

中央大学 正員 ○ 松井 浩
福井県 教員 西沢 宏一
中央大学 正員 鹿島 茂

1. はじめに

一般に土地利用モデルを用いて土地利用を推定しようとする場合、土地利用状況及び交通施設の整備状況を与件としたゾーン間所要時間が必要となる。従来、このために交通需要予測手法の1つである段階推定法が用いられてきたが、土地利用モデルにおける1指標としてのゾーン間所要時間を求める方法としては煩雑すぎると考えられる。そこで、本研究ではゾーン間所要時間を求めるための簡便モデルの作成を試みるものである。

2. モデルの考え方

本研究では、所要時間はゾーン及びゾーン間の特性を示す要因の関数として表され则认为している。すなわち、ゾーン間所要時間 t_{ij} は、 ij ゾーン間の交通需要を表す要因 X_{ij} 、 ij ゾーン間の交通施設の整備水準を示す交通施設量 Y_{ij} 、及び ij ゾーン間の距離 d_{ij} によって表され则认为、 $t_{ij} = f(X_{ij}^m, Y_{ij}^n, d_{ij})$ ($m=1, \dots, m; n=1, \dots, n$) で表され则认为してモデル式を作成している。

3. モデル式のパラメーター推定

モデルの考え方に基づいて、具体的に検討したモデル式を各交通手段別に説明する。尚、モデル式の推定は図1に示す北海道道央圏(33市区町村)を対象として行った。

3. 1 自動車用モデル

検討を行った主なモデル式は、表1に示す3タイプである。高速道・国道・主要道道を用いて、33市区町村の中心を結ぶネットワークを形成し、最短経路法によりゾーン間距離を求めた。一方、ゾーン間所要時間は、実際の走行データが得られなかったため、高速道路では80 km/h、一般道路では40 km/hで走行するものと設定し、ゾーン間距離より算出した。 ij ゾーン間の交通需要を表す要因 X_{ij} としては、ゾーン人口、従業者数、面積などを市町村統計より抽出した。 ij 間の交通施設の整備水準を示す交通施設量 Y_{ij} としては、高速道及び一般道ネットワーク本数を北海道道路地図より、幹線交通施設面積を国土数値情報より各々抽出してモデル式を作成した。

3. 2 鉄道用モデル

鉄道用モデルでは表2に示す6タイプについて、検討を行った。モデル式推定対象地域内の国鉄及び札幌市営地下鉄の全125駅を結ぶネットワークを形成し、その中からゾーン中心駅間を結ぶ路線について、時刻表より営業距離を求めゾーン間距離とした。一方、ソ

図1 北海道道央圏に於ける道路及び鉄道ネットワーク図

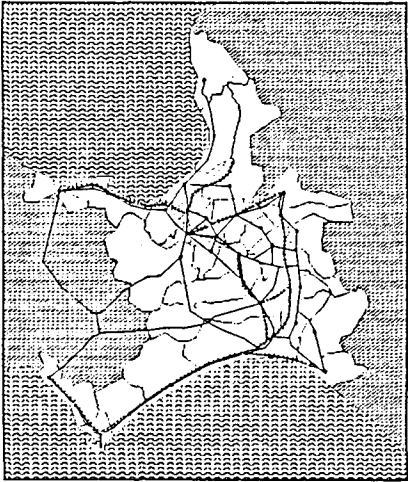


表1 自動車用モデル式及び説明要因

$t_{ij} = a_1 \left(\frac{E_i}{A_i} \frac{E_j}{A_j} \right)^{\alpha_1} (N_i \cdot N_j)^{\alpha_2} d_{ij}^{\alpha_3} e^{\alpha_4 TA_{ij}} e^{\alpha_5 TA_{ij}}$ -----(1)
$t_{ij} = a_2 \left(\frac{E_i}{A_i} \frac{E_j}{A_j} \right)^{\alpha_1} (N_i \cdot N_j - (N_i + 1)(N_j + 1)) d_{ij}^{\alpha_3} e^{\alpha_4 TA_{ij}} e^{\alpha_5 TA_{ij}}$ -----(2)
$t_{ij} = a_3 \left(\frac{E_i}{A_i} \frac{E_j}{A_j} \frac{P_i}{A_i} \frac{P_j}{A_j} \right)^{\alpha_1} (N_i \cdot N_j (N_i + 1)(N_j + 1)) d_{ij}^{\alpha_3} e^{\alpha_4 TA_{ij}} e^{\alpha_5 TA_{ij}}$ ---(3)
t_{ij} : ij ゾーン間所要時間、 d_{ij} : ij ゾーン間距離 E_i : i ゾーン従業者数、 P_i : i ゾーン人口 A_i : i ゾーン面積 N_i : 一般道ネットワーク本数、 N_j : 高速道ネットワーク本数 TA_{ij} : ij ゾーン幹線交通施設面積 δ_{ij} : ij ゾーン間に高速道路を利用する場合の有効性を示すダミー 一般道のみを利用した場合の ij ゾーン間所要時間を t_n 、高速道路を併用した場合の所要時間を t_h としたとき、 $\delta_{ij} = \begin{cases} 1 & (t_h / t_n < 0.8) \\ 0 & (t_h / t_n \geq 0.8) \end{cases}$ としている。

