บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎี และวรรณกรรมปริทัศน์

2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา

2.1.1 ทฤษฎีอุปสงค์

อุปสงค์ของสินค้าบริการทั่วๆไปจะหมายถึง ความเต็มใจที่จะซื้อ (Willingness) สินค้าบริการนั้นๆ ร่วมกับความสามารถที่จะซื้อ (Ability) ซึ่งระดับของอุปสงค์ต่อสินค้าจะมากน้อยเพียงใดย่อมขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ส่วนอุปสงค์ต่อการเดินทางจะมีความแตกต่างออกไปจากสินค้าอื่นเช่น มีความแปรปรวนตามช่วงเวลาอย่างสม่ำเสมอ การใช้บริการขนส่งสาธารณะจะสูงมากในตอนเช้าตรู่และตอนเย็น ทั้งนี้เป็นเพราะอุปสงค์สำหรับการขนส่งมีลักษณะสืบเนื่องจากอุปสงค์สินค้าบริการอื่น การที่มีอุปสงค์ในการซื้อสินค้าจากตลาดหรืออุปสงค์ในการรับประทานอาหารนอกบ้านสูงนั่นเอง

อุปสงค์การขนส่งนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยที่คล้ายกันกับอุปสงค์สินค้าบริการทั่วไปคือ ราคาสินค้าชนิดนั้น (P_x) ราคาสินค้าชนิดอื่น ๆ ($P_1, P_2, P_3,..., P_n$) และระดับรายได้ (Y) นั่นคือ

$$D_x = f(P_x, P_1, P_2, P_n, Y)$$

ตัวแปรทางด้านขวามือของสมการมิใช่ตัวแปรสามัญแต่เป็นตัวแทนของกลุ่มปัจจัยหลายๆ ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อกันและกันอย่างซับซ้อน ตัวอย่างเช่น ราคา ในที่นี้ไม่ได้หมายความถึงแต่เพียงค่าโดยสาร (Fares) แต่รวมถึงต้นทุนอื่น ๆทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการผลิตบริการขนส่งด้วย โดยปกติต้นทุนด้านเวลาจะเป็นส่วนสำคัญที่สุด (ประจักษ์ ศกุนตะลักษณ์,2529:28)

รายได้จะส่งผลต่ออุปสงค์ในการขนส่งในระยะสั้นและระยะยาวให้ผลแตกต่างกันออกไป ในระยะสั้นนั้นรายได้จะทำให้อุปสงค์การขนส่งลดลงมาก แต่เมื่อเวลาผ่านไปผู้เดินทางที่ใช้บริการขนส่งจะปรับตัวได้ทำให้ระยะยาวแล้วรายได้จะส่งผลน้อย

ราคาสินค้าชนิดอื่นๆหรือราคาของการบริการขนส่งชนิดอื่นๆ จะให้ผลเช่นเดียวกันกับกรณีของสินค้าบริการทั่วไปนั่นคือเมื่อราคาของการบริการขนส่งชนิดอื่นๆสูงขึ้น อุปสงค์ต่อการขนส่งนี้จะสูงขึ้น แต่ถ้าราคาของการบริการขนส่งชนิดอื่นๆต่ำลงจะทำให้อุปสงค์ต่อการขนส่งนี้ต่ำลง

2.1.2 ทฤษฎีอรรถประโยชน์

อรรถประโยชน์ (Utility) หมายถึง ความพอใจที่ผู้บริโภคได้รับจากการบริโภคสินค้าบริการในขณะหนึ่งๆ ซึ่งในการศึกษาทฤษฎีอรรถประโยชน์นี้ได้สมมติว่าอรรถประโยชน์หรือความพอใจดังกล่าวสามารถวัดออกมาเป็นหน่วยได้โดยกำหนดหน่วยเป็นยูทิล (นราทิพย์ ชุติวงศ์,2542:94)

อรรถประโยชน์ที่แต่ละบุคคลได้รับจากสินค้าเดียวกันในปริมาณที่เท่ากันอาจแตกต่างกันได้ขึ้นอยู่กับรสนิยมของแต่ละบุคคลและในขณะนั้นมีความต้องการมากหรือไม่ ถ้ามีความต้องการมากจะทำให้ได้รับอรรถประโยชน์สูงกว่าเมื่อมีความต้องการน้อย

ข้อสมมติประการสำคัญของทฤษฎีอรรถประโยชน์คือ ผู้บริโภคทุกคนเป็นผู้ที่มีเหตุผล (Economics Man) การตัดสินใจจะพิจารณาให้ตนเองได้รับอรรถประโยชน์สูงสุด เมื่อนำมาประยุกต์กับการเลือกรูปแบบการเดินทางจะได้ว่าผู้เดินทางจะเลือกรูปแบบการเดินทาง i ก็ต่อเมื่อได้รับอรรถประโยชน์จากการเดินทางโดยรูปแบบ i มากกว่าหรือเท่ากับการเดินทางโดยรูปแบบ j ดังสมการ

$$U_i \geq U_j$$

U_i = อรรถประโยชน์จากการเดินทางโดยรูปแบบการเดินทาง i

U_j = อรรถประโยชน์จากการเดินทางโดยรูปแบบการเดินทาง j

2.2 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

แนวคิดที่ได้พัฒนาขึ้นโดยใช้พื้นฐานมาจากพฤติกรรมของบุคคลในการตัดสินใจเลือกยานพาหนะในการเดินทาง โดยคำนึงถึงอรรถประโยชน์ (Utility) ที่จะได้รับเป็นสำคัญกล่าวคือ บุคคลจะเลือกเดินทางโดยพาหนะที่จะทำให้ได้รับอรรถประโยชน์สูงสุดภายใต้ปัจจัยต่างๆ แนวคิดอรรถประโยชน์นี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

2.2.1 แบบจำลอง Deterministic Utility

แบบจำลองที่ผู้เดินทางรู้รูปแบบฟังก์ชั่นของอรรถประโยชน์ของตนเองอย่างชัดเจน สามารถรู้ค่าของอรรถประโยชน์ที่ได้รับจากการเดินทางในแต่ละรูปแบบและมีเกณฑ์การตัดสินใจที่แน่นอน โดยจะเลือกเดินทางในรูปแบบที่ให้อรรถประโยชน์สูงสุด

ฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์เขียนในรูปสมการ ดังนี้

$$U_i = F(X_1, X_2, X_3, \ldots, X_k)$$

โดยอาจจะกำหนดให้อยู่ในรูปของฟังก์ชั่นเชิงเส้น (linear)

$$U_i = \sum_{k=1}^{K} \theta_k X_k$$

เมื่อ U_i = อรรถประโยชน์ที่ได้รับจากการเดินทางโดยพาหนะ i

X_k = ปัจจัยตัวที่ k

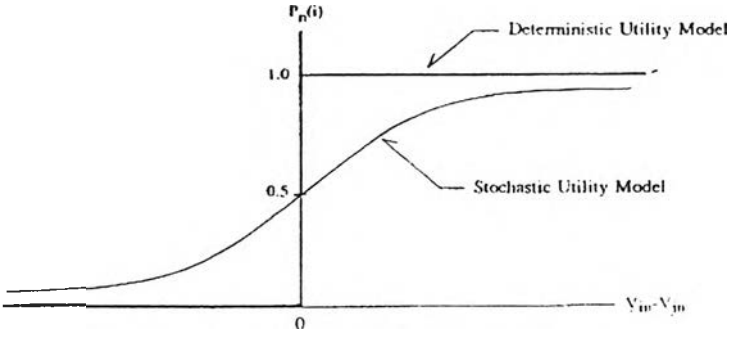
θ_k = พารามิเตอร์ของปัจจัยตัวที่ k

k = อันดับที่ 1, 2, 3,...,k

K = จำนวนปัจจัยทั้งหมด

แบบจำลอง Deterministic utility พบว่า มีข้อจำกัดหลายประการโดย Kanafani (1983) เห็นว่าข้อสมมติฐานของตัวแปรที่นำมาพิจารณาและพารามิเตอร์ของแบบจำลองนี้มีข้อจำกัด ทั้งยังไม่

