

選択肢集合の不確実性を考慮した生活行動モデル に基づく居住地域評価・政策評価指標の開発

藤井 聡¹・北村隆一²・長沢圭介³

¹正会員 工修 京都大学大学院工学研究科土木システム工学専攻助手(〒606-8501 京都市左京区吉田本町)

²正会員 Ph.D. 京都大学大学院工学研究科土木システム工学専攻教授(〒606-8501 京都市左京区吉田本町)

³正会員 工修 大阪ガス株式会社大阪事業本部(〒550-0023 大阪市西区千代崎3丁目南2-37)

本研究では、個人の生活行動形態を考慮した居住地域評価、交通政策評価をするための基礎指標を開発すべく、生活行動を効用理論でモデル化した上で、その最大期待効用(本稿では期待生活効用と呼称)を定式化した。そして、PT データを用いて選択肢集合の不確実性を考慮したパラメータ推定を行い、居住地-就業地別の就業者セグメントの期待生活効用を算定した。これらの算定計算を通じて、本研究では、活動サービスの消費に伴う限界効用が通減し、かつ、限界効用を活動時間の逆比例関数として定義できること、また、その限界効用は地域属性に影響を受けていることが示された。また、居住地や勤務地における地域属性や通勤時間が生活の質に影響を及ぼしていること、さらに、職住近接が望ましいこと、が期待生活効用を用いた算定例から示された。

Key Words: activity pattern choice model, quality of life, uncertainty of choice set

1.はじめに

(1)研究の背景

従来から、交通整備状況と都市施設整備状況の両者を考慮した地域評価指標として、多くの種類のアクセシビリティ指標が提案されてきた。アクセシビリティ指標が提案された当初は、集計的な考え方に基いて重力測度、累積機会測度、トポロジカル測度等が開発された¹⁾。近年では、個人の交通行動を考慮し、非集計的な効用理論に基づいたものも提案されている。一般に、それら効用理論に基づいたアクセシビリティ指標は、目的地選択や機関選択に離散選択モデルを適用して、最大期待効用を求めることで定式化される²⁾。この考えを発展させ、トリップチェーンを考慮したアクセシビリティ指標も提案されている³⁾。この様なアクセシビリティ指標によって、個人が交通行動を行う際に得る便益を考慮した地域評価が可能となったものと考えられる。それに加えて、政策の前後でアクセシビリティ指標の変化を算定することで、政策便益を評価する方法論としても適用することが可能であるものと期待される⁴⁾。

しかし、近年注目を集める様になったフレックスタイム制、週休二日制等の既存の交通網の有効利用を目指した交通政策は、個人の交通行動ばかりでなく、生活行動にも影響を与える。したがって、従来の交通行動のみを考慮したアクセシビリティ指標では、これらの政策を十分

に評価することはできないのも事実であろう。

一方、従来の交通政策の評価指標としては、一般に交通速度や交通量といった量的なものが一般的であった。すなわち、多くの自動車をさばき、多くの旅客を輸送することができる交通システムを構成することが交通計画の基本的な目的であった。しかし、交通システムの利用者が、生活を営む人格を持った個人であることを考えると、速度が高く、大きな交通量を処理可能な交通システムが必ずしも望ましいものであるとは言えないであろう。その交通システムが存在しているという状況のもとで各個人はどのような生活行動を行い、そして、その生活行動にどの程度満足しているのか、といった、個人の生活の質を視野に入れた形での評価を行うことが必要であるものと考えられる⁵⁾。さらには、交通政策に限らず、何らかの土木計画において実施される政策の便益を評価する場合にも、便益を被る主体である個々人の生活行動を視野に入れることが不可欠であろう。

(2)期待生活効用の算定にあたっての諸課題

このような観点から、藤井ら⁶⁾は SP データ(Stated-Preference Data⁷⁾)に基づいて個人の生活パターンの選択モデルを構築し、それに基づいて最大期待効用(以下、期待生活効用)を算定することで、個人の生活の質を視野に入れた政策評価を行う枠組みを提案している。しかし、この研究では、期待生活効用算定にあたっての大まかな方法論が提示されているに過ぎず、極めて大き

な生活パターンの選択肢集合をどのように取り扱うのか、といった現実的な問題が未解決の重要な課題として残されている。それに加えて、期待生活効用に基ついて地域評価を行うことを目的とした場合には、どのような形で地域属性を導入すべきか、また、SP データではなく、実際の行動データに基ついた生活効用関数の推定計算をどのように行うのか、といったことについて具体的な検討を加えることも課題として残されている。

特に、実際の個人が、物理的に実行可能な膨大な数にのぼる生活パターン選択肢の全てを認知しているとは到底考えられないことを考えると、何らかの方法で選択肢の認知を考慮することが必要であろう。ところが、個々の個人の極めて主観的・個別的な生活パターンの選択肢集合を、分析者が確定的に定義することが現実的に不可能であり、したがって、個人の選択肢集合の形成を確率事象として、すなわち、選択肢集合を分析者にとって不確実なものとして捉えることが不可避である。ここで、離散選択モデルにおける最大期待効用は選択肢集合の大きさに極めて敏感に反応するものである⁹⁾ことを考えあわせると、最大期待効用という形で期待生活効用を定式化することを目指す場合には、推定計算、ならびに、期待生活効用定式化のそれぞれの局面においてどのような方法論で選択肢集合の不確実性を考慮するか、ということが中心的課題の一つであると言うことができる。

(3) 本研究の概要

これらを踏まえ、本研究では、以下のような手順に基ついて期待生活効用を算定し、それに基づいた地域評価を行った。

まず、数値計算を行う前に、以下の理論的な検討を行った。

- ① 離散的な活動場所や活動内容についての選択と連続的な活動時間の選択についての選択問題を離散-連続モデル^{6), 9), 10), 11)}の枠組みでモデル化する(本稿ではこのモデルを生活行動モデルと呼称する)。
- ② こうして定式化された生活パターンの選択モデルに基ついて、選択肢集合の不確実性を考慮した期待生活効用を定式化する。

また、生活パターンの選択肢集合には不確実性が存在するため、

- ③ 選択肢集合の不確実性を考慮したパラメータ推定法を適用する。

一方、上述①、②で定式化した期待生活効用の具体的な算定例として、京阪神地域の就業者を対象として、以下の手順で期待生活効用を算定した。

- ④ 京阪神パーソントリップデータ(以下、PT データ)に

基ついて、選択肢集合の形成についてのモデルを構築する。

- ⑤ PT データに基ついて推定計算を行い、就業者の生活パターン選択の効用関数を特定化する。
- ⑥ こうして特定化された効用関数と選択肢集合の形成についてのモデルを組み合わせることで、②で行った定式化に基ついて、仮想的な個人についての期待生活効用を算定し、それに基づいて地域評価を行う。

本稿では、これらの数値計算を通じて、個人の生活行動、あるいは、生活行動に伴う便益についての種々の知見を得ること、ならびに、期待生活効用を算定するための具体的な方法論について検討を加えることを目的とする。

以下、本稿では、2.で上述の①、②について、3.で③～⑥について述べ、最後に 4.で本研究で得られた知見をまとめる。

2. 期待生活効用の定式化

本章では、生活パターンを定量的に表現する方法について述べた後に、生活行動モデルを構築するにあたっての基本的な仮定を述べる。ついで、これらを前提とした生活行動モデルを効用理論に基ついて理論的に構築する。そして最後に、生活行動モデルに基ついて得られる期待生活効用を、地域評価指標、政策評価指標として定式化する。

(1) 生活パターンの定量化

個人 n のある生活パターンは、当日に実行される移動を含む複数の活動の連鎖で表現されるものとする。また、個人の活動には、自らの意思では活動要素を決定できない仕事等の固定活動と、意思決定可能な自由活動に分類できるものとする^{10), 11), 12), 13)}。そして、個人 n の活動 l ($l=1, 2, \dots, L^n$) は、

m_l^n = 活動内容

z_l^n = 活動場所

t_l^n = 開始時刻

d_l^n = 実行時間

c_l^n = 自由活動 / 固定活動を定義するダミー変数
(=1: 固定活動, =0: 自由活動)

で特定化されるものとする。なお、活動内容 m_l^n のカテゴリーには移動も含まれるものとする。ただし、活動内容が移動の場合には、 z_l^n 、 c_l^n は定義しない¹¹⁾。そして、以下の行列 S^n で個人 n の生活パターンを定量的に表現する。

$$S^n = \begin{pmatrix} m^n_1 & m^n_2 & \dots & m^n_{L^n} \\ z^n_1 & z^n_2 & \dots & z^n_{L^n} \\ t^n_1 & t^n_2 & \dots & t^n_{L^n} \\ d^n_1 & d^n_2 & \dots & d^n_{L^n} \\ c^n_1 & c^n_2 & \dots & c^n_{L^n} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{m}^n \\ \mathbf{z}^n \\ \mathbf{t}^n \\ \mathbf{d}^n \\ \mathbf{c}^n \end{pmatrix} \quad (1)$$

ここに、 $\mathbf{m}^n, \mathbf{z}^n, \mathbf{t}^n, \mathbf{d}^n, \mathbf{c}^n$ は、それぞれ活動 l から活動 L^n までの内容、場所、開始時刻、実行時間、自由活動/固定活動を表すベクトルである。

