

วิธีเชิงปริมาณสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์: ประเภท ทิศทาง และข้อเสนอเพื่อพัฒนางานวิจัย

Quantitative Methods for Social Science Research: Type, Direction, and Suggestion for Research Development

Received: December 21, 2020

Revised: February 15, 2021

Accepted: February 18, 2021

นพพร จันทรนำชู (Nopporn Chantaranamchoo)*

บทคัดย่อ

บทความวิชาการนี้นำเสนอวิธีเชิงปริมาณทางสังคมศาสตร์ ประกอบด้วย 1. การวิเคราะห์สถิติตัวแปรเดียว 2. การวิเคราะห์สถิติตัวแปรสองตัว และ 3. การวิเคราะห์สถิติหลายตัวแปร อีกทั้งนำเสนอวิธีเชิงปริมาณขั้นสูงสำหรับการวิจัย ประกอบด้วย 1. ตัวแบบโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง 2. การวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของตัวแบบ 3. ตัวแบบสมการโครงสร้างพหุระดับ 4. ตัวแบบพัฒนาการพหุระดับแบบผสม 5. การวิเคราะห์ระหว่างและภายใน 6. ตัวแบบสมการโครงสร้างแบบพหุระดับและพหุกลุ่ม 7. ตัวแบบสมการโครงสร้างอภิมาน 8. ตัวแบบสมการโครงสร้างที่มีการจับคู่ตัวอย่างวิจัย 9. ตัวแบบที่ตัวแปรแฝงมีตัวแปรสาเหตุและตัวชี้วัดหลายตัว 10. ตัวแบบที่มีโครงสร้างค่าเฉลี่ยของตัวแปร 11. ตัวแบบสมการโครงสร้างเชิงสำรวจ 12. ตัวแบบสมการโครงสร้างแบบเบส และ 13. ตัวแบบสมการโครงสร้างกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน นอกจากนี้ ผลการสำรวจงานวิจัยเชิงปริมาณทางสังคมศาสตร์ในประเทศไทย พบว่า มีจำนวนงานวิจัยที่ใช้วิธีเชิงปริมาณขั้นสูงไม่มากนัก แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น บทความนี้จึงมีข้อเสนอให้ผู้วิจัยใช้คำถามการวิจัยเป็นจุดเริ่มต้นในการวิจัย และเสนอให้ใช้กระบวนการค้นคว้าวิจัยและวิธีวิจัยที่หลากหลายในการตอบคำถามการวิจัยและเป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัยทางสังคมศาสตร์ต่อไป

คำสำคัญ: วิธีเชิงปริมาณ การวิจัย สังคมศาสตร์

* รองศาสตราจารย์ ดร. ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

Associate Professor Dr., Faculty of Education, Silpakorn University., Nopporncu@gmail.com, 034-255-254

Abstract

This academic article presents quantitative methods in social science including Univariate Statistical Analysis, Bivariate Statistical Analysis; and Multivariate Statistical Analysis. Advanced quantitative research methods were also presented namely 1) Latent Growth Curve Modeling 2) Measurement Invariance, 3) Multilevel Equation Modeling 4) Multilevel Growth Mixture Modeling 5) Within and Between Analysis 6) Multilevel Multigroup Structural Equation Modeling 7) Meta-Analysis Structural Equation Modeling 8) Matched-Sample SEM 9) Multiple-Indicators Multiple-Causes Model 10) Multiple Groups Model/ Structured Means Model 11) Exploratory Structural Equation Modeling 12) Bayesian Structural Equation Modeling, and 13) Partial Least Square SEM. In addition, the survey result on quantitative research in social science in Thailand found that not many researches using advanced quantitative methods existed however suggested an increasing trend. The present research thus recommends that researchers take on research questions as a starting point for doing research and also recommends the use of diverse research paradigms and research methods to answer research questions and to guide further development of social science research.

keywords: Quantitative Method, Research, Social Science

บทนำ

วิธีวิจัยเชิงปริมาณทางสังคมศาสตร์ (Quantitative Methods for Social Science Research) มีความหมายและเนื้อหาที่ครอบคลุมวิธีการทางสถิติ ทั้งสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอ้างอิง ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์ ซึ่งอยู่ภายใต้กระบวนทัศน์ของความรู้แบบปฏิฐานนิยม (Positivism) ที่ใช้วิธีการอย่างเป็นระบบในการแสวงหาความรู้ เพื่อนำความรู้มาใช้อธิบายปรากฏการณ์ในบริบทอื่นได้ วิธีเชิงปริมาณสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์ จึงครอบคลุมถึงกระบวนการรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบคำถามการวิจัย ทั้งมาตรการวัด การสุ่มตัวอย่าง การกำหนดขนาดของตัวอย่าง การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ การวิเคราะห์ข้อมูล ทั้งสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอ้างอิง และการตรวจสอบความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ที่ได้

บทความวิชาการนี้จึงนำเสนอประเภทของวิธีเชิงปริมาณสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์ การต่อยอดวิธีวิจัยเชิงปริมาณขั้นสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีวิจัยที่มีพัฒนาการมาจากการวิเคราะห์ตัวแบบสมการโครงสร้าง บทสำรวจและทิศทางวิธีเชิงปริมาณสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์ของประเทศไทย และข้อเสนอสำหรับวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัยทางสังคมศาสตร์ให้มีความลุ่มลึก ความหลากหลาย สามารถอธิบายและทำความเข้าใจปรากฏการณ์ทางสังคม

วิธีเชิงปริมาณสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์

วิธีเชิงปริมาณและวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิจัยทางสังคมศาสตร์สามารถแบ่งได้เป็นหลายประเภท ดังนี้

การจัดประเภทตามระดับการวิเคราะห์

1. **สถิติเชิงพรรณนาหรือสถิติเชิงบรรยาย (Descriptive Statistics)** หมายถึง สถิติที่วิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นตัวเลขมาใช้สรุปและอธิบายความหมายของข้อมูลเฉพาะกลุ่มที่ศึกษาเท่านั้น โดยไม่นำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปอธิบาย ประมาณค่า หรือสรุปอ้างอิงไปยังประชากรหรือตัวอย่างกลุ่มอื่น ซึ่งตัวอย่างของสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่

1.1 การแจกแจงความถี่ เช่น ความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage)

1.2 การแสดงตำแหน่งของข้อมูล เช่น ควอร์ไทล์ (Quartile) เดไซล์ (Decile) และเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile)

1.3 การวัดค่ากลาง เช่น ค่าเฉลี่ย (Mean) มัธยฐาน (Median) ฐานนิยม (Mode)

1.4 การวัดการกระจาย เช่น พิสัย (Range) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ (quartile deviation) ความแปรปรวน (Variance) สัมประสิทธิ์การแปรผัน (coefficient of variation)

1.5 การวัดการแจกแจง เช่น ความเบ้ (Skewness) ความโด่ง (Kurtosis)

2. **สถิติเชิงอ้างอิงหรือสถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics)** หมายถึง สถิติที่วิเคราะห์ข้อมูลจากตัวอย่างและใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น เพื่อประมาณค่าและทดสอบสมมติฐาน แล้วนำไปอ้างอิงยังประชากรที่ต้องการศึกษา ซึ่งตัวอย่างของสถิติเชิงอ้างอิง ได้แก่ การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ย การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัดส่วน การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ การวิเคราะห์การถดถอย การวิเคราะห์ห้อยค์ประกอบ และการวิเคราะห์ตัวแบบสมการโครงสร้าง (Cohen, Manion, & Morrison, 2011: 503-504)

การจัดประเภทตามการใช้พารามิเตอร์

2.1 **สถิติที่ใช้พารามิเตอร์ (Parametric Statistics)** หมายถึง สถิติที่มีข้อสมมติว่าประชากรต้องมีการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) เหมาะกับตัวอย่างขนาดใหญ่ ใช้กับข้อมูลในมาตราอันตรภาค (Interval Scale) และมาตราอัตราส่วน (Ratio scale) และกำลังการทดสอบ (Power of a Test) สูง ซึ่งตัวอย่างของสถิติที่ใช้พารามิเตอร์ แบ่งเป็น สถิติเชิงพรรณนา และสถิติเชิงอ้างอิง

2.2 **สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ (Non-parametric Statistics)** หมายถึง สถิติที่ไม่มีข้อสมมติเกี่ยวกับการแจกแจงของประชากร เหมาะกับตัวอย่างขนาดเล็ก และข้อมูลในมาตรานามบัญญัติและมาตราเรียงลำดับ และมีกำลังการทดสอบต่ำ ตัวอย่างของสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ ได้แก่

- ตารางไขว้ (Cross-tabulations) เป็นวิธีที่ใช้อธิบายลักษณะของข้อมูล 2 ตัวแปรขึ้นไป

- สหสัมพันธ์ลำดับที่ของสเปียร์แมน (Spearman Rank Correlation) เป็นวิธีศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่อยู่ในมาตรานามบัญญัติ (Nominal Scale)

