pr(>X^2)
It 1	11.1802	0.3267
It 2	10.1133	0.3564
It 3	6.3556	0.8812
It 4	11.8185	0.4158
It 5	4.9194	0.8515

ภาพที่ 17

#ตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนของรูปแบบการตอบกับโมเดล

person.fit(three.pl) #ดังภาพที่ 18

```
> person.fit(three.pl)

Person-Fit Statistics and P-values

Call:
tpm(data = Scored)

Alternative: Inconsistent response pattern under the estimated model
```

	It 1	It 2	It 3	It 4	It 5	It 6	It 7	It 8	It 9	It 10	It 11	It 12	It	L0	Lz	Pr(<Lz)
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		-8.2455	1.2374	0.892
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1		-13.2451	-1.1458	0.1259
3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		-8.5409	1.3162	0.906
4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		-8.5684	1.6602	0.9516
5	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1		-11.6595	0.2548	0.6006
6	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0		-13.8852	-0.8556	0.1961
7	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0		-10.3931	1.2520	0.8947

ภาพที่ 18

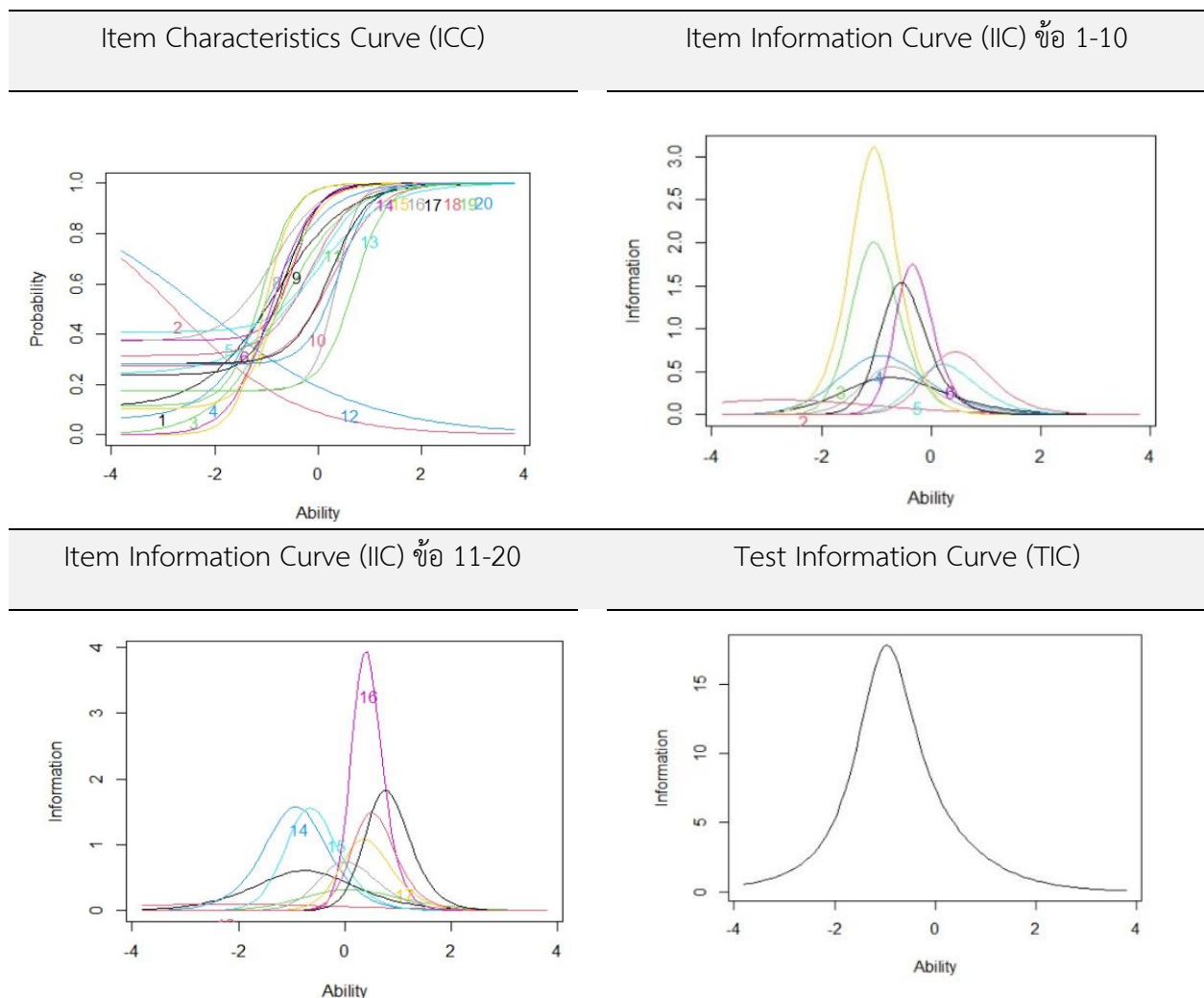
#การสร้างโค้ง ICC IIC และ TIC

```
plot(three.pl, type = "ICC", items=1:20) #ดังภาพที่ 19 บนซ้าย
plot(three.pl, type = "IIC", items=1:10) #ดังภาพที่ 19 บนขวา
plot(three.pl, type = "IIC", items=11:20) #ดังภาพที่ 19 ล่างซ้าย
plot(two.pl, type = "IIC", items=0) #ดังภาพที่ 19 ล่างขวา
```

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเป็นทฤษฎีการวัดที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถที่มีอยู่ภายในตัวบุคคล (ability) กับผลการตอบข้อสอบ โดยมีการกำหนดลักษณะของข้อสอบด้วยพารามิเตอร์ความยาก (b) ค่าอำนาจจำแนก (a) และความน่าจะเป็นในการเดา (c) การวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้หลายโปรแกรม แต่โปรแกรมอาร์เป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่าย เป็นโปรแกรมโอเพนซอร์ส สามารถใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Windows MacOS และ Linux และ ทำให้

สามารถวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติได้ตรงตามความต้องการ ดังนั้นโปรแกรมอาร์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้โปรแกรมอาร์ในการทดสอบทางการศึกษาสำหรับแบบสอบที่มีการให้คะแนนแบบสองค่าเป็น 6 ตอน ได้แก่ 1) การติดตั้งโปรแกรม 2) การใช้งานโปรแกรม RStudio 3) การเตรียมไฟล์ข้อมูลในการวิเคราะห์ 4) การวิเคราะห์ข้อมูล ผลการวิเคราะห์และการแปลผล โดยได้นำเสนอ 5 ประเด็น คือ การตรวจข้อสอบ วิเคราะห์ข้อสอบและแบบสอบ การวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบหลายตัวเลือกตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เปรียบเทียบโมเดลที่เหมาะสมที่สุดในการวิเคราะห์ ความสอดคล้องกลมกลืนของข้อสอบ และรูปแบบการตอบและการสร้างโค้งลักษณะของข้อสอบ และโค้งสารสนเทศของข้อสอบและแบบสอบ 5) การนำออกข้อมูล และ 6) ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลที่ทำให้คะแนนแบบสองค่า ดังนั้นผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้แพ็คเกจต่าง ๆ ที่มีความเหมาะสมกับจุดมุ่งหมายในการวิเคราะห์ข้อมูล นอกจากนี้ผู้ใช้งานสามารถศึกษารายละเอียดการใช้โปรแกรมอาร์ และแพ็คเกจต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น การประยุกต์ใช้โปรแกรมอาร์ ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับแบบสอบที่มีการให้คะแนนแบบหลายค่า



ภาพที่ 19

References

- Aroonmanakun, W. (2017). Statistics and Using R Programming. [Unpublished manuscript]. Faculty of Arts, Chulalongkorn University. (in Thai)
- Chaimongkol, N., Kanjanawasee, S. (2015). System development for on-the-fly assembled multistage adaptive testing with reflective feedback in information technology professional examination [Doctoral dissertation]. [Online]. Retrieved May 15, 2021, from <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/50934>. (in Thai)
- Chaimongkol, N., Pasiphol, S. and Kanjanawasee, S. (2016). “Computerized Adaptive Testing with Reflective Feedback in Information Technology Professional Examination”. Information Technology Journal 12(2): 58-64. (in Thai)
- Kanjanawasee, S. (2020). Modern Test Theories (5th ed). Chulalongkorn University Printing House. (in Thai)
- Kanjanawasee, S. and Chaimongkol, N. (2020). “The Application of R Programming for Education Testing”. Journal of Research Methodology 33(1): 21-45. [Online]. Retrieved May 10, 2021, from https://portal.edu.chula.ac.th/pub/jrm/index.php/jrm/article/viewFile/648/pdf_495 (in Thai)
- Pongsakchat, V. (n.d.) Using the R program for research. [Unpublished manuscript]. Faculty of Science, Burapha University. (in Thai)
- Vijitsoonthornkul, K. Thitichai, P., Chalom, K., et al. (2020). Analysis of health data in the Thai public health system using the program R. [Online]. Retrieved May 27, 2021, from <https://medipe2.psu.ac.th/2019/media/Upload/1584606671-R%20Practice.pdf>. (in Thai)