บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การวัดทางจิตวิทยาเป็นเรื่องของการวัดภาวะสันนิษฐานเชิงทฤษฎี (hypothetical or theoretical construct) ต่าง ๆ ซึ่งไม่อาจทำการวัดหรือสังเกตได้โดยตรง แต่ก็สามารถกระทำได้โดยผ่านปฏิกิริยาตอบสนองของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้ารูปธรรม (Samejima อ้างใน Wainer & Messick, 1983 : 159) แบบสอบเป็นสิ่งเร้ารูปธรรมอย่างหนึ่ง ที่กระตุ้นให้ผู้สอบแสดงพฤติกรรมออกมาเป็นคำตอบ นักวัดผลก็จะนำคำตอบนั้นมาตีค่าเป็นคะแนน และคะแนนที่ตีค่าออกมานั้นจะมีความหมายหรือไม่นั้น ย่อมขึ้นอยู่กับตัวสิ่งเร้ารูปธรรมหรือชุดของข้อสอบนั้นเอง ในบางครั้งคะแนนที่ตีค่าออกมานั้น ไม่ได้บ่งบอกถึงความสามารถเดียวของผู้ตอบ แต่อาจจะบ่งบอกอะไรได้อีกหลาย ๆ อย่างที่นอกเหนือจากสิ่งที่ผู้วัดต้องการวัดรวมอยู่ด้วย แบบสอบเป็นเครื่องมือสำคัญในการวัดทางจิตวิทยา ดังนั้น การพัฒนาแบบสอบให้มีคุณภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้การวัดนั้นมีความถูกต้อง แม่นตรงตามเป้าหมายที่ต้องการจะวัด และคะแนนที่ตีค่าออกมานั้นก็จะมีค่าใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงของพฤติกรรม หรือความสามารถของบุคคลในสิ่งที่ต้องการวัดมากที่สุด

ในการพัฒนาแบบสอบ Wright & Stone (Wright & Stone, 1979 : 9) ได้เสนอข้อควรปฏิบัติที่จำเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. ต้องกำหนดแนวคิดของตัวแปรหรือสิ่งที่ต้องการวัดให้ชัดเจน
2. สร้างข้อสอบที่มีความเชื่ออย่างมีเหตุผลว่า ได้มีแนวคิดนั้นอยู่ และสามารถนำเอาสัญลักษณ์ของแนวคิดนั้นออกมาให้อยู่ในรูปพฤติกรรมของบุคคลที่เราต้องการวัด
3. ต้องแสดงให้เห็นว่าข้อกระทงเหล่านี้ เมื่อนำไปใช้กับบุคคลที่เราต้องการวัดแล้ว สามารถนำไปสู่ผลลัพธ์ที่มีองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เราสนใจวัดรวมอยู่ด้วย
4. ต้องเป็นการวัดเชิงเส้นที่สามารถศึกษาถึงความก้าวหน้า และสามารถเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มได้

Wright & Stone ยังกล่าวอีกว่าเพื่อให้คะแนนมีความหมาย คะแนนนั้นจำเป็นต้องมาจากแบบแผนของการตอบสนองที่ประกอบด้วยข้อสอบที่ถูกกำหนดด้วยตัวแปรเดียว ดังนั้นการกำหนดแนวคิดของตัวแปรที่ต้องการวัดให้ชัดเจนนั้น ก็ควรจะระบุเพียงมิติเดียว แม้ว่าในทฤษฎีการตอบสนองรายข้อ (Item Response Theory) หรือ IRT ซึ่งเป็นทฤษฎีการวัดผลที่นิยมในปัจจุบันจะมีข้อตกลงเบื้องต้นทั่วไปว่า ชุดของ k คุณลักษณะแฝง (Latent trait) หรือความสามารถจะแสดงออกมาที่ผลของการกระทำในชุดของข้อสอบของผู้เข้าสอบ k คุณลักษณะแฝงก็คือ k มิติแฝงในมิติทั้งหมด (dimensional latent space) และมิติแฝงทั้งหมด (latent space) จะสมบูรณ์เมื่อคุณลักษณะแฝงทั้งหมดได้แสดงออกมาในรูปของคะแนนสอบ (test score) ของประชากรจากผู้เข้าสอบทั้งหมด แต่โดยปกติแล้ว มักมีการอธิบายคุณลักษณะหรือความสามารถของผู้เข้าสอบเพียงคุณลักษณะเดียว และเนื่องจากผู้สร้างข้อสอบปกติแล้วต้องการสร้างข้อสอบแต่ละข้อให้วัดเพียงมิติเดียว เพื่อว่าจะสามารถตีความของชุดคะแนนจากแบบสอบได้ (Lumsden, 1976 อ้างใน Hambleton. 1986) ในโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Model) จึงสมมุติให้มีความสามารถเดียว (single latent ability) ขึ้นที่เรียกว่า เอกมิติ (Unidimensionality)

แบบสอบแต่ละฉบับ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้ข้อสอบแต่ละข้อมีเป้าหมายในการวัดความสามารถเพียงมิติเดียว ทั้งนี้เพราะ จะเป็นการง่ายสำหรับนักวัดในการตีความหมายของคะแนนที่ได้รับและยังสามารถนำไปหาคะแนนจริงได้อย่างถูกต้อง โดยไม่มีมิติอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง ประการสำคัญที่แบบสอบจำเป็นจะต้องมีคุณสมบัติของการวัดเพียงมิติเดียวก็คือ ทฤษฎีทางการวัดผลไม่ว่าจะเป็นทฤษฎีดั้งเดิม (Classical Test Theory) หรือ ทฤษฎีการตอบสนองรายข้อ (Item Response Theory) ยังคงตั้งอยู่บนพื้นฐานของการวัดเพียงมิติเดียว

การประมาณความเที่ยงของแบบสอบ ไม่ว่าจะเป็นค่าแอลฟาของครอนบาค ($\mathcal{L}$) หรือค่าความเที่ยงของคูเดอร์วิชาร์สัน (KR) ก็ได้มาจากสูตรที่มีพื้นฐานของข้อตกลงเบื้องต้นว่าข้อสอบเหล่านั้นต้องมีความเป็นเอกพันธ์ (homogeneity) ค่าประมาณความเที่ยงเหล่านั้นจึงจะเป็นตัวประมาณที่ดีมิเช่นนั้นแล้วจะได้ค่าประมาณที่ต่ำกว่าความเป็นจริง (underestimate)

ความเป็นเอกพันธ์ของแบบสอบในความหมายนี้ ได้กำหนดไว้ว่า ชุดของข้อสอบเหล่านี้เมื่อนำมาเขียนอยู่ในรูปของเมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อแล้ว เมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อนี้จะ

ต้องมีค่าแรงค์เป็นหนึ่ง ซึ่งตรงกับความหมายของความเป็นเอกมิติของแบบสอบในเชิงทฤษฎีว่า เมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อนั้น ต้องมีค่าแรงค์เป็นหนึ่ง แบบสอบนั้นจึงเป็นแบบสอบที่มีการวัดเพียงมิติเดียว ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นเอกมิติของแบบสอบกับความเป็นเอกพันธ์ของแบบสอบจะได้กล่าวต่อไป ในนิยามของเอกมิติของแบบสอบ

ความเป็นเอกมิติของแบบสอบ มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ IRT เพราะเป็นข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญของทฤษฎีนี้ และเมื่อข้อมูลที่ต้องการจะวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีทาง IRT ขาดคุณสมบัติของความเป็นเอกมิติ เนื่องจากไม่ได้มาจากแบบสอบที่เป็นเอกมิติแล้วทำให้การตีความหมายของผลที่ได้ไม่ถูกต้อง นักวัดผลหลายท่านได้ศึกษาถึงผลของการฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความเป็นเอกมิติของแบบสอบแล้วว่า จะมีผลต่อการประมาณค่าความสามารถของบุคคล (Harrison, 1986 ; Ackerman, 1987; Andrick, 1984; Flock & Green, 1989; Poplem, 1988) ดังนั้น การตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบสอบจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องทำก่อนที่จะนำทฤษฎี IRT นี้ไปใช้ในการวิเคราะห์

เท่าที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า ความเป็นเอกมิติของแบบสอบมีความสำคัญต่อการวัดผลมากและการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบสอบจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องกระทำ เพื่อการแปลผลที่ถูกต้อง แต่ปัญหาของการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบสอบ ยังเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ เนื่องจากสาเหตุหลายประการ คือ

1. ปัญหาการนิยามเอกมิติว่าคืออะไร ขอบข่ายของความเป็นเอกมิติเป็นเท่าใด ทั้งในเชิงทฤษฎี และในเชิงปฏิบัติ
2. ความเป็นเอกมิติของข้อมูลที่สามารถวัดคุณลักษณะเดียวอย่างสมบูรณ์แบบหาไม่ได้
3. การประมาณความเป็นเอกมิติของแต่ละวิธีการ บอกไม่ได้ว่ามีค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากน้อยแค่ไหน และการประมาณนี้มีขอบเขตที่แน่นอนอยู่ตรงไหน

ปัญหาการนิยามของความเป็นเอกมิติคืออะไรนั้น ได้มีการถกเถียงกันในหลายมโนทัศน์ จากข้อเขียนของ Mc Donald (Mc Donald, 1981 : 100 -117)ได้รวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับความเป็นเอกมิติของแบบสอบ ความเป็นเอกพันธ์ของแบบสอบ และความคงที่ภายในของแบบสอบ (internal consistency) โดยเขาได้เน้นในนิยามของเอกมิติไว้ซึ่งสรุปได้ว่า นิยามของเอกมิติที่ไม่เป็นที่ยอมรับกันมีอยู่ 2 นิยาม คือ

1. นิยามของข้อมูลที่เป็นมาตราการวัดสมบูรณ์แบบของ Guttman(Guttman perfect scale) ทั้งนี้ Mc Donald และ Hambleton & Swaminathan ต่างก็ได้ให้เหตุผลเดียวกันว่า การที่ข้อมูลสามารถเรียงลำดับความยากของข้อและเรียงลำดับคะแนนของคนได้ ให้อยู่ในรูปของสามเหลี่ยมตามอุดมการณ์ได้ ก็ไม่ได้หมายความว่า ข้อมูลนั้นได้มาจากแบบสอบที่มีการวัดในมิติเดียว ซึ่งอาจจะวัดในคนละมิติ แต่สามารถเรียงลำดับความยาก-ง่ายได้เท่านั้น จึงไม่เป็นเหตุผลเพียงพอที่จะยอมรับในนิยาม และในการวิจัยนี้ ก็เห็นด้วยกับข้อโต้แย้งนี้