- การทดสอบไคกำลังสอง (Chi-square) เป็นวิธีศึกษาความเป็นอิสระระหว่างตัวแปร และการทดสอบภาวะสารูปดี (Goodness of Fit)

- การทดสอบของแมนวิทนี (Mann-Whitney Test) เป็นวิธีเปรียบเทียบตัวแปร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน
- การทดสอบของวิลคอกซัน (Wilcoxon Test) เป็นวิธีเปรียบเทียบตัวแปร 2 กลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน
- การทดสอบครัสคาลและวัลลิส (Kruskal-Wallis Test) เป็นวิธีศึกษาผลของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตาม เมื่อมีตัวแปรอิสระตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป
- การทดสอบของฟร็ดแมน (Friedman Test) เป็นวิธีเปรียบเทียบตัวแปรตั้งแต่ 3 กลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน (Cohen, Manion, & Morrison, 2011: 589-590)

การจัดประเภทตามจำนวนตัวแปร

โดยนำเสนอสถิติที่ใช้พารามิเตอร์ และข้อมูลในมาตราอันดับและมาตราอัตราส่วน

1. การวิเคราะห์สถิติตัวแปรเดียว (Univariate Statistical Analysis) หมายถึง การวิเคราะห์ทางสถิติที่มีตัวแปร 1 ตัว และวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา
2. การวิเคราะห์สถิติตัวแปรสองตัว (Bivariate Statistical Analysis) หมายถึง การวิเคราะห์ทางสถิติที่มีตัวแปร 2 ตัว หรือมีตัวแปรตาม 1 ตัว ซึ่งมีวิธีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน ดังนี้

2.1 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าสถิติ

- การทดสอบที (t-test) หรือการทดสอบแบบ Z (Z-test) ของค่าเฉลี่ย 1 กลุ่ม (One Sample t-Test) เป็นวิธีเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกับค่าที่กำหนดไว้ และการทดสอบแบบ Z ของสัดส่วน 1 กลุ่ม เป็นวิธีที่เปรียบเทียบสัดส่วนกับสัดส่วนที่กำหนดไว้
- การทดสอบที 2 กลุ่มอิสระต่อกัน (Independent Samples t-Test) เป็นวิธีเปรียบเทียบผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่มที่มีอิสระต่อกัน
- การทดสอบทีหรือการทดสอบแบบ Z 2 กลุ่มที่ไม่อิสระต่อกัน (Dependent Samples t-Test) เป็นวิธีเปรียบเทียบผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่อิสระต่อกัน หรือการทดสอบที 2 กลุ่มแบบจับคู่ (Paired Samples t-Test)
- การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) เป็นวิธีเปรียบเทียบผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวอย่างมากกว่า 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน
- การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two Ways Analysis of Variance: 2 Way ANOVA) เป็นวิธีเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรมากกว่า 2 กลุ่มขึ้นไปพร้อมกัน โดยกำหนดให้มีตัวแปรอิสระ 2 ตัว ทั้งกรณีที่ตัวแปรอิสระไม่มีอิทธิพลร่วม (Interaction) และมีอิทธิพลร่วมระหว่างกัน
- การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated Measure Analysis of Variance) เป็นวิธีเปรียบเทียบผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวอย่างมากกว่า 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน

2.2 การศึกษาความสัมพันธ์และอิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปร

- การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Correlation Analysis) เป็นวิธีศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในมาตราอันตรภาคขั้นขึ้นไป

- สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพ้อยท์ไบเซรียล (Point Biserial Correlation Coefficient) เป็นวิธีศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในมาตราอันตรภาคขั้นขึ้นไปกับตัวแปรแบบทวิภาค (Dichotomous Variable)

- การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย (Simple Regression Analysis) เป็นวิธีศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระ 1 ตัวที่มีต่อตัวแปรตาม

- การทดสอบไคกำลังสอง (Chi-squares) เป็นวิธีทดสอบความเป็นอิสระของตัวแปรในมาตรานามบัญญัติตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป

3. การวิเคราะห์สถิติหลายตัวแปร (Multivariate Statistics Analysis) หมายถึง การวิเคราะห์ทางสถิติที่มีตัวแปรมากกว่า 2 ตัว หรือมีตัวแปรตามมากกว่า 1 ตัว ซึ่งมีวิธีวิเคราะห์หลายแบบขึ้นอยู่กับจำนวนกลุ่มของตัวอย่าง ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และตัวแปรร่วม ดังนี้

3.1 การศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตาม

- การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) เป็นวิธีศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปที่มีต่อตัวแปรตาม

- การวิเคราะห์การถดถอยลอจิสติก (Logistic Regression Analysis) เป็นวิธีวิเคราะห์การถดถอยที่มีตัวแปรตามเป็นตัวแปรแบบทวิ

- การวิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis) เป็นวิธีศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตาม ทั้งอิทธิพลทางตรง อิทธิพลทางอ้อม และอิทธิพลรวม

- การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance: ANCOVA) เป็นวิธีที่ผสมระหว่างการวิเคราะห์ความแปรปรวนกับการวิเคราะห์การถดถอย เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยควบคุมตัวแปรร่วม (Covariate) ในการทดลอง

3.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าสถิติ

- การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ (Multivariate Analysis of Variance: MANOVA) เป็นวิธีเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่มีตัวแปรตามมากกว่า 1 ตัว

- การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบตัวแปรตามหลายตัว (Multivariate Multiple Regression Analysis: MMRA) เป็นวิธีวิเคราะห์การถดถอยที่มีตัวแปรตามมากกว่า 1 ตัว

- การวิเคราะห์จำแนกประเภทพหุ (Multiple Discriminant Analysis) เป็นวิธีจำแนกกลุ่มโดยใช้ตัวแปรอิสระในการพยากรณ์ค่าของตัวแปรตามตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป

3.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลายชุด

- การวิเคราะห์จัดกลุ่ม (Cluster Analysis) เป็นวิธีจัดกลุ่มข้อมูลของกรณีต่าง ๆ เป็นกลุ่มที่คล้ายกันตามตัวแปรที่นำมาจัดกลุ่ม โดยไม่ทราบจำนวนกลุ่มและไม่ทราบว่ากรณีที่เลือกอยู่กลุ่มใด

- การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Discriminant Analysis) เป็นวิธีจัดกลุ่มข้อมูลของกรณีต่าง ๆ เป็นกลุ่มที่คล้ายกันตามตัวแปรที่นำมาจัดกลุ่ม โดยทราบจำนวนกลุ่มและทราบว่ากรณีใดเลือกอยู่กลุ่มใด

- การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis: FA) เป็นวิธีศึกษาโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงกับตัวแปรสังเกตได้ ประกอบด้วย การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis: EFA) เป็นวิธีการศึกษาโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลายตัว โดยนำตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันสูงมาจัดเป็นองค์ประกอบใหม่ เพื่อลดจำนวนตัวแปร และทำให้ทราบโครงสร้างและแบบแผนของข้อมูล ส่วนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) เป็นวิธีศึกษาความสัมพันธ์และค่าน้ำหนักของตัวแปรแต่ละตัวในแต่ละองค์ประกอบ เพื่อยืนยันทฤษฎีที่กำหนดไว้ล่วงหน้า และใช้วิธีการทางสถิติในการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบการวัดและความสัมพันธ์ในองค์ประกอบนั้น

- ตัวแบบสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) เป็นวิธีศึกษาโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงกับตัวแปรสังเกตได้ และระหว่างตัวแปรแฝงด้วยกัน (Cohen, Manion, & Morrison, 2011: 589)

วิธีเชิงปริมาณขั้นสูงสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์

จากพัฒนาการของโปรแกรมในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ทำให้ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์ตัวแบบทางสถิติที่มีความซับซ้อนได้มากขึ้น หัวข้อนี้จึงนำเสนอวิธีเชิงปริมาณขั้นสูงที่เน้นเฉพาะวิธีที่เป็นการต่อยอดสถิติหลายตัวแปร ซึ่งเป็นวิธีเชิงปริมาณขั้นสูงที่นิยมใช้ในการวิจัยทางสังคมศาสตร์ ดังนี้

1. **ตัวแบบโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง (Latent Growth Curve Modeling: LGCM)** เป็นการวิเคราะห์ตัวแบบที่นำการวิเคราะห์ตัวแบบสมการโครงสร้างมาใช้ในการทดสอบซ้ำ เนื่องจากการทดสอบแบบเดิมเป็นการวัดที่มีการเก็บข้อมูล/คะแนนจากการวัด 2 ครั้ง คือก่อนและหลังการทดลองแล้ววัดผลจากคะแนนที่เพิ่มและใช้ตัวแปรในการวัด 1 ตัว ยังมีข้อบกพร่องและไม่สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงได้อย่างถูกต้องเพียงพอเนื่องจากไม่ได้วิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนในการวัดและกำหนดแบบแผนการเปลี่ยนแปลงเป็นแบบเส้นตรง

ตัวแบบโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงศึกษาความสัมพันธ์โดยใช้คะแนนจริง ที่เป็นคะแนนจากตัวแปรแฝง และวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีตัวแปรตามหลายตัว โดยมีหลักการว่า คะแนนจากการวัดแต่ละครั้งเป็นคะแนนแฝง (Latent Score) ที่ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ คะแนนเริ่มต้น (True Intercept) อัตราพัฒนาการ (True Slope) และคะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัด (Error Score) โดยองค์ประกอบร่วมที่แฝงอยู่ในคะแนนการวัดทุกครั้ง คือคะแนนความสามารถเดิมและอัตราพัฒนาการ ส่วนคะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัดเป็นองค์ประกอบเฉพาะของการวัดแต่ละครั้ง ซึ่งคะแนนที่เปลี่ยนแปลงไปมีความสัมพันธ์กับเวลาอย่างเป็นระบบ (Wijitwanna, 2000) และมีการเก็บข้อมูลหลายครั้งหรือการเก็บข้อมูลระยะยาว (Longitudinal Data) ทำให้ตัวแบบโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงสามารถวัดการทดสอบซ้ำในตัวอย่างกลุ่มเดิม และประมาณค่าการเปลี่ยนแปลงและความคลาดเคลื่อนในการวัดได้ และใช้ได้กับการวัดทั้งแบบเส้นตรง การวัดที่ไม่เป็นเส้นตรง และการวัดแบบอื่น เช่น ตัวแบบ Autoregressive และตัวแบบ Stochastic Differential Equations (Tarka, 2018: 326) นอกจากนี้สามารถใช้ตัวแบบโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการได้

2. การวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของตัวแบบ (Measurement Invariance) เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันกับการวิเคราะห์พหุกลุ่ม (Multiple Group Analysis) ในตัวแบบสมการโครงสร้าง เพื่อตรวจสอบตัวแบบสมการโครงสร้างว่ามีความแปรเปลี่ยนของตัวแบบระหว่างกลุ่มหรือไม่ ซึ่งประกอบด้วย 1. การทดสอบความสอดคล้องระหว่างตัวแบบตามทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในแต่ละกลุ่ม เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบตัวแบบแต่ละกลุ่ม ประกอบด้วย จำนวนตัวแปร ตำแหน่งตัวแปร และเส้นทางอิทธิพลในโครงสร้างเป็นแบบเดียวกันในแต่ละกลุ่ม และ 2. การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์ในตัวแบบ เพื่อทดสอบความเท่ากันของค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ของแต่ละกลุ่ม (Kline, 2016: 251-252; Raykov & Marcoulides, 2006: 163)

3. ตัวแบบสมการโครงสร้างพหุระดับ (Multilevel Equation Modeling: MSEM) เป็นการวิเคราะห์ตัวแบบสมการโครงสร้างร่วมกับการวิเคราะห์พหุระดับ (Multi-Level Analysis) เนื่องจากตัวแบบสมการโครงสร้างมีเป้าหมายเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในตัวแบบ โดยไม่ได้ศึกษาโครงสร้างของข้อมูลที่มีระดับลดหลั่น ส่วนการวิเคราะห์พหุระดับมีเป้าหมายเพื่อศึกษาโครงสร้างของข้อมูลการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไป โดยไม่สามารถวิเคราะห์ตัวแบบการวิจัยที่สร้างขึ้นจากทฤษฎี เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงแต่ละตัว และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงกับตัวแปรสังเกตได้ ทำให้การประมาณค่าอิทธิพลทางอ้อมไม่สามารถแบ่งเป็นองค์ประกอบระหว่างกลุ่มและองค์ประกอบภายในกลุ่ม และไม่สามารถวิเคราะห์กรณีที่ตัวแปรผลลัพธ์ หรือตัวแปรภายในที่มีระดับของข้อมูลในระดับสองหรือระดับบน (Thampitak & Supparerkchaisakul, 2014: 7)

ตัวแบบสมการโครงสร้างพหุระดับ จึงทำให้ตัวแบบสมการโครงสร้างสามารถวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับได้ในขั้นตอนเดียวกัน และเพื่อให้การวิเคราะห์ตัวแบบพหุระดับสามารถวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบมีตัวแปรส่งผ่าน (Mediated Multiple Regression: MMR) และการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ดังนั้นตัวแบบสมการโครงสร้างพหุระดับจึงสามารถลดความลำเอียงของการประมาณค่านัยสำคัญของตัวแปรส่งผ่าน และสามารถประมาณค่าความคลาดเคลื่อนจากการวัดได้อย่างถูกต้อง (Tarka, 2018: 322-323)

4. ตัวแบบพัฒนาการพหุระดับแบบผสม (Multilevel Growth Mixture Modeling: MGMM) เป็นการวิเคราะห์ตัวแบบที่ขยายขอบเขตจากตัวแบบสมการโครงสร้างพหุระดับ และตัวแบบโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง เพื่อตรวจสอบแบบแผนของพัฒนาการในแต่ละระดับ ประกอบด้วย 1. ตัวแบบโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง (Latent Growth Curve Model) เพื่อระบุแบบแผนและองค์ประกอบแฝงของพัฒนาการ 2. ตัวแบบพหุระดับ (Multilevel Model) เพื่อใช้ศึกษาโครงสร้างการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มตั้งแต่ 2 ระดับ 3. ตัวแบบสมการโครงสร้าง เพื่อศึกษาอิทธิพลทางตรงและอิทธิพลทางอ้อมหรืออิทธิพลปฏิสัมพันธ์ ซึ่งเป็นอิทธิพลของตัวแปรคั่นกลางและอิทธิพลของตัวแปรปรับ และ 4. การวิเคราะห์ระดับชั้นแฝง (Latent Class Analysis) เป็นการนำการวิเคราะห์การถดถอยลอจิสติกเข้ามาในตัวแบบ เพื่อศึกษาจำนวนระดับชั้นแฝงหรือกลุ่มย่อยตามอัตราพัฒนาการและค่าสถานะภาพเริ่มต้น นอกจากนี้ ตัวแบบพัฒนาการพหุระดับแบบผสม เป็นตัวแบบที่สามารถตรวจสอบได้ทั้งแบบแผนพัฒนาการที่เป็นเส้นตรงและไม่เป็นเส้นตรง เป็นตัวแบบที่สามารถตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของตัวแบบระหว่างตัวอย่างที่มีอัตราพัฒนาการ และค่าสถานะภาพเริ่มต้นแตกต่างกัน และ

สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่มีโครงสร้างเป็นลำดับชั้น (Hierarchical Data) ตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไป (Balsiri, 2010: 57-59)

5. การวิเคราะห์ระหว่างและภายใน (Within and Between Analysis: WABA) เป็นการวิเคราะห์ที่แยกความแปรปรวนภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มพร้อมกัน โดยการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในตัวแบบสมการโครงสร้างแบบพหุตัวแปรและพหุระดับ ทั้งความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในระดับเดียวกันและข้ามระดับหลายคู่ มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบว่าตัวแปรและความสัมพันธ์ของตัวแปรนั้นเกิดขึ้นที่ระดับการวิเคราะห์ใด มากกว่าที่จะประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแบบตัวแบบเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น (Hierarchical Linear Modeling: HLM) และตัวแบบสมการโครงสร้างพหุระดับ (Multilevel Structural Equation Modeling: MSEM)

ขั้นตอนของวิธี WABA ประกอบด้วย 1. การใช้ระดับการวิเคราะห์ที่กำหนดเป็นสมมติฐานการวิจัยเพื่อทดสอบกับข้อมูลเชิงประจักษ์ได้โดยตรง เพื่อศึกษาความแปรปรวนทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม และ 2. การทดสอบระดับการวิเคราะห์ของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภายในกลุ่ม เพื่อประเมินความแปรปรวนจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ทั้งตัวแปรระหว่างกลุ่มและตัวแปรภายในกลุ่ม (Dansereau & Yammarino, 2000) ขณะที่การวิเคราะห์ HLM และ MSEM จะต้องกำหนดระดับและความสัมพันธ์ของตัวแปรล่วงหน้าว่าตัวแปรใดเป็นความสัมพันธ์ระดับบุคคลหรือระดับกลุ่ม หรือความสัมพันธ์ใดเป็นความสัมพันธ์ข้ามระดับจากระดับสูงลงมาตัวแปรในระดับที่ต่ำกว่า (Supparerkchaisakul, 2007: 70-71)

6. ตัวแบบสมการโครงสร้างแบบพหุระดับและพหุกลุ่ม (Multilevel Multigroup Structural Equation Modeling: MMSEM) เป็นการวิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุของตัวแปรต้นและตัวแปรตามที่มีความสัมพันธ์ในรูปแบบของสมการโครงสร้างแบบพหุระดับ (Muthén & Muthén, 2012) เช่น การเก็บรวบรวมข้อมูล 2 กลุ่มทั้งระดับนักเรียนกับระดับห้องเรียนคือครู เพื่อให้ผลการวิจัยถูกต้องมากขึ้น และรูปแบบของสมการโครงสร้างพหุกลุ่ม เช่น บริบทของโรงเรียนที่ส่งผลต่อตัวแปรตาม

7. ตัวแบบสมการโครงสร้างอภิมาน (Meta-Analysis Structural Equation Modeling: MASEM) เป็นการวิเคราะห์ตัวแบบสมการโครงสร้างรวมกับการวิเคราะห์อภิมาน (Meta-Analysis) เพื่อใช้พิจารณาความสัมพันธ์ในโครงสร้างโดยรวมตามทฤษฎีของงานวิจัยหลายเรื่องที่มีบริบทใกล้เคียงกัน โดยมีวัตถุประสงค์ 3 ประการคือ 1. เพื่อทดสอบความคงเส้นคงวา (Consistency) ของค่าพารามิเตอร์ และขนาดอิทธิพล (Effect size) ของงานวิจัยแต่ละเรื่อง 2. เพื่อประมาณค่าขนาดอิทธิพลร่วม (Pooled Effect Size) ของงานวิจัย และ 3. เพื่อกำหนดผลกระทบของตัวแปรต้นกลางที่ส่งผลต่อโครงสร้างของตัวแบบ (Tarka, 2018: 324) โดยการวิเคราะห์ตัวแบบสมการโครงสร้างอภิมานมี 2 ขั้นตอน ดังนี้ 1. การวิเคราะห์อภิมาน เป็นการสังเคราะห์งานวิจัยในประเด็นเดียวกัน เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ลุ่มลึกกว่าผลงานวิจัยแต่ละเรื่อง โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อสร้างดัชนีมาตรฐานจากงานวิจัยแต่ละเรื่อง ประกอบด้วย 1.1 ขนาดอิทธิพล (Effect Sizes) ใช้สำหรับงานวิจัยเชิงทดลอง และ 1.2 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ใช้สำหรับงานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ และ 2. การนำขนาดอิทธิพลหรือเมตริกซ์สหสัมพันธ์มาวิเคราะห์ตัวแบบสมการโครงสร้าง เพื่อหาความสอดคล้องของตัวแบบ (Hunter & Schmidt, 2004) ซึ่งตัวแบบสมการโครงสร้างอภิมานจะใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์

และค่าสถิติ ที่แสดงความสอดคล้องของตัวแบบได้อย่างคงเส้นคงวามากกว่าการสังเคราะห์งานวิจัยแบบอิมาน (Tarka, 2018: 325) ซึ่งทำให้ได้ผลสรุปที่น่าเชื่อถือมากขึ้น

8. ตัวแบบสมการโครงสร้างที่มีการจับคู่ตัวอย่างวิจัย (Matched-Sample SEM) เป็นการวิเคราะห์ตัวแบบสมการโครงสร้างที่ใช้ข้อมูลจากการจับคู่ทางสถิติ โดยนำคะแนนองค์ประกอบของตัวแปรที่วัดได้เป็นตัวแปรสังเกตได้ของตัวแบบสมการโครงสร้าง ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้ 1. การจับคู่ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อให้ได้ข้อมูลการศึกษาระยะยาว (Longitudinal Study) เช่น การวิเคราะห์ความแปรปรวนที่มีการวัดซ้ำแบบสองทาง (2 Way Repeated Measures ANOVA) การวิเคราะห์กลุ่มแฝง (Latent Class Analysis) การวิเคราะห์การเปลี่ยนกลุ่มแฝง (Latent Transition Analysis) และการวิเคราะห์การสมนัย (Correspondence Analysis) และ 2. ตัวแบบสมการโครงสร้าง โดยนำข้อมูลตัวชี้วัดจากขั้นตอนที่ 1 มาสร้างตัวแปรแฝงและตรวจสอบความสมเหตุสมผลหรือความเที่ยงตรง (Validity) เชิงทฤษฎี ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ และความไม่แปรเปลี่ยนของตัวแบบ (D' Orazio, 2017)

9. ตัวแบบที่ตัวแปรแฝงมีตัวแปรสาเหตุและตัวชี้วัดหลายตัว (Multiple-Indicators Multiple-Causes Model: MIMIC Model) เป็นการวิเคราะห์ที่ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้หลายตัวที่มีต่อตัวแปรแฝง ซึ่งตัวแปรแฝงนั้นวัดได้จากตัวแปรสังเกตได้หรือตัวชี้วัดหลายตัวแปร เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของตัวแบบกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระหลายตัวที่มีต่อตัวแปรตามที่เป็นตัวแปรแฝง

นอกจากนี้ ได้มีการนำตัวแบบที่ตัวแปรแฝงมีตัวแปรสาเหตุและตัวชี้วัดหลายตัวมาประยุกต์ใช้ในการวิจัยเชิงทดลอง โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงที่วัดผ่านตัวแปรสังเกตได้จากสัมประสิทธิ์อิทธิพลที่ตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) ที่มีต่อตัวแปรแฝง ซึ่งสัมประสิทธิ์อิทธิพลคือผลต่างของค่าเฉลี่ยตัวแปรแฝงระหว่างกลุ่มที่ตัวแปรหุ่นมีค่าเท่ากับ 1 และกลุ่มที่ตัวแปรหุ่นมีค่าเท่ากับ 0 โดยรูปแบบของตัวแบบ MIMIC จะกำหนดให้ตัวแปรที่วัดผลของการทดลองเป็นตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้วัดตัวแปรแฝงที่ได้มาจากทฤษฎีที่ใช้ในการทดลอง ส่วนตัวแปรกลุ่มในการทดลองจะอยู่ในรูปของตัวแปรในมาตรานามบัญญัติ (Nominal Scale) ซึ่งค่าของตัวแปรจะเป็นตัวแบ่งหน่วยตัวอย่างตามกลุ่มทดลอง จากนั้นแปลงตัวแปรกลุ่มให้เป็นตัวแปรหุ่น เช่นเดียวกับตัวแปรหุ่นในการวิเคราะห์การถดถอย โดยตัวแปรกลุ่มในการทดลองจะเป็นตัวแปรสาเหตุที่ส่งผลต่อตัวแปรแฝงที่วัดผลการทดลอง ดังนั้น ตัวแปรสังเกตได้จากการทดลองจึงเป็นตัวชี้วัดของตัวแปรแฝง ซึ่งเป็นผลทางทฤษฎีที่ได้มาจากการทดลอง (Supparerkchaisakul, 2007: 217-218) โดยค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงเป็นค่าประมาณของค่าเฉลี่ยคะแนนที่แท้จริง ที่สกัดความคลาดเคลื่อนของการวัดให้อยู่ในระดับของตัวแปรสังเกตได้ในตัวแบบ ส่งผลให้การเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงจากตัวแบบสมการโครงสร้าง จึงมีความเชื่อถือได้ (Reliability) มากกว่าการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรสังเกตได้ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ (MANOVA) ตามทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม

10. ตัวแบบที่มีโครงสร้างค่าเฉลี่ยของตัวแปร (Multiple Groups Model/ Structured Means Model: SMM) เป็นการวิเคราะห์ตัวแบบที่เพิ่มตัวแปรค่าคงที่ (Constant Variable) เป็นตัวแปรภายนอกเพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงโครงสร้างค่าเฉลี่ย (Mean Structure) ของตัวแปรในตัวแบบและหาอิทธิพลรวมของตัวแปรค่าคงที่ ซึ่งประกอบด้วย 1. อิทธิพลทางตรง คืออิทธิพลของตัวแปรค่าคงที่ต่อตัวแปรตาม และ

2. อิทธิพลทางอ้อม ประกอบด้วย อิทธิพลทางตรงของตัวแปรค่าคงที่ต่อตัวแปรตาม และอิทธิพลทางตรงของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตาม (Kline, 2016: 302)

นอกจากนี้ ได้มีการนำตัวแบบที่มีโครงสร้างค่าเฉลี่ยของตัวแปรและการวิเคราะห์พหุกลุ่ม (Multi Group Analysis) ในการวิเคราะห์ตัวแบบสมการโครงสร้าง ที่สามารถวิเคราะห์ตัวแบบหลายกลุ่มพร้อมกันมาประยุกต์ใช้ในการวิจัยเชิงทดลอง โดยตัวแปรค่าคงที่ในตัวแบบที่มีโครงสร้างค่าเฉลี่ยของตัวแปร จะเป็นตัวแปรสาเหตุของตัวแปรสังเกตได้และตัวแปรแฝง และค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงของแต่ละกลุ่มที่ประมาณค่า คือ ผลต่างของค่าเฉลี่ยตัวแปรแฝงระหว่างกลุ่มนั้นกับกลุ่มควบคุม

ถ้าค่าเฉลี่ยมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงจากผลการทดลองระหว่างกลุ่มนั้นกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และถ้าค่าเฉลี่ยมีค่าบวกแสดงว่ากลุ่มทดลองกลุ่มนั้นมีค่าเฉลี่ยตัวแปรแฝงสูงกว่ากลุ่มควบคุม (Supparerkchaisakul, 2014: 219-222) ซึ่งตัวแบบ MIMIC และตัวแบบ SMM เป็นตัวแบบสมการโครงสร้างที่เพิ่มความแข็งแกร่งให้แก่งานวิจัย ทั้งด้านความสมเหตุสมผลภายใน (Internal Validity) จากแบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง และความสมเหตุสมผลในการสรุปผลทางสถิติ และสามารถนำมาใช้ในการวิจัยเชิงทดลองทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์

11. ตัวแบบสมการโครงสร้างเชิงสำรวจ (Exploratory Structural Equation Modeling: ESEM) เป็นการวิเคราะห์ตัวแบบสมการโครงสร้างที่นำการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis: EFA) มาใช้ในสมการโครงสร้าง ซึ่งเหมาะกับการวิจัยที่มีสมมติฐานการวิจัยและความเข้มข้นทางทฤษฎีและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้กับตัวแปรแฝงไม่มาก เมื่อเปรียบเทียบกับตัวแบบสมการโครงสร้างที่ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) เป็นตัวแบบการวัด ตัวแบบ ESEM จึงเป็นการผ่อนคลายนั่นของตัวแบบการวัดโดยอนุญาตให้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ของตัวแปรสังเกตได้แต่ละตัวมีความสัมพันธ์กับตัวแปรแฝงได้ทุกตัว

12. ตัวแบบสมการโครงสร้างแบบเบย์ (Bayesian Structural Equation Modeling) เป็นการวิเคราะห์ทางสถิติที่พัฒนามาจากทฤษฎีความน่าจะเป็นของเบย์ (Bayes' theorem) ที่ใช้การแจกแจงความน่าจะเป็นเป็นภายหลังของพารามิเตอร์ (Posterior Distribution) เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ วิธีของเบย์แตกต่างจากวิธีการทางสถิติแบบดั้งเดิม ตรงที่วิธีการทางสถิติแบบดั้งเดิม เน้นการทดสอบสมมติฐานทางสถิติที่เกิดจากชุดข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อปฏิเสธหรือไม่ปฏิเสธว่าค่าพารามิเตอร์ที่สนใจอยู่ในช่วงความเชื่อมั่นที่กำหนดไว้หรือไม่ ทำให้สถิติโดยทั่วไปจึงเป็นการศึกษาข้อมูลที่ถูกกำหนดจากค่าพารามิเตอร์และตัวแบบ ขณะที่สถิติแบบเบย์ไม่ถูกกำหนดจากค่าพารามิเตอร์และไม่มีกำหนดสมมติฐานก่อนรวบรวมข้อมูล แต่จะใช้ข้อมูลที่มีอยู่ก่อน (Prior Knowledge) ประมาณค่าพารามิเตอร์จากช่วงของความน่าเชื่อถือ (Credibility Interval) ของค่าพารามิเตอร์มากกว่าการทดสอบสมมติฐาน (Kaplan, 2014; Tarka, 2018: 322) ซึ่งตัวแบบสมการโครงสร้างแบบเบย์มีจุดเด่น ดังนี้

1. ใช้กับการวิจัยที่มีตัวอย่างขนาดเล็ก ที่ได้ค่าพารามิเตอร์ที่สอดคล้องกับข้อมูลมากกว่าวิธีภาวน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood) เนื่องจากไม่ได้ใช้หลักการที่ขนาดของตัวอย่างส่งผลต่อความถูกต้องในการประมาณค่าพารามิเตอร์

2. ใช้กับการวิเคราะห์ตัวแบบที่มีโครงสร้างลำดับชั้นที่ซับซ้อน มีข้อมูลขาดหาย มีค่าพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณจำนวนมาก คำนวณหนักองค์ประกอบแบบสุ่ม และค่าความชันแบบสุ่ม เนื่องจากใช้การจำลองข้อมูลในการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Simulation-based Estimation) เช่น การใช้วิธีมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) ทำให้มีความยืดหยุ่นในการวิเคราะห์มากขึ้น

3. ใช้ข้อมูลที่มีอยู่ก่อนมาสร้างเป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นก่อน เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ร่วมกัน ข้อมูลในตัวแบบสำหรับการประมาณค่าการแจกแจงภายหลังได้ ถ้าข้อมูลที่มีอยู่ก่อนมีความถูกต้อง ทำให้การประมาณค่ามีความถูกต้องมากขึ้น

4. ไม่มีวัตถุประสงค์เพื่อการทดสอบสมมติฐาน จึงไม่มีการกำหนดรูปแบบการแจกแจงของค่าพารามิเตอร์ก่อนการรวบรวมข้อมูล ทำให้มีความยืดหยุ่นเกี่ยวกับการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวอย่าง

5. มีการแปลผลของค่า P-value และค่าช่วงความน่าเชื่อถือที่ตรงไปตรงมา โดยกล่าวถึงค่าความน่าจะเป็นที่ค่าพารามิเตอร์จะอยู่ในช่วงที่กำหนด ขณะที่สถิติโดยทั่วไปจะแปลผลช่วงความเชื่อมั่นว่าการทดสอบทั้งหมด จะครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริงในช่วงที่กำหนดไว้ (Chumwichan, 2016: 272-275; Kaplan & Depaoli, 2010; Tarka, 2018: 322) วิธีการประมาณค่าแบบเบย์จึงใช้ในการแก้ไขปัญหาทางสถิติที่มีความซับซ้อนได้ดีกว่าวิธีการทางสถิติแบบดั้งเดิม (Muthén & Asparouhov, 2012) และเป็นวิธีที่ใช้ในการประมาณค่าภายใต้ตัวแบบสมการโครงสร้างพหุระดับ ที่มีตัวแบบการวัดเป็นพารามิเตอร์สุ่ม ที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลมากกว่าวิธีการประมาณค่าแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Srisuttiyakorn & Kanjanawasee, 2013: 61)

13. ตัวแบบสมการโครงสร้างกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน (Partial Least Square SEM: PLS-SEM) เป็นการวิเคราะห์ตัวแบบสมการโครงสร้างโดยใช้กำลังสองน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างจากการวิเคราะห์ตัวแบบสมการโครงสร้างที่ประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด และใช้ความแปรปรวนร่วมเป็นฐาน (Covariance-based: CB-SEM) ดังนี้

1. วิธี CB-SEM มีเป้าหมายเพื่อยืนยัน และเปรียบเทียบทฤษฎี ส่วนวิธี PLS-SEM มีเป้าหมายเพื่อพยากรณ์ค่าพารามิเตอร์ที่อธิบายตัวแปรแฝงในตัวแบบให้ได้มากที่สุด

2. วิธี CB-SEM ใช้หลักการประมาณค่าเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมจากตัวแบบตามทฤษฎีให้ใกล้เคียงกับเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมจากข้อมูลเชิงประจักษ์ ส่วนวิธี PLS-SEM ใช้หลักการประมาณค่าความแปรปรวนของข้อมูลเชิงประจักษ์

3. วิธี CB-SEM ใช้วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด มีเงื่อนไขการแจกแจงปกติแบบพหุ และตัวอย่างต้องมีขนาดใหญ่ ส่วนวิธี PLS-SEM ใช้กำลังสองน้อยที่สุด โดยการวิเคราะห์ที่ละบล็อก ซึ่งแต่ละบล็อกคือโครงสร้างที่ประกอบด้วยตัวแปรแฝง 1 ตัวกับตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงนั้น ทำให้สามารถผ่อนคลายเงื่อนไขการแจกแจงปกติ ใช้ได้กับตัวอย่างขนาดเล็ก และใช้ได้กับตัวแปรในมาตรานามบัญญัติ มาตราเรียงลำดับ และมาตราอัตราส่วน

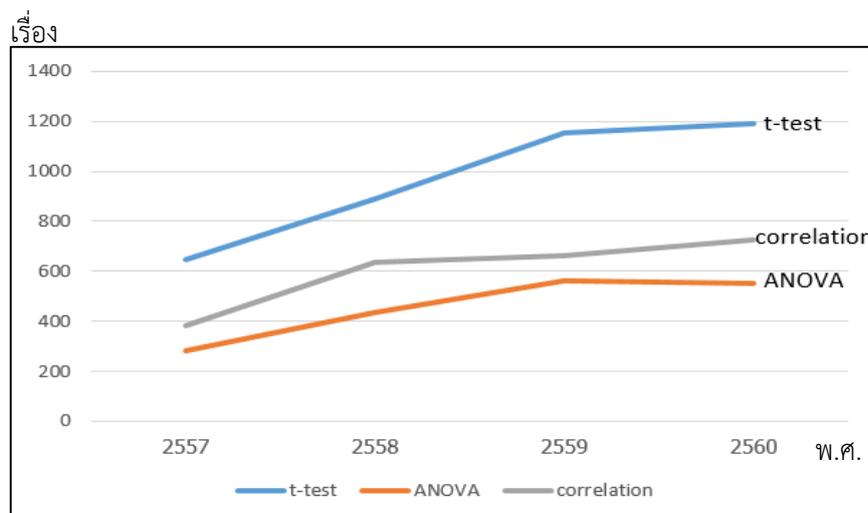
4. วิธี CB-SEM มีรูปแบบตัวแบบที่ไม่ซับซ้อนและเป็นทิศทางเดียว ส่วนวิธี PLS-SEM ใช้กับตัวแบบที่มีความซับซ้อน มีตัวแปรแฝงและตัวแปรสังเกตได้จำนวนมาก และใช้ได้กับตัวแปรแฝงแบบรวมตัว (Formative)

อย่างไรก็ตาม วิธี PLS-SEM ได้ถูกวิจารณ์เกี่ยวกับวิธีที่ใช้ในการประมาณค่า เช่น ความเหมาะสมในการคำนวณค่าน้ำหนักในการสร้างตัวแปรแฝง และปัญหาวิธีประมาณค่าที่ไม่สม่ำเสมอ (Inconsistent) และมีความลำเอียง (Biased) ปัญหาการทดสอบตัวแบบ ปัญหาการประเมินการคุณภาพการวัด (Rönkko, Mcintosh, Antonakis, & Edward, 2018) และยังไม่ได้ข้อยุติเกี่ยวกับความเหมาะสมในการใช้ PLS-SEM (Sarstedt, Hair, Ringle, Thiele & Gudergan, 2016) การนำวิธีดังกล่าวไปใช้ในการวิจัยทางสังคมศาสตร์จึงต้องทำความเข้าใจหลักการ กระบวนการ และข้อจำกัดของวิธีวิเคราะห์เหล่านั้นด้วย

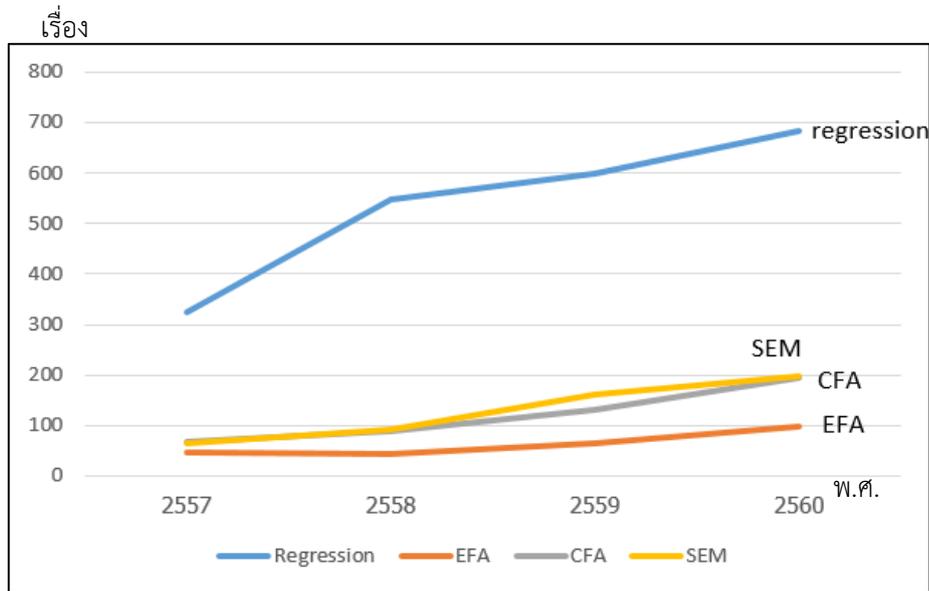
นอกจากนี้ ยังมีวิธีเชิงปริมาณในการวิจัยทางสังคมศาสตร์ประเภทอื่น ๆ อีกจำนวนมาก เช่น สาขาเศรษฐศาสตร์ สาขาประชากรศาสตร์ สาขาจิตวิทยา สาขาสังคมวิทยา และสาขาพฤติกรรมศาสตร์ เป็นต้น ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นจากการขยายพรมแดนทางความรู้ และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในการวิเคราะห์ข้อมูล ที่ผู้วิจัยสามารถศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อทำความเข้าใจและสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกิดขึ้นในสังคมได้อย่างถูกต้อง

ทิศทางของวิธีเชิงปริมาณสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์ในประเทศไทย

หัวข้อนี้ผู้เขียนได้สำรวจงานวิจัยทางสังคมศาสตร์ในประเทศไทยเบื้องต้น เพื่อศึกษาทิศทางของวิธีเชิงปริมาณที่ใช้ในการวิจัยทางสังคมศาสตร์ในประเทศไทยที่ผ่านมา โดยการสืบค้นงานวิจัยจากฐานข้อมูลศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (Thai Journal Citation Index Centre) (2561) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 ถึงปี พ.ศ. 2561 โดยใช้คำค้น “การทดสอบที (t-Test)” “การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)” “สหสัมพันธ์ (Correlation)” “การวิเคราะห์การถดถอย (Regression)” “การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis)” “การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis)” และ “การวิเคราะห์ตัวแบบสมการโครงสร้าง (Structural Equation Model)” ได้ผลการวิเคราะห์ดังรูปที่ 1 และรูปที่ 2 จำแนกตามการวิเคราะห์สถิติตัวแปรสองตัว (Bivariate Statistics Analysis) และการวิเคราะห์สถิติหลายตัวแปร (Multivariate Statistics Analysis)



รูปที่ 1 ทิศทางของงานวิจัยทางสังคมศาสตร์ที่มีการวิเคราะห์สถิติตัวแปรสองตัว
ที่มา: สรุบบนโดยผู้เขียน



รูปที่ 2 ทิศทางของงานวิจัยทางสังคมศาสตร์ที่มีการวิเคราะห์สถิติหลายตัวแปร
ที่มา: สรุปลงโดยผู้เขียน

จากรูปที่ 1 พบว่าช่วงปี พ.ศ. 2557-พ.ศ. 2560 งานวิจัยทางสังคมศาสตร์ของประเทศไทยที่วิเคราะห์โดยใช้สถิติตัวแปรสองตัว ส่วนใหญ่เป็นการทดสอบแบบที่ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ และการวิเคราะห์ความแปรปรวน ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม แนวโน้มของการใช้วิธีการทดสอบที่ และการวิเคราะห์ความแปรปรวนกลับชะลอลง ส่วนการวิเคราะห์สหสัมพันธ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่มาก โดยงานวิจัยที่ใช้การวิเคราะห์สถิติตัวแปรสองตัว ส่วนใหญ่เป็นงานวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทและปริญญาเอก สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาบริหารธุรกิจ สาขาวิชาการจัดการ สาขาวิชาบริหารพัฒนาสังคม และสาขาวิชาศิลปศาสตร์ สาขาวิชาสาธารณสุข และสาขาวิชาทางสังคมศาสตร์อื่น ๆ เป็นต้น

จากรูปที่ 2 เป็นงานวิจัยทางสังคมศาสตร์ของประเทศไทยที่วิเคราะห์โดยใช้สถิติตัวแปรหลายตัว พบว่าในช่วงปี พ.ศ. 2557-2558 การวิเคราะห์การถดถอยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมาก แต่ชะลอตัวลงในช่วงปี พ.ศ. 2558-2560 ส่วนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน และการวิเคราะห์ตัวแบบสมการโครงสร้างในช่วงแรกยังมีไม่มากนัก แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน และการวิเคราะห์ตัวแบบสมการโครงสร้าง ซึ่งงานวิจัยที่ใช้การวิเคราะห์ทางสถิติแบบหลายตัวแปร ส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยและวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอกสาขาวิชาการจัดการ สาขาวิชาบริหารธุรกิจ สาขาวิชาบริหารการศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาพัฒนาสังคม และสาขาวิชาทางสังคมศาสตร์อื่น ๆ เป็นต้น

นอกจากนี้ยังพบว่ามีมีการใช้การวิเคราะห์ตัวแบบสมการโครงสร้างขั้นสูงในงานวิจัย และวิทยานิพนธ์ สาขาวิชาวิธีวิทยาการศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลทางการศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาการวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ประยุกต์ สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา เป็นต้น และจากความก้าวหน้าทางความรู้ในสถิติและการวิจัย รวมทั้งการพัฒนาโปรแกรมการวิเคราะห์ทางสถิติขั้นสูงที่สะดวกในการใช้งานมากขึ้น ทำให้มีงานวิจัยและงานวิทยานิพนธ์ที่ใช้สถิติขั้นสูงมากขึ้นด้วย เพื่อตอบปัญหาการวิจัยทางสังคมศาสตร์ได้อย่างรอบด้าน

ข้อเสนอสำหรับการใช้วิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์

ผู้เขียนได้จัดทำข้อเสนอสำหรับการใช้วิธีเชิงปริมาณทางสังคมศาสตร์ รวมทั้งการใช้วิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์ ดังนี้

1. แม้ว่าจะมีการนำวิธีเชิงปริมาณขั้นสูงมาใช้มากขึ้นในการวิจัยทางสังคมศาสตร์ แต่ผู้วิจัยควรใช้คำถามการวิจัยเป็นจุดเริ่มต้นในการวิจัย แล้วใช้วิธีการวิจัยที่เหมาะสมในการตอบคำถามการวิจัยที่กำหนดไว้ และควรตระหนักถึงวัตถุประสงค์ เงื่อนไข และข้อสมมติในการใช้วิธีเหล่านั้นเพื่อให้ผลการวิเคราะห์ถูกต้อง นอกจากนี้ การวิเคราะห์สถิติเชิงอ้างอิงส่วนใหญ่ จะมุ่งเน้นที่การทดสอบสมมติฐานทางสถิติ เพื่อยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานทางสถิติที่กำหนดไว้ แต่การวิจัยที่มุ่งทดสอบสมมติฐานทางสถิติได้ถูกวิจารณ์ในแง่ของการสะท้อนวิธีคิดแบบทวิที่มีคำตอบในการวิจัย 2 แบบคือการปฏิเสธและการไม่ปฏิเสธสมมติฐานแรกเท่านั้น ทั้งที่การปฏิเสธและการไม่ปฏิเสธสมมติฐานนั้นเป็นความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธและการไม่ปฏิเสธสมมติฐาน ซึ่งมีใช้ความจริงที่แน่นอนตายตัวแต่อย่างใด ด้วยเหตุนี้ จึงได้มีข้อเสนอให้ปรับเปลี่ยนวิธีเชิงปริมาณที่เน้นการทดสอบสมมติฐานทางสถิติมาใช้วิธีอื่น เช่น ขนาดผลกระทบ (Effect Size) ช่วงความเชื่อมั่น (Confidence Interval) สถิติแบบเบย์ (Bayesian statistics) เป็นต้น (Prévost, 2005)

นอกจากนี้ ยังมีวิธีการทางสถิติอีกประเภทหนึ่งคือการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงบุกเบิก (Exploratory Data Analysis: EDA) ซึ่งพัฒนาโดย John Tukey ในปี พ.ศ. 2520 เป็นแนวทางการวิเคราะห์ที่อธิบายลักษณะของข้อมูลในรูปแบบของแผนภาพข้อมูล (Data Visualization) ทั้งการวิเคราะห์ตัวแปร 1 ตัว การวิเคราะห์ตัวแปรสองตัว และการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัว เช่น แผนภาพฮิสโทแกรม (Histogram) เส้นโค้งความถี่ (Density Curve) แผนภาพกล่อง (Box-plot) แผนภาพควอนไทล์ปกติ (Normal Q-Q plot) เป็นต้น และพิจารณาแผนภาพต่าง ๆ เพื่อให้ทราบรูปแบบ ทิศทาง ความสัมพันธ์ และโครงสร้างของข้อมูล เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลมากกว่าการปฏิเสธหรือไม่ปฏิเสธสมมติฐานทางสถิติ อีกทั้งการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงบุกเบิกยังสนับสนุนการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ โดยการจัดการข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติ อธิบายลักษณะของตัวแปรและสาเหตุของปรากฏการณ์ที่ศึกษา ประเมินเงื่อนไขในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ และการสนับสนุนการเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติให้เหมาะสม (Mawer, 2017) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันที่มีข้อมูลใหญ่ (Big Data) ทำให้มีการนำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงบุกเบิกมาใช้ในการวิจัยและการตัดสินใจทางสังคมศาสตร์มากขึ้น ทั้งด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านการบริหารธุรกิจ ด้านการจัดการ ด้านการศึกษา ด้านประชากรศาสตร์ ด้านพฤติกรรมศาสตร์ เป็นต้น

2. วิธีเชิงปริมาณสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์ เป็นวิธีวิจัยที่อยู่ภายใต้กระบวนทัศน์แบบปฏิฐานนิยม ซึ่งพยายามควบคุมเงื่อนไขของวิธีวิจัย เพื่อคาดการณ์ปรากฏการณ์ทางสังคมได้อย่างมีเหตุผลและถูกต้อง แต่ยังมีวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสังคมศาสตร์อีกหลายแบบที่อยู่ภายใต้กระบวนทัศน์ของความรู้ที่แตกต่างกัน เช่น กระบวนทัศน์แบบหลังปฏิฐานนิยม (Postpositivism) ซึ่งเชื่อว่าผู้วิจัยต้องใช้วิธีวิทยาที่หลากหลาย เพื่อลดโอกาสของความผิดพลาดในการแสวงหาความรู้ มากกว่าการยืนยันสมมติฐานและการหาความรู้ที่มีหนึ่งเดียว โดยใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพ เช่น ทฤษฎีฐานราก (Grounded Theory) กระบวนทัศน์แบบทฤษฎีวิพากษ์ (Critical Theory) ที่ปฏิเสธการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการแบบวิทยาศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์วาทกรรม (Discourse

Analysis) และกระบวนทัศน์แบบสร้างสรรค์สังคม (Social Constructivism) ที่มุ่งสร้างความจริงแบบอื่นที่ผ่านกระบวนการสร้างความหมายร่วม จากผู้ที่เคยถูกปฏิเสธในการสร้างความจริง โดยใช้แนวทางการศึกษาแบบเรื่องเล่า (Narrative Approach) (Chantaranamchoo, 2016) ดังนั้น ผู้วิจัยไม่ควรยึดมั่นถือมั่นในรูปแบบการวิจัยทางสังคมศาสตร์แบบใดแบบหนึ่งเป็นสำคัญ หากแต่ผู้วิจัยต้องตระหนักถึงคำถามการวิจัยเพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ทางสังคม และการให้คุณค่าแก่ศักดิ์ศรีในการเป็นมนุษย์ของผู้ร่วมวิจัย

3. การวิจัยเชิงปริมาณสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์ มีเป้าหมายเพื่อการแสวงหาความรู้ การคาดการณ์ปรากฏการณ์ทางสังคม และการขยายผลความรู้ทางสังคมศาสตร์ที่สามารถใช้ได้ทั่วไป (Generalization) ในบริบทอื่นที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน แต่มีจุดอ่อนที่ไม่สามารถเข้าถึงความจริงได้ในระดับลึก ขณะที่การวิจัยเชิงคุณภาพมีเป้าหมายเพื่อทำความเข้าใจกับพฤติกรรมของคนและปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในสังคม แต่มีจุดอ่อนที่ไม่สามารถนำความรู้ที่สร้างขึ้นมานั้นไปอธิบายหรืออ้างอิงยังกลุ่มอื่นได้อย่างสมบูรณ์ ด้วยเหตุนี้ จึงได้มีวิธีการวิจัยแบบผสมวิธี (Mixed Method) ที่ใช้จุดแข็งของทั้งการวิจัยเชิงปริมาณและการวิจัยเชิงคุณภาพมาผสมกันเพื่อตอบคำถามการวิจัย และมุ่งให้ผลการวิจัยที่ใช้ในการทำความเข้าใจปัญหา และการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมได้อย่างกว้างขวางและลึกซึ้ง มากกว่าการใช้กระบวนทัศน์การวิจัยแบบใดแบบหนึ่ง (Creswell, 2009) นอกจากนี้ ลินคอล์น และกูบา (Lincoln & Guba, 2000: 168-171) ที่เสนอกระบวนทัศน์ของความรู้แบบมีส่วนร่วม (Participatory) โดยใช้วิธีการวิจัยที่หลากหลาย เพื่อให้ความรู้ที่ได้จากการวิจัยมาจากการปฏิบัติการและประสบการณ์ร่วมกันระหว่างผู้วิจัยกับผู้ร่วมวิจัย วิธีการวิจัยของกระบวนทัศน์แบบมีส่วนร่วมจึงเป็นการวิจัยที่เชื่อมโยงการปฏิบัติการและการทบทวน การไตร่ตรอง และการสะท้อนความคิดเข้าด้วยกัน เป็นความรู้ที่มีชีวิตชีวา ยืดหยุ่น และไม่หยุดนิ่งตายตัว เป็นความรู้ที่สอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มคน/ชุมชน และเป็นความรู้ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง (Practical Knowledge) เพื่อให้ความรู้เหล่านั้นสามารถเสริมพลังอำนาจ (Empower) ให้แก่กลุ่มคน/ชุมชน และต้องเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างมีส่วนร่วมของทุกคนในการใช้เสียงที่สะท้อนความคิดของตน เพื่อให้มีการเปลี่ยนแปลงทางสังคมอย่างเป็นรูปธรรมและเป็นพลวัต

บทสรุป

บทความนี้ได้ทบทวนความรู้เกี่ยวกับวิธีการวิจัยเชิงปริมาณ ได้แก่ การวิเคราะห์สถิติตัวแปรเดียว การวิเคราะห์สถิติตัวแปรสองตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิเคราะห์สถิติหลายตัวแปรที่มีแนวโน้มการนำมาใช้มากขึ้นในการวิจัยทางสังคมศาสตร์ และจากพัฒนาการของความรู้และเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูล บทความนี้จะได้นำเสนอวิธีเชิงปริมาณขั้นสูงสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์ ประกอบด้วย ตัวแบบโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง การวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของตัวแบบ ตัวแบบพัฒนาการพหุระดับแบบผสม การวิเคราะห์ระหว่างและภายใน การวิเคราะห์ตัวแบบสมการโครงสร้างแบบพหุระดับและพหุกลุ่ม การวิเคราะห์ตัวแบบสมการโครงสร้างอภิมาน การวิเคราะห์ตัวแบบสมการโครงสร้างที่มีการจับคู่ตัวอย่างวิจัย ตัวแบบที่ตัวแปรแฝงมีตัวแปรสาเหตุและตัวชี้วัดหลายตัว ตัวแบบที่มีโครงสร้างค่าเฉลี่ยของตัวแปร การวิเคราะห์ตัวแบบสมการโครงสร้างเชิงสำรวจ การวิเคราะห์ตัวแบบสมการโครงสร้างแบบเบส และการวิเคราะห์ตัวแบบสมการโครงสร้างกำลังสองน้อย

ที่สุดบางส่วน ซึ่งผู้วิจัยจะต้องทำความเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ เงื่อนไข และข้อสมมติของวิธีการเหล่านั้นเพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้อง

บทความนี้จึงเสนอให้ผู้วิจัยใช้คำถามการวิจัยเป็นจุดเริ่มต้นในการวิจัยมากกว่าที่จะใช้วิธีการวิจัยเป็นจุดเริ่มต้น อีกทั้งผู้วิจัยต้องตระหนักถึงวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขของวิธีการวิจัยที่ใช้ รวมทั้งใช้วิธีการวิจัยที่หลากหลาย ประกอบด้วย การใช้การวิเคราะห์สถิติเชิงค้นหา การใช้กระบวนการค้นคว้าวิจัยแบบหลังปฏิฐานนิยม ทฤษฎีวิพากษ์ และสร้างสรรค์สังคม การใช้วิธีวิจัยแบบผสมวิธี และกระบวนการค้นคว้าแบบมีส่วนร่วม เพื่อตอบคำถามการวิจัย สร้างการมีส่วนร่วม และเสริมพลังอำนาจให้แก่ผู้ร่วมวิจัย ส่งผลให้การวิจัยทางสังคมศาสตร์มีความลุ่มลึกและสามารถทำความเข้าใจปรากฏการณ์ทางสังคมได้อย่างรอบด้าน

References

- Balsiri, Nithipattara. (2010). **Factors Affecting Critical Thinking of Undergraduate Students: An Application of The Multilevel Growth Mixture Model** (ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาปริญญาบัณฑิต: การประยุกต์ใช้โมเดลพัฒนาการพหุระดับแบบผสม) Doctoral dissertation, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.
- Chantaranamchoo, Nopporn. (2016). Development Education: Diversity of Paradigms in Education/Development (พัฒนศึกษา: ความหลากหลายของกระบวนทัศน์ทางการศึกษา/การพัฒนา) **Silpakorn University Journal**, 36(2), 149-171.
- Chumwichan, Sutthisan. (2016). Bayesian Statistics for The Social Sciences. **Journal of Research Methodology**, 28(2), 271-278.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). **Research Methods in Education** (7thed.). London: Routledge.
- Creswell, J.W. (2009). **Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches** (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- D' Orazio, M. (2017). **Statistical matching and imputation of survey data with StatMatch.[Online]**. Retrieved 30 Nov 2018, from https://cran.r-project.org/web/packages/StatMatch/vignettes/Statistical_Matching_with_StatMatch.pdf
- Dansereau, F., & Yammarino, F. J. (2000). Within and between analysis: The variant paradigm as an underlying approach to theory building and testing. In J.K. Katherine & W. J. K. Steve (Eds), **Multilevel theory, research, and methods in organizations: Foundations, extensions, and new directions** (pp.425-466). San Francisco: Jossey-Bass.
- Kaplan, D. (2014). **Bayesian Statistics for the Social Sciences** New York: Guilford Publications.
- Kaplan, D., & Depaoli, S. (2010). Bayesian Structural Equation Modeling. In R.H. Hoyle. (Ed.) **Handbook of Structural Equation Modeling** (pp. 650-673). London: The Guilford Press.
- Kline, R.B. (2016). **Principles and Practice of Structural Equation Modeling** (4th ed.). New York: Guilford.
- Kothari, C.R. (2004). **Research Methodology: Methods and Techniques** New Delhi: New Age International.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. (2000). Paradigmatic Controversies, Contradictions, and Emerging Confluences. In K. Denzin & Y.S. Lincoln (Eds). **Handbook of Qualitative Research**. (2nd ed.). (pp. 191-215). London: Sage Publication.

- Muthén, B., & Asparouhov, T. (2012). **New Developments in Mplus Version 7.** [Online]. Retrieved April 19, 2018 from <https://www.statmodel.com/>
- Muthén, L.K. & Muthén, B. (2012). **Mplus version 7 user's guide: Version 7.** Los Angeles, CA:
- Muthén & Muthén.Prévost, D.B. (2005). **Statistical Decision and Falsification in Science: Going Beyond the Null Hypothesis!** [Online]. Retrieved 2 December 2018, from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.587.2773&rep=rep1&type=Pdf>
- Rönkko, M., McIntosh, C.N., Antonakis, J., & Edward, J.R. (2018). Partial Least Squares Path Modeling: Time for Some Serious Second Thoughts. **Journal of Operations Management**, 47-48: 9-27.
- Sarstedt, M., Hair, J.F., Ringle, C., Thiele, K., & Gudergan, S. (2016). Estimation issue with PLS and CBSEM: Where the bias lies!. **Journal of Business Research**, 69, 3998-4010.
- Srisuttiyakorn, Siwachoat & Kanjanawasee, Sirichai. (2013). Bayesian Parameter Estimation for Multi-Level Structural Equation Model: Random Factor Loadings and Measurement Error Variances (วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบย์สำหรับโมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ: กรณีพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนจากการวัดเป็นพารามิเตอร์สุ่ม). **Journal of Research Methodology**, 26(1), 44-66.
- Supparerkchaisakul, Numchai. (2007). **A Study of Multilevel Structural Equation Modeling On Leadership, Learning Strand and Personal Factors Affecting Social Exchange Network In The Workplace And The Affective Outcome Variables of Secondary School Teachers and Learning Stramd Leaders In Bangkok (การศึกษาความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นพหุระดับปัจจัยภาวะผู้นำ ปัจจัยกลุ่มสาระการเรียนรู้ และปัจจัยส่วนบุคคลที่ส่งผลต่อเครือข่ายการแลกเปลี่ยนทางสังคมในที่ทำงานและตัวแปรผลทางด้านจิตพิสัยของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้และครูโรงเรียนมัธยมศึกษาในกรุงเทพมหานคร).** Doctoral dissertation, Srinakarintarawiroth University, Bangkok, Thailand.
- Supparerkchaisakul, Numchai. (2014). Applications of Structural Equation Modeling in Experimental Research (การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้างในงานวิจัยเชิงทดลอง) **Journal of Behavioral Science**, 20(2), 206-237.
- Tarka, P. (2018). An Overview of Structural Equation Modeling: Its Beginnings, Historical Development, Usefulness and Controversies in the Social Sciences. **Qual Quant**, 52, 313-354.

- Thampitak, Piyarat, & Supparerkchaisakul, Numchai. (2014). Multilevel Structural Equation Modeling for Multilevel Mediation (เทคนิคการวิเคราะห์แบบจำลองโครงสร้างความสัมพันธ์พหุระดับกับการวิเคราะห์แบบจำลองตัวแปรคั่นกลางพหุระดับ), In Wichuda Kitthorntham (Ed.), **Articles of Methodology and Theory for Research in Behavioral Science in the Organization**. (pp.1-16). Bangkok: Behavioral Science Research Institute SWU.
- Wijitwanna, Somtawin (2000). A Comparison of Efficiency of Latent Growth Curve, Multilevel and Quasi-Simplex Models in Measuring Univariate and Multivariate Longitudinal Change (การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงโมเดลพหุระดับ และโมเดลกึ่งซิมเพลกซ์ ในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวชนิดตัวแปรเดี่ยวและตัวแปรพหุ) **Journal of Research Methodology**, 15(1): 37-59.