

高知県庁	正会員	○二宮 浩
愛媛大学工学部	正会員	朝倉 康夫
愛媛大学工学部	フェロー	柏谷 増男

1. はじめに

統合型確率的利用者均衡モデルでは複数の異なったネットワークの交通均衡を扱うことができる。本研究ではモデルの定式化を示すとともに、高知都市圏への適用を通して自動車、公共交通の分担率に注目しモデルの検証を行う。

2. モデルの定式化

本研究で扱う統合型確率的利用者均衡モデルの定式化を式(2.1)～(2.11)に示す。なお交通手段は自動車と公共交通に限定する。公共交通手段は道路とは独立したシステムとして考える。交通機関—経路選択行動に図1のようなNested構造を仮定した。

$P_r[auto/rs]$: OD ペア rs 間で車を選ぶ確率

$P_r[tran/rs]$: OD ペア rs 間で公共交通を選ぶ確率

$P_r[k/rs, auto]$: 車選択条件で経路 k^{auto} を選ぶ確率

$P_r[k/rs, tran]$: 公共交通選択条件で

経路 k^{tran} を選ぶ確率

$$P_r[k/rs, auto] = \frac{\exp(-\theta_1 c_{rs,k}^{auto})}{\sum_{k \in K_{rs}^{auto}} \exp(-\theta_1 c_{rs,k}^{auto})} \quad (2.1)$$

$$P_r[k/rs, tran] = \frac{\exp(-\theta_1 c_{rs,k}^{tran})}{\sum_{k \in K_{rs}^{tran}} \exp(-\theta_1 c_{rs,k}^{tran})} \quad (2.2)$$

$$P_r[auto/rs] = \frac{1}{1 + [-\theta_2 (S_{rs}^{tran} - S_{rs}^{auto})]} \quad (2.3)$$

$$P_r[tran/rs] = 1 - P_r[auto/rs] \quad (2.4)$$

S_{rs}^{auto} : 自動車ネットワークサービス水準(期待最小値)

S_{rs}^{tran} : 公共交通ネットワークサービス水準(期待最小値)

$$S_{rs}^{auto} = -\frac{1}{\theta_1} \sum_{k \in K_{rs}^{auto}} \exp(-\theta_1 c_{rs,k}^{auto}) \quad (2.5)$$

$$S_{rs}^{tran} = -\frac{1}{\theta_1} \sum_{k \in K_{rs}^{tran}} \exp(-\theta_1 c_{rs,k}^{tran}) \quad (2.6)$$

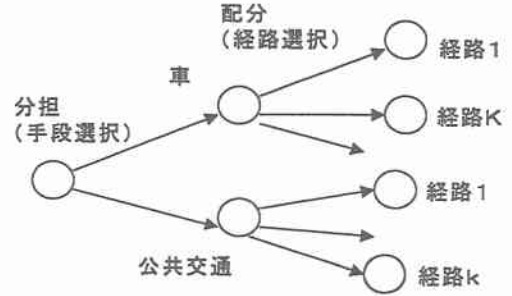


図-1 Nested Logit モデル図

$\bar{q}_{rs}$: OD ペア rs 間で自動車と公共交通の総和

q_{rs}^{auto} : 自動車交通の OD 交通量

q_{rs}^{tran} : 公共交通の OD 交通量

$$q_{rs}^{auto} = \bar{q}_{rs} * P_r[auto/rs] \quad (2.7)$$

$$q_{rs}^{tran} = \bar{q}_{rs} - q_{rs}^{auto} \quad (2.8)$$

$f_{rs,k}^{auto}$: 自動車の経路交通量

$f_{rs,k}^{tran}$: 公共交通の経路交通量

$$f_{rs,k}^{auto} = q_{rs}^{auto} * P_r[k/rs, auto] \quad (2.9)$$

$$f_{rs,k}^{tran} = q_{rs}^{tran} * P_r[k/rs, tran] \quad (2.10)$$

目的関数

以上の条件を同時に満足するネットワークフローは、式(2.11)の最適化問題を解くことで得られる。

$$\begin{aligned} \min. Z = & \sum_{a \in A} \int_0^{x_a} t_a(w) dw + \sum_{b \in B} c_{rs}^{tran} x_b + \frac{1}{\theta_1} \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} \sum_{k \in K_{rs}^{auto}} \ln(f_{rs,k}^{auto} / q_{rs}^{auto}) + \\ & \frac{1}{\theta_1} \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} \sum_{k \in K_{rs}^{tran}} \ln(f_{rs,k}^{tran} / q_{rs}^{tran}) + \frac{1}{\theta_2} \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} [q_{rs}^{auto} \ln(q_{rs}^{auto} / \bar{q}_{rs}) + q_{rs}^{tran} \ln(q_{rs}^{tran} / \bar{q}_{rs})] \end{aligned} \quad (2.11)$$

Subject to

$$q_{rs}^{auto} + q_{rs}^{tran} = \bar{q}_{rs} \quad \forall r \in R, s \in S$$

$$\sum_{k \in K_{rs}^{auto}} f_{rs,k}^{auto} = q_{rs}^{auto} \quad \sum_{k \in K_{rs}^{tran}} f_{rs,k}^{tran} = q_{rs}^{tran} \quad \forall r \in R, s \in S$$

$$q_{rs}^{auto} \geq 0 \quad q_{rs}^{tran} \geq 0 \quad \forall r \in R, s \in S$$

$$f_{rs,k}^{auto} \geq 0 \quad f_{rs,k}^{tran} \geq 0 \quad \forall k \in K_{rs} \quad r \in R, s \in S$$

3. 高知都市圏への適用

高知都市圏を対象にモデルを適用する。平成9年PT調査で得られた観測データを用いて推計結果の再現性を確かめモデルの検証と考察を行う。

3.1 前提条件

(1) ネットワーク：幹線道路を中心に2車線以上の道路と利用頻度の高い道路で道路ネットワークデータを作成した。また JR と土佐電鉄路線を公共交通ネットワークとして考慮した。

本研究では所要時間のみでモデルを記述する。道路リンクには交通量の増加に単調増加する BPR 型リンクコスト関数を適用した。公共交通リンクには時刻表から得られた所要時間をリンクコストとして採用した。

(2) OD 表：公共交通の利用が多いと考えられる高知市を中心に49ゾーンで集計、都市圏外は集約ゾーンとした。

3.2 パラメーターの推定

経路選択パラメーター θ_1 は新居浜市の適用計算から推定された1.49とした。手段選択パラメーター θ_2 は全交通に対する公共交通の分担率が実測値(6%)と等しくなるようにパラメーター値の推定を行った。その結果 θ_2 は0.49と推定された(図-2)。

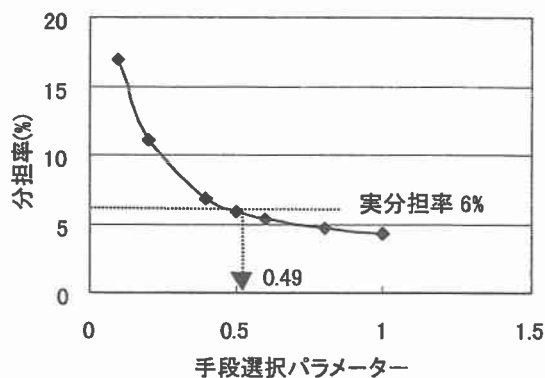


図-2 手段選択パラメーターと分担率

3.3 推計結果の検証

交通機関分担率に着目してモデルの推計結果について検討を行った。各 OD 別での観測分担率とモデル

分担率の相関について詳しく検討するために、全体を11区分して集計しモデルの再現性の評価を行った。図-3に各 OD 別の分担率の相関図を示す。

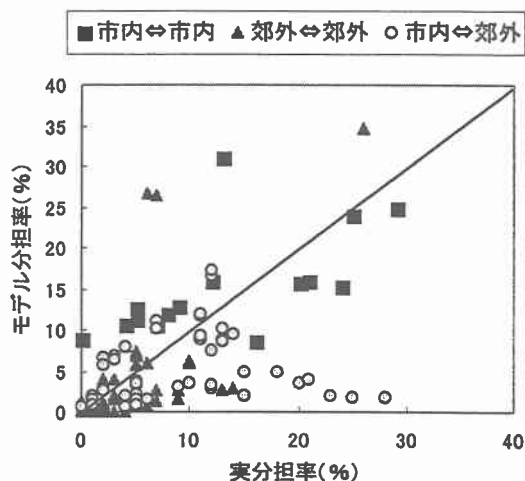


図-3 OD別分担率相関図

一部を除いて郊外⇔高知市内 OD では全般に再現性が高くなっている。トリップ距離がある程度長く OD 交通量が多い場合に良好な再現性が得られているといえよう。公共交通の利用が多いと考えられる高知市内の OD ペアにおいても良い再現性が得られた。ただし、モデル分担率が実分担率よりも高くなる傾向が見られる。これは市内における短い距離の移動には公共交通をあまり利用しないことが影響していると考えられる。一方、郊外間の OD ペアでは実分担率がモデル分担率よりも高くなる傾向が見られる。その原因として本モデルの手段選択で各手段 OD 所要時間差のみで扱っていることと、大きな集約ゾーンで十分なサンプル数が確保できていないことなどが挙げられる。

4. まとめ

統合型確率的利用者均衡モデルの高知都市圏への適用計算でモデルの検証を行った。交通機関分担率についてはある程度の再現性が得られていることが確認できた。

参考文献

- (1)松井寛、朝倉康夫：交通ネットワークの均衡分析—最新の理論と解法—, pp.121~131. 1998.
- (2)宮下等：利用者均衡モデルのパラメーター推定法の開発とその検証 (1998, 修士論文)