บทที่ 2

การทบทวนผลงานที่ผ่านมา

การเกิดการเดินทางเป็นผลสืบเนื่องมาจากพฤติกรรมความเป็นอยู่ของมนุษย์ เพื่อสนองตอบความต้องการของมนุษย์ในการที่จะพัฒนาความเป็นอยู่ทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ตลอดจนความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิวัฒนาการต่าง ๆ การศึกษาถึงพฤติกรรมและองค์ประกอบต่าง ๆ อันนำมาซึ่งการเดินทางจึงเป็นพื้นฐานเบื้องต้นที่ทำให้เกิดการวางแผนในการพัฒนาด้านการคมนาคมขนส่งทั้งหมด

2.1 การเกิดการเดินทาง (Trip Generation)

Trip Generation คือ การศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเดินทาง (Trips) กับตัวแปรต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดการเดินทางนั้น ตัวแปรที่ทำให้เกิดการเดินทางนั้น ได้แก่ ลักษณะและการใช้ประโยชน์ในที่ดิน (Land Use) สภาพทางเศรษฐกิจและสังคม (Social and Economic Characteristics) อันได้แก่ ประชากร การจ้างงาน และการจัดการประกอบกิจกรรมทางการเกษตรอื่น ๆ สมมติฐานที่นิยมใช้กันเกี่ยวกับการคาดการณ์ปริมาณการเดินทางที่จุดปลาย (Trip ends) ของยานพาหนะในแต่ละหน่วยพื้นที่ โดยปกติแล้วควรจะมีการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ที่ดิน ตัวแปรทางด้านเศรษฐกิจและสังคมกับการเดินทาง และเมื่อไม่นานมานี้เองที่เราสามารถพิสูจน์ความจริงดังกล่าวข้างต้นได้

ในปี ค.ศ. 1948[4] เริ่มมีการนำเอาความสัมพันธ์ของการเดินทางและประชากรหรือลักษณะของที่ดินที่ก่อให้เกิดการเดินทางที่จุดปลายนั้นมาศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งได้มีการศึกษาที่ซานจวน (San Juan) และ เปอร์โตริโก้ (Puerto Rico)

ก่อนปี ค.ศ. 1950[4] ในสหรัฐอเมริกาได้ทำการสำรวจจุดเริ่มต้นและจุดปลายทาง (Origin and Destination Survey) เพื่อใช้ในการอธิบายรูปแบบของการเดินทางที่เป็นอยู่ (Existing travel pattern) โดยจัดทำเป็นตารางขึ้น จากนั้นก็ใช้อธิบายความต้องการเส้นทางคมนาคม (Desire line) ซึ่งเป็นตัวบอกปริมาณระยะการกระจาย (Spatial distribution) ของการเดินทาง สำหรับการเดินทางในอนาคตก็ได้ใช้การคาดการณ์จากในอดีตและปัจจุบัน แล้วสมมติอัตราการเติบโต (Growth Rate) ขึ้นเป็นสัมประสิทธิ์

ต่อมาในปี ค.ศ. 1953[4] ได้มีการปรับปรุงแบบจำลองและสามารถตั้งสมมติฐานได้ว่า เมื่อเราสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางเศรษฐกิจและสังคมกับการเดินทางได้ เราก็จะสามารถคาดการณ์การเกิดการเดินทางในอนาคตได้เช่นกัน ที่เมืองดีทรอยท์ (Detroit) มลรัฐมิชิแกน (Michigan)

ในเวลาต่อมาความเข้าใจเกี่ยวกับการจราจรและการขนส่งเพิ่มมากขึ้น จนพอที่จะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดการเดินทางและตัวแปรต่าง ๆ[5] ดังนี้ คือ การจราจรทั้งในเมืองและภูมิภาคขึ้นอยู่กับตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้

1. รูปแบบการใช้ประโยชน์ในที่ดิน (Land use)
2. ลักษณะทางสังคมและเศรษฐกิจต่าง ๆ ของประชากรในพื้นที่นั้น ๆ (Social and Economic Characteristics)
3. ชนิดและขอบเขตของความสะดวกในระบบการคมนาคมขนส่งที่มีอยู่ (Travel facilities inventory)

