

京都大学工学部 正員 佐佐木 綱
 京都大学工学部 正員 西井和夫
 運輸省 正員 池田 薫

1. はじめに

近年、宇野(1983)¹⁾によって開発された経路選択モデルは、競合する2ルート間の分担率比が当該ルートのルート特性値の関数であると仮定し、その本来具備すべき条件を満足する一般式の導出が関数方程式論を用い厳密になされたことに大きな特徴を有する。またこの宇野モデルの適用性に関しても諸検討が進められており、通勤交通における経路別利用者数予測への適用例がすでに報告されている。²⁾そして新たな理論的展開としては、宇野(1984)によるルート特性値の直並列合成に関する検討がなされ³⁾、その交通工学的な意味づけならびにそれらの適用上の有効性等についてより詳細な分析研究が必要な状況にあると考えられる。そこで本研究では、このルート特性値の合成の考え方にもとづく段階型経路選択モデルの提案を試みることにする。具体的には、これまでの適用例と同じく通勤交通における経路選択を取上げ、その中で各経路を構成するアクセス側・イグレス側の端末交通手段選択および代表交通手段選択といったいくつかの選択問題を段階的なアプローチによってモデル化する。

2. 段階型アプローチとルート特性値の並列合成

一般に、選択問題へのアプローチを分類する際、同時型(Simultaneous)、段階型(Sequential)の二者に分けられる場合がある。これは、交通行動における意志決定を必要とする“選択”が多次元にわたるときに、それらの時間的安定性の相互関係に主に規定されよう。例えば、勤務地の選択と通勤交通手段選択とでは、前者の選択における長期的な時間的安定性と後者の短期的あるいは弾力的な性質は明らかに異なるので、段階型のアプローチが適しているものと考えられる。一方、買物行動における目的地選択と交通手段選択の場合では、両者の時間的安定性に差異がないため、これらの選択行動に関する意志決定が相互に密接に関係する可能性が大きく、それは同時型のアプローチが有効といえるかもしれない。また段階型アプローチの利点として、選択問題の限定化による操作性があげられるが、これは選択における代替案が多種類であるとき効果的である。しかし、この選択問題の限定化においては、一連の選択行動の各段階間の整合性を保つことが望ましく、そのために下位の選択での情報を上位の選択に反映させる方法が内包化されている必要があり、合成変数(Composite Variables)の導入もその一つといえる。

一方、宇野によるルート特性値の直並列合成の考え方は、複数ルートの部分ルートあるいは複数のルート特性値を1つに束ねた場合にその合成ルート(合成ルート特性値)の満足すべき条件式を求めたものである。

ここで、図-1に示す並列合成においては、宇野モデルの一般式に関して、

$$(A)より \frac{P_3}{G^*(w)} = \frac{P_1}{G^*(r)} = \frac{P_2}{G^*(s)} \dots\dots\dots ① \quad (B)より \frac{P_3}{G^*(w)} = \frac{P_1+P_2}{G^*(t)} \dots\dots\dots ②$$

今、合成されたルートのルート特性値の関数 G^* は、上の関係より次式が成立するものとし、このときのルート特性値 t を合成変数と呼ぶことにする。

$$G^*(t) = G^*(r) + G^*(s) \dots\dots\dots ③$$

ここで、関数 G^* の特定化の1つとして分担率比が差の要因のみと仮定すれば、

$$G^*(x) = e^{-ax} \quad (a>0) \dots\dots\dots ④$$

$$e^{-xt} = e^{-ar} + e^{-as} \dots\dots\dots ⑤$$

式⑤によって示される合成変数が定義される。

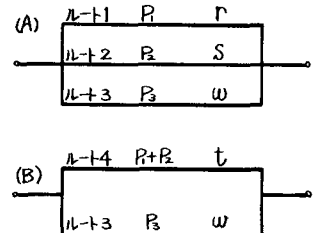


図-1 並列合成の例

なお、ルート特性値が複数個ある場合、

$$\begin{cases} R = P(R) = P(r_1, r_2, \dots, r_k) \\ S = P(S) = P(s_1, s_2, \dots, s_k) \end{cases}$$

3. 段階型経路選択モデルの構築

本モデルでは、具体的な対象として発地域が神戸方面、着地域が大阪市である都心部へ流入する通勤交通を取上げ、そのいくつかの経路のうち鉄道利用の場合にアクセス側・代表交通手段・イグレス側の3つの交通手段の組合せとしてとらえることにより、以下の3段階からなる選択構造を仮定している。

