บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ตัวประกอบระหว่างการใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟีกับแบบเตตระคลอริค ในการคำนวณค่าสถิติพื้นฐานในเมตริกซ์สหสัมพันธ์ โดยจะพิจารณาเปรียบเทียบค่าความร่วมกัน, น้ำหนักตัวประกอบภายหลังจากการหมุนแกนแล้ว และจำนวนตัวประกอบ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีวิเคราะห์ตัวประกอบจากข้อมูลจริงตามเทคนิควิธีแบบมอนติคาร์โล โดยดำเนินการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยนำข้อสอบเฉพาะที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 94 ข้อ

2. ผู้วิจัยทำการสุ่มข้อสอบจำนวน 20 ข้อ (จากข้อสอบ 94 ข้อ) และทำการสุ่มตัวอย่างของผู้เข้าสอบจำนวน 400 คน (จากจำนวนผู้เข้าสอบ 4,000 คน) ซึ่งผู้วิจัยจะทำการสุ่มตัวอย่างของผู้เข้าสอบมาชุดละ 100 ครั้ง

3. ผู้วิจัยนำกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มข้อสอบแต่ละครั้ง มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟีและแบบเตตระคลอริค โดยที่ผู้วิจัยจะใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวแต่จะทำการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟีก่อน จากนั้นใช้กลุ่มตัวอย่างชุดเดิม ทำการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเตตระคลอริค ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้งสองนี้ จะต้องถูกจัดให้อยู่ในรูปของเมตริกซ์สหสัมพันธ์แบบชายธง จากนั้นนำมาวิเคราะห์ตัวประกอบ โดยใช้วิธีสะกัดตัวประกอบแบบภาพพจน์ (Image analysis) และหมุนแกนด้วยวิธีวาริแมกซ์ (Varimax rotation) ผู้วิจัยได้นำผลการวิเคราะห์ตัวประกอบอันได้แก่ ค่าเฉลี่ยของค่าความร่วมกัน (h_j^2) ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวประกอบภายหลังจากการหมุนแกน (a_{ij}) และจำนวนตัวประกอบมาเปรียบเทียบกัน

4. ผู้วิจัยใช้ข้อสอบชุดเดิม ทำการสุ่มตัวอย่างของผู้เข้าสอบให้มีจำนวน 600 คน, 800 คน, 1,000 คน, 1,200 คน, 1,400 คน และ 1,600 คนตามลำดับ โดยใช้วิธีการเช่นเดียวกันกับข้อ 2 และ ข้อ 3

5. ผู้วิจัยทำการสุ่มข้อสอบจำนวน 30 ข้อ, 40 ข้อ, 50 ข้อ, 60 ข้อ, 70 ข้อ, และ 80 ข้อตามลำดับ โดยจะทำการสุ่มข้อสอบใหม่ทุกครั้งตามจำนวนข้อสอบที่ต้องการ โดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับที่ใช้ในการสุ่มตัวอย่างของข้อสอบจำนวน 20 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ทั้งหมด 44,100 ครั้ง

สรุปผลการวิจัย

1. จำนวนตัวประกอบในการวิเคราะห์ตัวประกอบ จากเมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟีกับแบบเตตระคลอริค เมื่อจำนวนข้อสอบเป็น 20, 30, 40, 50, 60, 70, และ 80 ข้อจากข้อมูลจริง ปรากฏว่า จำนวนตัวประกอบที่วิเคราะห์จากเมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟี จะมีจำนวนตัวประกอบน้อยกว่าจำนวนตัวประกอบที่วิเคราะห์จากเมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเตตระคลอริค โดยที่จะมีจำนวนตัวประกอบที่เท่ากันเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อใช้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้น

2. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความร่วมกันในการวิเคราะห์ตัวประกอบ จากเมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟีกับแบบเตตระคลอริค ปรากฏว่าค่าเฉลี่ยของค่าความร่วมกันที่วิเคราะห์จากเมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเตตระคลอริคนั้น มากกว่าค่าเฉลี่ยของค่าความร่วมกันที่วิเคราะห์จากเมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟี อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ในทุกข้อ ในทุกขนาดของแบบสอบ และในทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

3. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวประกอบภายหลังจากการหมุนแกนในการวิเคราะห์ตัวประกอบ จากเมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟีกับแบบเตตระคลอริค ปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวประกอบภายหลังจากการหมุนแกนที่วิเคราะห์ จากเมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเตตระคลอริคนั้น มากกว่าค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวประกอบภายหลังจากการหมุนแกนที่วิเคราะห์ จากเมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟี อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.5 จำนวน 1,372 ค่า ซึ่งคิดเป็น 56% ไม่แตกต่างกันจำนวน 589 ค่า ซึ่งคิดเป็น 24.04% และน้อยกว่า

จำนวน 489 ค่า ซึ่งคิดเป็น 19.96% จากการเปรียบเทียบทั้งหมด 2,450 คู่ ซึ่งยังไม่สามารถสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวประกอบภายหลังจากการหมุนแกนที่วิเคราะห์จากเมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเตตระคลอริคแตกต่างจากค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวประกอบภายหลังจากการหมุนแกนที่วิเคราะห์จากเมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟี

อภิปรายผล

ในการวิเคราะห์ตัวประกอบ การเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในการคำนวณเมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟีกับแบบเตตระคลอริค เมื่อตัวแปรมีลักษณะเป็นทวิวิภาคนั้น

จากผลสรุปของการวิจัยครั้งนี้ ปรากฏว่า จำนวนตัวประกอบที่วิเคราะห์จากเมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟี จะมีจำนวนตัวประกอบน้อยกว่าจำนวนตัวประกอบที่การวิเคราะห์จากเมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเตตระคลอริค โดยที่จะมีจำนวนตัวประกอบที่เท่ากันเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อใช้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้น ซึ่งไม่สอดคล้องกับแฮมเบอตันและสวามินาทาน (Hambleton and Swaminathan, 1985) ที่กล่าวว่าการใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟีในการคำนวณนั้น จะทำให้มีจำนวนตัวประกอบมากกว่าการใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเตตระคลอริค

ค่าเฉลี่ยของค่าความร่วมกันที่วิเคราะห์จากเมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเตตระคลอริค มากกว่าค่าเฉลี่ยของค่าความร่วมกันที่วิเคราะห์ตัวประกอบจากเมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟี อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ในทุกข้อ ในทุกขนาดของแบบสอบ และในทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวประกอบภายหลังจากการหมุนแกนที่วิเคราะห์จากเมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเตตระคลอริค มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวประกอบภายหลังจากการหมุนแกนที่วิเคราะห์จากเมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟี อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.5 จำนวน 1,372 ค่า ซึ่งคิดเป็น 56% ไม่แตกต่างกันจำนวน 589 ค่า ซึ่งคิดเป็น 24.04% และน้อยกว่าจำนวน 489 ค่า ซึ่งคิดเป็น 19.96% จากการเปรียบเทียบทั้งหมด 2,450 คู่

ลักษณะเช่นนี้ทำให้เห็นได้ชัดเจนว่า ตัวแปรแต่ละตัวเมื่อเลือกวิเคราะห์จากเมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์แบบเตตระคลอริค จะมีค่าความแปรปรวนร่วมกันของตัวแปรตัวนั้นกับตัวประกอบร่วม (Common factor) มากยิ่งขึ้น มากกว่าวิเคราะห์จากเมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟี และเมื่อนำส่วนที่มากขึ้นของค่าความร่วมกัน (h_j^2) ของตัวแปรทุกตัว ในการวิเคราะห์ตัวประกอบแต่ละครั้งมารวมกัน จะมีเนื้อของความแปรปรวน สำหรับเฉลี่ยให้ตัวประกอบอื่น ๆ มากขึ้น และนั่นคือ ค่าความแปรปรวนของตัวประกอบแต่ละตัว หรือค่าไอเกน (Eigenvalue : λ_j) จะมีขนาดใหญ่ยิ่งขึ้น อันจะก่อให้เกิดตัวประกอบที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 ($\lambda_j > 1$) เพิ่มขึ้น ลักษณะเช่นนี้จึงน่าจะทำให้จำนวนตัวประกอบที่วิเคราะห์จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเตตระคลอริค มีจำนวนตัวประกอบมากกว่าจำนวนตัวประกอบที่วิเคราะห์จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟี และสอดคล้องกับผลการวิจัยฉบับนี้ในเรื่องของจำนวนตัวประกอบ