(2) 生活行動モデルの基本的な考え方

本研究では、個人は、以下の式で定式化される一日を通じての活動、および、移動の実行に伴う生活効用を最大化するように生活行動を実行しているものとする。

$$U^n = V^n + \varepsilon^n \quad (2)$$

U^n = 個人 n の生活効用

V^n = 個人 n の確定効用

ε^n = ガンベル分布に従う誤差項

ここで、前節定義した行列 S^n を用いて、生活確定効用 V^n を、以下のように定式化する。

$$V^n = f(S^n) \quad (3)$$

$f(\cdot)$ = 生活効用関数

一方、個人が式(2)で定式化される生活効用を最大化するにあたっての制約条件として、以下の3つの制約条件を考慮することとした。

- ・プリズム制約
- ・固定活動スケジュール制約
- ・目的地認知制約

ここで、固定活動スケジュール制約とは、予め定められている場所、時間帯で固定活動を実行しなければならない、という制約条件である。すなわち、行列 S^n において、 $c^n_{li}=1$ となる固定活動 l についてのベクトル $\mathbf{m}^n, \mathbf{z}^n, \mathbf{t}^n, \mathbf{d}^n, \mathbf{c}^n$ の要素で構成される行列を FS_n と定義した場合、この行列 FS_n に含まれる全ての要素は予め決められており、かつ、行列 FS_n の内容と一致しない行列 S^n を持つ生活パターンは、選択肢集合には含まれない。

プリズム制約¹⁴⁾は、移動速度が有限であり、かつ、交通ネットワークの属性に規定されることを原因として生じる制約条件である。すなわち、ベクトル \mathbf{z}^n の要素が

$$TB^n \geq \sum_{k=1}^K DT(z_k, z_{k+1}) \quad (4)$$

TB^n = 個人 n の固定活動スケジュール上での、隣接する二つの固定活動(固定活動 a, b)に挟まれる時間帯(自由時間帯)の長さ
 z_k = 固定活動 a が終了してから固定活動 b を開始するまでに実行した、 k 番目の活動 ($k = 1, 2, \dots, K$)

z_a^n, z_b^n = 固定活動 a, b の活動地域(ただし、 $z_1 = z_a^n, z_K = z_b^n$)

$DT(i, j)$ = 地域 i, j 間のOD所要時間(ネットワークの条件に規定される)

なる条件を満たす地域のみで構成されている行列 S^n に対応する生活パターンのみが、選択肢集合に含まれる。

最後に、目的地認知制約は、上述のプリズム制約を満たしており、来訪可能な地域であっても、何らかの原因で活動場所の選択肢集合として認知されていない地域が存在する、という制約条件である。すなわち、認知されていない地域が列ベクトル \mathbf{z}^n の要素となっているような行列 S^n に対応する生活パターンは、生活パターンの選択肢集合には含まれない。

なお、これらの制約条件を仮定した場合、式(1)で定義した生活パターンを表す行列 S^n の中で、個人が自らの自由意思で決定可能なものは、自由活動数(以下、 NF^n と表記する)と自由活動の内容 \mathbf{m}^n 、場所 \mathbf{z}^n 、時間 \mathbf{d}^n の要素となる¹²⁾。すなわち、本モデルでは、個人は、最大の効用が得られるように、自らが決定可能な自由活動数と自由活動の内容、時間、場所を調整しているものとするのである。ここに、活動数、内容、場所は離散変数であり、活動時間が連続変数であることから、本モデルは離散-連続モデル^{6), 9), 10), 11)}であると解釈できる。

(3) 生活行動モデルの枠組みと定式化

生活行動モデルでは、前節で仮定した個人の効用最大化行動をモデル化するにあたって、以下の3つの段階を便宜的に想定する¹³⁾。なお、以下より、個人が想定する複数の生活パターンを考慮するため、行列 S^n 、ならびにその要素のそれぞれに、生活パターン番号を表すひき数 i を用いる。

Step1) $c^n_{li}=0$ となる移動でない活動 l についての $\mathbf{m}^n_i, \mathbf{z}^n_i$ と自由活動数 NF^n_i の組み合わせ、すなわち、活動連鎖パターン(=活動場所と内容の組み合わせパターン)を、3つの制約条件を満たすという条件のもとで全て生成する。なお、個人 n が実際に想定する複数の活動連鎖パターンの集合を TC_n と表記する。

Step2) 集合 TC_n に含まれる全ての活動連鎖パターンについて、 $c^n_{li}=0$ となる移動でない活動 l の活動時間、すなわち自由活動時間 d^n_{li} を、効用を最大化することで決定する。この段階で、集合 TC_n に含まれる全ての活動連鎖パターンについて、行列 S^n_i が特定される。

Step3) 集合 TC_n の中から、最大の効用を与える活動連鎖パターンを検出する。

そして、それぞれの段階を以下の3つのサブモデルで再現し、これらを組み合わせることで生活行動の再現を図る。

- 活動連鎖パターン集合モデル(Step1 に対応するモデル。すなわち、実行可能な活動連鎖パターンを生成するサブモデル)
- 自由活動時間配分モデル(Step2 に対応するモデル。すなわち、個々の活動連鎖パターンに含まれる自由活動を算定するサブモデル)
- 生活パターン離散選択モデル(Step3 に対応するモデル。すなわち、最大の効用を与える活動連鎖パターンを検出するサブモデル)

以下、これらの3つのサブモデルについて述べる。

a)活動連鎖パターン集合モデル

2.(2)で述べた3つの制約条件のうち、プリズム制約、固定活動スケジュール制約は、モデルの適用時(期待生活効用算定時、あるいは、需要予測時)に、交通ネットワークの条件や各個人の固定活動スケジュールについてのデータが入手可能であれば設定可能である。一方、目的地認知制約については、1.(2)で既に述べたように、各個人について確定的に設定することは極めて困難であり、したがって、目的地の認知を確率事象として捉えざるを得ない¹⁵⁾。

まず、活動連鎖パターン集合モデルでは、モデル適用時において固定活動スケジュールの行列 FS_n と交通ネットワークの条件が設定可能であるものと考え、これらに基づいて形成される時空間プリズムを考慮し、式(4)を用いて集合 C_n を特定化する。こうして特定化される集合 C_n は、プリズム制約、固定活動スケジュール制約を満たす活動連鎖パターンの全集合である。なお、モデル適用時における計算時間を有限とするために集合 C_n を有限集合とするためには¹⁴⁾、自由活動数 NF_i^n に制約条件を設ける、あるいは、活動内容の組み合わせ m_i^n (以下、内容連鎖パターン) についての全集合を予め規定しておくことが不可欠ある。これについては、モデルの適用時に、実データを用いて一日に実行する自由活動数の頻度分布、あるいは、内容連鎖パターンについての頻度分布を求める等の措置が必要である。

一方、目的地認知制約に関しては、プロビットモデルを適用し¹⁵⁾ (以下、これを目的地認知モデルと呼ぶ)、モデル適用時における各個人の各地域の認知確率を以下のように定式化した。

$$P_{rec}^n(k) = \Phi(\mathbf{B}\mathbf{W}_{nk} - \theta) \quad (5)$$

$P_{rec}^n(k)$ = 個人 n が場所 k を自由活動場所として認識する確率

\mathbf{B} = パラメータベクトル

θ = しきい値

\mathbf{W}_{nk} = 外生変数ベクトル

$\Phi(\cdot)$ = 標準正規分布関数

ここで、この確率を用いると、活動連鎖パターン i が個人 n の集合 TC_n に含まれる確率 $P_{in}^n(i)$ は、各地域の認知確率が独立であると考えると、

$$P_{in}^n(i) = \prod_{k \in SZ_{ni}} P_{rec}^n(k) \quad (6)$$

SZ_{ni} = 個人 n の活動連鎖パターン i の自由活動連鎖パターンの中に含まれる自由活動場所集合

と定式化される。

さらに、個人 n についてある選択肢集合 D_j^n が形成される確率、すなわち、個人 n の集合 TC_n に D_j^n が一致する確率 $P(D_j^n = TC_n)$ は、 $P_{in}^n(i)$ がそれぞれ独立とすると、

$$P(D_j^n = TC_n) = \prod_{i \in D_j^n} P_{in}^n(i) \prod_{i \notin D_j^n} \{1 - P_{in}^n(i)\} \quad (7)$$

となる。生活行動をシミュレートする場合には、この式(7)に基づいたモンテカルロシミュレーションアプローチによって選択肢集合を特定化するという方法が考えられる。なお、式(7)で定義される $P(D_j^n = TC_n)$ は、固定活動スケジュール制約、プリズム制約の2つの制約条件を満たす集合 C_n の全ての部分集合(空集合を含む)について定義可能である。

b)自由活動時間配分モデル

自由活動時間配分モデルでは、個人はそれぞれの活動連鎖パターンの自由活動時間を、効用最大化原理に基づいて配分している、すなわち、「単位財貨あたりの限界効用均等の法則¹⁶⁾」に基づいて活動時間を決定しているものと考え。この考え方に基づくと、個人 n 、生活パターン i の自由活動 l の活動時間 $d_{i,l}^n$ は、以下の連立方程式を満たす解として与えられる^{6), 10), 12), 12), 17)}。

$$\frac{\partial U_i^n}{\partial d_{i,l}^n} = K_i^n \quad \forall l \in FA_i^n \quad (8)$$

$$\sum_{l \in FA_i^n} d_{i,l}^n = TF_i^n \quad (9)$$

K_i^n = 定数

U_i^n = 個人 n の生活パターン i の生活効用

FA_i^n = 個人 n の生活パターン i の自由活動集合

TF_i^n = 個人 n の生活パターン i においてその個人が自由活動に消費可能な時間

ただし、 TF_i^n は、固定活動スケジュール、ならびに、生活パターン i のトリップパターンに規定される¹⁵⁾。

自由活動時間配分モデルでは、この連立方程式に基づいて生活パターン集合に含まれる個々の生活パターンの活動時間を算定する。

c)生活パターン離散選択モデル

生活パターン離散選択モデルでは、個人 n の生活パ

ターン i の生活効用 U_i^n を、式(2)に基づいて次式のように定式化する。

$$U_i^n = V_i^n + \varepsilon_i^n \quad (10)$$

V_i^n = 個人 n の生活パターン i の確定効用

ε_i^n = ガンベル分布に従う誤差項

なお、 V_i^n は式(3)より行列 S_i^n の関数として定義される。

$$V_i^n = f(S_i^n) \quad (11)$$

ここで、本研究では、式(7)で定式化した様に選択肢集合に不確実性を考慮しており、個人 n が選択肢 i を選択する確率 P_i^n は以下となる。

$$P_i^n = \sum_{D_j^n | (D_j^n \subset C_n), (i \in D_j^n)} \left\{ P(TC_n = D_j^n) \frac{\exp\{f(S_i^n)\}}{\sum_{k \in D_j^n} \exp\{f(S_k^n)\}} \right\} \quad (12)$$