2.2 การเกิดการเดินทางกับรูปแบบการใช้ประโยชน์ในที่ดิน

เรื่องของการใช้ประโยชน์ในที่ดินเข้ามาเกี่ยวข้องกับการเกิดการเดินทาง แยกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

2.2.1 ความหนาแน่นของการใช้ที่ดิน (Intensity of land use) การเดินทางเนื่องจากความหนาแน่นของ land use ต่อ 1 หน่วยพื้นที่ เช่น พื้นที่ที่มีผู้คนอาศัยอยู่หนาแน่นมีโอกาสที่จะเกิดการเดินทางมากกว่าพื้นที่ที่มีผู้คนอาศัยอยู่เบาบางกว่า โดยทั่วไปความหนาแน่นของการใช้ที่ดินมักจะแสดงให้เห็นในรูปของหน่วยพื้นที่อยู่อาศัยต่อเอเคอร์, จำนวนลูกจ้างต่อเอเคอร์ เป็นต้น

2.2.2 ลักษณะของการใช้ที่ดิน (Characters of land use) ในส่วนของความหนาแน่นของการใช้ที่ดินยังไม่สามารถอธิบายการเกิดการเดินทางได้อย่างสมบูรณ์ ถึงแม้ว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวจะเห็นได้อย่างเด่นชัด ในความหมายอย่างกว้าง ๆ ลักษณะของการใช้ที่ดินจะมีผลสะท้อนถึงสภาพเศรษฐกิจและสังคมด้วย อย่างที่กล่าวมาแล้ว ความหนาแน่นของการใช้ที่ดินมิได้อธิบายการแปรเปลี่ยนใน Trip Generation ทั้งหมด ดังนั้นจึงเพิ่มตัวแปรด้านลักษณะของการใช้ที่ดินเข้าไป เช่น รายได้ การเป็นเจ้าของรถ เป็นต้น

2.2.3 ที่ตั้งการประกอบกิจการของการใช้ที่ดิน (Location of land use activity) สัมประสิทธิ์ตัวนี้หมายถึง ระยะการกระจาย (Spatial distribution) ของการใช้ที่ดิน และลักษณะการประกอบกิจการของการใช้ที่ดินในพื้นที่ที่ทำการศึกษา ที่ตั้งของการใช้ที่ดินที่เป็นที่พักอาศัยจะมีผลกระทบอย่างสำคัญกับการเกิดการเดินทาง ตัวอย่างเช่น ถ้ามีความซับซ้อนของอาคารเพิ่มขึ้นและอยู่ใกล้ตัวเมือง จะมีผลลัพธ์ตรงข้ามกับที่พักอาศัยเมื่อตั้งอยู่ชานเมือง[1] อย่างไรก็ตามสัมประสิทธิ์ดังกล่าวสามารถประยุกต์กับการใช้ที่ดินที่ไม่ใช่ที่พักอาศัยได้เช่นกัน

2.3 <u>การเกิดการเดินทางกับลักษณะทางสังคมและเศรษฐกิจต่าง ๆ ของประชากรในพื้นที่นั้น ๆ</u>

สภาพเศรษฐกิจและสังคมที่กล่าวถึงนี้หมายถึง สภาพความเป็นอยู่ของประชากร อันประกอบด้วย จำนวนประชากร อายุ เพศ การศึกษา รายได้ การเป็นเจ้าของรถ เป็นต้น สภาพการณ์ดังกล่าวมีผลต่อการเกิดการเดินทางอย่างมาก หากสภาพเศรษฐกิจดี ประชากรมีรายได้สูง โอกาสที่จะเกิดการเดินทางก็มีมากขึ้นด้วย

2.4 <u>การเกิดการเดินทางกับชนิดและขอบเขตของความสะดวกในระบบการคมนาคม</u>

ในกรณีที่สภาพการใช้ประโยชน์ในที่ดินและสภาพด้านเศรษฐกิจและสังคมคล้ายคลึงกัน การเกิดการเดินทางอาจแตกต่างกันได้ ที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องมาจากคุณลักษณะของเส้นทางอันมีผลต่อความปลอดภัย ความสะดวกสบายในการเดินทาง ซึ่งคุณลักษณะดังกล่าวได้แก่ จำนวนช่องทางจราจร จำนวนทางแยก ผิวจราจร ความเร็วเฉลี่ยบนเส้นทาง เป็นต้น

