

การพัฒนาแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ

Development of Mathematical literacy Test by Applying Multidimensional Item Response Models

สัตยา นาอูดม¹, สมบัติ ท้ายเรือคำ²

Sattaya Naudom¹, Sombat Tayraukham²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) เพื่อสร้างแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ 2) เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2558 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 3,000 คน โดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) ใช้แบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy Test) ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติซึ่งใช้โมเดลปกติสะสมแบบพหุมิติ 2 พารามิเตอร์ ด้วยโปรแกรม NOHARM

ผลการศึกษาพบว่า ในการสร้างแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จำนวน 78 ข้อ ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกจำนวน 74 ข้อ โดยมีค่าพารามิเตอร์ ดังนี้ ค่าอำนาจจำแนกในมิติที่ 1 มีค่าอยู่ระหว่าง -15.366 ถึง 28.925 และมิติที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง -0.178 ถึง 37.186 ค่าจุดตัดของความยากแบบพหุมิติ (d) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.966 ถึง 1.454 ค่าอำนาจจำแนกแบบพหุมิติ (MDISC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.633 ถึง 37.186 และค่าความยากแบบพหุมิติ (MDIFF) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.033 ถึง 2.481

คำสำคัญ: โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ, การรู้เรื่องคณิตศาสตร์

Abstract

The purposes of this research were 1) to Development of Mathematical literacy Test by Applying Multidimensional Item Response Models. 2) Search the quality of Mathematical literacy Test by Applying Multidimensional Item Response Models. The samples are 2,000 grade 9 students of 2015 academic year from secondary school from North Eastern of Thailand by Multistage Random Sampling. The instruments were Mathematical literacy Test for analyzed parameter estimation with Confirmatory Factor Analysis by Multidimensional 2-Parameter Normal Ogive Model by NOHARM program.

The findings of this research were Mathematical literacy Test by Applying Multidimensional Item Response Models had quality of criterion were 78 items. The discriminative power of dimension 1 is -15.366 to 28.925 and the discriminative power of dimension 2 is -0.178 to 37.186. The Eassiness Intercept (d) is 0.966 to 1.454. Multidimensional discriminative power (MDISC) is 0.632738 to 37.18619 Multidimensional Difficulty index (MDIFF) is 0.033 to 2.481.

Keywords: Multidimensional Item Response Models, Mathematical literacy Test

¹ นิสิตระดับปริญญาโท, สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

² รองศาสตราจารย์, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

¹ M.Ed. Candidate in Educational Research and Evaluation, Faculty of Education, Mahasarakham University.

² Assoc.prof. Faculty of Education, Mahasarakham University.

บทนำ

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นสมรรถนะของการเข้าใจ บทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลก ดัดสนใจในประเด็นต่างๆ บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์ มีความผูกพันกับคณิตศาสตร์ ตามความต้องการหรือจำเป็นของตน ในอันที่จะทำให้บุคคล นั้นเป็นผู้มีส่วนร่วมในสังคม โดยการนำความรู้ คณิตศาสตร์ แนวคิดคณิตศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นการให้เหตุผล การคิดวิเคราะห์การสื่อสาร สื่อ ความหมาย การแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ การติดตามและ ประเมินผลข้อโต้แย้ง การนำเสนอข้อมูลมาใช้ในสถานการณ์ ต่างๆ ในชีวิตจริง และเตรียมพร้อมสำหรับการเป็นพลเมืองที่ มีวิจรรย์ญาณ มีความมั่นใจในตนเอง ห่วงใยและสร้างสรรค์ สังคมในอนาคต (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2556:38) ผู้ เรียนจะต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์และความเข้าใจเพื่อช่วยให้ เข้าใจประเด็นหรือความจำเป็นต่างๆ ที่ความหมายและทำให้ การกั้นนั้นๆ สำเร็จลุล่วงไปได้ ดังนั้นการประเมินการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์จึงเน้นความชัดเจนที่ต้องการให้นักเรียนเผชิญ หน้าที่กับปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในชีวิต ในกระบวนการ นี้ต้องการทักษะหลายอย่างเป็นต้นว่าทักษะการคิดและการ ใช้เหตุผล ทักษะการโต้แย้ง การสื่อสาร ทักษะ การสร้างตัว แบบ การตั้งปัญหาและการแก้ปัญหา การนำเสนอ การใช้ สัญลักษณ์ การดำเนินการ ซึ่งนักเรียนต้องใช้ทักษะต่างๆ ที่หลากหลายมารวมกัน หรือทับซ้อนหรือคาบเกี่ยวกัน (ส ุณีย์ คล้ายนิล และคณะ. 2551: 177)

