

การประยุกต์ใช้โมเดลตอบสนองข้อสอบในการพัฒนาคคลังข้อสอบ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

Applying Item Response Model for Developing an Item Bank of Basic Science Process Skills

มณี ผ่านจันหาร¹, สมประสงค์ เสนารัตน์² และคันทรพย์ ชมพูพาทย์²

Manee Panjanghan¹, Somprasong Senarat² and Canthasap Chomphupart²

(วันรับบทความ 6 กรกฎาคม 2563, วันรับแก้ไขบทความ 14 กันยายน 2563, วันตอบรับบทความ 2 พฤศจิกายน 2563)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาคคลังข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบ 4 พารามิเตอร์ ตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 613 คน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 ได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ โดยใช้โปรแกรม R แพคเกจ mirt, lavaan, psych และ GPArotation

ผลการวิจัยพบว่า

ข้อสอบที่สร้างขึ้นมีค่าพารามิเตอร์เป็นไปตามเกณฑ์จำนวน 31 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.765 ถึง 4.877 ค่าจุดตัดความยาก ตั้งแต่ -2.785 ถึง 2.928 ค่าโอกาสการเดา ตั้งแต่ 0.088 ถึง 0.291 และค่าความสับสน ตั้งแต่ 0.704 ถึง 0.971 ข้อสอบในคลังข้อสอบมีความเป็นเอกมิติ และมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สามารถนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาโปรแกรมทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

คำสำคัญ คลังข้อสอบ, โมเดลการตอบสนองข้อสอบ 4 พารามิเตอร์, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

Abstract

The purpose of this research was to develop item bank in basic science process skills test by applying 4-parameter item response model. The samples were 613 Prathomsuksa 6 students of academic year 2019 from Roi Et Primary Educational Services Area Office 1 using multistage random sampling. The instrument was basic science process skills 4 choices of 50 items. The analysis item response model 4 parameters by The R package, mirt, lavaan, psych and GPArotation.

1 นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

273 หมู่ที่ 18 ตำบลเหนือเมือง อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด 45000 E-mail: ma1970nee@gmail.com

2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

The research findings were as follows:

The developed items were 31 items that yielded the item parameter conforming the standard criterion. The discrimination ranged from 0.765 to 4.877, the difficulty ranged from -2.785 to 2.928, lower asymptote were between 0.088 to 0.291 and upper asymptote ranged from 0.704 to 0.971. The item bank was unidimensionality and appropriate content validity. The item bank can be used as a database for developing basic science process skills testing programs.

Keywords item bank, 4-parameter item response model, the basic science process skills

บทนำ

โครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทย เป็นโครงการที่สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงพระกรุณาพระราชทานพระราชดำริให้คณะกรรมการโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทย ดำเนินการทดลองนำร่องในประเทศไทยโดยเริ่มที่ระดับปฐมวัย เมื่อปี พ.ศ. 2553 จากการที่ได้ทอดพระเนตรตัวอย่างโครงการนี้ คราวเสด็จพระราชดำเนินเยือนประเทศเยอรมนี เมื่อปี พ.ศ. 2552 ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ได้เข้าร่วมเป็นเครือข่ายโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทย ในเมื่อ พ.ศ. 2554 และมีนโยบายให้สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาทุกเขต ได้คัดเลือกโรงเรียนเข้าร่วมโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2562 จนครบทุกโรงเรียน จากรุ่นที่ 1-รุ่นที่ 9 โครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทย ได้ขยายโครงการจากระดับปฐมวัยสู่ระดับประถมศึกษา จากการดำเนินโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทย แต่ละรุ่นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 เด็กที่เข้าโครงการรุ่นที่ 1 และรุ่นที่ 2 ได้สำเร็จการศึกษาในระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ไปจำนวน 2 รุ่น แล้ว ส่วนรุ่นที่ 3 กำลังศึกษาในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2562 จึงจำเป็นต้องมีการวัดและประเมินผลผู้เรียน ซึ่งการใช้แบบทดสอบถือว่าเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมและนำไปใช้ได้ง่าย แบบทดสอบที่ดีจะต้องมีคุณภาพ ซึ่งประกอบด้วยหลายองค์ประกอบที่สำคัญต้องมีคุณภาพเกี่ยวกับความตรง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย อำนาจจำแนก และความยาก การสร้างแบบทดสอบให้มีคุณภาพ จะต้องมีกระบวนการขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพ ซึ่งผู้สร้างจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบหรือการพิจารณาว่าข้อสอบมีคุณภาพใช้ได้หรือไม่นั้น ก็มีหลายวิธีหลายแนวคิดขึ้นอยู่กับว่าจะเลือกใช้ทฤษฎีใด และมีจุดมุ่งหมายในการสร้างเพื่ออะไร

