

## บทที่ 2

### การทบทวนผลงานที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับทัศนคติ และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับ โดยจะมุ่งเน้นไปที่ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับมาตรการ TDM และมาตรการเก็บเงินค่าผ่านเข้าใช้ถนนเป็นสำคัญ เพื่อให้มองเห็นภาพรวมของการศึกษาในประเด็นดังกล่าว โดยผลของการทบทวนนี้จะถูกมาใช้ในการกำหนดกรอบสำหรับการสร้างแบบจำลองเชิงทฤษฎีสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง นอกจากนี้เนื้อหาในบทนี้ยังกล่าวถึงประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการนำวิธีวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบจำลองสามการเชิงโครงการมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมการเดินทาง เพื่อให้ทราบความเป็นมา ข้อได้เปรียบ และจุดด้อยของวิธีดังกล่าว อันจะทำให้ผู้อ่านเข้าใจแนวคิดในการวิเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัยนี้มากยิ่งขึ้น

#### 2.1. การศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของปัจจัยเชิงทัศนคติที่มีต่อการยอมรับมาตรการควบคุมความต้องการเดินทางและมาตรการเก็บเงินค่าผ่านเข้าใช้ถนน

##### 2.1.1. การศึกษาในประเทศไทย

สำนักงานคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก (2545) ได้ทำการศึกษาอุปสงค์ของผู้เดินทางด้วยรถยนต์ส่วนตัว และศึกษาอัตราประโยชน์ของผู้เดินทางด้วยรถยนต์ส่วนตัวที่มีต่อมาตรการเก็บค่าผ่านทางหรือค่าเข้าใช้ถนน (Road pricing) การสำรวจข้อมูลใช้วิธีการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถาม โดยทำการสำรวจข้อมูลจากผู้ใช้ถนนสายหลัก ซึ่งได้แก่ ถนนสีลม สาทร สุขุมวิท พหลโยธิน พญาไท และพระรามที่ 1 การศึกษาดังกล่าวใช้ Dichotomous Choice Modeling ในการวิเคราะห์ข้อมูล อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้มีความคล้ายคลึงกับการศึกษาในปี พ.ศ. 2538 นั่นคือเป็นการศึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของโครงการเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ การศึกษานี้กำหนดให้ผู้เดินทางด้วยรถยนต์ส่วนตัวเป็นกลุ่มตัวอย่าง สำหรับผู้เดินทางกลุ่มอื่นๆ และผู้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ซึ่งอาจได้รับผลกระทบจากมาตรการด้วยเช่นกัน ไม่ได้ถูกกำหนดเป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับการศึกษานี้ การศึกษาดังกล่าวมีการสอบถามทัศนคติของผู้เดินทางด้วยเช่นกัน แต่ข้อมูลในส่วนนี้ถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนาเท่านั้น ไม่ได้นำไปพิจารณาประกอบในการพัฒนาแบบจำลองแต่อย่างใด

สุภาวดี มิตรสมหวัง (2540) ได้วิจัยเพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และพฤติกรรมการยอมรับหรือไม่ยอมรับในมาตรการแก้ไขปัญหารถจักรยานที่ได้นำมาปฏิบัติระหว่างปี พ.ศ. 2536 ซึ่งเป็นระยะเวลาที่สภาพการจราจรประสบกับภาวะวิกฤต โดยใช้วิธีสถิติเชิงพรรณนาในการวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้ทราบเพียงจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่แสดงความคิดเห็นในประเด็นต่างๆ แต่

ผลการวิจัยดังกล่าวไม่ได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติของกลุ่มตัวอย่างและมาตรการแก้ไขปัญหารถจักรยานแต่อย่างใด

สำนักงานคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก (สจร., 2538) ได้ทำการศึกษาและทบทวนข้อเสนอแนะมาตรการจำกัดการจราจรรูปแบบต่างๆ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาจราจรในกรุงเทพมหานคร ส่วนหนึ่งของการศึกษา มุ่งเน้นไปที่การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำมาตรการเก็บเงินค่าผ่านเข้าใช้ถนนมาประยุกต์ใช้ในพื้นที่ชั้นในของกรุงเทพมหานคร (พื้นที่ภายในถนนวงแหวนกลาง) การสำรวจข้อมูลใช้การสัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถาม การวิเคราะห์ข้อมูลใช้หลักการวิเคราะห์ความต้องการเดินทางแบบ 4 ขั้นตอน (Four-step models) การศึกษาดังกล่าวเป็นไปในลักษณะของการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ การศึกษาและวิเคราะห์ไม่ได้มุ่งเน้นไปที่การหาสาเหตุของการเกิดปัญหา เป็นเพียงการศึกษาเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหารถจักรยานที่จะมีความเหมาะสมกับพื้นที่ศึกษาเท่านั้น นอกจากนี้ข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์เป็นเพียงข้อมูลการเดินทางและข้อมูลสถานะทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้ถูกสัมภาษณ์เท่านั้น การศึกษาดังกล่าวไม่ได้นำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับทัศนคติของผู้เดินทางที่มีต่อมาตรการแก้ไขปัญหารถจักรยานมาประกอบการพิจารณา จึงเห็นได้ว่าการศึกษาดังกล่าวมุ่งเน้นไปที่มุมมองที่มีต่อปัญหาอันเกิดจากปัจจัยทางกายภาพเพียงอย่างเดียวโดยไม่ได้คำนึงถึงการยอมรับของคนในชุมชนและทัศนคติของคนในชุมชนที่มีต่อปัญหาและมาตรการที่ใช้แก้ปัญหา

Piriyawat, C., Narupiti, S., and Suthiranart, Y. (2003) ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับมาตรการ TDM และตรวจสอบมาตรการ TDM ที่ได้รับการยอมรับจากกลุ่มเป้าหมายซึ่งเป็นผู้เดินทางในเขตบางรัก งานวิจัยนี้พิจารณาพฤติกรรมการเดินทาง สถานะทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้เดินทาง และทัศนคติเกี่ยวกับการยอมรับมาตรการ TDM เป็นตัวแปรสำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูล มาตรการ TDM 20 มาตรการถูกนำมาใช้เป็นกรณีศึกษาสำหรับตรวจสอบการยอมรับของผู้เดินทาง ข้อมูลจากการสำรวจด้วยแบบสอบถามถูกนำมาวิเคราะห์ด้วย Multivariate analysis ซึ่งได้แก่ Factor analysis และ Discriminant analysis ผลการวิเคราะห์พบว่ามาตรการด้านการเงิน (Financial strategy) ซึ่งได้แก่ อันดับหนึ่ง มาตรการเก็บเงินค่าเข้าพื้นที่ และอันดับสอง มาตรการเก็บภาษีค่าที่จอดรถ (Parking tax) เป็นมาตรการ TDM ที่กลุ่มตัวอย่างแสดงความคิดเห็นว่าจะได้รับการยอมรับหากมีการนำมาใช้จริง

Kaneko, Y., Fukuda, A., Srisurapanon, V., and Oda, T. (2001) ทำการศึกษาเพื่อตรวจสอบผลกระทบของการนำมาตรการเก็บเงินค่าผ่านเข้าพื้นที่ (Area license scheme, ALS) มาประยุกต์ใช้ภายในพื้นที่วงแหวนชั้นในของกรุงเทพมหานคร โดยได้ทำการตรวจสอบผลที่คาดว่าจะตามมาของการนำมาตรการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในแง่ของการลดมลภาวะทางอากาศ และการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากการใช้รถยนต์ส่วนตัวไปสู่ระบบขนส่งสาธารณะ การศึกษานี้ใช้เทคนิคการผสมผสานระหว่างการวิเคราะห์แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง (Modal split model) และ

แบบจำลองการแจกแจงการเดินทาง (Traffic assignment model) เข้าด้วยกัน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงมลภาวะทางอากาศ และสภาพการจราจรติดขัดที่ลดลงตามอัตราค่าผ่านเข้าพื้นที่ที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการนำมาตรการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าผู้ใช้รถยนต์ส่วนตัวที่มีรายได้น้อย มีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางไปใช้บริการรถโดยสารประจำทางแทนการขับรถยนต์ ขณะที่กลุ่มผู้มีรายได้สูง ยินยอมที่จะเสียเงินเพื่อเข้าสู่พื้นที่ศึกษาโดยยังคงต้องการใช้รถยนต์ส่วนตัวต่อไป เช่นเดียวกับกับการศึกษาของ สจร. (2538) การศึกษาของ Kaneko et al. (2001) ไม่ได้พิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับทัศนคติของกลุ่มเป้าหมายแต่อย่างใด ถ้ามีการพิจารณาตัวแปรทัศนคติ อาจทำให้ทราบข้อมูลเพิ่มเติมประกอบการอธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดกลุ่มผู้มีรายได้สูงถึงยอมเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเพื่อใช้รถยนต์ส่วนตัวแทนการเปลี่ยนไปใช้ระบบขนส่งสาธารณะ

Bhattacharjee et al. (1997) ใช้เทคนิค Discrete choice method วิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลอง Probit model โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบและประเมินทัศนคติของผู้เดินทางด้วยรถยนต์ส่วนตัวในกรุงเทพมหานครที่มีต่อมาตรการ TDM โดยจะเห็นได้ว่างานวิจัยดังกล่าวนี้ใช้ตัวแปรและแนวทางในการวิเคราะห์เช่นเดียวกับงานวิจัยของ สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (2544) สำนักงานคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก (2538) และ Kaneko et al. (2001)

### 2.1.2. การศึกษาในต่างประเทศ

จากการทบทวนผลการศึกษาที่ผ่านมา พบว่ามีนักวิจัยเป็นจำนวนมากได้นำแนวคิดของการศึกษาทัศนคติและพฤติกรรมมาประยุกต์ในการศึกษาด้านการขนส่งอย่างกว้างขวาง ดังต่อไปนี้

Choo และ Mokhtarian (2004) ใช้หลักการ Discrete choice analysis ในการสร้าง Multinomial logit model เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่าง ทัศนคติของผู้เดินทาง (Travelers' attitude) บุคลิกภาพส่วนตัว (Personality) การใช้เวลาว่าง (Lifestyle) การเดินทาง (Mobility) และข้อมูลส่วนตัว (Demographic data) กับพฤติกรรมการเลือกประเภทของรถในการใช้งาน ผลลัพธ์จากงานวิจัยเสนอแนะว่าผู้วางแผนการขนส่งควรคำนึงถึงปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ นอกเหนือจากข้อมูลการเดินทางและข้อมูลสถานะทางเศรษฐกิจและสังคม ในการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เดินทาง โดยแนวคิดที่ได้จากการศึกษานี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการกำหนดนโยบายการนำเข้ารถยนต์ การแก้ไขการจราจรติดขัด และการควบคุมการใช้พลังงานได้ด้วย

Schade และ Schlag (2003) ศึกษาทัศนคติเกี่ยวกับการยอมรับ (Acceptability) ของผู้เดินทางที่มีต่อมาตรการเก็บเงินค่าเข้าพื้นที่ (Area licensing scheme, ALS) โดยเปรียบเทียบระหว่างเมืองเอเชิน โคโม้ เดรสเดน และออสโล การศึกษาดังกล่าววิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการสถิติเชิงพรรณนา ประเด็นที่น่าสนใจจากงานวิจัยดังกล่าวก็คือการตรวจสอบการยอมรับของผู้เดินทาง และตัวแปรเชิงจิตวิทยาที่ใช้ในการตรวจสอบทัศนคติดังกล่าว

Brownstone et al. (2003) ใช้เทคนิค Reveal preference (RP) ในการสำรวจข้อมูลสถานะทางเศรษฐกิจและสังคม (Socioeconomic data) และตรวจสอบความพร้อมที่จะจ่าย (Willingness-to-pay) ของผู้ขับรถยนต์ส่วนตัวเมื่อมีการนำมาตรการ Congestion pricing มาประยุกต์ใช้กับถนนระหว่างเมืองสาย I-15 ในเมืองซานดิเอโก ตัวแปรที่ใช้เป็นตัวแปรทั่วไปที่ใช้ตรวจสอบมูลค่าของเวลา (Value of time) อาทิ เวลาในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง รายได้ เป็นต้น โดยใช้ Discrete choice analysis ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว

Fujii และ Garling (2003) ศึกษาโดยนำทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการอธิบายทัศนคติ (Attitude theory) และพฤติกรรมมาประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์หาความต้องการเดินทาง (Travel demand analysis) เพื่อพยายามอธิบายความเบี่ยงเบนของความตั้งใจที่จะปฏิบัติ (Intention) และพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริง การศึกษานี้ใช้เทคนิค Stated preference (SP) ในการสัมภาษณ์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบ Contingent preference Core preference และ พฤติกรรมที่แท้จริง (Actual behavior) ของผู้ถูกสัมภาษณ์ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวด้วยวิธี Discrete choice analysis ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าทฤษฎีทัศนคติสามารถอธิบายความเบี่ยงเบนระหว่างความตั้งใจและพฤติกรรมที่แท้จริง และสามารถเพิ่มความถูกต้องในการทำนายความต้องการเดินทางในการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองต่อเนื่อง 4 ขั้นตอน (Sequential four-step model)

Parkany, Gallagher และ Viveiros (2003) ศึกษาความสำคัญของทัศนคติที่มีต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยมุ่งตรวจสอบทัศนคติเกี่ยวกับความตั้งใจ (Intention) แทนการตรวจสอบความต้องการ (Desire) ของผู้เดินทางที่มีต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง ทัศนคติเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ (Cognitive attitude) ความรู้สึก (Affective attitude) และเชิงพฤติกรรม (Behavioral attitude) ถูกนำมาใช้ในการอธิบายและตรวจสอบการแสดงความตั้งใจของกลุ่มตัวอย่าง การศึกษานี้ใช้หลักการ Discrete choice modeling ในการวิเคราะห์พฤติกรรมทางเลือกของผู้เดินทาง ผลการศึกษากล่าวว่าข้อมูลทัศนคติมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการศึกษาพฤติกรรมการเดินทาง แต่การจะได้ข้อมูลทัศนคติที่มีประโยชน์นั้น ขึ้นอยู่กับการตั้งคำถามและใช้คำที่เหมาะสมในการสัมภาษณ์ ข้อมูล นอกจากนี้ผลการศึกษากล่าวว่าการนำตัวแปรพฤติกรรมและทัศนคติของผู้เดินทางมาประกอบในการอธิบายพฤติกรรมทางเลือกของผู้เดินทางนั้น สามารถอธิบายพฤติกรรมดังกล่าวได้ดีกว่าการใช้ตัวแปรทัศนคติเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ และความรู้สึกเพียงอย่างเดียวในการอธิบายพฤติกรรมของผู้เดินทาง

Ellaway et al. (2003) ใช้หลักการสถิติเชิงพรรณนาในการตรวจสอบผลตอบแทนเชิงจิตวิทยา ซึ่งได้แก่ การรู้สึกมีอำนาจ (Mastery) ความนับถือตนเอง (Self esteem) และความรู้สึกมีอิสระภาพ (Autonomy) ปลอดภัย (Protection) และมีเกียรติ (Prestige) ของผู้เดินทางเปรียบเทียบกับระหว่างกลุ่มผู้เดินทางด้วยรถยนต์ส่วนตัว และระบบขนส่งสาธารณะ ผลการศึกษาพบว่าผู้ที่เดินทางด้วยรถยนต์ส่วนตัวนั้นได้รับผลตอบแทนทางจิตวิทยาสูงกว่าผู้เดินทางด้วยระบบขนส่ง

สาธารณะเกือบทุกด้าน ยกเว้นความนับถือตัวเอง ผลการศึกษากล่าวว่าการรณรงค์ให้คนในชุมชนลดการใช้รถยนต์ส่วนตัวนั้น ผู้กำหนดนโยบายควรนำข้อมูลปัจจัยทางจิตวิทยาดังกล่าวของคนในชุมชนมาวิเคราะห์เพื่อประกอบการตัดสินใจด้วย

Ison และ Wall (2002) ศึกษาเพื่อตรวจสอบการยอมรับ (Acceptability) ของผู้เดินทางด้วยรถยนต์ส่วนตัวในการเดินทางไปทำงานต่อมาตรการเก็บเงินค่าใช้ที่จอดรถ ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ สถานะทางเศรษฐกิจและสังคม และข้อมูลการเดินทาง รวมถึงคำถามเฉพาะที่ใช้สำหรับตรวจสอบทัศนคติที่มีต่อมาตรการเก็บเงินค่าใช้ที่จอดรถ ข้อมูลดังกล่าวถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีสถิติเชิงพรรณนา ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการจัดสรรเงินรายได้จากการเก็บค่าใช้ที่จอดรถ (Revenue allocation) เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการยอมรับในมาตรการดังกล่าว

Harrington, Krupnick และ Alberini (2001) ศึกษาปัจจัยที่ทำให้มาตรการ Congestion pricing มีความน่าสนใจแก่ผู้เดินทางด้วยรถยนต์ส่วนตัวมากขึ้น การศึกษานี้ใช้วิธี Bivariate probit modeling ในการวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ ข้อมูลสถานะทางเศรษฐกิจและสังคม อาชีพ เพศ อายุ รายได้ เชื้อชาติ ฯลฯ และข้อมูลการเดินทาง อาทิ เวลาในการเดินทาง และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ฯลฯ รวมถึงข้อมูลทัศนคติที่มีต่อคำถามที่ใช้ตรวจสอบในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับมาตรการดังกล่าวโดยเฉพาะ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการจัดสรรเงินรายได้จากการเก็บค่าใช้ถนน (Revenue allocation) เป็นปัจจัยสำคัญที่ดึงดูดให้เกิดการยอมรับในมาตรการดังกล่าวมากขึ้น

Kingham, Dickinson และ Copsey (2001) ศึกษาปัจจัยที่ทำให้ผู้เดินทางด้วยรถยนต์ส่วนตัวเปลี่ยนไปใช้รูปแบบการเดินทางอื่นในการเดินทางไปทำงาน ปัจจัยที่ใช้ตรวจสอบทัศนคติของผู้เดินทาง อาทิ ความปลอดภัย ความสบายในการเดินทาง เป็นต้น การศึกษานี้ใช้วิธีสถิติเชิงพรรณนาในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการส่งเสริมด้านการเงิน (Financial incentive) แก่กลุ่มเป้าหมาย ที่เป็นปัจจัยส่งเสริมให้ผู้ขับรถเปลี่ยนไปเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะมากขึ้นแทนการขึ้นน้ำมัน หรือเพิ่มราคาน้ำมัน นอกจากนี้ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการที่ผู้เดินทางมีที่พักอยู่ใกล้ที่ทำงานนั้น มีแนวโน้มที่ผู้เดินทางเหล่านั้นจะเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทางอื่น แทนการใช้รถยนต์ส่วนตัว

Steg, Vlek และ Slotegraaf (2001) ศึกษาปัจจัยทางจิตวิทยาซึ่งได้แก่ แรงผลักดันความรู้สึกในเชิงสัญลักษณ์ (Symbolic-affective motive) ซึ่งได้แก่ ความปรารถนาในการใช้รถ (The meaning of car use) การเปรียบเทียบทางสังคม (Social comparison) การแสดงความเป็นเอกลักษณ์ (The expression of self identity) ความปลอดภัย (Safety) และการพิจารณารถยนต์ด้วยความรู้สึก (The emotional function of the car) และแรงผลักดันอันเป็นผลมาจากประโยชน์แท้จริงที่ได้รับ (Instrumental-reasoned motive) ที่มีอิทธิพลต่อการเลือกใช้รถยนต์ส่วนตัว ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็น

เห็นว่าถ้าเป็นการตรวจสอบทัศนคติที่ไม่ต้องการคำตอบที่ชัดเจนมากนัก กลุ่มเป้าหมายมักจะแสดงทัศนคติในเชิงสัญลักษณ์ที่มีต่อการใช้รถยนต์ ขณะที่ถ้าต้องการคำตอบที่ชัดเจนมากขึ้นจากการตรวจสอบทัศนคติ กลุ่มเป้าหมายจะพิจารณารายละเอียดในมุมมองที่เป็นปัจจัยทางกายภาพและพิจารณาประโยชน์ที่แท้จริงที่น่าจะได้รับจากการใช้รถยนต์แทน ซึ่งจากการทบทวนบทความที่เกี่ยวข้องพบว่างานวิจัยนี้มีเนื้อหาที่ครอบคลุมเนื้อหาของงานวิจัยอื่นๆ ในการตรวจสอบทัศนคติของผู้เดินทางในแง่มุมต่างๆ ก่อนข้างครบถ้วน และผู้วิจัยได้นำมาใช้เป็นหลักในการอ้างอิงในการออกแบบแบบสอบถามสำหรับขั้นตอนการสำรวจข้อมูลดังจะได้กล่าวถึงโดยละเอียดในบทที่ 2 และ 3

Viegas (2001) นำเสนอหลักการและกรอบแนวคิดสำหรับการทำให้มาตรการเก็บค่าผ่านทาง (Road pricing) ประสบความสำเร็จในการนำไปประยุกต์ใช้ Viegas กล่าวว่าทำให้มาตรการดังกล่าวประสบความสำเร็จในการประยุกต์ใช้นั้น จะต้องเปลี่ยนมุมมองของผู้วางแผนจากแนวคิดทางเศรษฐศาสตร์ไปสู่แนวคิดทางสังคมและการเมือง ทั้งนี้เนื่องจากมาตรการดังกล่าวจะประสบความสำเร็จได้นั้น ขึ้นอยู่กับการสนับสนุนจากสององค์ประกอบสำคัญนั่นคือ คนในชุมชน และการเมือง ดังนั้นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการประยุกต์ใช้มาตรการดังกล่าวก็คือ ความเสมอภาค (Equity) การยอมรับ (Acceptability) ความเท่าเทียมกัน (Fairness) ประกอบเข้ากับประสิทธิภาพ (Efficiency) ของตัวมาตรการด้วย

Garling, T., Garling, A., และ Johansson (2000) ตรวจสอบทัศนคติของครัวเรือนที่มีต่อมาตรการควบคุมการเดินทาง (Travel demand management, TDM) ด้วยเทคนิคการสัมภาษณ์ด้วยแบบสอบถาม การศึกษานี้ใช้วิธีสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับข้อมูลที่ตรวจสอบจากกลุ่มเป้าหมายนั้น ได้แก่ สถานะทางเศรษฐกิจและสังคม (Socio-demographic data) และข้อมูลการเดินทางทั่วไป

Thorpe, Hills และ Jaensirisak (2000) นำเสนอกรณีศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติของกลุ่มเป้าหมายสองกลุ่ม ซึ่งได้แก่ กลุ่มตัวอย่างในเมืองเคมบริดจ์ และเมืองนิวกาสเซิล ที่มีต่อมาตรการ TDM โดยมุ่งเน้นศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ถึงประสิทธิภาพของมาตรการ TDM (Perceived effectiveness) ของกลุ่มเป้าหมาย และการยอมรับของชุมชน (Public acceptance) ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลสำคัญต่อความสำเร็จในการประยุกต์ใช้มาตรการ TDM คือทัศนคติของคนในชุมชน และการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานในเรื่องของการเดินทางให้กับคนในชุมชน

Tertoolen, Kreveld และ Verstraten (1998) ศึกษาปัจจัยทางจิตวิทยาที่ส่งผลต่อการต่อต้านความพยายามของภาครัฐที่ต้องการลดปริมาณการใช้รถยนต์ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจด้วยแบบสอบถามถูกนำมาวิเคราะห์ด้วย Regression analysis method ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยทางจิตวิทยามีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อการเกิดแรงต่อต้านมาตรการจำกัดการใช้รถยนต์ ไม่ว่าจะเป็นความเป็น

ส่วนตัวในการเดินทาง และความสะดวกในการเดินทาง เนื่องจากความรู้สึกที่ได้จากการเดินทางด้วยรถยนต์นั้น สามารถเชื่อมโยงไปสู่ทัศนคติเชิงบวกที่ได้รับจากความเป็นส่วนตัวในการเดินทาง และความสะดวกที่ได้รับจากการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนตัว

Vasconcellos (1997) นำเสนอแนวคิดในการวิเคราะห์ความต้องการใช้รถยนต์ส่วนตัวในประเทศกำลังพัฒนา โดยกล่าวว่าแนวทางดั้งเดิมที่ระบุว่าการใช้รถยนต์ส่วนตัวของคนในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนานั้นเป็นผลมาจากปัจจัยทางมนุษยวิทยา (Anthropology) การเมือง (Politic) จิตวิทยา (Psychology) และเศรษฐศาสตร์ (Economic) นั้นไม่เพียงพอ Vasconcellos กล่าวว่าความต้องการใช้รถยนต์ส่วนตัวของคนในประเทศกำลังพัฒนานั้นต้องทำการวิเคราะห์ด้วยแนวทางสังคมจิตวิทยา (Sociological approach) ที่พิจารณาไปที่ปัจจัยสำคัญ 3 ประการคือ หนึ่ง โครงสร้างของเมือง (Urban structure) ในมุมมองทางสังคม เศรษฐกิจ และการเมือง สอง เศรษฐศาสตร์ (Economic) และสาม นโยบายด้านขนส่งของภาครัฐ (Transportation policies)

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาทัศนคติของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อมาตรการ TDM และมาตรการเก็บเงินค่าผ่านเข้าใช้ถนนตามที่นำเสนอข้างต้นพบว่า มีปัจจัยพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เดินทางที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งได้แก่ ทัศนคติของผู้เดินทาง ไม่ว่าจะเป็น ทัศนคติของครอบครัวและสังคมที่มีต่อบุคคล ความเสมอภาค การจำกัดสิทธิเสรีภาพ และความเท่าเทียมกัน การรับรู้ถึงประสิทธิภาพของมาตรการ และการตระหนักถึงปัญหาจราจรที่เกิดขึ้น เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยทางจิตวิทยา และเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับของคนในชุมชนที่มีต่อมาตรการ TDM และมาตรการเก็บเงินค่าผ่านเข้าใช้ถนนทั้งสิ้น ในหัวข้อต่อไป จะเป็นการนำเสนอหลักการและแนวคิดของการนำเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้างมาประยุกต์ใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทัศนคติและตัวแปรเชิงจิตวิทยา และสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยนี้

## 2.2. การศึกษาพฤติกรรมการเดินทางโดยวิธีแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง (Structural Equation Modeling, SEM)

### 2.2.1. แบบจำลองสมการเชิงโครงสร้างและการวิเคราะห์พฤติกรรมการเดินทาง

#### 2.2.1.1. ความเป็นมาของแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในลักษณะเชิงโครงสร้าง มีจุดเริ่มต้นย้อนหลังกลับไปถึงประมาณต้น ค.ศ. 1900 เมื่อ Spearman ได้พัฒนาวิธีการวิเคราะห์ที่ถือได้ว่าเป็นต้นแบบของการวิเคราะห์องค์ประกอบในปัจจุบัน และถือได้ว่าเป็นบุคคลแรกที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงและตัวแปรโครงสร้างในปี ค.ศ. 1904 (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2543; Golob, 2003) จากนั้น

ในปี ค.ศ. 1918 Sewall Wright เป็นบุคคลแรกที่ทำการศึกษาวิเคราะห์แบบจำลองเชิงสาเหตุ และพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ซึ่งเป็นต้นแบบของการวิเคราะห์อิทธิพล (Path Analysis) ซึ่งถือได้ว่าเป็นรากฐานของวิธีการวิเคราะห์ SEM ในเวลาต่อมา (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2543; Kline, 1998; Golob, 2003)

ระหว่างทศวรรษ 1960 และต้นทศวรรษ 1970 นักสังคมวิทยานำโดย Blalock (1961) Boudon (1965) และ Duncan (1966) ค้นพบศักยภาพของของการวิเคราะห์อิทธิพลและการวิเคราะห์ความสัมพันธ์บางส่วน (Partial Correlation Method) จากนั้นระหว่างทศวรรษ 1960 แบบจำลองที่ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝง (Latent Variables) ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้จากความแปรปรวนร่วม (Covariance) ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่ต้องการศึกษาได้ถูกคิดค้นขึ้นโดยนักสังคมวิทยาโดยผลการศึกษาที่สำคัญเป็นของ Blalock (1963) แบบจำลองเหล่านี้เป็นรูปแบบการวิเคราะห์โดยตรงที่นำไปสู่ SEM ยุคแรกๆที่พัฒนาขึ้นโดย Joreskog (1970, 1973) Keesling (1972) และ Wiley (1973) (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2543; Golob, 2003)

จากการทำงานของ Lawley (1940) Anderson และ Rubin (1956) และ Joreskog (1967, 1969) นำไปสู่การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ Maximum Likelihood ซึ่งเป็นวิธีประมาณค่าที่สำคัญสำหรับการวิเคราะห์เพื่อยืนยันองค์ประกอบ (Confirmatory Factor Analysis) และเป็นวิธีวิเคราะห์ที่ใช้ร่วมกับการวิเคราะห์อิทธิพลในแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2543; Kline, 1998; Golob, 2003) แบบจำลองสมการเชิงโครงสร้างยุคใหม่นั้น เป็นที่รู้จักกันในชื่อของแบบจำลอง Joreskog-Keesling-Wiley (JKW model) และเริ่มได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายหลังจากโปรแกรมที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ SEM โดยตรงได้ถูกการพัฒนาขึ้นโดย Joreskog และ Sorbom ในระหว่างปี ค.ศ. 1967-1979

จากที่กล่าวมาในตอนต้น จะเห็นได้ว่า SEM เป็นผลผลิตของการสังเคราะห์วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลหลัก 3 วิธี ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) การวิเคราะห์อิทธิพล (Path Analysis) และวิธีการประมาณค่าความแปรปรวนร่วม (General Covariance Estimation Method) (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2543; Kline, 1998; Golob, 2003) เนื่องจาก SEM แสดงโครงสร้างในรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linear Structural Equation Model) ด้วยเหตุนี้ SEM จึงมีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าแบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น (Linear Structural Relationship Model, LISREL) และเนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอยู่ในรูปของความแปรปรวนร่วม และหลักการสำคัญของการวิเคราะห์นั้นเป็นการนำเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรที่ได้จากข้อมูลเชิงประจักษ์ และจากแบบจำลองตามสมมติฐานมาเปรียบเทียบกัน SEM จึงมีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าแบบจำลองโครงสร้างความแปรปรวนร่วม (Covariance Structural Model)

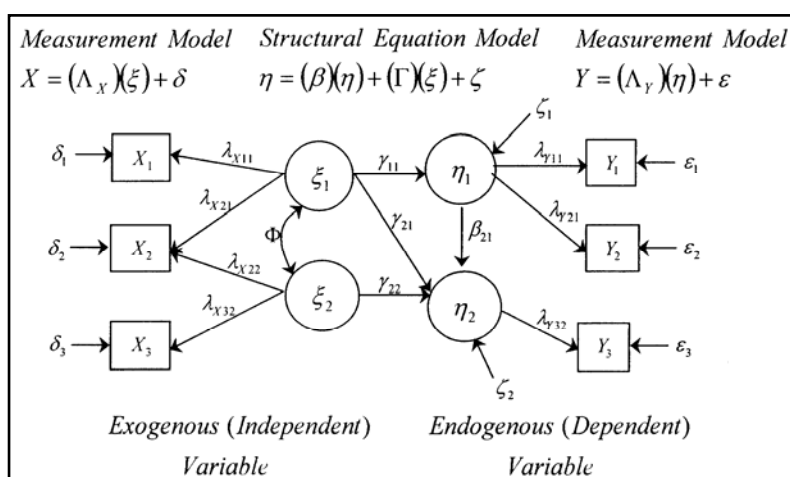
ปัจจุบันแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้างเข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากและถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ จิตวิทยา พฤติกรรมศาสตร์ สังคมศาสตร์



วิทยาศาสตร์ชีวภาพ การวิจัยทางการศึกษา รัฐศาสตร์ และการวิจัยทางการตลาด (Golob, 2003) เนื่องจากการวิจัยเชิงปริมาณในสาขาเหล่านี้ ส่วนมากเป็นการศึกษาความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นระหว่างตัวแปร โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์นั้นประกอบด้วยตัวแปรเป็นจำนวนมาก ซึ่งวิธีการทางสถิติทั่วไปก็สามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านี้ได้ แต่ต้องมีการกำหนดสมมติฐานประกอบการวิเคราะห์ และส่วนมากข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์นั้นมักจะไม่สามารถคล้องกับสมมติฐานทางสถิติดังกล่าว การนำ SEM มาประยุกต์ใช้ได้รับการยอมรับจากนักวิจัยเชิงสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ว่าสามารถลดข้อจำกัดลงได้ และมีความเหมาะสมสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยที่มีการกำหนดแบบจำลองให้วิเคราะห์ในเชิงสาเหตุ มีตัวแปรแฝงที่มีตัวแปรสังเกตได้หลายตัว มีความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรเหล่านั้น และมีความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลาดเคลื่อน (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2543)

### 2.2.1.2. องค์ประกอบของแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง

แบบจำลองสมการเชิงโครงสร้างมีองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบของแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง

จากรูปที่ 2.1 เป็นตัวอย่างของแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้างที่มีองค์ประกอบเต็มรูปแบบ ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรภายนอก (Exogenous Variables) และตัวแปรภายใน (Endogenous Variable) ทั้งตัวแปรภายนอกและตัวแปรภายในจะประกอบด้วยตัวแปรแฝง (Latent Variable) และตัวแปรสังเกตได้ (Observed Variable) โดยตัวแปรแฝงจะไม่สามารถวัดค่าได้ในตัวมันเอง แต่จะวัดค่าได้จากตัวแปรสังเกตได้ที่เป็นองค์ประกอบของแต่ละตัวแปรแฝงนั้นๆ

ในแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้างเต็มรูปแบบจะประกอบด้วยแบบจำลองย่อยที่สำคัญ 2 แบบจำลอง ได้แก่ แบบจำลองการวัด (Measurement Model) และแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง

(Structural Model) โดยแบบจำลองการวัดจะมีทั้งแบบจำลองการวัดสำหรับตัวแปรภายนอก (Exogenous Measurement Model) และแบบจำลองการวัดสำหรับตัวแปรภายใน (Endogenous Measurement Model) โดยจากภาพที่ 1 สามารถแสดงความสัมพันธ์ของแบบจำลองในรูปแบบของสมการเมทริกซ์ได้ดังต่อไปนี้

แบบจำลองการวัดสำหรับตัวแปรภายนอก

$$X = \Lambda_X \xi + \delta \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{X11} & 0 \\ \lambda_{X21} & \lambda_{X22} \\ 0 & \lambda_{X32} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$X_1 = \lambda_{X11}\xi_1 + \delta_1 \quad (3)$$

$$X_2 = \lambda_{X21}\xi_1 + \lambda_{X22}\xi_2 + \delta_2 \quad (4)$$

$$X_3 = \lambda_{X32}\xi_2 + \delta_3 \quad (5)$$

แบบจำลองการวัดสำหรับตัวแปรภายใน

$$Y = \Lambda_Y \eta + \varepsilon \quad (6)$$

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{Y11} & 0 \\ \lambda_{Y21} & 0 \\ 0 & \lambda_{Y32} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$Y_1 = \lambda_{Y11}\eta_1 + \varepsilon_1 \quad (8)$$

$$Y_2 = \lambda_{Y21}\eta_1 + \varepsilon_2 \quad (9)$$

$$Y_3 = \lambda_{Y32}\eta_2 + \varepsilon_3 \quad (10)$$

แบบจำลองสมการโครงสร้าง

$$\eta = \beta\eta + \Gamma\xi + \zeta \quad (11)$$

$$\begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \beta_{21} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} & 0 \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \zeta_1 \\ \zeta_2 \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$\eta_1 = \gamma_{11}\xi_1 + \zeta_1 \quad (13)$$

$$\eta_2 = \beta_{21}\eta_1 + \gamma_{21}\xi_1 + \gamma_{22}\xi_2 + \zeta_2 \quad (14)$$

โดยที่

$X$  = เวกเตอร์ตัวแปรภายนอกสังเกตได้

$Y$  = เวกเตอร์ตัวแปรภายในสังเกตได้

$\xi$  = เวกเตอร์ตัวแปรภายนอกแฝง

$\eta$  = เวกเตอร์ตัวแปรภายในแฝง

- $\delta$  = เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปร X  
 $\varepsilon$  = เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปร Y  
 $\zeta$  = เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อน z ของตัวแปร  $\eta$   
 $\Lambda_X$  = เมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของ X บน  $\xi$   
 $\Lambda_Y$  = เมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของ Y บน  $\eta$   
 $\Gamma$  = เมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจาก  $\xi$  ไป  $\eta$   
 $\beta$  = เมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่าง  $\eta$   
 $\Phi$  = เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง  $\xi$

### 2.2.1.3. ประเภทของแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง

Joreskog และ Sorbom (1989) ได้แบ่งแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้างออกเป็นแบบจำลองย่อยได้ 3 กลุ่ม ได้แก่

#### 1. Measurement Model and Confirmatory Factor Analysis Models

แบบจำลองกลุ่มนี้ประกอบด้วยตัวแปรภายนอกแฝง และตัวแปรภายนอกสังเกตได้ แต่ไม่มีตัวแปรภายใน เขียนในรูปสมการได้ดังต่อไปนี้

$$X = \Lambda_X \xi + \delta \quad (15)$$

แบบจำลองกลุ่มนี้แบ่งออกได้เป็น 3 แบบ ได้แก่ (1) Congeneric Measurement Models (2) Confirmatory Factor Analysis Models และ (3) Multitrait-Multimethod Models

#### 2. Causal Structural Models

แบบจำลองกลุ่มนี้ประกอบด้วยแบบจำลองความสัมพันธ์ทั้งแบบที่มีและไม่มี ความคลาดเคลื่อนในการวัด แบบจำลองที่ไม่มี ความคลาดเคลื่อนในการวัดจะประกอบขึ้นด้วยตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมด โดยไม่มีตัวแปรแฝง เขียนรูปสมการได้ดังต่อไปนี้

$$Y = \beta Y + \Gamma X + \zeta \quad (16)$$

สำหรับกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด แบบจำลองกลุ่มนี้จะมียุคประกอบทุกอย่างเหมือนแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้างเต็มรูปแบบ และมีสมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

เหมือนกับที่แสดงไว้ในสมการที่ (1) (6) และ (11) แบบจำลองกลุ่มนี้ยังแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ ได้แก่ (1) Regression Models and ANOVA Models (2) Path Analysis และ (3) Multiple Indicators and Multiple Causes Models หรือ MIMIC Models

### 3. Non Observable Exogenous Variable Models

แบบจำลองกลุ่มนี้ประกอบด้วยตัวแปรภายนอกแฝง ตัวแปรภายในแฝง และตัวแปรภายในสังเกตได้เป็นองค์ประกอบ หรือในบางกรณีอาจไม่มีตัวแปรภายนอกแฝงก็ได้ เขียนสมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ดังนี้

$$Y = \Lambda_Y \eta + \varepsilon \quad (17)$$

$$\eta = \beta \eta + \Gamma \xi + \zeta \quad (18)$$

แบบจำลองกลุ่มนี้ยังแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มย่อย ได้แก่ (1) Second Order Factor Analysis (2) Two-Wave Models และ (3) Simplex Models

อย่างไรก็ดี Kline (1998) ได้จัดประเภทของ SEM ออกเป็นหมวดหมู่กว้างๆ ได้แก่ Path Analysis Confirmatory Factor Analysis และ Hybrid Model แต่รูปแบบและองค์ประกอบของแบบจำลองแต่ละประเภท พบว่ามีลักษณะที่เหมือนคล้ายกับของ Joreskog และ Sorbom (1989)

#### 2.2.1.4. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่ได้จากการวิเคราะห์นั้น ส่วนใหญ่จะเป็นการตรวจสอบเพื่อการพัฒนาแบบจำลอง ซึ่งแบ่งการทดสอบเป็น 3 ขั้นตอน (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2544; Kline, 1998) ได้แก่

##### 1. การตรวจสอบผลการประมาณค่าพารามิเตอร์

เพื่อตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ มีขนาดและเครื่องหมายสมเหตุสมผล และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยหรือไม่ รวมทั้งการตรวจสอบสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R-square) เพื่อตรวจสอบความตรงของแบบจำลอง

##### 2. การตรวจสอบความกลมกลืนโดยรวมของแบบจำลอง (Overall fit)

เพื่อตรวจสอบว่าแบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นตามสมมติฐานงานวิจัยนั้น มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากน้อยเพียงใด ค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบเรียกว่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน ได้แก่ ค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi-square,  $\chi^2$ ) ค่า  $\chi^2 / df$  Goodness of fit index (GFI)

Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) Root mean square residual (RMR) Root mean square error of approximation (RMSEA) และ Q-plot

### 3. การประเมินระดับความกลมกลืนในรายละเอียด

ขั้นตอนนี้จะดำเนินการภายหลังจากการตรวจสอบความกลมกลืน โดยรวมทั้งหมดของแบบจำลองเสร็จสิ้นแล้ว และให้ผลว่าแบบจำลองตามสมมติฐานการวิจัยสอดคล้องกับข้อมูลที่วิเคราะห์ วิธีการที่ใช้คือ การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน (Residual Analysis) และ Model Modification Index

สำหรับคำอธิบายของค่าสถิติที่ใช้สำหรับตรวจสอบแบบจำลอง SEM โดยทั่วไปประกอบด้วย

1. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและสหสัมพันธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Standard errors and correlations of estimations) ถ้าค่าประมาณที่ได้ไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีขนาดใหญ่ และแบบจำลองยังไม่มีดี

2. สหสัมพันธ์พหุคูณและสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (Multiple correlations and coefficients of determination) ค่าสถิตินี้ควรมีค่าสูงสุดไม่เกิน 1 และค่าที่สูงหมายความว่าแบบจำลองที่ได้จากการวิเคราะห์มีความตรง

3. ค่าสถิติไคสแควร์ (Chi-square statistics) เป็นค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานทางสถิติที่ว่าฟังก์ชัน ความกลมกลืนมีค่าเป็นศูนย์ ถ้าไคสแควร์มีค่าสูงมาก แสดงว่าฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งหมายความว่า แบบจำลองไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ถ้าค่าไคสแควร์ต่ำมาก ยังมีค่าใกล้เคียงศูนย์มากเท่าไร แสดงว่าแบบจำลองมีความกลมกลืนกับข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ถ้าค่าไคสแควร์มีค่าสูงเมื่อเทียบกับค่าองศาอิสระ จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนจำลองแล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลใหม่ ค่าไคสแควร์ที่ได้จากการวิเคราะห์ครั้งใหม่จะมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ก่อนหน้านี้ แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองที่ได้จากการวิเคราะห์ครั้งหลังนี้มีความสอดคล้องกับข้อมูลที่วิเคราะห์มากขึ้น โดยทั่วไปแบบจำลองสมมติฐานที่มีความกลมกลืนกับข้อมูล ค่าไคสแควร์ควรมีค่าใกล้เคียงกับค่าองศาอิสระ (Golob, 2003; Saris และ Stronkhorst, 1984)

4. ค่าสัดส่วน  $\chi^2 / df$  เนื่องจากเมื่อจำนวนตัวอย่างมาก ผลการวิเคราะห์ SEM จะให้ค่าไคสแควร์ที่สูงกว่ากรณีการวิเคราะห์ที่มีจำนวนตัวอย่างน้อยกว่า เพื่อแก้ไขความไวของค่าไคสแควร์ ซึ่งเป็นผลมาจากจำนวนตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ จึงมีผู้เสนอให้ใช้ค่าสัดส่วนระหว่างค่าไคสแควร์และค่าองศาอิสระ ( $\chi^2 / df$ ) มาใช้ประกอบการพิจารณาแบบจำลองควบคู่ไปกับค่าไคสแควร์ โดยทั่วไปค่าสัดส่วน  $\chi^2 / df$  ที่น้อยกว่า 3 ถืออยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (Kline, 1998)

5. ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of fit index, GFI) ค่าดัชนีจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1 และเป็นค่าที่ไม่เกี่ยวข้องกับขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ดัชนี GFI ที่มีค่าเข้าใกล้ 1.00 หมายความว่าแบบจำลองมีความกลมกลืนกับข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยทั่วไป ค่า GFI ที่มากกว่า 0.90 ขึ้นไปถือว่าเป็นค่าที่ยอมรับได้ (Kline, 1998)

6. ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted goodness of fit index, AGFI) คือการนำค่าองศาอิสระ จำนวนตัวแปร และขนาดของกลุ่มตัวอย่างมาปรับแก้ค่า GFI ค่าดัชนี AGFI จะมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับดัชนี GFI

7. ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของเศษเหลือ (Root mean square residual, RMR) เป็นค่าที่บอกขนาดของส่วนที่เหลือโดยเฉลี่ยจากการเปรียบเทียบระดับความกลมกลืนของแบบจำลองสองแบบจำลองกับข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ ค่าดัชนี RMR ยิ่งเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่าแบบจำลองมีความกลมกลืนกับข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยทั่วไปดัชนี RMR ที่น้อยกว่า 0.10 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (Kline, 1998)

8. Q-plot เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าควอนไทล์ปกติ (Normal quantiles) ถ้าได้เส้นกราฟมีความชันมากกว่าเส้นทแยงมุมอันเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ หมายความว่าแบบจำลองดังกล่าวมีความกลมกลืนกับข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

9. ดัชนีดัดแปรแบบจำลอง (Model modification indices) เป็นค่าสถิติเฉพาะสำหรับพารามิเตอร์แต่ละตัว โดยมีค่าเท่ากับค่าไคสแควร์ที่จะลดลงเมื่อกำหนดให้พารามิเตอร์ที่สอดคล้องกับค่าไคสแควร์นั้นเป็นพารามิเตอร์อิสระ หรือมีการผ่อนคลายข้อกำหนดเงื่อนไขบังคับของพารามิเตอร์นั้น ค่าดัชนีดัดแปรแบบจำลองนี้เป็นประโยชน์มากสำหรับการตัดสินใจปรับเปลี่ยนแบบจำลองให้มีความกลมกลืนกับข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์มากขึ้น

10. Comparative fit index (CFI) เป็นดัชนีที่ใช้เปรียบเทียบแบบจำลองการวิจัยว่ามีความกลมกลืนสูงกว่าแบบจำลองอิสระมากน้อยเพียงใด โดยทั่วไปค่า CFI ที่มากกว่า 0.94 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (Hu and Bentler, 1999)

11. ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (Root mean square error of approximation, RMSEA) เป็นดัชนีที่พัฒนามาจากค่าฟังก์ชันความแตกต่างประชากร (Population discrepancy function, PDF) เนื่องจากเมื่อเพิ่มจำนวนพารามิเตอร์อิสระ ค่าสถิติดังกล่าวจะมีค่าลดลง เพราะค่าสถิตินี้มีค่าขึ้นอยู่กับองศาอิสระ โดยทั่วไปค่า RMSEA ที่น้อยกว่า 0.07 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (Hu and Bentler, 1999)

#### 2.2.1.5. SEM กับงานวิจัยด้านขนส่งและการจราจร

SEM ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยด้านขนส่งและจราจรอย่างกว้างขวาง งานวิจัยด้านพฤติกรรมกรขนส่งเป็นจำนวนมากนำหลักการของ SEM มาประยุกต์ใช้ งานวิจัยแรกสุดที่พบว่ามี

การนำ SEM มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาพฤติกรรมการเดินทางได้แก่ งานวิจัยของ Den Boon (1980) ที่พัฒนาแบบจำลองเพื่ออธิบายการมีรถยนต์ไว้ในครอบครองและพฤติกรรมการใช้รถยนต์ Golob (2003) ได้ทำการศึกษาและรวบรวมงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและสรุปตามประเภทของงานวิจัยได้ดังต่อไปนี้

#### 1. Travel Demand Modeling Using Cross-sectional Data

เป็นการนำ SEM มาประยุกต์ในการพัฒนาแบบจำลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการใช้รถยนต์และการมีรถยนต์ไว้ในครอบครอง ข้อมูลระยะทางที่ใช้ในการเดินทางและการมีรถยนต์ไว้ในครอบครองสามารถวิเคราะห์พร้อมกันได้ ในครั้งเดียวแทนการวิเคราะห์ทีละขั้นตอน

#### 2. Dynamic Travel Demand Modeling

การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีลักษณะต่อเนื่องของอนุกรมเวลาสามารถวิเคราะห์ได้ด้วย SEM ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์และความสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนสามารถระบุได้โดยอัตโนมัติด้วยการวิเคราะห์ด้วยวิธีดังกล่าว

#### 3. Activity-Based Travel Demand Modeling

SEM สามารถวิเคราะห์ข้อมูลการเดินทางและกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการเดินทางได้โดยหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นโดยตรงระหว่างความหนาแน่นประชากรในพื้นที่ที่ต้องการศึกษาและความต้องการเดินทางไปยังพื้นที่นั้นๆ ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเดินทางและพื้นที่ดึงดูดการเดินทางอื่นๆ นอกเหนือจากพื้นที่ที่ต้องการศึกษา และผลต่อเนื่องของเวลาในการเดินทางที่มีต่อเวลาที่ใช้ทำกิจกรรมในพื้นที่

#### 4. Attitudes, Perceptions and Hypothetical Choices

ความได้เปรียบของ SEM คือ สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้เดินทาง และสามารถวิเคราะห์ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ซับซ้อนได้ชัดเจนกว่าการวิเคราะห์ทีละขั้นตอน

#### 5. Organizational Behavior and Values

Golob และ Regan (2000) นำ SEM มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เพื่อประเมินนโยบายแก้ไขปัญหาความแออัดปริมาณรถบรรทุกของผู้ประกอบการขนส่งสินค้า โดยนำปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการขนส่งมาวิเคราะห์ร่วมกับทัศนคติของผู้ประกอบการ รวมถึงวิเคราะห์ข้ามระหว่างกลุ่มผู้ประกอบการด้วย

#### 6. Driver Behavior

พฤติกรรมของผู้ขับขี่เป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจและนำมาวิเคราะห์ด้วย SEM มากขึ้นในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของอุบัติเหตุ ทั้งนี้เนื่องจาก SEM สามารถแสดงความสัมพันธ์

ทั้งทางตรงและทางอ้อมของปัจจัยที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุ ทำให้มิติของการวิเคราะห์เรื่องอุบัติเหตุกว้างขึ้นและวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุได้ชัดเจนขึ้น

#### 2.2.1.6. ข้อได้เปรียบของ SEM

ข้อได้เปรียบของการวิเคราะห์ด้วย SEM ที่เห็นได้ชัดเจนได้แก่ การที่ SEM มีแบบจำลองการวัด (Measurement Model) สำหรับประมาณค่าตัวแปรแฝงจากตัวแปรสังเกตได้ที่เป็นองค์ประกอบของตัวแปรแฝงนั้น แล้วใช้ค่าตัวแปรแฝงดังกล่าวไปวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยหลักการนี้ทำให้ SEM สามารถแก้ปัญหาการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการวัดค่าตัวแปรลงได้

ข้อได้เปรียบอีกประการหนึ่งคือ ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Regression Analysis หรือ Path Analysis นั้น ผู้วิเคราะห์จะต้องตรวจสอบข้อมูลว่ามีความสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติหรือไม่ ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายข้อ และในการศึกษาทาง สังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์นั้นข้อมูลส่วนใหญ่ก็มักจะไม่เป็นไปตามเงื่อนไขเบื้องต้นทางสถิติ โดยเฉพาะข้อกำหนดที่ว่าความคลาดเคลื่อนของตัวแปรต้องไม่มีความสัมพันธ์กัน และการกำหนดว่าการวัดค่าตัวแปรจะต้องไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด แต่การวิเคราะห์ด้วย SEM สามารถผ่อนปรนเงื่อนไขดังกล่าวลงได้ ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลสะดวกขึ้น สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่มีลักษณะหลากหลายมากขึ้น ทำให้ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้องมากกว่าการวิเคราะห์ข้อมูลแบบเดิม

ข้อได้เปรียบที่เห็นได้ชัดของ SEM เหนือการวิเคราะห์แบบอื่นๆ ก็คือ การที่ SEM สามารถวิเคราะห์แบบจำลองสมมติฐานที่ประกอบด้วยตัวแปรแฝงที่มีตัวแปรสังเกตได้หลายตัว ทั้งนี้เนื่องจาก SEM สามารถวิเคราะห์ตัวแปรได้พร้อมกันหลายตัวแปรในคราวเดียวกัน จึงช่วยให้สามารถหาความสัมพันธ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมระหว่างตัวแปรต่างๆ ในแบบจำลองได้ ขณะที่การวิเคราะห์แบบเดิมไม่สามารถทำได้เนื่องจากต้องทำการวิเคราะห์ทีละขั้นตอนในกรณีที่ต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลายตัว

#### 2.2.1.7. บทสรุป

จากที่กล่าวมาข้างต้น ในมุมมองหนึ่ง SEM อาจเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักวิจัยสามารถหาคำตอบจากการวิเคราะห์ข้อมูลได้หลากหลายมากขึ้น วิเคราะห์ข้อมูลได้สะดวกขึ้น และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ได้ลึกซึ้งขึ้น ขณะเดียวกัน SEM ก็เหมือนวิธีการทางสถิติแบบอื่นๆ ที่ต้องอาศัยความรู้ของผู้วิจัยในการกำหนดรูปแบบของแบบจำลองสมมติฐานที่ถูกต้องตามทฤษฎี และการตัดสินใจของผู้วิจัยโดยอ้างอิงกับทฤษฎีและหลักของเหตุและผลเป็นสำคัญ จึงจะได้ผลลัพธ์การวิจัยที่น่าเชื่อถือและถูกต้อง ทั้งนี้ผู้วิจัยต้องระลึกไว้เสมอว่าการที่แบบจำลองสอดคล้องกับข้อมูลนั้นมีได้หมายความว่าแบบจำลองสมมติฐานที่เรากำหนดนั้นถูกต้องเสมอไป ในกรณีนี้ SEM บอกได้เพียงว่าแบบจำลองนั้นไม่ผิด แต่ไม่ได้หมายความว่าแบบจำลองนั้นเป็นแบบจำลองที่



ถูก ทั้งนี้การจะกล่าวว่าแบบจำลองนั้นถูกหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับว่าแบบจำลองนั้นถูกสร้างขึ้นมาจาก มีทฤษฎีรองรับ หรือมีทฤษฎีที่มาสนับสนุนรูปแบบโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรใน แบบจำลองนั้นๆ เพียงพอและเป็นทฤษฎีที่มีความเหมาะสมหรือไม่

### 2.2.2. การทบทวนงานวิจัยที่ใช้หลักการ SEM มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมการเดินทาง

จากที่นำเสนอในหัวข้อ 2.1 พบว่า การศึกษาทัศนคติของผู้ที่เกี่ยวข้อง (ผู้เดินทาง และคนในพื้นที่) ต่อมาตรการ TDM นั้น ส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาด้วยวิธีการทางสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistic) การวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุ (Multivariate analysis) การวิเคราะห์กำลังสองน้อยที่สุด (Least square method) และ การวิเคราะห์พฤติกรรมทางเลือก (Discrete choice analysis) แนวทางดังกล่าวมีข้อดีหลายประการ ไม่ว่าจะเป็น ความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูล การอธิบายผลลัพธ์ที่ได้ และการออกแบบเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล เป็นต้น แต่อย่างไรก็ดีแนวทางดังกล่าวไม่สามารถวิเคราะห์ตัวแปรทางทัศนคติและจิตวิทยาได้ดีนักซึ่งส่วนมากตัวแปรเหล่านี้มักจะอยู่ในรูปของตัวแปรเชิงคุณภาพ (Qualitative variables) โดยตัวแปรเหล่านี้ไม่สามารถวัดค่า หรือสังเกตได้โดยตรงเหมือนข้อมูลการเดินทางต่างๆ ไป เช่น เวลาในการเดินทาง หรือค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ฯลฯ ทั้งนี้ปัจจัยต่างๆ ที่ผ่านเข้ามาในการรับรู้ของผู้เดินทาง (Travelers' perception) จะส่งผลโดยตรงต่อทัศนคติและพฤติกรรมของผู้เดินทางในเรื่องของการยอมรับ (Acceptability) และความตั้งใจ (Intention) ที่จะตอบสนองต่อเหตุการณ์หรือทางเลือกในรูปแบบที่แตกต่างกันไป (Fishbein and Ajzen, 1975; Ajzen, 1985) โดยปัจจัยเหล่านี้มักจะอยู่ในรูปของปัจจัยแฝง (Jang, 2003; Nerhagen, 2000; RDC Inc., 1995) ด้วยเหตุนี้ วิธีวิเคราะห์ดังกล่าวจึงไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้อธิบายพฤติกรรมการเดินทางของมนุษย์ได้ละเอียดมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากข้อจำกัดของวิธีการวิเคราะห์ที่ไม่สามารถสะท้อนความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ กับพฤติกรรมการเดินทางได้อย่างครบถ้วนและครอบคลุมปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ทำให้จำเป็นต้องตัดปัจจัยบางตัวออกไปจากการวิเคราะห์ ส่งผลให้ผลลัพธ์ที่ได้ขาดความน่าเชื่อถือ เนื่องจากขัดแย้งกับพฤติกรรม การรับรู้และตัดสินใจของมนุษย์ที่ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยแวดล้อมเป็นจำนวนมาก ก่อนที่จะประมวลผลและตัดสินใจแสดงออกเป็นพฤติกรรมต่างๆ

จากข้อจำกัดดังกล่าว การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อทัศนคติและพฤติกรรมการเดินทาง จึงต้องการวิธีวิเคราะห์ที่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้อย่างครอบคลุมแนวทางหนึ่งซึ่งนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการวิจัยเชิงสังคมศาสตร์ และพฤติกรรมศาสตร์ และเป็นวิธีที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีรูปแบบซับซ้อนได้เป็นอย่างดี ได้แก่ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ด้วยแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง (Structural Equation Model, SEM) หรือแบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น (Linear Structure

Relationship Model, LISREL) (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2544; Golob, 2001; Garling and Fujii, 1999; Mueller, 1996; Bollen, 1989; Joreskog and Sorbom, 1979)

จากการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า มีการนำการวิเคราะห์ด้วย SEM ไปประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาทัศนคติ การยอมรับ และพฤติกรรมของผู้เดินทางในแง่มุมต่างๆ อย่างกว้างขวาง Johansson et al. (2005) เป็นอีกผู้หนึ่งที่น่า SEM มาประยุกต์กับการวิเคราะห์พฤติกรรมทางเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยกำหนดให้ความปลอดภัย และความต้องการสิ่งแวดล้อมที่ดีเป็นตัวแปรวัดค่าได้ของตัวแปรแฝงเชิงพฤติกรรม และความสบายในการเดินทาง ความสะดวกในการเดินทาง และความคล่องตัวเป็นตัวแปรวัดค่าได้ของตัวแปรแฝงทัศนคติ ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการวิจัยนี้เป็นอีกหนึ่งตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่าตัวแปรแฝง หรือตัวแปรที่ไม่สามารถวัดค่าได้โดยตรง (Latent variable) นั้นสามารถเพิ่มความน่าเชื่อถือของการวิเคราะห์แบบจำลองพฤติกรรมทางเลือก (Discrete choice model) ได้เหนือกว่าการวิเคราะห์พฤติกรรมทางเลือกที่ใช้เพียงตัวแปรการเดินทาง และข้อมูลส่วนบุคคลเป็นองค์ประกอบของแบบจำลอง นอกจากนี้ยังพบว่า แบบจำลองการวัดของตัวแปรแฝงเชิงทัศนคตินั้นมีค่าความน่าเชื่อถือสูงกว่าของแบบจำลองการวัดของตัวแปรแฝงเชิงพฤติกรรม

Bamberg, Rölle และ Weber (2003) นำ SEM มาประยุกต์ในการวิเคราะห์พฤติกรรมทางเลือกเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางของผู้ใช้รถยนต์ส่วนตัวในกรณีที่มีการปรับปรุงคุณภาพการให้บริการระบบขนส่งสาธารณะ โดยอ้างอิงกับทฤษฎี TPB ผลการศึกษาพบว่า การปรับปรุงการให้บริการมีอิทธิพลต่อทัศนคติ บรรทัดฐานส่วนบุคคล และการรับรู้ถึงความจำเป็นที่ต้องควบคุมพฤติกรรมการเดินทาง ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นสาเหตุสำคัญของการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางของกลุ่มตัวอย่าง และผลลัพธ์ดังกล่าวยังสอดคล้องกับทฤษฎี TPB อีกด้วย

Jang (2003) นำหลักการ SEM ไปประยุกต์ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเดินทาง (Travel mode) การประกอบกิจกรรม (Activity) และแบบแผนของการเดินทาง (Travel patterns) จากผลการวิเคราะห์พบอิทธิพลที่มีนัยสำคัญของรูปแบบการเดินทางส่งไปถึงพฤติกรรมการเดินทาง ขณะที่การประกอบกิจกรรมพบว่ามีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการเดินทางน้อยกว่าอิทธิพลจากรูปแบบการเดินทาง

Rhodes และ Courneya (2003) เป็นอีกผู้หนึ่งที่น่า SEM ไปประยุกต์ในการศึกษาทฤษฎี TPB โดยทำการตรวจสอบสมมติฐานว่าด้วยความสำคัญของพฤติกรรมในอดีต (Past behavior) ว่าเป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อการแสดงออกและพฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งจากผลการศึกษาได้ยืนยันความถูกต้องของสมมติฐานดังกล่าว นอกจากนี้ยังได้เสนอเกณฑ์ที่ใช้สำหรับตรวจสอบการยอมรับแบบจำลองโดยแบบจำลองที่ผ่านเกณฑ์การยอมรับจะต้องมีค่าของตัวชี้วัด Comparative fit index (CFI) มากกว่า 0.94 และ Root mean square error of approximation (RMSEA) น้อยกว่า 0.07 (Hu and Bentler, 1999)

Taniguchi et al. (2003) ได้นำหลักการวิเคราะห์ด้วย SEM มาใช้ในการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยเชิงพฤติกรรมและจิตวิทยาที่เกิดจากผลที่ตามมาเนื่องจากการเดินทางที่มีต่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเดินทาง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลที่ชัดเจนของการรับรู้เกี่ยวกับการทำลายสิ่งแวดล้อมที่มีต่อความตั้งใจที่จะลดการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนตัวของกลุ่มเป้าหมาย

Gärling et al. (2001) ใช้ SEM ทดสอบสมมติฐานที่กล่าวไว้ว่าทัศนคติทางบวกที่มีต่อการขับรถ ซึ่งเป็นตัวแปรทางจิตวิทยานั้น นำไปสู่การเลือกที่จะเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนตัวบ่อยครั้งขึ้น หลักการวิเคราะห์ด้วย SEM ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์พฤติกรรมทางเลือก (Discrete choice analysis) ผลการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่ากลุ่มตัวอย่างเลือกที่จะขับรถบ่อยครั้งมากขึ้นเมื่อจุดหมายที่จะไปตั้งอยู่ในระยะที่สามารถเดินถึง ผลการศึกษายังยืนยันสมมติฐานที่กำหนดไว้ข้างต้นด้วย

Golob (2001) นำ SEM มาใช้ศึกษาอิทธิพลของพฤติกรรมการเดินทาง และปัจจัยทางจิตวิทยาซึ่งได้แก่ตัวแปรทัศนคติเกี่ยวกับการยอมรับ ความเสมอภาค และการรับรู้ถึงประสิทธิภาพของมาตรการเก็บเงินเพื่อลดความแออัดของการจราจร (Congestion pricing) ที่มีต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง ผลการวิเคราะห์พบว่าทัศนคติไม่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมทางเลือก ขณะที่พฤติกรรมเดินทางมีอิทธิพลต่อทัศนคติของกลุ่มตัวอย่าง

Simma และ Axhausen (2001a) นำ SEM มาใช้วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบพฤติกรรมเดินทางของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับอิทธิพลจากการดำเนินชีวิตในแต่ละวันในหนึ่งสัปดาห์ ผลการวิเคราะห์พบว่าพฤติกรรมเดินทางของแต่ละวันมีความสัมพันธ์กัน จากผลการวิจัยได้ข้อสรุปที่สำคัญคือ รูปแบบการเดินทางของกลุ่มตัวอย่างในช่วงสุดสัปดาห์กับระหว่างสัปดาห์นั้นมีความแตกต่างกัน และพบว่าตัวแปรสถานะทางเศรษฐกิจและสังคมมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมเดินทางของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้น้อยมาก

Simma และ Axhausen (2001b) ใช้ SEM ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต้น ซึ่งได้แก่จำนวนประชากรวัยเด็กในครัวเรือน อายุ เพศ สถานะการจ้างงาน และตำแหน่งของที่พำนักอาศัย ที่มีต่อตัวแปรตาม ซึ่งได้แก่การมีรถยนต์ไว้ในครอบครอง การเลือกเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนตัว การเลือกเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะ และการซื้อตั๋วเดินทาง โดยทำการเปรียบเทียบกันระหว่างผู้เดินทางในประเทศสวีเดน เยอรมัน และสหราชอาณาจักร ผลการศึกษาพบว่าตัวแปรมีอิทธิพลต่อการตกลงใจที่จะมีรถยนต์ไว้ในครอบครอง และการเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางทั้ง 3 กลุ่ม

Jakobsson et al. (2000) ศึกษาอิทธิพลของรายได้ ความคาดหวังให้คนอื่น ๆ ลดการใช้รถยนต์ส่วนตัว และความตั้งใจที่จะลดการใช้รถยนต์ส่วนตัว ที่มีต่อความเสมอภาค การถูกจำกัดเสรีภาพในการขับขี่ และการยอมรับมาตรการเก็บเงินค่าใช้ถนน โดยใช้ SEM ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร การศึกษานี้เลือกผู้ที่มีรถยนต์ไว้ในครอบครองเป็นกลุ่มเป้าหมาย และ

กำหนดให้เมืองหลวงของประเทศสวีเดนเป็นพื้นที่ศึกษา ผลการศึกษาพบว่า การถูกจำกัดเสรีภาพในการขับขี่และความไม่เสมอภาค มีอิทธิพลทางลบต่อการยอมรับมาตรการเก็บเงินค่าใช้ถนน ขณะที่ความตั้งใจที่จะลดการใช้รถยนต์ส่วนตัวมีอิทธิพลทางบวกต่อความไม่เสมอภาค รายได้มีอิทธิพลทางลบต่อความตั้งใจที่จะลดการใช้รถยนต์ส่วนตัว ขณะที่ความคาดหวังให้คนอื่นๆ ลดการใช้รถยนต์ส่วนตัวนั้น มีอิทธิพลทางบวกต่อความตั้งใจที่จะลดการใช้รถยนต์ส่วนตัว

Ben-Akiva et al. (1999) ได้รวบรวมกรณีศึกษาของการนำ SEM ไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมทางเลือก (Discrete choice analysis) ซึ่งได้แก่ งานวิจัยของ Morikawa, Ben-Akiva และ McFadden (1996) Bernardino (1996) และ Polydoropoulou (1997) ผลการศึกษาจากกรณีศึกษาทั้ง 3 นี้ พบว่า (1) แบบจำลองพฤติกรรมทางเลือกที่มีตัวแปรแฝงเป็นองค์ประกอบมีความกลมกลืน (Goodness of fit) ดีกว่าแบบจำลองที่ไม่มีตัวแปรแฝงเป็นองค์ประกอบ โดยตัวแปรแฝงในที่นี้ได้แก่ ตัวแปรเชิงจิตวิทยา (Psychometric factors) (2) ตัวแปรแฝงมีนัยสำคัญทางสถิติในแบบจำลองพฤติกรรมทางเลือกและมีทิศทางของอิทธิพลเป็นไปตามทฤษฎี และ (3) ตัวแปรแฝงทางจิตวิทยาและพฤติกรรมศาสตร์ช่วยให้แบบจำลองสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ และพฤติกรรมทางเลือกได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

Lu และ Pas (1999) ได้นำหลักการวิเคราะห์ด้วย SEM มาศึกษาอิทธิพลของสถานะทางเศรษฐกิจและสังคมที่มีต่อกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการเดินทาง และพฤติกรรมการเดินทาง โดยใช้ข้อมูลที่สำรวจในโครงการ Oregon-Southwest Washington Activity and Travel Survey of 1994/95 เป็นกรณีศึกษา การศึกษานี้กำหนดให้สถานะทางเศรษฐกิจและสังคม (อายุ เพศ สถานะการจ้างงาน รายได้ ฯลฯ) เป็นตัวแปรแฝงภายนอก และกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการเดินทาง (ทำงาน ไปพบแพทย์ พักผ่อน ฯลฯ) และพฤติกรรมการเดินทาง (จำนวนเที่ยวของการเดินทาง เวลาที่ใช้ในการเดินทาง จำนวนของการต่อรถ) เป็นตัวแปรแฝงภายใน ผลการศึกษาพบว่า การพิจารณากิจกรรมที่ก่อให้เกิดการเดินทางเป็นตัวแปรแฝงภายในนั้นช่วยให้สามารถอธิบายพฤติกรรมการเดินทางได้ดีขึ้น และผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย SEM ในรูปของอิทธิพลทางตรง อิทธิพลทางอ้อม และอิทธิพลรวมช่วยให้เกิดความเข้าใจและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น

Terabe และ Yai (1999) ได้นำหลักการของ SEM มาประยุกต์ในการวิเคราะห์เชิงนโยบายด้านการขนส่งด้วยการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงภายนอก ได้แก่ ความผูกพันกับท้องถิ่น และความไว้วางใจในรัฐบาล และตัวแปรแฝงภายใน ได้แก่ การมีส่วนร่วมในเชิงสร้างสรรค์กับชุมชน การมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกับชุมชน และการต่อต้านการนำภาษีไปใช้เพื่อพัฒนาสังคมโดยรวม โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่เป็นคนอเมริกัน และญี่ปุ่น ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของทัศนคติของคนในชุมชนที่มีต่อความสำเร็จของการดำเนินนโยบายสาธารณะต่างๆ ซึ่งในที่นี้มุ่งไปที่นโยบายด้านการขนส่งเป็นสำคัญ

Golob และ Hensher (1998) ได้นำหลักการ SEM มาประยุกต์ในการวิเคราะห์แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง (Mode choice model) โดยนำปัจจัยการเดินทางและสถานะทางเศรษฐกิจและสังคมวิเคราะห์ร่วมกับตัวแปรทัศนคติของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางและการยอมรับที่มีต่อมาตรการลดชั่วโมงการทำงาน ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยนำไปสู่ผลสรุปที่ชัดเจนว่าทัศนคติและแนวคิดของคนในชุมชนนั้นเป็นตัวกำหนดที่สำคัญและมีอิทธิพลต่อนโยบายของภาครัฐ ด้วยเหตุนี้ผู้กำหนดนโยบายจึงควรคำนึงถึงปัจจัยดังกล่าวเป็นอย่างมากในการกำหนดนโยบายสาธารณะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านขนส่งที่ส่งผลกระทบต่อผู้คนเป็นจำนวนมากในชุมชน

Gould, Golob และ Barwise (1998) ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกใช้รถยนต์ส่วนตัวในการเดินทางไปซื้อสินค้า โดยนำ SEM มาประยุกต์ในการวิเคราะห์ข้อมูล การศึกษานี้มุ่งเน้นไปที่ตัวแปรทางกายภาพเป็นสำคัญ อาทิ เวลาที่ใช้ในการเดินทาง เวลาที่ใช้ในการซื้อสินค้า และเวลาที่ใช้ในการเดินทางเพื่อทำกิจกรรมย่อยก่อนที่จะไปซื้อสินค้า เป็นต้น ซึ่งไม่ได้แตกต่างจากการศึกษาพฤติกรรมการเดินทาง หรือการเลือกรูปแบบการเดินทางที่นิยมปฏิบัติกันมา อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้สามารถใช้เป็นกรณีศึกษาสำหรับการศึกษารูปแบบการดำเนินงานและการนำเสนอข้อมูลได้

Åberg นำเสนอกรณีศึกษาเพื่อตรวจสอบทฤษฎี Theory of planned behavior (TPB) และประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ด้วย SEM ผลการศึกษายืนยันความเหมาะสมของ TPB ในการอธิบายพฤติกรรมของกลุ่มตัวอย่าง โดยพบว่าเมื่อทัศนคติที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งเปลี่ยนแปลงไป จะส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมที่แสดงออกต่อสิ่งนั้นด้วยซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี TPB ผลการศึกษายืนยันประสิทธิภาพของ SEM ที่เหมาะสมเป็นอย่างยิ่งสำหรับการวิเคราะห์เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในแบบจำลอง และการตรวจสอบความสอดคล้องกันระหว่างแบบจำลองสมมติฐานและข้อมูลที่สังเกตได้จริง

Bamberg, Ajzen และ Schmidt ได้นำหลักการวิเคราะห์ SEM ไปใช้ตรวจสอบและยืนยันความถูกต้องของ Theory of planned behavior (TPB) โดยประยุกต์เข้ากับการวิเคราะห์พฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทาง (Mode choice analysis) ผลการวิเคราะห์พบว่าการนำเทคโนโลยีเข้ามาปรับปรุงการให้บริการรถโดยสารประจำทางมีอิทธิพลต่อทัศนคติในการเลือกใช้บริการโดยสารประจำทาง บรรทัดฐานในการใช้ชีวิต และการรับรู้ถึงการควบคุมพฤติกรรมการเดินทาง นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ยังยืนยันความสอดคล้องกันระหว่างแบบจำลองสมมติฐานการวิจัยและทฤษฎี TPB

### 2.3 บทสรุปของการทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากที่นำเสนอไปทั้งหมด น่าจะทำให้มองเห็นภาพรวมของประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการศึกษานี้มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการยอมรับมาตรการ TDM และมาตรการเก็บเงินค่าผ่านเข้าพื้นที่ และตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับ ซึ่งจากการทบทวนพบว่ามีปัจจัยหลายประการด้วยกัน สำหรับการวิจัยนี้ ตัวแปรการยอมรับมาตรการเก็บเงินค่าผ่านเข้าใช้พื้นที่ จะถูกกำหนดให้เป็นตัวแปรตาม (Dependent variable) และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับ หรือทัศนคติที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับดังกล่าว ได้แก่ การรับรู้ในประสิทธิภาพของมาตรการ (Perceived effectiveness) ทัศนคติของคนใกล้ชิดหรือสังคมที่มีต่อบุคคล (Social norm) และการตระหนักถึงปัญหาจราจรที่เกิดขึ้นในชุมชน (Problem awareness) ถูกกำหนดให้เป็นตัวแปรต้น (Independent variables) สำหรับข้อมูลสถานะทางเศรษฐกิจและสังคม (Socioeconomic characteristics) ของกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งได้แก่ เพศ อายุ และการมีรถยนต์ไว้ในครอบครอง จะถูกกำหนดเป็นตัวแปรพื้นฐาน (Back ground variables) สำหรับอธิบายการยอมรับในมาตรการของกลุ่มเป้าหมายเช่นเดียวกัน สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับตัวแปรทั้งหมด และรูปแบบโครงสร้างของแบบจำลองเชิงทฤษฎี จะนำเสนอโดยละเอียดในบทที่ 3