การวัดผลทางการศึกษาและจิตวิทยาในช่วง ปัจจุบันนั้น ในส่วนของการวัดผลทางการศึกษาโดยใช้ข้อสอบ เป็นเครื่องมือในการวัดผลทางการศึกษานั้น ข้อสอบที่สร้าง ขึ้นมักจะมีวัดวัดความสามารถที่เป็นเชิงซ้อนมากกว่ามีความ สามารถที่เป็นเชิงเดี่ยว (Yao & Boughton, 2009) เช่น ข้อสอบ วัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และทักษะการ คิดคำนวณ (Hirsch & Miller, 1992) ผู้สอบจำเป็นที่จะต้องมี ทักษะในหลายๆด้าน ทั้งในด้านทักษะการอ่าน ทักษะการแก้ ปัญหา และทักษะการคิดคำนวณซึ่งสอดคล้องกับข้อสอบการ รู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่ต้องใช้องค์ประกอบทั้ง 3 ด้านของการ รู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยประกอบด้วยสถานการณ์และบริบท เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ และสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุ มิติ (Multidimensional Item Response Theory: MIRT) ซึ่ง เป็นการวัดที่ซับซ้อนมากขึ้น และมีลักษณะเป็นองค์ประกอบ เชิงซ้อน ภายใต้การวัดความสามารถได้หลายมิติ ในแต่ละ มิติย่อมประกอบด้วยชุดของข้อสอบซึ่งข้อสอบข้อหนึ่งใน บางสถานการณ์หรือบางปัญหาอาจสามารถวัดได้ในมิติหนึ่ง และเมื่อพิจารณาในอีกมุมหนึ่งของข้อสอบก็สามารถวัดได้ ในอีกมิติหนึ่งด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ทฤษฎีการตอบสนอง ข้อสอบแบบพหุมิติยังเป็นรูปแบบใหม่สำหรับการประเมิน ความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ เพราะมีอัตราการใช้วัดที่ แม่นยำกว่าการใช้ข้อสอบแบบเอกมิติเมื่อใช้ข้อสอบเท่ากัน

ข้อสอบแบบพหุมิติสามารถลดจำนวนข้อสอบลงได้มากกว่า การตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติ และมีประสิทธิภาพสูงกว่า ซึ่งทำให้สามารถลดจำนวนข้อสอบลงได้มากกว่าการทดสอบ แบบดั้งเดิมที่กำหนดจำนวนข้อสอบไว้ โดยไม่สูญเสียความ แม่นยำ (Frey and Seitz, 2009)

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจ ที่จะศึกษาและพัฒนาแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เพื่อวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้โมเดลการ ตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ ซึ่งข้อสอบหนึ่งข้อสามารถ วัดคุณลักษณะผู้เรียนได้หลากหลายคุณลักษณะพร้อมกัน จะทำให้ในการทดสอบแต่ละครั้งใช้ข้อสอบจำนวนน้อยลง แต่ให้ประสิทธิภาพในการวัดได้ดีกว่า เมื่อเทียบกับการวัด โดยใช้การทดสอบแบบดั้งเดิม และทฤษฎีการตอบสนอง ข้อสอบแบบมิติเดียว (Frey and Seitz, 2009) ทั้งนี้เพื่อให้ ผลการวิจัยเป็นสารสนเทศแก่ผู้สอนตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้อง สามารถนำแบบทดสอบในด้านการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติไป ใช้ในการประเมินผลผู้เรียนได้อย่างเหมาะสมต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ นักเรียนแบบพหุมิติ
2. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบ สอนข้อสอบแบบพหุมิติ

วิธีการศึกษา

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2558 ในภาคตะวันออกเฉียง เหนือ จำนวน 3,000 คน จากโรงเรียนจำนวน 23 โรงเรียน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3,000 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 จำนวน 1,000 คน เพื่อใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ กลุ่มที่ 2 จำนวน 2,000 คน เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลจริง
2. ดำเนินการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยดำเนินการสุ่ม กลุ่มตัวอย่างตามวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi – Stage Random Sampling) มีวิธีการสุ่มตามขั้นตอนดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2553: 59)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือในงานวิจัยครั้งนี้ คือ แบบทดสอบการรู้ เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบ



สนองข้อสอบแบบพหุมิติ แบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 จำนวน 40 ข้อ และฉบับที่ 2 จำนวน 38 ข้อ จากนั้นนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียน โดยนักเรียนแต่ละคนจะได้แบบทดสอบคนละ 1 ฉบับ และแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ตามแนวทางการประเมินผล PISA

การดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์สังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีเอกสารตำรา ที่เกี่ยวข้องกับ เนื้อหาวิชาที่ต้องการออกข้อสอบ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ
2. กำหนดเนื้อหาที่ต้องการวัด เป็นการกำหนดน้ำหนักของเนื้อหา ความสำคัญของเนื้อหาตามการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์

3. กำหนดพฤติกรรม (มิติ) ที่ต้องการวัดเป็นการกำหนดน้ำหนักของพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ในการที่จะกำหนดว่าในแต่ละเนื้อหาต้องการที่จะให้เกิดพฤติกรรมอะไรบ้างแก่ผู้สอบ คือ มิติสถานการณ์และบริบท มิติเนื้อหาของคณิตศาสตร์และมิติสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยประกอบไปด้วยรายละเอียดดังนี้

3.1 มิติสถานการณ์และบริบท ซึ่งแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ บริบทส่วนตัว บริบททางการงานอาชีพ บริบททางสังคม

และบริบททางวิทยาศาสตร์

3.2 มิติเนื้อหาของคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย 4 เรื่อง ได้แก่ ปริภูมิและรูปทรงสามมิติ การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ปริมาณ และความไม่แน่นอน

3.3 มิติสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ มี 3 กลุ่ม ได้แก่ การทำใหม่ การต่อเชื่อม และการสะท้อนและการสื่อสาร

ตาราง 1 ตัวอย่างข้อสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แบบพหุมิติ

