# บทที่ 2

## ทบทวนแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง

### 2.1 บทนำ

การสร้างแบบจำลองการเดินทางเป็นทั้งศาสตร์และศิลป์อันละเอียดอ่อนซึ่งต้องใช้ความสามารถหลายประการเข้าช่วย ไม่ว่าจะเป็น การหยั่งรู้ (Intuitive) ความมีเหตุมีผลการมีพื้นฐานทางคณิตศาสาตร์ที่ดีเพื่อให้ได้มาซึ่งสิ่งที่จะใช้อธิบายพฤติกรรมการเดินทางของผู้เดินทางในสภาพความเป็นจริงอันจะเป็นประโยชน์ต่อการประมาณการสภาพในอนาคตได้อย่างถูกต้องใกล้เคียง

ดังได้กล่าวไว้ในบทที่ 1 ว่า แนวทางการวางแผนการคมนาคมขนส่งกำลังให้ความสำคัญต่อระบบขนส่งมวลชนมากขึ้นตามลำดับ เนื่องจากได้เล็งเห็นแล้วว่ามาตรการต่าง ๆ ที่มุ่งตอบสนองการเดินทางโดยรถส่วนบุคคลเป็นหลักตามที่ได้เคยปฏิบัติกันมานั้นไม่สามารถรองรับปริมาณความต้องการที่เพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่าได้ทัน และยังก่อให้เกิดปัญหาตามมามากมาย ระบบขนส่งมวลชนหลายโครงการได้รับการผลักดันให้มีการนำมาให้บริการมากขึ้น อีกทั้งมาตรการต่าง ๆ ที่สนับสนุนให้มีการใช้ระบบขนส่งมวลชนก็ได้รับการส่งเสริมเพิ่มขึ้นตามลำดับด้วย

ในประเทศที่พัฒนาแล้วทางด้านการวางแผนงานด้านการคมนาคมขนส่ง จะให้ความสนใจที่จะประเมินผลของมาตรการต่าง ๆ เหล่านี้ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณการเดินทางโดยรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งเป็นการศึกษาเปรียบเทียบก่อนและหลังการนำมาตรการมาปฏิบัติ (Before-and-After Study) ทั้งนี้ไม่เพียงแต่จะทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของมาตรการเท่านั้น ยังเป็นการช่วยสร้างเสริมความเข้าใจให้ผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้องทราบถึงพฤติกรรมการเดินทาง องค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการตัดสินใจ ตลอดจนกลไกการตัดสินใจในการเลือกรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งสำหรับการเดินทาง ซึ่งเป็นความเข้า

ใจเบื้องต้นที่ควรจะมีไว้ใช้ช่วยในการวางแผนแก้ปัญหาการคมนาคมขนส่ง

## 2.2 ตัวแปรที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง

มีงานศึกษาและวิจัยจากหลายคณะบุคคลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางผลจากการศึกษาอาจจะแตกต่างกันไปบ้างตามสภาพเศรษฐกิจและสังคมของแต่ละพื้นที่ สำหรับวิทยานิพนธ์เล่มนี้เลือกยกตัวอย่างงานวิจัยของ F.R. Wilson (6) ซึ่งได้จำแนกตัวแปรที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางไว้เป็น 4 หมวดดังต่อไปนี้

1) ตัวแปรทางสภาพสังคมและกายภาพ (Sociological and Psychological Factors) หมายถึง ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสภาพจิตใจและความรู้สึกนึกคิดของผู้เดินทาง ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตัวแปรทางสภาพสังคม และกายภาพที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบเดินทาง

---

1. Economic level of classes
2. Element of prestige in various travel modes
3. Vehicle characteristics
4. Domestic influences
5. Effects of level of service
6. Effects of weather
7. Effect of smoking on public transport vehicle
8. Available carrier space on public transport vehicle
9. Level of seating available
10. Safety and convenience of various modes of travel
11. Residential space requirements by family size and economic grouping

12. Value placed on travel time

---

2) ตัวแปรทางด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use Factors) หมายถึง ตัวแปรที่บ่งถึงลักษณะสภาพการใช้พื้นที่และการอยู่อาศัย ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตัวแปรทางด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง

---

1. Population
2. Residential density
3. Size and composition of labour force in origin zone
4. Housing type
5. Size and composition of labour force in various industrial zones
6. Industrial density
7. Industry location relative to transportation network
8. Service industy location
9. Central business district and non-central business district location of traffic attractors
10. Parking area allocation

---

3) ตัวแปรทางด้านวิศวกรรมจราจร (Traffic Engineering Factors) หมายถึง ตัวแปรซึ่งเป็นส่วนประกอบของระบบการคมนาคมขนส่งเอง ตัวแปรเหล่านี้แสดงไว้ในตารางที่ 2.3

017366

ตารางที่ 2.3 ตัวแปรทางด้านวิศวกรรมจราจรที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง

| |
|---|
| 1. Traffic engineering measures affecting travel speeds and journey times by competing modes of travel |
| 2. Parking developments and/or restrictions |
| 3. Capital investment levels in transportation networks for competing systems |
| 4. Safety and comfort measures |

4) ตัวแปรทางด้านสภาวะแวดล้อม (Environmental Factors) หมายถึงตัวแปรซึ่งเกี่ยวข้องกับสภาวะแวดล้อมของผู้เดินทางและระบบคมนาคมขนส่ง ซึ่งคล้ายคลึงกับตัวแปรทางสภาวะสังคมและกายภาพ แต่ครอบคลุมขอบเขตที่กว้างกว่า ตัวแปรเหล่านี้แสดงไว้ในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตัวแปรทางด้านสภาวะแวดล้อมที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง

| |
|---|
| 1. Age and type of residential community |
| 2. Availability of parking in community |
| 3. Distribution of socio-economic grouping within area |
| 4. Level of public transport service available |
| 5. Relative location of housing to industry |

นอกจากนี้ Wilson ยังได้สรุปตัวแปรทางด้านที่อยู่อาศัยซึ่งจะมีผลต่อการตัดสินใจครอบครองรถยนต์ส่วนบุคคล (Car Ownership) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ตัวแปรทางด้านที่อยู่อาศัยที่มีผลต่อการตัดสินใจครอบครองรถยนต์ส่วนบุคคล

| |
|---|
| 1. Home location relative to public transport routes |
| 2. Choice of residential density |
| 3. Home location relative to service industry |

