

岐阜大学工学部 正員 森杉寿芳

美濃加茂市役所 正員 池田正幸

岐阜大学工学部 正員 野村信男

1. はじめに

従来使われてきた四段階推定法によれば、OD交通量と、分担交通量とをそれぞれ別々に求めていたために、現在のモードに新しく交通機関が加わった場合、その新モードに関係する交通量を、現在のモードから転換される交通量と、それ自体によって新しく誘発される交通量に分離し、推定することは不可能であった。

この点を改善したモデルとしては、モーダル・デマンド・モデル(M. Dモデル)があるが⁽¹⁾、その推定法が複雑であるところに問題が残されている。本研究では、理論的基礎をM. Dモデルに置き、一方では、ロジットモデルの簡便性を取り入れることによって⁽²⁾、新モード導入等の交通ネットワークの変化による転換、誘発交通量を考慮した各モード別の交通需要が推定できる新しいモデルを提案するものである。

2. 仮定

モデルの定式化に先立ち、次のような仮定と諸量を定義しておく。

- 1) 各ODには、発着両地域の経済的、社会的な諸要因によって定まる潜在的な需要があるものと仮定し、それは交通のために要する費用、時間、疲労、危険等の犠牲量(非効用)とは全く無関係なものとす。ここでは潜在需要 D_0 を、 P_1 , P_2 を発着地人口とし、 α_1 , α_2 , η_1 , η_2 はパラメータとして、(1)式のように表す。

$$D_0 = P_1^{\alpha_1} P_2^{\alpha_2} \eta_1 \eta_2 \quad (1)$$

- 2) 各ODには、交通利用者各自によって、交通目的の効用 U_j (j は特定の個人を表す)があり、それはワイヤル分布すると仮定する。すなわち、交通目的の効用 U_j を次式のように定め、ランダム変数 ε_j が、モードゼロのワイヤル分布に従うとする。ここに μ はパラメータである。

$$U_j = \mu + \varepsilon_j \quad (2)$$

- 3) 交通利用者は、各自の判断において犠牲量 S_i が最小となる交通機関 i を選択し、また、交通目的が達成されるとき交通目的の効用 U_j と犠牲量 S_i の差がある値 δ (パラメータ)より大きいとき、有効需要として顕在化するものとする。ここでいう犠牲量 S_i とは、 i 代替案の費用、時間、疲労、危険等の総和であるが、問題を簡単にするため、費用と時間のみを考え、(3)式とする。ここで C_i , t_i は、それぞれ i 代替案のコストと時間であり、 β , γ はそのパラメータ、 μ_i は、その他の非効用を表すパラメータである。

$$S_i = \alpha_i + \beta C_i + \gamma t_i + \mu_i \quad (3)$$

3. モデルの定式化

以上の3つの仮定に基づき、交通機関1, 2の2種がある場合についてのモデルの定式化を試みる。

交通機関1の潜在需要 D_0 に対する交通需要 T_1 の比率(顕在化率)は、仮定(3)により次式のように表わされる。

$$T_1/D_0 = \text{Prob} \{ w_1 \geq \delta, w_1 \geq w_2 \} \quad (4)$$

4) 式中 w_1 , w_2 はそれぞれ交通目的の効用 U と、犠牲量 S_1 , S_2 の差であり、(5)式に示す通りである。

$$\left. \begin{aligned} w_1 &= U - S_1 = \mu - (\alpha_1 + \beta C_1 + \gamma t_1) + \varepsilon_1 \\ w_2 &= U - S_2 = \mu - (\alpha_2 + \beta C_2 + \gamma t_2) + \varepsilon_2 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

(4)式は、交通目的の効用と、交通機関1の犠牲量が δ なる値より大きく、かつ交通機関1の犠牲量が交通機関2の犠牲量より小さい時の選択確率を示している。同様に交通機関2の顕在化率 T_2/D_0 は(6)式となる。

$$T_2/D_0 = \text{Prob} \{ w_2 \geq 0, w_2 \geq w_1 \} \quad (6)$$

(4), (6)式を交通機関1, 2の交通需要 T_1, T_2 として表し、潜在需要関数(1)式を導入すれば、(7), (8)式が導かれる。ただし、 u_1, u_2 は(5)式における $u = (\alpha_1 + \beta C_1 + \gamma t_1)$, $u = (\alpha_2 + \beta C_2 + \gamma t_2)$ である。

$$T_1 = \frac{\theta P_1 \eta_1 e^{u_1 - \delta}}{e^{u_1 - \delta} + e^{u_2 - \delta}} [1 - \exp\{-(e^{u_1 - \delta} + e^{u_2 - \delta})\}] \quad (7)$$

$$T_2 = \frac{\theta P_2 \eta_2 e^{u_2 - \delta}}{e^{u_1 - \delta} + e^{u_2 - \delta}} [1 - \exp\{-(e^{u_1 - \delta} + e^{u_2 - \delta})\}] \quad (8)$$

なお、一般に n 種の交通機関のうち i 番目の交通需要 T_i は、次式のようになる。

$$T_i = \frac{\theta P_i \eta_i e^{u_i - \delta}}{\sum_{i=1}^n e^{u_i - \delta}} [1 - \exp\{-\sum_{i=1}^n e^{u_i - \delta}\}] \quad (9)$$

4. 転換、誘発交通量の導出

交通機関1, 2の2種があり、その内交通機関1の交通施設が整備されたために、犠牲量の総和 S_1 が ΔS_1 だけ小さくなった時を想定し、(7), (8)式の検討を行う。 (7), (8)式を S_1 について偏微分すると、(10), (11)式となる。

$$\frac{\partial (T_1/D_0)}{\partial S_1} = \frac{-e^{S_1 - S_2}}{(1 + e^{S_1 - S_2})^2} - \frac{e^{-e^{u_1 - \delta}} \cdot e^{-e^{u_2 - \delta}} (-e^{S_1 - S_2} + e^{u_1 - \delta} + e^{u_2 - \delta} e^{S_1 - S_2})}{(1 + e^{S_1 - S_2})^2} \quad (10)$$

$$\frac{\partial (T_2/D_0)}{\partial S_1} = \frac{e^{S_1 - S_2}}{(1 + e^{S_1 - S_2})^2} - \frac{e^{-e^{u_1 - \delta}} \cdot e^{-e^{u_2 - \delta}} (1 + e^{u_1 - \delta} + e^{u_2 - \delta} e^{S_1 - S_2}) e^{S_1 - S_2}}{(1 + e^{S_1 - S_2})^2} \quad (11)$$

(10), (11)式において、交通機関1の犠牲量の総和 S_1 が ΔS_1 だけ小さくなった時のことを考えるならば、(11)式の $\frac{\partial (T_2/D_0)}{\partial S_1}$ は、この分だけの交通量が交通機関2から交通機関1へ転換されたことを示し、また(10)式と(11)式の差 $[\frac{\partial (T_1/D_0)}{\partial S_1} - \frac{\partial (T_2/D_0)}{\partial S_1}]$ は、誘発交通量として交通機関1に付加されたことを示す。このことを交通機関1の整備前後について、図1, 2で示す。

図2は、整備前には u_1 軸であったものが、整備後には S_1 が ΔS_1 だけ減少した。即ち、 $u_1 = u - S_1$ であるから u_1 が ΔS_1 だけ増加し、 ΔS_1 だけ左に移動して u_2 軸になったために、交通機関1の交通量は、A領域とB領域部分をだけ増加したことを示している。A領域は図からわかるように、交通機関2から1へ転換された交通量であり、B領域は新たに誘発された交通量である。以上より、ある1種の交通機関が整備された場合であるが、新交通機関が加わった場合にも同様に計算することができる。

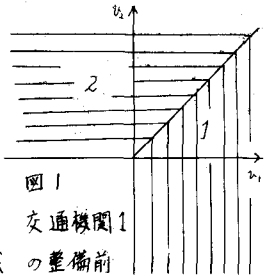


図1

交通機関1の整備前

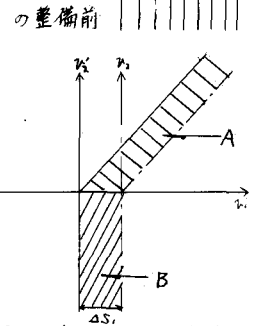


図2 交通機関2の整備後

5. パラメータの推定とモデルの実用性

(7), (8)式において推定しなければならないパラメータは、 $\theta, \eta_1, \eta_2, u, \alpha_1, \alpha_2, \beta, \gamma, \delta$ の9個であり、(7), (8)式は非線形であるので、Davidon-Fletcher-Powellの方法を適用した。目的関数は最小自乗であり、用いたデータは、昭和51年度旅客流動調査の鉄道と航空機の部分である。ただし、(7), (8)式をそれぞれ、 $e^{u_1 - \delta}$ および $e^{u_2 - \delta}$ で除すと、 u と δ, α_1 と α_2 の2つのパラメータの組合せについては、その相対値しか推定できない。そこで $u - \delta = u$, $\alpha_2 - \alpha_1 = \alpha_2$ とおきかえて推定した。推定結果は表1に示すとうりであり、好結果を得た。

6. あとがき

本研究にあたり、用いたD. F. P. 法のプログラムに関して、三菱総研の宮武信吾氏、高橋秀樹氏の協力を得た。

参考文献 1) 塚原重利; 交通における時間の価値評価、運輸と経済30-3

相関係数	交通機関1	$R_1 = 0.9475$
	交通機関2	$R_2 = 0.7581$
	total	$R_t = 0.9366$
パラメータの推定値	$K = 0.900$	$\delta = 0.944$
	$\eta_1 = 1.071$	$u = 0.755$
	$\eta_2 = 2.308$	$\alpha_2 = 2.017$
	$\beta = 0.255$	

表1 分析結果

2) Domencich, McFadden; Urban Travel Demand 1975