# การพัฒนากระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติ จำแนกตามสเกลรายการคำตอบ*

*วนิดา หอมจันทร์[1]*
*สมบัติ ท้ายเรือคำ[2] จำลอง วงศ์ประเสริฐ[3]*

**บทคัดย่อ**

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหาในการพัฒนากระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบเพื่อพัฒนากระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบ และเพื่อหาประสิทธิภาพของกระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบกลุ่มตัวอย่าง เป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 12,000 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบวัดคุณลักษณะทางจิตวิทยาแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ 3 องค์ประกอบ คือ ความต้องการความสำเร็จ ความต้องการความผูกพันและความต้องการอำนาจ ตามทฤษฎีของ McClelland จำนวน 80 ข้อ แต่คัดเลือกไว้ใช้จริง 15 ข้อ สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และการทดสอบค่าทีเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความสัมพันธ์กัน ผลการวิจัยพบว่า

1. กระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติแบบเดิมไม่สามารถให้ผลการประมาณค่าเป็นค่าประจำข้อแยกตามมิติตามที่ข้อคำถามนั้นมุ่งวัด

2. กระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบที่พัฒนาขึ้นมีรูปแบบดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 เก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นตอนที่ 2 จัดเตรียมข้อมูล $\left(R_{n\times n}\right)$ ขั้นตอนที่ 3 วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันจัดเตรียม $\left(\Lambda_{n\times d}\right)$ และ $\left(\Phi_{d\times d}\right)$ ขั้นตอนที่ 4 คำนวณค่า $\left(B_{n\times d}\right)$ จาก $B_{n\times d}=R^{-1}_{n\times n}\Lambda_{n\times d}\Phi_{d\times d}$ ขั้นตอนที่ 5 ประมาณค่า $\left(\hat{\theta}_{k\times d}\right)$ จาก $\hat{\theta}_{k\times d}=S_{k\times 1}B_{1\times d}$

3. ประสิทธิภาพของกระบวนการประมาณค่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error) ต่ำกว่ากระบวนการเดิม

**คำสำคัญ:** พหุมิติ, สเกลรายการคำตอบ, การประมาณค่าคุณลักษณะ

---

* วิทยานิพนธ์หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, พ.ศ. 2558

[1]นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, E-mail: wnda700@gmail.com

[2] รองศาสตราจารย์, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

[3] รองศาสตราจารย์, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์
Social Sciences Research and Academic Journal

# A Development of Estimation for Characteristic of Multidimensional Distinguished by Scale of Response Categories Process*

*Wanida Homjan* [1]

*Sombat Thayreakum* [2] *Jumlong Vongprasert* [3]

**Abstract**

This research was estimation process development for characteristics of multidimensional which were classified on scale of answering items. The purpose of this research was to study the current condition and problems for developing the estimation process for characteristics of multidimensionalwhich were classified on scale of ans wering items and found efficiency of estimation process for characteristics of multidimensional. The sample group was the 12,000 Mathayomsuksa I students who studied in semester 2, academic year 2014 in the Northeastern part of Thailand and was under the Office of Basic Education Commission, using multistage random sampling. The research instruments were used to test characteristics of psychology, achievement motivation for 3 components which were requirement for achievement, relationship and power according to McClelland's theory for 80 items but selected for 15 items.The statistics value used in the study were mean, standard deviation of RMSE and Dependent Sample t-test. The findings are as follows:

1. The estimation process for the old characteristics of multidimensional could not show the result to estimate for each item that depended on the dimension of questions for measuring.

2. The estimation process for characteristics of multidimensional which were classified on scale of answering items had the model as follows: 1) to collect the data, 2) to prepare the data $\left(R_{n \times n}\right)$, 3) to analyze the datafor preparing $\left(\Lambda_{n \times d}\right)$ and $\left(\Phi_{d \times d}\right)$ 4) to Calculate $\left(B_{n \times d}\right)$ from $B_{n\times d} = R^{-1}_{n\times n}\Lambda_{n\times d}\Phi_{d\times d}$ and 5) to Estimate $\left(\hat{\theta}_{k \times d}\right)$ from $\hat{\theta}_{k\times d} = S_{k\times 1}B_{1\times d}$.

3. The researcher's efficiency of the estimation process was developed, had root mean square error for lower than conventional process.

**Keywords:** Multidimensional, Scale of Response Categories, Estimation Characteristic

---

* Research Article from thesis for the Doctor of Education Degree, Educational Research and Evaluation Program, MahasarakhamUniversity, Thailand, 2015

[1] Student in Doctor of philosophy Degree, Research and Evaluation Program, Mahasarakham University, E-mail: wnda700@gmail.com

[2] Lecturer, Faculty of Education , Kasetsart University

[3] Assistant Professor, Faculty of Education, Kasetsart University

***ความสำคัญและปัญหาการวิจัย***

การวัดคุณลักษณะภายในทางจิตวิทยา (Psychological measurement) เป็นการวัดทางอ้อม โดยการวัดต้องอาศัยสิ่งเร้าหรือตัวกระตุ้นซึ่งอาจใช้ข้อคำถามหรือข้อสอบเพื่อให้บุคคลแสดงพฤติกรรมออกมาด้วยการตอบข้อคำถามเพื่ออ้างอิงไปยังสิ่งที่วัดนั้นเนื่องจากการวัดคุณลักษณะที่อาศัยการวัดทางอ้อมจะมีความคลาดเคลื่อน (Error) เกิดขึ้นเสมอ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552, น. 27) การสรุปอ้างอิงไปยังคุณลักษณะที่วัดจึงต้องอาศัยการประมาณค่า ทั้งนี้การประมาณค่าจะอยู่ภายใต้โครงสร้างแบบวัดสองลักษณะ คือ โครงสร้างแบบวัดแบบเอกมิติ (Unidimensional Test Structure) ประกอบด้วยข้อคำถามที่มุ่งวัดคุณลักษณะเดียวหรือหนึ่งมิติ และคุณลักษณะที่วัดไม่มีความสัมพันธ์กันและโครงสร้างแบบวัดแบบพหุมิติ (Multidimensional Test Structure) ที่มีข้อตกลงเบื้องต้นว่าคุณลักษณะที่วัดมีความสัมพันธ์กัน แบ่งออกเป็นสองลักษณะ คือโมเดลพหุมิติระหว่างข้อคำถาม (Multidimensional Between-item Models) ประกอบด้วยข้อคำถามที่มุ่งวัดคุณลักษณะเดียวแต่มีหลายคุณลักษณะและโมเดลพหุมิติภายในข้อคำถาม (Multidimensional Within item Models) ประกอบด้วยข้อคำถามที่มุ่งวัดหลายคุณลักษณะ (Adams, Wilson and Wang.Wang,Chen, and Cheng, 1997) ในระยะเริ่มแรกการประมาณค่าจะอยู่ภายใต้โครงสร้างแบบวัดแบบเอกมิติโดยอยู่ในรูปคะแนนรวมของคะแนนที่วัดได้โดยตรงหรือคะแนนดิบ (Raw Score) แต่ละบุคคล (Ching-Chao Brad Wu. 2005, pp. 47-48) นั่นคือ $\sum_{i=1}^{n} X = \left(X_1 + X_2 + X_3 + ... + X_n\right)$ ผลที่ได้ทำให้การแปลความหมายของคะแนนรวมไม่สามารถอธิบายคุณลักษณะภายในที่ต้องการวัดไม่ชัดเจนเท่าที่ควร เนื่องจากคะแนนรวมประกอบด้วยค่าความคลาดเคลื่อนและยังรวมถึงการไม่คำนึงถึงค่าน้ำหนักความสัมพันธ์ของข้อคำถามกับคุณลักษณะภายในที่วัดซึ่งขนาดของความสัมพันธ์เป็นสิ่งที่แสดงถึงความสามารถของข้อคำถามในการวัดคุณลักษณะนั้น

จากข้อจำกัดดังกล่าวจึงได้มีการพัฒนาแนวคิดและวิธีการประมาณค่าที่คำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามกับคุณลักษณะที่ศึกษา ซึ่งเรียกว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบที่นำมาใช้ในกระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะหรือคุณลักษณะภายใน (Latent trait) ภายใต้โครงสร้างแบบวัดแบบเอกมิติเป็นโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบ Orthogonal ซึ่งประมาณค่าในรูปของคะแนนองค์ประกอบ $\hat{F}_{1\times m} = Z_{1\times n} B_{n\times m}$ (Thurstone.1935) เมื่อ $B_{n\times m} = R^{-1}_{n\times n} A_{n\times m}$ เป็นสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบทั้งนี้คะแนนองค์ประกอบจะอยู่ในรูปขององค์ประกอบแฝงซึ่งไม่ใช่ค่าคุณลักษณะที่แท้จริงของผู้สอบแต่เราสามารถประมาณค่าที่ดีที่สุดและนำไปพยากรณ์ถึงคุณลักษณะที่แท้จริงของบุคคล (Ching-Chao Brad Wu, 2005, p.48) ในการประมาณค่าคุณลักษณะจะพิจารณาถึงค่าน้ำหนักความสัมพันธ์ของข้อคำถามที่มีต่อคุณลักษณะที่วัดจึงทำให้ผลการประมาณที่ได้มีความละเอียดและให้ผลสอดคล้องกับคุณลักษณะภายในของบุคคลมากขึ้น

อย่างไรก็ตามกระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะของบุคคลโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบภายใต้โครงสร้างแบบวัดแบบเอกมิติยังมีข้อจำกัดในการอนุมานไปยังคุณลักษณะที่ต้องการศึกษาเพียงมิติเดียวซึ่งไม่สอดคล้องกับคุณลักษณะที่แท้จริงและความเป็นจริงของการวัดที่มีลักษณะเป็นพหุมิติ เมื่อคุณลักษณะที่วัดนั้นมีโครงสร้างที่ซับซ้อนมีความสัมพันธ์กันและข้อคำถามนั้นสามารถวัดได้หลายคุณลักษณะซึ่งจะทำให้ส่งผลต่อความเที่ยงตรงของแบบวัดจากข้อจำกัดนี้จึงได้ขยายแนวคิดมาสู่โครงสร้างการวัดแบบพหุมิติ โดยให้คุณลักษณะที่วัดมีความสัมพันธ์กันได้ซึ่งโครงสร้างแบบวัดแบบพหุมิติจะให้ผลการวัดได้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของการวัดและลดความคลาดเคลื่อนจากการวัดได้มากกว่าแบบเอกมิติ โมเดลการวัดพหุมิติ (Multidimensional Model) มีโครงสร้างลักษณะ เป็น nonsimple structure หรือ complex structure ซึ่งเป็นลักษณะของโมเดลเชิงยืนยัน (confirmatory model) (OkanBulut, 2013, pp. 16-23) การประมาณค่าคะแนนองค์ประกอบขององค์ประกอบแบบ Oblique จะอยู่ในรูปของเมตริกซ์ $\hat{F}_{1\times m} = Z_{1\times n}B_{n\times m}$ (Thurstone, 1935) เมื่อ $B_{n\times m} = R^{-1}_{n\times n}A_{n\times m}\Phi_{m\times m}$ คือ สัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบที่พิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ (Christine and Other, 2009, p. 4)

จากที่กล่าวมาแสดงให้เห็นการประมาณค่าคุณลักษณะภายใต้โครงสร้างแบบวัดพหุมิติ ทำให้ได้สารสนเทศในหลายมิติและมีความเหมาะสมกับสภาพที่แท้จริงมากยิ่งขึ้นและโมเดลนี้ยังช่วยลดจำนวนข้อคำถามในการวัดคุณลักษณะลงมากกว่าการทดสอบด้วยโมเดลโครงสร้างแบบเอกมิติแต่ก็ยังให้ผลการวัดที่มีประสิทธิภาพสูง (Frey and Seitz, 2009, p.93; สมประสงค์ เสนารัตน์, 2555, น.193) แต่ทั้งนี้การประมาณค่าก็ยังมีข้อจำกัด 2 ประการ คือ ผลของการประมาณค่าที่ได้ทราบเพียงแค่สารสนเทศรายบุคคลเท่านั้นยังไม่สามารถประมาณค่าคุณลักษณะประจำสเกลรายการคำตอบในแต่ละข้อแยกตามมิติที่ข้อคำถามนั้นมุ่งวัดและให้ผลการประมาณค่าในแต่ละมิติทันทีเมื่อผู้ตอบเลือกตอบ สเกลใดสเกลหนึ่งของข้อคำถามนั้น และข้อจำกัดอีกข้อหนึ่งก็คือ ค่าคะแนนจากการประมาณจะเปลี่ยนแปลงตามกลุ่มตัวอย่างและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากสัมประสิทธิ์การถดถอยเป็นผลคูณของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้กับค่าน้ำหนักองค์ประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบซึ่งน้ำหนักองค์ประกอบจะเปลี่ยนแปลงตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (Hair and Others, 2006, p.104) ดังนั้นในบทความนี้จึงได้นำเสนอกระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติทางจิตวิทยาอันจะเป็นประโยชน์ต่อการวัดผลและประเมินผลทางการศึกษาและจิตวิทยาต่อไป

***วัตถุประสงค์ของการวิจัย***

1. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหาในการพัฒนากระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบ

2. เพื่อพัฒนากระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบ

3. เพื่อหาประสิทธิภาพของกระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบ

**ขอบเขตของการวิจัย**

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ) จำนวน 137,110 คน จำนวน 20 จังหวัด

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ) จำนวน 12,000 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling)

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรอิสระ คือกระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะ ประกอบด้วย

2.1.1 กระบวนการเดิม หมายถึง กระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติรายบุคคล

2.1.2 กระบวนการที่พัฒนาขึ้น หมายถึง กระบวนการที่ประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบ

2.2 ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการประมาณค่า

***วิธีดำเนินการวิจัย***

ขั้นตอนที่ 1ศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหา

ศึกษาเอกสาร วิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิดทฤษฎีเอกสาร ตำรา บทความ งานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับแบบวัด ทฤษฎีทางจิตวิทยาและวิธีการประมาณค่าคุณลักษณะ ภายใต้โครงสร้างของแบบวัดแบบเอกมิติและพหุมิติ เพื่อนำมาสู่การพัฒนากระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะแบบวัดพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบ

ขั้นตอนที่ 2 พัฒนากระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบ

1. ศึกษาแนวคิดทฤษฎีและหลักการจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. พัฒนากระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบ

ขั้นตอนที่ 3 หาประสิทธิภาพของกระบวนการประมาณค่า

1. การพัฒนาแบบวัดพหุมิติผู้วิจัยได้พัฒนาแบบวัดเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Likert's Scale Type) โดยพิจารณาความเป็นพหุมิติ 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 พหุมิติด้านเนื้อหา หมายถึง แบบวัดที่สร้างขึ้นนี้ใช้วัดคุณลักษณะแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ 3 องค์ประกอบ คือ ความต้องการความสำเร็จ ความต้องการความผูกพันและความต้องการอำนาจ ตามทฤษฎีของ McClelland (McClell and D. C.,1961)

ส่วนที่ 2 พหุมิติของข้อคำถาม หมายถึง แบบวัดที่สร้างขึ้นประกอบด้วยข้อคำถามที่วัดคุณลักษณะได้มากกว่า 1 องค์ประกอบ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาแนวคิดทฤษฎี และเอกสารเกี่ยวกับการพัฒนาแบบวัดคุณลักษณะทางจิตวิทยาแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ตามทฤษฎีของ McClelland และโครงสร้างแบบวัดพหุมิติ

1.2 สร้างแบบวัดพหุมิติ

1.3 หาคุณภาพของแบบวัดพหุมิติ โดยผู้เชี่ยวชาญ ทำการทดลองใช้ และวิเคราะห์หาคุณภาพด้วยโปรแกรม IRTPROVersion 2.1

1.4 จัดพิมพ์เป็นแบบวัดพหุมิติฉบับจริงเพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. การประมาณค่า

ในส่วนนี้เป็นการนำแบบวัดพหุมิติที่ได้จากการพัฒนาในส่วนที่ 1 ไปเก็บรวบรวบข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 12,000 คน เพื่อทำการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบตามกระบวนการที่พัฒนาขึ้น โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 เก็บรวบรวมข้อมูล จัดเตรียมข้อมูล ได้แก่ เมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละตัวแปร

2.2 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ด้วยโปรแกรม LISREL 8.72

2.3 จัดเตรียมเวกเตอร์สัมประสิทธิ์การถดถอยรายข้อแต่ละข้อโดยพิจารณาตามโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบซึ่งจะต้องมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ถ้าพบว่าไม่มีนัยสำคัญให้ถือว่าสัมประสิทธิ์การถดถอยข้อคำถามบนองค์ประกอบนั้นมีค่าเป็นศูนย์

2.4 จัดเตรียมเวกเตอร์ของสเกลรายการคำตอบ

2.5 ทำการวิเคราะห์การประมาณค่าคุณลักษณะรายข้อจำแนกตามสเกลรายการคำตอบตามโมเดลที่พัฒนาขึ้นด้วยโปรแกรม MATLAB 7.8.0 (R2009a)

3. หาประสิทธิภาพของการประมาณค่า

ในส่วนนี้เป็นการหาประสิทธิภาพของการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติโดยพิจารณาจากรากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error : RMSE) จากสูตร

$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{N}\left(\hat{\theta}_j - \theta_j\right)^2}{N}}$ (Ben and David, 2009, p.9)