2. นิยามของความคงที่ภายใน(internal consistency)ซึ่งได้มีผู้พยายามเชื่อมโยงเอาความเป็นเอกพันธ์ของข้อมูลมาเป็นเรื่องเดียวกันกับความคงที่ภายในของข้อมูล Mc Donald ยังกล่าวว่า แม้ Nunnally เองยังมีความสับสน ใช้ความหมายของคำ 2 คำนี้มาแทนกันในเรื่องนี้ทั้ง Mc Donald และ Green ได้ให้ข้อโต้แย้งมากมาย และกล่าวว่า ความหมายของคำว่า "Homogeneity" และ Internal Consistency" เป็นคนละความหมายกัน คำว่า ความคงที่ภายในหรือ Internal Consistency หมายถึง ความสัมพันธ์กันภายในระหว่างกันของข้อสอบ ข้อสอบที่มีความสัมพันธ์กันภายในสูงก็จะมีความคงที่ภายในสูง แสดงว่าแต่ละข้อมีความสัมพันธ์กันสูง ซึ่งเรามักจะนำมาใช้ในการประมาณค่าความเที่ยงของแบบสอบ ดังนั้น ข้อสอบที่ประมาณว่า มีความเที่ยงสูง ก็ไม่ได้หมายความว่า แบบสอบนั้นวัดในเรื่องเดียวกัน Green (Green, 1977 : 827 - 838) ได้พยายามพิสูจน์ให้เห็นว่า ความคงที่ภายในของแบบสอบไม่มีความสัมพันธ์กับความเป็นเอกพันธ์ของแบบสอบเลย แต่แบบสอบที่มีความเป็นเอกพันธ์สูงก็เชื่อได้ว่าข้อสอบจะมีความคงที่ภายในสูงด้วย ด้วยเหตุผลที่กล่าวมานี้ทำให้งานวิจัยในครั้งนี้ยังไม่ยอมรับในนิยามของความคงที่ภายใน ที่จะมาเป็นตัวบอกหรือบ่งชี้ความเป็นเอกมิติของแบบสอบได้

นิยามของเอกมิติของแบบสอบที่เป็นเชิงทฤษฎีและค่อนข้างเป็นที่ยอมรับทั่วไปซึ่งมี 2 แนวคิดและได้มีการนำสองแนวคิดนี้มาใช้ในเรื่องเดียวกัน เนื่องจากเป็นนิยามที่มีเหตุผลสอดคล้องกัน ซึ่งมีดังนี้

1. นิยามของความเป็นเอกพันธ์ของแบบสอบในอีกแง่หนึ่งซึ่ง Lord & Novick(1968) ได้ให้ความหมายว่าชุดของข้อสอบที่เป็นทาวน์เท่าเทียมกัน (essentially tau equivalent) ด้วยความหมายนี้ แสดงให้เห็นว่าข้อสอบเหล่านี้จะให้คะแนนจริงเท่ากัน เมื่อรวมกับค่าคงที่ตัวหนึ่ง เช่น x_1 ให้คะแนนจริง T_1 และ y_2 ให้คะแนนจริง T_2 ดังนั้น x_1 และ y_2 เป็นทาวน์เท่าเทียมกัน เมื่อ $T_1 = T_2 + c_{12}$ โดย c_{12} คือ ค่าคงที่ นิยามของความเป็นเอกพันธ์โดย Lord และ Norvick นี้ทำให้เรายอมรับความเป็นเอกพันธ์ของแบบสอบว่า มีความ

เป็นเอกมิติของแบบสอบ เพราะ แบบสอบที่วัดในสิ่งเดียวกันก็จะมีชุดขององค์ประกอบของคะแนนจริง (true score component)

นิยามของความเป็นเอกพันธ์แนวนี้ Mc Donald , Green และ Lord & Norvick ก็สนับสนุนว่า ความเป็นเอกพันธ์ของแบบสอบ สามารถบอกความเป็นเอกมิติของแบบสอบได้ (Mc Donald , 1977 : 100 - 117 ; Green et al., 1977 : 827 - 831)

2. นิยามตามมโนทัศน์ของทฤษฎีคุณลักษณะแฝง (Latent trait Theory)โดยใช้การวิเคราะห์โครงสร้างคุณลักษณะแฝง (Latent Structure Analysis) ซึ่งในโมเดลของคุณลักษณะแฝงเราจะสมมุติ (assume) ว่าผู้เข้าสอบแต่ละคน จะมี 1 หรือมากกว่าคุณลักษณะแฝงก็ได้ จากนี้กำหนดให้ผู้เข้าสอบได้ตอบสนองต่อข้อสอบที่มีการตรวจที่ให้คะแนนเป็น 0 - 1 และพิสูจน์แล้วว่า ข้อสอบเหล่านี้เป็นอิสระจากกันทางสถิต (mutually statistical independent) ถ้าเพียง 1 คุณลักษณะแฝง อธิบายการแจกแจง (distribution) ของรูปแบบการตอบสนองของข้อสอบ n ข้อได้ แสดงว่าชุดของข้อสอบนี้ก็จะเป็น Unidimensional หรือเอกมิติ

ความเป็นเอกมิติของข้อมูลที่สมบูรณ์แบบหาไม่ได้ แม้ว่าจะมีแบบสอบที่วัดความสามารถเพียงมิติเดียวแล้วก็ตาม แต่เนื่องจากผู้ตอบข้อสอบไม่ได้ใช้ความสามารถเพียงด้านเดียว ในการตอบสนองต่อแบบสอบฉบับนั้น ทั้งนี้เพราะมักจะมีองค์ประกอบอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น พุทธิพิสัยอื่น ๆ บุคลิกภาพ และองค์ประกอบในการสอบ (test taking factor) ที่มีผลต่อการทำแบบสอบ องค์ประกอบเหล่านี้รวมถึงระดับแรงจูงใจ ความกังวล ความสามารถในการทำงานเร็ว ความรู้เกี่ยวกับการใช้กระดาษคำตอบ ทักษะทางพุทธิพิสัยต่าง ๆ และรวมถึงคุณลักษณะเด่น (Dominant)รวมอยู่ในการวัดครั้งเดียวด้วยชุดของข้อสอบชุดนั้นด้วย ดังนั้นสิ่งที่ข้อตกลงเบื้องต้นนี้ต้องการก็เป็นเพียงแต่ให้ได้ข้อมูลจากชุดข้อสอบ ที่ให้ "องค์ประกอบเด่น 1 องค์ประกอบ" (a dominant component of factor) ที่เป็นผลมาจากการทำข้อสอบชุดนั้น และก็จะได้องค์ประกอบเด่นตัวนี้ คือ ความสามารถวัดได้ (Hambletons & Swaminathan, 1986 : 16 - 17) และเป็นคุณลักษณะที่ผู้วัดต้องการวัด ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ ที่เหลือซึ่งมีความแปรปรวนน้อยมาก เมื่อเทียบกับองค์ประกอบแรก ก็จะเป็นส่วนเกิน

ปัญหาการนิยามเอกมิติของแบบสอบเชิงปฏิบัติ ยังเป็นที่ถกเถียงกัน เพราะขอบข่ายของเอกมิติอาจจะระบุได้ ถ้าตราบใดที่ผู้ตอบข้อสอบยังมิได้ใช้ความสามารถเดี่ยวในการตอบแบบสอบ

และตราบใดที่ยังมีความแตกต่างระหว่างบุคคลกันอยู่ Hambleton & Swamithan (Hambleton & Swamithan , 1986 : 17) ได้ตั้งข้อสังเกตว่า เมื่อทฤษฎีทาง IRT ใช้การวัดคุณลักษณะเด่นหรือความสามารถเด่นที่อยู่บนมาตราเดียวกัน การวัดความเจริญเติบโต (growth) ความเป็นเอกมิติก็ควรจะต้องตรวจสอบกัน ณ เวลาหนึ่ง ๆ (at each time point) และความเป็นเอกมิติจะบ่งชี้ถึงคุณลักษณะเดียวกันที่ถูกวัด ณ แต่ละช่วงเวลา บางครั้งเนื้อหาในบทเรียนเต็มไปด้วยความหลากหลาย ทำให้การออกข้อสอบของครูไม่สามารถออกให้เป็นมิติเดียวจริง ๆ ทั้งฉบับได้จึงทำให้การนิยามเอกมิติเกี่ยวกับเนื้อหาค่อนข้างสับสน Warm (Warm, 1978 : 101 - 107) จึงได้กล่าวถึงข้อตกลงเบื้องต้นของความเป็นเอกมิติว่า มีความซับซ้อนมากที่สุดและเป็นข้อตกลงเบื้องต้นที่เข้มงวดที่สุดของ IRT เขาให้นิยามว่า โดยทั่วไปแล้วเอกมิติ หมายถึง ข้อสอบที่วัดเพียงหนึ่งสาขาของความรู้หรือความสามารถเดียวเท่านั้น แต่เอกมิติก็ไม่ได้หมายความถึงข้อสอบทั้งหลายมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันโดยทางบวกอย่างเดียว อันที่จริงแล้วยังเชื่อว่าข้อสอบทั้งหมดที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในทางลบ ก็ยังมีความเป็นเอกมิติอยู่ และว่ากันโดยหลักแล้วแบบสอบที่มองดูแล้วว่าเป็นเอกมิติ บางทีก็มีความเป็นเอกมิติจริง ดังนั้น ตัวอย่างแบบสอบที่วัดความสามารถ เช่น ถ้อยคำภาษา จำนวน การรับรู้ทางมิติ ความเข้าใจในเครื่องกล และความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือก็เป็นเอกมิติ กฎอีกข้อหนึ่งกล่าวว่าข้อสอบที่ทดสอบความรู้ที่ได้เรียนรู้ร่วมกันมาบางทีก็มีความเป็นเอกมิติเช่นกัน ดังนั้น ข้อสอบไล่ประจำวิชาอาจจะตัดสินให้มีความเป็นเอกมิติก็ได้ เช่น ตัวอย่างของ Bejar, Weiss และ Kingsbury (1977) ที่ได้รวมเอาข้อสอบในโรงเรียน ซึ่งมี 3 เนื้อหา คือ เคมี เซลล์ และพลังงาน มารวมกันเป็นฉบับเดียวกัน และเป็นสิ่งที่น่าประหลาดใจ แต่เขาก็อธิบายว่า ความจริงแล้วความเป็นเอกมิติของมันอาจจะมีผลมาจากข้อสอบที่ทดสอบความรู้นี้ ได้มีการเรียนรู้ร่วมกันในห้องเรียน และเนื้อหาทั้ง 3 เรื่องที่ได้แยกกันอย่างเด่นชัด นั่นคือ เคมี เป็นวิชาที่จำเป็นจะต้องรู้เรื่องเซลล์ และเซลล์ก็มีเนื้อหาที่จำเป็นจะต้องเข้าใจเกี่ยวกับพลังงาน จึงทำให้เกิดกฎเกณฑ์อีกข้อหนึ่งว่า ข้อสอบที่ทดสอบส่วนของความรู้ต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันเชิงตรรก และเชิงลำดับขั้นอาจจะเป็นแบบสอบที่มีความเป็นเอกมิติก็ได้