มิติสถานการณ์และบริบท	มิติเนื้อหา ของ คณิตศาสตร์	มิติสมรรถนะทางคณิตศาสตร์		
		การทำ ใหม่	การต่อ เชื่อม	การสะท้อนและ การสื่อสาร
Basal Metabolic Rate (BMR) คือ อัตราการความต้องการเผาผลาญของร่างกายในชีวิตประจำวัน หรือจำนวนแคลอรีขั้นต่ำที่ต้องการใช้ในชีวิตแต่ละวัน คำนวณได้จาก น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) $\times 24 \times 0.9$ ร่างกายเราใช้พลังงานในการเดิน วิ่ง ขึ้นบันได เป็นต้น โดยถ้าให้บวกเพิ่มอีก 400 แคลอรีเท่ากับเราใช้พลังงานทั้งหมดต่อวันประมาณค่า $BMR+400$ แคลอรี ถ้าร่างกายเผาผลาญมากกว่าแคลอรีจากอาหารที่รับประทานเข้าไปจะทำให้น้ำหนักลดลง แต่ถ้าเผาผลาญน้อยกว่าแคลอรีจากอาหารที่รับประทานเข้าไปจะทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้น แก้มมีน้ำหนัก 57 กิโลกรัม และทำกิจกรรมอื่นๆ ประมาณ 400 แคลอรี ดังนั้นแก้มควรรับประทานอาหารไม่เกินกี่แคลอรีเพื่อไม่ให้น้ำหนักเพิ่มขึ้น (ปัดเศษเป็นจำนวนเต็ม)	ปริภูมิและรูป ทรงสามมิติ			
	การ เปลี่ยนแปลง และความ สัมพันธ์			
	ปริมาณ		✓	
	ความไม่ แน่นอน			
ก. 1,631 แคลอรี ข. 1,533 แคลอรี ค. 1,333 แคลอรี ง. 1,231 แคลอรี		ข้อสอบข้อนี้มีมิติที่ต้องการวัด 3 มิติ คือ มิติบริบทส่วนตัว, มิติเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ปริมาณ และมิติสมรรถนะทางคณิตศาสตร์การต่อเชื่อม		



4. สร้างแบบทดสอบแบบพหุมิติตามองค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วยมิติสถานการณ์และบริบท มิติเนื้อหาของคณิตศาสตร์และมิติสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยเป็นผู้สร้างข้อสอบ 78 ข้อ

5. สร้าง Q-matrix โดยระบุมิติที่ต้องการวัดตามองค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ดังตาราง 1

6. ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) และตรวจสอบความเหมาะสมของการระบุมิติตามองค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ แล้วทำการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป โดยใช้แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของการระบุเนื้อหาคณิตศาสตร์ของข้อสอบเนื้อหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล (ตรวจสอบความเหมาะสมของ Q-matrix)

7. นำแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 จำนวน 1,000 คน และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยทำการหาคุณภาพของแบบทดสอบตามการวัดโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติเพื่อหาความเที่ยง

ตรง ความยาก และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดตามตารางการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ จากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์เพื่อใช้ในการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

8. นำข้อสอบที่ได้รับการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดมาจัดชุดข้อสอบ แล้วนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 จำนวน 2,000 คน จากนั้นทำการหาคุณภาพของแบบทดสอบตามการวัดโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติโดยหาความเที่ยงตรง ความยาก และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดตามตารางการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ ตามการวัดโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. การวิเคราะห์ค่าที่บ่งชี้คุณภาพของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยหาค่า IOC จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ตาราง 2 ผลการพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับเนื้อหาและความเหมาะสมของมิติที่ต้องการวัด

มิติที่ต้องการวัด	จำนวนข้อสอบ		
	สร้างขึ้น	เป็นไปตามเกณฑ์	คัดเลือกไว้
มิติบริบทและมิติเนื้อหาทางคณิตศาสตร์	1	1	1
มิติบริบทและมิติสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	1	1	1
มิติบริบท, มิติเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ และมิติสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	76	76	76
รวม	78	78	78

2. การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วยโมเดลปกติสะสมแบบพหุมิติ นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบนักเรียนมาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเชิงซ้อนด้วยโมเดล ปกติสะสมแบบพหุมิติ 2 พารามิเตอร์ (Multidimensional 2-Parameter Normal Ogive Model) ด้วยโปรแกรม NOHARM 3.0 ดังสมการที่ 1 ประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ได้แก่ ค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าจุดตัดของความยากแบบพหุมิติ (d) ค่าความยากแบบพหุมิติของข้อสอบ (MDIFF) ดังสมการที่ 2 และค่าอำนาจจำแนกแบบพหุมิติ (MDISC) ดังสมการที่ 3

$$P(X_{is}) = (1|\theta_s, \delta_i, \alpha_i) = \int_{z_{is}}^{\infty} \frac{1}{(2\pi)^{\frac{1}{2}}} \exp^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (1)$$

$$MDIFF = \frac{-d_i}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{ik}^2}} \quad (2)$$

$$MDISC = \sqrt{\sum_{k=1}^m a_{ik}^2} \quad (3)$$



ผลการวิจัย

1. แบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 78 ข้อ พบว่า ผ่านการพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับเนื้อหาและความเหมาะสมของมิติที่ต้องการวัดโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ได้คัดเลือกไว้จำนวน 78 ข้อ รายละเอียดดังตาราง 2

2. การหาคุณภาพของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โมเดลปกติสะสมแบบพหุมิติ 2 พารามิเตอร์ (Multidimensional 2-Parameter Normal Ogive Model) ด้วยโปรแกรม NOHARM 3.0 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น พบว่า

2.1 ค่าอำนาจจำแนกในมิติที่ 1 มีค่าอยู่ระหว่าง -15.366 ถึง 28.925 และมิติที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง -0.309 ถึง 23.370

2.2 ค่าจุดตัดของความยากแบบพหุมิติ (d) มีค่าอยู่ระหว่าง -0.380 ถึง 1.454

2.3 ค่าอำนาจจำแนกแบบพหุมิติ (MDISC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.314 ถึง 37.186

2.4 ค่าความยากแบบพหุมิติ (MDIFF) มีค่าอยู่ระหว่าง -2.481 ถึง 1.209

จากการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ผลการพิจารณาคัดเลือกข้อสอบ โดยพิจารณาจากค่าพารามิเตอร์ ของข้อสอบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแต่ละมิติจะต้องไม่มีค่าติดลบ ค่าความยากแบบพหุมิติ (MDIFF) มีค่าอยู่ระหว่าง -4.00 ถึง 4.00 และไม่มีค่าอำนาจจำแนกในแต่ละมิติแตกต่างจากข้ออื่นๆ มากเกินไป (ค่าสุดโต่ง)

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบในแต่ละข้อ ค่าความยากแบบพหุมิติของข้อสอบค่าอำนาจจำแนกแบบพหุมิติ และค่าจุดตัดความยากแบบพหุมิติของข้อสอบ

Item	a_1	a_2	d	MDISC	MDIFF	Item	a_1	a_2	d	MDISC	MDIFF
1*	-15.366	15.433	1.206	21.778	-0.055	40	0.678	0.441	1.150	0.809	-1.422
2	0.583	0.624	0.982	0.854	-1.150	41	0.618	0.621	1.126	0.876	-1.285
3	0.829	0.199	1.433	0.853	-1.681	42*	0.058	-0.309	-0.380	0.314	1.209
4	1.300	0.000	1.170	1.300	-0.900	43	0.710	0.728	1.036	1.017	-1.019
5	1.164	0.609	1.237	1.314	-0.942	44	0.514	0.369	1.136	0.633	-1.795
6	0.582	0.679	1.175	0.894	-1.314	45	0.635	0.686	1.067	0.935	-1.141
7	0.579	0.629	1.293	0.855	-1.512	46	0.860	0.245	1.126	0.894	-1.259
8	0.400	0.541	1.398	0.673	-2.078	47	0.367	0.687	1.146	0.779	-1.471
9	0.870	0.033	1.155	0.871	-1.327	48	0.524	0.907	1.024	1.047	-0.978
10	1.215	0.036	1.160	1.216	-0.954	49	0.596	0.939	1.190	1.112	-1.070
11	0.000	1.029	1.108	1.029	-1.077	50	0.733	0.365	1.195	0.819	-1.459
12	0.824	0.495	1.024	0.961	-1.065	51	0.744	0.380	1.054	0.835	-1.262
13	0.872	0.284	1.071	0.917	-1.168	52	0.954	0.818	1.011	1.257	-0.805
14	0.371	0.809	1.136	0.890	-1.276	53	0.382	1.036	1.108	1.104	-1.003
15	0.500	0.541	1.112	0.737	-1.509	54	0.783	0.417	1.071	0.887	-1.207
16	1.188	0.519	1.440	1.296	-1.111	55	0.908	0.578	1.122	1.076	-1.042
17	1.447	0.632	1.270	1.579	-0.804	56	0.948	0.733	1.019	1.198	-0.850
18	1.056	0.639	1.221	1.234	-0.989	57	1.028	1.508	1.276	1.825	-0.699
19	1.853	0.861	1.454	2.043	-0.712	58	0.816	0.638	1.103	1.036	-1.065