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดขั้นตอนในการหาประสิทธิภาพของกระบวนการประมาณค่า

| กระบวนการเดิม | กระบวนการที่พัฒนาขึ้น |
|---|---|
| 1. หาผลรวมของคะแนนคุณลักษณะจริง $(\theta)$ แล้วปรับให้เป็นคะแนนมาตรฐาน (Z) | 1. หาผลรวมของคะแนนคุณลักษณะจริง $(\theta)$ แล้วปรับให้เป็นคะแนนมาตรฐาน (Z) |
| 2. หาผลรวมค่าคุณลักษณะของแต่ละคนที่ได้จากการประมาณค่า $(\hat{\theta})$ | 2. หาผลรวมค่าคุณลักษณะของแต่ละคนที่ได้จากการประมาณค่า $(\hat{\theta})$ |
| 3. นำผลรวมในข้อ 1 และ ข้อ 2 มาคำนวณ $RMSE$ | 3. ปรับผลรวมค่าคุณลักษณะของแต่ละคนที่ได้จากการประมาณค่า $(\hat{\theta})$ ให้อยู่ในรูปคะแนนมาตรฐาน |
| | 4. นำผลรวมในข้อ 1 และ ข้อ 3 มาคำนวณ $RMSE$ |
| เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย $RMSE$ ที่ได้จากการคำนวณจากทั้งสองกระบวนการ โดยใช้ $t-test$ | |

***สรุปผลการวิจัย***

ในการดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 3ขั้นตอน ตามวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหาในการพัฒนากระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยศึกษา วิเคราะห์ สภาพปัจจุบันและปัญหาจากทฤษฎี เอกสารงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติภายใต้โมเดลโครงสร้างการวัดพหุมิติ 2 โมเดล คือ โมเดลการวัดพหุมิติระหว่างข้อคำถาม (Multidimensional between-items Model) และโมเดลการวัดพหุมิติภายในข้อคำถาม (Multidimensional within itemsModel) ซึ่งทั้งสองโมเดลเป็นโมเดลที่มีความซับซ้อนหรือเรียกว่าเป็น (complex model) (OkanBulut, 2013, p.23) มีความสอดคล้องกับโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ซึ่งเป็นโมเดลที่นำไปใช้ในการวัดคุณลักษณะบุคคลโดยการประมาณค่าคะแนนองค์ประกอบโดยให้ผลการประมาณค่าคุณลักษณะได้ใกล้เคียง

คุณลักษณะที่ต้องการศึกษามากว่าคะแนนดิบ (Raw score) การประมาณค่าจะใช้วิธีการทางเมตริกซ์ วิธีการที่ให้ผลการประมาณค่าที่ถูกต้องสูงที่สุด คือ วิธีการถดถอย (Regressionscore) ของเธอร์สโตน (Christine and Other, 2009, p.6) ดังโมเดล $\hat{F}_{1\times m} = Z_{1\times n}B_{n\times m}$ (Thurstone, 1935) ผลที่ได้จากการประมาณจะให้ค่าคุณลักษณะเป็นรายบุคคลในแต่ละมิติ แต่จากการศึกษาพบว่าการประมาณค่านี้ยังมีข้อจำกัดสองประการดังนี้ ประการแรก ค่าประมาณที่ได้จะเปลี่ยนไปเมื่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มตัวอย่างเปลี่ยนไปเนื่องจากสัมประสิทธิ์การถดถอย จากสูตร $B_{n\times m} = R^{-1}_{n\times n}A_{n\times m}\Phi_{m\times m}$ เป็นผลคูณของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้กับค่าน้ำหนักองค์ประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบซึ่งค่าสหสัมพันธ์และน้ำหนักองค์ประกอบจะเปลี่ยนแปลงตามจำนวนของกลุ่มตัวอย่าง (Hair and Others, 2006, p.104) ประการที่สอง ไม่สามารถประมาณค่าคุณลักษณะประจำข้อโดยแยกตามมิติในแต่ละสเกลรายการคำตอบซึ่งจะช่วยแก้ไขข้อบกพร่องในประการแรกและยังเพิ่มสารสนเทศของข้อคำถามเพิ่มขึ้นนั่นคือค่าคุณลักษณะแยกตามมิติเป็นค่าประจำข้อ จากสาเหตุดังกล่าวจึงนำมาสู่การพัฒนากระบวนการประมาณค่าจำแนกตามสเกลรายการคำตอบ

ขั้นตอนที่ 2 เพื่อพัฒนากระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบ ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอการพัฒนากระบวนการ โดยใช้แนวคิด การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันและการประมาณค่าคะแนนองค์ประกอบด้วยวิธีการถดถอย ดังโมเดล (Thurstone, 1935)

$$\hat{F}_{1\times m} = Z_{1\times n}B_{n\times m}$$

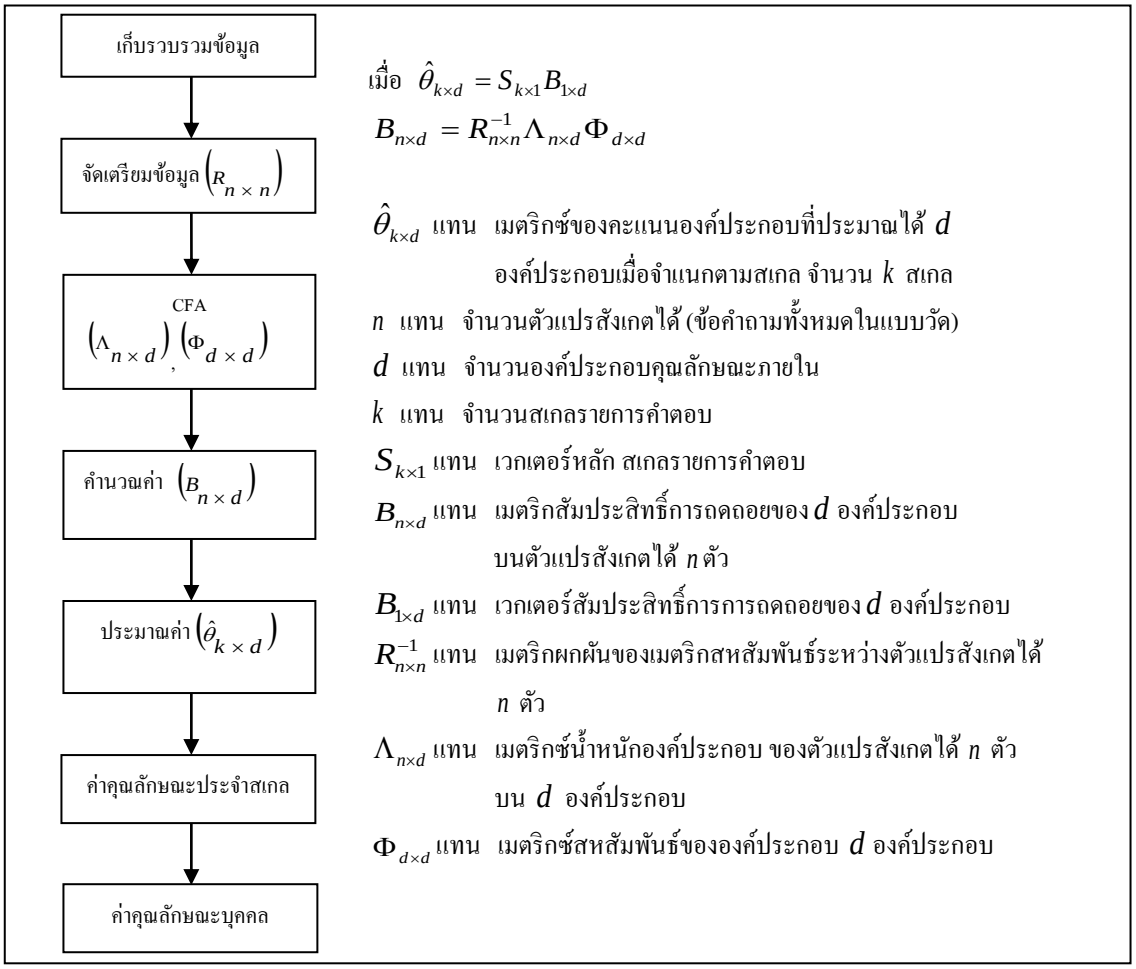
เมื่อ $B_{n\times m} = R^{-1}_{n\times n}A_{n\times m}\Phi_{m\times m}$

จากแนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้นำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาโมเดลการประมาณค่าคุณลักษณะดังนี้

$$\hat{\theta}_{k\times d} = S_{k\times 1}B_{1\times d}$$

เมื่อ $B_{n\times d} = R^{-1}_{n\times n}\Lambda_{n\times d}\Phi_{d\times d}$

จากโมเดลการประมาณค่านำเสนอในรูปกระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบ ดังภาพที่ 1




ภาพที่ 1 กระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบ

ขั้นตอนที่ 3เพื่อหาประสิทธิภาพของกระบวนการประมาณค่า ในขั้นตอนนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ การพัฒนาแบบวัดพหุมิติ การประมาณค่า และการหาประสิทธิภาพ

1. การพัฒนาแบบวัดพหุมิติผู้วิจัยได้พัฒนาแบบวัดพหุมิติ โดยสร้างทั้งหมด 80 ข้อ ไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนจำนวน 1,530 คน ทำการหาคุณภาพของแบบวัด ได้แบบวัดที่นำมาใช้ในการวิจัย จำนวน 15 ข้อ ซึ่งแต่ละข้อวัดมากกว่า 1 องค์ประกอบ (มิติ)

2. การประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติประจำสเกลรายการคำตอบในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยทำการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบตามกระบวนการที่พัฒนาขึ้น $\hat{\theta}_{k\times d} = S_{k\times 1}B_{1\times d}$ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบ จำนวน 15 ข้อ