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ประกอบด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ 2 พารามิเตอร์ และ 3 พารามิเตอร์ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555, น. 52-53) และต่อมา Barton and Lord (1981, p. 2) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับพารามิเตอร์ที่ 4 ในปี 1981 แต่ยังไม่ได้รับความสนใจ เนื่องจากยังไม่มีเครื่องมือที่ช่วยในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ต่อมาทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ 4 พารามิเตอร์ได้มีการนำมาพิจารณาอีกครั้งเนื่องจากวิทยาการทางคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัยขึ้น ทำให้สามารถพัฒนาโปรแกรมทางสถิติที่สามารถนำมาใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ เช่น โปรแกรมM-plus และโปรแกรม R มีหลากหลายแพ็คเกจที่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ 4 พารามิเตอร์ เช่น แพ็คเกจ difNLR,catR, irtProb,mirt และ mirtCAT เป็นต้น (Choi and Asilkalkan, 2019, p. 169) โมเดลการตอบสนองข้อสอบเป็นโมเดลที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของบุคคลกับการตอบสนองข้อสอบภายใต้คุณลักษณะตามรูปแบบของโมเดลข้อคำถามโดยใช้โค้งลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Curve; ICC) เป็นการกำหนดลักษณะของข้อสอบด้วยพารามิเตอร์ความยาก (b) อำนาจจำแนก (a) โอกาสการเดา (g) และความสะเพร่า (u) การทดสอบมี 2 แบบ คือ ทดสอบด้วยกระดาษและทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ การทดสอบด้วย

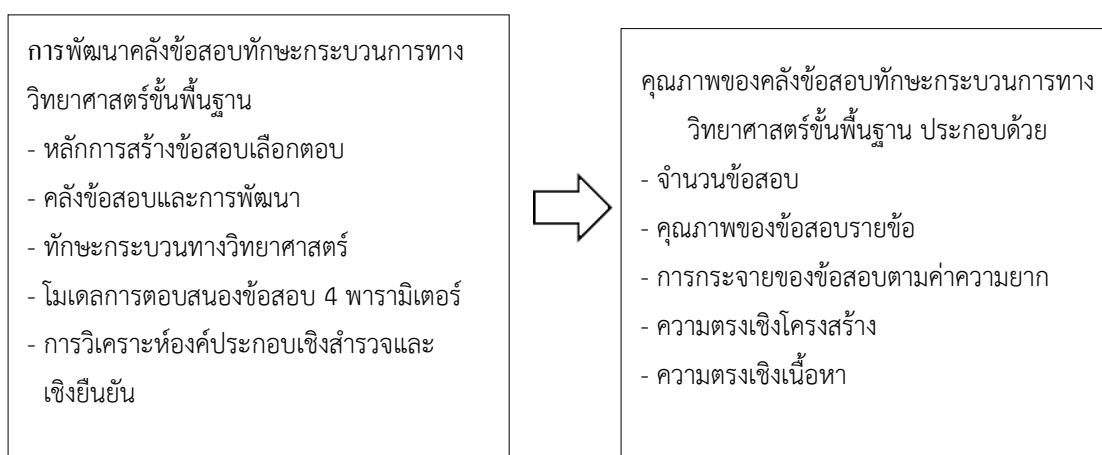
คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงคือ การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่สามารถลดจำนวนข้อสอบใช้เวลา น้อยลง การรายงานผลการทดสอบได้ทันที แต่การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมีการสร้าง ข้อสอบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) สร้างคลังข้อสอบเพื่อรองรับการพัฒนา โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ จากการศึกษายังพบว่า การประมาณค่าความสามารถของ ผู้สอบด้วยการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Adaptive testing: CAT) ที่ใช้คลังข้อสอบที่ พัฒนาขึ้นจากโมเดล 4 พารามิเตอร์ เหนือกว่าคลังข้อสอบที่พัฒนาจากโมเดล 3 พารามิเตอร์ (Liao, W.-W., Ho, R.-G., Yen, Y.-C., and Cheng, H.-C., 2012, p. 1686) นอกจากนี้คลังข้อสอบยังเป็นเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับการ บริหารการสอบที่สะดวกและเชื่อถือได้ คลังข้อสอบช่วยให้สามารถเก็บรายการข้อสอบไว้ และสามารถนำกลับมา ใช้ได้ตามต้องการ ดังนั้น จึงไม่จำเป็นต้องเขียนข้อสอบใหม่ทั้งหมดสำหรับการสอบในทุก ๆ ครั้ง (McDonald, 2002, p. 200)

จากเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาคลังข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีคุณภาพ เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนในโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทยต่อไป นอกจากนี้ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถนำไปใช้ทดสอบนักเรียนเรื่องทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาคลังข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนอง ข้อสอบ 4 พารามิเตอร์