Item	a_1	a_2	d	MDISC	MDIFF	Item	a_1	a_2	d	MDISC	MDIFF
20	0.770	0.988	1.317	1.253	-1.051	59	0.598	0.549	1.206	0.812	-1.486
21*	28.925	23.370	1.237	37.186	-0.033	60	0.503	0.774	1.126	0.923	-1.220
22	1.833	1.238	1.195	2.212	-0.540	61	0.379	0.590	1.170	0.701	-1.668
23	0.693	0.833	1.211	1.084	-1.118	62	0.794	0.508	1.232	0.943	-1.307
24	2.048	1.027	1.007	2.291	-0.440	63	0.578	0.938	1.248	1.102	-1.133
25	0.508	0.577	1.232	0.769	-1.603	64	1.003	1.070	1.180	1.467	-0.805
26	0.658	0.969	1.216	1.171	-1.038	65	0.521	0.958	1.041	1.091	-0.955
27	2.055	1.045	1.254	2.305	-0.544	66	0.279	0.578	1.206	0.642	-1.879
28	1.213	0.459	1.412	1.297	-1.089	67	0.352	1.049	1.165	1.106	-1.053
29	0.566	0.776	1.379	0.960	-1.436	68	0.387	0.904	1.089	0.983	-1.107
30	1.463	0.564	1.122	1.568	-0.716	69	0.698	0.880	1.185	1.123	-1.055
31	1.251	0.625	1.085	1.398	-0.776	70	0.395	0.945	1.237	1.024	-1.208
32*	1.311	-0.178	1.200	1.323	-0.907	71	0.362	0.874	0.962	0.946	-1.017
33	0.713	0.634	1.237	0.954	-1.296	72	0.936	0.907	1.076	1.303	-0.826
34	0.897	0.458	1.259	1.007	-1.250	73	0.214	0.662	0.982	0.696	-1.411
35	0.698	0.596	1.150	0.918	-1.253	74	0.901	0.144	0.966	0.912	-1.059
36	0.956	0.597	1.347	1.127	-1.195	75	0.889	0.705	1.080	1.135	-0.952
37	1.014	0.288	1.341	1.054	-1.272	76	0.634	0.825	1.098	1.040	-1.055
38	0.384	0.420	1.412	0.569	-2.481	77	0.556	0.426	1.015	0.700	-1.449
39	0.552	0.432	1.305	0.701	-1.862	78	0.394	0.840	1.071	0.928	-1.154
Mean							0.936	1.118	1.152	1.801	-1.115
S.D							3.717	3.069	0.212	4.701	0.468
Minimum							-15.366	-0.309	-0.380	0.314	-2.481
Maximum							28.925	23.370	1.454	37.186	1.209

หมายเหตุ

a_1 แทน ค่าอำนาจจำแนกมิติที่ 1, a_2 แทน ค่าอำนาจจำแนกมิติที่ 2, d แทน ค่าจุดตัดของความยากแบบพหุมิติ, Multidimensional Discrimination: MDISC แทนค่าอำนาจจำแนกแบบพหุมิติ, Multidimensional Difficulty: MDIFF แทนค่าความยากแบบพหุมิติ และ