(4) 選択肢集合の不確実性を考慮した期待生活効用

個人 n の生活行動における最大期待効用、すなわち、期待生活効用は、選択肢集合の不確実性を考慮すると以下のように定式化される。

$$A^n = \prod_{D_j^n | (D_j^n \subset C_n)} \left[P(TC_n = D_j^n) \ln \left\{ \sum_{i \in D_j^n} \exp(V_i^n) \right\} \right] \quad (13)$$

A^n = 個人 n の期待生活効用

式(13)は、特定の選択肢集合を与えた場合に定式化されるログサム形式の最大期待効用の期待値を、選択肢集合の形成確率を用いて定式化したものである¹⁸⁾。当然ながら、選択肢集合に不確実性が存在しない場合には、 A^n は通常のログサム変数になる。この式(13)に、式(5)、(6)、(7)、(11)を代入すると、

$$A^n = \prod_{D_j^n | (D_j^n \subset C_n)} \left[\prod_{i \in D_j^n} \left\{ \prod_{k \in SZ_{ni}} \Phi(\mathbf{B}W_{nk} - \theta) \right\} \right] \quad (14)$$

$$\prod_{i \in D_j^n} \left\{ 1 - \prod_{k \in SZ_{ni}} \Phi(\mathbf{B}W_{nk} - \theta) \right\} \ln \left\{ \sum_{i \in D_j^n} \exp\{f(S_i^n)\} \right\}$$

さて、こうして定式化された期待生活効用に基づいて地域評価、政策評価を行う場合には、同一の期待生活効用 A^n を共有する個人集合で構成される複数のセグメントについて期待生活効用を一つずつ算定し、これに基づいて評価する、という方法が考えられる。

ここで、 S_i^n が一つの生活パターン選択肢について一つずつ定義されるものであることを考えると、式(14)より、個人間の A^n の相違は、集合 C_n 、変数ベクトル \mathbf{W}_{nk} の個人間の相違で生じることとなる。なお、集合 C_n の個人間の相違については、2.(3)で述べた固定活動スケジュール

ル \mathbf{FS}_n が個人によって異なるために生じる。したがって、 \mathbf{FS}_n 、 \mathbf{W}_{nk} を共有する個人集合ごとに A^n が定義される。

以上より、本研究では、以下の $\text{Acce}(\mathbf{FS}_n, \mathbf{W}_{nk})$ に基づいて地域評価、政策評価を行うこととする。

$$\text{Acce}(\mathbf{FS}_n, \mathbf{W}_{nk}) = A^n(\mathbf{FS}_n, \mathbf{W}_{nk}) \quad (15)$$

$A^n(\mathbf{FS}_n, \mathbf{W}_{nk})$ = \mathbf{FS}_n と \mathbf{W}_{nk} を共有する個人集合に属する任意の個人の期待生活効用

$\text{Acce}(\mathbf{FS}_n, \mathbf{W}_{nk})$ = \mathbf{FS}_n と \mathbf{W}_{nk} を共有する個人集合(セグメント)にのつての期待生活効用

3. 期待生活効用の算定例

ここでは、前章に示した期待生活効用を実データに基づいて算定した数値計算例を示す。生活行動モデルに含まれるパラメータの推定、および生活効用関数の特定化にあたっては、広範な地域の居住者の行動データが観測されている京阪神地域の PT データに加えて、土地利用と交通ネットワークについてのデータをあわせて用いた。

また、1.(3)で述べたように、本稿での数値計算例では、解析対象を就業者にすることとした。これは、就業者が一つの代表的な都市生活者の姿であるという認識が基本的な動機であるが、それに加えて、自由時間帯が限られた就業者を対象とすることで期待生活効用を算定する際の計算コストを削減できるということも一つの理由である。このように比較的単純な問題を対象として数値計算を行うことで、本研究が提案する評価アプローチの特徴と課題点を明らかとすることが以下に示す数値計算の一つのねらいである。

(1) 期待生活効用の算定のための生活行動モデルの構築手順

式(14)、(15)に基づいて期待生活効用を算定するためには、式(5)で定義した目的地認知モデルにおける \mathbf{B} 、 θ の推定値、ならびに式(3)で示した生活効用関数 $f(\cdot)$ が必要である。本稿では、はじめに \mathbf{B} 、 θ を推定し、その推定値を用いて生活効用関数 $f(\cdot)$ を特定化する、という段階的な推定方法を用いることとした。

特に、生活効用関数の特定化にあたっては、PT 調査では、最適生活パターンが観測されているものと考えた。この仮定に基づいて、PT データで抽出される個々の個人の行動データについての生活パターン選択肢集合を、2.(3)a)で述べた活動連鎖パターン集合モデルの枠組みで、プリズム制約、固定活動スケジュール制約等を考慮して生成した。そして、生活パターン離散選択モデル

の考え方をを用いて、生活効用関数を特定化する推定計算を行った。

以下、本章では、目的地認知モデル、推定計算のための選択肢集合の設定、生活効用関数の特定化のそれぞれについて述べる。

(2) 目的地認知モデルの構築

式(5)の W_{nk} として、移動抵抗を表す指標として、地域 k に訪れる直前に存在していた場所 k' から地域 k に移動する時間と、地域 k' から直接次の固定場所に移動する際の移動時間の差、 $IncT$ 、を、目的地の魅力度を表す指標として、地域 k のサービス事業所数、 $Serve$ 、を考えた。なお、後者は全ての個人について共通であるが、前者は固定活動スケジュール FS_n に依存する。したがって、今回の数値計算例では式(15)は、

$$Acc_e(FS_n) = A^n(FS_n) \quad (16)$$

となる。すなわち、本稿では、固定活動スケジュールが異なる就業者集合別に、期待生活効用を算定する。

本研究では、式(5)で定義したパラメータ B 、 θ を推定するために、PT データから自由活動のトリップデータを抽出し、そのトリップ頻度に関する上記の 2 つの指標を要因とするクロス集計表を作成した。なお、いずれの指標についても、最大値と最小値を求め、その幅を 10 等分することで、100 個のセルから構成されるクロス集計表を作成した。そして、クロス集計表の各セルを観測ケースとして、頻度 0 のセルは選択肢集合に含まれない、それ以外のセルは含まれると仮定して、プロビットモデルの枠組みでパラメータ B 、 θ を推定した。推定結果を表-1 に示す。表-1より、 χ^2 から良好な適合度が得られていること、ならびに、目的地や出発地のいずれからも近く、そして、サービス事業所数のより多い地域は、目的地としてより認知されやすい傾向にあることが分かる。なお、 $Serve$ や $IncT$ 以外にも、出発地域の属性等種々のものが要因として考えられる。これらを要因とした推定計算を行うためには、PT よりもさらに多くのサンプルを収集する、あるいは、選択肢集合についての情報を個人ベースで収集するといった方法をとることが必要であると考えられる。

(3) 生活効用関数特定化のための選択肢集合の設定

本稿で示す数値計算例では、PT データという限られた情報源から代替生活パターンを生成するため、2.(2)で述べた生活行動モデルにおける仮定に加えて、いくつかの仮定を設けることが必要であった。以下、生活パターン選択肢集合を設定する際に設けた仮定、ならびに、その設定手順を示す。

1) 睡眠、仕事を固定活動として、それ以外を自由活動

表-1 パラメータ B 、 θ の推定結果

	パラメータ	t値
θ	0.47	0.92
$Serve$	0.42	3.92
$IncT^*$	-0.38	-4.79
Sample Size	100	
χ -square	81.61	

*:時間

として、各個人の固定活動スケジュール FS_n を特定する。なお、睡眠データについては、別途収集したダイアリーデータ¹⁹⁾を用いて、睡眠時間を内生変数として構築した重回帰式に基づいて生成した。

2) FS_n と交通ネットワークに基づいて形成される時空間プリズムを考慮して、集合 C_n を特定する。その際、自由活動の内容として、在宅と宅外自由活動の 2 種類のみ分割し、その上で内容連鎖パターンとして、

「在宅→仕事→在宅」

「在宅→仕事→宅外自由活動→在宅」

「在宅→仕事→在宅→宅外自由活動→在宅」

の 3 パターンに限定した。これらの内容連鎖パターンを持つ生活パターンは、必ず実際の選択肢集合に含まれるものとする⁶⁾。以下、この 3 つの活動の内容連鎖パターンをそれぞれ、連鎖パターン 1, 2, 3 と呼ぶ。なお、PT データを用いて連鎖パターンについて集計分析を加えたところ、これらの 3 パターンのいずれかを実行している就業者が全就業者 89.2% を占めていた。

