

複合交通手段選択モデルに関する研究

岐阜大学工学部 正会員 宮城俊彦
 岐阜大学工学部 学生会員 水口晴男
 ○岐阜大学工学部 学生会員 後藤真樹

1. はじめに

従来の交通需要予測では、人々が移動に利用する交通手段は自動車や鉄道などを代表交通手段としてただ1つだけの交通手段が選択されることを仮定している。自動車を利用する人に対してはこの仮定のように自動車のみで出発地から目的地まで移動することも考えられるが、鉄道などの公共交通機関を利用する人に対してはこの仮定が当てはまるとは考え難い。そこで2つ以上の交通手段を利用するトリップを考慮にいたれた交通需要予測モデル（複合交通手段選択モデル）が必要となる。

本研究では、複合交通手段選択モデルを定式化する考え方を機関分担・配分同時モデルのフレームの中で検討するとともに、特にFernandez¹⁾によって提案されたモデルの有用性を検討することを目的とする。

2. 複合交通手段選択モデルの適用例

複合交通手段選択モデルの適用可能な例として以下のようなものがあげられる。

① 鉄道端末交通機関の推定

現在日本では都市間（例えば岐阜一名古屋間）を移動する時、鉄道を利用する人は多い。しかし同じ鉄道路線を利用するにしても、どこの駅で乗るかということはそれぞれの人の判断によるものである。また、駅までの利用交通手段や利用経路についても同様のことがいえる。そこでこの様な鉄道端末交通における需要量の推定において、この複合交通手段選択モデルを適用することができる。他にも、空港へのアクセス交通についても同じ様なことがいえる。

② 新交通システムにおける需要予測

ある都市に新交通システム（例えばガイドウェイバス）を導入した時、ある地点までは自動車や徒歩など私的交通機関を利用し、そこで新交通システムに乗り換えるという利用者の数をこの複合交通手段選択モデルを用いることによって推定することができる。

③ 高速道路における需要量の予測

上の2つの例とは違い利用交通手段は自動車の1つだけではあるが、インターチェンジを鉄道の駅とみなし、料金所での時間を駅での待ち時間とみなすことによって複合交通手段選択モデルが適

用できる。これにより都市間を自動車で移動する時の高速道路の需要量を推定することができる。

3. 複合交通手段のモデル化

複合交通手段選択モデルを考えるときの問題点として次の2つの問題があげられる。

I. 複合交通手段選択のモデル化

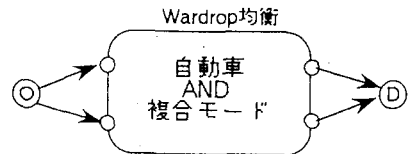
複合交通手段選択に関する行動の仮定が何によって決められるか。

II. 乗り換え点選択のモデル化

乗り換え点選択過程をどのように表現すればよいか。

そこで以下の4つのモデルが考えられる。

モデル①：出発地と目的地を結ぶすべてのルートにおいてWardrop均衡（等時間性）が成立するように配分を行う。このモデルにおいて、乗り換えに要する時間（待ち時間も含めて）はリンクとして表されるために、従来どおりのネットワーク均衡と同じ考え方が適用でき、最も単純な方法である。



モデル②：自動車と複合交通手段それぞれに対してWardrop均衡が成立するように配分を行う。²⁾ よってモデル①とは違い、自動車のみを使った場合と乗り換えをした場合では所要時間は異なる。これは機関分担・配分同時モデルと同じ考え方である。

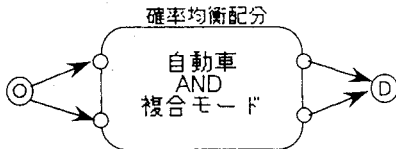


モデル③：このモデルではまず最初にロジットを用いて乗り換え点の選択を行い、次に機関分担をするという2段階の手順を行う。従ってネスティッドロジットを交通均衡配分と組み合わせたようなモデルとなる。乗り換えに要する時間

等を考慮にいれて乗り換え点を選択しているという点で他のモデルとは違った特徴を持っていると言える。



モデル④：このモデルでは、複合交通手段をも含めたすべての自動車ネットワークの配分を確率均衡配分(Dial法)を用いて行う。モデル①では完全情報下での経路配分をしているのに対して、このモデルでは不完全情報下での経路配分をしているため、モデル①とは全く対称的な考え方をしている。



3. モデルの定式化

ここでは上の4つのモデルのうち、モデル①、②、④は従来の予測モデルと考え方が似ているので省略し、モデル③についてのみ述べる。

このモデルにおいて複合交通手段の利用者が乗り換え点 t で自動車からマストラに乗り換える割合は

$$G_{\omega t}^{\omega} = \frac{\exp[-(\beta_2 U_{\omega t}^{\omega})]}{\sum_{r \in T_*} \exp[-(\beta_2 U_{\omega t}^r)]}$$

で表される。ここで $U_{\omega t}^{\omega}$ は、複合交通手段の利用者が乗り換え点 t で支払うべき一般化費用である。

これにより乗り換え点 t で乗り換えを行う利用者数は以下ようになる。

$$g_{\omega t}^{\omega} = \bar{g}_{\omega} \times G_{\omega t}^{\omega} \times G_{\omega t}^{\omega}$$

$\bar{g}_{\omega}$: ODペア $\omega = (i, j)$ の分布交通量

$G_{\omega t}^{\omega}$: ロジットモデルにより求められた複合交通手段の分担率

$$G_{\omega t}^{\omega} = \frac{1}{1 + \exp[-(\alpha^{\omega} + \beta_1 (U_{\omega t}^{\omega} - U_{\omega t}^{\omega}))]}$$

$U_{\omega t}^{\omega}$: ODペア $\omega = (i, j)$ の複合交通手段の一般化費用

$U_{\omega t}^{\omega}$: ODペア $\omega = (i, j)$ の自動車の一般化費用

以上のような式は次の制約条件付きの数理最適化問題を解くことによって得られる。

$$\begin{aligned} \min Z = & \theta_1 \sum_{i \in M} \int_0^{\bar{f}_i} c_i(x) dx + \theta_2 \sum_{i \in M} \int_0^{\bar{f}_i} c_i(x) dx \\ & + \frac{1}{\beta_1} \sum_{k \in K} \sum_{\omega} g_{\omega}^k (\ln g_{\omega}^k - 1 + \alpha^k) \\ & - \frac{1}{\beta_2} \sum_{\omega} g_{\omega}^{\omega} (\ln g_{\omega}^{\omega} - 1) \end{aligned}$$

$$+ \frac{1}{\beta_2} \sum_{\omega} \sum_{t \in T_*} g_{\omega t}^{\omega} (\ln g_{\omega t}^{\omega} - 1 + \alpha^{\omega})$$

$$s.t. : \bar{g}_{\omega} = g_{\omega}^{\omega} + g_{\omega}^{\omega} \quad \omega \in W.$$

$$g_{\omega}^{\omega} = \sum_{p \in P_*} h_p \quad \omega \in W.$$

$$\bar{f}_i = \sum_{\omega \in W} \frac{1}{\gamma_{\omega p}} \left(\sum_{p \in P_*, t \in T_*} \delta_{ip} h_p + \sum_{p \in P_*} \delta_{ip} h_p \right)$$

$$1 \in A$$

$$\bar{f}_i = \sum_{\omega \in W} \left(\sum_{p \in P_*, t \in T_*} \delta_{ip} h_p \right) \quad 1 \in M$$

$$g_{\omega t}^{\omega} = \sum_{p \in P_*, t} h_p \quad \forall (i, t)$$

$$g_{\omega t}^{\omega} = \sum_{p \in P_*, j} h_p \quad \forall (t, j)$$

$$g_{\omega t}^{\omega} = \sum_j g_{\omega t}^{\omega} \quad \forall (i, t)$$

$$g_{\omega t}^{\omega} = \sum_i g_{\omega t}^{\omega} \quad \forall (t, j)$$

$$h_p \geq 0 \quad p \in \{P_*, P_{*t}, P_{*j}\}$$

$$g_{\omega t}^{\omega} \geq 0 \quad \omega \in W, t \in T_*$$

$$\delta_{ip} = \begin{cases} 1 & \text{if } 1 \in p \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad 1 \in \langle A, M \rangle \quad \forall p$$

4. おわりに

これまでに複合交通手段選択モデルに関する4つのモデルの考え方を示したが、4つのモデルを適用した時の具体的な計算結果と考察については当日発表する。

参考文献

- 1) E.Fernandez, D.C. Joaquin, C.Enrique(1991), "Characteristics of Composite Modes Modelling in the Context of Network Equilibrium" Paper Presented at WCTR in Lyon
- 2) Sheffi(1985), "Urban Transportation Networks", Prentice-Hall