* แทน ข้อสอบที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์และถูกคัดออก

ผลการพิจารณาคัดเลือกข้อสอบ พบว่า ข้อสอบ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ข้อที่ 1 มีค่าอำนาจจำแนกมิติที่ 1 ($a_1 = -15.366$) ตีลบ ข้อสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ข้อที่ 21 มีค่าอำนาจจำแนกมิติที่ 1 ($a_1 = 28.925$) และมิติที่ 2 ($a_2 = 37.18619$) เป็นค่ามากเกินไป (ค่าสุดโต่ง) ข้อสอบ

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ข้อที่ 32 มีค่าอำนาจจำแนกมิติที่ 2 ($a_2 = -0.178$) ตีลบ และข้อสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ข้อที่ 42 มีค่าอำนาจจำแนกมิติที่ 2 ($a_2 = -0.309$) ตีลบจึงตัดออกจากการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 4 ข้อ ดังนั้น ทำให้ได้ข้อสอบจำนวน 74 ข้อ ดังตาราง 3



อภิปรายผล

1. ผลการพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับเนื้อหาและความเหมาะสมของการระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดกับข้อสอบของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 78 ข้อ ผ่านการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทั้งสิ้นจำนวน 78 ข้อ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นมีความตรงตามเนื้อหา ทั้งนี้เนื่องจากการออกข้อสอบในครั้งนี้ได้มีการสร้าง Q-matrix เพื่อเป็นการระบุมิติที่ต้องการวัดของข้อสอบแต่ละข้อตามองค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยการระบุมิติที่ต้องการวัดของข้อสอบตาม Q-matrix ในแถวของ Q-matrix ที่แทนด้วยตัวเลข “1” จะสะท้อนถึงโครงสร้างน้ำหนักองค์ประกอบเชิงซ้อนของข้อคำถามแต่ละข้อ ซึ่งข้อคำถามแต่ละข้อจะประกอบด้วยทักษะหลายทักษะจึงทำให้ข้อคำถามแต่ละข้อมีโครงสร้างน้ำหนักองค์ประกอบในลักษณะเชิงซ้อนหรือมีความหลากหลาย (Rupp and Templin, 2008 a: 230) จึงทำให้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามการกำหนดด้วย Q-matrix มีความตรงตามเนื้อหาทุกข้อ

2. ผลการพิจารณาแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ มีประเด็นในการอภิปราย ดังนี้

2.1 การพิจารณาแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติจากข้อสอบที่สร้างขึ้น จำนวน 78 ข้อ ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก จำนวน 74 ข้อ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีข้อสอบจำนวน 4 ข้อที่ไม่ผ่านการคัดเลือก ซึ่งเป็นข้อสอบที่วัดในมิติเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ในเรื่องความเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์และปริภูมิและรูปทรงสามมิติ เป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยาก จึงทำให้ข้อสอบมีความยากมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552: 1-9) ที่พบว่า เนื้อหาที่นักเรียนไทยมีผลการประเมินต่ำ คือ เนื้อหาพีชคณิตและการวัด ประกอบกับการพิจารณาจากค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแต่ละมิติจะต้องไม่มีค่าติดลบ ค่าความยากแบบพหุมิติ (MDIFF) มีค่าอยู่ระหว่าง -4.00 ถึง 4.00 และไม่มีค่าอำนาจจำแนกในแต่ละมิติแตกต่างจากข้ออื่นๆ มากเกินไป (ค่าสุดโต่ง) ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความยากแบบพหุมิติ (MDIFF) มีค่าเท่ากับ -1.115 ค่าจุดตัดของความยากแบบพหุมิติ (d) มีค่าอยู่ระหว่าง -0.38 ถึง 1.454 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.152 และค่าอำนาจจำแนกในมิติที่ 1 มีค่าอยู่ระหว่าง -15.366 ถึง 28.925 และมิติที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง -0.309 ถึง 23.370 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ค่า MDIFF ของทั้งสองเนื้อหามีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ปกติที่มีค่าเท่ากับ 0 หรือพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของ d ถ้าค่าเฉลี่ยมีค่าเป็นบวกแสดงว่า ข้อสอบง่าย และในทางกลับกัน ถ้าค่าเฉลี่ยเป็นลบข้อสอบก็จะยาก และค่าอำนาจจำแนกมีความเกี่ยวข้องกับระดับความยากของข้อสอบ ดังนั้น จึงส่งผลทำให้ค่าอำนาจจำแนกมีค่าค่อนข้างต่ำไปด้วย