3) 連鎖パターン 2, 3 での宅外での自由活動の実行場所について、対象とする全ての地域の確率 $P_{loc}^n(k)$ を個々の個人について式(5)に基づいて算定する。なお、対象地域としては京阪神地域の市区町村 174 地域とした。

4) 上記 2) 述べた仮定に基づき、個人の生活パターン選択肢集合 TC_n には、必ず連鎖パターン 1, 2, 3 が含まれるものとする。そして、活動連鎖パターン 2, 3 のそれぞれについて $P_{loc}^n(k)$ が 0.0 でない k をランダムに一つずつ抽出する。

5) 移動時間を算定し、 FS_n に基づいて、自由活動に費やせる時間(以下、余暇時間)を求める。

6) PT データで得られる活動時間分布に基づいて、余暇時間を在宅と自由活動に配分する⁷⁾。

以上の手順で、各個人の選択肢集合には必ず連鎖パターン 1, 2, 3 が含まれるとの仮定のもと、各個人について連鎖パターン 1, 2, 3 のそれぞれについて一つずつ選択肢を生成し、推定計算のための選択肢集合を特定した。ただし、個人が選択した連鎖パターンについては、データで得られたものをそのまま使用する。

(4) 生活効用関数の特定化

a) 選択肢集合の不確実性を考慮した推定計算

本研究では、2.(3)a)で述べたように、個人の生活パターンの選択肢集合には、不確実性が存在するものと考えている。したがって、3.(3)a)で述べた手順で各個人について設定した選択肢集合が、必ずしもそれぞれの個人の実際の実際選択肢集合である保証はない。

一般に、選択肢集合の不確実性が存在する際に、本研究のように選択肢集合を分析者が生成した上でロジットモデルの枠組みで推定計算を行う場合に、各選択肢の確定効用に、その選択肢が選択されるという条件のもとで分析者が設定した選択肢集合が形成される条件付き確率の対数を補正項として加えることで、選択肢集合の不確実性に伴うバイアスを除去したパラメータ推定値を得ることができる^[8]。また、この方法で推定計算を行う場合には、必ずしもランダムに選択肢を抽出して選択肢集合を設定する必要が無く、本研究のように、活動連鎖パターンから一つずつ選択肢を抽出するという方法でも、そのバイアスを除去したパラメータ推定値が得られる。

そこで、本研究では、選択肢集合の不確実性を考慮した上で生活効用関数を特定化することを目指して、以下の様な尤度関数を定義した。

$$L = \prod_n \left[\frac{\exp[V_i^n + \ln\{P(D^n|j)\}]}{\sum_{j \in D^n} \exp[V_j^n + \ln\{P(D^n|j)\}]} \right] \quad (17)$$

D^n = 3.(3)で述べた手順で設定した個人 n の選択肢集合

$P(D^n|j)$ = 選択肢 j が選択されるという条件の下で選択肢集合 D^n が形成される条件付き確率

ここに、 $P(D^n|j)$ は、

$$P(D^n|j) = \frac{P(D^n = TC_n)}{P_j^n} \quad (18)$$

なお、 $P(D^n = TC_n)$ は、式(7)で定義した、選択肢集合 D^n が形成される(すなわち、個人 n の真の選択肢集合集合 TC_n と D^n が一致する)確率であり、 P_j^n は式(12)で定義した活動連鎖パターン j が選択される確率である。

ここで、式(18)、(12)、(7)を式(17)に代入すると、

$$L = \prod_n \left[\frac{\exp[V_i^n - \ln\{P_{IN}^n(i)P^n(i|j_{IN})\}]}{\sum_{j \in D^n} \exp[V_j^n - \ln\{P_{IN}^n(j)P^n(j|j_{IN})\}]} \right] \quad (19)$$

ここに、

$$P^n(j|j_{IN}) = \sum_{D^n \{D^n \subseteq C_n\}_{j \in D^n}} \left\{ \frac{\prod_{l \in D^n, l \neq j} P_{IN}^n(l) \prod_{l \in D^n} \{-P_{IN}^n(l)\} \frac{\exp(V_j^n)}{\sum_{k \in D^n} \exp(V_k^n)}}{1} \right\} \quad (20)$$

という極めて複雑な尤度関数が誘導される。この尤度関数を最大化する際に準ニュートン法や最急降下法等の最適化手法を用いて推定計算を行うことは、推定コストの関係から困難であるものと考えられる。したがって、最適化する際に以下の繰り返し計算を行うことが得策であるものと考えられる。

STEP A) 式(5)(6)より導かれる、

$$P_{IN}^n(j) = \prod_{k \in S_{Z_j}} \Phi(BW_{nk} - \theta) \quad (21)$$

なる式に基づいて、3.(3)で述べた目的地認知モデルによって推定された B, θ から $P_{IN}^n(j)$ を算定する。

STEP B) 初期条件として、任意の j, k について、

$$P(j|j_{IN}) = P(k|k_{IN}) \text{ が成立するものとして、}$$

$$L = \prod_n \left[\frac{\exp[V_i^n - \ln\{P_{IN}^n(i)\}]}{\sum_{j \in D^n} \exp[V_j^n - \ln\{P_{IN}^n(j)\}]} \right] \quad (22)$$

なる尤度関数を式(19)より導き、これに **STEP A)** で算定した $P_{IN}^n(j)$ を代入し、パラメータを推定する。

STEP C) 式(20)に基づいて、**STEP B)**あるいは**STEP D)**で推定されたパラメータを用いて、全ての j について $P(j|j_{IN})$ を算定する。

STEP D) **STEP C)**で算定した $P(j|j_{IN})$ を与件として与え、式(19)の尤度関数に基づいて再びパラメータを推定する(なお、予め収束条件を定義し、その条件を満たせば計算終了、満たさない場合は **STEP C)**へ)。以上の繰り返し計算を行ってパラメータを推定することで選択肢集合の不確実性に伴うバイアスの除去を図る。

なお、本稿では、前節 3.(3)で述べた方法で生成した代替生活パターンのそれぞれが実際の実際選択肢集合に含まれる確率を式(21)に基づいて算定し(**STEP A)**、そして、式(22)に示した尤度関数を最大化することで、生活効用関数を特定化することとした(**STEP B)**^[9]。

b) PT データからのサンプルの抽出

PT データでは多量の就業者サンプルが得られているため、これらの全てを用いて推定計算を行うことは計算コストの関係から得策ではないと考えた。そして、推定計算の効率化を図るために、前節 3.(3)で述べた連鎖パターン 1, 2, 3 のそれぞれを実行している就業者サンプルか

表-2 ダミー変数のみを用いた生活効用関数の推定結果

ダミー変数	パラメータ	t値
サービス事業所数が100～200,000の地域で1分～10分の自由活動を実行した場合1, それ以外0(O1D1)	7.56	8.49
サービス事業所数が100～200,000の地域で10分～30分の自由活動を実行した場合1, それ以外0(O1D2)	8.67	21.07
サービス事業所数が100～200,000の地域で30分～120分の自由活動を実行した場合1, それ以外0(O1D3)	9.76	24.91
サービス事業所数が100～200,000の地域で120分～の自由活動を実行した場合1, それ以外0(O1D4)	10.90	17.32
サービス事業所数が200,000～500,000の地域で1分～10分の自由活動を実行した場合1, それ以外0(O2D1)	7.68	6.21
サービス事業所数が200,000～500,000の地域で10分～30分の自由活動を実行した場合1, それ以外0(O2D2)	9.43	19.57
サービス事業所数が200,000～500,000の地域で30分～120分の自由活動を実行した場合1, それ以外0(O2D3)	10.66	25.18
サービス事業所数が200,000～500,000の地域で120分～の自由活動を実行した場合1, それ以外0(O2D4)	12.26	16.96
サービス事業所数が500,000～1,000,000の地域で1分～10分の自由活動を実行した場合1, それ以外0(O3D1)	7.88	4.15
サービス事業所数が500,000～1,000,000の地域で10分～30分の自由活動を実行した場合1, それ以外0(O3D2)	9.65	12.95
サービス事業所数が500,000～1,000,000の地域で30分～120分の自由活動を実行した場合1, それ以外0(O3D3)	11.33	16.09
サービス事業所数が500,000～1,000,000の地域で120分～の自由活動を実行した場合1, それ以外0(O3D4)	12.96	13.82
サービス事業所数が1,000,000～の地域で1分～10分の自由活動を実行した場合1, それ以外0(O4D1)	10.06	2.37
サービス事業所数が1,000,000～の地域で10分～30分の自由活動を実行した場合1, それ以外0(O4D2)	11.49	4.91
サービス事業所数が1,000,000～の地域で30分～120分の自由活動を実行した場合1, それ以外0(O4D3)	12.66	10.80
サービス事業所数が1,000,000～の地域で120分～の自由活動を実行した場合1, それ以外0(O4D4)	14.94	13.87
就寝前の在宅時間が1～90分の場合1, それ以外0(H1D1)	-1.48	-8.80
就寝前の在宅時間が90～180分の場合1, それ以外0(H1D2)	-0.51	-3.45
就寝前の在宅時間が180～270分の場合1, それ以外0(H1D3)	0.92	6.70
就寝前の在宅時間が270～360分の場合1, それ以外0(H1D4)	1.01	7.75
就寝前の在宅時間が360分～の場合1, それ以外0(H1D5)	0.06	0.29
就寝前の在宅以外の在宅時間が1～30分の場合1, それ以外0(H2D1)	-0.56	-2.68
就寝前の在宅以外の在宅時間が30～60分の場合1, それ以外0(H2D2)	-0.24	-0.80
就寝前の在宅以外の在宅時間が60～120分の場合1, それ以外0(H2D3)	0.11	0.31
就寝前の在宅以外の在宅時間が120分～の場合1, それ以外0(H2D4)	1.20	2.24
職場からの帰宅移動時間が5～30分の場合1, それ以外0(T1D1)	2.95	11.19
職場からの帰宅移動時間が30～60分の場合1, それ以外0(T1D2)	1.66	12.49
職場からの帰宅移動時間が60～120分の場合1, それ以外0(T1D3)	-0.88	-6.12
職場からの帰宅移動時間が120分～の場合1, それ以外0(T1D4)	-3.71	-10.20
自由目的トリップの移動時間が5～30分の場合1, それ以外0(T2D1)	-10.94	-65.08
自由目的トリップの移動時間が30～60分の場合1, それ以外0(T2D2)	-13.91	-121.33
自由目的トリップの移動時間が60～120分の場合1, それ以外0(T2D3)	-15.87	-161.38
自由目的トリップの移動時間が120分～の場合1, それ以外0(T2D4)	-16.70	-111.22