อย่างไรก็ดี นิยามของความเป็นเอกมิติของข้อมูล ซึ่งผู้วัดถือว่าได้มาจากแบบสอบที่มีความเป็นเอกมิติแล้วก็ตาม ก็ยังมีข้อถกเถียงว่า ข้อมูลที่ว่ามีความเป็นเอกมิติแล้ว ควรจะนิยามในเชิงทฤษฎีได้ว่าอย่างไร

ดังนั้น นิยามของเอกมิติในเชิงปฏิบัติการ (oporation definition) ซึ่งจะนำไปสู่การคำนวณหาความเป็นเอกมิติของข้อมูล ซึ่งมาจากแบบสอบที่ต้องการวิเคราะห์ความเป็นเอกมิติ

ซึ่งพอสรุปนิยามเชิงปฏิบัติการของเอกมิติได้เป็น 2 ประเด็นใหญ่ ๆ ก็คือ

1. นิยามของความเป็นเอกพันธ์ของแบบสอบ ในที่นี้เรายอมรับว่า แบบสอบที่มีความเป็นเอกพันธ์สูง เมื่อเป็นข้อมูลก็จะเป็นข้อมูลที่มีความเป็นเอกพันธ์สูง ก็จะแปลความได้ว่า ข้อมูลนั้นมีความเป็นเอกมิติสูงด้วย ทั้งนี้เพราะนิยามของความเป็นเอกพันธ์ของข้อมูล ยึดเอานิยามที่ว่าเมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อต้องมีค่าแรงค์เป็น 1 ซึ่งเป็นนิยามเดียวกับความเป็นเอกมิติของแบบสอบที่ว่าแบบสอบที่มีความเป็นเอกมิตินั้นจะต้องให้ข้อมูลที่มีตัวประกอบร่วม (Common Factor) เดียวนั่นก็คือ มีค่าแรงค์ของเมตริกซ์เป็นหนึ่ง

2. ทำการวิเคราะห์ตัวประกอบแบบ Confirmatory Factor Analysis เพื่อทำการตรวจสอบข้อมูลความเป็นตัวประกอบเดียว

สำหรับ ในแนวปฏิบัติเพื่อการประมาณความเป็นเอกมิติของแบบสอบนั้น พอสรุปได้เป็น 3 วิธี คือ

1. นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบมาทำการวิเคราะห์ตัวประกอบด้วยตัวประกอบสำคัญ (PA) แล้ว พิจารณาผลที่ได้จากการสะกัดตัวประกอบ ผลใดผลหนึ่งหรือร่วมกัน ต่อไปนี้มาเป็นดัชนีบ่งชี้ความเป็นเอกมิติของแบบสอบ

   1.1 ค่าน้ำหนักของตัวแปร(ข้อสอบ) บนตัวประกอบตัวแรก(Mc Bride & Weiss, 1974)

   1.2 ค่าเปอร์เซ็นต์หรือความแปรปรวน ที่ตัวประกอบตัวแรกอธิบายได้

   1.3 พิจารณาค่าไอเก็นของตัวประกอบ (Lord, 1980 ; Reckase , 1979 ; Horn , 1965)

   1.4 จำนวนตัวประกอบที่สะกัด หรือจำนวนไอเก็นของเมตริกซ์ หรือค่าแรงค์ของเมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อ (Mulaik, 1972)

   1.5 สัดส่วนของความแปรปรวนของตัวประกอบที่ 1 กับตัวประกอบที่ 2 (Lumsden, 1976)

2. ใช้ค่าดัชนีต่าง ๆ นี้มีผู้เสนอไว้ที่สำคัญ ได้แก่

   2.1 การทดสอบไบซีเรียลซึ่งใช้ค่าสหสัมพันธ์พ้อยไบซีเรียลประจำข้อที่ได้จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อกับคะแนนรวม มาหาค่าความสัมพันธ์กับค่าน้ำหนักของข้อสอบบนตัวประกอบตัวแรก ค่าสหสัมพันธ์สุดท้ายที่ได้นี้ เป็นดัชนีชี้ความเป็นเอกมิติโดยกำหนดค่ามากกว่าหรือเท่ากับ .8 เป็นค่าที่ใช้ได้

2.2 ค่าดัชนีความเป็นเอกพันธ์ของแบบสอบ (Homogeneity Index) ของกรีน ที่มีสูตรการคำนวณว่า

$$\mu = \frac{\sum\sum_{i \neq j} |r_{ij}|}{\sum\sum_{i \neq j} \sqrt{h^2_i \, h^2_j}}$$

เมื่อ r_{ij} คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อ i กับข้อ j

$h_i^2 \, h_j^2$ คือ ค่า square multiple correlation ของข้อ i และ j ตามลำดับ

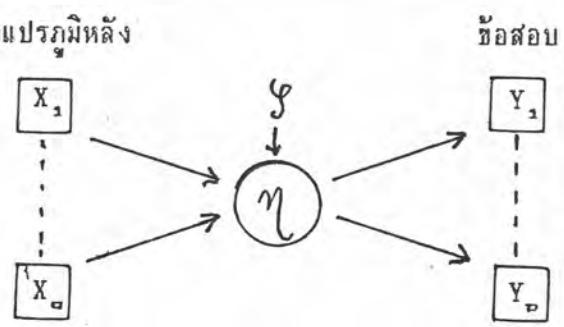
โดยไม่ได้กำหนดเกณฑ์ของ μ แต่ μ จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

3. การวิเคราะห์โดยใช้วิธีการหาความสอดคล้อง(fit)ระหว่างข้อมูลกับโมเดล ได้แก่

3.1 วิเคราะห์ค่าที่เหลือ (residual) หลังจากการหาความสอดคล้องระหว่างโมเดล 1 ตัวประกอบกับเมตริกซ์ของความแปรปรวนร่วมระหว่างข้อสอบ (Mc Donald , 1980 a , 1980 b อ้างใน Hambleton & Swaminathan, 1985 : 159)

3.2 วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อมูลกับโมเดล MIMIC ของ Muthen (Muthen , 1988 อ้างใน Wainer & Braun, 1988 : 213 - 238)

Muthén ให้นิยามว่าข้อมูลที่ได้จากแบบสอบที่มีความเป็นเอกมิติแล้วจะสามารถสอดคล้องกับโมเดล MIMIC ที่สร้างขึ้น ซึ่งรูปร่างโดยทั่วไปของโมเดลประกอบด้วยคุณลักษณะแฝงเพียงตัวเดียวที่ส่งผลต่อชุดของข้อสอบจำนวนหนึ่ง (p) และยังมีตัวแปรภูมิหลังที่สังเกตได้ (วัดได้) อีกจำนวนหนึ่ง (q) ที่สามารถส่งผลต่อตัวแปรคุณลักษณะแฝงตัวเดียวนี้ด้วย รูปร่างโดยทั่วไปของโมเดลจึงเป็น ดังนี้



ภาพที่ 1 โมเดล MIMIC สำหรับการวัดคุณลักษณะแฝงตัวเดียว

แนวปฏิบัติในข้อนี้ ถือเป็นการวิเคราะห์ความเป็นเอกมิติของข้อมูล ที่ได้จากแบบสอบที่ต้องการวิเคราะห์ได้อย่างน่าเชื่อถือ ในปัจจุบันงานวิจัยในครั้งนี้จึงนำเอานิยามเชิงปฏิบัติการตามโมเดล MIMIC นี้มาใช้เป็นเกณฑ์ในการศึกษาของดัชนีบ่งชี้ ความเป็นเอกมิติของแบบสอบทุกดัชนีทั้งที่พัฒนาขึ้นมาเองกับวิธีการเดิม รายละเอียดของคุณสมบัติในการนำเอาวิธีการนี้มาเป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์จะได้กล่าวต่อไปใน บทที่ 2

แม้ว่าเราจะสามารถหาข้อยุติของนิยามความเป็นเอกมิติของแบบสอบทั้งในด้านเชิงทฤษฎีและในด้านเชิงปฏิบัติได้แล้วก็ตาม ก็ยังมีปัญหาของการตรวจสอบเอกมิติของแบบสอบอีกว่า วิธีการต่าง ๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนั้น ในบางวิธียังมีจุดอ่อนที่น่าจะนำมาพัฒนาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้ดัชนีบ่งชี้ความเป็นเอกมิติของแบบสอบที่มีคุณภาพและใกล้เคียงกับความเป็นจริงของข้อมูลมากที่สุด

จากนิยามดังกล่าว ได้มีผู้เสนอวิธีตรวจสอบความเป็นเอกมิติไว้ 3 วิธี ที่ผู้วิจัยพบว่าเป็นวิธีที่มีผู้นิยมนำมาใช้ในทางปฏิบัติ และมีแนวคิดของที่มาแตกต่างกันอย่างเด่นชัด จึงน่าจะได้นำมาศึกษา ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 1.1 แสดงการเปรียบเทียบรายละเอียดบางประการของวิธีการตรวจสอบ 3 วิธี

รายละเอียดของวิธีการตรวจสอบ	วิธีการตรวจสอบเอกมิติของแบบสอบด้วย		
	ค่าไอเก็น (EP)	การทดสอบด้วยไบซีเรียล (BT)	ดัชนีความเป็นเอกพันธ์ของ Green (μ)
ผู้พัฒนา	Lord & Novick(1968) Reckase (1979) Lumsden (1976)	Mc Bride & Weiss (1974)	Green , Lissitz & Mulaik (1977)