2.5 <u>แบบจำลองการเกิดการเดินทาง</u> (Trip Generation Model)

แบบจำลองการเกิดการเดินทาง (Trip Generation Model) เป็นแบบจำลองอันหนึ่งในแบบจำลองต่อเนื่อง (Sequencial Models) ซึ่งเป็นกลุ่มของแบบจำลองที่นิยมใช้ในการวางแผนการคมนาคมขนส่งในเมืองและในภูมิภาค แบบจำลองต่อเนื่องจะประกอบไปด้วย แบบจำลองการเกิดการเดินทาง (Trip Generation Model) แบบจำลองการกระจายของการเดินทาง (Trip Distribution Model) แบบจำลองแนวเส้นทางของการเดินทาง (Traffic Assignment Model) และแบบจำลองรูปแบบของการเดินทาง (Modal Split Model)

การวิเคราะห์หารูปแบบของการเกิดการเดินทาง เป็นการวิเคราะห์เพื่อที่จะจำลองการเกิดการเดินทางที่เกิดขึ้นในพื้นที่ที่จะทำการศึกษาให้อยู่ในรูปของตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งตัวแปรเหล่านี้จะต้องมีความสัมพันธ์อย่างมากต่อการเกิดการเดินทาง ผลจากการจำลองจะทำให้ทราบถึงการเกิดการเดินทางในพื้นที่ที่สนใจในปัจจุบัน และเมื่อเราทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดการเดินทางในอนาคต ก็จะทำให้ทราบถึงการเกิดการเดินทางที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ อันเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่จะช่วยแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมและสภาพการณ์การคมนาคม ซึ่งจะทำให้เข้าใจถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และจะช่วยทำให้การวางแผนและการแก้ปัญหาการคมนาคมขนส่งอย่างเป็นระบบและถูกต้องได้ผลคุ้มค่าต่อการลงทุน

การสร้างแบบจำลองการเกิดการเดินทางสามารถจำแนกเป็นวิธีการใหญ่ ๆ ได้ 2 วิธี คือ

2.5.1 Aggregate Analysis

2.5.2 Disaggregate Analysis

วิธีการแรกเป็นการวิเคราะห์หารูปแบบของการเกิดการเดินทางอย่างกว้าง ๆ ซึ่งนิยมใช้กันมากในระดับภูมิภาค ส่วนวิธีการหลังเป็นวิธีการที่ต้องการความละเอียดมากกว่า โดยวิธีการหลังนี้จะแบ่งพื้นที่ที่ทำการศึกษาออกเป็นพื้นที่ย่อย ๆ (Zone) หลายพื้นที่ย่อย โดยแบ่งตามคุณลักษณะต่าง ๆ ของการใช้ประโยชน์ในพื้นที่นั้น แล้วศึกษาพร้อมกับหาข้อมูลแยกในแต่ละพื้นที่ย่อย ๆ นั้น ซึ่งนิยมใช้ในเขตเมืองที่มีประชากรอยู่หนาแน่นและรูปลักษณะการใช้ที่ดิน สภาพเศรษฐกิจและสังคมแตกต่างกันมากเท่านั้น ในการวิจัยนี้จะใช้วิธีการแรกในการศึกษา เนื่องจากวิธีการดังกล่าวก็ให้ผลอย่างพอเพียงในระดับภูมิภาค และสามารถกระทำได้สะดวกประหยัดค่าใช้จ่ายและระยะเวลาในการศึกษาได้มากกว่า

2.6 <u>การศึกษาการเกิดการเดินทางโดยการวิเคราะห์แบบถดถอย</u> (Trip Generation with Regression Analysis)

Trip Generation โดยใช้ Regression analysis นี้จัดเป็น Aggregate Analysis อย่างหนึ่ง ซึ่งโดยปกติแล้วสามารถจำแนกการสร้างแบบจำลองการเกิดการเดินทางออกเป็น 2 วิธีดังนี้

2.6.1 แบบจำลองโดยวิธีอัตราการเจริญเติบโต (Growth Factor Method)