Sample Size = 2,179

L(C) = -1083.53

L(B) = -682.00

 $\chi^2 = 803.06$

()内は変数名

ら、各々同程度のサンプルをランダムに抽出し、これを推定サンプルとした。

ただし、推定計算を行うにあたっては、先述のように連鎖パターン別にランダムにサンプルを抽出したことによる推定値の歪みを軽減するために、PT データ内の連鎖パターン比率と、推定サンプル内の連鎖パターン比率とに基づいて、各サンプルの重みを算定した上で、重み付き最尤推定法²⁰⁾を用いることとした。

c)生活効用の要因とその効果の特定化

効用関数の要因としては、生活パターンに関する効用関数を定式化する際に要因として導入されることが一般的な活動時間^{6), 10), 11), 12), 17)}に加えて、活動場所の地域属性が、活動効用に影響を及ぼすものと考えて、自由活動場所でのサービス事業所数も導入した。活動時間については、在宅時間、宅外自由時間、移動時間の3つを基本的に考えたが、在宅については就寝直前の在宅

とそれ以外の2種類、移動時間については職場から直接帰宅する場合の移動とそれ以外の2種類にそれぞれ分類した上で活動時間を求めた。この様に分割したのは、それぞれにおいて活動の実行に伴う限界効用が異なるものと考えたからである。

ここで、こうして設定した要因の非線形性を考慮するために、本研究では、まず、これらの要因についてのダミー変数を定義した推定計算を行うこととした。

以上の前提に基づいて推定計算を行った。その結果を表-2に示す。

そしてさらに、生活効用関数を特定化するために、移動時間、在宅時間、宅外自由活動時のそれぞれのダミーパラメータ推定値の対数をとったもの、指数をとったもの、そのままのもの、のそれぞれを被説明変数として、各ダミー変数のカテゴリーの中央値を説明変数として単回帰分析を行った。そして、いずれの関数を仮定した場合

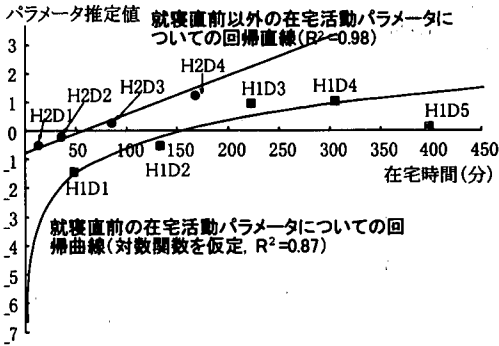


図-1 在宅時間パラメータ推定値と在宅時間との関係

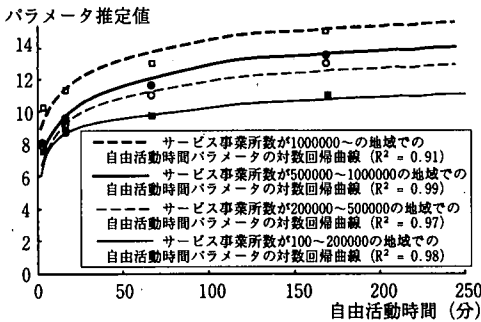


図-2 宅外自由活動時間パラメータ推定値と宅外自由活動時間との関係

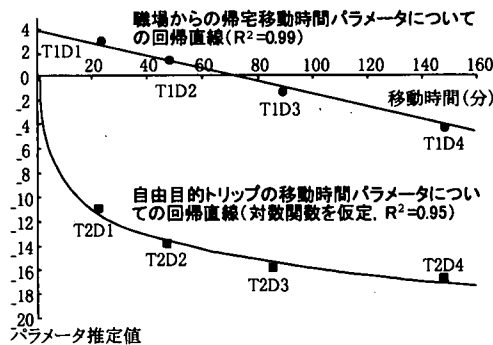


図-3 移動時間パラメータ推定値と移動時間との関係

が最も高い適合度が得られるかについて検討した。なお、単回帰推定の際には、それぞれのダミーカテゴリーに反応したサンプル数をそのパラメータ推定値の重みとした重み付き最小二乗法を用いた。以上の単回帰推定の結果、それぞれの活動時間について、最も高い適合度が得られた場合の単回帰線を図-1～図-3に示す。

まず、図-1 から、就寝直前であっても、就寝直前以外であっても、在宅時間の消費に伴う限界効用は正であることが確認できる。そして、いずれの単回帰においても良好な適合度が得られていることが示されている。ただし、就寝直前以外の在宅時間についての限界効用は一定であるが、就寝直前の在宅時間についての限界効用は逓減していくことが分かる。これは、今回の推定計算で

は、就業者のみを対象としていることから、推定サンプルに含まれるいずれの就業者も就寝直前以外の在宅活動を十分に実行することはできない一方で、就寝直前の在宅活動には、就寝直前以外の在宅活動に比べて十分の時間を費やすことが可能であることが原因であると思われる。すなわち、就寝直前の在宅活動には十分の時間を配分しているサンプルが存在したために限界効用の逓減が示された一方で、就寝直前以外の在宅活動には、限界効用が逓減するほどに十分長い時間を実行しているサンプルがいなかったことが、線形の効果が示された原因であると推察される。ただし、この点を検証するためには、就業者の休日のデータ、あるいは、非就業者のデータを用いた推定計算が必要であると考えられる。

次に、図-2 に着目すると、在宅と同様に、宅外での自由時間の消費に伴う限界効用は正であることが分かる。また、図-1 に示した就寝直前の在宅活動時間の推定結果と同様に、対数回帰が最も適合度が高かったことから、宅外での自由活動の消費に伴う限界効用は逓減することが分かった。さらに、その限界効用は、サービス事業所数がより大きい地域で自由活動を実行する場合の方が、大きくなるという傾向がある。また、いずれのサービス事業所数の地域での自由活動時間のパラメータについての対数単回帰の適合度も、極めて良好である。以上のことから、自由活動の実行に伴う限界効用は逓減し、かつ、その逓減の様子を対数関数で表現可能であることが分かった。さらに、サービス事業所数の多い地域、すなわち、都心部における繁華街といった地域の方が、自由活動を実行に伴う限界効用が大きいという傾向が存在することが分かった。

最後に、図-3 からは、職場から帰宅移動、および、自由目的のトリップのそれぞれについては、在宅活動や宅外自由活動とは逆に、負の限界効用が存在することが分かる。ただし、前者は一定の負の限界効用を持ち、後者の負の限界効用は逓減していくことが分かる。この結果は、日々繰り返す通勤トリップに対しての個人の態度と、時折行う自由目的のトリップに対しての態度とが異なっていることを意味しているものと思われる。それに加えて、両者の限界効用の性質が異なったことの原因の一つとして、個人がより遠方の地での自由活動を実行することを選択する傾向が挙げられるものと思われる。長い時間を自由目的のトリップに費やすことは、より遠方の地で自由活動を実行することを意味しており、したがって、遠方の地で自由活動を実行することで得られる正の限界効用が移動に伴う負の限界効用を相殺して、その結果、自由目的のトリップの限界効用が逓減する結果となったものと思われる^[10]。

以上の計算結果より、式(11)に示した生活効用関数を

以下のように特定化した。

$$V_i^n = (a_1 + a_2 \text{serve}_i^n) \ln(DFree_i^n) + a_3 DHome_i^n + a_4 \ln(DNHome_i^n) + a_5 DCommute_i^n + a_6 \ln(DFtrip_i^n) + Int2 + Int3 \quad (23)$$

$Serve_i^n$ =宅外自由活動を実行する場所のサービス事業所数

$DFree_i^n$ =宅外自由活動時間

$DHome_i^n$ =就寝直前以外の在宅時間

$DNHome_i^n$ =就寝直前の在宅時間

$DCommute_i^n$ =職場からの帰宅通勤時間

$DFtrip_i^n$ =職場からの帰宅通勤以外の移動時間 (自由活動のための移動時間)