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

รายละเอียดของวิธีการตรวจสอบ	วิธีการตรวจสอบเอกมิติของแบบสอบด้วย		
	ค่าไอเก็น (EP)	การทดสอบด้วยไบซีเรียล (BT)	ดัชนีความเป็นเอกพันธ์ของ Green (μ)
แนวคิด	ค่าไอเก็นจากการวิเคราะห์ตัวประกอบหมายถึงค่าความแปรปรวนของตัวประกอบที่อธิบายได้ด้วยชุดตัวแปรที่นำมาสะกัดตัวประกอบนั้น จำนวนไอเก็นเป็นตัวประมาณค่าแรงค์ของเมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบ และถ้าได้ค่าไอเก็นตัวเดียวหรือถ้ามีหลายตัว ซึ่งตัวแรกจะมีค่ามากกว่าตัวที่ 2 และตัวอื่น ๆ อย่างเด่นชัด ก็สรุปว่าแบบสอบมีเอกมิติ Lord & Novick เสนอให้สังเกตจากกราฟที่แสดงค่าไอเก็นต่าง ๆ กับตำแหน่งลำดับที่ของตัวประกอบ (EP) โดยที่ตัวประกอบตัวแรก มีค่าสูงมาก ๆ มากกว่าตัวที่ 2 สูงกว่าตัวที่ 3 และตัว	ค่าสหสัมพันธ์ไบซีเรียลระหว่างข้อสอบกับคะแนนรวม ซึ่งเรียกว่าค่าอำนาจจำแนกประจำข้อ เมื่อมีความสัมพันธ์กันสูงกับค่าน้ำหนักของข้อสอบบนตัวประกอบตัวแรก (>.8) ก็สรุปว่า แบบสอบมีเอกมิติ ทั้งนี้เกิดจากแนวคิดที่ว่าข้อสอบที่ให้ค่าอำนาจจำแนกสูงย่อมให้ค่าน้ำหนักสูงบนคุณลักษณะแฝงที่ต้องการวัด คือตัวประกอบเด่นตัวแรก ส่วนข้อที่ให้ค่าอำนาจจำลดต่ำลงมาน่าจะให้ค่าน้ำหนักบนตัวประกอบตัวแรกต่ำลดหลั่นลงมาด้วย เอกมิติของแบบสอบจึงได้มาจากความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกันระหว่างค่าอำนาจจำแนก และน้ำหนักบนตัว	ถ้าแบบสอบมีความเป็นเอกมิติแล้ว ผลรวมของค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อ (interitem correlation) ควรมีค่าเท่ากับผลรวมของรากที่สองของผลคูณระหว่างค่าคอมมูนาลิตี (h^2) ของแต่ละตัวแปร โดยค่า h^2 หมายถึงความแปรปรวนของตัวประกอบต่างๆ ที่อธิบายด้วยตัวแปรหนึ่ง ๆ ในที่นี้ Green ประมาณค่า h^2 ด้วย square multiple correlation (SMC) ดังนั้นแนวคิดของวิธีการก็คือ ถ้าแบบสอบมี 1 มิติก็ย่อมให้ตัวประกอบร่วมตัวเดียว (A) และเมื่อหาเมตริกซ์สหสัมพันธ์หวลกลับ (AA) ก็ย่อมให้เมตริกซ์ที่มีค่า

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

รายละเอียดของวิธีการตรวจสอบ	วิธีการตรวจสอบเอกมิติของแบบสอบด้วย		
	ค่าไอเก็น (EP)	การทดสอบด้วยไบซีเรียล (BT)	ดัชนีความเป็นเอกพันธ์ของ Green (μ)
	อื่น ๆ ก็มีความแตกต่างลดหลั่นลงไปเพียงเล็กน้อย Reckase เสนอให้ใช้อัตราส่วน ระหว่างค่าไอเก็นตัวที่ 1 และตัวที่ 2 ส่วน Lumsden เสนอให้ใช้ความแปรปรวนของตัวประกอบที่ 1 หารด้วยความแปรปรวนของตัวที่ 2 แต่ทั้งหมดนี้ก็ไม่มีเกณฑ์แน่นอน	ประกอบตัวแรก	แนวทะแยงมุมหลักเป็นค่า h_i^2 และเมตริกซ์ ก็จะให้ค่าแรงค์เป็น 1 ด้วย ดังนั้น miner matrix ของเมตริกซ์ AA ทุก miner matrix จะมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้น $\begin{pmatrix} h^2_i & r_{ij} \\ r_{ji} & h^2_j \end{pmatrix} = 0$ $h^2_i h^2_j = r^2_{ij}$ นั่นคือ $\lvert r_{ij} \rvert = \sqrt{h^2_i h^2_j}$ $\lvert r_{ij} \rvert \Big/ \sqrt{h^2_i h^2_j} = 1$ เมื่อแบบสอบเป็นเอกมิติ ดังนั้นผลรวมของ $\lvert r_{ij} \rvert$ หารด้วยผลรวมของ $\sqrt{h^2_i h^2_j}$ ก็ควรเท่ากับ 1 มิเช่นนั้นก็จะต้องมีค่าน้อยกว่า 1 เพราะ $\lvert r_{ij} \rvert \leq \sqrt{h^2_i h^2_j}$

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

รายละเอียดของวิธีการตรวจสอบ	วิธีการตรวจสอบเอกมิติของแบบสอบด้วย		
	ค่าไอเก็น (EP)	การทดสอบด้วยไบซีเรียล (BT)	ดัชนีความเป็นเอกพันธ์ของ Green (μ)
วิธีการ	วิเคราะห์ตัวประกอบแบบ Principal Component Analysis ใช้คำสั่งพล็อตค่าไอเก็นโดยข้อมูลที่ป้อนเข้า เป็นข้อมูล 0 , 1 ซึ่งโปรแกรม spss จะใช้วิธีการคำนวณค่าเมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อด้วยสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ซึ่งมีค่าเท่ากับสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ฟี (นักวัดผลบางท่าน อาจใช้โปรแกรมอื่น เพื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อด้วยสูตรเตตราคลอริก) จากนั้น จึงนำผลที่ได้จากการสะกัดตัวประกอบด้วย PA มาพิจารณาตามข้อใดข้อหนึ่งดังนี้ 1.สังเกตผลจากการพล็อตค่าไอเก็น (Eigen Plot	คำนวณค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบกับคะแนนรวมทำให้ได้ค่าสหสัมพันธ์ไบซีเรียลประจำข้อทุกข้อ จากนี้ นำค่าสหสัมพันธ์ไบซีเรียล เหล่านี้มาหาค่าความสัมพันธ์แบบเพียร์สันกับค่าน้ำหนักของข้อสอบบนตัวประกอบที่ 1 ซึ่งได้จากการสะกัดตัวประกอบแบบ Principal Component Analysis ถ้าค่าความสัมพันธ์ในครั้งหลังนี้สูงก็แสดงว่าแบบสอบนี้มีข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสัมพันธ์กับค่าน้ำหนักของข้อบนตัวประกอบที่แสดงคุณลักษณะที่ต้องการวัด วิธีการที่กล่าวมานี้ ชื่อว่า Biserial Test ในที่นี้ย่อว่า BT โดยที่ค่า BT	ประมาณค่า h^2_i และ h^2_j โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ หาค่าดังนี้ 1. หาค่าอินเวอรส์ของเมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อ (R^{-1}) 2. ทำค่าของแนวทะแยงมุมหลักของเมตริกซ์ R^{-1} ให้กลับเศษเป็นส่วน ใช้สัญลักษณ์ S_j^2 3. ให้ $SMC_j = 1-S_j^2$ และ $SMC_i = 1-S_i^2$ โดยที่ SMC_j และ SMC_i ก็คือ ค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างข้อสอบข้อที่ j กับข้ออื่น ๆ ที่เหลือ และระหว่างข้อสอบข้อที่ i กับข้ออื่น ๆ ที่เหลือตามลำดับ

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

รายละเอียดของวิธีการตรวจสอบ	วิธีการตรวจสอบเอกมิติของแบบสอบด้วย		
	ค่าไอเก็น (EP)	การทดสอบด้วยไบซีเรียล (BT)	ดัชนีความเป็นเอกพันธ์ของ Green (μ)
	(EP) ซึ่งเป็นวิธีการที่มีผู้นิยมมากที่สุด และการวิจัยในครั้งนี้ก็จะมุ่งพัฒนาวิธีการนี้ ให้มีคุณภาพดีขึ้นกว่าเดิม 2. หาอัตราส่วนระหว่างค่าไอเก็นตัวที่ 1 กับตัวที่2 E_1/E_2 3. หาอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนของตัวประกอบที่ 1 กับตัวประกอบที่ 2 ทั้ง 3 วิธีการในการพิจารณานี้ ไม่ได้บอกค่าระหว่างช่วงของดัชนีบ่งชี้และก็ไม่ได้บอกค่าของเกณฑ์ที่แน่นอนของตัวบ่งชี้ว่า ควรจะมีค่าไม่ต่ำกว่าเท่าไร จึงจะสามารถบอกได้ว่าแบบสอบมีความเป็นเอกมิติ	ซึ่งเป็นค่าสหสัมพันธ์ในตอนท้ายนี้ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 และ Mc Bride & Weise ก็ได้เสนอเกณฑ์ของ BT ว่าจะต้องไม่ต่ำกว่า .8 แบบสอบจึงจะมีความเป็นเอกมิติ	4. ใช้ค่า SMC_j เป็นตัวประมาณค่า h^2_j และใช้ค่า SMC_i เป็นตัวประมาณค่า h^2_i 5. แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ลงในสูตร $$\frac{\sum_{i \neq j}\sum |r_{ij}|}{\sum_{i \neq j}\sum \sqrt{h^2_i\, h^2_j}}$$ โดยที่ μ คือ ดัชนีความเอกพันธ์ของ Green r_{ij} คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างข้อ i และ j h^2_i, h^2_j คือ คอมมูนาลิตีของข้อ i และ j ซึ่งถูกประมาณด้วย SMC_i และ SMC_j ตามลำดับ