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 จำนวน 3,259 คน ตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 จำนวน 613 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) โดยแบ่งกลุ่มตามขนาดโรงเรียนออกเป็น 3 ขนาด คือ ใหญ่พิเศษ กลาง และขนาดเล็ก (เนื่องจากบริบทไม่มีโรงเรียนขนาดใหญ่) จากนั้นสุ่มโรงเรียนแต่ละขนาดด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ขนาดโรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ด้วยวิธีจับสลากตามรายชื่อโรงเรียนแต่ละขนาด ได้ จำนวน 22 โรงเรียน คือ 1, 7, 14 ขนาดใหญ่พิเศษ กลาง เล็ก ตามลำดับ และเลือกนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทุกคนที่อยู่ในโรงเรียนเป็นตัวอย่าง จำนวน 613 คน การกำหนดขนาดของตัวอย่างผู้วิจัยได้กำหนดขนาดตัวอย่างตามแนวคิดของ Hair, Black, Babin and Anderson (2014, pp. 572-573) ได้เสนอไว้ว่า ขนาดของตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยที่ผู้วิจัยวางแผนจะใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบในการวิจัยให้กำหนดขนาดของตัวอย่างโดยใช้อัตราส่วนของจำนวนตัวแปรสังเกตได้ตามจำนวนตัวอย่างเป็น 1:10 โดยจำนวนสังเกตได้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบก็คือจำนวนข้อคำถามที่ใช้วัดตัวแปรแฝง ซึ่งข้อคำถามที่ผู้วิจัยใช้จำนวน 50 ข้อต้องใช้ขนาดของตัวอย่าง จำนวน 500 ซึ่งเป็นตัวอย่างขั้นต่ำ ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดของตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็น 613 ตัวอย่าง ซึ่งมีจำนวนเพียงพอและมากกว่าขนาดของตัวอย่างขั้นต่ำที่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ

2. การพัฒนาลักษณะข้อสอบ

2.1 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบ ทฤษฎีการวัด การพัฒนาลักษณะข้อสอบ และเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยศึกษาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของ อนงค์ แก่นอินทร์ (2556, น. 424-434) วิเคราะห์ สังเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎี เอกสาร ตำรา บทความ งานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ รวมทั้งฐานข้อมูลต่าง ๆ ในอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้อง และได้ศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบ การหาคุณภาพ การวิเคราะห์ข้อสอบตามโมเดลการตอบสนองข้อสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบที่ใช้โปรแกรม R

2.2 สร้างแบบทดสอบ โดยการวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อกำหนดนิยามเนื้อหา ตามนิยามเนื้อหาที่ต้องการวัด กำหนดน้ำหนักของเนื้อหา ความสำคัญของเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์หรือคาดคะเนคำตอบ เป็นจำนวน 7, 8, 6, 7, 6, 6, 5, 5 ข้อ ตามลำดับ สร้างแบบทดสอบประเภทเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของอนงค์ แก่นอินทร์ (2556, น. 424-434) ได้แบบทดสอบรวมทั้งหมด 50 ข้อ

2.3 หาคุณภาพของข้อสอบ ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 3 คน และด้านวัดและประเมินผล 2 คน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องและความเหมาะสมระหว่างข้อสอบกับนิยามเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (เบญจมาภรณ์ เสนารัตน์ และสมประสงค์ เสนารัตน์, 2561, น. 12) นำไปพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 613 คน

2.4 ตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของตัวอย่าง ด้วยสถิติ Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test ด้วยโปรแกรม R แพ็กเกจ Nortest (Gross and Ligges, 2015, pp. 4-5)

2.5 วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบ 4 พารามิเตอร์ ด้วยโปรแกรม R แพ็กเกจ mirt (Chalmers, 2020, pp. 95-117) วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (d) โอกาสการเดา (g) และความสะเพร่า (u)

