

首都圏における鉄道利用者経路選択モデルの構築

東京理科大学 大学院 学生会員 森田 泰智
 東京理科大学 理工学部 正 会 員 日比野 直彦
 東京理科大学 理工学部 正員-会員 内山 久雄

1. はじめに

首都圏鉄道ネットワークは高密度に整備されてきている。その結果として、大多数の鉄道利用者は出発地から目的地まで移動する際に、複数の経路が選択可能となっている。そこで鉄道利用者は、初乗り駅までの所要時間、鉄道乗車時間、鉄道費用、初乗り駅の列車本数、混雑、乗換えのしやすさ、最終降車駅から勤務地までの所要時間等の様々な要因を考慮し、最適な経路を選択している。

また、鉄道駅周辺のアkses道路整備、駐輪場整備、バスシステムの再編を含むバス路線整備等の鉄道駅末端交通手段の整備によるアクセスのしやすさが着目されている。さらに、近年ではシームレス化やバリアフリー化などの乗換え施設に関する改善への動きが強まっており、交通機関相互の乗継ぎに係る「継ぎ目」の解消、エスカレータやエレベータの設置、車両のステップ等における段差の解消等、高齢者や身体障害者の利用を前提とした駅整備や車両整備といった鉄道全体でのサービスの質的向上が求められるようになってきている¹⁾。それゆえ、アクセス環境や乗換え時における駅構造が、鉄道利用者にも増して影響を与えていることに着目しなくてはならなくなっている。

そこで本研究では、筆者ら²⁾の提案した首都圏鉄道計画支援システムを援用し、末端交通整備、乗換え施設改善、混雑の解消等の小さな変化が鉄道経路選択に及ぼす影響を考慮することができる鉄道経路選択モデルの構築を試みる。

2. 分析方法

重複経路間の類似性を考慮できる既存の経路選択モデルとして、構造化 Probit Model³⁾、Mixed Logit Model⁴⁾、C-Logit Model⁵⁾等が挙げられる。

本研究では理論展開がわかりやすく、パラメータ推計が容易であり、また、得られたモデルを利用して他の分析への応用が可能であり、今後の活用性が高いと考えられる C-Logit Model を適用する。基本的

な式形を以下の式(1),(2)に示す。

$$P(i | C_n) = \frac{e^{m(V_{in} + CF_{in})}}{\sum_{j \in C_n} e^{m(V_{in} + CF_{in})}} \cdots (1)$$

$$CF_{in} = b_{CF} \ln \sum_{j \in C_n} \left(\frac{L_{ij}}{\sqrt{L_i L_j}} \right)^g \cdots (2)$$

b_{CF} : 推計パラメータ
 L_i : 経路 i の経路長
 L_j : 経路 j の経路長
 L_{ij} : 経路 i と経路 j の重複区間長
 g : 1 or 2

3. 分析データ

本研究では、筆者ら⁶⁾が平成12年11~12月に実施した「通勤時の鉄道経路選択に関するアンケート」の結果を用いてモデルの構築を行う。このデータの特徴として、自宅および勤務先の住所が把握できる点、実選択経路に加えて代替経路をも把握している点が挙げられる。これにより、地理情報システム (Geographic Information System: GIS) を援用することで、アクセス距離およびイグレス距離を正確に把握でき、また、従来利用されている大都市交通センサスデータの問題点であった個人の考える代替経路と分析者の与える代替経路に差がある問題点を解決している。また、乗継ぎの現状を把握するため、首都圏のターミナル駅 (約 200 駅) について駅調査を行っている。

本分析には、実選択経路以外に代替経路を持つ 202 サンプルを用い、説明変数としてアクセス時間 (自宅から初乗り駅までの所要時間)、アクセス選択手段外時間 (自宅からバス停までの所要時間、バス停での待ち時間、駅前駐輪場または駅前バス停から駅までの移動時間)、ラインホール時間 (初乗り駅から最終降車駅までの鉄道乗車時間の合計)、鉄道運賃 (1ヶ月の定期代)、初乗り駅におけるピーク時間当たり

Keywords: 鉄道経路選択, C-Logit Model, 首都圏鉄道計画支援システム, アクセス, 乗換え
 連絡先: 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 Tel: 04-7124-1501 (内線 4058) Fax: 04-7123-9766

の列車本数，混雑率関数（混雑に対する利用者の抵抗感），乗換え駅における水平移動時間，上り方向移動時間，下り方向移動時間，階段利用率（乗換え時の全上下方向移動時間に対する全階段移動時間），列車の待ち時間，イグレス時間（最終降車駅から勤務地までの所要時間）を用いる。

4. 分析結果

鉄道経路選択モデルのパラメータ推定結果を表1に示す。鉄道経路選択モデルで推計されたパラメータより、アクセス時間，アクセス選択手段外時間，ラインホール時間，水平移動時間，上り方向移動時間，下り方向移動時間，乗換え待ち時間，イグレス所要時間における時間評価値を算出し表2に示す。

表1 鉄道経路選択モデルの推計結果

	パラメータ	t 値
アクセス時間（分）	-1.64×10^{-1}	-5.50
アクセス選択手段外時間（分）	-4.09×10^{-1}	-7.55
ラインホール時間（分）	-7.95×10^{-2}	-2.82
鉄道費用（千円/月）	-1.07×10^{-1}	-1.86
初乗り本数（本/時間）	6.68×10^{-2}	2.03
混雑率関数（分 \times % ² ）	-1.82×10^{-2}	-1.87
水平移動時間（分）	-3.26×10^{-1}	-1.80
上り方向移動時間（分）	-8.80×10^{-1}	-2.50
下り方向移動時間（分）	-7.84×10^{-1}	-1.83
階段利用率	-8.59×10^{-1}	-1.79
乗換え待ち時間（分）	-9.29×10^{-2}	-1.80
イグレス所要時間（分）	-2.14×10^{-1}	-2.12
共通因子（ $\sigma^2 = 1$ ）	-1.07	-1.44
自由度調整済み尤度比	0.27	
的中率（%）	59.4	
サンプル数	202	

表2 時間評価値

	時間評価値（円/(分・回)）
アクセス時間	38
アクセス選択手段外時間	95
ラインホール時間	19
水平移動時間	76
上り方向移動時間	206
下り方向移動時間	183
乗換え待ち時間	22
イグレス所要時間	50

鉄道経路選択モデルの結果より、アクセス選択手段外時間のパラメータは、アクセス時間のパラメータの2.5倍を示しており、アクセス時間よりアクセス選択手段外時間を極端に嫌う傾向を示している。すなわち、バス停の位置，駅前駐輪場位置，バスの運行間隔等が及ぼす影響は非常に大きなものであることが明らかとなっている。

また、上り方向移動時間，下り方向移動時間におけるパラメータは、それぞれラインホール時間の10.8倍，9.6倍を示しており、乗換え時における上下方向の移動に対する鉄道利用者の抵抗感が高いことが伺える。これより、駅構造が鉄道利用者の経路選択に影響を与えていることも示し得ている。

5. おわりに

本研究では、首都圏鉄道ネットワークを対象として鉄道経路選択モデルを構築している。本モデルは、詳細な分析データを使用し、かつGISを援用することにより、道路整備状況，バス路線，バスの待ち時間等のアクセス環境およびイグレス環境、さらには、乗換え駅における正確な移動距離，階段数，待ち時間等の詳細な乗換え環境をも考慮したものとなっている。経路選択時に鉄道利用者が実際に検討した代替経路を調査することにより、代替経路を設定していることも本モデルの特徴の1つである。また、理論展開のわかりやすいC-Logit Modelを適用することで、容易に需要分析や配分分析へと活用できるモデルである。推計結果より、本研究で着目したアクセス環境や乗換え環境の鉄道経路選択に及ぼす影響が無視できないほど大きいものであることも明らかにしている。

参考文献

- 1) 東京圏の鉄道のあゆみと未来，東京圏鉄道整備研究会，2000
- 2) 内山久雄，日比野直彦：アクセス交通を考慮した首都圏鉄道計画へのGISの適用，運輸政策研究 Vol.2 No.4, pp.12-20, 2000
- 3) 屋井鉄雄，中川隆弘：構造化プロビットモデルの発展性，土木計画学研究・論文集 No13, pp.323-330, 1996
- 4) Brownstone, D., Bunch, D. and Train, K. : Joint Mixed Logit Models of Stated and Revealed Preference for Alternative-fuel Vehicles, IATBR, 1997
- 5) Cascetta, E., Nuzzolo, A., Russo, F. and Vitetta, A. : A modified logit route model overcoming path overlapping problems. Specification and some calibration results for inter-urban networks, Transportation and Traffic Theory : Proceedings of the 13th International Symposium on Transportation and Traffic Theory ed J.B. Lesort, pp.697-711. Elsevier Science, Oxford, 1996
- 6) 若林哲男，内山久雄，日比野直彦，葉山翼：鉄道経路選択行動を把握するための調査方法の提案，第56回年次学術講演会講演概要集第4部, pp.670-671, 2001