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

รายละเอียดของวิธีการตรวจสอบ	วิธีการตรวจสอบเอกมิติของแบบสอบด้วย		
	ค่าไอเก็น (EP)	การทดสอบด้วยไบซีเรียล (BT)	ดัชนีความเป็นเอกพันธ์ของ Green (μ)
ข้อดี	เป็นวิธีที่สามารถทำได้ง่ายโดยใช้โปรแกรม SPSS ก็สามารถวิเคราะห์ได้และง่ายต่อการตีความอธิบายความเป็นเอกมิติของแบบสอบ โดยเชื่อว่าตัวประกอบตัวแรกก็คือ Dominant Trait ที่ผู้วัดต้องการวัด ส่วนตัวประกอบอื่น ๆ ที่เหลือเป็นค่าความคลาดเคลื่อนหรือมิติอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยว-	ง่ายต่อการคำนวณ และสะดวกสำหรับข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกประจำข้ออยู่แล้วก็สามารถนำมาหาความสัมพันธ์กับค่าน้ำหนักของข้อบนตัวประกอบเด่นตัวที่ 1 ได้และนอกจากนี้ ยังเป็นดัชนีบ่งชี้ที่มีเกณฑ์ระบุไว้แน่นอนว่า ไม่ควรต่ำกว่า .8 จึงสะดวกใจในการตัดสินใจของผู้ใช้	ค่า μ อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยค่า μ เข้าใกล้ 1 เมื่อแบบสอบเป็นเอกมิติและจะเข้าใกล้ 0 เมื่อแบบสอบไม่เป็นเอกมิติ แต่ Green ก็ไม่ได้เสนอค่า μ ที่จะเป็นเกณฑ์ในการบ่งบอกความเป็นเอกมิติของแบบสอบที่มาของสูตรชัดเจนตรงกับนิยามของความเป็นเอกพันธ์และนิยามความเป็นเอกมิติของแบบสอบ ค่า μ จะเป็นค่าที่บอกความเป็นเอกมิติได้ตรงประเด็นที่สุดเมื่อค่า h^2 ประมาณได้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

รายละเอียดของวิธีการตรวจสอบ	วิธีการตรวจสอบเอกมิติของแบบสอบด้วย		
	ค่าไอเก็น (EP)	การทดสอบด้วยไบซีเรียล (BT)	ดัชนีความเป็นเอกพันธ์ของ Green (μ)
จุดอ่อน	ข้อง ซึ่งมีค่าน้อยมาก 1. การตัดสินความเป็นมิติของแบบสอบ ยังไม่มีเกณฑ์บ่งชี้ที่แน่นอนว่า ควรจะเป็นเท่าไร 2. การตัดสินความเป็นเอกมิติโดยพิจารณาจากพล็อตค่าไอเก็นแล้ว ดูความสูงต่ำของค่าไอเก็นตัวที่ 1 กับตัวอื่น ๆ ในกราฟเป็นเครื่องบ่งชี้ความเป็นเอกมิติของแบบสอบ จึงทำให้การตัดสินความเป็นเอกมิติค่อนข้างจะเป็นวิธีการที่เป็นอัตนัย (Subjectivity)	1. การหาค่าสัมประสิทธิ์ไบซีเรียลระหว่างข้อสอบกับคะแนนรวมของแบบสอบฉบับเดียวกัน ไม่ได้ให้ความหมายอะไร เพราะเนื่องจากแบบสอบฉบับนี้เป็นแบบสอบที่ผู้วัดต้องการจะวิเคราะห์คุณภาพ ดังนั้นหากแบบสอบนี้คุณภาพยังไม่ดีพอ การหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อกับคะแนนรวมของมันเอง จึงค่อนข้างจะมีปัญหา และไม่ให้สาระสนเทศอะไร 2. แม้หากพบว่าแบบสอบที่ได้รับการวิเคราะห์รายข้อ จากข้อ 1 มีความสัมพันธ์ระหว่างข้อและคะแนนรวมสูง แล้วนำค่า	1. การนำค่า $\lvert r_{ij} \rvert$ ทั้งหมดมารวมกัน ($i \neq j$, $i < j$) ทั้งหมดก่อนแล้วจึงนำหารด้วยค่า $\sqrt{h^2_i \, h^2_j}$ ที่ได้มีการมารวมกันกับคู่อื่น ๆ ครบทุกคู่แล้วเป็นการเฉลี่ยค่าสัดส่วน $\lvert r_{ij} \rvert / \sqrt{h^2_i \, h^2_j}$ แบบรวบยอดทั้งหมด ซึ่งผู้วิจัยโต้แย้งว่า เป็นการเฉลี่ยที่หยาบ ซึ่งน่าจะมีวิธีหาค่าเฉลี่ยของสัดส่วนนี้ได้ละเอียดกว่านี้ 2. การประมาณค่า h^2_i, h^2_j ของ Green ใช้ค่ากำลังสองของค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (SMC_i และ SMC_j) เป็นตัวประมาณค่า h^2_i และ h^2_j ซึ่งตัวประมาณนี้ เป็นการประมาณ

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

รายละเอียดของวิธีการตรวจสอบ	วิธีการตรวจสอบเอกมิติของแบบสอบด้วย		
	ค่าไอเก็น (EP)	การทดสอบด้วยไบซีเรียล (BT)	ดัชนีความเป็นเอกพันธ์ของ Green (μ)
		ไบซีเรียลประจำข้อที่หาได้มาสัมพันธ์กับค่าน้ำหนักของตัวประกอบตัวแรก การให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (BT) สูงก็ไม่ได้หมายความว่า แบบสอบนั้นทั้งฉบับจะสามารถวัดในคุณลักษณะ (trait) ที่ต้องการจะวัดได้ เนื่องจากยังไม่มีข้อยืนยันว่า แบบสอบนั้นมีความตรงตามเกณฑ์ที่เราต้องการมุ่งวัดหรือไม่ เพราะน้ำหนักของตัวประกอบตัวแรก ซึ่งถือเป็นคุณลักษณะเด่น ก็ได้มาจากแบบสอบที่เราต้องการจะวิเคราะห์ ดังนั้นเมื่อค่า BT มีค่าสูง ก็ยังบอกไม่ได้ว่าแบบสอบได้จะให้คุณลักษณะที่เราต้องการจะวัดหรือไม่	ที่ Underestimate ทำให้มีผลต่อค่า μ คือ ทำให้ค่า μ ที่ประมาณได้เกิด Overestimate ดังนั้นจึงทำให้ พิสัยของค่า μ ไม่ได้อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 แต่อยู่ระหว่าง 0 ถึง ค่าที่มากกว่า 1 ซึ่งในทางความเป็นจริงแล้ว $\lvert r_{ij} \rvert \leq \sqrt{h^2_i h^2_j}$ เสมอ

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

รายละเอียดของวิธีการตรวจสอบ	วิธีการตรวจสอบเอกมิติของแบบสอบด้วย		
	ค่าไอเก็น (EP)	การทดสอบด้วยไบซีเรียล (BT)	ดัชนีความเป็นเอกพันธ์ของ Green (μ)
		3. ดูเหมือนจะเป็นข้อสรุปของข้อ 2 กับข้อ 3 ที่ว่าหากการวิเคราะห์รายข้อในข้อ 1 ให้ค่าไบซีเรียลประจำข้อสูงต่ำไปสอดคล้องกับน้ำหนักของตัวประกอบตัวแรก ซึ่งสูงต่ำเช่นกัน ซึ่งค่าต่ำเป็นค่าที่เราไม่ต้องการ แต่เกิดให้ความสอดคล้องกันกับค่าน้ำหนักของตัวประกอบก็สามารถยังผลให้ค่า BT สูงได้ (>.8) แต่ก็เป็นสิ่งที่ผู้วัดไม่ต้องการ เพราะให้ค่าอำนาจจำแนกประจำข้อต่ำ และค่าน้ำหนักของ trait ก็ต่ำ	

เนื่องจากวิธีการตรวจสอบ 3 วิธีดังกล่าวมาแล้วนั้น มีจุดอ่อนบางประการ ซึ่งน่าจะได้มีการพัฒนาไปสู่ดัชนีบ่งชี้ใหม่ที่มีคุณภาพดีกว่าเดิม ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาดัชนีบ่งชี้ใหม่เพื่อแก้ไขจุดบกพร่องบางประการของวิธีการเดิม ซึ่งทำให้ได้ดัชนีบ่งชี้ที่ประยุกต์ขึ้นมาใหม่ 3 ตัว ดังในตาราง 1.2

ตารางที่ 1.2 แสดงการเปรียบเทียบแนวคิดและวิธีการของดัชนีบ่งชี้ที่พัฒนาใหม่

รายละเอียดของดัชนีบ่งชี้ใหม่	วิธีการตรวจสอบเอกมิติของแบบสอบด้วย		
	อัตราส่วนของค่าไอเก็น (ER)	ประยุกต์วิธีการของ BT (ABT)	ประยุกต์วิธีการของกรีน (AG)
แนวคิด	ค่าไอเก็นเป็นตัวสำคัญในการกำหนดเอกมิติของแบบสอบและในเมื่อวิธีการ EP เดิม เป็นวิธีการตัดสินความเป็นเอกมิติอย่างค่อนข้างเป็นอัตนัย การดูจากกราฟของ EP นั้น เน้นที่ค่าไอเก็นตัวแรก และตัวที่ 2 ทำให้ได้แนวคิดว่าน่าจะนำค่าไอเก็นตัวที่ 1 และตัวที่ 2 มาเทียบสัดส่วนกัน หมายถึง การเปรียบเทียบความแปรปรวนในตัวประกอบที่ 1 และตัวประกอบที่ 2 หากแบบสอบมีความเป็น	วิธีการของ BT ทำให้ได้แนวคิดว่า น่าจะหาความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละข้อกับคะแนนรวมจากแบบสอบที่เป็นเกณฑ์มาตรฐาน ทำให้ได้แนวคิดโยงไปถึงการหาค่าความตรงรายข้อของ Guliksen ซึ่งคิดว่าค่าความตรงรายข้อนี้ น่าจะมาแทนค่า item - total correlation ก่อนที่จะนำไปหาความสัมพันธ์กับค่าน้ำหนักบนตัวประกอบที่ 1 อีกทีหนึ่ง	เนื่องจากดัชนีความเป็นเอกพันธ์ของกรีน ประมาณค่าคอมมูนาลิตี้ (h^2) จากค่า Square Multiple Correlation (SMC_i) แต่ค่า SMC_i เป็นตัวที่ประมาณค่า h^2 ต่ำกว่าความเป็นจริง ผู้วิจัยจึงประมาณค่า h^2 จากค่า h^2 ที่ได้จากการสะกัดตัวประกอบแบบอิมเมจ ซึ่งจะได้ค่าที่ใกล้ความเป็นจริงมากที่สุด และนอกจากนี้การหาผลบวกของ $\lvert r_{ij} \rvert$ หารด้วยค่าผล