2.2 ในการสร้างข้อสอบในครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างข้อสอบที่สามารถวัดองค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้มากกว่า 1 องค์ประกอบ ดังนั้น ข้อสอบ 1 ข้อจึงมีค่าอำนาจจำแนกทั้งหมด 2 ค่า (a1 และ a2) และในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ พบว่าค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าเป็นลบในบางมิติ ทั้งนี้เนื่องมาจากผลการวิเคราะห์เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมขององค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยนำมาออกข้อสอบ มีจำนวนทั้งสิ้น 3 มิติ คือ มิติบริบท มิติเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ และมิติสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ พบว่า มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างซับซ้อน และบางกระบวนการมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างน้อยหรือแทบไม่มีความสัมพันธ์กันเลยซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของโครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ว่าการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เน้นความชัดเจนที่ต้องการให้นักเรียนเผชิญหน้ากับปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในชีวิต ในกระบวนการนี้ต้องการทักษะหลายอย่างเป็นต้นว่าทักษะการคิดและการใช้เหตุผล ทักษะการโต้แย้ง การสื่อสาร ทักษะ การสร้างตัวแบบ การตั้งปัญหาและการแก้ปัญหา การนำเสนอ การใช้สัญลักษณ์ การดำเนินการ ซึ่งนักเรียนต้องใช้ทักษะต่างๆ ที่หลากหลายมารวมกัน หรือทับซ้อนหรือคาบเกี่ยวกัน (สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ. 2551: 177)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 แบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและมีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบที่แสดงว่าเหมาะกับการนำไปวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่อไป

1.2 ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่มีหลายมิติ ในการนำแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไปใช้ควรคำนึงถึงมิติการวัดให้สอดคล้องกับข้อสอบที่นำไปใช้และการนำผลไปใช้ด้วย

1.3 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนสามารถนำข้อสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพไปใช้ได้ต่อไป

1.4 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนควรนำผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนเกิดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์



2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของ Multidimensional Item Response Theory Models พบว่า โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ยังมีไม่หลากหลาย และบางโมเดลก็ยังไม่มีการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับ ดังนั้น จึงควรศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ Multidimensional Item

Response Theory Models

2.2 ควรพัฒนาแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แบบพหุมิติ โดยวิเคราะห์ตามโมเดลอื่นๆ เช่น โมเดลโลจิสติกแบบพหุมิติ เป็นต้น

2.3 ในการสร้างแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ควรมีการวิเคราะห์ค่าโอกาสในการเดา (c) และค่าพารามิเตอร์อื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). ผลการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติของโครงการ TIMSS 2007 ประเทศไทยอยู่ตรงไหน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 1-9.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โครงการ PISA ประเทศไทย. (2556). รายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น: โครงการ PISA 2012. กรุงเทพฯ: เซเวนพรีนติ้งกรุ๊ป, 38.
- สุนีย์ คล้ายนิล. (2551). ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับโลกวันพรุ่งนี้. กรุงเทพฯ: เซเวน พรีนติ้งกรุ๊ป, 117.
- Frey, A. and Seitz, N. N. (2009). Multidimensional adaptive testing in educational and psychological measurement: Current state and future challenges. *Studies in Educational Evaluation*. 35, pp. 89-94.
- Rupp, A.A. and others. (2008). Unique Characteristics of Diagnostic Classification Models: a Comprehensive Review of the Current State-of-the-art: *Measurement*. 6 (4), 230.