| ข้อ | สเกล | มิติคุณลักษณะ | | | ข้อ | สเกล | มิติคุณลักษณะ | | | ข้อ | สเกล | มิติคุณลักษณะ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | nAch | nAff | nPow | | | nAch | nAff | nPow | | | nAch | nAff | nPow |
| 1 | 1 | 0.546 | -0.553 | - | 6 | 1 | - | 0.046 | -0.131 | 11 | 1 | 0.489 | - | -0.632 |
| | 2 | 1.091 | -1.105 | - | | 2 | - | 0.091 | -0.261 | | 2 | 0.978 | - | -1.264 |
| | 3 | 1.637 | -1.658 | - | | 3 | - | 0.137 | -0.392 | | 3 | 1.-67 | - | -1.896 |
| | 4 | 2.182 | -2.210 | - | | 4 | - | 0.182 | -0.522 | | 4 | 1.956 | - | -2.528 |
| | 5 | 2.728 | -2.763 | - | | 5 | - | 0.228 | -0.653 | | 5 | 2.445 | - | -3.161 |
| 2 | 1 | 0.345 | 0.041 | - | 7 | 1 | - | -1.089 | -1.861 | 12 | 1 | -.0107 | 0.313 | 0.489 |
| | 2 | 0.690 | 0.083 | - | | 2 | - | -2.178 | -3.722 | | 2 | -2.214 | 0.625 | 0.978 |
| | 3 | 1.035 | 0.124 | - | | 3 | - | -3.267 | -5.583 | | 3 | -0.321 | 0.938 | 1.468 |
| | 4 | 1.380 | 0.165 | - | | 4 | - | -4.356 | -7.444 | | 4 | -0.428 | 1.250 | 1.957 |
| | 5 | 1.725 | 0.207 | - | | 5 | - | -5.455 | -9.305 | | 5 | -0.535 | 1.563 | 2.446 |
| 3 | 1 | -2.760 | 4.919 | - | 8 | 1 | -2.698 | - | 7.993 | 13 | 1 | 0.737 | -1.166 | -1.231 |
| | 2 | -5.521 | 9.837 | - | | 2 | -5.396 | - | 15.987 | | 2 | 1.474 | -2.333 | -2.462 |
| | 3 | -8.281 | 14.756 | - | | 3 | -8.095 | - | 23.981 | | 3 | 2.211 | -3.500 | -3.693 |
| | 4 | -11.041 | 19.674 | - | | 4 | -10.793 | - | 31.974 | | 4 | 2.948 | -4.666 | -4.924 |
| | 5 | -13.802 | 24.593 | - | | 5 | -13.491 | - | 39.968 | | 5 | 3.685 | -5.833 | -6.156 |
| 4 | 1 | - | -3.098 | -5.988 | 9 | 1 | 0.484 | - | -0.951 | 14 | 1 | 0.297 | -0.436 | -0.844 |
| | 2 | - | -6.196 | -11.975 | | 2 | 0.968 | - | -1.901 | | 2 | 0.594 | -0.871 | -1.688 |
| | 3 | - | -9.295 | -17.963 | | 3 | 1.453 | - | -2.852 | | 3 | 0.891 | -1.307 | -2.531 |
| | 4 | - | -12.393 | -23.951 | | 4 | 1.937 | - | -3.803 | | 4 | 1.188 | -1.742 | -3.376 |
| | 5 | - | -15.491 | -29.939 | | 5 | 2.421 | - | -4.754 | | 5 | 1.486 | -2.178 | -4.219 |
| 5 | 1 | - | -0.063 | -0.164 | 10 | 1 | 0.591 | - | -1.245 | 15 | 1 | 0.275 | -0.233 | -0.530 |
| | 2 | - | -0.125 | -0.328 | | 2 | 1.183 | - | -2.490 | | 2 | 0.550 | -0.466 | -1.060 |
| | 3 | - | -0.188 | -0.492 | | 3 | 1.774 | - | -3.734 | | 3 | 0.825 | -0.699 | -1.590 |
| | 4 | - | -0.250 | -0.656 | | 4 | 2.366 | - | -4.979 | | 4 | 1.100 | -0.932 | -2.119 |
| | 5 | - | -0.313 | -0.820 | | 5 | 2.957 | - | -6.224 | | 5 | 1.376 | -1.165 | -2.649 |

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์พบว่า ในข้อ 1 ผู้ที่เลือกในสเกล 2 มีคุณลักษณะในมิติที่ 1 เท่ากับ 1.091 ในมิติที่ 2 เท่ากับ - 1.105 ส่วนในมิติที่ 3 ไม่ได้วัดเช่นเดียวกับผู้ที่เลือกสเกล 4 ก็จะมีคุณลักษณะในมิติที่ 1 เท่ากับ 2.182 ในมิติที่ 2 เท่ากับ - 2.210 ส่วนในมิติที่ 3 ไม่ได้วัดเป็นต้น

ในการประมาณค่าคุณลักษณะรายบุคคลให้นำค่าคุณลักษณะรวมเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของคะแนนมาตรฐาน (Z)

3. การหาประสิทธิภาพของกระบวนการประมาณค่า ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพกระบวนการประมาณค่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในตอนที่ 2 คือกระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบกับกระบวนการเดิมโดยทำการประมาณค่าคุณลักษณะของนักเรียนรายบุคคลตามกระบวนการที่พัฒนาขึ้นในแต่ละมิติและหาผลรวมคุณลักษณะของแต่ละบุคคล โดยใช้โปรแกรมการคำนวณและปรับคะแนนรวมแต่ละคนให้เป็นคะแนนมาตรฐาน (Z) แล้วทำการประมาณค่าคุณลักษณะของนักเรียนตามกระบวนการเดิมและหาผลรวมคุณลักษณะของแต่ละบุคคล จากนั้นคำนวณค่า *RMSE* ของทั้งสองกระบวนการ แล้วเปรียบเทียบประสิทธิภาพทั้งสองกระบวนการรายละเอียดแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะโดยพิจารณาจาก *RMSE*

| วิธี | *N* | *RMSE* |
|---|---|---|
| กระบวนการเดิม | 12000 | 10.937 |
| กระบวนการที่พัฒนาขึ้น | 12000 | 1.712 |

จากตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะระหว่างกระบวนการเดิมและกระบวนการที่พัฒนาขึ้น สรุปได้ว่ากระบวนการที่พัฒนาขึ้นมีค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ( *RMSE* ) ต่ำกว่ากระบวนการเดิม

ตารางที่ 4 แสดงการทดสอบความแตกต่างของรากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ( *RMSE* )

| วิธี | *n* | $\bar{x}$ | *S* | *t* | *p* |
|---|---|---|---|---|---|
| กระบวนการเดิม | 12000 | 8.744 | 6.571 | 139.038** | .000 |
| กระบวนการที่พัฒนาขึ้น | 12000 | 1.377 | 1.020 | | |

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 4 พบว่าค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ( *RMSE* ) ระหว่างกระบวนการเดิมกับกระบวนการที่พัฒนาขึ้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

***อภิปรายผลการวิจัย***

จากการวิจัยการพัฒนากระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบ อภิปรายผล ได้ 3 ประเด็นดังนี้

ประเด็นที่ 1 จากการศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหาในการพัฒนากระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบ พบว่า การประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติอยู่ในรูปของวิธีการทางเมตริกซ์โดยใช้แนวคิดการประมาณค่าคะแนนองค์ประกอบขององค์ประกอบแบบ Oblique และการประมาณค่าคะแนนองค์ประกอบที่ให้ผลการประมาณค่าถูกต้องสูงที่สุดคือวิธีการถดถอยของเธอร์สโตน $\hat{F}_{1\times m} = Z_{1\times n}B_{n\times m}$ เมื่อ $B_{n\times m} = R^{-1}_{n\times n}A_{n\times m}\Phi_{m\times m}$ ซึ่งจะให้ผลการประมาณค่ารายบุคคลในแต่ละมิติ แต่ผลการประมาณค่ามีข้อจำกัด 2 ประการด้วยกัน คือ ผลของการประมาณค่าจะเปลี่ยนไปตามกลุ่มตัวอย่างและจำนวนกลุ่มตัวอย่างนอกจากนี้ยังไม่สามารถให้ผลการประมาณคุณลักษณะเป็นค่าประจำข้อ โดยแยกตามมิติตามที่ข้อคำถามนั้นมุ่งวัด จากสาเหตุดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้พัฒนากระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบ ซึ่งจะให้ผลการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติประจำข้อและให้ผลประมาณค่าของบุคคลไม่เปลี่ยนไปตามกลุ่มตัวอย่างและจำนวนกลุ่มอย่าง