ตารางที่ 1.2 (ต่อ)

รายละเอียดของดัชนีบ่งชี้ใหม่	วิธีการตรวจสอบเอกมิติของแบบสอบด้วย		
	อัตราส่วนของค่าไอเก็น (ER)	ประยุกต์วิธีการของ BT (ABT)	ประยุกต์วิธีการของกรีน (AG)
	เอกมิติแล้ว ค่าความแปรปรวนในตัวประกอบที่ 1 จะมีค่ามากกว่าความแปรปรวนในตัวประกอบที่ 2 ดังนั้นอัตราส่วนระหว่างค่าไอเก็นตัวที่ 1 กับค่าไอเก็นตัวที่ 2 น่าจะเป็นวิธีการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบสอบได้ดีวิธีหนึ่ง		บวก $\sqrt{h^2_{\cdot 1}\, h^2_{\cdot j}}$ ทำให้ได้ค่า μ ที่เกิน 1.00 ผู้วิจัยจึงได้นำแนวคิดของ Warm ที่เสนอให้หารสูตรเดิมด้วยจำนวนคู่ของข้อสอบ ดังสูตร $G = \frac{\sum\sum_{i \neq j} \frac{\lvert r_{ij} \rvert}{\sqrt{h^2_{\cdot i}\, h^2_{\cdot j}}}}{n}$
วิธีการ	นำผลการตอบข้อสอบ มาคำนวณเมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อ โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เตตราคลอริค จากนั้นนำเมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อดังกล่าวมาวิเคราะห์ตัวประกอบแบบ Principal Component Analsis ซึ่งจะได้ค่าไอเก็นต่าง ๆ นำค่าไอเก็นตัวที่ 1 หารด้วยค่าไอเก็นตัว	หาค่าความตรงรายข้อจากสูตร $MS_i = (RYC)(SI)$ เมื่อ RYC คือค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลคำตอบข้อสอบกับคะแนนรวมจากแบบสอบมาตรฐาน SI คือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นหาค่า ABT จากสูตร ABT=Corr(MSI)(COMM) โดยที่ COMM คือค่าน้ำหนักบนตัวประกอบที่ 1	ประมาณค่า h^2 จากค่าคอมมูนาลิตี ภายหลังการสะกัดตัวประกอบแบบอิเมจ จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของ $\lvert r_{ij} \rvert / \sqrt{h^2_{\cdot i}\, h^2_{\cdot j}}$ โดยสูตร $AG_{\cdot} = \frac{\sum\sum_{i \neq j} \frac{\lvert r_{ij} \rvert}{\sqrt{h^2_{\cdot i}\, h^2_{\cdot j}}}}{n}$ เมื่อ AG คือดัชนีความเป็นเอกพันธ์ของกรีนประยุกต์

ตารางที่ 1.2 (ต่อ)

รายละเอียดของดัชนีบ่งชี้ใหม่	วิธีการตรวจสอบเอกมิติของแบบสอบด้วย		
	อัตราส่วนของค่าไอเก็น (ER)	ประยุกต์วิธีการของ BT (ABT)	ประยุกต์วิธีการของกรีน (AG)
	ที่ 2 ดังนี้ ER = E_1/E_2		r_{ij} คือค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อ i กับ j h^2_i, h^2_j คือค่าคอมมูนาลิตีของข้อที่ i และของข้อที่ j ตามลำดับโดยค่า h^2_i, h^2_j หาได้จากค่าน้ำหนักหลังสะกัดตัวประกอบแบบอิมเมจ นั่นคือ $h^2_i = \sum_k^n a^2_{ik}$ และ $h^2_j = \sum_k^n a^2_{jk}$ เมื่อ a^2_{ik} และ a^2_{jk} คือกำลังที่สองของน้ำหนักข้อที่ i และข้อที่ j บนตัวประกอบที่ k ตามลำดับ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยนี้ในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาดัชนีบ่งชี้ความเป็นเอกมิติที่มีความไวในการบ่งชี้ความเป็นเอกมิติมากที่สุด เมื่อข้อมูลมีระดับของความเป็นเอกมิติเปลี่ยนแปลงไป

ดังนั้น วัตถุประสงค์เฉพาะของการวิจัยในครั้งนี้ คือ

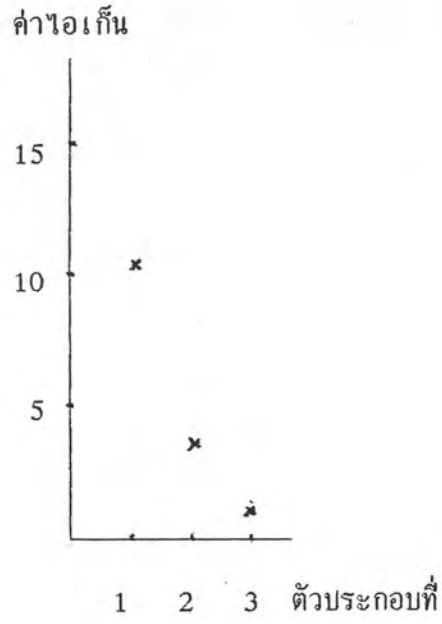
1. เพื่อพัฒนากระบวนการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ จากดัชนีบ่งชี้ 3 วิธี ดังนี้
   1.1 ดัชนีบ่งชี้ด้วยค่าอัตราส่วนของค่าไอเก็น ตัวที่ 1 กับ ไอเก็น ตัวที่ 2 (Eigen Ratio) (ER)
   1.2 ดัชนีบ่งชี้ด้วยการประยุกต์ดัชนีทดสอบด้วยไบซีเรียล (Application of Biserial Test) (ABT)
   1.3 ดัชนีบ่งชี้ด้วยการประยุกต์ดัชนีความเป็นเอกพันธ์ของ Green (Application of the Homogeneity Index of Green) (AG)
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของดัชนีบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้นใหม่ เปรียบเทียบกับดัชนีบ่งชี้เดิม 3 ตัว
3. เพื่อเปรียบเทียบความไวในการเปลี่ยนแปลงค่าของดัชนีบ่งชี้ ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่กับดัชนีบ่งชี้เดิม เมื่อข้อมูลมีระดับความเป็นเอกมิติเปลี่ยนแปลงไป

สมมุติฐานของการวิจัย

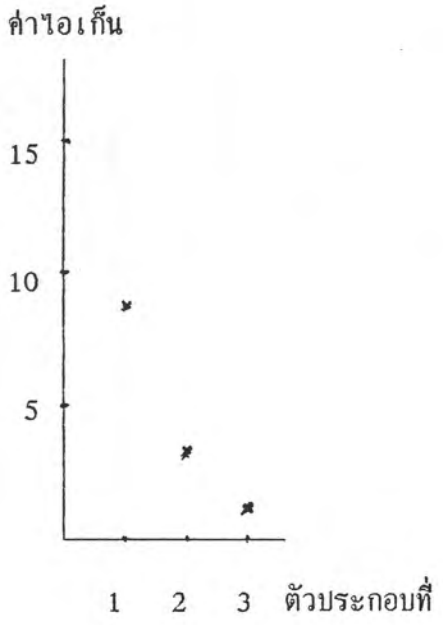
ดัชนีบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ได้น่าจะมีความไวในการบ่งชี้ความเป็นเอกมิติ มากกว่าวิธีการเดิมหรือดัชนีบ่งชี้เดิม ซึ่งการตั้งความหวังไว้มีเหตุผลอยู่เบื้องหลัง ดังนี้

1. ดัชนีบ่งชี้ ER เกิดจากอัตราส่วนของค่าไอเก็น ตัวที่ 1 (E_1) ต่อค่าไอเก็นตัวที่ 2 (E_2) เป็นวิธีการที่ Reckase ได้เสนอไว้ เนื่องจากการมองดูกราฟไอเก็น อาจเกิดความสับสนและไม่อาจตัดสินใจได้ว่า แบบสอบนั้นมีเอกมิติหรือไม่ ยกตัวอย่างเช่น ค่าไอเก็นที่ได้จากการทดลองข้อมูล 2 ชุด เมื่อนำมาตรวจสอบความเป็นเอกมิติด้วยการสังเกตจากกราฟ (EP) และการใช้อัตราส่วนของค่าไอเก็น ตัวที่ 1 กับตัวที่ 2 ซึ่งก็จะพบว่าค่า ER บอกค่าได้แน่นอนกว่า

ข้อมูลชุดที่	ค่าไอเก็น			Reckase (ER)
	E_1	E_2	E_3	E_1 / E_2
1	10.146	3.033	1.359	3.345
2	8.566	3.428	1.532	2.499



กราฟจากข้อมูลชุดที่ 1



กราฟจากข้อมูลชุดที่ 2

2. ดัชนีบ่งชี้ ABT ซึ่งประยุกต์มาจากดัชนีบ่งชี้ BT นั้น ได้มีการเปลี่ยนวิธีการที่สำคัญ คือ ABT ได้มีการวิเคราะห์รายข้อเกี่ยวกับค่าความตรงประจำข้อ โดยใช้แนวคิดของ Gulliksen ซึ่งจำเป็นต้องมีเกณฑ์ภายนอกมาสัมพันธ์กับข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้สัมประสิทธิพ้อยไบซีเรียล ส่วนค่า BT นี้ ใช้สูตรสหสัมพันธ์ไบซีเรียล ระหว่างข้อสอบกับคะแนนรวมของแบบสอบที่ต้องการตรวจสอบ ถ้าข้อสอบมีความตรงตามเกณฑ์ภายนอกสูงค่าพ้อยไบซีเรียล (r_{ipyc}) ประจำข้อจะสูง