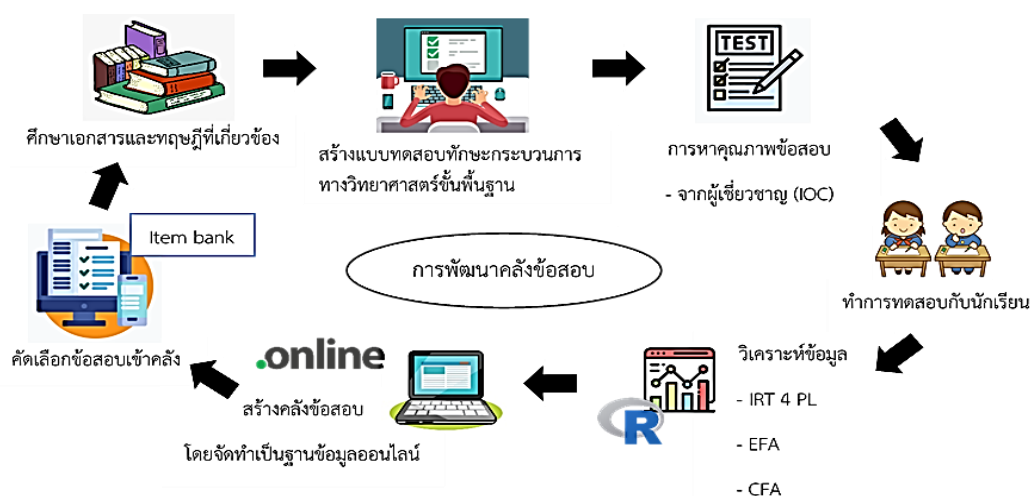
2.6 วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ ด้วยโปรแกรม R แพ็กเกจ psych และ GPArotation (Revelle, 2020) โดยการนำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์มาเพื่อตรวจสอบความเป็นเอกมิติของข้อสอบด้วยการสกัดองค์ประกอบขั้นต้น ด้วยวิธี minimum residuals การหมุนแกนองค์ประกอบด้วยวิธี Promax

2.7 วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตรวจสอบความเป็นเอกมิติอีกครั้งด้วยโปรแกรม R แพ็กเกจ lavaan

2.8 จัดทำคลังข้อสอบ โดยการออกแบบฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บข้อสอบไว้ในคลังข้อสอบในระบบออนไลน์ โดยใช้โปรแกรมการจัดฐานข้อมูล MySQL และ PhpMyAdmin

2.9 คัดเลือกข้อสอบเข้าคลัง พิจารณาจากค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ค่าอำนาจจำแนก (a) มีค่าระหว่าง 0.500 ถึง 5.000, ค่าจุดตัดความยาก (d) มีค่า -3.000 ถึง 3.000 ค่าโอกาสการเดา (g) มีค่าไม่เกิน 0.300 และความสะเพร่า (u) มีค่า 0.700 ถึง 1.000

จากขั้นตอนการพัฒนาค้างข้อสอบดังกล่าว สามารถแสดงเป็นแผนภาพ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ลำดับขั้นตอนการพัฒนาค้างข้อสอบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับนิยามเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน พบว่า ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบรายข้อกับนิยามเนื้อหา ผ่านเกณฑ์จำนวน 50 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 – 1.00 มีค่า IOC เท่ากับ 1 จำนวน 46 ข้อ และมีค่า IOC เท่ากับ 0.60 จำนวน 4 ข้อ

2. ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ พบว่า ค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ -3.68 ถึง 4.877 ค่าจุดตัดความยาก มีค่าตั้งแต่ -5.657 ถึง 3.322 ค่าโอกาสการเดา มีค่าตั้งแต่ 0.073 ถึง 0.479 และค่าความสะเพร่า มีค่าตั้งแต่ 0.224 ถึง 0.981 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบ

item	ค่าพารามิเตอร์				item	ค่าพารามิเตอร์			
	a	d	g	u		a	d	g	u
1*	2.089	0.480	0.303	0.898	26	4.504	-0.751	0.291	0.971
2*	1.614	0.774	0.364	0.969	27	0.900	-0.901	0.231	0.881
3	1.745	1.134	0.288	0.951	28	1.894	-2.629	0.236	0.849
4	1.552	0.825	0.279	0.960	29	2.224	1.346	0.257	0.970
5	1.412	0.828	0.258	0.880	30	2.101	1.539	0.182	0.970
6*	1.706	0.739	0.459	0.981	31*	-0.549	-3.091	0.244	0.244
7*	-1.516	-5.657	0.184	0.594	32	1.125	0.291	0.192	0.744
8	0.765	0.020	0.215	0.866	33	1.663	-0.769	0.205	0.811
9*	2.100	0.891	0.313	0.799	34	2.019	1.187	0.146	0.810
10	1.418	0.493	0.174	0.931	35	1.018	-0.701	0.192	0.835
11*	0.766	-2.162	0.299	0.314	36	2.914	0.859	0.254	0.905
12	3.015	2.928	0.244	0.819	37	0.868	0.122	0.088	0.742
13*	0.610	-1.622	0.245	0.644	38	1.345	0.115	0.106	0.704
14	1.356	-0.716	0.262	0.716	39	3.754	-0.441	0.237	0.861
15*	3.631	3.322	0.234	0.892	40*	0.454	-0.436	0.192	0.618
16*	1.943	0.378	0.479	0.912	41*	0.816	-0.321	0.073	0.682
17*	1.439	-0.300	0.15	0.638	42*	1.020	-1.728	0.202	0.614
18	0.922	-0.159	0.186	0.826	43	1.199	-2.076	0.244	0.748
19	1.581	-0.784	0.233	0.923	44*	1.036	0.776	0.083	0.699
20	1.592	-1.920	0.218	0.732	45	1.926	-2.18	0.229	0.867
21*	2.277	1.114	0.314	0.918	46	2.115	-1.266	0.240	0.830
22	1.503	-1.507	0.255	0.884	47	1.387	-2.074	0.221	0.815
23	2.750	0.748	0.201	0.910	48	2.128	-2.785	0.272	0.837
24	4.877	-0.735	0.273	0.909	49*	-3.68	-4.999	0.219	0.376
25*	2.328	-3.215	0.229	0.844	50*	2.457	0.602	0.371	0.901
Mean						1.602	-0.489	0.237	0.800
Standard deviation						1.329	1.747	0.079	0.163
Minimum						-3.68	-5.657	0.073	0.244
Maximum						4.877	3.322	0.479	0.981

a แทนค่าอำนาจจำแนก, d แทนค่าความยาก, g แทนโอกาสการเดา, u แทนความสะเพร่า

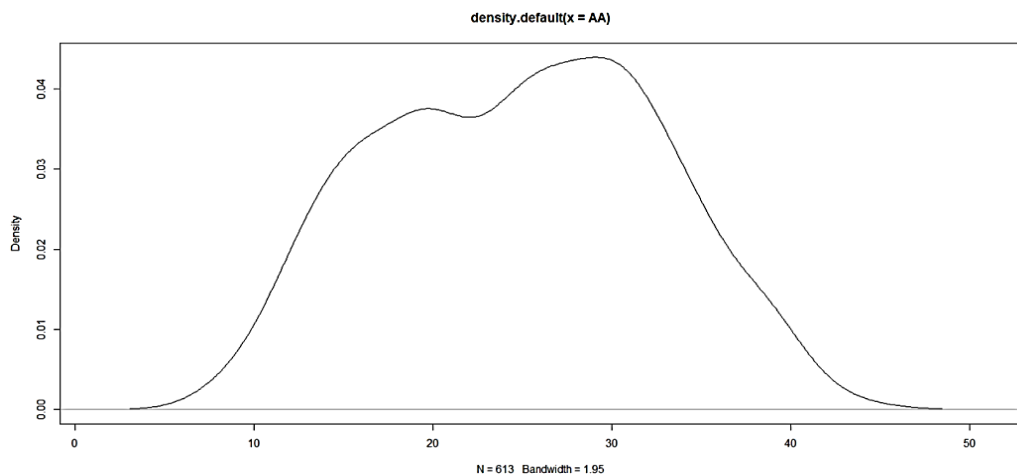
* แทนข้อสอบที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์และถูกคัดออก

3. ผลการพิจารณาคุณภาพข้อสอบเข้าคลัง พบว่า ข้อสอบมีคุณภาพตามเกณฑ์ จำนวน 31 ข้อ โดยมีค่าอำนาจจำแนก (a) ตั้งแต่ 0.765 ถึง 4.877 ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1.922 ค่าจุดตัดความยาก (d) ตั้งแต่ -2.785 ถึง 2.928 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.323 ค่าโอกาสการเดา (g) ตั้งแต่ 0.088 ถึง 0.291 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.223 และค่าความสะเพร่า (u) ตั้งแต่ 0.704 ถึง 0.971 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.853 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อสอบที่คัดเลือกเข้าคลังข้อสอบ