สามารถกำหนดตัวแปรบางอย่างลงในแบบจำลองได้เช่น ค่านิยม และยังบอกได้เพียงการเลือกหรือไม่เลือกทางเลือกอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น (ดูรูปที่ 2.1) ทำให้แบบจำลองไม่สามารถอธิบายพฤติกรรมได้อย่างสมจริง เมื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลอง Stochastic Model ดังจะกล่าวในหัวข้อต่อไป



รูปที่ 2.1 ผลจากการพยากรณ์ของแบบจำลองแบบ deterministic และแบบ stochastic

2.2.2 แบบจำลอง Stochastic Utility

แบบจำลองอรรถประโยชน์ที่มีข้อสมมติว่า มีส่วนหนึ่งของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ที่ไม่สามารถกำหนดหรือทราบค่าได้อย่างชัดเจน ดังนั้นอรรถประโยชน์จะประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่กำหนดได้ชัดเจน (Deterministic Utility) และส่วนที่กำหนดไม่ได้หรือแบบสุ่ม (Random Utility) เขียนในรูปสมการดังนี้(Mccarthy, 2001:97)

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in}$$

เมื่อ U_{in} = อรรถประโยชน์ของการเดินทางโดยยานพาหนะ i โดยคนที่ n

V_{in} = อรรถประโยชน์ที่กำหนดได้ชัดเจน (Deterministic Utility)

ε_{in} = อรรถประโยชน์แบบสุ่ม (Random Utility)

การตัดสินใจในการเลือกเดินทางโดยรูปแบบของพาหนะแบบใดนั้น อาศัยทฤษฎีอรรถประโยชน์ (Utility theory) ถ้าบุคคลใดๆ (n) จะเลือกรูปแบบการเดินทางแบบ i นั้น แสดงว่า

บุคคลต้องได้รับอรรถประโยชน์จากการเดินทางแบบ i มากกว่าการเดินทางแบบอื่น (ในที่นี้กำหนดเป็น j) ดังนี้

$$U_{in} \geq U_{jn}$$

ทั้งนี้การวิเคราะห์จะไม่สามารถระบุแน่ชัดได้ว่าจะเลือกรูปแบบใดระหว่าง i กับ j เนื่องจากเราไม่สามารถทราบค่าที่แน่นอนของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ของทั้ง 2 ทางเลือกได้ เป็นผลมาจากอรรถประโยชน์ส่วนที่เป็นแบบสุ่ม (Random Utility) ดังนั้นจึงอาศัยทฤษฎีความน่าจะเป็นมาอธิบายโดยความน่าจะเป็นที่บุคคล n จะเลือกรูปแบบ i หรือ $P_n(i)$ เป็นดังนี้

$$P_n(i) = \text{Prob}\,(U_{in} \geq U_{jn},\ \text{for all}\ j \in M_n, j \neq i)$$

เมื่อ M_n = จำนวนรูปแบบการเดินทางที่มีให้บุคคล n เลือก

เนื่องจาก $U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in}$

$U_{jn} = V_{jn} + \varepsilon_{jn}$

ดังนั้น $P_n(i) = \text{Prob}\,[(V_{in} + \varepsilon_{in}) \geq (V_{jn} + \varepsilon_{jn}),\ \text{for all}\ j \in M_n, j \neq i]$

$= \text{Prob}\,[(V_{in} - V_{jn}) \geq (\varepsilon_{jn} - \varepsilon_{in}),\ \text{for all}\ j \in M_n, j \neq i]$

รูปแบบของฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นของการเลือกยานพาหนะเดินทางนี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะการกระจายในส่วน Random Utility (ε_{in}, ε_{jn}) ของฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ โดยมีรูปแบบการกระจาย (Probability Density Function : PDF) ที่อาศัยหลักการ Stochastic 2 รูปแบบ ดังนี้

1. **Probit Model**

เป็นแบบจำลองที่สมมติให้ $\varepsilon = \varepsilon_{jn} - \varepsilon_{in}$ มีการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) คือมี PDF เป็น

$$f(\varepsilon) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\varepsilon - \mu}{\sigma}\right)^2\right]$$

เมื่อ $-\alpha < \varepsilon < \frac{V_{in} - V_{jn}}{\sigma}$

โดย ε_{jn} และ ε_{in} มีค่า

mean = μ

variance = σ_i^2, σ_j^2

covariance = σ_{ij}

$$\sigma^2 = \sigma_i^2 + \sigma_j^2 - 2\sigma_{ij}$$

ได้ความน่าจะเป็นที่ บุคคลที่ n จะเลือกยานพาหนะ i เป็น

$$P_n(i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\alpha}^{\left[\frac{(V_{in} - V_{jn})}{\sigma}\right]} \exp\left[-\frac{1}{2}X^2\right] dX$$

$$= \phi\left[\frac{(V_{in} - V_{jn})}{\sigma}\right]$$

เมื่อ ϕ = Standardized Cumulative Normal Distribution แบบจำลองนี้เรียกว่า Binary Probit Model

2. Logit Model

เป็นแบบจำลองที่สมมติให้ $\varepsilon_n = \varepsilon_{jn} - \varepsilon_{in}$ มีการกระจายแบบ logistic Distribution ซึ่งมีฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative Distribution Function : CDF) เป็น

$$F(\varepsilon_n) = \frac{1}{1 + e^{-\mu\varepsilon_n}}$$

และมี PDF เป็น

$$f(\varepsilon_n) = \frac{\mu e^{-\mu\varepsilon_n}}{\left(1 + e^{-\mu\varepsilon_n}\right)^2} \quad , \mu > 0 \, , \, -\alpha < \varepsilon_n < \alpha$$

เมื่อ μ = positive scale parameter

จะได้ $P_n(i)$ = Prob ($U_{in} \geq U_{jn}$)

= Prob [$(V_{in} - V_{jn}) \geq (\varepsilon_{jn} - \varepsilon_{in})$]

$$= \frac{1}{1 + e^{-\mu(V_{in} - V_{jn})}}$$

$$P_n(i) = \frac{e^{V_{in}}}{e^{V_{in}} + e^{V_{jn}}}$$, ค่าของ μ ถูกกำหนดให้เท่ากับ 1 เพื่อง่ายต่อการเข้าใจ

ค่าของ $P_n(i)$ จะมีค่า อยู่ระหว่าง 0 กับ 1 (ดูรูปที่ 3)

เมื่อ $(V_{in} - V_{jn})$ เข้าใกล้ $-\alpha$ จะทำให้ $P_n(i)$ เข้าใกล้ 0

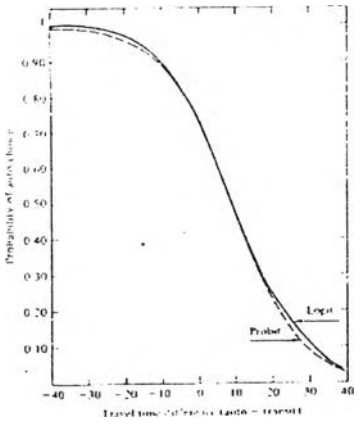
เมื่อ $(V_{in} - V_{jn})$ เข้าใกล้ $+\alpha$ จะทำให้ $P_n(i)$ เข้าใกล้ 1

เมื่อ $(V_{in} - V_{jn})$ เข้าใกล้ 0 จะทำให้ $P_n(i)$ เข้าใกล้ ½

แบบจำลองที่ได้เรียกว่า **Binary Logit Model** โดยกรณีที่มีทางเลือกมากกว่าสองทางเลือกจะได้สมการที่เรียกว่า **Multinomial Logit** ดังนี้

$$P_{n(i)} = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_{j \in M_n} \exp(V_{jn})}$$

