【土木計画学研究・講演集　No.20(2)　1997年11月】

交通サービス制約を考慮した離散選択モデルの試案
The theory of travel behavior under rationing

岩倉 成志*
By Seiji IWAKURA

1．はじめに

人口減少、高齢化、財源制約、情報公開といった近年の社会情勢によって、より効率的、効果的な公共投資が強く要請されている。需要予測や便益計測において支配的な要因となる効用関数の推定は、従来にも増してデリケートな検討が必要といえる。

離散選択モデルとして代表的な非集計モデルの効用関数は、パラメータとサービス変数の組み合わせで表現されるため、サービスレベルの設定がパラメータ推定値に直接的に影響与えることとなる。

一般に利用者が受ける交通サービスは、供給制約のために行動に制限を受けていると考えられる。このため、供給サービス制約下での顕示選好データを用いた推定結果は、本来もしくは真の行動を表現しているかは疑問である。このような問題意識のもとに、交通サービス制約を考慮した離散選択モデルの推定方法の検討を行った。

2．交通サービス制約下での効用関数

直感的な理解のために、ここでは東京圏における都市鉄道の通勤トリップを想定する。輸送力増備を上回る人口流入によって、ピーク時の都心方面の鉄道路線は何れも極めて高い混雑状況にある。列車の速度も平行ダイヤによって緩急の所要時間差が少なかったり、混雑を回避するためには大幅な所要時間を要する状況にある。このため、異なるサービス水準の選択肢集合は限られている。

この状況で収集されるデータを想定したものが図1である。横軸はサービス水準、縦軸は効用水準を表している。ここで想定される制約は2種類ある。一つは個人個人が想起する選択肢集合のサービス水準の差が少ないこと、もう一つは輸送限界によって

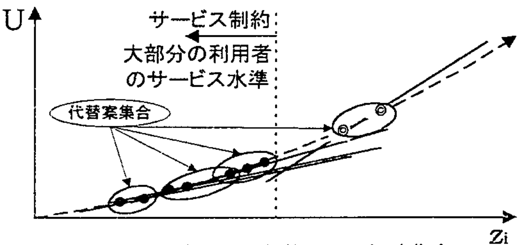

図1　サービス制約下の選択肢集合

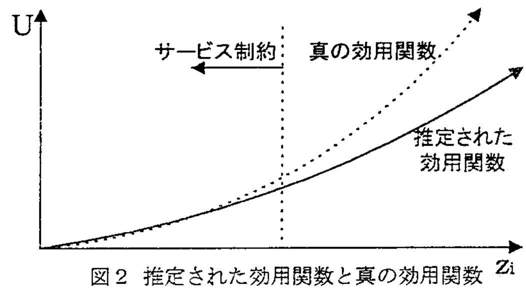

図2　推定された効用関数と真の効用関数

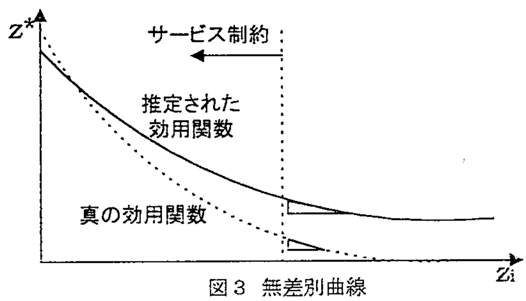

図3　無差別曲線

大部分の利用者が低水準のサービスしか享受できないという制約である。

上記のデータセットを用いて推定される効用関数は、図2の実線に示すように、サービス制約下の限界効用に依存した関数となる。しかし制約がなくなり、高いサービスが供給された場合には大幅に効用水準が上昇する場合も考えられる。このような場合、真の効用関数と推定された効用関数とは限界効用が異なってくる。当然、他のサービスとの限界代替率も図3に示すように異なる。

以上の基本的な考えをもとに、次節で非集計ロジ

キーワード：交通行動分析、交通計画評価、経路選択
正会員 工博　(財) 運輸経済研究センター研究調査部
(港区虎ノ門 3-18-19 ,iwakura@jterc.or.jp)

ットモデルを用いてサービス制約を緩和させる方法を検討する。

3．制約緩和モデルの試案

ランダム効用理論による効用関数U_{in}は確定項V_{in}と確率項ε_{in}によって次式のように表現される。

$$U_{in}=V_{in}+\varepsilon_{in} \qquad (1)$$

ここで、iは選択肢、nはある個人を表す。

この時、選択肢iを選択する確率P_iは、

$$\begin{aligned} P_n(i) &= \Pr(U_{in}\ge U_{jn}, \forall j\in R_n, i\ne j) \\ &= \Pr(\eta_{ij}\le V_{in}-V_{jn}, \forall j\in R_n, i\ne j) \qquad (2) \end{aligned}$$

$$\eta_{ij}=\varepsilon_{jn}-\varepsilon_{in}$$

i,j,kの３つの選択肢を想定すると、次式となる。

$$P_n(i)=\int_{-\infty}^{Vin-Vjn}\int_{-\infty}^{Vin-Vkn}\phi(\eta_{ij},\eta_{ik})d\eta_{ij}d\eta_{ik} \qquad (3)$$

ロジットモデルは、同時確率密度関数にワイブル分布を用いている。パラメータ(μ,α)をもつワイブル分布の確率密度関数は次式で与えられる。

$$\phi(\eta)=\alpha\exp(-\alpha(\eta-\mu))\exp(-\exp(-\alpha(\eta-\mu)))$$

この分布のモードはμであり、分散は$\pi^2/6\alpha^2$で与えられる。

一般にワイブル分布のパラメータは$(0,1)$と仮定してモデルの推定がされてきた。２．の基本的な考え方に基づけば、代替選択肢間のサービスレベルの差が大きく確定項によって選択が決定しているならば確率項の分散は小さくなり、サービス水準に差が小さい場合には、不確定要因の増加によって確率項は大きくなると考えるのが自然である。図４は、パラメータαを１と 1.5 に設定した場合の密度関数を表している。図からわかるように分散が小さくなれば同じ効用差でも選択確率が大きくなることがわかる。よって、選択肢間のサービス水準差もしくは効用差が分散パラメータに影響する形式を考えられれば良い。

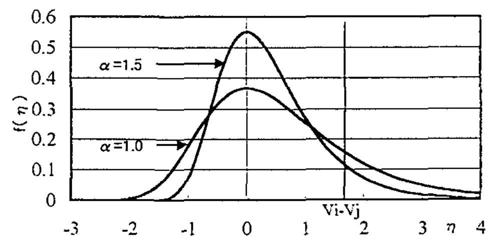

図４ 分散パラメータ設定と確率密度関数

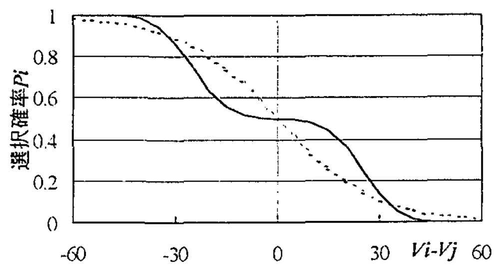

図５ 制約緩和モデルの選択確率曲線

分散パラメータを、２肢選択の場合に$\alpha(V_i-V_j)^2$と設定し、多肢選択の場合は$\alpha(V_i-\ln\sum_{j=2}V_j)^2$と設定する方法を考えた。よって、２肢選択モデル形式は、次式のようになる。

$$P_n(i)=\frac{e^{\alpha(Vi-Vj)^2 Vi}}{e^{\alpha(Vi-Vj)^2 Vi}+e^{\alpha(Vi-Vj)^2 Vj}} \qquad (4)$$

従来式から得られる選択確率と式（４）から得られる選択確率とを図５に示す。横軸は選択肢iとjの効用差、縦軸は選択肢iの選択確率である。効用差が少ない場合には選択確率がほとんど変化しない特性を持った式が導かれていることがわかる。

4．おわりに

交通サービス制約を考慮した新たな非集計ロジットモデルを提案した。大都市交通センサスを用いて、経路選択モデルの推定を試みたが、現在のところ安定的な推定結果は得られていない。擬似的に尤度関数に$\alpha(V_i-V_j)^2$の重みをつけて推定した結果を図６に示す。従来のロジット形式に比べ、混雑率の限界効用が大きくなっている。

基本的な概念と定式化との理論的整合性やパラメータ推定の特性等の検討は今後の課題としたい。

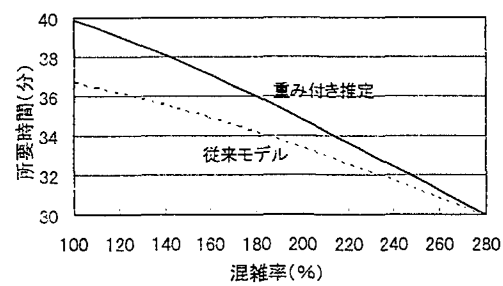

図６ 経路選択モデルの無差別曲線