

IV-166 個人の選択肢集合の不確実性を考慮した生活パターン選択モデルの構築

大阪ガス 正員 長沢圭介
 京都大学工学部 正員 藤井 聡
 京都大学工学部 正員 北村隆一

1.はじめに

近年、交通施設整備等のハード面の政策よりはむしろ、フレックスタイム制等のソフト面の政策による都市問題の解消が注目を集めつつある。さらに、生活の質の向上という観点からの政策の必要性も高まっており、個人の活動に着目したアクティビティ分析が必要となった。

個人が1日に実行する複数の活動の連鎖を生活パターンと定義する場合、個人は選択可能な生活パターンの中から、特定の生活パターンを日々選択していると考えられる。本研究ではランダム効用理論に基づいて活動時間等の要因が個人の生活効用に与える影響を定量化し、生活パターン選択モデルを構築する。生活効用のモデル化ではSPデータを用いた研究が見られるが¹⁾、SPデータには信頼性に欠けるという問題点がある。そこで本研究ではRPデータとして平成4年度京阪神パーソントリップデータ（以下、PTデータ）を用いてモデルの構築を目指す。本研究で構築する生活効用関数に基づいてアクセシビリティ指標を定式化することで、個人の生活行動を反映した地域評価が可能となる。なお、推定の際には、個人の生活パターン選択肢集合の不確実性を考慮する。また、本稿では都市交通における主要なトリップメーカーである就業者を対象とする。

2.生活パターン選択モデルの概要

個人 n にとっての生活パターン i の効用（以下、生活効用）を次式のように定式化する。

$$U_i^n = V_i^n + \varepsilon_i^n = f_{in}(\mathbf{X}_i) + \varepsilon_i^n \quad \dots (1)$$

U_i^n : 個人 n の生活パターン i の生活効用
 V_i^n : 個人 n の生活パターン i の生活確定効用
 ε_i^n : ガンベル分布に従う誤差項
 $\mathbf{X}_i$: 生活パターン i の特性を表す変数ベクトル
 $f_{in}(\cdot)$: 生活効用関数

生活パターン選択モデルを構築するには生活効用関数 $f_{in}(\cdot)$ 、及び生活パターン選択肢集合を特定することが必要である。まず、生活効用関数の特定について考える。

本研究では、生活効用はその生活パターンにおいて実行される各々の活動で得られる効用（活動効用）の線形和であると仮定する。さらに、活動効用は活動実行時間と活動実行地域に影響を受けると考え、生活効用関数を以下のように定式化する。

$$V_i^n = \sum_{l=1}^{L_i^n} V E_{i,l}^n = \sum_{l=1}^{L_i^n} \{a_{m_l, z_l} \times f_{du, m_l}(d_{i,l}^n)\} \quad \dots (2)$$

$VE_{i,l}^n$: 個人 n の生活パターン i における l 番目の活動

の活動確定効用

L_i^n : 個人 n の生活パターン i における活動数

$d_{i,l}^n$: 個人 n の生活パターン i における l 番目の活動の活動実行時間

$f_{du, m}(\cdot)$: 活動種別 m の活動実行時間が活動効用に与える効果を線形に補正するための関数

$a_{m, z}$: 活動種別 m の活動実行地域 z における $f_{du, m}(\cdot)$ の係数

一方、個人の生活パターン選択肢集合は不明瞭であり、PTデータからも選択肢集合に関する情報は直接には得られない。したがって、生活パターン選択モデルを推定するためには個人の選択肢集合を何らかの方法で設定することが必要である。しかし推定時に設定した選択肢集合がその個人が持つ実際の選択肢集合である保証はない。このように選択肢集合に不確実性が存在する場合に、その不確実性を考慮した推定法として以下の式（3）の確定項に基づいて尤度関数を定式化する方法がある²⁾。

$$V_i^n = V_i^n + \Omega_{n,i} \quad \dots (3)$$

$\Omega_{n,i}$: 選択肢 i を選択するという条件の下で、個人 n の選択肢集合 P^n が形成される条件付き確率

ここで効用の相対性を考慮すると

$$V_i^n = V_i^n - \ln P_{i,i}^n(i) \quad \dots (4)$$

$P_{i,i}^n(i)$: 生活パターン i が個人 n の選択肢集合に含まれる確率

で尤度関数を定式化しても（3）での定式化に等しい。

3.モデル推定の前提

本研究では就業者の生活パターンの代表的なものとして以下の3つを考え、これを選択肢集合とした。

生活パターン1：在宅→勤務→在宅

生活パターン2：在宅→勤務→自由→在宅

生活パターン3：在宅→勤務→在宅→自由→在宅

（矢印は移動を表す）

ここで、実際に選択した生活パターンについてはPTデータで得られた値をそのまま使用する。一方、それ以外の選択肢属性 $\mathbf{X}_i$ については以下の手順で特定化した。ただし、生活パターン1については以下のステップ1は不要、ステップ2の手順のみを行なった。また、生活パターン1が選択肢集合に入る確率 $P_{i,i}^n(i)$ は全ての個人に対して1.0と仮定した。

（ステップ1）自由活動実行地域の特定

個人 n のプリズム制約³⁾を満たす自由活動実行地域の集合 $C1^n$ を特定する。次に $C1^n$ の各地域についてその地域が個人 n の選択肢集合に含まれる確率（以下、選択肢帰属確率）を選択肢帰属モデル⁴⁾（オーダードプロビットモデルの枠組みでPTデータに基づいて構築）より算出し、選別確率が0.1以上の地域の集合 $C2^n$ を特定する。そして、 $C2^n$ から1つの地域をランダム抽出して自由活動実行地域とする。また、その抽出した地域の選択肢帰属確率から確率補正項 $P_{IN}^n(i)$ を算出する。

（ステップ2）選択肢属性の特定

ステップ1で特定した当該地域から生活パターンに含まれる全トリップのODを決定する。そして、OD間の平均移動時間データから各トリップの移動時間を特定する。そしてPTデータを集計することで求めた活動実行時間比の実分布に従う乱数を発生させて、各活動の実行時間を特定する。

また、推定サンプルについては、推定計算の効率化を図るために、PTデータで得られている各生活パターンを実行した就業者のサンプル集合から、各々同程度のサンプルを選択肢別にランダム抽出して得た。ただし、この抽出による推定時の歪みを軽減するために、各生活パターンを実行したサンプルの比率に基づいて各サンプルの重みを算出した。こうして得られた重みに基づいて重み付き最尤推定法²⁾を行なった。

4. モデルの推定

以上の前提に基づいてパラメータを推定する。まず、各要因の生活効用に対する効果の非線形性を検討するために各説明要因をカテゴリーに分割して、それに基づいてダミー変数を定義して効用関数をダミー変数のみで特定化して推定を行なった。その推定結果に基づいて、以下のように生活効用関数を特定化した。

$$V = (a_1 + a_2 \text{serve}_i) \log(d_f) + a_3 \log(d_{h1}) + a_4 d_{h2} + a_5 d_{m1} + a_6 \log(d_{m2}) + a_7 \times d_{p2} + a_8 \times d_{p3} \quad \dots (5)$$

d_f : 自由活動時間

d_{h1} : 在宅時間1（自由活動前の在宅時間）

d_{h2} : 在宅時間2（自由活動後の在宅時間）

d_{m1} : 移動時間1（勤務先から自宅に直帰するのに要する移動時間）

d_{m2} : 移動時間2（勤務後の総移動時間から移動時間1を引いた時間）

serve_i : 自由活動実行場所 i におけるサービス事業所数

d_{p2} : 生活パターン2固有ダミー

d_{p3} : 生活パターン3固有ダミー

$a_1 \sim a_8$: 未知パラメータ

式（5）をロジットモデルに基づいて推定した結果を表1に示す。

表1 生活効用関数の推定結果

未知パラメータ	推定値	t値
自由活動時間： a_1	0.57	4.03
サービス事業所数： a_2	0.000099	12.05
在宅時間1： a_3	0.81	3.14
在宅時間2： a_4	0.43	2.30
移動時間1： a_5	-0.049	-9.72
移動時間2： a_6	-4.09	-14.21
生活パターン2固有ダミー： a_7	8.60	6.82
生活パターン3固有ダミー： a_8	6.88	4.35
適合度指標		
サンプル数		2179
$L(\alpha)$		-1083.54
$L(\beta)$		-610.00
$\chi^2 = -2\{L(\alpha) - L(\beta)\}$		947.08
ρ^2		0.44

適合度指標は良好な値を示しており、高い適合度が得られたことが分かる。また、生活効用に対しては、自由活動時間、在宅時間は正の効果をもたらし、移動時間は負の効果を持っているという妥当な結果が得られた。また、自由活動実行場所におけるサービス事業所数の増加に応じて、自由活動に関する限界効用も増加する傾向にあることが分かった。ただし、選択肢固有ダミー d_{pat2} 、 d_{pat3} は双方とも有意となった。このことから、本モデルでは説明できなかった要因の効果が活動生活効用に存在することが考えられる。

5. まとめ

本研究では活動実行時間、活動実行地域を明示的に考慮した個人の生活パターン選択モデルを構築した。その結果、活動実行時間、活動実行地域が生活効用に影響を及ぼしていることが分かった。また、モデル推定に際して、個人の選択肢集合の不確実性を明示的に考慮した。今後の課題としては移動機関、活動実行時点等を生活効用関数に取り込み、選択肢固有ダミーのパラメータという形で抽出された生活効用に対するそれらの要因の効果を明示的に考慮する必要があるものと考えられる。また、本研究で構築した生活効用関数に基づいてアクセシビリティ指標を定式化して、個人の生活行動を反映した地域評価を行なうことが可能と考えられる。

参考文献

- 1) 藤井聡、瀬戸公平、北村隆一：交通政策の質的評価を目指した生活行動モデルの構築、土木計画学研究・講演集、No.18(1), pp. 301-304, 1995.
- 2) Ben-Akiva, M. and Lerman, S.R.; *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, The MIT Press, 1985.
- 3) 交通行動分析；近藤勝直，晃洋書房，1987.
- 4) 森川高行，竹内博史，加古裕二郎；定量的観光魅力度と選択肢集合の不確実性を考慮した観光目的地選択分析，土木計画学研究・論文集，No.9, pp117-124, 1991.