ゾーン間所要時間は、普通列車のみを利用した所要時間と特急を併用した場合の所要時間（乗り換え時間を含む）とを比較し、短いほうを採用した。X_{ij}は、自動車用モデルと同じ要因を用いた。Y_{ij}としては、ゾーン内駅数、ゾーン中心駅列車本数、ゾーン間乗り換え回数他を列車時刻表より抽出し、他に幹線交通施設面積を用いてモデル式を作成した。

3.3 バス用モデル

検討したモデルは、表3に示す5タイプである。モデル式推定対象地域内の主要バス路線からゾーン中心停留所を設定し、それらを結ぶ路線の道路距離をゾーン間距離とした。一方、ゾーン間所要時間は、バス時刻表より求めた所要時間に乗り換え時間を加えたものとした。X_{ij}は、道路用モデルと同じ要因を用いた。Y_{ij}としては、ゾーン内停留所数、ゾーン中心停留所便数、ゾーン間乗り換え回数他をバス時刻表より抽出し、他に幹線交通施設を用いてモデル式を作成した。

3.4 パラメーターの推定結果

以上14タイプのモデル式についてパラメーターの推定を行い、各モデル式の推定精度及び各説明要因の説明力等を検討し、表4に挙げる3タイプのモデル式を最終的に決定した。鉄道用及びバス用モデルに関しては、推定精度、各要因の説明力共に満足のいく結果が得られた。しかし、自動車用モデルに関しては、推定精度は高いものの、ゾーン間距離d_{ij}のt値が非常に高く偏りのあるモデルとなった。このような結果の原因としては、ゾーン間所要時間をゾーン間距離より算出したことが考えられる。また、決定した3モデル式を用いて推定した所要時間と実測値を比較したが、特にゾーン間による偏りは見られなかった。

4. おわりに

今回の研究では、ゾーン間所要時間推定の簡略化のためにゾーン間を結ぶルート上の各リンクの特性を省略したモデルを構築した。従って、個々のリンクにまで注目した精密モデルとこの簡便モデルとの整合性について、実証的に明示していくことが今後の課題であると考えられる。

<参考文献>

- 1) 土木学会編 : 都市の土地利用モデル
第18回 土木計画学シンポジウム
- 2) 鹿島・石川 : 大都市における環状高速道路建設の影響
第16回 日本都市計画学会学術研究発表会

表2 鉄道用モデル式及び説明要因

$$t_{ij} = a_0 (E_i \cdot E_j \cdot P_i \cdot P_j)^{a_1} \cdot Rn_{ij}^{a_2} \cdot d_{ij}^{a_3} \cdot e^{a_4 \cdot \delta_{ij}} \quad \text{-----}(1)$$

$$t_{ij} = a_0 \left(\frac{E_i \cdot E_j}{A_i \cdot A_j} \right)^{a_1} \cdot Rn_{ij}^{a_2} \cdot d_{ij}^{a_3} \cdot e^{a_4 \cdot \delta_{ij}} \quad \text{-----}(2)$$

$$t_{ij} = a_0 \left(\frac{E_i \cdot E_j}{A_i \cdot A_j} \right)^{a_1} \cdot Rn_{ij}^{a_2} \cdot d_{ij}^{a_3} \cdot e^{a_4 \cdot \delta_{ij}} \cdot e^{a_5 \cdot TA_{ij}} \quad \text{-----}(3)$$

$$t_{ij} = a_0 (E_i \cdot E_j \cdot P_i \cdot P_j)^{a_1} \cdot (St_i \cdot St_j)^{a_2} \cdot d_{ij}^{a_3} \cdot e^{a_4 \cdot \delta_{ij}} \quad \text{-----}(4)$$

$$t_{ij} = a_0 (E_i \cdot E_j \cdot P_i \cdot P_j)^{a_1} \cdot e^{a_2 \cdot TA_{ij}} \cdot d_{ij}^{a_3} \cdot e^{a_4 \cdot \delta_{ij}} \quad \text{-----}(5)$$

$$t_{ij} = a_0 (E_i \cdot E_j \cdot P_i \cdot P_j)^{a_1} \cdot (St_i \cdot St_j)^{a_2} \cdot d_{ij}^{a_3} \cdot e^{a_4 \cdot TA_{ij}} \cdot e^{a_5 \cdot \delta_{ij}} \quad \text{-----}(6)$$

t_{ij} : i-j ゾーン間所要時間（乗り換え時間を含む）

d_{ij} : i-j ゾーン間距離（営業距離）

E_i, P_i, A_i : 道路用モデルと同じ

Rn_{ij} : i-j ゾーン間乗り換え回数

δ_{ij} : 特急・急行を利用する場合の有効性を示すダミー

普通列車のみを利用した場合の所要時間をt_n、特急・急行を利用した場合の所要時間をt_hとしたときに、

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1 & (t_h / t_n < 0.7) \\ 0 & (t_h / t_n \geq 0.7) \end{cases}$$