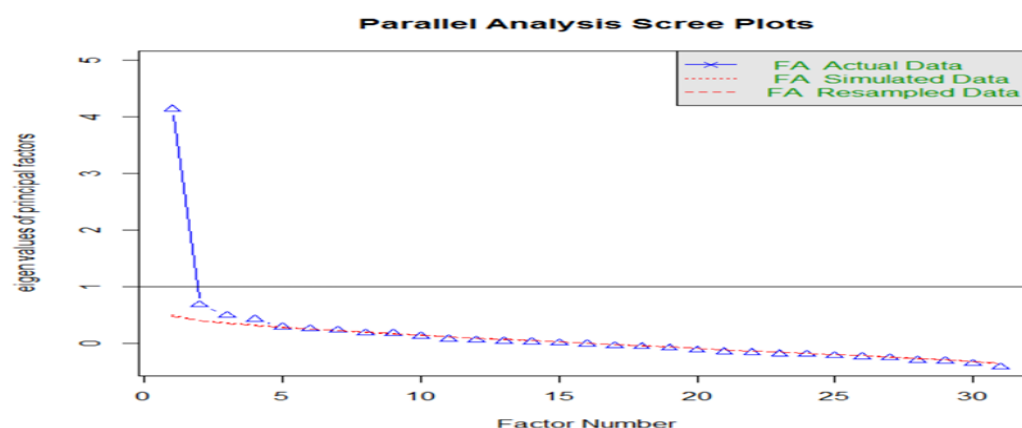
item	ค่าพารามิเตอร์				item	ค่าพารามิเตอร์			
	a	d	g	u		a	d	g	u
3	1.745	1.134	0.288	0.951	29	2.224	1.346	0.257	0.970
4	1.552	0.825	0.279	0.960	30	2.101	1.539	0.182	0.970
5	1.412	0.828	0.258	0.880	32	1.125	0.291	0.192	0.744
8	0.765	0.020	0.215	0.866	33	1.663	-0.769	0.205	0.811
10	1.418	0.493	0.174	0.931	34	2.019	1.187	0.146	0.810
12	3.015	2.928	0.244	0.819	35	1.018	-0.701	0.192	0.835
14	1.356	-0.716	0.262	0.716	36	2.914	0.859	0.254	0.905
18	0.922	-0.159	0.186	0.826	37	0.868	0.122	0.088	0.742
19	1.581	-0.784	0.233	0.923	38	1.345	0.115	0.106	0.704
20	1.592	-1.920	0.218	0.732	39	3.754	-0.441	0.237	0.861
22	1.503	-1.507	0.255	0.884	43	1.199	-2.076	0.244	0.748
23	2.750	0.748	0.201	0.910	45	1.926	-2.18	0.229	0.867
24	4.877	-0.735	0.273	0.909	46	2.115	-1.266	0.240	0.830
26	4.504	-0.751	0.291	0.971	47	1.387	-2.074	0.221	0.815
27	0.900	-0.901	0.231	0.881	48	2.128	-2.785	0.272	0.837
28	1.894	-2.629	0.236	0.849					
Mean						1.922	-0.323	0.223	0.853
Standard deviation						1.007	1.355	0.049	0.078
Minimum						0.765	-2.785	0.088	0.704
Maximum						4.877	2.928	0.291	0.971

เมื่อนำค่าจุดตัดความยากของข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์มาเขียนกราฟเพื่อแสดงถึงลักษณะการกระจายของค่าความยากของข้อสอบ พบว่า โค้งการแจกแจงของกราฟมีลักษณะค่อนข้างสมมาตร เหมาะสมที่จะนำไปวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบที่คัดเข้าคลัง

4. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis) ด้วยโปรแกรม R แพ็กเกจ psych และ GPArotation โดยการนำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ มาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบหาความเป็นเอกมิติ ด้วยวิธี minimum residuals การหมุนแกนแบบ Promax ผลการตรวจสอบด้วยโปรแกรม R วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง พบค่าไอเกน 4.14 เป็นการสนับสนุนว่าข้อสอบอยู่ในองค์ประกอบเดียวกันแสดงถึงความเป็นเอกมิติของข้อสอบ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ภาพ Parallel Scree Plot

5. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) โดยใช้โปรแกรม R แพ็กเกจ lavaan พบว่า ค่าสถิติวัดความกลมกลืนของโมเดลองค์ประกอบกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของข้อสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีค่า $\chi^2 = 449.482$, $df = 408.000$, $P\text{-value} = 0.077$, $\chi^2/df = 1.102$, $GFI = 0.955$, $AGFI = 0.945$, $MFI = 0.967$, $CFI = 0.981$, $TLI = 0.978$, $RMSEA = 0.013$, $SRMR = 0.034$

6. ผลการจัดทำฐานข้อมูลในคลังข้อสอบ การออกแบบฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บข้อสอบไว้ในคลังข้อสอบประกอบด้วย หมายเลขข้อสอบ ภาพข้อสอบพร้อมตัวเลือก ตัวเลือก ก ตัวเลือก ข ตัวเลือก ค ตัวเลือก ง ตัวเลือก จ ค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (d) ค่าโอกาสการเดา (g) ค่าความสับสน (u) และเฉลยข้อคำถาม รูปแบบตัวเลข ตัวอักษร และรูปภาพ โดยใช้โปรแกรมการจัดฐานข้อมูล PhpMyAdmin บันทึกข้อมูลถูกจัดเก็บไว้ในรูปของตารางการเข้าสู่ระบบได้ที่ <http://edu.reru.ac.th/scincebasicest/login.php?> ซึ่งมีการใช้งานโปรแกรมบน Web Browser ได้หลากหลาย ดังตารางที่ 4 และภาพที่ 5

ตารางที่ 4 การออกแบบฐานข้อมูลคลังข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

Table name	Field Name	Data type	Description	Table name	Field Name	Data type	Description
Science skills Basic Test	ID	item	ข้อที่	Science skills Basic Test	Choice3	Text	ตัวเลือกที่ 3
	Question	Text	ข้อคำถาม		Choice4	Text	ตัวเลือกที่ 4
	Question	Text	ข้อคำถาม		a	Numeric	ค่าอำนาจจำแนก
	Answer	Text	คำตอบ		d	Numeric	ค่าจุดตัดความยาก
	Choice 1	Text	ตัวเลือกที่ 1		g	Numeric	ค่าโอกาสการเดา
	Choice 2	Text	ตัวเลือกที่ 2		u	Numeric	ค่าความสับสน



ภาพที่ 5 ตัวอย่างหน้าจอคลังข้อสอบ

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาคลังข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานโดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบ 4 พารามิเตอร์ พบว่า คลังข้อสอบที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพ สามารถนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาโปรแกรมทดสอบได้ คลังข้อสอบจำนวน 31 ข้อ ประกอบด้วยข้อสอบที่มีความเหมาะสมตามระดับของทักษะที่ต้องกรวัดจากง่ายไปหายาก และอัตราส่วนของข้อสอบ คลังข้อสอบมีค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ดี มีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง ข้อสอบมีระดับความยากอยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงค่อนข้างยาก มีค่าโอกาสการเดาต่ำ มีค่าความสะอาดต่ำ

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของข้อสอบ โดยการพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับนิยามเนื้อหาและความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า ข้อสอบที่สร้างขึ้นจำนวน 50 ข้อ ผ่านเกณฑ์ทั้ง 50 ข้อ โดยมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 – 1.00 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ข้อสอบที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เนื่องจากจากผู้วิจัยได้ยึดหลักการและขั้นตอนในการสร้างข้อสอบ ซึ่งการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมาย กำหนดชนิดและรูปแบบของข้อสอบ ซึ่งข้อสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบหลายตัวเลือกที่มีตัวเลือกเหมาะสมกับระดับชั้นคือชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 ควรจะมี 4 ตัวเลือก โดยศึกษาถึงวิธีเขียนข้อสอบ ก่อนเขียน และตรวจทานให้มีความสมบูรณ์ครบถ้วนก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (เบญจมาภรณ์ เสนารัตน์ และสมประสงค์ เสนารัตน์, 2561, น. 120) ด้วยเหตุที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามหลักในการสร้างข้อสอบจึงทำให้ข้อสอบที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ประกอบกับข้อสอบบางข้อได้ปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของอนงค์ แก่นอินทร์ (2556, น. 424-434) ซึ่งได้ผ่านการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาแล้วในครั้งนั้น จึงทำให้ข้อสอบมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาทุกข้อ

2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ ข้อสอบ 50 ข้อ ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกจำนวน 31 ข้อ ซึ่งจะเห็นได้ว่า มีข้อสอบจำนวน 19 ข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก และ 3 ข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกติดลบ คือ ข้อ 7, 31, 49 มีค่า -1.516, -0.549, -3.68 ตามลำดับ และเนื้อหาของข้อสอบเป็นทักษะที่ยากคือทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา และทักษะการพยากรณ์หรือคาดคะเนคำตอบจึงทำให้ข้อสอบไม่ผ่านเกณฑ์ ส่วนข้อสอบอีก 16 ข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์เนื่องจากต้องพิจารณาค่าพารามิเตอร์ให้ครบทั้ง 4 ค่า ซึ่งพบข้อสอบที่มีค่าความยากไม่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 2 ข้อ ค่าโอกาสในการเดาไม่เป็นไปตามเกณฑ์จำนวน 7 ข้อ และค่าความสะอาดไม่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า ยิ่งกำหนดค่าพารามิเตอร์หลายค่าเท่าใด ยิ่งทำให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพมากขึ้น

มีความละเอียดมากขึ้นและการสร้างก็ยากขึ้น จึงทำให้ได้จำนวนข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์น้อย ดังนั้น ควรสร้างข้อสอบจำนวนมาก เพื่อจะได้ข้อสอบเข้าคลังข้อสอบตามต้องการโดยเฉพาะคลังข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ 4 พารามิเตอร์ ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพครบทั้งค่าอำนาจจำแนก ค่าความยาก ค่าโอกาสการเดาและค่าความสะเพร่า

3. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ หาค่าความเป็นเอกมิติ พบค่าไคเกน 4.14 แสดงว่าข้อสอบมีความเป็นเอกมิติ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันข้อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 31 ข้อ มีค่า $\chi^2 = 449.482$, $df = 408.000$, $P\text{-value} = 0.077$, $\chi^2/df = 1.102$, $GFI = 0.955$, $AGFI = 0.945$, $MFI = 0.967$, $CFI = 0.981$, $TLI = 0.978$, $RMSEA = 0.013$, $SRMR = 0.034$ จากค่าของสถิติวัดความกลมกลืนของโมเดล จึงสรุปได้ว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ทั้งนี้เนื่องจากการสร้างข้อสอบที่ยึดหลักของการสร้างและมีขั้นตอนในการสร้าง ทำให้นำไปตรวจสอบความสอดคล้องกับนิยามเนื้อหา IOC เป็นไปตามเกณฑ์ มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เมื่อนำไปตรวจสอบองค์ประกอบเชิงสำรวจ พบว่า มีความเป็นเอกมิติ แสดงว่าคลังข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานมีความตรงเชิงโครงสร้าง (Brown, 2006, pp. 2-5)