แบบจำลองแบบ Logit ก็มีความใกล้เคียงกับการกระจายแบบปกติ (ดูรูปที่ 2.2) และในการศึกษาครั้งนี้จะได้นำแบบจำลอง Logit มาใช้วิเคราะห์รูปแบบการเดินทาง



รูปที่ 2.2 การเปรียบเทียบผลที่ได้จากวิธี Probit และ Logit

ที่มา : Kanafani (1983)

2.2.3 แบบจำลอง Nested Logit

การศึกษาในครั้งนี้จะวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทางโดยยานหาหนะต่างๆ ดังนั้น ผู้เดินทางจะทราบถึงจุดหมายปลายทางอยู่ก่อนแล้ว จากนั้นจะได้ทำการเลือกยานพาหนะในการเดินทางต่อไปภายใต้การตัดสินใจเป็นขั้นตอนแบบ Nested Logit

แบบจำลอง Nested Logit ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขข้อจำกัดของแบบจำลองโลจิตแบบเดิม หรือ Simple Logit ที่ยานพาหนะแต่ละชนิดนั้นต้องมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยที่คุณสมบัตินี้เรียกว่า Independent of Irrelevant Alternative (IIA) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ อัตราส่วนของความน่าจะเป็นในการเลือกยานพาหนะ 2 ประเภทใด ๆ จะไม่ถูกกระทบกระเทือนจากค่าอรรถประโยชน์ของทางเลือกอื่น (สุทธิพงษ์ มีใย, 2536:23)

จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้แบบจำลอง Simple Logit มีข้อจำกัดในการใช้งานเพราะความเป็นจริงแล้ว ยานพาหนะบางประเภทอาจไม่สามารถแยกออกจากกันอย่างเด่นชัด ทำให้การนำแบบจำลองไปใช้งานไม่มีประสิทธิภาพหรือผลการศึกษาที่ได้ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง ยกตัวอย่างเช่น มียานพาหนะที่เป็นทางเลือกอยู่ 3 ประเภท ได้แก่ 1, 2a และ 2b ถ้าใช้แบบจำลองโลจิตอย่างง่าย แสดงว่ามีการสมมติให้ทางเลือกทั้งสามมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ความน่าจะเป็นในการเลือก

เดินทางแต่ละประเภทจะเท่ากับ 1/3(เมื่อกำหนดให้โอกาสในการถูกเลือกเท่ากัน) แต่จากข้อเท็จจริงแล้วยานพาหนะ 2a และ 2bมีความสัมพันธ์กันอย่างมากจนแทบจะถือได้ว่าเป็นยานพาหนะประเภทเดียวกัน ดังนั้นความน่าจะเป็นควรจะเท่ากับ ½ สำหรับทางเลือกที่ 1 และจะเท่ากับ ¼ สำหรับทางเลือกที่ 2a และ 2b (Bierlaire,1997:3)

ดังนั้น ควรจะจัดกลุ่มยานพาหนะประเภทเดียวกันไว้ด้วยกัน ยกตัวอย่างเช่น กลุ่มขนส่งสาธารณะและพาหนะส่วนบุคคล หรือการเดินทางที่ใช้เครื่องยนต์และการเดินทางที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ ในการสร้างแบบจำลอง Nested Logit จะมีการหาค่าอรรถประโยชน์ร่วม (Composite Utility) ของแต่ละประเภท (Nest) โดยคำนวณจาก

$$V^{*} = \alpha EMU + \sum_{k=1}^{K} \theta_k Z_k$$

เมื่อ V^{*} = Composite Utility ของยานพาหนะกลุ่มเดียวกัน

α = ค่าพารามิเตอร์ของ EMU (Expected Maximum Utility)ของกลุ่มยานพาหนะ

Z_k = ตัวแปรตัวที่ k ซึ่งมีอิทธิพลระหว่างกลุ่มยานพาหนะ

θ_k = พารามิเตอร์ของ Z_k

K = จำนวนตัวแปรทั้งหมด

ทั้งนี้ $EMU = \ln\left[\sum_{i=1}^{n} \exp(V_i)\right]$

เมื่อ V_i = สมการอรรถประโยชน์ของยานพาหนะประเภท i

ค่าของพารามิเตอร์ของ EMU (α) เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์กันของยานพาหนะภายในกลุ่ม (Nest) ทั้งนี้

ถ้าค่า α = 1 แสดงว่า ยานพาหนะในกลุ่มนั้นมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนสามารถกำหนดให้เป็นทางเลือกต่างหากออกจากกัน

ถ้าค่า α = 0 แสดงว่า ยานพาหนะในกลุ่มนั้นเป็นชนิดเดียวกัน

ถ้าค่า α อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 แสดงว่า ยานพาหนะในกลุ่มนั้นมีความสัมพันธ์กัน ไม่สามารถแยกออกจากกันได้ชัดเจน และก็ไม่ถือเป็นยานพาหนะประเภทเดียวกัน จึงควรรวมไว้เป็นกลุ่ม(nest) เดียวกัน

ถ้าค่า α ไม่ได้อยู่ระหว่าง 0 กับ 1 แสดงว่าแบบจำลองนั้นมีความผิดพลาด โดยถ้าค่า α น้อยกว่า 0 แสดงว่า ความพอใจที่ได้รับจากกลุ่มยานพาหนะใดๆสูงขึ้น ผู้เดินทางจะเลือกยานพาหนะในกลุ่มนั้นลดลง ซึ่งไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง แต่ถ้าค่า α มากกว่า 1 แสดงว่าการเลือกยานพาหนะในกลุ่มนั้นจะมากเกินความเป็นจริง เรียกว่า Over Estimate (สุทธิพงษ์ มีใย ,2536:25)

2.3 การแบ่งชนิดของตัวแปร

2.3.1 ตัวแปรสามัญ (Generic) และตัวแปรเฉพาะ (Mode – specific)

สมมุติให้ มีการเลือกยานพาหนะเดินทาง 2 ชนิด a และ b โดยที่ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดได้แก่ เวลาในการเดินทาง และ รายได้ ซึ่งแต่ละทางเลือกจะมี Indirect utility function ดังนี้

$$V_a = \beta_1 Time_a + \beta_2 Y$$
$$V_b = \beta_1 Time_b + \beta_3 Y$$

เมื่อ $Time_a$ = เวลาในการเดินทางโดยยานพาหนะชนิด a

$Time_b$ = เวลาในการเดินทางโดยยานพาหนะชนิด b

Y = รายได้

เมื่อ β_i (i=1,2,3) เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร การเพิ่มขึ้นของ $Time_a$ ส่งผลต่อ V_a เช่นเดียวกันกับการเพิ่มขึ้นของ $Time_b$ ส่งผลต่อ V_b คือทั้งในปริมาณและทิศทางเดียวกัน ส่วนรายได้จะส่งผลต่อ V_a และ V_b ไม่เท่ากัน

ตัวแปรที่มีสัมประสิทธิ์ที่ถูกกำหนดให้ส่งผลเท่ากันในแต่ละทางเลือกเช่นเดียวกับเวลา (Time) ในตัวอย่างนี้จะถูกเรียกว่า ตัวแปรสามัญ ส่วนตัวแปรที่มีสัมประสิทธิ์ที่ถูกกำหนดให้ต่างกันในแต่ละทางเลือกเช่นเดียวกับ รายได้ (Y) ในตัวอย่างนี้จะถูกเรียกว่า ตัวแปรเฉพาะ

จาก

$$P_a = \frac{e^{V_a}}{e^{V_a} + e^{V_b}}$$

$$= \frac{1}{1 + e^{-(V_a - V_b)}}$$

แทนค่า

$$V_a - V_b = \beta_1 (Time_a - Time_b) + (\beta_2 - \beta_3) Y$$

$$= \beta_1 (Time_a - Time_b) + (\beta_2 - \beta_3) Y$$

$$= \beta_1 Timediff + \bar{\beta} Y$$

เมื่อ

$$\bar{\beta} = \beta_2 - \beta_3$$
$$Timediff = Time_a - Time_b$$

ดังนั้น

$$p_a = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_1 (Time_a - Time_b) + \bar{\beta} Y)}}$$

ทั้งนี้ $\bar{\beta} = \beta_2 - \beta_3$ จะแสดงผลของการเพิ่มขึ้นในรายได้ต่อทางเลือก a เทียบกับทางเลือก b และเหตุที่เราต้องยุบเทอม β_2 และ β_3 เหลือแค่ $\bar{\beta}$ นั้น เพราะว่า ไม่ว่าเราจะเลือกทางเลือก a หรือ b เราก็จะมีรายได้ (Y) แค่ค่าเดียวเท่านั้น ดังนั้นจึงเป็นการสมเหตุสมผลที่จะกำหนด ให้ $\bar{\beta}$ เป็นสัมประสิทธิ์ของรายได้ (Y) เพียงตัวเดียว โดยเราเขียนใหม่ได้เป็น

$$v_a = \beta_1 Time_a + \bar{\beta} Y$$
$$v_b = \beta_1 Time_b$$

โดยสามารถกำหนดให้เทอม $\bar{\beta}Y$ อยู่ใน Indirect utility function ของทางเลือกใดก็ได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์แต่อย่างใด ในที่นี้กำหนดให้อยู่ใน Indirect utility function ของการเดินทางโดยยานพาหนะ a ซึ่งหมายความถึง ผลของการเพิ่มขึ้นในรายได้ที่มีต่อทางเลือก a เทียบกับทางเลือก b และทางเลือก b จะถูกเรียกว่า normalizing alternative

สรุปได้ว่า ตัวแปรสามัญ (Generic variable) เป็นตัวแปรร่วมของแต่ละทางเลือก โดยในแต่ละทางเลือกก็จะมีตัวแปรนี้อยู่ ซึ่งค่าของตัวแปรนี้ในแต่ละทางเลือกก็จะเป็นอิสระต่อกันแต่ถูกกำหนดให้มีสัมประสิทธิ์เท่ากันคือ ส่งผลต่อแต่ละทางเลือกในปริมาณและทิศทางเดียวกันสอดคล้องกับสมมุติฐานเกี่ยวกับตัวแปร(รายละเอียดในหัวข้อที่ 2.5) ที่กล่าวว่าตัวแปรเกี่ยวกับเวลาและค่าใช้จ่ายจะมีความสัมพันธ์ตรงกันข้ามกับความต้องการในการเดินทางไม่ว่าจะโดยยานพาหนะชนิดใด กล่าวคือ หากเวลาหรือค่าใช้จ่ายในการเดินทางโดยยานพาหนะชนิดหนึ่งสูงขึ้นแล้วความต้องการในการเดินทางโดยยานพาหนะชนิดนั้นจะลดลง ตัวแปรชนิดนี้ส่วนใหญ่จะเกี่ยวกับระดับการให้บริการ (LOS) เช่น เวลาในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง แตกต่างกับตัวแปรเฉพาะ (Specific variable) โดยไม่ว่าจะเป็นทางเลือกใดก็จะมีค่าเพียงค่าเดียว ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคม โดยจะส่งผลกับแต่ละทางเลือกแตกต่างกัน เช่น รายได้ที่สูงขึ้น จะทำให้ความต้องการเดินทางโดยรถยนต์สูงขึ้น แต่ ความต้องการเดินทางโดยรถโดยสารประจำทางกลับลดลง

ดังนั้นในการเก็บข้อมูลเราจำเป็นจะต้องเก็บข้อมูลตัวแปรสามัญให้ครบถ้วนทุกทางเลือก แม้ว่าผู้เดินทางจะเลือกเดินทางเพียงทางเลือกเดียว เพื่อทำให้แบบจำลองเป็นไปตามทฤษฎีเพราะว่าการตัดสินใจเลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งของผู้เดินทางนั้นๆจำเป็นต้องนำข้อมูลการเดินทางของทางเลือกอื่นมาเปรียบเทียบด้วยจึงจะตัดสินใจได้อย่างสมเหตุสมผลเช่น ผู้เดินทางคนหนึ่งเดินทางโดยรถยนต์ส่วนบุคคล ถ้าตัวแปรที่เราจะศึกษาคือ เวลา และ รายได้แล้ว ข้อมูลที่เราสอบถามและนำมาใช้วิเคราะห์ต้องรวมทั้งรายได้ เวลาจากการเดินทางโดยรถยนต์และเวลาจากการเดินทางโดยยานพาหนะทางเลือกอื่นๆด้วย

2.3.2 **ตัวแปรระดับบริการของระบบการขนส่ง** (Level of Service: LOS) **และตัวแปรทางด้านเศรษฐกิจและสังคม** (Socio – Economic: SE)

เราสามารถแบ่งแยกตัวแปรที่นำมาใช้ในแบบจำลองการเลือกยานพาหนะเดินทางโดยใช้ลักษณะของตัวแปรเป็นเกณฑ์แบ่งได้ 2 ชนิด คือตัวแปรระดับบริการของระบบการขนส่ง ซึ่งสามารถสะท้อนถึงลักษณะของระบบการขนส่งนั้นๆตัวแปรประเภทนี้ ได้แก่ เวลาในการเดินทางทั้งหมด (Total Time) เวลาอยู่ในยานพาหนะ (In – vehicle Time) เวลาเดินทางนอกยานพาหนะ (Out – vehicle Time) และเวลาเดินเท้า (Walking Time) เป็นต้น ส่วนตัวแปรทางด้านเศรษฐกิจและสังคมก็จะสะท้อนลักษณะส่วนตัวของผู้เดินทาง เช่น อายุ เพศ การศึกษา รายได้ เป็นต้น

2.4 **ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกพาหนะในการเดินทาง**

การศึกษาของ McFadden (1975) ได้ให้ผลสรุปเกี่ยวกับระดับของตัวแปรที่ส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางโดยแบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ตัวแปรที่ส่งผลวิกฤต (Critical)

ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

เวลาการเดินทาง

ความถี่ของการปล่อยรถ

ความเหมาะสมของบุคคลกับยานพาหนะ เช่น ความสามารถในการขับรถ

บรรณานุกรม สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวแปรที่ส่งผลสำคัญ (Important)

จำนวนการเปลี่ยนถ่ายรถ

จำนวนผู้รับผิดชอบต่อบุคคลในครัวเรือน

ความหนาแน่นการจ้างงานของแหล่งที่ทำงาน

ที่พักอาศัยในย่านใจกลางเมือง

องค์ประกอบภายในครอบครัว

ตัวแปรที่ส่งผลคลุมเครือ (Ambiguous)

รายได้ต่อครัวเรือน

ความหนาแน่นของประชากรในย่านที่พักอาศัย

ตำแหน่ง CBD ของย่านที่พักอาศัย

บุคคลที่มีงานทำในครัวเรือน

อายุของบุคคลในครัวเรือน

ความตรงต่อเวลาของพาหนะขนส่ง

ความรู้สึกในด้านความปลอดภัย ความสะดวกสบาย

ตัวแปรที่ส่งผลต่ำ (Low)

เพศ

อายุ

แหล่งงานในย่าน CBD

สถานะการทำงานของบุคคลในครัวเรือน

ตัวแปรทั่วไป เช่น ความล่าช้า , ความเป็นส่วนตัว

2.5 สมมุติฐานในการศึกษา

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีสมมุติฐาน คือ การเลือกรูปแบบการเดินทางของประชาชนในเขตผังเมืองรวมจังหวัดพิษณุโลกถูกกำหนดจากปัจจัยที่เกี่ยวกับการขนส่ง เช่น เวลาเดินทาง ค่าโดยสาร และปัจจัยทางเศรษฐกิจ สังคม เช่น เพศ รายได้ ระดับการศึกษา เป็นต้น

1. ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่กำหนดค่าเสียโอกาส ทั้งปัจจัยทางด้านเวลา และค่าใช้จ่าย กับความต้องการเดินทางนั้น จะตรงข้ามกัน คือ เมื่อใช้เวลาเดินทางมากขึ้น หรือมีค่าใช้จ่ายสูงขึ้นก็เท่ากับว่า มีค่าเสียโอกาสสูงขึ้น จะทำความต้องการเดินทางโดยยานพาหนะนั้นลดลง

2. ปัจจัยทางด้านรายได้จะเป็นตัวกำหนดชนิดของสินค้า เมื่อรายได้สูงขึ้นแนวโน้มในการเดินทางโดยยานพาหนะส่วนบุคคลจะมากขึ้น ดังนั้นการเดินทางโดยยานพาหนะเป็นสินค้าปกติ (Normal Good) แต่ถ้ารายได้ลดต่ำลงแนวโน้มในการเดินทางโดยขนส่งสาธารณะจะมากขึ้นแทน ดังนั้นจะเดินทางโดยขนส่งสาธารณะเป็นสินค้าด้อย (Inferior Good)

3. ปัจจัยทางด้านสังคม (Socioeconomic) พบว่าไม่มีมาตราฐานแน่ชัดที่จะกำหนดลักษณะความสัมพันธ์ต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง ดังนั้นความสัมพันธ์อาจจะเป็นไปได้ทั้งแปรผันและผกผัน

2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวทางในการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางนี้ พบว่า มีทั้งงานศึกษาทั้งภายในประเทศและต่างประเทศที่สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัย ทั้งในเรื่องของแบบจำลอง ตัวแปรที่ส่งผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง ตลอดจนข้อมูลที่จำเป็นเกี่ยวกับโครงข่ายขนส่งของจังหวัดพิษณุโลก

แบบจำลอง Logit ชนิดแรกที่จะได้ศึกษาจากการค้นคว้า คือแบบ Binary Logit โดย Ben – Akiva และ Lerman (1985) ได้ศึกษาในพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่คือเมืองวอชิงตันดีซี ประเทศสหรัฐอเมริกา แบบจำลองที่ใช้เป็นแบบจำลองเลือกรูปแบบการเดินทาง Binary Logit คือ ผู้เดินทางจะเผชิญกับสองทางเลือกระหว่างการเดินทางโดยพาหนะส่วนบุคคลกับการเดินทางโดยระบบขนส่งสาธารณะ ข้อมูลที่ใช้ในการสำรวจจำนวน 1,476 การเดินทาง ได้ผลการศึกษาดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ผลการศึกษาระดับนัยสัมพันธ์ของตัวแปร

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์
ค่าคงที่	1.45
เวลาการเดินทางนอกรถ (นาที)	-0.0303
เวลาการเดินทางในรถ (นาที)	-0.0089
ค่าใช้จ่ายของผู้ใช้รถ	-0.0115
ค่าโดยสารของระบบขนส่งสาธารณะ	-0.00708
พื้นที่ในย่านธุรกิจ	-0.770
การครอบครองยานพาหนะ	-0.561

ที่มา : Ben – Akiva และ Lerman (1985)

นอกจากแบบจำลอง Binary Logit จะใช้กับการเลือกยานพาหนะในหมวดใหญ่ๆ แล้วยังพบว่ามีการจัดทางเลือกให้แคบลงไปได้อีก โดย Kocur, Hymon และ Aunet (1982) ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางเพื่อไปทำงาน (Work – trip mode choice models) ให้กับหน่วยงาน Wisconsin Department of Transportation (WisDOT) มีวัตถุประสงค์เพื่อนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้และปรับปรุงนโยบายในการเดินทางของสหรัฐอเมริกา การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้แบบจำลอง Binary Logit ผู้เดินทางเลือกการเดินทางระหว่างจักรยานกับการเดิน พื้นที่ศึกษาได้ศึกษาใน 4 ส่วนของพื้นที่วิสคอลซิน ผลการศึกษาที่ได้พบว่าปัจจัยด้านระยะทางจากที่ทำงาน การมีหรือไม่มีช่องรถจักรยาน พื้นผิวของถนน (เรียบหรือขรุขระ) ภาวะปัญหาจราจร (คับคั่งหรือเบาบาง) การมีหรือไม่มีทางเท้า ตลอดจนฤดูกาล ล้วนมีผลต่อการตัดสินใจเลือกพาหนะเดินทาง

มีการประมาณการจากแบบจำลองที่ได้ว่า ถ้าจัดสร้างช่องทางสำหรับจักรยานโดยเฉพาะในถนนทุกสายบริเวณพื้นที่ศึกษา การเดินทางโดยจักรยานจะเพิ่มขึ้นได้ถึงร้อยละ 39 และถ้าพื้นผิวของถนนมีสภาพเสื่อมโทรมลงจากเรียบไปเป็นขรุขระ การเดินทางโดยรถจักรยานจะลดลงร้อยละ 42

แบบจำลอง Binary Logit ได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในงานวิจัยของไทย ซึ่งพิจารณาได้จากงานศึกษาต่อมาซึ่งได้ประยุกต์แบบจำลองดิสแอกกรีเกท เพื่อใช้ศึกษาการเลือกเดินทางระหว่างรถโดยสารขนาดเล็กกับรถโดยสารประจำทาง โดยอำนวย อัคคะเดชอนันต์ (2534) ซึ่งศึกษาในเขตเมืองเชียงใหม่ที่ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 104 กม. โดยแบ่งเป็นพื้นที่ย่อย (Traffic Zones) 77 โซน ใช้ข้อมูลจากแบบสอบถามที่ได้ทำการรวบรวมไว้โดยสำนักงานพลังงานแห่งชาติที่ได้ดำเนินการระหว่างวันที่ 7 – 21 กันยายน 2530 รูปแบบของแบบจำลองที่ อำนวย อัคคะเดชอนันต์ ใช้ทำการ

วิจัย คือ Binary Logit เนื่องจากทางเลือกของผู้เดินทางมีอยู่ 2 ทาง มีการแบ่งแบบจำลองย่อยออกเป็นแบบจำลองที่พิจารณาทั้งตัวแปรลักษณะการบริการขนส่ง(LOS) อย่างเดียวกับแบบจำลองที่พิจารณาทั้งตัวแปรลักษณะการบริการของระบบขนส่งกับตัวแปรทางเศรษฐกิจ และสังคมของผู้เดินทาง ตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลองของข้อมูลการบริการขนส่งประกอบด้วย เวลาการเดินทางบนยานพาหนะ (In – Vehicle Time) เวลาเดิน (Walking Time) เวลารอยานพาหนะ (Waiting Time) ค่าโดยสาร (Fare) ค่าดรรชนีความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ย่อยโดยรถประจำทาง (Bus Accessibility) ส่วนตัวแปรทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้เดินทางคือ เพศ (Sex) รายได้ของครัวเรือนต่อเดือน (Household Income) สถานะทางการทำงาน (Work Status) ระดับการศึกษา (Education Level)

ผลการศึกษาที่ได้พบว่าแบบจำลองที่พิจารณาตัวแปรลักษณะการบริการขนส่งอย่างเดียวและแบบจำลองที่พิจารณาตัวแปรทางเศรษฐกิจและสังคมร่วมด้วยนั้น ให้ค่าพารามิเตอร์และผลเปรียบเทียบทางสถิติไม่ต่างกันมากนัก ตัวแปรที่ส่งผลแบบมีนัยสำคัญต่อการเลือกการเดินทาง ได้แก่ ค่าคงที่สำหรับรูปแบบการเดินทางด้วยรถสองแถว ค่าโดยสาร เวลาการเดินทางที่อยู่บนรถ เวลาการเดินทางที่อยู่นอกรถ เวลาการเดิน เวลารอคอย เพศ และรายได้ของครัวเรือน