としている。

表3 バス用モデル式及び説明要因

$$t_{ij} = a_0 (E_i \cdot E_j)^{a_1} \cdot TA_{ij}^{a_2} \cdot Bn_{ij}^{a_3} \cdot d_{ij}^{a_4} \cdot e^{a_5 \cdot \delta_{ij}} \quad \text{-----}(1)$$

$$t_{ij} = a_0 (E_i \cdot E_j \cdot P_i \cdot P_j)^{a_1} \cdot TA_{ij}^{a_2} \cdot Bn_{ij}^{a_3} \cdot d_{ij}^{a_4} \cdot e^{a_5 \cdot \delta_{ij}} \quad \text{---}(2)$$

$$t_{ij} = a_0 \left(\frac{E_i \cdot E_j}{A_i \cdot A_j} \right)^{a_1} \cdot TA_{ij}^{a_2} \cdot Bn_{ij}^{a_3} \cdot d_{ij}^{a_4} \cdot e^{a_5 \cdot \delta_{ij}} \quad \text{-----}(3)$$

$$t_{ij} = a_0 (E_i \cdot E_j \cdot P_i \cdot P_j)^{a_1} \cdot BB_{ij}^{a_2} \cdot Bn_{ij}^{a_3} \cdot d_{ij}^{a_4} \cdot e^{a_5 \cdot \delta_{ij}} \quad \text{---}(4)$$

$$t_{ij} = a_0 \left(\frac{E_i \cdot E_j \cdot P_i \cdot P_j}{A_i \cdot A_j \cdot A_i \cdot A_j} \right)^{a_1} \cdot Bn_{ij}^{a_2} \cdot d_{ij}^{a_3} \cdot e^{a_4 \cdot TA_{ij}} \quad \text{-----}(5)$$

t_{ij} : i-j ゾーン間所要時間、d_{ij} : i-j ゾーン間距離

E_i, P_i, A_i, TA_{ij} : 道路用モデルと同じ

Bn_{ij} : i-j ゾーン間での乗り換え回数、BB_{ij} : 1日便数

δ_{ij} : 特急・急行バスの運行を示すダミー

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 2 & : i-j \text{ ゾーン間に高速道路を利用した特急バスが運行されている} \\ 1 & : i-j \text{ ゾーン間に一般道を利用した特急・急行バスが運行されている} \\ 0 & : i-j \text{ ゾーン間に特急・急行バスが運行されていない} \end{cases}$$

表4 モデルの推定結果

交通手段	モデル式及びパラメーター						
自動車	$t_{ij} = a_0 \left(\frac{E_i \cdot E_j}{A_i \cdot A_j} \right)^{a_1} \cdot (N_i \cdot N_j \cdot (N_i + 1) \cdot (N_j + 1))^{a_2} \cdot d_{ij}^{a_3} \cdot e^{a_4 \cdot \delta_{ij} + a_5 \cdot \delta_{ij}^2}$						
	R=0.992	lna0	a1	a2	a3	a4	a5
		0.496 (12.16)	0.00046 (0.34)	-0.0183 (-3.24)	0.975 (152.98)	-0.255 (-25.66)	-0.00006 (-1.06)
鉄 道	$t_{ij} = a_0 \left(\frac{E_i \cdot E_j}{A_i \cdot A_j} \right)^{a_1} kn_{ij}^{a_2} \cdot e^{a_3 \cdot \delta_{ij}}$						
	R=0.966	lna0	a1	a2	a3	a4	a5
		1.02 (16.57)	0.011 (2.12)	0.425 (16.07)	0.754 (60.36)	-0.229 (-12.87)	-0.00032 (-5.29)
バ ス	$t_{ij} = a_0 (E_i \cdot E_j \cdot P_i \cdot P_j)^{a_1} TA_{ij}^{a_2} \cdot Bn_{ij}^{a_3} \cdot e^{a_4 \cdot \delta_{ij}}$						
	R=0.964	lna0	a1	a2	a3	a4	a5
		1.58 (22.23)	0.00980 (2.73)	-0.0302 (-2.47)	0.482 (20.68)	0.729 (54.52)	-0.0039 (-5.04)

() 内はt値を示す