4. ผลการคัดเลือกข้อสอบเข้าคลังข้อสอบ พบว่า ข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ จำนวน 50 ข้อ ถูกคัดเลือกเข้าคลัง จำนวน 31 ข้อ ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่ถูกคัดเลือกเข้าคลังข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง 0.765 ถึง 4.877 ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1.922 ข้อสอบมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง มีค่าความยาก (d) อยู่ระหว่าง -2.785 ถึง 2.928 ค่าเฉลี่ย เท่ากับ -0.323 ข้อสอบมีระดับความยากปานกลางถึงค่อนข้างยาก ค่าโอกาสการเดา (g) อยู่ระหว่าง 0.088 ถึง 0.291 ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.223 ค่าความสะเพร่าอยู่ระหว่าง 0.704 ถึง 0.971 ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.853 ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความยาก พบว่าค่าเฉลี่ยของ d มีค่าเป็นลบจึงทำให้ข้อสอบยาก เนื่องจากธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีความยากอยู่แล้ว และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ต้องอาศัยการทดลอง ลงมือกระทำ ฝึกฝนอย่างเป็นระบบอยู่บ่อย ๆ จึงจะเกิดความเข้าใจ เกิดความชำนาญ บางทักษะเป็นทักษะที่ยาก เช่น ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์หรือคาดคะเนคำตอบ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ของครูจำเป็นต้องให้นักเรียนได้ทดลอง ได้ปฏิบัติ ในขณะที่ทดลองนักเรียนได้มีโอกาสพัฒนากระบวนการคิดอย่างเป็นระบบซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญาที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

สามารถนำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทั้งที่เป็นแบบสอบในกระดาษและสอบในคอมพิวเตอร์ โดยควรศึกษาคู่มือการใช้ก่อนทำการทดสอบ และสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาการโปรแกรมแบบทดสอบแบบปรับเหมาะได้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรสร้างและพัฒนาคลังข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในระดับปฐมวัยและระดับประถมศึกษาชั้นอื่น ๆ ให้ครบทุกชั้นเรียน

บรรณานุกรม

- เบญจมาภรณ์ เสนารัตน์ และสมประสงค์ เสนารัตน์. (2561). *หลักการวัดและประเมินผลทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). มหาสารคาม: อภิชิตการพิมพ์.
- Senarat, B., & Senarat, S. (2018). *Principles of Educational Measurement and Evaluation* (4th ed.). Mahasarakham: Aphichat Printing. [in Thai].
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2555). *ทฤษฎีทดสอบแนวใหม่* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Kanjnawasee, S. (2012). *Modern test Theories* (4th ed.). Bangkok: Chulalongkorn university Printing House. [in Thai].
- อนงค์ แก่นอินทร์. (2556). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6* (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน). มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, บุรีรัมย์.
- Kaen-in, A. (2013). *Development of Learning Packages to Enhance the Fundamental Scientific Process Skills for Prathomsuksa VI Students* (Master of Education thesis, program in Curriculum and Instruction). Buriram Rajabhat University, Buriram. [in Thai].
- Brown, T.A. (2006). *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research*. New York: The Guilford Press.
- Barton, M.A., & Lord, F.M. (1981). *An Upper Asymptote for the Three-parameter Logistic Item-Response Model*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Chalmers, R.P. (2020). *Package 'mirt'*. Retrieved June, 3, 2020, from <https://cran.r-project.org/web/packages/mirt/mirt.pdf>.
- Choi, Y.-J. & Asilkalkan, A. (2019). An R packages for item response theory analysis: Descriptions and features. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 17(3), 168-175.
- Gross, J. & Ligges, U. (2015). *Package 'Nortest'*. Retrieved June, 3, 2020 from <https://cran.r-project.org/web/packages/nortest/nortest.pdf>.
- Hair, Joseph F., Jr., Black, William C., Babin, Barry J., and Anderson, Rolph E. (2014). *Multivariate Data Analysis* (7th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Liao, W.-W., Ho, R.-G., Yen, Y.-C., & Cheng, H.-C. (2012). The Four-parameter Logistic Item Response Theory Model as a Robust Method of Estimating Ability Despite Aberrant Responses. *Social Behavior and Personality*, 40, 1679-1694.
- McDonald, Mary E. (2002). *Systematic Assessment of Learning Outcomes: Developing Multiple-Choice Exams*. Burlington, MA: Jones and Bartlett Publishers.
- Revelle, W. (2020). *Package 'psych'*. Retrieved June, 3, 2020, from <https://personality-project.org/r/psych-manual.pdf>.