งานศึกษาของไทยที่ใช้แบบจำลอง Binary Logit เปรียบเทียบกับแบบจำลองอื่น โดยเป็นงานศึกษาที่มีความแตกต่างออกไปโดย ไชยวิทย์ บุรสมบูรณ์ (2543) ได้พัฒนาแบบจำลองการเลือกประเภทขนส่งในกรุงเทพมหานครเฉพาะพื้นที่ในเขตวงแหวนรอบใน แบบจำลองที่ใช้แบ่งแยกย่อยออกไปตามวิธีการวิเคราะห์และจุดประสงค์การเดินทางกล่าวคือ มีแบบจำลองการเลือกประเภทการขนส่งโดยวิธีสมการถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression) แบบจำลองการเลือกประเภทการขนส่งโดยวิธีลอจิสติก (Logit Model) ซึ่งพิจารณาข้อมูลออกเป็นระดับรวม (Aggregate) และระดับแยกย่อย (Disaggregate)

นอกจากนี้งานศึกษาของ ไชยวิทย์ บุรสมบูรณ์ ยังได้แบ่งการวิเคราะห์แบบจำลองออกตามวัตถุประสงค์ของการเดินทางที่ประกอบด้วย การเดินทางระหว่างที่พักอาศัยกับที่ทำงาน การเดินทางระหว่างที่พักอาศัยกับโรงเรียน การเดินทางระหว่างที่พักอาศัยกับที่อื่นๆ การเดินทางที่ไม่เกี่ยวข้องกับที่พักอาศัยและการเดินทางทุกวัตถุประสงค์ตัวแปรที่นำมาใช้ในการศึกษานี้คือ ความแตกต่างของระยะเวลาการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนบุคคลกับระบบขนส่งสาธารณะ ผลการศึกษาพบว่าถ้าผลต่าง

ของระยะเวลาการเดินทางเท่ากับศูนย์แล้วจะมีการเลือกการเดินทางโดยรถสาธารณะประมาณ 60% และถ้าค่าส่วนต่างระยะเวลาการเดินทางติดลบ แสดงว่าระยะเวลาการเดินทางโดยรถสาธารณะมีระยะเวลาการเดินทางน้อยกว่ารถส่วนบุคคล การเลือกรูปแบบการเดินทางจะหันไปเลือกรูปแบบการเดินทางโดยรถสาธารณะมากขึ้น แสดงให้เห็นว่าถ้ามีการพัฒนาระบบรถโดยสารประจำทางให้มีการบริการที่รวดเร็วแล้วก็สามารถเพิ่มจำนวนผู้ใช้บริการให้สูงขึ้นได้มาก ช่วยแก้ปัญหาจราจรติดขัดเนื่องจากการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของยานพาหนะส่วนบุคคลได้ ในส่วนข้อเสนอแนะของผู้ใช้บริการระบบขนส่งมวลชน คือ ให้นำรถโดยสารประจำทางใหม่และทันสมัยมาให้บริการปรับปรุงนิสัยและมารยาทของคนขับตลอดจนเพิ่มเส้นทางการเดินรถให้เข้าถึงพื้นที่มากขึ้น

การศึกษาวิจัยต่อมาได้พัฒนาแบบจำลอง Logit ให้ครอบคลุมทางเลือกในการเดินทางมากยิ่งขึ้น จากเดิมที่ผู้เดินทางเผชิญทางเลือกเพียง 2 ทางในแบบจำลอง Binary Logit แต่ในแบบจำลอง Multinomial Logitนี้ ผู้เดินทางจะตัดสินใจเลือกระหว่างยานพาหนะหลาย ๆ ประเภท โดย Richards และ Ben – Akiva (1975) ได้ทำการศึกษาการเลือกรูปแบบการเดินทางไปทำงาน (Work – trip Model) และไปจับจ่ายซื้อของ (Shopping mode choice) มีพื้นที่ศึกษาที่อัมสเตอร์ดัมประเทศเนเธอร์แลนด์ การศึกษาได้ใช้แบบจำลองโลจิตแบบ Multinomial Logit ที่มีค่าอรรถประโยชน์อยู่ในรูปเชิงเส้น แต่ปัจจัยบางตัวในฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์จะอยู่ในรูป Exponential ส่วนการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองได้ใช้เทคนิค Maximum Likelihood ผลการศึกษาพบว่า ตัวแปรที่มีนัยสำคัญ คือ

1. ตัวแปรระดับบริการระบบการขนส่งได้แก่ เวลาเดินทางนอกยานพาหนะ เวลาเดินทางในยานพาหนะ และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

2. ตัวแปรทางเศรษฐกิจและสังคมได้แก่ รายได้ของครัวเรือน จำนวนคนในครัวเรือนที่อายุมากกว่า 5 ปี สถานะในครัวเรือน จำนวนยานพาหนะในครัวเรือน โอกาสในการเดินทาง

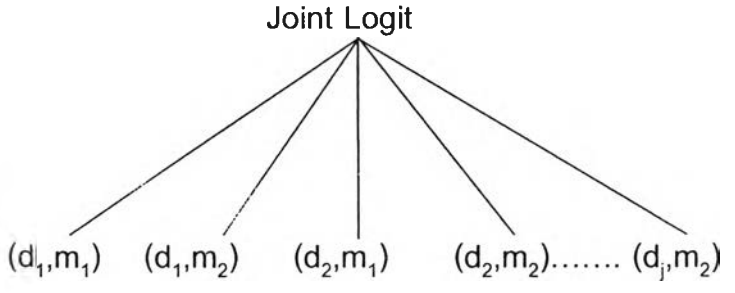
นอกจากการใช้แบบจำลอง Multinomial Logit สำหรับวิเคราะห์พฤติกรรมการเลือกหลายๆ ทางเลือกที่แตกต่างแล้วยังมีการใช้วิเคราะห์ทางเลือกหลายทางเลือกที่มีลักษณะร่วมกันโดย McFadden (1976) ได้สร้างแบบจำลอง Multinomial Logit เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการเดินทางไปทำงานในพื้นที่อ่าวซานฟรานซิสโก (The San Francisco Bay) จากตัวอย่าง 771 คน เพื่อเลือกการเดินทางระหว่างรถยนต์ รถประจำทางร่วมกับการเดินเท้า รถประจำทางร่วมกับรถยนต์ และรถประจำ