จากตารางที่ 2.1 ถึง 2.5 จะเห็นได้ว่ามีตัวแปรมากมายที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบของผู้เดินทาง ทั้งที่เกี่ยวข้องกับตัวผู้เดินทาง ระบบคมนาคมขนส่ง และสภาวะแวดล้อม อย่างไรก็ตามองค์ประกอบเหล่านี้ไม่สามารถถูกนำมารวมเพื่อสร้างแบบจำลองได้ทั้งหมด เพราะนอกจากจะมีจำนวนมากเกินไปแล้ว ตัวแปรบางตัวไม่สามารถทำการประมาณการหรือประมาณการได้ยากมาก หากนำเอามาใส่ไว้ในแบบจำลอง จะทำให้การประมาณการสภาวะอนาคตเสี่ยงต่อความผิดพลาดได้โดยง่าย

หลักเกณฑ์การเลือกใช้ตัวแปรมาไว้ในแบบจำลองนั้น โดยทั่วไปจะเลือกตัวแปรที่คิดว่ามีผลไวที่สุด (Most Sensitive) หรือไวกว่าตัวแปรอื่น ๆ เท่านั้น โดยมีข้อแม้ว่าภายหลังจากที่ทำการปรับแก้แบบจำลองแล้ว แบบจำลองที่ได้ต้องสมเหตุสมผลและความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองเมื่อคำนวนตามวิธีการทางสถิติจะต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แนวทางกว้าง ๆ ที่ใช้ในการเลือกตัวแปรมาสร้างแบบจำลองพอจะสรุปได้ดังนี้

1) ตัวแปรเหล่านั้นต้องเก็บรวบรวมได้โดยง่าย ไม่ว่าจะเป็นการสำรวจภาคสนามหรือแหล่งข้อมูลทุติยภูมิก็ตาม

2) พยายามให้มีตัวแปรน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อความสะดวกและประหยัดในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3) จำนวนตัวแปรที่ใช้จะต้องไม่ทำให้แบบจำลองคลาดเคลื่อนมากจนมีนัยสำคัญ

4) ตัวแปรที่ใช้จะต้องสามารถตรวจสอบหรือคำนวณได้ และยังต้องสามารถประมาณการค่าในอนาคตได้ เพื่อทำให้แบบจำลองนั้นสามารถใช้ประโยชน์ในการประมาณการสภาวะอนาคตได้

5. ตัวแปรที่ใช้ควรจะมีอยู่ในรูปแบบการเดินทางทุกแบบที่กำลังพิจารณาอยู่

## 2.3 แนวความคิดและข้อพิจารณาในการสร้างแบบจำลอง (Model Concepts)

ปัจจุบันมีวิธีการประมาณการอยู่หลายวิธีสำหรับนักวิเคราะห์ นับตั้งแต่การตัดสินใจด้วยเหตุผลเฉพาะตัว การปรึกษาหารือกันระหว่างผู้เชี่ยวชาญหรือผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้องจนกระทั่งการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สลับซับซ้อนมาช่วยอธิบาย อย่างไรก็ตาม ไม่มีใครที่จะสามารถให้คำตอบได้แน่นอนว่าวิธีการใดที่จะให้คำตอบที่ถูกต้องแม่นยำดีกว่ากันในขณะนั้นเนื่องจากเหตุการณ์จริงนั้นยังไม่เกิดขึ้นค่าคำตอบที่ประมาณการได้มาไม่ว่าจะด้วยวิธีการใดก็ตามจะถูกยืนยันความถูกต้องแม่นยำและความน่าเชื่อถือได้ โดยอาศัยสมมุติฐานและเหตุผลที่เปรียบเสมือนฐานสนับสนุนอยู่เบื้องหลังคำตอบนั้น และการจะให้เหตุผลสนับสนุนที่ดีได้ จำเป็นต้องเข้าใจแนวความคิดพื้นฐาน (Concepts) ในการพัฒนาวิธีการนั้น ๆ ตลอดจนกลไกการทำงานของวิธีการนั้น ๆ

### 2.3.1 ความต้องการใช้แบบจำลอง (Model Requirements)

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการประมาณการงานด้านการคมนาคมขนส่งถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับหลายสถานะการณ์แตกต่างกันไป เช่น

- ผู้ดำเนินกิจการด้านการให้บริการคมนาคมขนส่ง ต้องการทราบปริมาณความต้องการความต้องการใช้ที่ควรจะเป็น หากมีการเปลี่ยนแปลง อัตราค่าโดยสาร, ระดับการให้บริการ (ความเร็ว, ความถี่ เป็นต้น), หรือแม้กระทั่งผลกระทบจากการปรับปรุงกิจการของคู่แข่งทางการค้าของตน

- นักวางแผนต้องการประมาณการปริมาณการจราจรในอนาคตที่ควรจะเป็นเมื่อจำนวนประชากร, การใช้ประโยชน์ที่ดิน, การครอบครองรถส่วนตัวเปลี่ยนแปลงไปหรือเมื่อมีปรับปรุงโครงข่ายถนนใหม่

ความต้องการเหล่านี้เองที่เป็นจุดกำเนิดของวิวัฒนาการศึกษาและวิจัยแบบจำลองทางด้าน Land-use/Transportation ซึ่งเริ่มต้นกันที่ แบบจำลองสำหรับรูปแบบการเดินทางแบบเดียว คือ รถยนต์ส่วนบุคคล และเมื่อระบบการคมนาคมขนส่งมีรูปแบบเพิ่มขึ้น ความต้องการใช้แบบจำลองที่ครอบคลุมกว้างขวาง (Comprehensive) จึงมีมากขึ้น เพื่อทำให้งานศึกษาสามารถครอบคลุมได้หมดทั้งระบบ

2.3.2 ข้อกำหนดของแบบจำลอง (Model Specifications)

แบบจำลองการเดินทาง คือ ตัวแทนของสภาพความเป็นจริงโดยประมาณซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์โดยอาศัยสมมุติฐานบางประการมาประกอบการพิจารณา Michael J. Bruton (2)ได้สรุปสมมติฐานพื้นฐานที่สำคัญไว้ 2 ประการดังนี้

1) รูปแบบการเดินทางเป็นรูปธรรมอย่างหนึ่ง มีความคงตัว และสามารถทำการประมาณการได้

2) ความต้องการการเดินทางมีความสัมพันธ์ที่สามารถวัดได้กับการกระจายตัวความหนาแน่นของการใช้ประโยชน์ที่ดิน สภาพทางเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งทำให้นักวิเคราะห์สามารถประมาณการปริมาณการเดินทางได้ค่อนข้างแม่นยำสำหรับช่วงหนึ่ง ๆ ในอนาคต

