# การเปรียบเทียบฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบและแบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลขโดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบ

# A Comparison the Information Function of the Item and Test of Numerical Aptitude Test using the Item response theory

สุทธิวรรณ พีรศักดิ์โสภณ[1]
Suthiwan Pirasaksopon[1]

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบและแบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลข โดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบที่เป็นโมเดลโลจิสติกแบบหนึ่ง สอง และสามพารามิเตอร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนิสิตปริญญาตรี ปีที่ 1 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีการศึกษา 2558 มีสองกลุ่ม กลุ่มแรกเป็นนิสิตทางสายสังคมศาสตร์ จำนวน 2424 คน ตอบแบบทดสอบความถนัดด้านตัวเลข ฉบับ ก และกลุ่มที่สองเป็นนิสิตทางสายวิทยาศาสตร์ จำนวน 2031 คน ตอบแบบทดสอบความถนัดด้านตัวเลข ฉบับ ข แบบทดสอบแต่ละฉบับเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวนฉบับละ 30 ข้อ ซึ่งใช้เป็นส่วนหนึ่งของการทดสอบเพื่อคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรม BILOG ผลการวิจัยพบว่า ค่าความยากเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลขฉบับ ก ยากกว่าฉบับ ข ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบทดสอบแต่ละฉบับมีค่าพอกัน เมื่อใช้โมเดลโลจิสติกแบบหนึ่ง สอง และสามพารามิเตอร์ ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบแต่ละข้อในแต่ละฉบับ เมื่อใช้โมเดลโลจิสติกแบบหนึ่งพารามิเตอร์มีค่าสูงกว่าเมื่อใช้โมเดลโลจิสติกแบบสอง และสามพารามิเตอร์ ซึ่งค่าฟังก์ชันสารสนเทศที่วิเคราะห์โดยใช้โมเดลแบบสองพารามิเตอร์มีค่าต่ำกว่าโมเดลที่มีหนึ่งและสามพารามิเตอร์

**คำสำคัญ:** ฟังก์ชันสารสนเทศ ทฤษฎีการตอบข้อสอบ ความถนัดด้านตัวเลข

[1] สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

[1] Educational and Psychological Test Bureau, Srinakharinwirot University

## Abstract

The purpose of this study was to compare the item and test information function of numerical aptitude test using the item response theory of 1-, 2- and 3- model. There were two sample groups used in this study from the first year students of the Srinakharinwirot University in academic year 2015. The first group consisted of 2,424 social science area students took the numerical aptitude test A and the second group consisted of 2,031 scientific area students took the numerical aptitude test B. The numerical aptitude tests were 30 items with five alternatives which the part of selected testing to direct admission of Srinakharinwirot University. The data was analyzed by BILOG program. The result found that 1) the difficulty mean of the numerical aptitude test A was more difficult than those of test B 2) the item information function value in each test of the one- parameter logistic model is higher than values in the two- and three- parameter model and the values in the two- parameter model is lower values in the one- and three- parameter model.


Keywords: item response theory, information function, aptitude test

## บทนำ

แบบทดสอบเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับตรวจสอบความรู้ความสามารถของผู้เรียนว่าบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการหรือไม่ แบบทดสอบมีหลายชนิด ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน หรือแบบทดสอบวัดบุคลิกภาพของผู้เรียน ผลที่ได้จากการวัดจะสะท้อนถึงคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการจะวัดได้หากเครื่องมือเหล่านี้มีคุณภาพที่ดีน่าเชื่อถือ คุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดีที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ ค่าความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่น การหาคุณภาพของแบบทดสอบดังกล่าวมีทั้งแนวคิดของทฤษฎีแบบมาตรฐานเดิม ซึ่งเป็นที่เข้าใจกันโดยทั่วไป แต่ก็มีจุดอ่อนที่ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์แปรผันตามกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ แต่แนวคิดของทฤษฎีการตอบข้อสอบซึ่งเป็นอีกแนวคิดหนึ่งที่มีมานานและสามารถแก้ปัญหาจุดอ่อนนั้นได้ แต่ยังไม่ได้นำไปใช้ในทางปฏิบัติมากนักเนื่องจากข้อจำกัดเกี่ยวกับความยุ่งยากซับซ้อนในการคำนวณ อีกทั้งยังมีข้อจำกัดของโปรแกรมที่ใช้มีไม่แพร่หลายนัก

ทฤษฎีการตอบข้อสอบมีแนวคิดที่พยายามอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะภายในตัวบุคคลกับพฤติกรรมการตอบข้อสอบ โดยอาศัยฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโอกาสในการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องกับระดับความสามารถของผู้สอบที่วัดได้จากการตอบข้อสอบข้อสอบ เมื่อนำมาเขียนกราฟจะได้โค้งลักษณะข้อสอบ (item Characteristic Curve: ICC) จุดเด่นของทฤษฎีนี้คือค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกไม่แปรเปลี่ยนไปตามกลุ่มผู้สอบ

การประมาณค่าความสามารถของบุคคลสามารถใช้ผลการตอบข้อสอบนั้นสรุปอ้างอิงเกี่ยวกับความสามารถที่มีอยู่ในตัวบุคคล ซึ่งดัชนีที่ใช้วัดระดับความถูกต้องแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถที่ต้องการวัดได้แก่ ค่าฟังก์ชันสารสนเทศ (information function) (Birnbaum, 1968:

419) ค่าฟังก์ชันสารสนเทศนี้จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบอันได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าการเดา

ในการวิจัยครั้งนี้มีความสนใจศึกษาและเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบและแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนด้านตัวเลข ซึ่งผลที่ได้จะนำไปใช้พิจารณาเลือกใช้แบบทดสอบให้เหมาะสมกับบุคคลที่สมัครเข้าศึกษาต่อในมหาวิทยาลัย

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบและแบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลขฉบับ ก และฉบับ ข เมื่อวิเคราะห์โดยใช้โมเดลโลจิสติกแบบหนึ่ง สอง และสาม พารามิเตอร์

2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลขฉบับ ก และฉบับ ข

## แหล่งข้อมูล

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนิสิตปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2558 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีสองกลุ่มคือ กลุ่มนิสิตสายสังคมศาสตร์ จำนวน 2,424 คน ตอบแบบทดสอบความถนัดด้านตัวเลขฉบับ ก กลุ่มนิสิตสายวิทยาศาสตร์ จำนวน 2,031 คน ตอบแบบทดสอบความถนัดด้านตัวเลขฉบับ ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดคำนวณ การเข้าใจและเห็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน การวิเคราะห์หาเหตุผลจากข้อมูลว่าเพียงพอต่อการตอบคำถามหรือไม่ และการเปรียบเทียบเชิงปริมาณ มีจำนวนสองฉบับ คือ ฉบับ ก และฉบับ ข ฉบับละ 30 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก สร้างและพัฒนาโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์และทางด้านวัดผล

## วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ความถนัด (aptitude) เป็นโครงสร้างทางจิตวิทยาเกี่ยวกับความแตกต่างของแต่ละบุคคลในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานเมื่อพบเข้ากับสถานการณ์หนึ่ง ซึ่งแต่ละบุคคลต้องการเรียนรู้จากการสอน ชวาล แพรัตกุล ได้ให้ความหมายของความถนัดว่าเป็นขีดระดับความสามารถขั้นสูงสุดของบุคคล ที่เขาอาจมีได้ต่อการเรียนรู้และฝึกฝนในวิทยาการตลอดทักษะต่าง ๆ ถ้าหากเขาได้รับการฝึกและประสบการณ์ที่เหมาะสม (ชวาล แพรัตกุล. 2513 อ้างอิงจาก ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541: 16) และครอนบาคให้นิยามความความถนัดทางการเรียน (Scholastic Aptitude Tests) เป็นกลุ่มความสามารถทางสมอง ที่ร่วมกันทำงานเพื่อเพิ่มพูนความสำเร็จในกิจกรรมทางปัญญา (Cronbach, 1983 อ้างอิงจาก ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541: 15)

**ทฤษฎีการตอบข้อสอบ (Item Response Theory: IRT)**

ทฤษฎีการตอบข้อสอบมีความเชื่อพื้นฐานว่า พฤติกรรมการตอบข้อสอบของบุคคลจะถูกกำหนดจากคุณลักษณะภายใน (latent trait) หรือความสามารถภายในที่มีอยู่ในตัวบุคคลซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่อธิบายความสัมพันธ์ได้ในรูปของฟังก์ชันคณิตศาสตร์ ระหว่างโอกาสในการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องกับระดับความสามารถของผู้สอบที่วัดได้จากการตอบข้อสอบ เมื่อนำมาเขียนกราฟจะได้โค้งลักษณะข้อสอบ (item Characteristic Curve: ICC) ซึ่งสามารถกำหนดลักษณะของข้อสอบด้วยพารามิเตอร์ของข้อสอบ ได้แก่ ความยาก (b) อำนาจจำแนก (a) และค่าการเดา (c) ทฤษฎีนี้

มีข้อดีตรงที่ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจะคงที่ ไม่แปรเปลี่ยนไปตามกลุ่มผู้สอบไม่ว่าจะนำไปสอบกับผู้ใดก็ตาม และทำให้เราคำนวณหาความสามารถที่แท้จริงของบุคคลได้เมื่อทราบลักษณะการตอบข้อสอบในแต่ละข้อของผู้เข้าสอบแต่ละคน (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2545)

**ข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญของทฤษฎีการตอบข้อสอบ**

ข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญของทฤษฎีการตอบข้อคำถามที่สำคัญมีดังนี้ (Hambleton & Swaminathan.1985: 16 - 30)

ประการแรก มิติของลาเทนท์สเปส (Dimensionality of Latent Space) กล่าวถึง ลักษณะหรือความสามารถที่เป็นตัวกำหนดพฤติกรรมการตอบข้อสอบจะมีเพียงลักษณะเดียว เรียกว่า Unidimensional

ประการที่สอง ได้แก่ ความเป็นอิสระของการตอบข้อสอบ (Local Independence) หมายถึง พฤติกรรมการตอบข้อสอบต่าง ๆ ในแบบทดสอบของแต่ละคนมีความเป็นอิสระในเชิงสถิติ นั่นคือ การตอบข้อสอบข้อหนึ่งไม่มีผลต่อการตอบข้อสอบข้ออื่นในแบบทดสอบฉบับเดียว สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{Prob}[U_1 = u_1, U_2 = u_2, \ldots, U_n = u_n \mid \theta] = \prod_{i=1}^{n} P_i(\theta)^{u_i} Q_i(\theta)^{1-u_i} \quad \ldots(1)$$

เมื่อ Ui = 1, 2, 3, ..., n แทน ผลการตอบข้อสอบ n ข้อ เมื่อตอบถูกให้ 1 ตอบผิดให้ 0

Pi แทน โอกาสที่ผู้สอบคนหนึ่งทำข้อสอบข้อที่ i ถูก

Qi = 1- Pi

ประการที่สาม โค้งลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Curve) เป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโอกาสในการตอบข้อสอบข้อนั้นถูกกับระดับความสามารถของผู้สอบ ซึ่งขึ้นอยู่กับโมเดลการตอบข้อสอบว่าจะเป็นแบบพารามิเตอร์หนึ่งตัว สองตัว หรือสามตัว

**พารามิเตอร์ของทฤษฎีการตอบข้อสอบ**

ทฤษฎีการตอบข้อสอบเรียกค่าที่แทนคุณลักษณะของข้อสอบจากการวิเคราะห์ว่า “พารามิเตอร์” จำแนกได้ 2 ชนิด (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2545) คือ

*พารามิเตอร์ของข้อสอบ (Item Parameter) ได้แก่*

ค่าความยาก (b) หมายถึง สัดส่วนของคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก หรือหมายถึงค่าที่แสดงถึงระดับความสามารถของผู้สอบ ($\boldsymbol{\Theta}$) ที่จุดโค้งลักษณะที่มีความชันมากที่สุด มีค่าตั้งแต่ - ∞ ถึง + ∞ แต่ในทางปฏิบัติมักมีค่าอยู่ระหว่าง -3 ถึง +3 แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นง่ายมาก และค่า +3 แสดงว่าข้อสอบนั้นยากมาก

ค่าอำนาจจำแนก (a) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบที่แยกเด็กออกเป็นสองพวก คือพวกตอบถูกและพวกตอบผิด หรือหมายถึงค่าที่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความชันของโค้งคุณลักษณะของข้อสอบ ณ จุดเปลี่ยนโค้งมีค่าตั้งแต่ - ∞ ถึง + ∞ แต่ในทางปฏิบัติมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 2 เพราะค่า a ที่เป็นลบแสดงว่าข้อสอบไม่ดี ใช้ไม่ได้ต้องตัดทิ้ง ค่า 0 แสดงว่าข้อสอบไม่มีค่าอำนาจจำแนก ค่า +2 แสดงว่าข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกสูง ในการคัดเลือกข้อสอบ ข้อที่คัดไว้จะมีค่า a ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