จากผลสรุปของการเปรียบเทียบจำนวนตัวประกอบและค่าความร่วมกันของตัวแปรนี้จะเห็นได้เด่นชัดว่า การวิเคราะห์ตัวประกอบจากเมตริกซ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเตตระคลอริค ให้ผลแตกต่างจากการวิเคราะห์ตัวประกอบจากเมตริกซ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟี ทั้งจำนวนตัวประกอบและค่าความร่วมกัน ดังนั้นจึงไม่ควรใช้ทดแทนกัน เพราะจะทำให้ผลสรุปที่ได้นั้นแตกต่างกัน ฉะนั้นถ้าตัวแปรนั้นเป็นตัวแปรทวิวิภาคภายใต้การแจกแจงปกติ (Artificial dichotomoies with underlying normal distribution) เช่น ผลการสอบ ได้ - ตก ลายมือ สวย - ไม่สวย เมื่อจะใช้เป็นตัวแปรในการวิเคราะห์ตัวประกอบ ผู้วิจัยควรใช้เมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเตตระคลอริค ซึ่งสอดคล้องกับ ลอร์ดและโนวิก (Lord and Novick, 1968) และกิลฟอร์ด (Guilford, 1941) ที่ได้สนับสนุนให้ใช้สูตรการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเตตระคลอริคมากกว่าสูตรการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟี และในทางกลับกันถ้าตัวแปรชุดใดเป็นตัวแปรทวิวิภาค (True dichotomous variables) ก็ควรใช้เมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟี

สำหรับข้อสอบที่ตอบถูกได้ 1 และตอบผิดได้ 0 นั้น ถ้านักวัดผลเชื่อว่า เป็นตัวแปรทวิวิภาคภายใต้การแจกแจงปกติ (Artificial dichotomoies with underlying normal distribution) แล้ว ควรจะใช้เมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเตตระคลอริคเป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ตัวประกอบ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ถ้าตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวประกอบนั้นเป็นตัวแปรแบบทวิวิภาค (True dichotomous variables) ผู้วิจัยควรใช้เมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟีเป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ตัวประกอบ ในทางกลับกันถ้าตัวแปรนั้นเป็นตัวแปรแบบทวิวิภาคภายใต้การแจกแจงปกติ (Artificial dichotomoies with underlying normal distribution) ก็ควรใช้เมตริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟีเป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ตัวประกอบ ดังนั้นจึงไม่ควรใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้งสองทดแทนกัน เพราะจะทำให้ผลสรุปที่ได้นั้นแตกต่างกัน และไม่น่าเชื่อถือเท่าที่ควร ทั้งในด้านความแม่นยำและความตรงของการวิจัยนั้นด้วย

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. ศึกษาผลการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ตัวประกอบเชิงยืนยัน ระหว่างการใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟีกับแบบเตตระคลอริค สำหรับวิเคราะห์ตัวแปรทวิวิภาค
2. ศึกษาผลการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ตัวประกอบระหว่างการใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟีกับแบบเตตระคลอริค สำหรับวิเคราะห์ตัวแปรทวิวิภาค โดยใช้วิธีการหมุนแกนที่แตกต่างกัน
3. พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS ในการวิเคราะห์ตัวประกอบ สำหรับใช้คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเตตระคลอริคในเมตริกซ์สหสัมพันธ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย