

離散連続モデルによる高齢者対応型交通機関の利用頻度の予測

広島大学大学院国際協力研究科博士課程 正会員 森山昌幸
 広島大学大学院国際協力研究科 正会員 藤原章正
 広島大学大学院工学研究科 正会員 杉恵頼寧

1. はじめに

過疎化が進行する中山間地域では、自動車を利用できない高齢者の生活交通を確保するために様々な取り組みがなされている。中山間地域は一般的に低密度型居住であり、その地形条件や過疎化の進行度合いによって、交通需要は対象地区によって大きく異なってくる。このような過疎地域における高齢者対応型の交通機関は、広域的に運行する路線バスから、週に2回程度のデマンドタクシーまで幅広く適用されている状況である。提供する交通のサービス水準は各自治体が決定することとなるが、サービス水準によっては需要の潜在化も考えられ、的確な高齢者対応型交通機関の計画に当っては、精緻な需要予測システムの構築が不可欠である。

本研究では、高齢者対応型の交通計画に向けて、交通機関のサービス水準に応じた利用者数が予測可能な利用頻度モデルを構築することを目的とする。

2. 高齢者対応型交通機関の利用頻度モデル

(1) 利用頻度予測モデルの考え方

高齢者対応型交通機関の利用頻度モデルに関する既往研究を見ると、新田ら¹⁾は Ordered Logit Model を適用した利用頻度選択モデルと数量化理論第 類を適用した利用頻度増加モデルから構成されるモデルを構築している。しかしながら、利用頻度増加モデルは、増加意向の意識データを用いたものであり、交通サービス水準と交通行動の関係を論理的に記述したものではない。

本研究では、利用頻度モデルを意思決定者が以下のような二つの関連する選択に直面している状況を記述する離散・連続選択状況を考える。

高齢者対応型交通機関を利用するか否かといった離散的な選択確率

利用するならば、1ヶ月間にどの程度利用するかといった連続的な需要関数

このような離散連続モデルを適用した研究として

は、室町ら²⁾は買物目的地選択と買物頻度の選択問題に適用して、交通施設整備と買物誘発交通の分析を行っている。また、森杉ら³⁾は地域間旅客需要を対象にして目的地・交通機関選択と総旅客需要量を分析している。森川ら⁴⁾は観光日数選択と旅行タイプ選択モデルに適用して、観光交通発生量の分析を行っている。

(2) 離散連続モデルの導出

本研究で構築する利用頻度予測モデルは、あるサービス水準で運行する高齢者対応型交通機関を利用するか否かの離散選択を行った上で、利用する層に対して連続選択である1ヶ月の利用頻度を算出するものである。交通機関の選択と利用頻度の同時決定が、古典的な消費者行動理論に基づくものとした場合、ロワの恒等式を適用して、間接効用関数に基づき需要関数が導出できる。間接効用関数 Y は、所与の価格と予算のもとで直接効用を最大化する量が選択された後、所与の価格と所得のもとで消費者が得られる効用である。ロワの恒等式は、「財の需要は間接効用関数の財の価格に関する偏微分と間接効用関数の予算に関する偏微分の比の負に等しい」ことを示したものであり、式(1)のように表される⁵⁾。

$$x_i = -\frac{\partial Y / \partial p_i}{\partial Y / \partial y} \quad (1)$$

次に具体的に交通機関利用と利用頻度モデルを対象として、条件付間接効用関数を設定する。一般的な消費者行動理論では、財の選択に関しては価格や予算に依存するものと仮定されている。筆者らの研究では、過疎地域における交通機関利用においては、コストよりも時間的な制約が大きいことが確認されており、予算は可処分時間に、価格は一般化時間(各種交通費用を時間に換算したもの)に置き換えて定式化を行うこととする。対象とする交通機関を利用するという条件付間接効用関数を式(2)とする。

キーワード： 離散連続モデル，高齢者対応型交通，利用頻度予測モデル，潜在需要
 連絡先： 〒739-8529 東広島市鏡山 1-5-1 TEL & FAX 0824-24-6922

$$Y_i = (\alpha_i + \beta_i p_i + \gamma y + \psi w_i + \eta) \cdot e^{-\gamma p_i} + \varepsilon_i \quad (2)$$

ここで、 P_i ：一般化時間（交通 LOS を時間換算したもの）、 y ：可処分時間、 w_i ：他の説明変数、 $\alpha_i, \beta_i, \gamma, \psi, \eta$ ：パラメータ、 ε_i ：意思決定者の観測されない特性の関数、 δ_i ：観測されない特性の関数

条件付需要関数は、式(3)の線形関数で表現できる。

$$x_i = \left(\alpha_i - \frac{\beta_i}{\gamma} \right) + \beta_i p_i + \gamma y + \psi w_i + \eta \quad (3)$$

選択確率は、誤差項にガンベル分布を仮定することによってロジットモデルとなる。

以上のように導出した各モデルの推計に当っては、多くの手法が提案されており、今後実際のデータを適用した実証分析を行うことが必要である。

3. バス利用に及ぼす LOS の影響

高齢者対応型交通機関の計画に当っては、従来の通勤・通学のような交通とは異なり、身体的制約条件や低水準の交通サービス条件に抑制されて潜在化した交通需要を考慮することが必要となる。潜在需要を考慮した需要予測モデルにおいては、バス停までの距離が遠くなると料金がいくら安くても利用できないといったように、各交通サービス要因間の関係を非補償ルールに基づいて表現することが必要である。ここでは、交通サービスの各要因の水準に対して、ある閾値で効用の増分の変化を考慮できる非補償型モデルを適用する⁶⁾。具体的には、各交通サービス要因に対して、例えば「バス停までの距離」に対する歩行限界距離のような閾値によって効用の増分(パラメータ値)が変化する効用関数を考える。ある要因が閾値を侵した場合の効用の変化が線形であると仮定すると、最適解での選択状況における要因と評価の関係は、下式で示すことができる。

$$\frac{\partial P_{ip}^*}{\partial Z_{ik}} = \delta_i^* \begin{cases} P'_{ik} + v_k & \text{if } Z_{ik} > \theta_k \\ P'_{ik} & \text{if } \theta_k > Z_{ik} \end{cases} \quad (4)$$

$$P'_{ik} = \partial P_i(Z) / \partial Z_{ik} \quad (5)$$

ここで、 P_{ip}^* ：交通機関 i の最適解での一般化時間、 Z_{ik} ：交通サービス要因 k の水準値、 θ_k ：要因 k の効用増分が変化する閾値、 δ_i^* ：最適解での交通機関 i の選択ダミー

一般化時間 $P_i(Z)$ がベクトル Z に重み付けられた

属性から構成されていると仮定すると、式(6)のように単純化できる。

$$\frac{\partial P_{ip}^*}{\partial Z_{ik}} = \delta_i^* \begin{cases} \lambda_k + v_k & \text{if } Z_{ik} > \theta_k \\ \lambda_k & \text{if } \theta_k > Z_{ik} \end{cases} \quad (6)$$

図1はバス停までの距離を例に式(6)の関係を示したものである。式(6)の関係を式(3)に取り込むことによって交通サービス水準による潜在需要(利用頻度)が考慮できる。

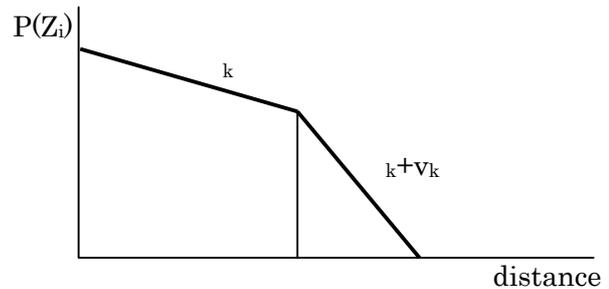


図1 閾値による効用の増分変化の例

4. おわりに

本稿では、過疎化が進行する中山間地域における高齢者対応型交通機関の利用頻度モデルに対して離散連続モデルを適用することを提案した。また、交通サービス水準の制約によって交通需要が潜在化することを表現するために、サービス水準の閾値によって効用の増分の変化を考慮できる非補償型効用関数の適用を提案した。具体的なデータを用いた推計手法を含む実証分析に関しては、発表時に報告する予定である。

参考文献

- 1) 新田保次、都君燮：高齢者に配慮したコミュニティバスの利用頻度予測モデルについて、土木学会論文集、No.646 / -17、pp37-45、2000
- 2) 室町泰徳他：誘発交通量の算定に関する基礎的研究、土木計画学研究・論文集、No.14、pp.519-526、2000
- 3) 森杉壽芳他：古典的消費者行動に基づく交通行動モデルの地域間旅客需要予測への適用、土木計画学研究・講演集、No.19(1)、pp.451-454、1996
- 4) 森川高行他：離散連続モデルによる年間観光日数・旅行形態の分析と観光行動の地域差に関する研究、土木学会論文集、No.618 / -43、pp.61-70、1999
- 5) 佐野伸也：質的選択分析 - 理論と応用、三菱経済研究所、1990
- 6) 森山昌幸他：交通サービス水準の制約により潜在化した交通需要の分析、土木計画学研究・講演集、2002（投稿中）