ค่าสัมประสิทธิ์การเดา (c) หมายถึงความน่าจะเป็นของบุคคลหนึ่งที่มีความสามารถต่ำสุดที่จะตอบข้อสอบนั้นได้ถูกต้อง เป็นค่าที่แสดงถึงโอกาสการตอบข้อสอบนั้นถูกโดยไม่มีความรู้ใน

เรื่องนั้นๆ ค่า c มีค่าจาก 0 ถึง 1 จะคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า c ต่ำกว่า 0.3 ลงมา

*พารามิเตอร์ของผู้สอบ (Examination Parameter)*

พารามิเตอร์ของผู้สอบได้แก่ ระดับความสามารถของผู้สอบ ($\theta$) เป็นศักยภาพของผู้สอบที่ประมาณได้จากการกระทำข้อสอบตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ ส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง -3 ถึง +3 ค่า -3 แสดงว่าผู้สอบมีความสามารถในระดับต่ำ และค่า +3 แสดงว่าผู้สอบมีความสามารถในระดับสูง

**โมเดลที่ใช้ในทฤษฎีการตอบข้อสอบ**

การวิจัยครั้งนี้ใช้โมเดลโลจิสติก (Logistic Model) เป็นโมเดลที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์ในการทดสอบ กรณีที่มีการตอบโดยเดาได้ ซึ่งจะทำให้ส่วนปลายต่ำสุดของโค้ง (Lower Asymptote) ของ Pi ($\theta$) ไม่เป็นศูนย์ และบางครั้งการสอบผู้สอบที่มีความสามารถสูง อาจจะไม่มีความรอบคอบพอในการตอบ จึงทำให้เกิดความผิดพลาดในการประมาณค่าความสามารถ ซึ่งค่าความรอบคอบของข้อสอบแต่ละข้อมีค่าน้อยกว่า 1 จึงจำเป็นต้องพิจารณาค่าพารามิเตอร์การเดา (Guessing Parameter) และความรอบคอบ (Careless) ด้วย ซึ่งแบ่งเป็นโมเดลย่อยได้ 4 โมเดล ตามจำนวนพารามิเตอร์ที่ใช้ โดยมีสมการดังนี้ (Hambleton and Swaminathan. 1985) ดังนี้

1. โมเดลที่ใช้พารามิเตอร์สองตัว (Two Parameter Logistic Model) เบิร์นบอม ได้เสนอโมเดลที่ใช้อธิบายโค้งลักษณะข้อสอบโดยใช้พารามิเตอร์สองตัว ได้แก่ ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก โดยมีสมการดังนี้

$$p_i(\theta) = \frac{1}{1+e^{-Da_i(\theta-b_i)}} \quad ...(2)$$

2. โมเดลที่ใช้พารามิเตอร์สามตัว (Three Parameter Logistic Model) โมเดลที่ใช้พารามิเตอร์สามตัวเป็นโมเดลที่ใช้อธิบายถึงความไม่เหมาะสมของเส้นโค้งลักษณะของข้อสอบตอนปลายล่าง คำนึงถึงเรื่องการเดาตอบ โดยมีสมการดังนี้

$$p_i(\theta) = c_i + \frac{(1-c_i)}{1+e^{-Da_i(\theta-b_i)}} \quad ...(3)$$

3. โมเดลที่ใช้พารามิเตอร์ตัวเดียว (One Parameter Logistice Model) เป็นโมเดลที่ ราส์ช (Rasch) เป็นผู้พัฒนาขึ้นโดยถือว่าข้อสอบทุกข้อมีค่าอำนาจจำแนกเท่ากันและไม่มีการเดา (a = 1, C = 0) โมเดลนี้บางทีเรียกว่า ราส์ชโมเดล (Rasch Model) โดยมีสมการดังนี้

$$p_i(\theta) = \frac{1}{1+e^{-D(\theta-b_i)}} \quad ...(4)$$

4. โมเดลที่ใช้พารามิเตอร์สี่ตัว (Four Parameter Logistic Model) ผู้สอบที่มีความสามารถสูงไม่ใช่จะตอบข้อสอบถูกเสมอไป บางครั้งผู้สอบเหล่านี้อาจจะมีความรอบคอบน้อยทั้งที่ความสามารถมีเหนือแบบทดสอบ ทำให้ผู้สอบคนนั้นไม่เลือกคำตอบที่ถูก ซึ่งปัญหานี้แม็คโดแนลด์ (McDonald) ได้เสนอในปี ค.ศ. 1967 โดยมีสูตรสมการ ดังนี้

$$p_i(\theta) = c_i + (r_i - c_i)\left(\frac{e^{-Da_i(\theta-b_i)}}{1+e^{-Da_i(\theta-b_i)}}\right) \quad ...(5)$$

จากโมเดลโลจิสติกแต่ละโมเดลข้างต้น สัญลักษณ์ที่ใช้แทนความหมายมีดังนี้

$P_i(\theta)$ แทน โอกาสที่ผู้สอบคนหนึ่งที่มีระดับความสามารถ $\theta$ จะตอบข้อสอบข้อที่ i ได้

ถูกต้อง

$b_i$ แทน ค่าความยากที่แสดงระดับความสามารถที่แท้จริง ณ จุดที่โค้งชันที่สุดในกรณีที่ไม่มีการเดาค่า $b_i$ เท่ากับ $\theta$ ณ จุดความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.5

$a_i$ แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ i ที่เป็นสัดส่วนของความชัน ณ ตำแหน่ง $\theta = b_i$

D แทน scaling Factor มีค่าเท่ากับ 1.7

$C_i$ แทน โอกาสที่ผู้สอบที่มีความสามารถต่ำมากมีโอกาสจะทำข้อสอบข้อนี้ได้ถูกต้อง หรือค่าสัมประสิทธิ์การเดา

**ฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (Item Function Information)**

ฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ หมายถึง ค่าที่แสดงถึงความถูกต้องแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถจริงของบุคคล (q) ในการตอบข้อสอบแต่ละข้อ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ (Hambleton ; Swaminathan and Roger. 1991: 91) ดังนี้

$$I_i(\theta) = \frac{[P_i'(\theta)]^2}{P_i(\theta)Q_i(\theta)} \quad ...(6)$$

เมื่อ $I_i(\theta)$ แทน ฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ

$P_i(\theta)$ แทน โอกาสที่ผู้สอบที่มีความสามารถ $\theta$ สามารถตอบข้อสอบข้อที่ i ได้ถูก

$Q_i(\theta)$ แทน $(1 - P_i(\theta))$

ดังนั้น ฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบแต่ละโมเดลเป็นดังนี้ (Swaminathan and Hambleton: 1990: 107) มีดังนี้

พารามิเตอร์หนึ่งตัว

$$I_i(\theta) = D^2 P_i Q_i$$

พารามิเตอร์สองตัว

$$I_i(\theta) = D^2 a_i^2 P_i Q_i$$

พารามิเตอร์สามตัว

$$I_i(\theta) = \frac{D^2 a_i^2 Q_i}{P_i}[(P_i - c_i)^2 / (1 - c_i^2]$$

ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของแบบทดสอบ (Hambleton ; Swaminathan and Roger. 1991: 96) มีสูตรดังนี้

$$RE(\theta) = \frac{I_A(\theta)}{I_B(\theta)} \quad ...(7)$$

จากสมการดังกล่าว ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบแต่ละข้อขึ้นอยู่กับความชันของโค้งลักษณะเฉพาะของข้อสอบ (ICC) ถ้าโค้งลักษณะเฉพาะของข้อสอบชันมากขึ้นในขณะที่ความแปรปรวนของการตอบข้อสอบถูกน้อยลง โค้งสารสนเทศของข้อสอบที่ระดับความสามารถนั้นๆ จะยิ่งสูงขึ้น ความสูงของโค้งสารสนเทศของข้อสอบอยู่ที่ระดับความสามารถใด แสดงว่าข้อสอบนั้นสามารถจำแนกระดับความสามารถของผู้สอบได้ดี ณ ระดับความสามารถนั้น

ฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Function Information) หมายถึง สัดส่วนกลับกันกับกำลังสองของความยาวของช่วงความเชื่อมั่น ซึ่งเป็นผลมาจากการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบจากการตอบข้อสอบทั้งฉบับ ค่านี้แสดงถึงความถูกต้องแม่นยำในการประมาณ

ค่าความสามารถจริง ($\Theta$) ของแบบทดสอบทั้งฉบับว่ามีมากน้อยเพียงใด ดังนั้นโค้งสารสนเทศของแบบทดสอบจึงเป็นตัวบ่งชี้ถึงความถูกต้องแม่นยำของค่าความสามารถที่ประมาณได้ ซึ่งแสดงได้ดังสมการ (Baker. 2001: 106) ต่อไปนี้

$$I(\theta) = \sum_{i=1}^{k} I_i(\theta)$$

$I_i(\Theta)$ แทน ค่าอินฟอร์เมชันฟังก์ชันของข้อสอบที่ i ณ ระดับความสามารถ $\Theta$

k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

ถ้าเราทราบค่าสารสนเทศของข้อสอบ เราสามารถสร้างแบบทดสอบให้มีโค้งสารสนเทศของแบบทดสอบ ณ ความสามารถระดับใดระดับหนึ่งที่เราต้องการได้ เช่น ต้องการสร้างแบบทดสอบเพื่อคัดเลือกบุคคลให้ได้รับทุนการศึกษาต่อต่างประเทศ ก็ต้องสร้างแบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูงสุดที่ระดับความสามารถสูงๆ นั่นคือ ให้มีโค้งสารสนเทศของแบบทดสอบสูง ณ ระดับความสามารถสูงๆ

## ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำผลการตอบข้อสอบจากกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมาวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบ โดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป BILOG 3.04 เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบโดยใช้โมเดลโลจิสติกแบบหนึ่งพารามิเตอร์ สองพารามิเตอร์ และสามพารามิเตอร์ และหาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบและแบบทดสอบความถนัดด้านตัวเลขฉบับ ก และฉบับ ข ณ ระดับความสามารถ ($\Theta$) ตั้งแต่ - 3 ถึง + 3 ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 1 – ตาราง 3

**ตาราง 1** ค่าเฉลี่ยของค่าอำนาจจำแนก ค่าความยาก และการเดาของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลข โดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบโมเดลโลจิสติกแบบโมเดลหนึ่ง สอง และสามพารามิเตอร์

| Logistic Model | ฉบับ ก | | | ฉบับ ข | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | อำนาจจำแนก (a) | ความยาก (b) | การเดา (c) | อำนาจจำแนก (a) | ความยาก (b) | การเดา (c) |
| หนึ่งพารามิเตอร์ | - | 0.911 | - | - | 0.852 | - |
| สองพารามิเตอร์ | 0.223 | 1.453 | | 0.237 | 1.069 | - |
| สามพารามิเตอร์ | 0.375 | 1.155 | 0.05 | 0.316 | 0.809 | 0.071 |

จากตาราง 1 ค่าความยากเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลขฉบับ ก และ ฉบับ ข เมื่อใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบโมเดลโลจิสติกแบบหนึ่ง สอง และสามพารามิเตอร์ พบว่า แบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลขฉบับ ก ยากกว่าฉบับ ข ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ตามโมเดลหนึ่ง สอง และสามพารามิเตอร์มีค่าพอกัน

สำหรับฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบแต่ละข้อของแบบทดสอบสอบวัดความถนัดด้านตัวเลขฉบับ ก และ ฉบับ ข นำเสนอดังตาราง 2

**ตาราง 2** ฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบแต่ละข้อในแบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลขฉบับ ก และฉบับ ข โดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบโมเดลโลจิสติกแบบหนึ่ง สอง และสาม พารามิเตอร์

| ข้อ | ฉบับ ก | | | ข้อ | ฉบับ ข | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | หนึ่งพารามิเตอร์ | สองพารามิเตอร์ | สามพารามิเตอร์ | | หนึ่งพารามิเตอร์ | สองพารามิเตอร์ | สามพารามิเตอร์ |
| 1 | 16.78 | 2.08 | 7.21 | 1 | 16.49 | 4.24 | 8.96 |
| 2 | 16.70 | 0.85 | 6.96 | 2 | 16.78 | 4.81 | 15.43 |
| 3 | 16.52 | 4.32 | 10.00 | 3 | 16.77 | 4.40 | 13.85 |
| 4 | 16.60 | 4.14 | 9.81 | 4 | 16.80 | 1.34 | 4.74 |
| 5 | 16.78 | 5.22 | 16.31 | 5 | 15.31 | 2.35 | 13.24 |
| 6 | 16.52 | 1.43 | 3.66 | 6 | 16.81 | 2.27 | 9.80 |
| 7 | 16.59 | 1.29 | 3.88 | 7 | 16.72 | 4.67 | 10.68 |
| 8 | 16.77 | 2.58 | 6.65 | 8 | 16.81 | 6.48 | 18.65 |
| 9 | 16.04 | 5.41 | 12.50 | 9 | 16.81 | 2.26 | 10.26 |
| 10 | 15.16 | 2.77 | 14.16 | 10 | 16.80 | 5.46 | 15.86 |
| 11 | 16.34 | 1.46 | 5.77 | 11 | 16.50 | 1.90 | 9.38 |
| 12 | 16.79 | 2.12 | 5.98 | 12 | 16.78 | 4.94 | 15.73 |
| 13 | 16.81 | 1.83 | 4.94 | 13 | 16.16 | 0.69 | 5.75 |
| 14 | 16.49 | 1.09 | 3.93 | 14 | 16.79 | 3.34 | 9.03 |
| 15 | 16.53 | 1.33 | 8.83 | 15 | 16.10 | 6.16 | 12.92 |
| 16 | 16.81 | 1.88 | 5.16 | 16 | 16.79 | 4.19 | 10.33 |
| 17 | 16.81 | 4.62 | 12.72 | 17 | 16.79 | 2.21 | 11.82 |
| 18 | 15.92 | 0.62 | 8.18 | 18 | 16.79 | 4.27 | 10.39 |
| 19 | 16.67 | 2.37 | 10.08 | 19 | 14.73 | 1.83 | 20.49 |
| 20 | 16.17 | 3.45 | 14.06 | 20 | 16.81 | 1.99 | 6.02 |
| 21 | 14.25 | 0.32 | 9.06 | 21 | 15.74 | 1.50 | 18.59 |
| 22 | 16.75 | 1.26 | 4.04 | 22 | 16.80 | 2.23 | 10.64 |
| 23 | 16.79 | 2.84 | 10.52 | 23 | 16.69 | 3.23 | 7.55 |
| 24 | 16.70 | 0.40 | 1.17 | 24 | 16.29 | 2.05 | 13.41 |
| 25 | 16.36 | 1.49 | 9.90 | 25 | 16.72 | 4.14 | 9.76 |
| 26 | 15.85 | 0.14 | 0.40 | 26 | 16.75 | 3.49 | 8.34 |
| 27 | 16.49 | 1.76 | 9.14 | 27 | 15.63 | 0.82 | 8.63 |
| 28 | 14.04 | 0.73 | 3.49 | 28 | 16.81 | 2.04 | 5.51 |
| 29 | 16.01 | 0.24 | 12.98 | 29 | 16.32 | 0.59 | 4.34 |
| 30 | 16.20 | 0.80 | 4.57 | 30 | 15.88 | 1.46 | 10.20 |

จากตาราง 2 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบแต่ละข้อในแต่ละฉบับ เมื่อใช้โมเดลโลจิสติกแบบหนึ่งพารามิเตอร์มีค่าสูงกว่าเมื่อใช้โมเดลโลจิสติกแบบสอง และสามพารามิเตอร์ ซึ่งค่าฟังก์ชันสารสนเทศที่วิเคราะห์โดยใช้โมเดลแบบสองพารามิเตอร์มีค่าต่ำกว่าโมเดลที่มีหนึ่งและสามพารามิเตอร์

สำหรับค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ณ ที่ระดับความสามารถ -3 ถึง +3 นำเสนอดังตาราง 3

**ตาราง 3** ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบความถนัดด้านตัวเลข ที่ระดับความสามารถตามโมเดลโลจิสติกแบบหนึ่ง สอง และสามพารามิเตอร์

| θ | หนึ่งพารามิเตอร์ | | สองพารามิเตอร์ | | สามพารามิเตอร์ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ฉบับ ก | ฉบับ ข | ฉบับ ก | ฉบับ ข | ฉบับ ก | ฉบับ ข |
| -3 | 0.60 | 0.67 | 0.33 | 0.37 | 0.05 | 0.02 |
| -2.5 | 1.30 | 1.47 | 0.49 | 0.61 | 0.10 | 0.07 |
| -2 | 2.60 | 3.05 | 0.72 | 0.98 | 0.24 | 0.25 |
| -1.5 | 4.65 | 5.71 | 1.02 | 1.51 | 0.60 | 0.77 |
| -1 | 7.27 | 9.38 | 1.34 | 2.11 | 1.41 | 1.93 |
| -0.5 | 10.16 | 13.18 | 1.56 | 2.58 | 2.72 | 4.02 |
| 0 | 12.96 | 15.39 | 1.57 | 2.69 | 4.76 | 7.55 |
| 0.5 | 14.83 | 14.95 | 1.41 | 2.37 | 6.73 | 10.95 |
| 1 | 14.79 | 12.77 | 1.19 | 1.83 | 7.61 | 12.20 |
| 1.5 | 12.55 | 10.02 | 0.97 | 1.34 | 7.79 | 12.19 |
| 2 | 8.99 | 6.96 | 0.78 | 0.97 | 7.33 | 9.34 |
| 2.5 | 5.47 | 4.10 | 0.61 | 0.71 | 5.69 | 5.10 |
| 3 | 2.90 | 2.10 | 0.48 | 0.53 | 3.39 | 2.54 |

จากตาราง 3 ณ ระดับความสามารถ -3 ถึง +3 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบแต่ละฉบับเมื่อใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบโมเดลโลจิสติกแบบหนึ่ง สอง และสามพารามิเตอร์ พบว่า

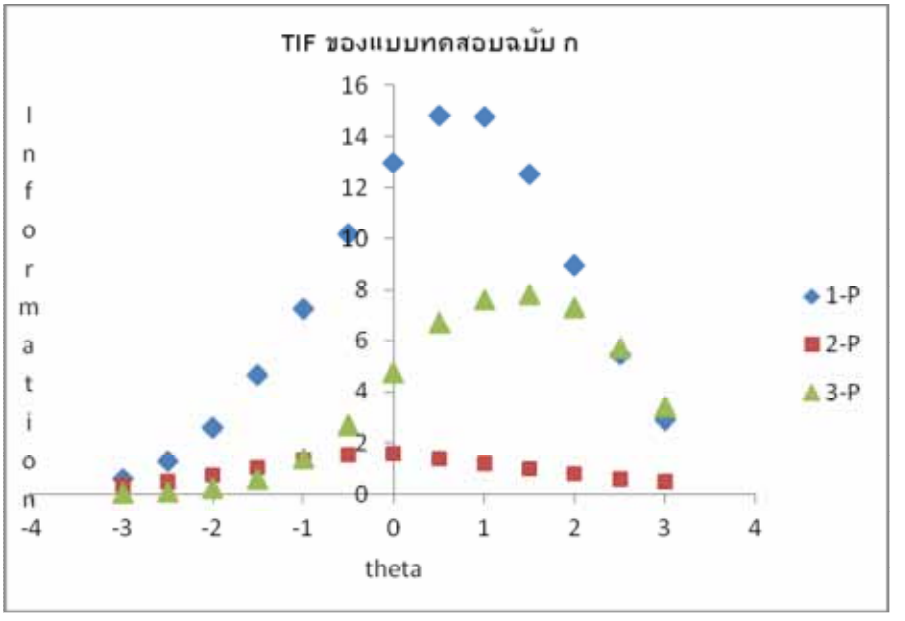
1. แบบทดสอบฉบับ ก ค่าฟังก์ชันสารสนเทศเมื่อวิเคราะห์ตามโมเดลโลจิสติกหนึ่งพารามิเตอร์มีค่าสูงกว่าเมื่อวิเคราะห์ตามโมเดลโลจิสติกแบบสองและสามพารามิเตอร์ ค่าฟังก์ชันสารสนเทศแบบสองพารามิเตอร์มีค่าต่ำสุด และค่าฟังก์ชันสารสนเทศแบบสามพารามิเตอร์ให้ค่าฟังก์ชันสารสนเทศต่ำกว่าแบบหนึ่งพารามิเตอร์แต่สูงกว่าแบบสองพารามิเตอร์ยกเว้นที่ระดับความสามารถที่ต่ำกว่า -1 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศที่ได้จะต่ำสุด

2. แบบทดสอบความถนัดด้านตัวเลข ฉบับ ข ค่าฟังก์ชันสารสนเทศเมื่อวิเคราะห์ตามโมเดลโลจิสติกแบบหนึ่งพารามิเตอร์ให้ค่าสูงกว่าแบบสองและสามพารามิเตอร์ ยกเว้นที่ระดับความสามารถมากกว่า 1 เมื่อวิเคราะห์แบบสองพารามิเตอร์ให้ค่าฟังก์ชันสารสนเทศต่ำสุด ยกเว้นที่ระดับความสามารถน้อยกว่า -1 และค่าฟังก์ชันสารสนเทศแบบสามพารามิเตอร์ให้ค่าต่ำกว่าแบบหนึ่งพารามิเตอร์ แต่สูงกว่าแบบสองพารามิเตอร์ แต่ให้ค่าสูงสุดที่ระดับความสามารถมากกว่า 1

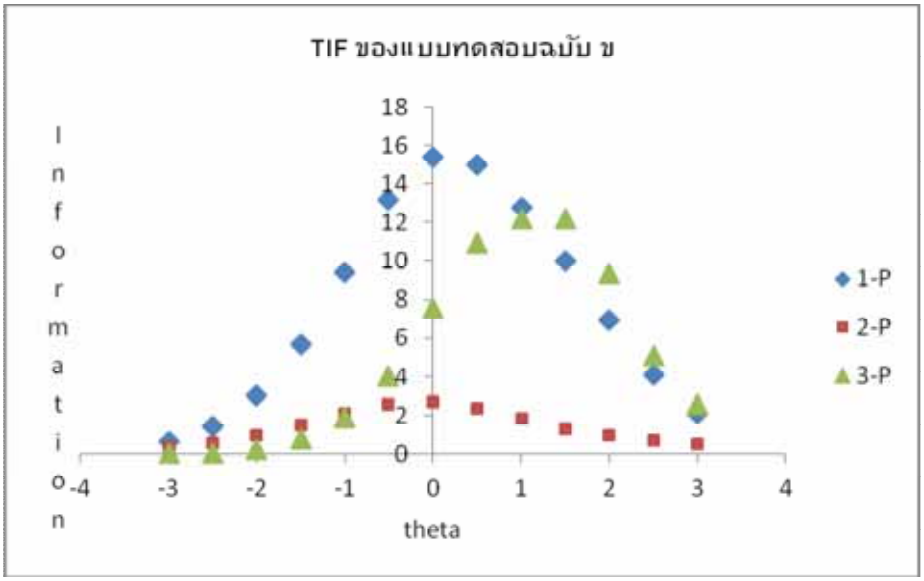
เมื่อพิจารณาค่าสูงสุดของฟังก์ชันสารสนเทศในแต่ละโมเดลพบว่า ในโมเดลแบบหนึ่งพารามิเตอร์ค่าสูงสุดในแบบทดสอบฉบับ ก อยู่ที่ระดับความสามารถ 0.5 และ ฉบับ ข อยู่ที่ 0 และค่อย ๆ ลดต่ำลง มีลักษณะสมมาตรกัน ค่าฟังก์ชันสารสนเทศเมื่อวิเคราะห์โมเดลแบบสองพารามิเตอร์ค่าสูงสุดในแบบทดสอบฉบับ ก และ ข อยู่ที่ระดับความสามารถ 0 เหมือนกัน และค่อย ๆ ลดต่ำลงมีลักษณะสมมาตรเช่นเดียวกัน

สำหรับค่าฟังก์ชันสารสนเทศเมื่อวิเคราะห์โมเดลแบบสามพารามิเตอร์ค่าสูงสุดในแบบทดสอบฉบับ ก อยู่ที่ระดับความสามารถ 1.5 และฉบับ ข อยู่ที่ระดับความสามารถ 1 และมีค่าค่อย ๆ ลดลง มีลักษณะสมมาตรเช่นเดียวกัน