จากสมมุติฐานทั้งสองข้างต้นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความต้องการเดินทางกับลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน และสภาพทางเศรษฐกิจและสังคม สามารถแทนได้โดยสมการความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างตัวแปรตาม (Dependent Variable) กับตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ดังนั้นแบบจำลองจึงต้องการตัวแปรอิสระเป็นข้อมูลป้อนเข้า จากนั้นนำเอาข้อมูลเหล่านี้ไปผ่านกรรมวิธีทางคณิตศาสตร์ ส่งผลลัพธ์ออกมาเป็นแบบจำลองที่ผ่านการปรับแก้รวมทั้งผลการประมาณการด้วยแบบจำลองนั้น โดยทั่วไปตัวแปรอิสระที่ใช้ ได้แก่ จำนวนประชากร (หรือครัวเรือน) ในพื้นที่ที่กำลังศึกษา, รายได้ครัวเรือน จำนวนรถส่วนตัวในครอบครอง ระยะทางการเดินทาง เวลาการเดินทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เป็นต้น ผลลัพท์ที่ได้มาจากแบบจำลองสามารถเป็นได้ทั้ง

ผลลัพธ์เชิงปริมาณ (Quantitative Output) เช่น จำนวนผู้โดยสารระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางหนึ่ง ๆ ปริมาณความต้องการการเดินทางโดยรูปแบบการเดินทางแบบต่าง ๆ ปริมาณการจารจรบนโครงข่ายถนน นอกจากนี้แล้วผลลัพธ์ที่ได้ก็ยังสามารถเป็นผลลัพธ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Output) ได้อีกด้วย เช่น จุดประสงค์ของการเดินทาง ช่วงเวลาที่เดินทาง เป็นต้น

ความเชื่อถือได้ของการประมาณการขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 2 ประการ ได้แก่ ความเหมาะสมของตัวแปรอิสระ และความเหมาะสมของรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สร้างแบบจำลอง ถ้าองค์ประกอบอันใดอันหนึ่งหรือทั้งสองอันซึ่งมีความไม่เหมาะสม ถูกนำมาใช้ในการงานที่กำลังศึกษา จะทำให้แบบจำลองที่ใช้นั้นมีลักษณะผิดข้อกำหนด (Mis-specification) การผิดข้อกำหนดของตัวแปรอิสระที่เห็นได้โดยง่าย เกิดขึ้นจากการละเลยไม่นำตัวแปรอิระบางตัวซึ่งมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจมาใช้ หรืออาจจะไปนำเอาตัวแปรอิระอื่น ๆ ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วไม่เกี่ยวข้องกันมาใช้เป็นตัวแปรในการสร้างแบบจำลอง และถึงแม้ว่าจะได้มีการปรับแก้ (Calibrate) จนทำให้สมการทางคณิตศาสตร์มีความสอดคล้องอย่างพอเหมาะ (Resonable Fit) ก็จะยิ่งทำให้เกิดความผิดพลาดอย่างร้ายแรง ถ้ามีการนำเอาแบบจำลองนั้นไปใช้ประมาณการ

การผิดข้อกำหนดโดยการเลือกใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสมเป็นความผิดพลาดที่พิจารณาและอธิบายได้ยากกว่าแบบแรกมาก แบบจำลองการเดินทางจำนวนมากถูกพัฒนามาอย่างง่าย ๆ หรือกึ่งง่าย (Empirically or Semi-empirically) การป้องกันความผิดพลาดในด้านนี้ จะต้องทำความเข้าใจกับแนวความคิดในการสร้างแบบจำลองนั้นให้ดีเสียก่อนนำไปใช้ สมมุติฐานในการสร้างแบบจำลองก็เป็นสิ่งสำคัญ หากยังไม่แน่ใจ ก็อย่าใช้เกินกว่าขอบเขตที่ตั้งสมมุติฐานไว้ ประสบการณ์การทำงานที่มากพอจะช่วยบอกได้ถึงข้อจำกัดในการใช้แบบจำลองกับงานหนึ่ง ๆ สิ่งสำคัญที่ควรตระหนักคือ ไม่มีแบบจำลองที่สมบูรณ์สำหรับงานทุกงาน การปรับปรุงแก้ไขให้เข้ากับสถานะการณ์จริงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

การใช้แบบจำลองควรมีข้อจำกัดอยู่ในระดับหนึ่ง แบบจำลองอย่างง่าย ๆ แบบหนึ่งซึ่งไม่เพียงพอกับงานศึกษาเอนกประสงค์ อาจจะยังคงใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ให้ผลลัพธ์ถูกต้องแม่นยำกับงานเฉพาะอย่าง อีกทั้งเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าแบบที่สลับซับซ้อน ไม่ว่าเวลาการใช้งานคอมพิวเตอร์หรือการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนั้นระดับของงานจึงเป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาควบคู่กันไปด้วย งานวางแผนระยะยาวย่อมแตกต่างจากงานวางแผนระยะสั้นบ้างเป็นธรรมดา แบบจำลองที่เลือกมาใช้ไม่จำเป็นต้องสลับซับซ้อน (Sophisticate) เสมอไป แต่ควรที่เป็นแบบจำลองที่สอดคล้องกับระดับของงานมากกว่า

### 2.3.3 โครงสร้างพื้นฐานของแบบจำลอง (Conceptual Model Structure)

แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางเป็นแบบจำลองที่ใช้อธิบายถึงสัดส่วนการใช้รูปแบบการเดินทางแบบใด ๆ ที่มีในระบบการคมนาคมขนส่งของเมือง แบบจำลองส่วนใหญ่นิยมใช้ฟังก์ชั่นอำนวยประโยชน์ (Utility Function) เป็นสมการทางคณิตศาสตร์หลักในการสร้างแบบจำลอง ฟังก์ชั่นอำนวยประโยชน์จะประกอบด้วยตัวแปรอิสระซึ่งแสดงถึงลักษณะเฉพาะตัว (Attributes) ขององค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบ ซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจของผู้เดินทาง ตามปกติตัวแปรอิสระจะเป็นตัวถ่วงน้ำหนักของ 2 องค์ประกอบ ได้แก่ ลักษณะเฉพาะตัวของผู้เดินทาง (เช่น ฐานะทางเศรษฐกิจ จำนวนรถส่วนตัวในครอบครอง เป็นต้น) กับ ลักษณะเฉพาะตัวของรูปแบบการเดินทาง (เช่น ระยะทางเดินทาง ระยะเวลาการเดินทาง ค่าใช้จ่าย เป็นต้น) ลองพิจารณาตัวอย่างง่าย ๆ ของแบบจำลองซึ่งมีเพียง 2 รูปแบบเป็นทางเลือกเท่านั้น (Binary Choice Model) สัดส่วนการใช้รูปแบบการเดินทางจะแทนได้ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ที่ 2.1

$$N_A/N_B = F(U_A, U_B) \quad \text{..... (2.1)}$$

เมื่อ $N_A$ และ $N_B$ = สัดส่วนการใช้รูปแบบการเดินทาง A และ B ตามลำดับ

$U_A$ และ $U_B$ = ฟังก์ชั่นอำนวยประโยชน์ของผู้เดินทางที่เลือกใช้รูปแบบการเดินทาง A และ B ตามลำดับ

$F$ = ฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม

หากเขียนสมการที่ 2.1 เสียใหม่โดยลดมาอยู่ในรูปของการเดินทางแบบเดียว จะเขียนได้ดังนี้

$$N_A = F(U_A, U_B) \quad \text{..... (2.2)}$$

สมการที่ 2.2 นี้สามารถขยายขอบเขตครอบคลุมระบบคมนาคมขนส่งที่มีทางเลือกมากกว่า 2 ทางเลือกซึ่งจะได้กล่าวต่อไปในบทที่ 3 ว่าด้วยเรื่องของทฤษฎีของแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางประเภท Disaggregate

2.3.4 การกระจัดกระจายของกลุ่มประชากร (Market Segmentation)

คุณสมบัติบางประการของผู้เดินทางที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทางแบบใดรูปแบบหนึ่ง ซึ่งนำมาใช้เป็นตัวแปรอิสระในการสร้างแบบจำลองอาจจะไม่ไวพอที่จะใช้อธิบายได้ดีเมื่อใช้ตัวแปรต่อเนื่อง (Continuously Variable Parameter) แต่กลับจะให้ผลที่ดีกว่าเมื่อใช้ตัวแปรไม่ต่อเนื่อง (Discrete Variable) จำแนกย่อยเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ตามกลุ่มของประชากรประเภทต่าง ๆ และเนื่องจากว่าประชากรแต่ละกลุ่มมักจะมีพฤติกรรมที่แตกต่างกัน ดังนั้นแต่ละกลุ่มจึงควรจะมีแบบจำลองที่สอดคล้องกับพฤติกรรมของกลุ่มแยกจากกัน ในทางปฏิบัติจะทำการสร้างแบบจำลองโดยยังคงไว้ซึ่งโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่เหมือนกัน ปรับแก้ด้วยข้อมูลของแต่ละกลุ่มประชากร ซึ่งจะทำให้แบบจำลองที่ได้มีค่าพารามิเตอร์แตกต่างกัน

การพิจารณาถึงการกระจัดกระจายของกลุ่มประชากรนั้นสามารถกระทำได้หลายวิธี ตัวอย่างเช่น การจำแนกประชากรออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ดังนี้

- จุดประสงค์ของการเดินทาง (เช่น ไปทำงาน, ไปโรงเรียน เป็นต้น)
- การมีรถส่วนตัวไว้ในครอบครอง (เช่น มีหรือไม่มี เป็นต้น)
- ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน
- โครงสร้างของครัวเรือน (เช่น โสด, แต่งงานแล้ว, มีบุตรหรือไม่ เป็นต้น)

ตามที่ได้ทำการค้นคว้าจากงานศึกษาด้านการวางแผนคมนาคมและขนส่งที่ผ่านมา พบว่า มักจะพิจารณาการกระจัดกระจายของกลุ่มประชากรตามวัตถุประสงค์ของการเดินทาง และการมีรถยนต์ส่วนตัวในครอบครอง

## 2.4 ประเภทของแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง

แบบจำลองการเลือกรูปแบบที่ใช้กันในปัจจุบันมีอยู่มากมาย ซึ่งถึงแม้ว่าจะถูกพัฒนามาจากสมมุติฐานและทฤษฎีที่แตกต่างกันบ้าง แต่โดยหลักการแล้วจะมีพื้นฐานที่คล้ายคลึงกัน หากจะจำแนกแบบจำลองที่ใช้กันทั่วไปออกตามระดับการรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ (Level of Aggregation) สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) Aggregate Models แบบจำลองประเภท Aggregate หรือ Zonal Model เป็นวิธีการดั้งเดิมที่ใช้กันมานาน วิธีการพิจารณาตามแนวAggregate นี้จะมองว่าพฤติกรรมใด ๆ ของกลุ่มหรือทั้งพื้นที่เป็นจริง พฤติกรรมรายบุคคลที่ประกอบกันเป็นกลุ่มย่อมจะมีพฤติกรรมการเดินทางที่สอดคล้องกับกลุ่มด้วย นั่นคือ บุคคลแต่ละบุคคลในพื้นที่ย่อยหนึ่ง ๆ จะมีลักษณะเฉพาะตัวค่าหนึ่งเหมือนกันหมด ตลอดจนมีการตอบสนองและการรับรู้ (Perceptions) ลักษณะเฉพาะของรูปแบบการเดินทาง (เช่น เวลาการเดินทางและค่าใช้จ่าย ) เป็นค่าคงที่ค่าเดียวกันอีกด้วยค่าที่ใช้แทนลักษณะเฉพาะดังกล่าวข้างต้นเป็นค่าเฉลี่ยของพื้นที่นั้น ๆ เพียงค่าเดียวดังนั้นในกรณีของ Aggregate Model ค่า $N_A$ หรือสัดส่วนความต้องการเดินทางโดยใช้รูปแบบ A ของทั้งเมืองจะประมาณค่าได้โดยตรงจากสมการ (2.2) อย่างไรก็ตามจุดบกพร่องของ Aggregate นั้นมีอยู่ที่การเชื่อมั่นในความเป็นเอกพันธ์กันของกลุ่มประชากรทั้งหมดในพื้นที่โดยไม่คำนึงถึงความเป็นจริงซึ่งหาความเป็นเอกพันธ์ได้ยากมากตรงกันข้ามกลับจะมีลักษณะการแยกเป็นกลุ่มย่อย ๆ แฝงอยู่หลายกลุ่มด้วยกัน (Market Segmentation)

2) Disaggregate Models แบบจำลองประเภทนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ข้อบกพร่องของแบบจำลองประเภท Aggregate โดยให้ความสำคัญกับความแปรผันของพฤติกรรมรายย่อยในกลุ่ม ซึ่งอาจจะเป็นรายบุคคลหรือครัวเรือน ดังนั้นในการวิเคราะห์จึง

ใช้รายบุคคลหรือครัวเรือนเป็นหน่วยเล็กที่สุดในการสร้างแบบจำลองสำหรับพื้นที่ศึกษา ตัวแปรอิสระที่ปรากฏอยู่ในฟังก์ชั่นอำนวยประโยชน์ของสมการที่ (2.2) จะถูกกำหนดเป็นตัวแปรซึ่งแสดงลักษณะเฉพาะตัวของรายบุคคล (Individual's Attributes ) และลักษณะเฉพาะตัวของรูปแบบการเดินทางที่บุคคลนั้นเลือกใช้ ดังนั้นสมการที่ (2.2) หากดัดแปลงมาใช้เป็น Disaggregate สามารถเขียนได้ตามสมการ (2.3)

$$N_{Ai} = F(U_{Ai}, U_{Bi}) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2.3)$$

สมการที่ (2.3) จะบ่งบอกถึงความน่าจะเป็น $N_{Ai}$ ซึ่งบุคคลที่ i จะเลือกรูปแบบ A สำหรับการเดินทาง

จำนวนปริมาณความต้องการใช้รูปแบบการเดินทางของกลุ่มรวมเช่น ในพื้นที่เมืองหนึ่งก็จะสามารถหาได้โดยวิธีการรวบรวมกลุ่มย่อยเป็นปริมาณของกลุ่มรวม ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้จะอธิบายไว้ในบทที่ 3 ในเรื่องของวิธีการประมาณการปริมาณการเดินทางทั้งหมด (Aggregate Demand) โดยการใช้แบบจำลองประเภท Disaggregate

## 2.5 การศึกษาและงานวิจัยที่ผ่านมา

การศึกษาและงานวิจัยทางด้านการวางแผนระบบคมนาคมขนส่งในประเทศไทยได้กระทำกันมาอย่างต่อเนื่องจากอดีตจนถึงปัจจุบัน งานศึกษาที่เริ่มใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์อย่างจริงจังเริ่มต้นเมื่อประมาณ 20 ปีที่ผ่านมา โดยส่วนใหญ่มักจะกระทำกันในเขตพื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานครและจังหวัดใกล้เคียง แต่ก็มีงานศึกษาพอสมควรที่ให้ความสนใจกับพื้นที่บริเวณอื่นมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เพราะปัญหาทางด้านการคมนาคมขนส่งได้แพร่กระจายไปสู่เมืองต่าง ๆ ที่เจริญเติบโตขึ้นเรื่อย ๆ อย่างไรก็ตามวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะขอสรุปผลงานชิ้นสำคัญเพียง 3 โครงการ เพื่อเป็นตัวอย่างใช้ในการศึกษาและทบทวนแบบจำลองที่มีอยู่เดิมก่อนจะศึกษาไปถึงแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางประเภท Disaggregate

### 2.5.1 Bangkok Transportation Study

Bangkok Transportation Study หรือชื่อย่อว่า BTS เป็นงานศึกษาที่ได้รับความช่วยเหลือทางการเงินจากรัฐบาลของประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน ให้ทำการศึกษา โดยคณะผู้เชี่ยวชาญชาวเยอรมัน เริ่มทำการศึกษาเมื่อเดือนมิถุนายน คศ. 1971 สิ้นสุดเดือนกันยายน 1975 ใช้เวลาศึกษายาวนานกว่า 5 ปี จุดประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาสถานการณ์ ข้อเท็จจริงและจัดทำแผนหลักของระบบคมนาคมและขนส่งสำหรับปีเป้าหมาย คศ. 1990 ในบริเวณพื้นที่ที่เรียกว่า Greater Bangkok Area (GBA) ซึ่งในขณะนั้นประกอบด้วยพื้นที่ 3 จังหวัด คือ พระนคร/ธนบุรี (ซึ่งรวมเรียกว่าเทศบาลนครหลวงในขณะนั้น) นนทบุรี และสมุทรปราการครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 3,157 ตารางกิโลเมตร

BTS นับเป็นงานศึกษาชิ้นสำคัญที่สุดชิ้นหนึ่งในประวัติศาสตร์การศึกษาทางด้านนี้ในประเทศไทย เนื่องจากเป็นงานศึกษาที่อาจถือได้ว่าเป็นชิ้นแรกที่กระทำอย่างครบถ้วนทุกขบวนการวางแผน BTS ใช้แบบจำลองการเดินทางต่อเนื่อง4ขั้นตอนในการประมาณการความต้องการเดินทาง มีการวิจารณ์และชี้แจงข้อบกพร่องต่าง ๆ ของแบบจำลองเพื่อใช้ประโยชน์ต่อการศึกษาของคนรุ่นหลังต่อไป มีบางท่านกล่าวว่างานศึกษาชิ้นนี้ว่าเปรียบเสมือนคัมภีร์เล่มแรกของการวางแผนคมนาคมขนส่งอย่างเป็นระบบในประเทศไทย

ผลของ BTS ซึ่งปรากฏใน Final Report ได้สรุปว่าปริมาณการเดินทางโดยรูปแบบใด ๆ จะมีผลมาจากตัวแปรมากมาย ซึ่งพอจะจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มย่อย คือ

- ลักษณะการเดินทางเช่น จุดประสงค์ของการเดินทาง ระยะเวลาการเดินทาง ช่วงเวลาที่เดินทาง เป็นต้น
- ลักษณะของระบบคมนาคมขนส่ง เช่น อัตราส่วนระหว่างเวลาการเดินทางของรถส่วนตัวกับระบบขนส่งมวลชน ความเร็ว ที่จอดรถ เป็นต้น
- ลักษณะของผู้เดินทาง เช่น จำนวนรถส่วนตัวในครอบครอง ความเร็วการเดิน ทางที่ต้องการ เป็นต้น

ตัวแปรทั้งสามดังกล่าวข้างต้นจะถูกนำมาสร้างสมการเพื่อหาสัดส่วนของการใช้รถส่วนตัวและระบบขนส่งมวลชน ในการศึกษา BTS ได้เลือกใช้จำนวนรถส่วนตัวต่อประชากร 1,000 คน เป็นตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียวเท่านั้นในแบบจำลองการเลือกรูปแบบ โดยใช้ค่าเฉลี่ยของแต่ละพื้นที่ย่อย (ซึ่งเป็นลักษณะของ Aggregate Model) มาใช้ในการสร้างสมการถดถอยเพื่อปรับแก้ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง แบบจำลองที่ได้อยู่ในรูปของสมการ exponential ที่ (2.4) ถึง (2.6)

$$P = 7.71 + 10.83\ MOT^{0.3215}, \quad r = 0.61 \qquad \text{..... (2.4)}$$

เมื่อ P = Private person trips of all trip purposes in 24 hours

$$P = 5.90 + 12.36\ MOT^{0.3709}, \quad r = 0.65 \qquad \text{..... (2.5)}$$

เมื่อ P = Private person trips to work in 24 hours and peak period (6 to 9 a.m.)

$$P = 0.895 + 11.82\ MOT^{0.3615}, \quad r = 0.58 \qquad \text{..... (2.6)}$$

เมื่อ P = Private person trips of all trip purposes in peak period (6 to 9 a.m.)