และเมื่อข้อมูลถูกจัดกระทำให้มีระดับของความเป็นเอกมิติเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งคะแนนรวมจากแบบสอบเกณฑ์ยังคงเหมือนเดิม แต่ค่าความตรงประจำข้อจะเปลี่ยนแปลงไปเฉพาะข้อที่ขาดความตรงเท่านั้น (ข้อที่สุ่มเข้ามา) ทำให้ความแปรปรวนของค่า r_{bb} เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากขึ้น ส่วนการหาค่าอำนาจจำแนกประจำข้อ ถ้าข้อมูลถูกจัดกระทำให้เปลี่ยนแปลงความเป็นเอกมิติลดลง อำนาจจำแนกก็จะมีการเปลี่ยนแปลงลดลงไปจากเดิมทุกข้อ เพราะคะแนนรวมจากแบบสอบได้มีการเปลี่ยนแปลงค่าไปด้วย การเปลี่ยนแปลงจึงเกิดขึ้นทั้ง 2 แหล่งคือ ตัวข้อสอบและคะแนนรวมจากแบบสอบ ทำให้ค่าสหสัมพันธ์ไบซีเรียลประจำข้อค่อนข้างจะมีความแปรปรวนเปลี่ยนแลงไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เพราะมันคือ หาความสัมพันธ์ภายในของข้อสอบแต่ละข้อกับคะแนนรวมของมันเอง ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าค่าความแปรปรวน r_{bis} ของข้อที่สัมพันธ์กับคะแนนรวมของแบบสอบจะเปลี่ยนไปจากเดิมน้อย กว่าค่าความแปรปรวนของค่า r_{bb} ของข้อสอบที่มีสัมพันธกับคะแนนรวมของแบบสอบเกณฑ์ เมื่อเอกมิติของแบบสอบเปลี่ยนแปลงไป และเมื่อค่า r_{bis} ของแต่ละข้อมาสัมพันธ์กับค่าน้ำหนักของตัวแปรบนตัวประกอบที่ 1 จะให้ค่า BT ที่เปลี่ยนแปลงไปจากค่า BT เดิมไม่มากนัก เมื่อเทียบกับการนำค่า r_{bb} ของแต่ละข้อ (ที่มีความแปรปรวนสูงขึ้น) มาสัมพันธ์กับน้ำหนักของข้อบนตัวประกอบที่ 1 เช่นเดียวกัน ก็ย่อมให้ค่า ABT ที่สูงขึ้นกว่าเดิม

3. ดัชนีบ่งชี้ AG เป็นดัชนีบ่งชี้ที่ประยุกต์มาจากดัชนีความเป็นเอกพันธ์ของ Green (μ) เมื่อข้อมูลมีความเป็นเอกมิติเปลี่ยนแปลงไปก็จะมีผลต่อสูตร คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อบางคู่ จะเปลี่ยนแปลงค่าต่ำลงจากเดิม เช่นเดียวกับค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อจากสูตร AG ซึ่งแสดงว่าตัวตั้ง r_{ij} ของทั้ง 2 ตัว บ่งชี้มีค่าพอ ๆ กัน แต่จะต่างกันตรงค่าประมาณค่าคอมมูนาลิตี้ ซึ่งค่าประมาณคอมมูนาลิตี้ด้วย SMC_j จะมีการเปลี่ยนแปลงค่าบ้างและจะมีการเปลี่ยนแปลงมาก เพียงบางคู่เท่านั้น ดังนั้นผลรวมของเศษและผลรวมของส่วน จึงมีผลทำให้สัดส่วน มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเล็กน้อย เมื่อข้อมูลมีความเป็นเอกมิติเปลี่ยนแปลงไป ส่วนการประเมินค่าคอมมูนาลิตี้ จากการประมาณหลังการสะกัดตัวประกอบ ซึ่งเป็นตัวประมาณที่ใกล้ความจริงมากกว่า เมื่อข้อมูลเปลี่ยนแปลงความเป็นเอกมิติลดลง จะมีผลต่อค่าคอมมูนาลิตี้ทุกตัวในลักษณะที่เพิ่มขึ้นจากเดิมมาก ทำให้ค่า AG มีค่าต่ำลงมากกว่าค่า BT เมื่อข้อมูลมีเอกมิติลดลง

จากเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ทำให้สามารถสรุปการตั้งสมมติฐานของการวิจัยในครั้งนี้ได้ว่า

1. ดัชนีบ่งชี้ ER น่าจะมีความไวในการเปลี่ยนแปลงค่าอย่างเป็นระบบเข้าสู่ 100 เมื่อข้อมูลมีความเป็นเอกมิติลดลง

2. ดัชนีบ่งชี้ ABT น่าจะมีความไวในการบ่งชี้ความเป็นเอกมิติของแบบสอบมากกว่าดัชนีบ่งชี้ด้วย BT
3. ดัชนีบ่งชี้ AG น่าจะมีความไวในการบ่งชี้ความเป็นเอกมิติของแบบสอบมากกว่าดัชนี
4. ดัชนี ER น่าจะมีความไวในการบ่งชี้ความเป็นเอกมิติของแบบสอบมากที่สุด เมื่อข้อมูลมีความเป็นเอกมิติเปลี่ยนแปลงไป

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งพัฒนาดัชนีบ่งชี้ความเป็นเอกมิติใหม่ 3 ตัว คือ

1. ดัชนีบ่งชี้ที่ใช้ค่าอัตราส่วนของค่าไอเก็น ตัวที่ 1 ต่อ ตัวที่ 2 (ER)
2. ดัชนีบ่งชี้ที่ประยุกต์จากวิธีการทดสอบด้วยไบซีเรียล (ABT)
3. ตัวบ่งชี้ที่ประยุกต์จากดัชนีความเป็นเอกพันธ์ของ Green (AG)

การพัฒนาดัชนีบ่งชี้ความเป็นเอกมิติใหม่ 3 ตัว เพื่อเปรียบเทียบดัชนีบ่งชี้ใหม่กับดัชนีบ่งชี้เดิม 3 ตัว คือ

1. การบ่งชี้ด้วยการพล็อตค่าไอเก็นที่ได้จากการสะกัดตัวประกอบแบบตัวประกอบสำคัญ (PA) (EP)
2. การบ่งชี้จากวิธีการทดสอบด้วยไบซีเรียล (BT)
3. ดัชนีบ่งชี้จากดัชนีความเป็นเอกพันธ์ของ Green (μ)

ข้อจำกัดของการวิจัย

1. เนื่องจากความจำกัดของโปรแกรม ทำให้ศึกษาได้เฉพาะข้อสอบที่ไม่เกิน 15 ข้อ
2. การวิจัยนี้ ไม่สามารถควบคุมค่าความยากของข้อสอบให้อยู่ในช่วงจำกัดได้
3. การคัดข้อสอบเข้าและออก ทำโดยการสุ่ม ไม่ได้ควบคุมค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
4. การวิจัยในครั้งนี้ ทำการคัดข้อสอบเข้าออกทีละ 2 ข้อ และทำไปได้ระดับครึ่งหนึ่งของแบบสอบจึงหยุด

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. การตรวจสอบความไวของดัชนีแต่ละตัว โดยเปรียบเทียบกับดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อมูลกับโมเดลตามโมเดล MIMIC

2. กลุ่มตัวอย่างทุกคนทำข้อสอบด้วยความตั้งใจและแม้ว่าเวลาในการดำเนินการจัดสอบไม่อาจจัดขึ้นพร้อมกันในเวลาเดียวกันได้ก็ตาม ผู้วิจัยได้พยายามดำเนินการสอบด้วยมาตรฐานเดียวกันโดยทุกคนได้รับสภาพการสอบแบบเดียวกัน จึงถือว่าช่วงเวลาสอบต่างกัน ไม่มีผลต่อการทำข้อสอบ

นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1. **ความเป็นเอกมิติของแบบสอบ** (Unidimensionality of a test) หมายถึง คุณลักษณะของแบบสอบที่สามารถระบุคุณลักษณะแฝงเดี่ยว

2. **ดัชนีบ่งชี้ความเป็นเอกมิติของแบบสอบ** หมายถึง สิ่งที่ใช้ระบุความเป็นเอกมิติของแบบสอบ ซึ่งในการวิจัยนี้ประกอบด้วยดัชนีบ่งชี้เดิม 3 ตัว และดัชนีบ่งชี้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมาใหม่ 3 ตัว ดัชนีบ่งชี้เดิม 3 ตัว ได้แก่

2.1 วิธีการบ่งชี้ด้วยค่าไอเก็นพล็อต (EP)

2.2 วิธีการบ่งชี้ด้วยวิธีการทดสอบไบซีเรียล (BT)

2.3 วิธีการบ่งชี้ด้วยดัชนีความเป็นเอกพันธ์ของกรีน (μ)

ดัชนีบ่งชี้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมาใหม่ โดยประยุกต์จากดัชนีบ่งชี้เดิม ได้แก่

2.4 ดัชนีบ่งชี้ด้วยค่าอัตราส่วนของค่าไอเก็น (ER)

2.5 ดัชนีบ่งชี้ด้วยการทดสอบไบซีเรียลประยุกต์ (ABT)

2.6 ดัชนีบ่งชี้ด้วยการประยุกต์สูตรความเป็นเอกพันธ์ของกรีน (AG)

3. **วิธีการบ่งชี้ด้วยค่าไอเก็นพล็อต** (The method to determine the Unidimensionality by using Eigen Plot) (EP) หมายถึง การตรวจสอบความเป็นเอกมิติของ

แบบสอบโดยการวิเคราะห์ตัวประกอบสำคัญและให้เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าไอเก็นกับตำแหน่งที่ของตัวประกอบ จากนั้นจึงใช้ภาพจากกราฟพิจารณาตัดสินความเป็นเอกมิติของแบบสอบ วิธีการนี้ใช้ตัวย่อว่า EP

4. วิธีการบ่งชี้ด้วยวิธีการทดสอบไบซีเรียล (The method to determine the Unidimensionality of a Test by using the Biserial Test) (BT) หมายถึง วิธีการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบสอบโดยการหาค่าความสัมพันธ์แบบพ้อยไบซีเรียลระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับคะแนนรวม จากนั้นนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พ้อยไบซีเรียลประจำข้อไปหาค่าความสัมพันธ์กับน้ำหนักข้อสอบแต่ละข้อบนตัวประกอบร่วมตัวแรก วิธีการบ่งชี้วิธีนี้เรียกย่อ ๆ ว่า BT ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้ เรียกว่า ดัชนี BT

