

## 都道府県間旅客流動の交通機関選択モデルに関する研究

徳島大学大学院 学生員 ○西田憲生  
 徳島大学工学部 正 員 近藤光男  
 徳島大学大学院 学生員 鈴江和好

## 1. はじめに

21世紀にむけて、わが国では、高速道路網の整備、新幹線網の拡充、空港の整備等が進められている。このような交通施設整備は地域間の旅客流動を変化させ、その結果地域の社会、経済にも影響を与える。そのため、交通施設整備が交通機関の選択や旅客流動に及ぼす影響を分析することは重要なことである。そこで、本研究では、旅客流動における交通機関選択要因を分析し、これに基づいて交通機関選択モデルを作成することを目的とする。

## 2. 研究方法

昭和60年度の全国都道府県間の旅客流動と昭和60年度の鉄道、航空、道路の交通ネットワークにおける都道府県間の最短旅行時間および移動の費用を用いて交通機関選択要因と選択特性の分析を行う。次に、交通機関選択モデルとしてロジットモデルと潜在需要を考慮したモデルを作成し、それらのモデルのパラメータの推定を行う。本研究では3機関の選択を同時にモデル化することができなかったため、交通機関を鉄道と自動車、鉄道と航空に分け、距離帯別のモデルを推定した。

## 3. ロジットモデル

表-1と表-2は、式(1)で示される鉄道と自動車の選択についてのロジットモデルのパラメータを推計したものである。

$$\log_e(p_{1ij}/p_{c1ij}) = \alpha_1(c_{1ij} - c_{c1ij}) + \alpha_2(t_{1ij} - t_{c1ij}) + a_{c1ij} - a_{1ij} \quad (1)$$

$$a_{c1ij} = b_1 d1_{1ij} + b_2 d2_{1ij} + b_0$$

$$a_{1ij} = b_3 d3_{1ij} + b_4 d4_{1ij} + b_5 d5_{1ij} + b_0$$

表-3は、式(2)で示される鉄道と航空の選択についてのロジットモデルのパラメータを推計したものである。

$$\log_e(p_{1ij}/p_{t1ij}) = \alpha_1(c_{1ij} - c_{t1ij}) + \alpha_2(t_{1ij} - t_{t1ij}) + a_{t1ij} - a_{1ij} \quad (2)$$

$$a_{t1ij} = b_1 d2_{1ij} + b_2 d3_{1ij} + b_0$$

$$a_{1ij} = b_3 d6_{1ij} + b_0$$

ただし、 a: 航空 t: 鉄道 c: 自動車  
 p<sub>1ij</sub>: 選択率 d1<sub>ij</sub>: 自動車保有率 d4<sub>ij</sub>: 2大都市ダミー  
 c<sub>1ij</sub>: 費用 d2<sub>ij</sub>: 四国ダミー d5<sub>ij</sub>: 信州ダミー  
 t<sub>1ij</sub>: 時間 d3<sub>ij</sub>: 新幹線ダミー d6<sub>ij</sub>: 航空の便数

b<sub>0</sub>, b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, b<sub>3</sub>, b<sub>4</sub>, b<sub>5</sub>: パラメータ

鉄道と自動車のモデルは、地方部と都市部に分け、さらに距離帯別に分類した。良い結果が得られたモデルは、表-1の都市部の300~500km距離帯と、表-2の地方部の0~100km距離帯の2つだけであった。説明変数のうち時間や四国ダミー、新幹線ダミーなどの説明力が高いことがわかった。

表-3の鉄道と航空のモデルでは、全距離帯および距離帯別のパラメータ推定を行った。その結果、全てについて良い結果が得られた。説明変数のうち時間と四国ダミーの説明力が高いことがわかった。

## 4. 潜在需要を考慮した選択モデル

潜在需要を考慮したモデルについては、海外プロジェクト研究会が提案したM D (Model Demand) モデル<sup>1)</sup>があるが、このモデルで用いられている犠牲量算出

表-1 都市部300~500km距離帯の鉄道と自動車の選択モデル

| 説明変数 | 時間              | 費用              | 信州ダミー           | 自動車保有率           | 2大都市ダミー          | 相関係数  |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-------|
| 推定値  | 0.326<br>(1.81) | 0.078<br>(0.98) | 0.867<br>(2.24) | -1.714<br>(0.23) | -0.239<br>(0.82) | 0.803 |

(括弧内はt値)

表-2 地方部0~100km距離帯の鉄道と自動車の選択モデル

| 説明変数 | 時間              | 費用              | 四国ダミー           | 新幹線ダミー           | 相関係数  |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------|
| 推定値  | 0.067<br>(2.78) | 0.185<br>(0.81) | 1.123<br>(8.76) | -0.358<br>(3.01) | 0.953 |

(括弧内はt値)

表-3 鉄道と航空の選択モデル

| 説明変数 | 時間       | 費用              | 便数              | 新幹線ダミー           | 四国ダミー            | 定数項             | 相関係数R | サンプル数 |
|------|----------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|-------|-------|
| モデル  |          |                 |                 |                  |                  |                 |       |       |
| 距離帯別 | 0~500    | 0.248<br>(2.91) | 0.210<br>(3.64) | -0.123<br>(2.55) |                  | 0.125           | 0.945 | 9     |
|      | 500~1000 | 0.201<br>(3.23) | 0.058<br>(1.53) |                  | 0.481<br>(1.54)  | -0.257          | 0.839 | 15    |
|      | 1000以上   | 0.131<br>(1.77) | 0.024<br>(0.60) | -0.407<br>(1.28) |                  | 0.247           | 0.892 | 8     |
|      | 全距離帯     | 0.237<br>(6.81) | 0.037<br>(1.97) | -0.019<br>(2.00) | -0.188<br>(1.09) | 0.497<br>(3.14) | 0.883 | 32    |

(括弧内はt値)

のための変数は費用と時間だけであり、この2つの変数のみの場合には、理論的に一方の交通機関しか利用されない場合が生じる。そのため本研究では、犠牲量の算出に費用と時間以外の変数を考慮するとともに、時間に確率項を考慮し、より現実の選択行動に近づけた。

交通機関選択においては、利用交通機関の犠牲量（負効用）の小さい方が選択され、その犠牲量がトリップから得られる効用よりも小さい場合に個人は現実にはトリップを行う。そして、利用交通機関の犠牲量は交通機関特性によって計量できると考える。交通機関が2機関（鉄道と航空）の場合について説明すると、航空利用の場合の空港のアクセス、イグレスに自動車などの機関を用いるため、時間が不確定となり、犠牲量の説明変数の1つである

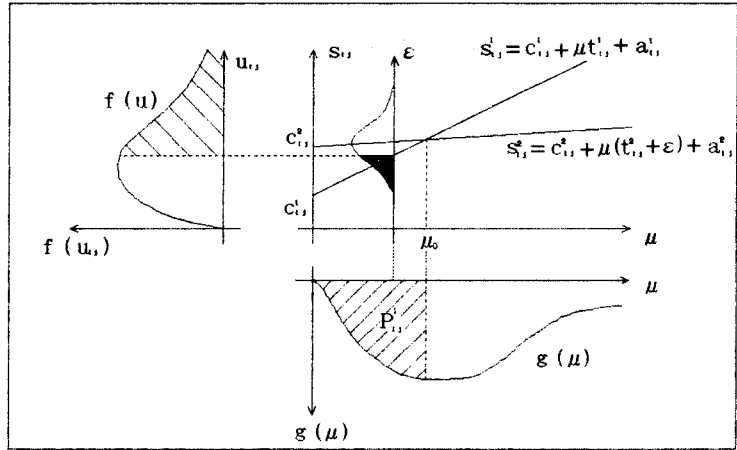


図-1 時間価値分布と効用分布と負効用直線の関係

時間項に不確定項  $\varepsilon$  を考慮する。そして、そのときの2つの交通機関の犠牲量は次式で仮定する。

$$S^1_{1j} = c^1_{1j} + \mu t^1_{1j} + a^1_{1j} \quad (3)$$

$$S^2_{1j} = c^2_{1j} + \mu (t^2_{1j} + \varepsilon) + a^2_{1j} \quad (4)$$

ここで、 $S^1_{1j} = S^2_{1j}$  を満足する時間価値  $\mu$  を  $\mu_0$  とし、効用の分布関数  $f(u)$  と時間価値の分布  $g(\mu)$  には対数正規分布を、時間の項に正規分布に従う確率項をを仮定する。各機関の選択についてみると、航空（機関2）に時間の不確定項がない場合には、時間価値が  $\mu_0$  以下で機関1（鉄道）が選択され、その中から、潜在化するトリップは、図-1のようになる。しかし、機関2（航空）の時間の不確実性により、図において黒く塗りつぶした部分の確率だけが機関1でなく機関2を選択することになる。以上より、最終的な選択率  $P^1_{1j}$  と  $P^2_{1j}$  は、近似的に式（5）と式（6）で表される。両式において、 $\phi(\mu)$  は、時間価値が  $\mu$  の場合に、 $S^1_{1j} \geq S^2_{1j}$  となる確率を表す。

$$P^1_{1j} = \int_0^{\mu_0} g(\mu) \int_{c_1 + t_1 \mu}^{\infty} f(u) du \phi(\mu) d\mu + \int_{\mu_0}^{\infty} g(\mu) \int_{c_1 + t_1 \mu}^{\infty} f(u) du \phi(\mu) d\mu \quad (5)$$

$$P^2_{1j} = \int_0^{\mu_0} g(\mu) \int_{c_2 + \mu(t_2 + \varepsilon)}^{\infty} f(u) du [1 - \phi(\mu)] d\mu + \int_{\mu_0}^{\infty} g(\mu) \int_{c_2 + \mu(t_2 + \varepsilon)}^{\infty} f(u) du [1 - \phi(\mu)] d\mu \quad (6)$$

このモデルでは、効用と時間価値の分布関数、および機関2（航空）を利用する場合の所要時間の分布関数を仮定する必要がある。

表-4にモデル推定におけるそれらの値と得られたモデルの相関係数を示す。このモデルによる推定結果は、相関係数から良好であることがわかる。

##### 5. まとめ

本研究では、全国都道府県間旅客流動の機関選択モデルとして、ロジットモデルと潜在需要を考慮したモデルを作成した。鉄道と自動車のロジットモデルでは、距離帯別、地域別に分けたときの説明変数の違いがあった。鉄道と航空のロジットモデルは、距離帯別のモデルおよび全ての距離帯のモデルともに良好な結果が得られた。また、潜在需要を考慮したモデルにおいても、表-4の仮定において、かなり良い精度のモデルが得られた。

参考文献：（1）海外プロジェクト研究会：MDモデルの航空輸送需要の推定：運輸と経済 1986.8

表-4 潜在需要を考慮したモデル推定における条件と相関係数

| 距離帯 km   | 標準偏差 | 時間価値標準偏差 | 時間価値平均 | 効用標準偏差 | 効用平均  | 相関係数  |
|----------|------|----------|--------|--------|-------|-------|
| 0~500    | 1.0  | 500      | 2800   | 8000   | 15000 | 0.963 |
| 500~1000 | 1.0  | 500      | 3200   | 8000   | 17000 | 0.994 |
| 1000~    | 1.0  | 500      | 4500   | 8000   | 20000 | 0.998 |
| 全距離帯     | 1.0  | 500      | 4000   | 8000   | 18000 | 0.994 |