แบบจำลองนี้นิยมใช้กันมากในการศึกษาการเกิดการเดินทางในภูมิภาค โดยมีสมมติฐานที่ว่า "การเกิดการเดินทางในอนาคตจะเท่ากับผลคูณระหว่างการเกิดการเดินทางในพื้นที่ที่เป็นอยู่ในปัจจุบันกับแฟกเตอร์ตัวหนึ่ง ซึ่งแฟกเตอร์นี้จะต้องสามารถสะท้อนถึงการเจริญเติบโตของพื้นที่นั้น ๆ" และในงานวิจัยนี้แฟกเตอร์ที่ใช้สร้างแบบจำลองการเกิดการเดินทางจะใช้อัตราการเพิ่มเฉลี่ย (Uniform Growth Factor) ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสมการได้ดังนี้

$$T(F) = t(E) \times K(avg.)$$

โดยที่ $T(F)$ = การเกิดการเดินทางในอนาคต

$t(E)$ = การเกิดการเดินทางในปัจจุบัน

$K(avg)$ = อัตราการเพิ่มเฉลี่ย

2.6.2 แบบจำลองโดยวิธีรวมพื้นที่ (Area Wide Forecasting Method)

แบบจำลองนี้สามารถใช้ในการศึกษาการเกิดการเดินทางในภูมิภาคได้เช่นเดียวกับวิธีอัตราส่วนการเจริญเติบโต กล่าวโดยสรุปก็คือ อาศัยความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลต่อการเกิดการเดินทางสร้างแบบจำลองขึ้นในรูปแบบของสมการทางคณิตศาสตร์ ข้อจำกัดของแบบจำลองนี้ก็คือ รูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ที่ได้นั้น ใช้ได้เฉพาะพื้นที่ที่ทำการศึกษาในช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น รูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวสามารถเขียนได้ดังนี้

$$T(F) = \{Ao + A1X1(F) + A2X2(F) + A3X3(F) + ...AnXn(F)\}T(E)$$

$T(F)$ = การเกิดการเดินทางในอนาคต

$X1(F).....Xn(F)$ = ตัวแปรที่มีผลสะท้อนต่อการเกิดการเดินทางที่เกิดขึ้นในอนาคต

$Ao.....An$ = ค่าคงที่ ; $t(E)$ = การเกิดการเดินทางในปีฐาน

ในการศึกษานี้เลือกใช้วิธีการเจริญเติบโตเป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งได้แสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ในบทที่ 4

2.7 <u>การวิเคราะห์แบบถดถอย</u> (Regression Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยเป็นการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในเทอมของค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของตัวแปรหนึ่งเป็นฟังชั่นกับตัวแปรอีกตัวแปรหนึ่ง การวิเคราะห์นั้นจะกำหนดให้ฟังชั่นของค่าเฉลี่ยเป็นเส้นตรงหรือไม่เป็นเส้นตรงก็ได้ ถ้าการวิเคราะห์นั้นกำหนดให้ฟังชั่นของค่าเฉลี่ยเป็นเส้นตรงเรียกว่า การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) แต่ถ้ากำหนดให้ฟังชั่นของค่าเฉลี่ยไม่เป็นเส้นตรงเรียกว่า การถดถอยที่ไม่เป็นเส้นตรง (Non Linear Regression) หากความสัมพันธ์ของค่าตัวแปรหนึ่งขึ้นกับค่าของตัวแปรเพียงตัวเดียวและฟังชั่นของค่าเฉลี่ยเป็นเส้นตรง ผลจากการวิเคราะห์จะเรียกว่า การถดถอยเชิงเส้นแบบง่าย (Simple Linear Regression) แต่หากขึ้นกับค่าของตัวแปรอีกหลายตัว ผลของการวิเคราะห์ก็จะเรียกว่า การถดถอยเชิงซ้อน (Multiple Linear Regression)

การวิเคราะห์การถดถอยเป็นวิธีการทางสถิติ ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรมากกว่าหรือตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปออกมาในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ ในกรณีของ 2 ตัวแปร ซึ่งเป็นเส้นตรงรูปสมการของความสัมพันธ์ทั่ว ๆ ไปในทางคณิตศาสตร์ได้แก่

$$Y = a + bX$$

โดยที่ Y = ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

X = ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

a,b = สัมประสิทธิ์ของการถดถอย (Regression Coefficient)