$a_1 \sim a_6$ =未知パラメータ

$Int2, Int3$ =連鎖パターン 2, 3 の定数項

なお、ここで定数項 $Int2, Int3$ を導入したのは、ここで設定した変数群で説明できなかった要因が存在するかどうかを検討するためである。

式(23)の生活効用関数に基づいて、ダミー変数で表-2 に示した推定計算と同様の前提で推定計算を行った結果を表-3 に示す。

表-3 から、各変数の符号条件については、図-1~図-3 に示した傾向と同一のものが得られており、いずれの変数についても有意な係数が推定されていることが分かる。また、モデルの適合度についても良好なものが得られており、かつ、表-2 に示したダミー変数のみを用いたモデルよりもさらに向上していることが分かる。なお、連鎖パターン 2, 3 のそれぞれについての定数項として有意なものも推定されている。このことは、今回導入した変数群以外にも、生活効用に影響を及ぼす要因が存在することを示唆しており、今後、生活効用関数の要因をさらに検討することが必要であるものと考えられる。

(5) 期待生活効用の算定例

ここでは、個人の生活行動を考慮した地域評価を行うことに加えて、本研究で提案する期待生活効用の算定方法を示すこと、ならびに、算定される期待生活効用の値についての傾向を把握することを目的として、期待生活効用を実際に算定した結果を述べる。なお、期待生活効用の算定にあたっては、居住地域別、就業地域別の就業者を対象とすることとした。居住地、就業地としては、大阪市、京都市、枚方市、藤井寺市の4つを選定した。

a) 期待生活効用の算定手順

本研究では、以下のような手順で期待生活効用を算定した。

① **仮想個人の設定**: 上述の4地域を居住地、就業地とし、かつ、勤務時間帯^[11]を9時から17時である16人の

表-3 生活効用関数の推定結果

変数名	パラメータ	t値
$\ln(Dfree)$	0.57	4.06
$Serve \cdot \ln(Dfree)$	0.000099	12.05
$Dhome$	0.81	3.14
$\ln(DNHome)$	0.43	2.30
$Dcommute$	-0.049	-9.72
$\ln(DFtrip)$	-4.09	-14.21
$Int2$	8.60	6.82
$Int3$	6.88	4.35
Sample Size = 2,179		
$L(C) = -1083.53$		$L(B) = -610.00$
$\chi^2 = 947.08$		$\rho^2 = 0.44$

就業者のセグメントを想定する。そして、それぞれについて仮想的な個人を設定する。

② **活動連鎖パターン集合モデルの適用**: 各個人について、①で特定した固定活動スケジュールを与件として、2.(3)a)で述べた活動連鎖パターン集合モデルの枠組みで、固定活動スケジュール FS_n とプリズム制約のもとで実行可能な活動連鎖パターン集合 C_n を特定する。ただし、ここでは、自由活動の種類としては、在宅と宅外自由活動の2種類とした。そして、集合 C_n 内の全ての活動連鎖パターンについて、3.(2)で推定したパラメータ B, θ 、および個々の活動連鎖パターンに含まれる自由活動場所の情報から得られる W_{nk} を用いて、式(5)に基づいて $P_{rec}^n(k)$ を算定する。さらに、集合 C_n の全ての部分集合 D_j^n について、 $P_{rec}^n(k)$ を用いて式(7)に基づいて $P(D_j^n = TC_n)$ を求める。

③ **自由活動時間配分モデルの適用**: 上記②で特定した C_n の全ての部分集合 D_j^n のそれぞれに含まれる個々の宅外自由活動時間、在宅時間を2.(3)b)で述べた自由活動時間配分モデルを適用して算定する。算定の方法としては、それぞれの活動連鎖パターンから直接得られる自由活動集合 FA_i^n 、移動時間と固定活動スケジュールから算定される総自由時間 TF_i^n 、ならびに、式(23)に示した生活効用関数を式(8)、(9)に代入する、という方法を用いた^[12]。こうして、各活動連鎖パターンの自由活動時間を決定することで、それぞれについての行列 S_i^n が特定される。

④ **生活期効用の算定**: 式(11)に③で特定した行列 S_i^n を代入することで、個々の生活パターンの確定効用 V_i^n を算定する。以上より、②で特定化した集合 C_n 、ならびにその全ての部分集合についての $P(D_j^n = TC_n)$ 、そして、個々の生活パターン確定効用 V_i^n を式(13)に導入することで、個々の仮想個人についての期待生活効用が算定される。この期待生活効用が、式

表-4 居住地-勤務地別の期待生活効用

		居住地			
		京都市	枚方市	藤井寺市	大阪市
勤務地	京都市	0.099	-0.188	-0.132	0.018
	枚方市	-0.010	0.014	-0.107	0.032
	藤井寺市	-0.106	-0.225	0.017	0.035
	大阪市	-0.022	-0.174	-0.076	0.116

表-5 居住地別の勤務地別の期待生活効用の順位

		居住地			
		京都市	枚方市	藤井寺市	大阪市
勤務地	京都市	1	3	4	4
	枚方市	2	1	3	3
	藤井寺市	4	4	1	2
	大阪市	3	2	2	1

表-6 居住地-勤務地別の期待生活効用の順位

		居住地			
		京都市	枚方市	藤井寺市	大阪市
勤務地	京都市	2	15	13	5
	枚方市	8	7	12	4
	藤井寺市	11	16	6	3
	大阪市	9	14	10	1

(16)に示したように、それぞれの個人が属するセグメントに属する個人が共有する期待生活効用である。

b)期待生活効用に基づく評価例

以上に述べた手順に基づいて算定した結果を表-4に示す。また、表-4の期待生活効用に基づいて、居住地別に勤務地別の期待生活効用の順位を示したものを表-5に、居住地-勤務地別の期待生活効用の順位を示したものを表-6に示す。なお、以下では、便宜的に居住地がA、勤務地がBの個人で構成されるセグメントを「A-Bセグメント」と呼ぶこととする。また、ここに示す期待生活効用は、その絶対値は意味を持たないが、個々の値の大小関係には当然ながら意味があり、かつ、各個人が効用関数を共有するものと仮定しているため、最大期待効用の個人間、あるいは、セグメント間での比較が可能である。

まず、表-4、表-5に着目すると、いずれの地域に居住していても、自らの居住地に職場があるセグメントが最も期待生活効用が高く、職場が居住地から遠ざかるにつれて期待生活効用が低下していく、すなわち、「生活の質」が低下していく傾向が読み取れる。これは、通勤時間が短くなれば自由時間が増加し、それに伴って多様な自由活動を実行できることとなるからである。本研究で提案した期待生活効用でこのような傾向が示されたのは、生活行動モデルのサブモデルである活動連鎖パターン集合モデルにおいて、明示的にプリズム制約を考慮した

上で選択肢集合を特定化したこと、ならびに、自由活動時間を生活効用関数に導入したためである。

さらに、表-5からは、京都市と大阪市のほぼ中間に位置し、京都市と大阪市のいずれに勤務しても通勤時間がさほど変わらない枚方市の居住者については、京都市で勤務するよりも大阪市の方が高い順位となっていることが分かる。これは、勤務地周辺により多くのサービス事業所数が存在する地域、すなわち、繁華街が存在することは期待生活効用を向上させる原因となることを示しているものと考えられる。

次に、表-4、表-6からは、大阪市-大阪市セグメントの期待生活効用が最も高く、京都市-京都市期待生活効用がその次に高い水準となっていることが分かる。これは、都市に住み、かつ職場が自宅から近い場所にある場合には、限界効用の高いサービス事業所数の多い繁華街等での自由活動を、より長い時間実行できる可能性をもっていることから、このような結果となったものと思われる。さらに、3番目、4番目、5番目に着目すると、いずれも大阪市居住者のものとなっており、藤井寺市-藤井寺市セグメントの期待生活効用、枚方市-枚方市セグメントの期待生活効用の順番は、その次となっている。この結果は、大都市に居住していれば、多少長い通勤時間が必要な職場に勤務していたとしても、帰宅途中や帰宅後に限界効用の高い繁華街等での自由活動を実行することができる一方で、郊外の居住者が実行する宅外自由活動では、都心で得られるほどの限界効用が得られないため、と考えられる。それに加えて、大阪市は枚方市、藤井寺市、京都市といった地域へのアクセスが比較的容易であることも原因と考えられる。

さらに順を追って見ていくと、京都市居住者が8番目、9番目となっており、やはり、都市居住者の期待生活効用の高さが伺える。ただし、京都市-大阪市セグメントよりも京都市-枚方市セグメントの方が高い。このことは、先述のように勤務地周辺に繁華街が存在することは期待生活効用を向上させる原因となるものの、京都市のように居住地近辺に繁華街が存在する場合には、通勤時間の短い地域で勤務の方が期待生活効用は高いことが分かる。

以上より、本研究で提案した期待生活効用は、プリズム制約に基づいて選択肢集合を特定し、そして地域属性、自由活動時間を導入した生活効用関数に基づいて算定されていることから、個人の通勤時間や、居住地や就業地の地域属性が及ぼす効果を、それらのトレードオフを考慮した上で反映させた指標となっていることが確認できた。したがって、ここで述べたような個人の生活行動を考慮した上で、自らの生活パターンに対して抱いている主観的な満足度、すなわち、「生活の質」を念頭にお

いた地域評価を行うことができる。ただし、本節で述べたように、大阪や京都といった地域の居住者に有利な結果となったが、これは、本研究で構築した生活効用関数に地域属性として繁華街の規模の指標と考えられるサービス事業所数のみを導入しているためである。本研究示した期待生活効用に、真の意味での個人の「生活の質」を反映させるためには、本稿で用いた要因以外にも、住居の質や居住地域の自然環境等のさまざまな要因を導入することが不可欠であると思われる。なお、本稿では、各セグメントに含まれる個人数を考慮していないが、実際の評価を行う場合には、ここで示した各セグメントの期待生活効用の水準に加えて、そのセグメントの個人数の情報をあわせて考慮することが必要である。