5. วิธีการบ่งชี้ด้วยค่าดัชนีความเป็นเอกพันธ์ของกรีน (The method to determine the Unidimensionality of a Test by using the Homogeneity Index) (μ) หมายถึง วิธีการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบสอบที่ Green และคณะได้เสนอไว้มีสูตรดังนี้

$$\mu = \frac{\sum_{i \neq j} \sum |r_{i,j}|}{\sum_{i \neq j} \sum \sqrt{h^2_i \; h^2_j}}$$

เมื่อ μ คือ ดัชนีความเป็นเอกพันธ์

$r_{i,j}$ คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อ i และข้อ j

$h^2_i \; h^2_j$ คือ ค่า Communality ของข้อ i และข้อ j ตามลำดับ

สัญลักษณ์ย่อของวิธีการนี้ คือ μ ซึ่งเป็นตัวที่ Green เป็นผู้กำหนด

6. การพัฒนากระบวนการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบสอบ (The Development of Procedure for Assessing Unidimensionality of a Test) หมายถึง การประยุกต์วิธีการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบสอบที่มีอยู่เดิม ให้ได้วิธีการใหม่ที่แก้ไขจุดอ่อนของวิธีเดิม

7. ดัชนีบ่งชี้ด้วยค่าอัตราส่วนของค่าไอเก็น (The Index of determine the Unidimensionality of a Test by using the Eigen Ratio)(ER) หมายถึง ตัวเลขที่ใช้ในการบ่งชี้ความเป็นเอกมิติของแบบสอบ โดยคิดคำนวณจากสูตร ดังนี้

$$ER = E_1 / E_2$$

เมื่อ E_1 และ E_2) คือ ค่าไอเก็นของตัวประกอบที่ 1 และที่ 2 ตามลำดับซึ่งได้มาหลังจากการสะกัดตัวประกอบแบบตัวประกอบสำคัญ (principle component analysis) (PA) โดยใช้เมตริกซ์สหสัมพันธ์เริ่มต้น เป็น เมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบที่คำนวณจากสูตร สหสัมพันธ์-เตตราคลอริก

8. ดัชนีบ่งชี้ด้วยการทดสอบไบซีเรียลประยุกต์ (The Index of the Application of the Biserial Test) (ABT) หมายถึง ตัวเลขที่ใช้ระบุความเป็นเอกมิติของแบบสอบ ซึ่งได้จากการคำนวณ โดยวิธีการประยุกต์นำเอาค่าดัชนีความตรงประจำข้อ (Item validity) ตามแนวของ Gulliksen มาใช้แทนค่าไบซีเรียลประจำข้อ ของวิธีการทดสอบด้วยไบซีเรียล

9. ดัชนีบ่งชี้ด้วยการประยุกต์สูตรความเป็นเอกพันธ์ของกรีน (The Index of the application of the homogeneity Index of Green) (AG) หมายถึง ตัวเลขที่ใช้ระบุความเป็นเอกมิติของแบบสอบ ซึ่งได้จากการคำนวณโดยการประยุกต์สูตรความเป็นเอกพันธ์ของ Green ใหม่ดังนี้

$$AG = \frac{\sum_{i \neq j} \sum \frac{|r_{i,j}|}{\sqrt{h^2_i \; h^2_j}}}{n} \quad , \quad \begin{matrix} i = 1 \ldots\ldots p-1 \\ j = 2 \ldots\ldots p \end{matrix}$$

เมื่อ n คือ จำนวนคู่ของค่าสหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ $p(p-1)/2$

p คือ จำนวนข้อสอบ

$h^2_i \; h^2_j$ คือ ค่าคอมมูนาลิตีของข้อ i และ j ตามลำดับ ซึ่งการประมาณค่าคอมมูนาลิตี้ได้มาจากการวิเคราะห์ตัวประกอบ โดย

$$h^2_i = \sum_k^{\lambda} a^2_{ik} \quad \text{และ} \quad h^2_j = \sum_k^{\lambda} a^2_{jk}$$

r คือ จำนวนตัวประกอบร่วม

10. แบบสอบเอกมิติ หมายถึง แบบสอบที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีเนื้อหาแคบ ๆ เพื่อให้มีความเป็นเป็นเอกมิติมากที่สุด โดยได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทั้งทางด้านเนื้อหา และทางด้านวัดผล และข้อมูลที่ได้จากแบบสอบ เมื่อนำไปตรวจสอบด้วยโมเดล MIMIC แล้วให้มีผลการวิเคราะห์ที่สอดคล้องกับโมเดล แบบสอบเอกมิติในการวิจัยนี้มี 2 ฉบับ คือ

10.1 แบบทดสอบความสามารถทางด้านการคิดคำนวณเลขเศษส่วน

10.2 แบบทดสอบความสามารถทางด้านคำศัพท์ภาษาอังกฤษ

11. โมเดล MIMIC (MIMIC Model) หมายถึง โมเดลโครงสร้างที่ประกอบด้วยตัวแปรคุณลักษณะแฝงที่ต้องการวัดเพียงตัวเดียวซึ่งส่งผลต่อการตอบข้อสอบจำนวนหนึ่ง ซึ่งคุณลักษณะแฝงเดียวนั้นเป็นผลมาจากตัวแปรอิสระจากภายนอก 3 ตัวแปร ได้แก่ คะแนนภาคปฏิบัติระหว่างเทอม คะแนนสอบไล่ปลายเทอม และเพศของผู้เข้าสอบ ผู้วิจัยใช้โมเดล MIMIC เป็นตัวเปรียบเทียบความไวในการเปลี่ยนแปลงค่าของวิธีการตรวจสอบความเป็นเอกมิติ เพราะสามารถประมาณค่าของ χ^2 พร้อมด้วยค่าชั้นแห่งความอิสระ (degree of freedom) ค่าดัชนีความสอดคล้อง (goodness of fit index) ค่าความสอดคล้องที่ปรับแล้ว (Adjusted goodness of fit index) และค่ารากที่ 2 ของค่าเฉลี่ยกำลังสองของที่เหลือ (Root mean square residual) ซึ่งสามารถใช้ค่าใดค่าหนึ่ง หรือทั้งหมดพิจารณาระดับมากน้อยของความเป็นเอกมิติของข้อมูลได้

12. ระดับของความเป็นเอกมิติของข้อมูล (Degree of the Unidimensionality of data) หมายถึง สภาพการณ์ข้อมูลที่ได้รับการตรวจสอบด้วย โมเดล MIMIC และได้รับการระบุว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลเอกมิติในระดับใด โดยพิจารณาจากค่า χ^2 หรือค่าความสอดคล้องของข้อมูลกับโมเดล

13. ข้อมูลเอกมิติ (Unidimensional data)หมายถึง ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้จากผลการตอบชุดของข้อสอบที่มีความเป็นเอกมิติ และได้รับการตรวจสอบแล้วว่า สอดคล้องกับโมเดลประยุกต์ MIMIC ในที่นี้ได้สร้างข้อมูลที่มีความเป็นเอกมิติขึ้นมา 2 ชุด คือ ข้อมูลจากแบบสอบคณิตศาสตร์ และ แบบสอบภาษาอังกฤษ

14. ข้อมูลที่มีความเป็นเอกมิติลดลง (มีมิติอื่นเจือปน) ในระดับ ที่ 1 ที่ 2 และ ที่ 3 (Data with the 1^{st}, the 2^{nd} and the 3^{rd} degree of the Unidimensionality of a test) หมายถึง ข้อมูลที่ถูกจัดกระทำขึ้น 3 ชุด โดยนำข้อมูลที่มีความเป็นเอกมิติสูงสุด 2 ชุดมาผสมกัน ดังนี้เอาจำนวนข้อสอบในวิชาภาษาอังกฤษของทุกคนเข้าไปแทนที่จำนวนข้อสอบ ในวิชาคณิตศาสตร์ของทุกคนที่ตัดออกไปในปริมาณของการแทนที่มี 2 ข้อ 4 ข้อ 6 ข้อ ตามลำดับ และข้อมูลทั้ง 3 ชุดนี้ยังได้รับการตรวจสอบด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อยืนยันว่า ได้มีความเป็นเอกมิติลดลงในระดับต่าง ๆ ตามลำดับ

15. คุณลักษณะแฝงทางด้านการคำนวณ (A Latent Trait of Numerical Operation) หมายถึง ความสามารถทางด้านบวก ลบ คูณ หาร ในเรื่องเศษส่วนในจำนวนไม่เกินสองหลัก โดยไม่มีการตีความปัญหาโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับภาษา

16. คุณลักษณะแฝงทางด้านคำศัพท์ภาษาอังกฤษ (A Latent Trait of English Vocabulary) หมายถึง ความสามารถในการจำความหมายของคำศัพท์ภาษาอังกฤษได้ โดยแปลคำศัพท์จากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย และแปลคำศัพท์ภาษาไทยเป็นภาษาอังกฤษได้ เนื้อหาของคำศัพท์อยู่ในแบบเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ประจำภาคต้นตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การวิจัยครั้งนี้คาดหวังว่า จะเป็นประโยชน์ดังนี้

1) เป็นการพัฒนาความรู้เกี่ยวกับเอกมิติของแบบสอบ โดยจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อนักวัดผล นักวิเคราะห์ข้อสอบ ในการพิจารณาเลือกใช้วิธีการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของข้อมูล ด้วยดัชนีบ่งชี้ที่มีความไวในการตรวจสอบสภาพความเป็นเอกมิติของข้อมูลได้อย่างใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น

2) ทำให้ทราบขอบเขตของค่าดัชนีบ่งชี้ที่ใช้บ่งชี้ความเป็นเอกมิติของแบบสอบ

3) ทำให้สามารถนำข้อมูลที่ผ่านการตรวจสอบแล้วนั้นมาใช้การวิเคราะห์ด้วยทฤษฎี IRT ได้อย่างมั่นใจว่า ได้มีการฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับเอกมิติไม่มากนัก ซึ่งยังผลให้การตีความหมายของการวิเคราะห์ได้ถูกต้องใกล้เคียงความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น ทั้งในเรื่องการประมาณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ และในเรื่องของการวินิจฉัยคะแนนจากผลการตอบข้อสอบ

4) สามารถช่วยให้ได้ใช้ประโยชน์จากทฤษฎีวัดผล IRT ได้อย่างเต็มที่