เมื่อพิจารณาจากแบบจำลองทั้งสามจะพบว่ามีความบกพร่องอยู่หลายประการที่น่าสนใจประการแรกที่เห็นได้ชัดคือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ อีกประการก็คือ การใช้ตัวแปรอิสระในการอธิบายแบบจำลองมีใช้เพียงตัวเดียว ได้แก่ จำนวนรถส่วนตัว/ประชากร 1,000 คน (อาจเป็นเพราะว่าขณะนั้นระบบขนส่งมวลชนยังไม่สามารถให้บริการได้ดีพอ) ซึ่งเป็นตัวแปรในส่วนของลักษณะผู้เดินทางเพียงด้านเดียวมิได้มีการพิจารณาถึงตัวแปรอื่น ๆ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันว่ามีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง

ซึ่งถ้าหากตัวแปรสำคัญอื่น ๆ เหล่านั้นเปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงนโยบายทางด้านการคมนาคมขนส่ง เช่น ค่าโดยสาร, ค่าน้ำมัน หรือมีการผลักดันระบบคมนาคมขนส่งแบบอื่น ๆ มาใช้ แบบจำลองดังกล่าวจะสามารถประยุกต์ใช้ในกรณีเกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้หรือไม่ อย่างไร

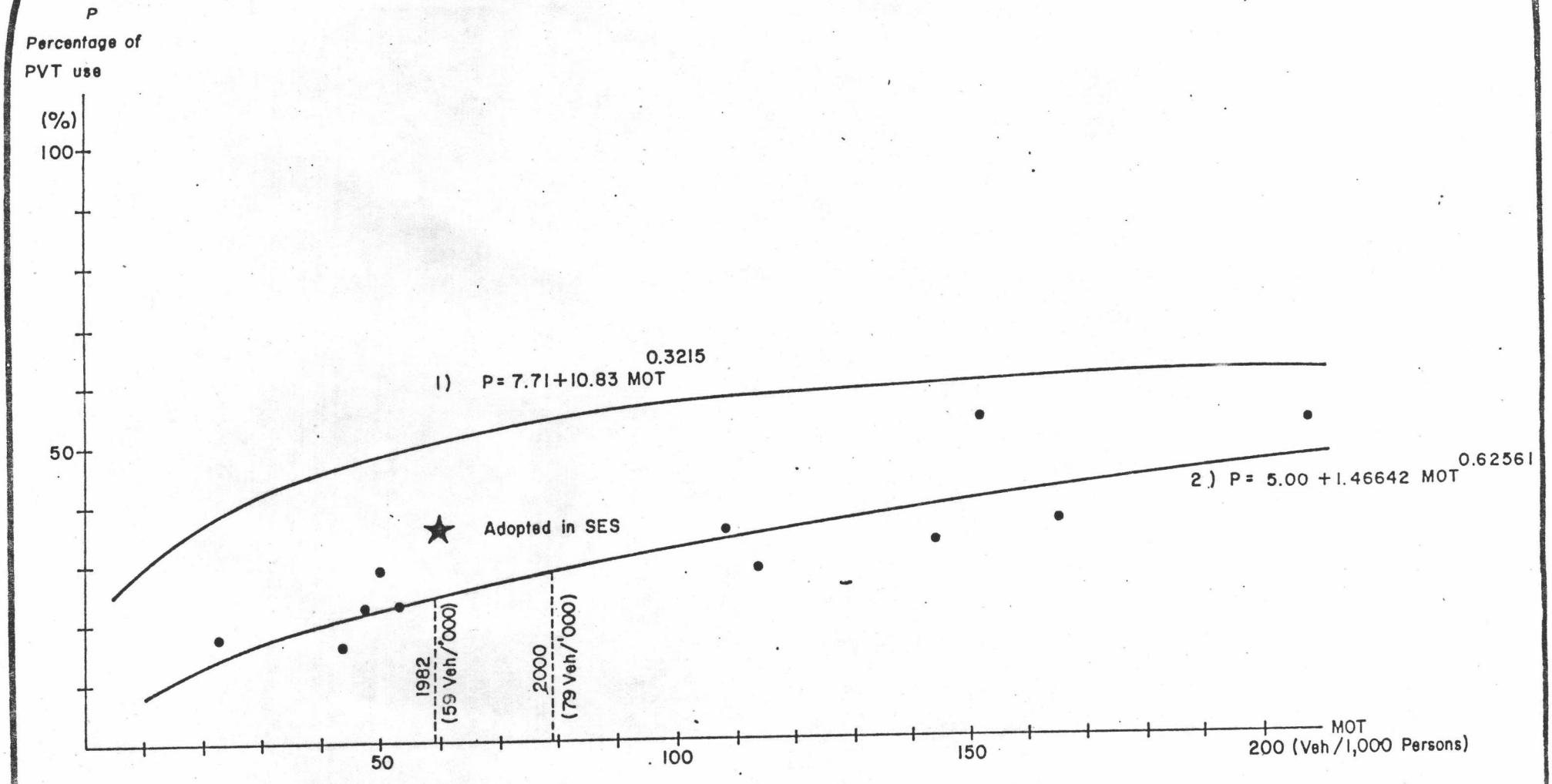
2.5.2 Feasibility Study on The Second Stage Expressway System in The Greater Bangkok

การศึกษาครั้งนี้ได้รับความช่วยเหลือทั้งการเงินและคณะผู้เชี่ยวชาญจากรัฐบาลญี่ปุ่น ผ่านทางองค์การภาครัฐบาล Japan International Cooperation Agency หรือที่รู้จักกันในอักษรย่อว่า JICA เริ่มทำการศึกษาเมื่อเดือนมิถุนายน คศ. 1982 สิ้งสุดโครงการในเดือนพฤศจิกายน คศ. 1983 รวมระยะเวลาทำการศึกษาประมาณปีครึ่ง

จุดประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ คือ ศึกษาความเหมาะสมทั้งทางเศรษฐกิจ วิศวกรรมและการเงิน ตลอดจนแผนการดำเนินการและผลกระทบจากโครงการก่อสร้างระบบทางด่วนขั้นที่สอง (Second Stage Expresssway System, SES) โดยมีการทางพิเศษแห่งประเทศไทยและหน่วยงานของไทยที่เกี่ยวข้องกับงานวางแผนคมนาคมขนส่งในเมืองเป็นทีมร่วมศึกษา

งานศึกษาของ JICA ครั้งนี้อาศัยข้อมูลพื้นฐานโดยส่วนใหญ่มาจากการศึกษา BTS แล้วจึงทำการสำรวจข้อมูลที่จำเป็นเพิ่มเติม เพื่อทำการปรับแก้หรือวิเคราะห์เพิ่มเติม ขอบเขตพื้นที่ทำการศึกษายังคงเหมือนกับ BTS คือครอบคลุมพื้นที่ที่เรียกกันว่า Greater Bangkok Area ได้แก่ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี และสมุทรปราการ

ในส่วนของแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางนั้นก็มีลักษณะเดียวกับ BTS คือ สัดส่วนการเลือกใช้รถส่วนตัวมีความสัมพันธ์กับจำนวนรถส่วนตัวในครอบครองต่อประชากร 1,000 คน เพียงตัวแปรเดียว จะแตกต่างกันตรงที่ JICA ได้ทำการปรับแก้ค่าพารามิเตอร์ของสมการด้วยข้อมูลในปีที่ทำการศึกษานั้น กราฟซึ่งแสดงความแตกต่างของการศึกษาทั้ง 2 แสดงไว้ในรูปที่ 2.1 สมการสำหรับคำนวณหาสัดส่วนการใช้รถส่วนตัว




NOTE :

1) Fomulated in BTS. 1972
2) Fomulated in SES. 1982
* SES (Second Stage Expressway System)

| | |
|---|---|
| รูปที่ 2.1 | ความสัมพันธ์ระหว่าง Motorization (MOT) and PVT Use |
| ที่มา : Feasibility Study on The Second Stage Expressway System, JICA | |

แสดงไว้ในสมการที่ 2.7

$$P = 5.00 + 1.46642\ MOT^{0.62561} \quad \ldots\ldots\ldots (2.7)$$

เมื่อ P = Private person trips of all purposes in 24 hours

MOT = Motorization หรือ จำนวนรถยนต์ส่วนตัวในครอบครองต่อประชากร 1,000 คน

แบบจำลองย่อย (Submodel) ซึ่งทำการแยกปริมาณความต้องการเดินทางโดยระบบขนส่งสาธารณะออกเป็นการเดินทางโดยรถประจำทางทั้งหลายกับทางรถไฟ JICA ตั้งสมมติฐานว่า เหตุจูงใจประการสำคัญในการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถประจำทางกับรถไฟอยู่ที่ผลต่างของเวลารวมทั้งหมดที่ใช้ในการเดินทางของสองรูปแบบ โดยอาศัยผลการสัมภาษณ์และการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยสร้างเป็นแบบจำลองดังสมการที่ 2.8

$$Y = 77.805 - 2.722\ (B - R), \quad r = 0.882 \quad \ldots\ldots\ldots (2.8)$$

เมื่อ Y = จำนวนร้อยละของผู้ใช้ระบบขนส่งสาธารณะโดยรถประจำทาง

(B - R) = ความแตกต่างระหว่างเวลาการเดินทางโดยรถประจำทางและรถไฟ

เวลาการเดินทางตามสมการที่ (2.8) หมายถึง เวลาบนยานพาหนะ (On-vehicle Time) รวมกับเวลานอกยานพาหนะ (Out-of-vehicle Time) ซึ่งประกอบด้วยเวลาการรอคอยรวมกับเวลาการเดินไปยังสถานี ซึ่ง JICA เสนอค่าเฉลี่ยเวลารอคอยและเวลาเดินไปยังสถานีดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ค่าเฉลี่ยของเวลารอคอยและเวลาเดินไปยังสถานี เสนอโดย JICA, พศ. 2525

| รูปแบบการเดินทาง | เวลารอคอย (นาที) | เวลาเดินไปยังสถานี (นาที) |
|---|---|---|
| รถประจำทาง | 5 | 5 |
| รถไฟ | 15 | 10 |

ที่มา : Feasibility Study on The Second Stage Expressway System in The Greater Bangkok หน้า 6-30 ถึง 6-32.

เนื่องจากการศึกษามีเพื่อศึกษาความเหมาะสมของระบบทางด่วน JICA จึงใช้แบบจำลองประเภท Trip-end Spilt ซึ่งมิได้ให้ความสำคัญกับตัวแปรที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงนโยบาย เช่น ค่าใช้จ่ายการเดินทางต่อการตัดสินใจเลือกใช้รูปแบบการเดินทางหนึ่ง ๆ ซึ่งเป็นข้อด้อยอย่างเห็นได้ชัดของแบบจำลองนี้ หากพิจารณาสมการ 2.7 และ 2.8 จะพบว่ามีลักษณะคล้ายคลึงกับ BTS พื้นฐานในการสร้างแบบจำลองจะใช้พื้นที่ย่อยเป็นหน่วยการวิเคราะห์ ตัวแปรอิสระที่ใช้ในแบบจำลองเป็นตัวแปรต่อเนื่องที่ได้มาจากค่าเฉลี่ยของพื้นที่ย่อยนั้น ยังขาดการพิจารณาในเรื่องการกระจัดกระจายของกลุ่มประชากร

2.5.3 Short Term Urban Transport Review (STTR)

Short Term Urban Transport Review ทำการศึกษาโดยคณะผู้เชี่ยวชาญของบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา Halcrow Fox and Associates (HFA) แห่งประเทศอังกฤษ เป็นงานศึกษาเพื่อการวางแผนการลงทุนหลักทางด้านการคมนาคมและขนส่งภายในระยะเวลา 5 ปี เพื่อแก้ไขสภาพการจราจรในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลเริ่มทำการศึกษารายปลายปี คศ.1984 และสิ้นสุดโครงการไปในเดือนตุลาคมปี ค.ศ. 1985 นับเป็นงานศึกษาเพื่อวางแผนที่ใช้เวลาสั้นมากโครงการหนึ่งหน่วยงานหลักของฝ่ายไทยที่

ร่วมรับผิดชอบในโครงการ ได้แก่ สภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

งานศึกษานี้ขยายขอบเขตพื้นที่ศึกษาออกไปกว้างกว่าการศึกษา BTS และ SES ครอบคลุมพื้นที่ของ 4 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี สมุทรปราการ และปทุมธานี และเนื่องจากข้อจำกัดของเวลาในการทำการศึกษา ข้อมูลพื้นฐานจำนวนมากยังคงอาศัยการศึกษาครั้งก่อน ๆ ที่ผ่านมาและทำการปรับแก้ด้วยข้อมูลซึ่งเก็บสำรวจเพิ่มเติม เพื่อให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการเดินทางในขณะทำการศึกษา

STTR ให้ความสำคัญกับการวางแผนงานคมนาคมขนส่งด้วยระบบซึ่งมีรูปแบบการเดินทางมากกว่า 1 กล่าวคือ ศึกษาทั้งการใช้รถส่วนตัวและระบบขนส่งสาธารณะ และได้เลือกใช้ Trip-interchange Modal Spilt โดยทำการกระจายปริมาณการเดินทาง (Trip Distribution) เสียก่อน แล้วจึงทำการแยกปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นสำหรับแต่ละคู่ของจุดเริ่มต้นและจุดปลายทาง (Origin and Destination Pairs) ออกเป็น 2 รูปแบบ คือ ปริมาณการเดินทางด้วยรถส่วนตัวกับปริมาณการเดินทางโดยระบบขนส่งสาธารณะ

การแยกปริมาณการเดินทางออกเป็น 2 รูปแบบ เมื่อพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการตัดสินใจการเลือกของผู้เดินทางแล้ว STTR ได้เลือกเอาองค์ประกอบที่คิดว่ามีผลกระทบโดยตรงหรือมีความไวมากที่สุดมาใช้เป็นองค์ประกอบหลักในการแยกประมาณการเดินทาง ซึ่งแตกต่างกันไปตามรูปแบบการเดินทาง สำหรับการเดินทางโดยรถส่วนตัวนั้น องค์ประกอบที่มีผลต่อการตัดสินใจจะอยู่ในรูปของค่าใช้จ่ายรวม ๆ ซึ่งประกอบไปด้วย

- ค่าของเวลา (Time Value)
- ค่าใช้จ่ายการใช้รถระหว่างการเดินทาง (Vehicle Operating Costs)
- ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในขณะเดินทาง เช่น ค่าผ่านทางด่วน เป็นต้น

ค่าใช้จ่ายในการจอดรถและค่าของเวลาที่ใช้สำหรับเดินจากที่จอดรถไปยังจุดหมายปลายทางจะไม่ถูกนำมาคิดเป็นค่าใช้จ่ายในการเดินทางโดยรถส่วนตัว ค่าใช้จ่ายดังกล่าวข้างต้นนำมาประกอบกันเป็นสมการเพื่อใช้แทนค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด (Generalised

Costs) ของการเดินทางโดยรถส่วนตัวดังสมการที่ 2.9

$$cost = a.t + b.d + c.d.v^2 \quad \text{..... (2.9)}$$

เมื่อ t = ค่าของเวลาในหน่วยของนาที

d = ระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง หน่วยเป็นกิโลเมตร

v = ความเร็วของการเดินทาง หน่วยเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง

a,b,c = ค่าพารามิเตอร์

สำหรับค่าใช้จ่ายรวมของการเดินทางโดยระบบขนส่งสาธารณะจะพิจารณาจากส่วนประกอบย่อย ๆ ดังนี้

- เวลาที่ใช้บนรถประจำทาง (On-vehicle Travel Time)
- เวลาเดินที่ต้องใช้เมื่อลงจากรถประจำทางไปยังที่หมาย
- ระยะเวลารอคอยรถประจำทาง
- ระยะเวลาเดินและรอคอยในกรณีต้องต่อรถหลายทอด
- ค่าโดยสาร

สัดส่วนการเดินทางโดยระบบขนส่งสาธารณะสำหรับแต่ละจุดหมายและปลายทางคำนวณจากแบบจำลองที่มีชื่อว่า Logit ดังสมการที่ 2.10

$$Pr^{PT}_{ij} = \frac{e^{U^{PT}_{ij}}}{e^{U^{PT}_{ij}} + e^{U^{PVT}_{ij}}} \quad \text{..... (2.10)}$$

เมื่อ $Pr^{PT}$ = สัดส่วนการเดินทางโดยระบบขนส่งสาธารณะ

U = ฟังก์ชั่นอำนวยประโยชน์ของการเดินทางโดยรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นของค่าใช้จ่ายรวม

PT = ระบบขนส่งสาธารณะ

PVT = รถส่วนตัว

i,j = จุดเริ่มต้น จุดปลายทาง

STTR เลือกใช้แบบจำลองที่เรียกว่า "Binary Logit" ซึ่งมีโครงสร้างทางคณิตศาสตร์และวิธีการปรับแก้แตกต่างโดยสิ้นเชิงจาก BTS และ JICA (จะกล่าวถึงอีกครั้งในบทที่ 3) และเนื่องจากลำดับขั้นการใช้แบบจำลองเป็นแบบ Trip-Interchange จึงทำการพิจารณาสัดส่วนการเดินทางเฉพาะเจาะจงสำหรับแต่ละคู่ระหว่างจุดเริ่มต้นและปลายทางต่าง ๆ องค์ประกอบต่าง ๆ ของค่าใช้จ่ายรวมจะใช้ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ย่อยหรือของแต่ละคู่จุดหมายและปลายทาง เป็นตัวแทนในการคำนวณแยกปริมาณการเดินทางออกจากกันเป็นสองรูปแบบ อย่างไรก็ดี พฤติกรรมการเดินทางเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจของแต่ละรายบุคคล ซึ่งย่อมมีการตัดสินใจที่แตกต่างกันตามสภาพของตนเองและสิ่งแวดล้อม การใช้ค่าเฉลี่ยมาแทนกลุ่มผู้เดินทางทั้งหมดจะเป็นการกลบเกลื่อนและบิดเบือนพฤติกรรมการเดินทางของกลุ่มผู้เดินทางกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งอาจมีองค์ประกอบในแง่ของค่าใช้จ่ายรวมไม่สอดคล้องกับค่าเฉลี่ย และเนื่องมาจากการสำรวจข้อมูลของงานวางแผนคมนาคมขนส่งมักจะกระทำโดยการสุ่มตัวอย่างแทบทั้งสิ้น ดังนั้น ผลการประมาณปริมาณการเดินทางโดยมองพฤติกรรมเป็นพื้นที่และค่าเฉลี่ยของค่าใช้จ่ายมาตัดสินใจย่อมเป็นการเสี่ยงต่อการผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น เพราะความไม่ต่อเนื่องของตัวแปรอิสระที่ใช้ปรับแก้แบบจำลอง

อย่างไรก็ดีด้วยหลักเกณฑ์ สมมุติฐาน และวิธีการต่าง ๆ ที่ โดยละเอียดของ STTR ทำให้งานศึกษานี้เป็นงานอีกชิ้นหนึ่งที่มีประโยชน์มากและเหมาะแก่การศึกษาเพื่อทำความเข้าใจการวางแผนทางด้านคมนาคมขนส่ง