4. 結論

本研究では、個人の生活の質に貢献する交通政策を評価するための基礎指標を開発すべく、生活行動を効用理論でモデル化した上で、その最大期待効用を定式化した。そして、現実的な政策評価・居住地域評価のためには、選択肢集合の不確実性を考慮することが不可欠であるとの認識のもと、PT データを用いて選択肢集合の不確実性を考慮したパラメータ推定を行った。得られたパラメータ値に基づいて、居住地・就業地別の就業者セグメントの期待生活効用を算定した。これらの算定計算を通じて、本研究では以下のような知見が得られた。

1) 活動サービスの消費に伴う限界効用の逓減

ダミーパラメータを用いて生活効用関数を推定した結果、在宅活動、宅外自由活動の実行に伴う限界効用が逓減することが確認できた。さらに、ダミーパラメータ推定値を被説明変数とする対数単回帰モデルを推定した結果、極めて良好な適合度が得られた。このことは、在宅や宅外自由活動といった自由活動の実行に伴う限界効用は活動時間に逆比例して逓減しており¹³⁾、それぞれの総効用は対数関数に比例していることを示すものである。従来の研究においては、Kitamura & Spornak¹⁷⁾、Kitamura et al.¹²⁾、藤井ら⁶⁾、¹⁰⁾、Fujii et al.¹¹⁾が自由活動時間の対数を効用関数に導入した行動モデルを提案しているが、本研究で示された上述の結果は、これらの従来の行動モデルにおける効用関数形の妥当性を統計的に支持するものであると考えられる。

2) 地域属性の限界効用への影響

サービス事業所数で示される地域の市街化の規模別に、自由活動時間に伴う効用をダミーパラメータの形で算定した結果、よりサービス事業所数の多い繁華街等での活動の方が、高い限界効用が得られることが確認でき

た。なお、この結果は、活動時間、サービス事業所数といった変数について連続関数を仮定した生活効用関数を用いた推定計算からも、統計的に確認された。

3) 効用理論による便益評価を行う上での注意点

生活行動モデルの推定の結果、通勤トリップ時間の増加に伴う限界効用と自由活動のためのトリップ時間の増加に伴う限界効用とは、大きな差違が存在することが分かった。前者の負の限界効用は一定であるものの、後者の負の限界効用は低減していくことが確認された。一般に、機関選択モデル等では、負の限界効用が一定であると仮定して、線形形で効用関数に所要時間が導入され、その上で時間価値が算定される。しかし、本研究で示されたこの結果は、トリップ目的によっては、トリップ所要時間の非線形性を考慮することが必要であり、効用関数のパラメータ推定値から時間価値を算定するためには、十分な配慮が必要であることを示していると思われる。これに加えて、1)および、2)で述べた活動サービスの消費に伴う限界効用は、活動継続時間と地域属性に影響を受けているという知見は、交通速度改善や地域開発等が個人にもたらす便益は、同一個人であってもその時々々の種々の状況によって異なることを意味している。これらのことを考え合わせると、時間価値という概念を用いて交通速度改善等のプロジェクトの便益を貨幣単位で求める際には、十分に慎重な対応が要請されるものと思われる。

4) 地域属性と通勤時間の期待生活効用への影響

本稿に示した算定例からは、居住地や勤務地がサービス事業所数が多い地域である場合に、高い期待生活効用が算定されることが示された。ただし、期待生活効用に最も大きな影響を持つものは通勤時間であり、職住近接の実現が、就業者の「生活の質」の向上に大きな貢献を果たすであろうことが示唆された。

本研究では、上述のように、個人の生活の質に貢献する交通政策を検討するための基礎指標として、期待生活効用を用いるという方法論を提案した。ただし、実際の個々人の生活には、観測、ならびに、定量化が困難な様々な事柄(事件)が日々生じており、それらが、その個人の生活の質を規定する側面が大きいものと考えられる。また、人それぞれの考え方がその個人が主観的に認識する生活の質に大きな影響を及ぼしているであろう。本研究で提案する期待生活効用の枠組みでは、一人一人の個性と背景を考慮した上で厳密に生活の質を定式化することは現実的に不可能である。ただし、各個人は、「自由時間が長い」あるいは「通勤時間が短い」といったことを選好する傾向を共通して持っているものと考えれば、社会基盤整備や交通計画といったマクロな政策を個

人の生活の質を念頭に置いた上で評価するための指標として、本研究で示した期待生活効用が意味を持つものとなる可能性が十分に存在するものと考えられる。例えば、政策前後で各セグメントの期待生活効用を算定し、その差を求め、これを政策間で比較することで、生活の質を念頭に置いた上でいずれの政策がいずれのセグメントに対してより効果的であるかを検討する、といった形で期待生活効用を適用することが可能であるものと期待される。

ただし、本研究は未だ途上にあり、本稿では理論的な枠組みと、それに基づいた簡単な計算例を示したに過ぎない。今後、個人の生活水準に貢献する政策的確に評価するためには、以下のような様々な課題が残されている。

- 1) 複数の交通政策を想定し、それらが実施された場合の期待生活効用の変化量を求めることで、本研究で提案した期待生活効用の政策評価の能力についての検討を行う。
- 2) 機関選択、経路選択等を考慮することで通勤時の混雑の程度等を期待生活効用に反映させる。
- 3) 生活行動をモデル化する際、年齢、性別等の個人属性を要因として考え、性別・年齢別のセグメントを構成し、そのセグメント別に期待生活効用を算定する。ただし、考慮する個人属性の増加に伴って、セグメント数が増大し、計算コストが増大するものと考えられるため、目的に応じて導入する個人属性について検討を加える必要がある。
- 4) 生活行動モデルにおける制約条件に、収入制約等の本稿で仮定した制約以外の制約を考慮する。また、活動連鎖パターン集合モデルにおいて、交通ネットワーク属性や固定活動スケジュール自体についての不確実性も考慮する。
- 5) サービス事業所数以外の種々の地域属性を生活効用関数に導入する。
- 6) 就業者の休日、あるいは、就業者以外の個人を対象とする。

最後に、仮にこれらの諸課題に全て対処できたとしても、上述のように全ての便益を本研究で用いたような効用理論の枠組みで定式化される指標に反映させることはできない、という点は改めて明記しておかなければならない。したがって、本研究で示したような方法論的な研究努力を重ねる一方で、行政的意思決定の現場で、どのように本指標を活用すべきかという検討も同時に進めることが不可欠であるものと考えられる。

謝辞: 本研究を遂行するにあたり、文部省科学研究費基盤研究(B)(2)の助成を受けた。ここに記して感謝の意を

表します。

注

- [1] 本研究で示す枠組みに基づいて、交通機関を内生的に扱うことは可能であるが、交通機関を考慮した場合、選択肢集合が極めて大きなものとなる。したがって、本稿では、計算コストの関係から、交通機関を区別せずに生活パターンを定義し、その上で、効用関数を特定化し、期待生活効用を算定している。
- [2] 固定活動のスケジュールが存在する場合、 $c_i^0=1$ となる活動 i についてのベクトル m^0, z^0, t^0, d^0, c^0 の要素は、固定活動の定義より、個人の自由意志で決定することはできない。また、活動内容が移動の場合の活動時間は、移動時間を意味する。ここで、プリズム制約が存在する場合には、移動時間は、その前後の活動場所とネットワークの条件から規定されるものであるため、個人は自由活動の場所を決定することが可能であっても、移動時間そのものを決定することはできない。さらに、活動 i の活動開始時刻が活動 $i-1$ の終了時刻であり、かつ、 $t_i^0 = t_{i-1}^0 + d_{i-1}^0$ なる自明な関係があることを考慮すると、個人が d^0 を決定すれば、最初の活動の開始時刻 t_1^0 だけを定義すると t^0 は定義されることとなる。なお、最初の活動の開始時刻 t_1^0 は、分析時に分析者が適宜設定するものである。以上より、生活パターンを決定するために、個人の意思決定を必要とするものは、自由活動数 NF^0 と $c_i^0=0$ となる移動ではない活動 i についての m^0, z^0, d^0 の要素である。
- [3] 3つの制約条件の下で最大の効用を与える生活パターン(最適生活パターン)を検出する方法論としてはいくつかのものが考えられる。例えば、全ての生活パターンを生成した後にそれらの中から検出する方法や、活動数別の最適生活パターンを検出した後にそれらと比較して最適生活パターンを検出する方法、あるいは、離散変数である活動場所と内容の組み合わせパターン(活動連鎖パターン)ごとの最適生活パターンを検出した後にそれらと比較することで検出する方法などが挙げられる。当然ながらいずれの方法を採用しても、(効用の確率的な変動を考慮しない場合には)最適生活パターンとして検出される生活パターンは同一のものである。したがって、生活行動モデルを構築するにあたっていずれの方法を生活行動の意思決定過程として採用しても差異は生じないが、本研究では生活行動モデルを構築するにあたって、本文に示したような3段階の最適生活パターンの検出方法を便宜的に採用することとした。
- [4] 三段階で最適生活パターンの検出を図る生活行動モデルでは、活動連鎖パターンが無限に存在する場合、計算時間は無限となる。
- [5] 固定活動スケジュールより自由時間帯に実行する移動と活動の双方に利用可能な総時間が規定される。一方、トリップパターンが規定されると、各トリップのODから、総移動時間が規定される。そして、自由活動に消費可能な時間 TF_i^0 は、総時間から総移動時間を差し引いたものである。以上より、 TF_i^0 は、固定活動スケジュール、ならびに、生活パターン i のトリップパターンに規定されることとなる。
- [6] この仮定は、全ての場所が活動場所として認知されていないという確率が近似的に0である、と仮定することに等しい。
- [7] 本研究では、2.(2)で述べたように、個人は、生活パターン離散選択問題における個々の代替生活パターンに含まれるそれぞれの自由活動時間を最適に配分しているものと考えている。したがって、生活効用関数を特定化する

