

IV-169

古典的消費者行動に基づく地域間旅客需要予測

岐阜大学大学院 学生員 小森 俊文 岐阜大学工学部 正 員 森杉 壽芳
 岐阜大学工学部 正 員 上田 孝行 岐阜大学工学部 正 員 小池 淳司

1. はじめに

従来の四段階推定法に代表される交通需要分析には、大きく二つの問題点がある。第一の問題点は、総交通需要量が外生的に与えられているため、交通システム改善による誘発需要量を考慮できない点である。第二の問題点は、他の財への需要と交通需要との連関が考慮されていない点である。

そこで、古典的消費者行動理論に基づいた、上記の問題点を克服する新しい交通需要予測モデルが、Morisugi, Ueda, Le (1995)¹⁾で提案されている。本研究では、そのモデルを地域間交通需要予測に適用して、その有効性を確かめ、また等価的偏差による便益の計測にも適用を試みる。

2. 古典的消費者行動による交通需要予測モデル

古典的消費者行動理論では、消費者が財あるいはサービスを消費することによって効用を満たす経済主体であり、一定の所得の下で効用が最大限に満たされるような組み合わせを選択するものと仮定している。そこでこの理論に基づいて、ある個人の効用を(1)式のように定式化する。

$$V(q) = \max_x U(X_1, X_2, \dots, X_K) \quad (1)$$

$$s. t. \quad \sum_{k \in K} q_k X_k = 1$$

$U(\cdot)$: 直接効用関数、 $V(q)$: 間接効用関数、 q : 価格ベクトル、 X_k : 財（あるいはサービス） k に対する需要量、 $k \in K = \{1, \dots, K\}$: 財の種類を表すラベル、 $q_k = p_k/y$: 所得で基準化された価格、 y : 所得

上の最大化問題を解き、解である需要関数を目的関数である効用関数に代入すると、(2)式のように各財の価格ベクトルの間接効用関数として表される。

$$V(q) = U(X_1^*, \dots, X_K^*) \quad (2)$$

また、ロウの恒等式により財 i に対する需要量 $X_i(q)$ は(3)式のように変形できる。

$$X_i(q) = \frac{\partial V(q) / \partial q_i}{\sum_{k \in K} q_k \cdot \partial V(q) / \partial q_k} \quad \text{for } i \in K \quad (3)$$

これを用いて、各交通サービスへの需要量は、総交通需要量と各サービスの需要シェアへの形式に分解でき

る。

$$X_i(q) = N_J(q) \cdot x_i(q) \quad \text{for all } i \in J \quad (4)$$

$$N_J(q) = \frac{\sum_{i \in J} \partial V(q) / \partial q_i}{\sum_{k \in K} q_k \cdot \partial V(q) / \partial q_k} \quad (5)$$

$$x_i(q) = \frac{\partial V(q) / \partial q_i}{\sum_{i \in J} \partial V(q) / \partial q_i} \quad (6)$$

$N_J(q)$: 総交通需要量、 $J = \{1, \dots, J\} \subset \{1, \dots, K\}$: 交通サービスを意味する財のラベルのグループ

$H = \{1, \dots, H\} = K - J$: 交通以外のラベルのグループ

この結果、総交通需要量が内生的であるという特性に加えて、それが J に属する財（交通サービス）の属性だけでなく、 J 以外の財の属性の関数として表される。これによって交通サービスの価格だけでなく、それ以外の財の価格が変化した場合の交通需要量の変化を分析できる。

3. 目的地別旅客需要予測モデル

一つの地域からの各目的地別の旅客需要量を各交通サービスへの需要量 (X_i) とみなし、そこからの発生交通需要量を総交通需要量 (N_J) とする目的地別旅客需要予測モデルを構築する。そこで間接効用関数を(7)式のように仮定する。

$$V(q) = \sum_{j \in J} \int_{q_j}^{\infty} \exp[-A_j(s_j)] ds_j + W(q_H) \quad (7)$$

$A_j(\cdot)$: 目的地の選好度を表す関数、 $W(\cdot)$: 交通以外の財消費の間接効用、 q_H : 交通以外の財の価格ベクトル

(7)式を(5)式・(6)式に代入すると以下ようになる。

$$N_J(q) = \frac{\sum_{j \in J} \exp[-A_j(q_j)]}{\sum_{j \in J} q_j \cdot \exp[-A_j(q_j)] + \sum_{h \in H} q_h \cdot W_{q_h}} \quad (8)$$

$$x_i(q) = \frac{\exp[-A_i(q_i)]}{\sum_{j \in J} \exp[-A_j(q_j)]} \quad (9)$$

ただし、ここで

$$W_{q_h} = \partial W(q_H) / \partial q_h$$

4. 事例研究

(1) パラメータ推定

本研究では、地域間旅客需要（都道府県間OD）を対象にして、提案したモデルを適用した。

目的地の選好度 $A_j(\cdot)$ は、目的地の人口・地域間の交通一般化費用の線形和で定義し、観光目的の場合は、目的地の宿泊施設数を加えて、以下のように定式化する。

$$\text{全目的} \quad A_j = \alpha D_j + \beta q_j \quad (10a)$$

$$\text{観光目的} \quad A_j = \alpha D_j + \beta q_j + \gamma H_j \quad (10b)$$

D_j ：目的地 j の人口、 q_j ：地域間の交通一般化費用を所得で基準化したもの、 H_j ：目的地 j の宿泊施設数、

α, β, γ ：パラメータ

また、関数 W_{qh} については以下のように仮定した。

$$W_{qh} = \exp[-\delta q_h - \varepsilon] \quad (11a)$$

$$W_{qh} = -\delta q_h - \varepsilon \quad (11b)$$

$$W_{qh} = e^{-\varepsilon} \cdot q_h^{-\delta} \quad (11c)$$

q_h ：合成財価格、 δ, ε ：パラメータ

1990年の幹線旅客純流動データを用い、発地を12地域、着地を46地域取り出して、モデルのパラメータ推定を行った（表1、表2）。

表1 パラメータ推定結果

目的	パラメータ	推定値	t値	需要シェアの相関係数
全目的	α	-2.76E-07	-58.9	0.803
	β	321	131	
観光目的	α	-2.16E-07	-21.8	0.640
	β	390	82.0	
	γ	-3.32E-04	-15.0	

表2 パラメータ推定結果

目的	W_{qh}	パラメータ	推定値	t値	総交通需要量の相関係数
全目的	(11a)	δ	1.85	1.37	0.415
		ε	-0.429	-0.299	
	(11b)	δ	0.361	1.22	0.375
		ε	-0.624	-1.98	
	(11c)	δ	1.91	1.30	0.398
		ε	1.43	8.48	
観光目的	(11a)	δ	2.19	1.72	0.478
		ε	-7.97	-5.79	
	(11b)	δ	440	1.31	0.383
		ε	-785	-2.17	
	(11c)	δ	2.27	1.62	0.457
		ε	-5.77	-32.3	

(2) 交通システム改善による旅客需要変化

次のような地域間の交通システムが改善された場合を想定し、総旅客需要量変化および目的地別旅客需要量変化を推定した（表3）。

・滋賀県—東京都間の交通システム改善により、東京都以北の地域はその影響を受け、時間が短縮される。

・その影響を受ける地域は一律に一般化費用が1200円減少する。

表3 交通システム改善による旅客需要変化（発地：滋賀県）

目的		プロジェクトなし	プロジェクトあり	変化率
全目的	影響地域	8380	9180	9.5%
	全地域	33700	34300	1.8%
観光目的	影響地域	7310	8230	12.6%
	全地域	39500	40400	2.3%

単位 全目的：千トリップ/年 観光目的：トリップ/日

(3) 交通システム改善による便益の計測²⁾

(7)式の間接効用関数および(11a)式を用いて、等価的偏差 (EV) の概念に基づき、便益を以下のように定義する。

$$V^a\left(D, \frac{p}{y}\right) = \sum_{h \in H} \left[\frac{1}{\beta(y+EV)} \exp\left(-\alpha D_h - \beta \frac{p_h^a}{(y+EV)}\right) \right] + \sum_{h \in H} \left[\frac{1}{\delta(y+EV)} \exp\left(-\delta \frac{p_h}{(y+EV)} - \varepsilon\right) \right] \quad (12)$$

スーパースクリプト a, b ：プロジェクトなし、あり

D ：目的地人口ベクトル、 p ：価格ベクトル

p_j ：地域間の交通一般化費用、 p_h ：合成財価格

(2)と同様に交通システムが改善された場合の便益を計測した（表4）。

表4 便益計測結果

一世帯当たりの便益	17600円
滋賀県の年間総便益	61.1億円

5. おわりに

(1) 本研究における成果

本研究では、従来の交通需要分析での問題点を克服した新しい交通需要予測モデルの適用可能性を示した。交通システム改善による誘発需要が計測できることを確認し、またEVによる便益計測もできることを確認した。

(2) 今後の課題

今後は、モデルの精度を高め、信頼性のある予測ができるようにしていく必要がある。また、機関選択も考慮した、二段階選択モデルへの拡張についても取り組んでいきたい。

【参考文献】

- 1) Hisa MORISUGI, Taka UEDA, Le Dam HANH: A New Proposal for Travel Demand Forecasting in The Context of Classical Consumer Behavior Theory, presented at 7th WCTR, 1995
- 2) 森杉壽芳：プロジェクト評価に関する最近の話題，土木計画学研究論文集，No7，pp.1-33，1989