IV—20　修正ロジットモデル（MOGIT）による利用者便益の推定

岐阜大学工学部　正員　森杉寿芳
岐阜大学工学部 ○正員　鶴岡信男

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独立に求めてきたために，既存の交通機関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，既存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と分離して推定することは不可能であった。本研究では，新モード導入等の交通ネットワークの変化による転換，誘発交通量をも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としてMOGIT-MODEL[1]を提案し，あわせて，交通条件の変化による利用者の便益を推定しようとするものである。

2．諸仮定

モデルの定式化にあたり，次の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，地理的な諸要因によって定まる潜在的な需要D_0があるものと仮想する。ここでは，D_0を，P_1，P_2を発着地人口とし，k，η_1，η_2はパラメーターとして，$D_0 = P_1^{\eta_1} P_2^{\eta_2} k$，として表す。

2)　各ODには，交通利用者各自によって，交通目的の効用υがあり，それはワイブル分布すると仮定する。すなわち交通目的の効用υを，$\upsilon = u + \varepsilon$とおき，ランダム変数$\varepsilon$がモードゼロのワイブル分布に従がうとする。

3)　交通利用者が交通をおこすに当っては，それに伴う犠牲量が存在する。簡単のため，費用と時間のみを考え，$S_j = \alpha_j + \beta C_j + \gamma t_j$（$\alpha$，$\beta$，$\gamma$はパラメーター，t 時間，C 費用）とする。

4)　潜在的交通需要者は，交通目的の効用υとその犠牲量Sとの差wが，$w \geq \delta$のとき交通をおこし$w < \delta$のとき顕在化しないとする。（δはパラメーター）

3，MOGIT-MODELの定式化

以上の4つの仮定に基き，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に対する交通需要の比率（顕在化率）は仮定(4)より(1)式によって，また同様に交通機関2の顕在化率は(2)式として，それぞれ表現される。

$$T_1 / D_0 = \mathrm{Prob}\,[w_1 \geq \delta,\ w_1 \geq w_2] \tag{1}$$

$$T_2 / D_0 = \mathrm{Prob}\,[w_2 \geq \delta,\ w_2 \geq w_1] \tag{2}$$

(1)，(2)式中w_1，w_2はそれぞれ交通目的の効用υと犠牲量S_1，S_2の差であり，次式で示される。

$$w_1 = \upsilon - S_1 = u - (\alpha_1 + \beta C_1 + \gamma t_1) + \varepsilon = v_1 + \varepsilon \tag{3}$$

$$w_2 = \upsilon - S_2 = u - (\alpha_2 + \beta C_2 + \gamma t_2) + \varepsilon = v_2 + \varepsilon \tag{4}$$

(1)式は，交通目的の効用と，交通機関1の犠牲量との差がδ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おり，(2)式も同様である。以上より(5)，(6)式が導かれる。ただしv_1，v_2は純効用を示し，それぞれ，$u-(\alpha_1+\beta C_1+\gamma t_1)$，$u-(\alpha_2+\beta C_2+\gamma t_2)$である。

$$T_1 = \frac{k\, p_1^{\eta_1} p_2^{\eta_2} \cdot e^{v_1}}{e^{v_1} + e^{v_2}} \left[1 - \exp\left[-\left(e^{v_1-\delta} + e^{v_2-\delta}\right)\right]\right] \quad (5)$$

$$T_2 = \frac{k\, p_1^{\eta_1} p_2^{\eta_2} \cdot e^{v_2}}{e^{v_1} + e^{v_2}} \left[1 - \exp\left[-\left(e^{v_1-\delta} + e^{v_2-\delta}\right)\right]\right] \quad (6)$$

4. 利用者便益の導出

以下MODIT-MODELを利用して、属性量がS_1から$S_1+\Delta S_1=S_1'$に変化した場合、すなわち、v_1がv_1'となった場合の便益を、既存、転換、誘発の各場合について推定する。純効用がv_1のときの純効用w_1の期待値を$E(v_1, v_2)$と表すと、v_1がv_1'になったときの便益は次式で表わされる。

$$E(v_1', v_2) - E(v_1, v_2) \quad (7)$$

ここに$E(v_1^{(')}, v_2)$は次式のごとく表わされる。

$$E(v_1^{(')}, v_2) = \iint_{\substack{w_1^{(')} \ge \delta \\ w_1^{(')} \ge w_2}} w_1^{(')} \varphi(w_1^{(')} w_2)\, dw_1^{(')} dw_2 + \iint_{\substack{w_2 \ge \delta \\ w_2 \ge w_1^{(')}}} w_2 \varphi(w_1^{(')} w_2)\, dw_1^{(')} dw_2 + \iint_{\substack{w_1^{(')} \le \delta \\ w_2 \le \delta}} 0 \cdot \varphi(w_1^{(')}, w_2)\, dw_1^{(')} dw_2 \quad (8)$$

また、$\varphi(w_1^{(')}, w_2) = \varphi(w_1^{(')}) \cdot \varphi(w_2)$, $\varphi(Z_j) = e^{-(z_j - v_j)} \cdot \mathrm{EXP}[-e^{-(z_j - v_j)}]$

(7)、(8)式で導出された利用者便益を、ここで既存便益（Ee）、転換便益（Ed）誘発便益（Eg）に分離して推定する。

1，既存便益（図1参照）　交通機関1を使用していた人が$v_1 \to v_1'$となった後も交通機関1を使用している時の便益

$$Ee = \iint_{\substack{w_1 \ge \delta \\ w_1 \ge w_2}} \left[(w_1+\Delta S)\varphi(w_1+\Delta S, w_2) - w_1 \varphi(w_1, w_2)\right] dw_1 dw_2 \quad (9)$$

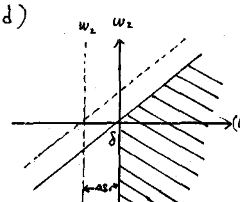
図1　既存部分

2，転換便益（図2参照）　交通機関2を使用していた人が1へ転換した場合の便益

$$Ed = \iint_{\substack{w_1 \ge \delta - \Delta S \\ w_2 \ge w_1 \ge w_2 - \Delta S}} \left[(w_1+\Delta S)\varphi(w_1+\Delta S, w_2) - w_2 \varphi(w_1, w_2)\right] dw_1 dw_2 \quad (10)$$

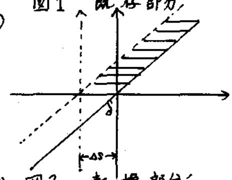
図2　転換部分

3，誘発便益（図3参照）　いままで交通がなかった人が新しく交通機関1を選択し交通をおこした場合の便益

$$Eg \iint_{\substack{\delta \ge w_1 \ge \delta - \Delta S \\ w_2 \le \delta}} \left[(w_1+\Delta S)\varphi(w_1+\Delta S, w_2) - 0 \cdot \varphi(w_1, w_2)\right] dw_1 dw_2 \quad (11)$$

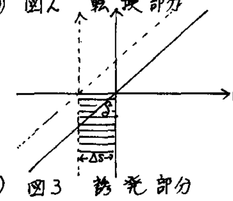
図3　誘発部分

5. 結果

(9)～(11)式の積分を行うと、上式はすべて$M(v_i, v_j)\left(= \frac{e^{v_i}}{e^{v_i}+e^{v_j}}\right)$と$S(y)\left(= \int y^{-1} e^{-y} dy = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-y)^n}{n \cdot n!} + \log y\right)$によって　$M(v_i, v_j)\left[S(y) + X\right]$の形で表わされる。この式は一見複雑そうに見えるが、計算上、$M(v_i, v_j)$, y, X, は、モジットモデルですでに計算されている値であるため、さほどの計算手順は必要とはしない。

参考文献　1) 土木学会第35回年次学術講演集第4部IV-54 P107, 108　昭和55年9月