

移動負荷概念を導入した離散連続モデルによる居住環境評価

Evacuation of the Habitat By the Introduction of Moving Load Using Discrete-Continuous Models

○東京大学大学院工学系研究科 学生会員 今泉孝章** ・ 東京大学大学院工学系研究科 正会員 羽藤英二***

1. はじめに

現在の都市構造は、高度経済成長期における働くために町にでて、郊外の家に帰るといった従前のライフスタイルを前提としたものであり、高齢化に伴い、新しいライフスタイルや社会的要請が生まれるのは必至であろう。

一方でスマートフォンの普及や各種センサ技術の発展により、GPS 機能による移動軌跡や運動強度というものが簡単に取得できるようになってきた。そこで本研究では、容易に得られるようになった、各種センサデータを利用して社会環境変化に伴う社会的要請、新しいライフスタイルの発生などを見据えた計画立案のための分析手法の提案を行う。具体的には、BCALs を用いて取得した加速度、移動負荷などのデータを居住環境の評価に結び付けることを考える。分析には移動負荷(連続量)と個人の一日のツアーパターン(離散)の選択が同時になされると仮定し、離散連続モデル[1]を適用する。

2. データ概要

本研究では 2010 年に行われた、松山高齢者 PP2010 のデータを利用する。この調査では、行動日誌により取得したトリップデータと、BCALs により取得したロケーションデータがある。このトリップデータとロケーションデータを取得時刻により紐づけを行う。このトリップデータとロケーションデータを取得時刻により紐づけを行う。次に紐づけされたロケーションデータとトリップデータを用いてツアー作成を行う。ツアー数の都合上業務・通勤目的トリップ

キーワード: 移動負荷, 居住環境, 離散連続モデル
**東京大学大学院工学系研究科(〒113-8656 文京区本郷 7-3-1 工学部 14 号館 202)

***東京大学大学院工学系研究科(〒113-8656 文京区本郷 7-3-1 工学部 1 号館 341)

プが含まれるもの、ツアーが一回で終了するものは

取り除いた。またトリップが 5 回以上継続したものは、5 回までのツアーパターンが同一のものと同じパターンとみなす。表 1、2 に主な取得データ数、データ項目を示す。

表 1.利用データ個数

データ種類	データ数	紐づけデータ数
トリップ	534	525
ロケーション	124,599	122,420
ツアー	-	217

表 2.主な取得データ項目

データ種類	取得データ
トリップ	出発到着時刻、移動手段、目的、付帯者
ロケーション	測位日時、緯度経度、気圧、3 軸加速度データ、歩数、運動強度、有効性

3. 離散連続モデル概要

離散連続モデルのうち本研究では溝上ら[2]のモデルを参考に定式化を行う。離散選択にはすでに述べたツアーパターン(トリップ回数)選択を、連続量は運動強度×時間(h)で算出される、エクササイズ量という値を用いる。今、間接効用関数に式(1)を仮定する。

$$Y_i = (\alpha_i + \beta_i t_i + \theta_i y + \phi_i z_i + \varphi s + \eta) \exp(-\theta t_i) + \varepsilon_i \tag{1}$$

ここで、 i は個人、 $\alpha_i, \beta_i, \theta_i, \phi_i, \varphi, s$ は推定すべき未知パラメータで t_i は各ツアーパターン(トリップ回数)におけるトリップ当たりのエクササイズ消費量、 y は各個人の限界エクササイズ量、 z_i は各ツアーごとの特性(今回は用いていない)、 s は個人の特性、 η は個人の非観測な特性、 ε_i はツアーパターンごとの誤差である。このとき、誤差項に IID を仮定すると、選択肢 i の選択確率は式(2)のようになる。

$$P_i = \frac{e^{(\alpha_i + \beta_i t_i + \theta_i y + \phi_i z_i + \varphi s + \eta) \exp(-\theta t_i)}}{\sum_j e^{(\alpha_j + \beta_j t_j + \theta_j y + \phi_j z_j + \varphi s + \eta) \exp(-\theta t_j)}} \quad (2)$$

ここで Roy 恒等式より需要関数(ここではエクササイズ消費量) x_i は式(3)、(4)のようになる。

$$x_i = -\frac{1}{\theta} \{ \beta_i - \theta(\alpha_i + \beta_i t_i + \theta_i y + \phi_i z_i + \varphi s + \tau_i C_i + \nu) \} \quad (3)$$

$$\tau_i = -\frac{\sqrt{6}\sigma^2}{\pi} \rho_i, C_i = \left[\frac{P_j \ln P_j}{1 - P_j} + \ln P_j \right] \quad (4)$$

σ は η の標準偏差、 ρ_i は η と ε_i の相関係数を表している。選択肢別の効用関数は式(5)~式(8)のようになる。

$$\begin{aligned} two_i = & (\alpha_{two} + \beta_{two,i} + \theta y_{two,i} \\ & + \varphi_1 age_i + \varphi_2 shop_i + \varphi_3 park_i \\ & + \varphi_4 shopst_i(-\theta y_{two,i}) + \varepsilon_{two} \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} three_i = & (\alpha_{three} + \beta_{three,i} + \theta y_{three,i} \\ & + \varphi_1 age_i + \varphi_2 shop_i + \varphi_3 park_i \\ & + \varphi_4 shopst_i(-\theta y_{three,i}) + \varepsilon_{three} \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} four_i = & (\alpha_{four} + \beta_{four,i} + \theta y_{four,i} \\ & + \varphi_5 man_i + \varphi_6 station_i \\ & + \varphi_7 green_i(-\theta y_{four,i}) + \varepsilon_{four} \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} five_i = & (\beta_{four,i} + \theta y_{five,i} \\ & + \varphi_5 man_i + \varphi_6 station_i \\ & + \varphi_7 green_i(-\theta y_{five,i}) + \varepsilon_{five} \end{aligned} \quad (8)$$

$two, three, four, five$ はそれぞれ 2~5 回のトリップ回数における効用関数を表し、 age_i は 60 歳以上ダミー、 $shop_i$ は最寄りスーパーからの距離、 $park_i$ は最寄り公園からの距離、 $shopst_i$ は中心市街地からの距離、 man_i は男性ダミー、 $station_i$ は最寄り駅からの距離、 $green_i$ は 500m 内緑地個数を表している。これらが居住環境指標となる。推定結果を表.3 に示す。

t 値が有意なものについてみると、個人属性については、男性ほど消費エクササイズ量が大きく、高齢者ほど消費エクササイズ量が小さいという妥当な結果が得られた。また居住環境については、公園からの距離が大きいほどエクササイズ量が大きくなるという結果が得られた。積極的に公園を訪れており、適切な位置に配置することでエクササイズ量の増加が見込めることが分かる。一方スーパーからの距離、

中心市街地からの距離については、パラメータの正負が一致していない。中心市街地のパラメータが負なのは、中心市街地において回遊が行われており、自宅からの位置が遠いと回遊行動が生まれにくいと考えることができる。

表 3. パラメータ推定結果

説明変数	推定値	t 値
限界エクササイズ量(EX/日)	0.34	3.14*
男性ダミー	3.63	2.37**
高齢者ダミー	-8.73	-6.34*
スーパー距離(km)	18.90	5.45*
公園距離(km)	15.15	5.20*
駅距離(km)	-17.24	-1.29
中心市街地距離(km)	-15.32	-7.08*
500m 内緑地(個)	-0.82	-1.60
修正項(i=2)	0.85	1.05
修正項(i=3)	-0.87	-1.02
修正項(i=4)	-1.63	-0.80
修正項(i=5)	-2.09	-1.43
サンプル数	213	-
初期尤度	-293.89	-
最終尤度	-283.65	-
修正済み尤度比	0.36	-

**は 5% 有意*は 1% 有意

5. 今後の課題

今回、居住環境として用いた指標は単純な直線距離としたが、実際には最寄り駅と自宅との間にあるから行きやすいとか、大規模公園の利用のされ方の違いなども考慮に入れることが考えられる。また個人ごとに行動圏域が異なると考えられるため、行動圏域ごとに分析を行う必要もあると考えられる。

6. 参考文献

- [1] 福田大輔, 力石真, 離散-連続モデルの研究動向に関するレビュー, 土木計画学研究・講演集, No. 46, P. ROMBUNNO. 72, 2012
- [2] 溝上章志, 柿本竜治, 竹林秀基, 地域間物流の輸送手段/ロットサイズ同時予測への離散-連続選択モデルの適応可能性, 土木計画学研究・論文集, No. 14, pp. 535-542, 1997