สมการถดถอยเชิงเส้นที่มีตัวแปร 2 ตัวนี้ สามารถทำการคำนวณโดยใช้มือได้

ในกรณีส่วนมากการวิเคราะห์การถดถอยที่นำมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนการคมนาคมขนส่ง (Transportation Planning) เกี่ยวกับการคาดการณ์นั้นจะเป็นการถดถอยเชิงซ้อน ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ทั่ว ๆ ไปในทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$Y = Ao + A1X1 + A2X2 + ... + AnXn$$

โดยที่ Y = ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

X1.....Xn = ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

Ao.....An = ตัวคงที่ (Constants)

การถดถอยวิธีนี้มีความสลับซับซ้อนยากสำหรับที่จะทำการคำนวณด้วยมือได้ ดังนั้นจึงได้ปรับปรุงขึ้นใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดความเร็วสูง ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

013203

ในปัจจุบันนี้ Trip Generation โดยการถดถอยกระทำโดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรมเป็นส่วนมาก และโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้เป็นโปรแกรมสำเร็จรูป (Prepackaged Program) เช่น $BPRO_2R$ ของ FHWA หรือ $BMDO_2R$ ของ UCLA นอกจากนี้ยังมีโปรแกรมทางสถิติทั่ว ๆ ไป เช่น SPSS, SAS เป็นต้น

ข้อดีที่สำคัญที่สุดของการวิเคราะห์โดยวิธีการถดถอยนี้ก็คือ นักวิเคราะห์สามารถกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม และสามารถอธิบายความแน่นอนแม่นยำของสมการที่ใช้คาดการณ์ได้โดยตัวของมันเอง ค่าสถิติที่ใช้ในการอธิบายสมการถดถอยเพื่อใช้ในการคาดการณ์มีดังนี้

2.7.1 สัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (Coefficient of Multiple Determination, R^2) คือ การวัดจำนวนของความแปรปรวนที่ถูกบรรยายไว้โดยสมการซึ่งแสดงไว้เป็นอัตราส่วนทศนิยมของผลรวมความแปรปรวนที่สังเกตในตัวแปรตาม (Dependent Variable) ค่าสัมประสิทธิ์นี้มีขีดสูงสุด 1.0 ซึ่งจะเป็นค่าสำหรับสมการที่สมบูรณ์ที่สุด

2.7.2 สถิติคาดเคลื่อนมาตรฐาน (The Standard Error Estimate, Sy) คือ การวัดความเบี่ยงเบนของค่าที่ได้มาจากการสังเกต สถิติคลาดเคลื่อนมาตรฐาน จะถึงขีดต่ำสุดคือ ศูนย์ ซึ่งเป็นค่าสำหรับแบบจำลองที่สมบูรณ์ที่สุด

2.7.3 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (The Partial Correlation Coefficient, Rj) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระบอกให้รู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระบางตัวที่อยู่ภายใต้การพิจารณา

2.7.4 การทดสอบ F(F-test) ถ้า X และ Y เป็นตัวแปรสุ่มอิสระ ซึ่งมีการแจกแจงไค-สแควส์ มีองศาของความอิสระ (Degree of freedom) เป็น n_1 และ n_2 ตามลำดับ ถ้า F เป็นตัวแปรสุ่ม ซึ่ง

$$F = \frac{X/n_1}{Y/n_2} = \frac{\text{ส่วนเบี่ยงเบนเนื่องจากสมการเส้นถดถอย}}{\text{ส่วนเบี่ยงเบนจากสมการเส้นถดถอย}}$$

F จะมีการแจกแจงเป็นการกระจายเอฟ (F-distribution) มีองศาของความอิสระเท่ากับ (n_1, n_2) ค่า F นี้ใช้ในการทดสอบสมมติฐานโดยที่ค่า F จะต้องไม่อยู่ใน Critical Region ที่นัยสำคัญทางสถิติในระดับต่าง ๆ สมมติฐานที่ตั้งไว้ถึงจะยอมรับ

จากค่าทางสถิติที่ใช้ในการตรวจสอบความสมบูรณ์ของสมการไม่ควรจะใช้เพียงค่าใดค่าหนึ่งในการชี้แจงผลของสมการเส้นตรงที่ได้ เพราะว่าการทดสอบแต่ละอย่างจัดหาไว้ในแต่ละแง่ต่าง ๆ ของสมการเท่านั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย