

経路選択への宇野モデルの適用とその問題点

京都大学工学部 正 員 佐佐木 綱
 京都大学大学院 学生員 樋口 吉隆
 京都大学工学部 学生員 黒田 えり子

1. はじめに

本研究では、ルート別乗客数比に着目した経路選択モデル(宇野^注1983)により開発されたもので、以下宇野モデルと呼ぶ)を通勤交通に適用することにより、モデルの現実再現性および適用に際しての問題点について考察する。

2. 宇野モデルの紹介

あるODペアについて競合するルート $1, 2, 3, \dots$ 、その乗客数 $P_1, P_2, P_3, \dots$ 、各ルートの所要時間、コストといったルート特性値ベクトルを x, y, z とする。宇野モデルでは、これら競合ルートの乗客数比がルート特性値ベクトルの関数であると考え次式を仮定する。

$$P_1/P_2 = f(x, y) \quad (1)$$

このとき関数 $f(x, y)$ は、

$$P_1/P_2/P_3 = 1 \text{ より } f(x, y)f(y, z) = 1 \quad (2)$$

$$P_1/P_2/P_3 = P_1/P_3 \text{ より } f(x, y)f(y, z) = f(x, z) \quad (3)$$

$$P_1, P_2 > 0 \text{ より } f(x, y) > 0 \quad (4)$$

を満足せねばならず、宇野はこれらの条件式を満足する関数 $f(x, y)$ の一般式を関数方程式論を用いて導出している。ここでは紙面の都合上その導出過程については省略するが、 $f(x, y)$ の一般式は結局、

$$f(x, y) = \exp\{G(x) - G(y)\} \quad (5)$$

で示され、また(5)式は、 $G(x)$ が付加的な仮定のもとで特定化されることにより従来の経路モデルのいくつかを包含するものであることがわかる。

注『交通工学』投稿中

3. モデルの適用

[検討したモデルの基本的構造] 宇野モデルでは、競合する2ルートのもつルート特性値間の関係を付加的な条件式の形で組み込むことにより、 $G(x)$ を特定化することができる。例えば、 $f(x, y) = \varphi(x-y)\psi(y)$ と書き表わしルート特性値の差と比の関数であるという条件のもとでは、 $G(x) = \sum_i a_i \ln x_i + \sum_{j=1}^n b_j x_j$ となる。

したがって本研究では、上式にもとづき次の式で表わされるモデル式を検討ケースとした。

$$\text{ケース I } G(x) = \sum_i b_i x_i \quad (a_i = 0 \text{ for all } i)$$

$$(\text{この時 } P_1/P_2 = \exp\{\sum_i b_i (x_i - y_i)\})$$

$$\text{ケース II } G(x) = \sum_i a_i \ln x_i \quad (b_i = 0 \text{ for all } i)$$

$$(\text{この時 } P_1/P_2 = \prod_i (x_i/y_i)^{a_i})$$

$$\text{ケース III } G(x) = \sum_i a_i \ln x_i + \sum_{j=1}^n b_j x_j \quad (a_i, b_j \neq 0)$$

$$(\text{この時 } P_1/P_2 = \prod_i (x_i/y_i)^{a_i} \exp\{\sum_j b_j (x_j - y_j)\})$$

{データ} モデルの適用の際には用いたデータは、昭和55年度京阪神都市圏業務P.T.調査データより通勤トリップ(自宅を出発地として大阪市内に立地する事業所が目的地)を抽出した後、発側を神戸方面に限定し圏域の実態分析にもとづき利用ルートが国鉄、阪急、阪神、車の4種類に含まれるものを対象とした。なおパラメータ推定に必要なゾーニングは、業務P.T.調査における4桁ゾーンを集約し、発側10ゾーンに、着側8ゾーンに分割した。

ここで取上げたルート特性値としては、通常の経路モデルで用いられる諸特性の種類(所要時間、費用、乗り換え回数)といはほぼ同じ

であり、対象データのODペア別ルート別平均値より算定した。また、モデル式の同定化にあたっては、パラメータの符号条件、統計的有意性を考慮して説明変数（ルート特性値の種類）の選択を行った。その結果の一例を表-1に示す。

4. 適用結果の考察

〔モデルの構造式〕今回の適用ではいずれのケースも同程度の比較的良好な現況再現性を示す結果となった。しかしながら全体的に見ると定数項の値が大きいこと、またケースⅡ直については、準備したルート特性値の多くが車利用のルートについて0となるため比の形でのモデル式への取り込みが不十分であること等の理由により、今回の適用結果だけではどのケースの構造式が最良かの判断は行えない。

〔ルート別に見た適合性〕表-2より各ケースとも、車利用のルートにおける乗客数の実績値と推計値との相関係数が良くない。これは、パラメータ推定の結果規定力の強いとされたアクセス時間や代表交通手段乗車時間が車利用への選好・非選好を必ずしも端的に表現するものではないことに依ると考えられ、車とマストラの両者を含めたルート選択における今後の課題といえる。

〔パラメータ推定方法〕本研究では、まずモデル式の対数線形化により重回帰分析の手法を用いてパラメータ推定を行ったが、比較検討のために非線形のままでの推定も併せて行

った。両者の結果は比較的長く一致し、実用上モデル式の対数線形化には問題がないことがわかった。

5. モデル適用に際しての問題点

〔キャプティブ層の考え方〕本来この種の経路モデルは、競合するルートを持つ乗客（チョイス層）に対して適用すべきものであるが、実際には何れかのルートを利用せざるをえない乗客（キャプティブ層）が存在する場合が多い。したがってモデルの適用に際しては、本研究のようにこれを定数項の形で表現するか、あるいはより積極的に両層を分離することを考えねばならない。チョイス層に対してのみ適用が行えれば、モデルはルート特性値に敏感に反応し、将来予測や感度分析に十分耐えうるものとなろう。

〔宇野モデルの一般式〕宇野モデルは、すべてのルートが共通のルート特性値ベクトルを持つことを仮定して一般式を導出している。したがって、あるルートに固有のルート特性値を含む場合についてもこれを考えることが可能となれば、より現況再現性の高いモデルが構築できよう。

〔ゾーニングのレベル〕対象圏域のゾーニングは、これをあまり粗くするとルート特性値ベクトルが平均化される。また実際には競合関係にない経路を競合経路と考えるという危険性が生じる。今回の適用では、サンプルの偏り・欠損データの存在等の理由によりP.T.調査の4桁ゾーンを統合せざるをえなかったが、インプットデータに上述のような傾向があっ

たことは否めない。

表-1 パラメータの推定結果

ケース	比の要因		差の要因					定数項	乗客数の相関係数
	全乗車時間	所要費用	アクセス時間	アクセス時間	代表交通手段乗車時間	乗り換え時間	所要費用		
I (比のみ)			-0.015 (2.05)	-0.005 (0.54)	-0.019 (2.85)	-0.025 (1.97)	-0.0004 (0.55)	-1.180 (14.14)	0.930
II (比のみ)	-0.653 (2.08)	-0.198 (1.03)						-1.211 (14.47)	0.931
III (混合型)		-0.145 (0.55)	-0.014 (2.03)		-0.017 (2.97)	-0.024 (1.94)		-1.180 (14.11)	0.931

表-2 ルート別相関係数

	1.国鉄	2.阪急	3.阪神	4.車
I	0.860	0.977	0.939	0.538
II	0.863	0.977	0.939	0.502
III	0.860	0.977	0.939	0.527