- (1) 経路の代表交通手段として、車か鉄道のいずれかを選択する。
- (2) 鉄道利用の場合に、国鉄・阪急・阪神の鉄道3ルートを選択する。
- (3) 鉄道3ルート間の選択がなされた後、その端末交通手段としてのアクセス交通手段（バス、徒歩・二輪）およびイグレス交通手段（地下鉄、環状線、バス、徒歩）のそれぞれの選択を行う。

なお、パラメータ推計の手順は、図-2に示すように上述の選択構造の逆の順序で行われ、選択段階の上位では、その下位の選択におけるルート特選値の合成変数が用いられることになる。

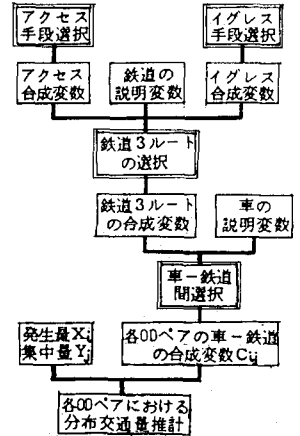


図-1 パラメータ推定の手順

表-1 各選択段階におけるパラメータ推定結果

表-1は、モデル構築のため各段階で用いた説明変数とそれらのパラメータ推定結果の一部である。ここで表中のポテンシャル指標とは、アクセス交通手段選択の説明変数であり、発ゾーン内各メッシュから鉄道ルート別最寄

選択段階	ベイズの値	説明変数とそのパラメータ ()内はt値				相関係数	
		説明変数	パラメータ	t値	標準誤差	分母自由度	乗数
アクセス手段選択	1.0	ポテンシャル指標	バス・固有定数項	-0.69 (3.48)		0.847	0.987
イグレス手段選択	1.0	所要時間	所要費用	比・0.013 (0.18)	線車駅数	0.625	0.970
鉄道3ルート間選択	0.5	アクセス合成変数	一般化費用	比・-0.22 (4.84)	イグレス合成変数	0.585	0.954
車-鉄道間選択	0.5	車・所要時間	車・所要費用	比・-0.33 (2.66)	鉄道・合成変数	0.384	0.995
					車・固有定数項	1.74 (1.08)	

駅までの直線距離の2乗の逆数として定義され、その直線距離が1.75km以下で徒歩ポテンシャルとして、またそれ以上ではバスポテンシャルとして扱っている。なお、パラメータ推定の際には、早野モデルの構造的特徴ともいえる説明変数の差あるいは比の要因としての組合せが可能であるため、それらの中から適合度の高いケースが採用されている。その結果、①各段階におけるモデルの適合度に関しては、全体的にみて乗数数での相関係数が0.95以上と非常に良好である。しかし、車-鉄道間選択における分母率比での適合度が悪い。これは、本適用地域での車利用分母率が低く、かつキャパティヴな選択層の存在などによりその同定化が不十分であることに起因する。②端末交通手段選択の中でアクセス側をみると、ポテンシャル指標といった比較的簡単なモデル式でありながらその適合度は高い。一方、イグレス側に関してもその適合度は良好であるが、その中で所要費用の規定力は小さい。③鉄道3ルート間選択においても、やはり所要費用の規定力が小さく符号条件もほとんどのケースで満足しなかった。そこで表中に示されるように、時間評価値を用い一般化費用の中で取込む方法によってパラメータ推定を行っている。また差の要因に関するベイズPの値は、0.5, 1.0, 2.0の3通りを設けているが、それらによる適合度の差異はあまり大きくない。④分布交通量推計では、従来の重力モデル式中の距離抵抗にその前段階までに得られる車-鉄道間選択の合成変数を用いた。その結果、相関係数0.985と良好な現況再現性を得た。

4. おわりに これまでの早野モデルの適用例では、国鉄・阪急・阪神・車の4ルート間の同時型モデルであった。それと比較してみると、今回の段階型モデルは、その適合度において大きく向上した。これは、この種の選択問題に対する段階型アプローチが個々の選択問題に限定したモデル構築を可能にし、結果的に精度の向上がはかられたものといえる。また本研究で用いた合成変数は、選択段階相互の整合性を保てる役割を有し、こうした段階型アプローチの利点をより有効なものとするといえ、その交通工学的意義は深いものと考えられる。

(参考文献) ①早野敏一(1983)、“交通手段選択モデルのある一般形の導出”，交通工学，Vol.18，No.4，PP3~8

②佐佐木 綱，西井和夫(1984)，“通勤交通における経路別利用者数の予測——早野モデルの検討——”，土木計画学研究論文集，Vol.1，pp91~98

③早野敏一(1984)，“交通手段選択モデルとルートの直並列合成”，交通工学，Vol.19，No.2，PP3~8