ตำแหน่ง (carpool) ตัวแปรที่ได้ในแบบจำลอง คือ ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เวลาเดินทางในรถ เวลาเดินเท้า เวลารอรถ จำนวนครั้งในการต่อรถ ปัจจัยพวกนี้ จะมีความสัมพันธ์ทางลบกับความต้องการเดินทาง โดยจำนวนครั้งในการต่อรถจะส่งผลมากที่สุดส่วนปัจจัยที่ส่งผลให้การเลือกการเดินทางโดยรถยนต์ การเดินทางโดยรถประจำทางร่วมกับรถยนต์ และการเดินทางโดยรถประจำตำแหน่งสูงขึ้น ได้แก่ จำนวนรถยนต์ต่อจำนวนคนขับรถและจำนวนคนที่ขับรถเป็นในครัวเรือน นอกจากจะใช้วิเคราะห์การเลือกยานพาหนะเดินทางภายในเมืองแล้ว พบว่า Morrison และ Winston (1985) ได้ใช้ข้อมูลจากสำมะโนประชากรที่เกี่ยวกับการสำรวจการเดินทางทั่วทั้งประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี 1977 ใช้ข้อมูลทั้งหมด 3,623 การเดินทาง เพื่อสร้างแบบจำลองการเลือกยานพาหนะเพื่อเดินทางท่องเที่ยวระหว่างเมือง (Intercity travel demand model) ที่มีจุดเริ่มต้น และจุดปลายทางในมหานครเดียวกัน ทางเลือกยานพาหนะทั้ง 4 ประเภท ได้แก่ รถยนต์ รถประจำทาง รถไฟ และเครื่องบิน โดยมีปัจจัยคือ ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เวลาที่ใช้ในการเดินทาง จำนวนผู้ที่ร่วมเดินทาง เด็กทารกที่ร่วมเดินทาง และรายได้ของครัวเรือน ผลการศึกษาที่ได้เป็นไปตามกฎของอุปสงค์กล่าวคือ การเพิ่มขึ้นในค่าใช้จ่ายและเวลาในการเดินทางทำให้ความต้องการเดินทางลดลงเพราะเป็นการเพิ่มต้นทุนค่าเสียโอกาสทางหนึ่ง นอกจากนี้ยังพบว่าการสูงขึ้นในเวลาที่ใช้ในการเดินทางจะส่งผลต่อผู้ที่มีรายได้สูงมากกว่าผู้ที่มีรายได้ต่ำเป็นไปตามกฎของอุปทานแรงงาน (Labor Supply)

ตัวแปรที่ให้ผลที่น่าสนใจ คือ จำนวนผู้ที่ร่วมเดินทาง พบว่าถ้ามีจำนวนสูงขึ้น จะทำให้การเลือกเดินทางโดยรถยนต์เพิ่มขึ้น เพราะเหตุที่ว่าค่าต้นทุนส่วนเพิ่ม (Marginal cost) ของรถยนต์ต่ำกว่าพาหนะแบบอื่น นอกจากนี้เด็กทารกที่ร่วมเดินทางจะส่งผลในทิศทางบวกกับการเดินทางโดยรถยนต์สำหรับระยะทางไม่เกิน 400 ไมล์ แต่ถ้าเป็นการเดินทางไกลแล้ว (มากกว่า 400 ไมล์) จะส่งผลให้เลือกเดินทางโดยรถยนต์ลดลง อย่างไรก็ดี Greene ได้กล่าวถึงปัญหาในการใช้แบบจำลอง Multinomial Logit ที่ทำการศึกษาจากการเดินทางระหว่างเมือง Sydney และ Melbourne จากข้อมูลการสำรวจ 210 ตัวอย่างว่า แม้ผลการศึกษาที่ได้จะมีตัวแปรที่มีนัยสำคัญและระดับความถูกต้องโดยรวมที่ยอมรับได้ทางสถิติ แต่กลับพบปัญหา IIA คือทางเลือกบางอย่างมีความสัมพันธ์กันทำให้การแบ่งทางเลือกดังกล่าวนั้นออกเป็นทางเลือกอิสระจะทำให้ผลการศึกษาที่ได้ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง ซึ่งก็สอดคล้องกับงานศึกษาชิ้นต่อมา

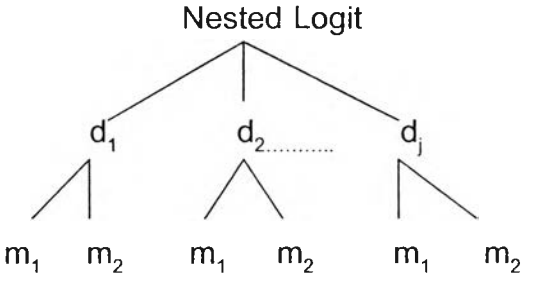
การพัฒนาแบบจำลองเพื่อศึกษาการเลือกรูปแบบการเดินทางในขั้นต่อมาได้มีการปรับปรุงจากแบบจำลอง Binary Logit และ Multinomial Logit ให้มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมการตัดสิน

ใจของผู้เดินทางมากยิ่งขึ้น โดยอาศัยหลักการที่ว่า การเลือกพาหนะเดินทางจะมีการตัดสินใจเป็นขั้นเป็นตอน เรียกแบบจำลองประเภทนี้ว่า Nested Logit โดย Ben – Akiva และ Lerman (1985) ได้พัฒนาแบบจำลองนี้ขึ้นโดยแยกแบบจำลองออกเป็น Joint Logit และ Nested Logit ทั้งนี้แบบจำลอง Joint Logit จะมีการเลือกจุดหมายปลายทาง (d_1,d_2, ...,d_j) และยานพาหนะ (m_1 ,m_2) ตลอดจนเส้นทางในการเดินทาง ในการตัดสินใจเดินทางในขั้นตอนเดียว ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แบบจำลอง Joint Logit

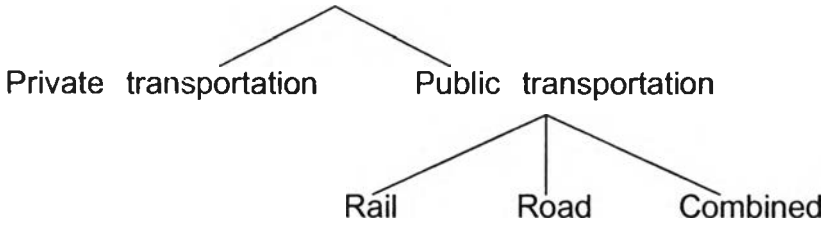
ส่วนแบบจำลอง Nested Logit จะมีการตัดสินใจเป็นขั้นตอน โดยมีการเลือกจุดหมายปลายทางก่อน แล้วจึงเลือกพาหนะเดินทาง ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แบบจำลอง Nested Logit

สมมุติฐานของแบบจำลอง Nested Logit ที่มีการตัดสินใจเป็นขั้นๆนั้น ใช่ว่าจะจำกัดอยู่ที่ว่าจะต้องเลือกเส้นทางก่อนแล้วจึงเลือกยานพาหนะ แต่สามารถนำไปใช้ในกรณีที่ยานพาหนะมีความสัมพันธ์กัน หรือแตกต่างกันไม่ชัดเจน ทั้งนี้ Jiang ,Johnson และ Calzada (1999:149-158) ได้นำแบบจำลอง Nested Logit ไปใช้ในการศึกษาการเลือกยานพาหนะในการขนส่งสินค้า (Freight demand) โดยแบ่งการเลือกเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นแรกเลือกระหว่าง ขนส่งส่วนบุคคล และขนส่ง

สาธารณะ จากนั้นในขั้นที่สอง ในการเลือกขนส่งสาธารณะต้องทำการเลือกอีกครั้งระหว่าง รถไฟ ขนส่งทางถนน หรือหลายวิธีรวมกัน ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แบบจำลองของ Jiang Johnson และ Calzada

ในด้านของข้อมูลได้ใช้ข้อมูลจากการสำรวจของ French Ministry of transportation, 1988 (Jiang, Johnson and Calzada, 1999:149-158) จำนวน 3,473 ตัวอย่าง โดยที่1,421 ตัวอย่างเลือกใช้ขนส่งส่วนบุคคล ส่วนอีก 2,052 ตัวอย่างเลือกใช้ขนส่งสาธารณะ แยกเป็นขนส่งโดยทางรถไฟ 123 ตัวอย่าง ทางรถยนต์ 1,866 ตัวอย่าง และร่วมกัน 63 ตัวอย่าง ตัวแปรที่ได้นำมาใช้ในการศึกษาแบ่งแยกย่อยเป็นตัวแปรที่เกี่ยวกับบริษัทจัดส่งหรือผู้ส่ง ตัวแปรเกี่ยวกับสินค้าที่จัดส่ง และลักษณะของการขนส่ง นอกจากนี้ในการพิจารณาผลของตัวแปรในเชิงนโยบายยังได้แยกพิจารณาตัวแปรที่ส่งผลในระยะสั้นและในระยะยาวออกจากกัน