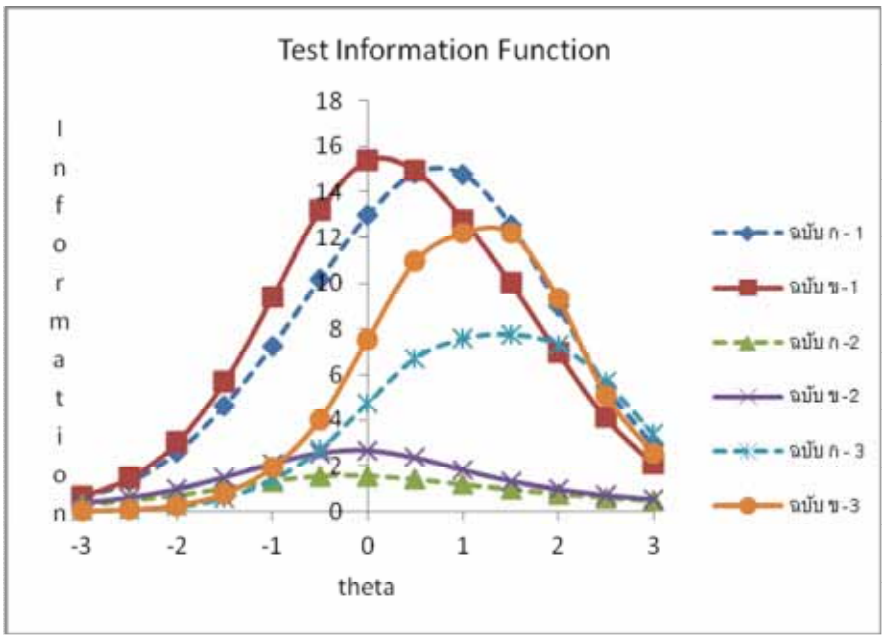
เพื่อให้เห็นความชัดเจนเกี่ยวกับฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบที่วิเคราะห์แต่ละโมเดล ขอเสนอดังภาพที่ 1-4




**ภาพที่ 1**: ฟังก์ชันอินฟอร์เมชั่นของแบบทดสอบฉบับ ก

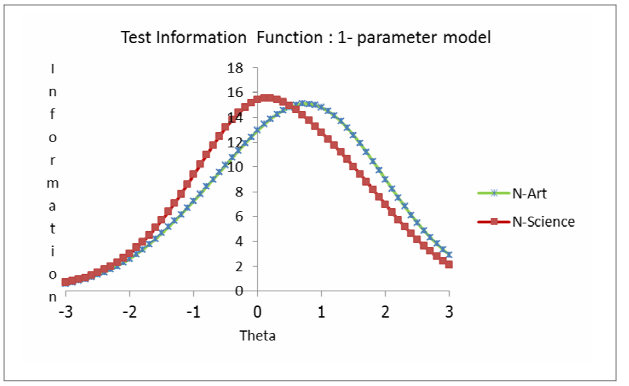



**ภาพที่ 2**: ฟังก์ชันอินฟอร์เมชั่นของแบบทดสอบฉบับ ข



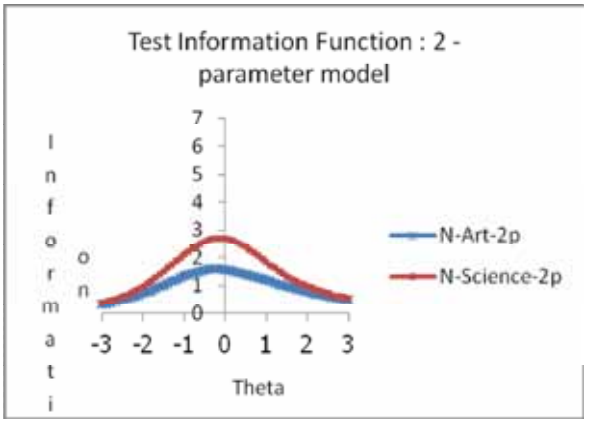

**ภาพที่ 3**: ฟังก์ชันอินฟอร์เมชั่นของแบบทดสอบฉบับ ก และ ข
เมื่อใช้ one-, two-, and three parameter model

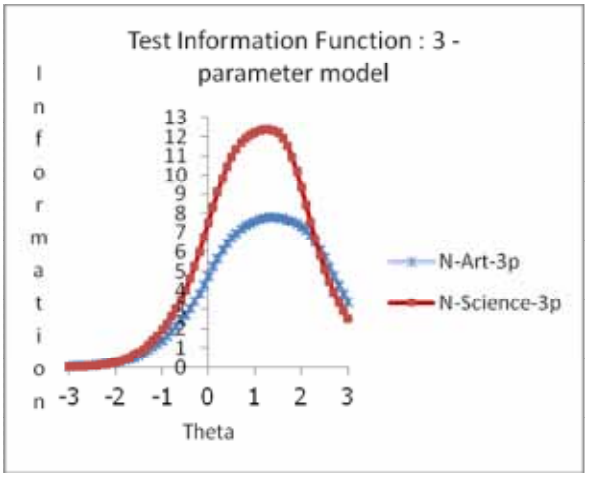
นอกจากนี้ยังได้นำเสนอภาพประกอบ 4 เปรียบเทียบให้เห็นฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบแต่ละฉบับเมื่อใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบแต่ละโมเดล




**ภาพที่ 4-1:**
ฟังก์ชันอินฟอร์เมชั่นของแบบทดสอบฉบับ ก และ ฉบับ ข เมื่อใช้ one-parameter model

**ภาพที่ 4-2:**
ฟังก์ชันอินฟอร์เมชั่นของแบบทดสอบฉบับ ก และ ฉบับ ข เมื่อใช้ two-parameter model




**ภาพที่ 4-3:**
ฟังก์ชันอินฟอร์เมชั่นของแบบทดสอบฉบับ ก และ ฉบับ ข เมื่อใช้ three-parameter model

## อภิปรายผล

ค่าความยากเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลขฉบับ ก และ ฉบับ ข เมื่อใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบโมเดลโลจิสติกแบบหนึ่ง สอง และสามพารามิเตอร์ พบว่า แบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลขฉบับ ก ยากกว่าฉบับ ข ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ตามโมเดลหนึ่ง สอง และสามพารามิเตอร์มีค่าพอกัน ข้อค้นพบนี้นำไปสู่การเลือกใช้แบบทดสอบให้เหมาะกับคุณลักษณะของผู้สอบซึ่งควรนำไปทดสอบกับผู้สมัครเข้าศึกษาต่อทางสายวิทยาศาสตร์ เช่น คณะวิทยาศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มากกว่าคณะทางสายสังคมศาสตร์ เพราะข้อสอบมีความยากกว่า

ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบแต่ละข้อทั้งฉบับ ก และฉบับ ข เมื่อใช้โมเดลโลจิสติกแบบหนึ่งพารามิเตอร์มีค่าสูงกว่าเมื่อใช้โมเดลโลจิสติกแบบสอง และสามพารามิเตอร์ ซึ่งค่าฟังก์ชันสารสนเทศที่วิเคราะห์โดยใช้โมเดลแบบสองพารามิเตอร์มีค่าต่ำกว่าโมเดลที่มีหนึ่งและสามพารามิเตอร์ ยกเว้นที่ระดับความสามารถมากกว่า 1 ของแบบทดสอบความถนัดด้านตัวเลขฉบับ ข และพบอีกว่า เมื่อวิเคราะห์แบบสองพารามิเตอร์ให้ค่าฟังก์ชันสารสนเทศต่ำสุด ยกเว้นที่ระดับความสามารถน้อยกว่า -1 ของแบบทดสอบความถนัดด้านตัวเลขฉบับ ข และค่าฟังก์ชันสารสนเทศแบบสามพารามิเตอร์ให้ค่าฟังก์ชันสารสนเทศต่ำกว่าแบบหนึ่งพารามิเตอร์แต่สูงกว่าสองพารามิเตอร์ จึงสรุปได้ว่าค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบแต่ละข้อในฉบับ ก และฉบับ ข ให้ผลทำนองเดียวกัน และค่าสูงสุดของฟังก์ชันสารสนเทศแบบหนึ่งพารามิเตอร์ของแบบทดสอบทั้งสองฉบับมีค่าสูงสุดที่ 0.5 และ 0 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง เช่นเดียวกับการวิจัยของ Anna Zięba (2013) ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับฟังก์ชันสารสนเทศตามโมเดลโลจิสติกหนึ่ง และสองพารามิเตอร์ ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งใช้ทดสอบความรู้และทักษะของนักศึกษา โดยการให้คะแนนแบบ 0 – 1 โดยใช้โมเดลโลจิสติกแบบหนึ่งพารามิเตอร์ของรัสช์โมเดล และสองพารามิเตอร์โมเดลของเบิร์นบอร์ม การศึกษานี้ใช้กรณีศึกษาของข้อสอบจำนวน 5 ข้อที่กำหนดค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกมาให้ แล้ววิเคราะห์ตามโมเดลหนึ่งพารามิเตอร์และสองพารามิเตอร์เพื่อหาฟังก์ชันสารสนเทศ ซึ่งค่าฟังก์ชันสารสนเทศแบบหนึ่งพารามิเตอร์มีค่าสูงสุดที่ 0.25 ในระดับปานกลาง แต่ผลการวิจัยเกี่ยวกับค่าฟังก์ชันสารสนเทศสูงสุดของการวิเคราะห์แต่ละโมเดล ให้ผลแตกต่างจากงานวิจัยของ Ali Moghadamzadeh, Keyvan Salehi, Ebrahim Khodaie (2011: 1359 – 1367) ที่เปรียบเทียบฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบและแบบทดสอบโดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบแบบหนึ่ง สอง และสามพารามิเตอร์โมเดล ซึ่งทำวิจัยโดยใช้ข้อมูลจากการสอบเข้ามหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยอิราเนียน โดยทำแบบทดสอบ NOET (National Organization for Educational Testing) ที่สุ่มอย่างมีระบบมาจำนวน 2,000 คน จากกลุ่มผู้สอบคณิตศาสตร์-ฟิสิกส์ ผลของการวิจัยพบว่าค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบและแบบทดสอบตามโมเดลแบบสองพารามิเตอร์ให้ค่าสูงกว่าเมื่อใช้โมเดลหนึ่งและสามพารามิเตอร์ ซึ่งต่างจากงานวิจัยที่ได้ครั้งนี้ ที่เป็นดังนี้อาจเกิดจากประเภทของแบบทดสอบที่นำมาใช้ทดสอบซึ่งเป็นแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนที่ได้จากการสั่งสมความรู้ประสบการณ์ต่าง ๆ แล้วนำมาใช้ในการสอบ แต่งานวิจัยในอดีตเป็นข้อสอบประเภทผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ใช้ทดสอบความรู้จากสิ่งที่ได้เรียนในเนื้อหาวิชา อย่างไรก็ตามค่าฟังก์ชันสารสนเทศที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ให้ผลสอดคล้องกับงานวิจัยในอดีตที่ศึกษามานั่นคือ ณ ที่ระดับความสามารถ

ที่ค่าฟังก์ชันสารสนเทศมีค่าสูงสุด ค่าที่ได้จะมีค่าค่อย ๆ ลดลง มีลักษณะสมมาตรเช่นเดียวกัน

## ข้อเสนอแนะ

สำหรับการวิจัย ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนการปรับเหมาะของแบบทดสอบความถนัด การทำหน้าที่ต่างกันของแบบทดสอบ เป็นต้น

สำหรับการนำผลไปใช้ ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ทำให้สามารถตัดสินใจเลือกนำแบบทดสอบความถนัดฉบับ ก ที่ยากกว่าไปทดสอบกับกลุ่มผู้สมัครสอบสายทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้นี้ยังสามารถเลือกข้อสอบแต่ละข้อจากสารสนเทศที่ได้เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มผู้สอบต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

## เอกสารอ้างอิง


กาญจน แก้วมณี. (2545). *การเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบเลือกตอบวิชาคณิตศาสตร์ที่มีรูปแบบตัวเลือกแตกต่างกัน.* ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (การวัดผลการศึกษา) สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2541). *เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน.* พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

Allen, M.J. & Yen, W.M. (1979). *Introduction to measurement theory*. Belmont California: Brook/Cole Publishing.

Moghadmazadeh, A., Salehi, K. and Khodaie, E. (2011). Comparison the information functions of the item and test in one, two and three parametric model of the item response theory (IRT). *IProcedia – Social and Behavioral Sciences. 29*. 1359-1367.

Zięba, A. (2013). The item information function in one and two-parameter logistic models- a comparison and use in the analysis of the results of school tests. *Didactics of Mathematics. 10*(14) ): 87 – 96

Baker, F.B. (2001). *The Basics of item response theory*. 2nd ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation.

Hambleton, R.K. and Swaminathan, H. (1985). *Item response theory: Principles and applications*. Boston: Kluwer - Nijhoff Publishing.