แนวคิดในการวิเคราะห์องค์ประกอบ

ดร.ชุมพล เสมาขันธ์
ภาควิชาคอมพิวเตอร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

องค์ประกอบ หรือ ตัวประกอบ (Factor) อาจให้คำจำกัดความหรือความหมายต่างกันได้ เช่น ในทางคณิตศาสตร์ตัวประกอบคือ แกนหรือมิติในอวกาศซึ่งบอกความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์ ในทางทฤษฎีตัวประกอบ คือโครงสร้าง (Construct)ของทฤษฎีในทางประจักษ์ตัวประกอบคือ ผลการจัดกลุ่มของสิ่งของ เหตุการณ์ หรือวิธีการที่ได้ออกมาให้เห็นจริง ดังนั้นเราจึงจัดประเภทของตัวประกอบหรือองค์ประกอบได้เป็นองค์ประกอบร่วม (Common factor) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่จะมีตัวแปรอย่างน้อยสองตัวแปร มีค่าน้ำหนักขององค์ประกอบไม่เป็นศูนย์ องค์ประกอบเฉพาะ (Specific factor) เป็นองค์ประกอบที่มีเพียงตัวแปรเดียวเท่านั้นที่มีค่าน้ำหนักขององค์ประกอบไม่เป็นศูนย์และความคลาดเคลื่อนของการวัดของตัวแปร (Errors of measurement)

การวิเคราะห์ตัวประกอบ จำแนกตามวัตถุประสงค์ใหญ่ ๆ ได้ 2 ประการ ประการแรกเพื่อศึกษาว่าตัวประกอบร่วมที่จะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างตัวแปรต่างๆ โดยที่จำนวนตัวประกอบร่วมที่หาได้จะมีจำนวนน้อยกว่าจำนวนตัวแปรนั้นและมีตัวประกอบร่วมอะไรบ้าง โมเดลนี้เรียกว่า Exploration factor analysis model และประการที่สอง เพื่อต้องการทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับโครงสร้างของตัวประกอบว่าตัวประกอบแต่ละตัวประกอบด้วยตัวแปรอะไรบ้างและตัวแปรแต่ละตัวควรมีน้ำหนักหรืออัตราความสัมพันธ์กับตัวประกอบมากน้อยเพียงใด ตรงกับที่คาดคะเนไว้หรือไม่ หรือสรุปได้ว่าเพื่อต้องการทดสอบว่าตัวประกอบอย่างนี้ตรงกับโมเดลหรือตรงกับทฤษฎีที่มีอยู่หรือไม่ โมเดลนี้เรียกว่า Confirmatory factor analysis model

ขั้นตอนในการวิเคราะห์องค์ประกอบ ที่สำคัญได้แก่ การคำนวณหาเมทริกซ์ (Matrix) ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแล้วจัดเป็นเมทริกซ์สหสัมพันธ์ R และการสกัดองค์ประกอบที่ใช้ในโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ซึ่งมีหลายวิธีคือ โมเดลตัวประกอบหลัก (Component factor model) เป็นโมเดลที่เน้นเรื่องมิติในอวกาศที่ครอบคลุมความแปรปรวนของตัวแปร เป็นการพยายามหาตัวประกอบจากตัวแปรที่มีอยู่โดยไม่คำนึงถึงส่วนที่ว่าด้วยความแปรปรวนร่วมหรือความแปรปรวนเฉพาะ ดังนั้นตัวประกอบที่ได้รับจาก

โมเดล แบบนี้จึงมีส่วนผสมระหว่างความแปรปรวนร่วม ความแปรปรวนเฉพาะและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน วิธีการสกัดตัวประกอบแบบนี้จะสามารถแบ่งเป็น 2 แนวคิดคือ แนวคิดแรก Principal components analysis เรียกว่า PC หรือ PA_1 (วิธีการวิเคราะห์ตัวประกอบ โดยการวิเคราะห์ตัวประกอบหลักโดยไม่มีการคำนวณซ้ำ) ใช้วิธีเดียวกับการวิเคราะห์ตัวประกอบหลัก เพียงแต่เปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ตามแนวทแยงแทนที่จะใช้ 1 เพียงค่าเดียวอาจใช้ค่าอื่นได้ คือ จากการประมาณค่ายกกำลังสองของสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตัวนั้นกับตัวแปรตัวอื่นๆ ทั้งหมด หรือใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่มีค่าสูงสุดในแถว โดยที่ค่าตามแนวแกนทแยงแต่ละค่าจะต้องไม่ติดลบ จากนั้นก็ใช้สมการไอเกน เพื่อหาค่าเจาะจงและเวกเตอร์เจาะจง (Eigenvalue) ตามลำดับ แกนแรกที่ได้จึงเรียกว่า แกนมุขสำคัญ(Principal axis or principal factor) เป็นแกนที่อธิบายความผันแปรของตัวแปรได้มากที่สุด แกนต่อ ๆ มาอธิบายได้ลดลงตามลำดับ การหาตัวประกอบรอง ๆ ลงมาจะหยุดเมื่อ ค่าเจาะจงที่ได้ของตัวประกอบมีค่าเท่ากับ 1 และ Principal Axis Factoring เรียกว่า PAF หรือ PA_2 (วิธีการวิเคราะห์ตัวประกอบโดยการวิเคราะห์ตัวประกอบหลักที่มีการคำนวณซ้ำ) วิธีนี้ใช้หลักการของวิธีการค่ากำลังสองน้อยที่สุดโดยพยายามลดค่าความสัมพันธ์ที่เหลือระหว่างตัวแปรให้น้อยที่สุดหลังจากได้แยกตัวประกอบออกมาแล้วจำนวนหนึ่งและทดสอบอัตราความตรงกันระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้จากแบบ และค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่ปรากฏในข้อมูล จากค่ากำลังสองของความแตกต่าง สำหรับการสกัดตัวประกอบโดยใช้โมเดลตัวประกอบร่วม (Common factor model) โมเดลนี้เน้นพิจารณาตัวแปร 2 ส่วน คือ ส่วนที่ร่วมกับตัวแปรอื่นและส่วนเฉพาะของตัวเองซึ่งแสดงได้ดังแผนภาพ

ส่วนร่วม	**ส่วนเฉพาะ**	ส่วนที่คลาดเคลื่อน

ในกรณีที่ตัวแปรมาตรฐาน ความแปรปรวนจะมีค่าเป็น 1 ดังนั้นความสัมพันธ์ของความแปรปรวนร่วม (Common variance) ความแปรปรวนเฉพาะ (Specific variance)และความแปรปรวนที่เหลือ (Residual variance) จะเขียนได้ดังสมการ 1 = C + S + E ซึ่งวิธีการสกัดตัวประกอบแบบนี้ มี 3 แบบ คือ แบบการวิเคราะห์เงา แบบแคนนอนนิคอล และแบบอัลฟา

การหมุนแกนตัวประกอบ ในการวิเคราะห์ตัวประกอบหลังจากการสกัดตัวประกอบออกมาแล้ว เราต้องการทราบว่าตัวประกอบนั้นคืออะไร ทั้งนี้เพราะผลที่ได้จากการสกัดตัวประกอบเราจะพบว่าตัวประกอบแรกที่หาได้จะอธิบายความแปรปรวนระหว่าง

ตัวแปรได้มากกว่าตัวประกอบตัวถัดมาตามลำดับ โดยที่ตัวประกอบตัวที่สองจะอธิบายความแปรปรวนที่เหลือจากการอธิบายด้วยตัวประกอบแรกตัวประกอบตัวที่สามจะอธิบายความแปรปรวนที่เหลือจากการอธิบายด้วยตัวประกอบ 2 ตัวแรก เช่นนี้เรื่อยไป จากผลการสกัดตัวประกอบในบางครั้งจะพบความสลับซับซ้อนของตัวประกอบ ในกรณีที่ตัวแปรหนึ่งมีน้ำหนัก (Factor loading) บนตัวประกอบมากกว่า 1 ตัว ยิ่งมีความสลับซับซ้อนของตัวประกอบมากเท่าใด ความยุ่งยากในการแปลความหมายของตัวประกอบและตัวแปรก็มีมากเท่านั้น จึงต้องลดความสลับซับซ้อนของตัวแปรให้ต่ำลง เพื่อตัวแปรแต่ละตัวจะได้มีน้ำหนักบนตัวประกอบเพียงตัวประกอบเดียว การลดความซับซ้อนของตัวแปรทำได้โดยการหมุนแกน ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ **การหมุนแกนที่ให้แกนตัวประกอบตั้งฉากกัน** แบบนี้เรียกว่าเป็นการหมุนเชิงตั้งฉาก (Orthogonal) ซึ่งเทคนิคการหมุนแกนแบบตัวประกอบตั้งฉากกันนี้มีเทคนิคที่สำคัญๆ คือ ควาติแม๊กซ์ (Quartimax) และวาริแม๊กซ์ (Varimax) วัตถุประสงค์ของการหมุนแกนแบบควาติแม๊กซ์ คือ การลดความซับซ้อนเชิงตัวประกอบของตัวแปรน้อยลงที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยหมุนแกนของตัวประกอบไปในทางที่ทำให้ตัวแปรนี้ มีน้ำหนักสูงต่อตัวประกอบหนึ่งและไม่มี หรือแทบจะไม่มีน้ำหนักต่อตัวประกอบอื่น ๆ อีก ความสลับซับซ้อนเชิงตัวประกอบของตัวแปรวัดได้จากความแปรปรวนร่วม จากกำลังสองของน้ำหนักของตัวแปร อัตราความแปรปรวนร่วมวัดได้จากค่าเฉลี่ยของกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ย ซึ่งอัตราความแปรปรวนร่วมจะมากที่สุด เมื่อตัวแปรตัวหนึ่งมีค่ากำลังสองของน้ำหนักของตัวแปรค่าใดค่าหนึ่งในแถวเท่ากับค่าความร่วมกันและค่าที่เหลือเป็นศูนย์

สิ่งที่ได้จากการหมุนแกนแบบควาติแม๊กซ์ คือความง่ายในการตีความหมายของตัวแปรเพราะค่าความสลับซับซ้อนของตัวแปรลดลง หรือน้ำหนักเชิงตัวประกอบของตัวแปรจะมีมากต่อตัวประกอบหนึ่ง และแทบจะไม่มีเลยต่อตัวประกอบอื่น วิธีการหมุนแกนแบบวาริแม๊กซ์ซึ่งวิธีการนี้ได้ผลการหมุนแกนใกล้เคียงกับเกณฑ์โครงสร้างอย่างง่ายของเธอสโตนมากที่สุด วิธีนี้แตกต่างจากควาติแม๊กซ์ในส่วนที่ใช้การกระทำบนน้ำหนักของหลักเกณฑ์แทนการจัดกระทำบนน้ำหนักของแถวแทนที่จะหาค่าสูงสุดของความแปรปรวนร่วมของน้ำหนักบนตัวประกอบของตัวแปรตามแถว การหมุนแกนแบบวาริแม๊กซ์มุ่งไปที่ความแตกต่าง หรือความแปรปรวนของแต่ละตัวประกอบโดยพยายามทำให้ตัวประกอบแต่ละคอลัมน์แตกต่างกันให้มากที่สุด สำหรับ**การหมุนแกนตัวประกอบที่แกนไม่ตั้งฉาก** แบบนี้เรียกว่าการหมุนแกนแบบมุมแหลม (Oblique) จากการหมุนแกนแบบให้แกนตั้งฉากกัน โดยพยายามไม่ให้แต่ละตัวประกอบสัมพันธ์กัน

โดยธรรมชาติในสังคมแล้วเป็นไปได้ยาก การหมุนแกนโดยให้ตัวประกอบมีความสัมพันธ์กัน จะได้ค่าใกล้เคียงกับความจริงมากกว่าวิธีการหมุนแกนแบบแกนไม่ตั้งฉากหรือแบบมุมแหลมมี 2 ประเภท คือ วิธีการหมุนแกนที่อาศัยแกนอ้างอิง และวิธีการหมุนแกนที่อาศัยเมทริกซ์แบบแผน

หลักการพิจารณาน้ำหนักตัวประกอบ มีเกณฑ์พิจารณาดังนี้

ตารางที่ 1 เกณฑ์การพิจารณาน้ำหนักตัวประกอบ

น้ำหนักตัวประกอบ	% ความแปรปรวน	ความหมาย
.71	50	ดีเลิศ
.63	40	ดีมาก
.55	30	ดี
.45	20	ปานกลาง
.32	10	เลว

ในเมทริกซ์ตัวประกอบหมุนแกนแล้ว (Rotated factor matrix) ให้พิจารณา ทีละคอลัมน์ เลือกน้ำหนักตัวประกอบที่มีค่าตั้งแต่ .3 ไว้ (ไม่ว่าจะมีเครื่องหมาย + หรือ – ก็ตาม) หลังจากนั้นให้พิจารณาเป็นรายแถว (รายตัวแปร) เลือกน้ำหนักตัวประกอบที่มีค่าตั้งแต่ .3 ไว้เช่นกัน พิจารณาตัวแปรแต่ละตัว ถ้ามีค่า .3 อยู่บนตัวประกอบหลายตัวให้เลือกน้ำหนักที่สูงสุดบนตัวประกอบนั้น ตัวแปรใดที่มีค่าน้ำหนักสูงใกล้เคียงกับบนตัวประกอบมากกว่า 1 ตัวให้ทำเครื่องหมาย X ไว้เพราะเป็นตัวแปรซับซ้อน จะต้องแก้ไขปรับปรุงใหม่

ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาองค์ประกอบที่มีผลต่อขวัญในการปฏิบัติงานของครูโรงเรียนมัธยมศึกษาในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องนี้ เป็นการนำเอาข้อมูลบางส่วนจาก วิทยานิพนธ์ของพัชรินทร์ จินดาหลวง (2529) มาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบ การสกัดองค์ประกอบขั้นต้น ด้วยวิธี Principal component analysis และ หมุนแกนเชิงตั้งฉาก ด้วยวิธี วาริแม็กซ์ เพื่อให้ทราบถึงโครงสร้างตัวประกอบของขวัญในการปฏิบัติงานของครูมัธยมศึกษาทั้งภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรที่นำมาศึกษา

	BAC_3	BAC_4	BAC_5	BAC_7	EH	ER	TAT	SAT	FAT	SOAT	PERA	RERE	RERS	PERS
BAC_3	1.000													
BAC_4	.807*	1.000												
BAC_5	.215*	.196*	1.000											
BAC_7	.835*	.825*	.266*	1.000										
EH	.040	.050	.118*	.102*	1.000									
ER	-.066*	-.054	.018	-.052	.238*	1.000								
TAT	.072*	.089*	.014	.073*	.278*	.123*	1.000							
SAT	.037	.080*	-.023	.024	.246*	.173*	.558*	1.000						
FAT	.069*	.096*	-.024	.061*	.209*	.074*	.484*	.599*	1.000*					
SOAT	-100*	.133*	.010	.094*	.192*	.125*	.444*	.578*	.512*	1.000				
PERA	.035	.040	.007	.059*	.134*	.024	.192*	.275*	.243*	.199*	1.000			
RERE	.068*	.054	.002	.077*	.150*	.024	.264*	.343*	.305*	.244*	.626*	1.000		
RERS	.080*	.069*	-.005	.082*	.115*	-.023	.201*	.308*	.253*	.217*	.616*	.743*	1.000	
PERS	-.004	.007	.009	.007	.097*	.033	.164*	.235*	.183*	.173*	.759*	.480*	.411*	1.000

พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร มีค่าตั้งแต่ -.066 ถึง .835

ผลการสกัดตัวประกอบ และหมุนแกนองค์ประกอบ จากการวิเคราะห์ประมาณค่า Communality ซึ่งเป็นความแปรปรวนที่ตัวแปรแต่ละตัวร่วมกัน (Share) ค่าเจาะจง ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน และค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสม ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงสัดส่วนของความแปรปรวนที่สกัด (Extract) ได้ในแต่ละองค์ประกอบจากผลการสกัดองค์ประกอบ และหมุนแกนองค์ประกอบ ผู้วิจัยนำเสนอรายละเอียดไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 3 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading) ของตัวแปรที่นำมาศึกษา

	Factor1	Factor2	Factor 3	Factor4	Communality
PERA	.895	.001	.107	.006	.815
PERR	.812	.004	.239	.001	.718
PERE	.799	.006	.189	-.005	.681
PERS	.793	-.003	.006	.008	.639
BAC7	.004	.944	.004	.006	.898
BAC4	.001	.940	.100	-.001	.893
BAC3	.002	.935	.005	-.001	.877
SAT	.208	-.001	.822	.110	.731
FAT	.161	.003	.792	-.001	.654
SOAF	.105	.007	.772	.005	.615
TAT	.104	.004	.747	.154	.594
ER	-.004	-.133	.117	.724	.557
EH	.009	.004	.260	.697	.564
BAC5	.003	.335	-.154	.472	.359
Eigenvalue	3.884	2.718	1.843	1.150	-
Pct of Var	27.746	19.413	13.167	8.211	-
Cum.Pct	27.746	47.159	60.325	68.536	-

จากตารางที่ 3 น้ำหนักขององค์ประกอบทั้ง 14 ตัวแปรที่นำมาศึกษาเมื่อสกัดองค์ประกอบด้วยวิธี Principal component analysis และหมุนแกนแบบ Orthogonal ด้วยวิธี วาริแม็กซ์ ได้องค์ประกอบสำคัญ 4 องค์ประกอบ ซึ่งหมายถึงว่าขวัญในการปฏิบัติงานของครูประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 องค์ประกอบ โดยทั้ง 4 องค์ประกอบนี้เป็นแหล่งความแปรปรวนร่วมที่สามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรที่นำมาศึกษาทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 3.884 , 2.718 , 1.843 และ 1.150 ส่วนความแปรปรวนสะสมของทั้ง 4 องค์ประกอบ สามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรทั้งหมดที่นำมาศึกษาร้อยละ 68.536 ซึ่งผู้วิจัยจะนำเสนอองค์ประกอบที่มีน้ำหนักตัวประกอบของตัวแปรที่มีค่ามากกว่า 0.45 และ

ค่าเจาะจงมากกว่าหรือเท่ากับ 1 (Tabachnik, 1983 : 411) โดยแต่ละองค์ประกอบจะมีตัวแปรบรรยายตัวประกอบนั้นๆ ตั้งแต่ 3 ตัวแปรขึ้นไป จะขอยกตัวอย่างการแปลความหมายเพียง 1 องค์ประกอบดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 บุคลิกภาพของครูใหญ่

ตัวแปร	รายละเอียดตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ
PERA	บุคลิกภาพของครูใหญ่ด้านการมีอำนาจอิทธิพล	.895
PERR	บุคลิกภาพของครูใหญ่ด้านการมีความรับผิดชอบ	.812
PERE	บุคลิกภาพของครูใหญ่ด้านการมีความมั่นคงทางอารมณ์	.799
PERS	บุคลิกภาพของครูใหญ่ด้านการเข้าสังคม	.793
	Eigenvalue	3.884
	Pct of Var	27.746

จากตารางที่ 3 องค์ประกอบที่ 1 เป็นองค์ประกอบด้านบุคลิกภาพของครูใหญ่ ซึ่งมีตัวแปรบรรยายองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 4 ตัวแปรและมีพิสัยของค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง .793 ถึง .895 โดยเรียงลำดับน้ำหนักขององค์ประกอบจากมากไปหาน้อย ได้ดังนี้ คือ บุคลิกภาพของครูใหญ่ ด้านการมีอำนาจอิทธิพล (PERA) บุคลิกภาพของครูใหญ่ด้านการมีความรับผิดชอบ (PERR) บุคลิกภาพของครูใหญ่ด้านความมั่นคงทางอารมณ์ (PERE) และบุคลิกภาพของครูใหญ่ด้านการเข้าสังคม (PERS) ซึ่งองค์ประกอบด้านบุคลิกภาพของครูใหญ่นี้ เป็นแหล่งความแปรปรวนร่วมที่สามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรต่าง ๆ ที่นำมาศึกษาร้อยละ 27.746

บรรณานุกรม

บุญชม ศรีสะอาด. **วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย 2**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2538.

พัชรินทร์ จินดาหลวง. **การวิเคราะห์ตัวประกอบที่สัมพันธ์กับขวัญในการปฏิบัติงานของครูกรมสามัญศึกษาในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2529.