ประเด็นที่ 2 การประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบ พบว่า ผลการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบเป็นค่าคุณลักษณะประจำสเกลในแต่ละข้อ ซึ่งจะแยกตามมิติที่ข้อคำถามนั้น วัดตามโครงสร้างการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันและค่าคุณลักษณะประจำข้อที่แยกมิตินี้จะให้ค่าคุณลักษณะของผู้ตอบคงเดิมไม่ว่าผู้ตอบคนนั้นจะอยู่ในกลุ่มตอบอื่นหรือจำนวนกลุ่มผู้ตอบเปลี่ยนไป เนื่องจากว่าค่าคุณลักษณะที่ได้จากการประมาณนั้นเป็นค่าประจำข้อที่กำหนดแล้วว่าเมื่อผู้ตอบเลือกตอบสเกลใดสเกลหนึ่งในข้อคำถามนั้นจะสามารถให้คำตอบได้ทันทีว่า ผู้ตอบคนนั้นมีคุณลักษณะในแต่ละมิติอยู่เท่าใด ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่ค่าพารามิเตอร์ไม่แปรเปลี่ยนตามกลุ่มผู้สอบ (Hambleton & Swaminathan, 1991) แต่ผลการประมาณค่ายังเป็นค่าคุณลักษณะโดยรวมยังไม่มีการประมาณค่าคุณลักษณะประจำข้อแยกตามมิติ นอกจากนี้ค่าประจำข้อที่ได้จากการประมาณนี้ จะทำให้ได้แบบวัดที่มีค่าคุณลักษณะประจำข้อแยกตามมิติ สามารถนำแบบวัดนี้ไปวัดคุณลักษณะกับผู้ตอบจำนวนน้อย เนื่องจากการประมาณค่าจะให้ค่าทันทีที่ตอบในแต่ละข้อ และหาผลรวมได้ทันทีเมื่อทำแบบวัดสิ้นสุดลง โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการประมาณค่าตามกระบวนการเดิมที่ต้องอาศัยจำนวนผู้ตอบจำนวนมาก เนื่องจากในการประมาณค่าตามกระบวนการเดิม ต้องใช้การวิเคราะห์

องค์ประกอบเชิงยืนยัน ซึ่งการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีการประมาณค่าความเป็นไปได้สูงสุด (Maximum likelihood : ML) (Schumacker& Lomax, 2010) ซึ่งตามหลักการประมาณค่า ML จะต้องใช้กลุ่มผู้ตอบจำนวนมาก โดยควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 100-200 หน่วยตัวอย่าง ขึ้นไป หรือในกรณีที่ตรวจสอบเครื่องมือที่มีตั้งแต่ 3องค์ประกอบขึ้นไป ควรใช้กลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 500 หน่วยตัวอย่างขึ้นไป (Aroian & Norris, 2001) และผลจากการประมาณค่าจะทำให้ค่าของน้ำหนักองค์ประกอบเปลี่ยนแปลงไปตามจำนวนของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งจะส่งผลต่อการประมาณค่าคะแนนองค์ประกอบ เนื่องจากการประมาณค่าคะแนนองค์ประกอบต้องใช้น้ำหนักองค์ประกอบเป็นค่าพื้นฐานที่สำคัญในการคำนวณ (Hair and Other, 2006, pp.128-139) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Robert, C. and Other. (1999) ที่ศึกษาขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบ คือจำนวน 60 100 200 และ 400 โดยพิจารณาความสามารถขององค์ประกอบร่วมที่สามารถอธิบายความแปรปรวนภายในของตัวแปรสังเกตได้ โดยพิจารณาจากค่า Communality นั่นแสดงให้เห็นว่าถ้ากลุ่มตัวอย่างเปลี่ยนไป ค่าคุณลักษณะที่ได้จากการประมาณก็เปลี่ยนตามไปด้วย ดังนั้นการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบจะให้ค่าคุณลักษณะแยกตามมิติและให้ผลการประมาณค่าที่ไม่เปลี่ยนไปตามจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

ประเด็นที่ 3 ผลจากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ระหว่างกระบวนการประมาณค่าแบบเดิมที่ให้ผลการประมาณค่าคุณลักษณะออกมาเป็นรายบุคคล $\hat{F}_{1\times m} = Z_{1\times n}B_{n\times m}$ (Thurstone, 1935) กับกระบวนการประมาณค่าที่พัฒนาขึ้น ที่ให้ผลการประมาณค่าคุณลักษณะออกมาเป็นค่าประจำสเกลรายการคำตอบ $\hat{\theta}_{k\times d} = S_{k\times 1}B_{1\times d}$ พบว่า กระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($RMSE$) ต่ำกว่ากระบวนการเดิม ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก กระบวนการที่พัฒนาขึ้น ได้พัฒนามาจากพื้นฐานของโมเดลโครงสร้างแบบวัดพหุมิติที่มีมีลักษณะข้อคำถามที่สามารถวัดคุณลักษณะแฝงหลายคุณลักษณะในหลายมิติ โครงสร้างลักษณะนี้เรียกว่า nonsimple structure หรือ complex structure ซึ่งจะเป็นลักษณะของโมเดลเชิงยืนยัน(confirmatory model) (OkanBulut, 2013, p.23) ซึ่งเป็นโมเดลที่ให้ผลการวัดที่สอดคล้องกับคุณลักษณะภายในที่มีความซับซ้อนสูง และจากเหตุผลดังกล่าวจึงได้ทำการประยุกต์ใช้การประมาณค่าคุณลักษณะภายในของบุคคลโดยการวิเคราะห์ประกอบเชิงยืนยันซึ่งเป็นโมเดลที่สามารถวัดคุณลักษณะแฝงที่มีความซับซ้อนได้มีประสิทธิภาพ โดยทำการประมาณค่าในรูปของคะแนนองค์ประกอบด้วยวิธีการถดถอย ซึ่งเป็นวิธีการที่ให้ผลการประมาณค่าที่มีความถูกต้องสูงกว่าวิธีอื่นและในการประมาณค่าจะคำนึงถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบกับตัวแปรสังเกตได้ โดยค่าความสัมพันธ์นั้นจะถูกนำมา

ประมาณค่าสัมประสิทธิ์องค์ประกอบ $(B)$ (Christine Distefano and Other, 2009) จึงทำให้ค่าที่ได้มีความสอดคล้องกับคุณลักษณะภายในมากขึ้น นอกจากนี้ได้มีการปรับค่าคะแนนผลรวมของคุณลักษณะที่ได้จากการประมาณค่าคุณลักษณะจากกระบวนการที่พัฒนาขึ้นให้อยู่ในรูปคะแนนมาตรฐาน (Z) ทีหลังส่วนกระบวนการเดิม มีการปรับค่าคะแนนในแต่ละตัวแปรเป็นคะแนนมาตรฐาน (Z) ก่อนแล้วนำค่าคะแนนเข้ามาคูณกับสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบ ซึ่งทำให้ผลที่ได้มีค่ามาก จึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนจากคะแนนเกณฑ์ที่เป็นคะแนนมาตรฐานสูงกว่ากระบวนการที่พัฒนาขึ้น

***ข้อเสนอแนะ***

**ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้**

1. ในการพัฒนากระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบในครั้งนี้ เป็นการประมาณค่าเพื่อให้ได้มาซึ่งค่าคุณลักษณะประจำสเกลรายการคำตอบซึ่งต้องใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนมากเพื่อนำมาประมาณดังนั้นในการเก็บรวบรวมข้อมูลต้องมีการวางแผน จัดเตรียม ข้อมูลให้พร้อม กับช่วงระยะเวลาของกลุ่มตัวอย่าง

2. เนื่องจากแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเป็นเพียงการนำมาเป็นตัวอย่างในการพัฒนากระบวนการประมาณค่า ซึ่งต้องสร้างตามทฤษฎีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ตามทฤษฎีของ McClelland ดังนั้นในการนำกระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบไปใช้ในการพัฒนาแบบวัดทางการศึกษาควรคำนึงถึงการสร้างข้อคำถามให้เป็นไปตามทฤษฎีที่วัด

**ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป**

1. ควรพัฒนากระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบด้วยวิธีการอื่นที่ให้ประสิทธิภาพสูงขึ้น

2. ควรนำกระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบไปใช้ในการประมาณค่าแบบวัดที่มีองค์ประกอบจำนวนมากที่ต้องใช้ข้อคำถามจำนวนมากเพื่อลดจำนวนข้อคำถามให้น้อยลง

3. ควรทำการเปรียบเทียบกระบวนการประมาณค่าคุณลักษณะพหุมิติจำแนกตามสเกลรายการคำตอบที่มีขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน

***เอกสารอ้างอิง***

ศิริชัย กาญจนวสี. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม.* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมประสงค์ เสนารัตน์. (2555). *การพัฒนาการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อวินิจฉัยกระบวนการพุทธิปัญญาในการเรียนพีชคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยประยุกต์ใช้การตอบสนองข้อสอบพหุมิติ.* วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

Adams, R. J.,Wilson,M.R.,&Wang,W.-C.(1997). The multidimensional random coefficients multinomiallogit model. *Applied Psychological Measurement,* 21, 1-23.

Aroian, K. J., & Norris, A.E. (2001). Confirmatory factor analysis. In B.H. Munro. *Statistical methods for health care research.* (4th ed.).Philadelphia: Lippincott William & Wilkins.

Babcock, B., & Weiss, D. J. (2009). *Termination criteria in computerized adaptive tests: Variable-length CATs are not biased.* Presented at the realities of CAT paper session, June 2.

Ching-Chao, B. W. (2005). *Test dimensionality, score reliability, and ability estimation: A study of the WASL mathematics.* Doctoral dissertation, from ProQuest Dissertation & Theses databases. (Publication No. 2005. 3178171)

Distefano, C., et al. (2009, October). Understanding and using factor scores: Considerations for the Applied Researcher. *Practical Assessment, Research & Evaluation,*14 (20).

Frey, A., & Seitz, N. N. (2009). Multidimensional adaptive testing in educational and psychological measurement: Current state and future challenges, *Studies in Educational Evaluation*, 35, (89-94).

Hair, et al.(2006). *Multivariate data analysis.* (6th ed.). Englewood Cliffs, N. J. : Prentice Hall.

Hambleton, R. K. and Swaminathan, H. (1991). *Fundamentals of item response theory item response theory.* (2th ed.). Newbury Park, C.A.: SAGE.

McClelland, D. C. (1961). *The achieving society.* Princeton, NJ: Van Nostrand.

OkanBulut. (2013). *Between-person and within-person subscore reliability:Comparison of unidimensional and multidimensional IRT models.* Doctoral dissertation, (Publication No. 2013.)

Robert, C. and Other. (1999). American Psychological Association. *Psychological Methods,* 4(1), 84-99.

Schumacher, R. E., Lomax, R. G. (2010). *A beginners guide to structural equation modelling.* New York: Routledge.

Thurstone, L. L. (1935). *The vectors of mind.* Chicago: University of Chicago Press.

Wang, W., Chen, P., & Cheng, Y. (2004). Improving measurement precision of test batteries using multidimensional item response models. *Psychological Methods,* 9, 116-136.

**********