แม้ว่าแบบจำลอง Nested Logit จะมีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์พฤติกรรมการเลือกยานพาหนะเดินทางกว่าแบบจำลอง Multinomial Logit แต่ด้วยความยุ่งยากและซับซ้อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ จึงมีการนำมาใช้ในงานวิจัยของไทยน้อยมาก ซึ่งหนึ่งในงานเหล่านั้น คือ งานศึกษาของ สุทธิพงษ์ มีใย (2536) เป็นงานศึกษาที่เปรียบเทียบแบบจำลอง Multinomial Logit และ Nested Logit โดยข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลชุดเดียวกันกับที่ใช้ในการศึกษาของ อำนวย อัคคะเดชอนันต์ ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ทั้งนี้การเลือกเดินทางโดยพาหนะใดนั้น จะเลือกเป็นขั้นตอน 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเลือกระหว่างการเดินกับการใช้ยานพาหนะ
2. การเลือกเดินทางระหว่างการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลกับรถขนส่งสาธารณะ

3. การเลือกเดินทางระหว่างรถยนต์นั่งส่วนบุคคลกับรถจักรยานยนต์และรถโดยสารประจำทางกับรถโดยสารขนาดเล็ก

เหตุผลที่ใช้แบบจำลอง Nested Logit เนื่องจากยานพาหนะที่เป็นทางเลือกในการเดินทางทั้งรถประจำทางกับรถโดยสารขนาดเล็ก และรถยนต์นั่งส่วนบุคคลกับรถจักรยานยนต์ มีความสัมพันธ์ระหว่างกันสูง หรือแท้จริงแล้วน่าจะถือว่าเป็นพาหนะประเภทเดียวกัน ดังนั้น การใช้แบบจำลอง Multinomial Logit เลือกยานพาหนะทั้ง 4 ประเภท ในขั้นตอนเดียว อาจจะทำให้แบบจำลองผิดพลาดได้ ซึ่งผลการศึกษาเปรียบเทียบแบบจำลอง Multinomial Logit และ Nested Logit พบว่า แบบจำลอง Nested Logit ให้ค่าทางสถิติดีกว่า ทั้ง Likelihood ratio index และร้อยละความถูกต้องโดยรวมที่สูงกว่า

อย่างไรก็ดี ตัวแปรที่ส่งผลต่อรูปแบบการเลือกพาหนะเดินทางที่ได้จากการศึกษาของสุทธิพงษ์ มีใย ก็มีความใกล้เคียงกับของอำนวย อัคคะเดชอนันต์ ได้แก่

1. ตัวแปรที่เกี่ยวกับระดับการบริการระบบการขนส่ง ประกอบด้วย เวลาการเดินทางนอกยานพาหนะ เวลาการเดินทางในยานพาหนะ ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ค่าดรรชนีความสามารถเข้าถึงพื้นที่ย่อยของรถประจำทาง จุดหมายปลายทางของการเดินทาง และระยะทางที่ใช้เดินทาง

2. ตัวแปรสภาพเศรษฐกิจและสังคมของผู้เดินทาง ประกอบด้วย ความเป็นเจ้าของยานพาหนะ รายได้ของครัวเรือน สถานภาพการทำงาน ระดับการศึกษา เพศ และสถานภาพในครัวเรือน

ดังนั้นน่าจะสรุปได้ว่า แบบจำลอง Nested Logit มีการพยากรณ์ที่แม่นยำกว่าส่งผลต่อการนำไปใช้จริงในเชิงนโยบาย แต่การอธิบายความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆต่อการเลือกใช้ยานพาหนะ ไม่แตกต่างไปจากการวิเคราะห์โดยแบบจำลอง Multinomial Logit

รัชนี นันทวัฒนาศิริชัย (2540) ศึกษาโครงข่ายตลอดจนข้อมูลทางสังคมอื่น ๆ ของระบบรถโดยสารประจำทางในเขตเมืองพิษณุโลก ซึ่งได้แก่ ลักษณะการให้บริการ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

ปริมาณการเดินทาง ประสิทธิภาพในการให้บริการ ระดับความพึงพอใจของผู้เดินทางที่ใช้รถโดยสารประจำทาง ในการศึกษาจะทำการเก็บข้อมูลในเขตผังเมืองรวมของจังหวัดพิษณุโลกเพื่อนำมาประเมินผล โดยผลการศึกษาที่น่าสนใจพบว่าผู้เดินทางรถโดยสารส่วนมากเป็นนักเรียน นักศึกษาร้อยละ 44 ส่วนอาชีพอื่นจะมีสัดส่วนใกล้เคียงกันประมาณร้อยละ 8 และผู้เดินทางโดยรถโดยสารส่วนใหญ่จะเดินทางโดยไม่มีการต่อรถ ในส่วนของปัจจัยที่ผู้ใช้บริการรถโดยสารประจำทางให้ความสำคัญคือ ระยะเวลาในการเดินทาง ราคาค่าโดยสาร ความรู้สึกสะดวกสบาย ปลอดภัย แต่ก็มีผู้เดินทางอีกส่วนหนึ่งที่ไม่ใช้บริการของรถโดยสารประจำทางโดยมีปัจจัยกำหนดที่สำคัญคือ ความคล่องตัวและสถานภาพทางสังคม อย่างไรก็ดีแม้ว่าระบบโดยสารประจำทางในเมืองพิษณุโลกจะจัดได้ว่ามีประสิทธิภาพ แต่สัดส่วนของประชาชนที่ใช้บริการยังน้อยอยู่มากเมื่อเทียบกับการเดินทางโดยพาหนะส่วนบุคคล อันนำไปสู่ปัญหาจราจรติดขัดในเขตเมืองโดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงเวลาเร่งด่วนทำให้กิจกรรมต่างๆ ดำเนินไปอย่างติดขัด

จากงานวิจัยที่ผ่านมาทั้งในประเทศและต่างประเทศได้ให้แนวทางในการพิจารณาการเลือกรูปแบบการเดินทางทั้งวิธีการศึกษาและตัวแปรที่มีอิทธิพลต่างๆ โดยแยกเป็น ตัวแปรระดับการให้บริการ (Level of service : LOS) และตัวแปรทางเศรษฐกิจและสังคม (SE) ดังนั้นในการศึกษาชิ้นนี้จะได้นำตัวแปรทั้ง 2 ด้านเข้ามาพิจารณาด้วยเพื่อให้ผลการศึกษาที่ได้นำไปประยุกต์ใช้ได้สอดคล้องกับความเป็นจริง แม้ว่าจากการศึกษาของ Ishida(1983) จะพบว่าในประเทศกำลังพัฒนาเช่นประเทศไทย ปัจจัยที่มีนัยสำคัญต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางจะเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจและสังคม แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นในแต่ละพื้นที่ศึกษาย่อมมีความแตกต่างกัน ปัจจัยที่ส่งผลก็อาจแตกต่างกันไปได้

ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ทั้งแบบจำลอง Multinomial Logit และแบบจำลอง Nested Logit ในการวิเคราะห์ เพื่อเปรียบเทียบว่าแบบจำลองใดมีความสอดคล้องกับความเป็นจริง ซึ่งจะทำให้การนำไปใช้มีประสิทธิผล ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการนำไปวางนโยบายการขนส่งสู่ระดับภูมิภาคเป็นการกระจายความเจริญสู่ภูมิภาคทางหนึ่ง เพราะการจัดการการขนส่งที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ย่อมทำให้กิจกรรมของสังคมเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องมากขึ้น ต้นทุนในการขนส่งและการเดินทางที่ต่ำลงเนื่องจากปัญหาการจราจรเบาบาง การลงทุนจากพื้นที่ที่มีการกระจุกตัวของความเจริญจะกระจายมาสู่ระดับภูมิภาค