るにあたり、式(8)、(9)を用いて、活動時間を算定することが必要である。しかし、式(8)を用いるには、当然ながら生活効用関数が特定化されていることが必要である。したがって、本研究で提案する枠組みで生活効用関数を的確に特定化するためには、繰り返し計算が必要となる。本稿で示した計算例では、簡便に生活効用関数を特定化するために、実測データから得られる活動時間分布を用いて代替生活パターンの活動時間を生成し、それに基づいて生活効用関数の特定化を図った。

- [8] いま、選択肢集合に不確実性が存在する場合に、推定時に分析者が個人 n について選択肢集合 D_n を設定して、推定計算を行う場合を考える。この場合、この個人 n が選択肢集合 D_n を形成しており、かつ、実際に選択した選択肢 i^n が選択される同時確率 $P(i^n, D_n)$ は、以下のように定式化できる。

$$P(i^n, D_n) = P(D_n | i^n) \cdot P(i^n) = P(D_n) \cdot P(i^n | D_n) \quad (A-1)$$

$P(i^n)$ = 個人 n が選択肢 i^n を選択する確率

$P(D_n | i^n)$ = 個人 n が選択肢 i^n を選択するという条件のもとで選択肢集合 D_n が形成される条件付き確率

$P(D_n)$ = 個人 n が選択肢集合を D_n 形成する確率

$P(i^n | D_n)$ = 個人 n が選択肢集合 D_n を形成するという条件のもとで選択肢 i^n を選択する条件付き確率

この式より、

$$P(i^n | D_n) = \frac{P(D_n | i^n) \cdot P(i^n)}{P(D_n)} \quad (A-2)$$

一方、

$$P(D_n) = \sum_{j \in D_n} P(D_n | j) P(j) \quad (A-3)$$

したがって、(A-2)、(A-3)より、

$$P(i^n | D_n) = \frac{P(D_n | i^n) P(i^n)}{\sum_{j \in D_n} P(D_n | j) P(j)} \quad (A-4)$$

ここで、選択肢個人 n の選択肢 j の確定効用を V_j^n 、真の選択肢集合を TC_n とすると、

$$P(i^n) = \frac{\exp(V_{i^n}^n)}{\sum_{j \in TC_n} \exp(V_j^n)} \quad (A-5)$$

(A-4)、(A-5)より、

$$\begin{aligned} P(i^n | D_n) &= \frac{P(D_n | i^n) \exp(V_{i^n}^n) / \sum_{j \in TC_n} \exp(V_j^n)}{\sum_{j \in D_n} P(D_n | j) \exp(V_j^n) / \sum_{j \in TC_n} \exp(V_j^n)} \\ &= \frac{P(D_n | i^n) \exp(V_{i^n}^n)}{\sum_{j \in D_n} P(D_n | j) \exp(V_j^n)} \quad (A-6) \\ &= \frac{\exp(V_{i^n}^n) + \ln\{P(D_n | i^n)\}}{\sum_{j \in D_n} [\exp(V_j^n) + \ln\{P(D_n | j)\}]} \end{aligned}$$

この条件付き確率に基づいて、尤度関数を求め、これを最大化することで得られるパラメータ推定量には、一致性が保証される²⁰⁾。

- [9] 選択肢集合の不確実性に伴うバイアスを完全に除去するためには、本文中に述べた様に、STEP A～STEP Dまでの繰り返し計算を行うことが必要である。しかし、本稿に示す数値計算例では、STEP C、Dの繰り返し計算を

行っておらず、不確実性に伴うバイアスを完全に除去するまでには至っていない。したがって、本稿で得られたパラメータ推定値は、近似的なものである。本稿では、不確実性に伴う推定バイアスを除去するための方法論を示すにとどめ、不確実性に伴うバイアスを完全に除去した推定計算については、今後の課題としたい。

- [10] この傾向を的確に効用関数に反映させるためには、宅外の自由活動の実行に伴う限界効用の関数に、その自由活動を実行する直前に行ったトリップの所要時間あるいはトリップ長を導入することが必要である。なお、今回の推定計算ではこのような自由活動の限界効用にトリップ長を導入しておらず、したがって、トリップの所要時間の増加に伴う自由活動の限界効用の増加の影響が、トリップの実行時間の限界効用の過減という形で現れたものと考えられる。

- [11] セグメント内の同質性を仮定することが分析結果に大きな影響を与えることが無いように、セグメンテーションの基準となる固定活動スケジュールを定義することが必要である。

- [12] 今回の推定計算では、ダミーパラメータに基づいた検討の結果、就寝以外の在宅活動については、生活効用に対して線形の効果を持つことが示されたため、線形関数を用いた。しかし、自由活動時間配分モデルを適用するにあたり、自由活動時間が線形で定式化されている場合には、式(8)、(9)より、総自由時間(余暇時間)の長短に関わらず、パラメータ値からその他の活動時間が一意に決定されることとなり、個人間の相違が表現できない。この問題を回避するために、ここで示した数値計算例では、就寝直前以外の在宅活動については、推定計算時と同様に実測データから得られる活動時間分布を用いた。ただし、それ以外の就寝直前の在宅活動と宅外自由活動については、式(8)(9)の解として与えられる活動時間を算定した。

- [13] 対数関数の一階の微分関数は逆比例関数である。

参考文献

- 1) Pirie, G.: Measuring accessibility - a review and proposal, *Environment and Planning A*, **11**, pp. 299-312, 1979.
- 2) Richardson, A.J. and Young, W.: A measure of linked-trip accessibility, *Transportation Planning and Technology*, **Vol. 7**, pp. 73-82, 1982.
- 3) 石上肇, 藤井聡, 北村隆一: 個人の交通行動を考慮したアクセシビリティに基づいた都市モデルの構築, 土木学会第50回年次学術講演会講演概要集第4部, pp. 490-491, 1995.
- 4) Williams, H.: Travel demand models, duality relationships and user benefit analysis, *Journal of Regional Science* **16**, pp. 147-166, 1976.
- 5) 北村隆一: 交通需要予測の課題 - 次世代手法の構築にむけて, 土木学会論文集, No. 530/IV-30, pp. 17-30, 1996.
- 6) 藤井 聡, 北村隆一, 瀬戸公平: 生活行動に伴う個人の効用を考慮した生活行動-交通行動モデルシステムの開発, 土木学会論文集, No. 562/IV-35, pp. 83-96, 1997.
- 7) Pearmain, D., Swanson, J., Kores, E. and Bradley, M.: Stated Preference Techniques - A Guide to Practice, Streer Davies Glave and Hauge Consulting Groupe, 1991.
- 8) Ben-Akiva, M. and Lerman, S.R.: *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, The MIT Press, 1985, pp. 300-304.
- 9) Hamed, M.M and F.L. Mannering: Modeling Travelers' Postwork Activity Involvement: Toward A New

- Methodology, *Transportation Science*, Vol. 27. No. 4, pp. 381-394, 1993.
- 10) 藤井 聡, 門間俊幸, 北村隆一, 藤井宏明: ランダム効用理論に基づく生活行動シミュレーションモデルの構築, 土木計画学研究・講演集, No. 20(2), pp. 189-192, 1997.
 - 11) Fujii, S., Kitamura, R. and Monma, T., A Utility-Based Micro-Simulation Model System of Individual's Activity-Travel Patterns, *Transportation* (submitted), 1998.
 - 12) Kitamura, R., Yamamoto, T., Fujii, S., and Sampath, S.: A discrete-continuous analysis of time allocation to two types of discretionary activities which accounts for unobserved heterogeneity, In J.B. Lesort (ed.), *Transportation and Traffic Theory*, Elsevier Science, Oxford, pp. 431-453, 1996.
 - 13) 藤井 聡, 大塚祐一郎, 北村隆一, 門間俊幸: 時間的空間的制約を考慮した生活行動軌跡を再現するための行動シミュレーションの構築, 土木計画学研究・論文集, No.14, pp. 643-652, 1997.
 - 14) Hagerstrand, T.: What about people in regional science?, *Papers of the Regional Science Association*, 24, pp. 7-21, 1970
 - 15) 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.
 - 16) Samuelson, P.A. 著, 都留重人訳: サムエルソン経済学(上), 岩波書店, pp. 716-719, 1967.
 - 17) Kitamura, R. and Supernak, J.: Temporal utility profiles of activities and travel: some empirical evidence. In P. Stopher and M. Lee Gosselin (ed.), *Understanding Travel Behavior in an Era of Change*, Pergamon Press, Oxford, pp. 339-350, 1997.
 - 18) 原田哲郎, 多々納裕一, 小林潔司, 喜多秀行: 選択の多様性を考慮した地方バス路線の整備便益評価モデル, 土木学会第49回年次学術講演会概要集4, PP. 892-893, 1994.
 - 19) 藤井 聡, 北村隆一, 門間俊幸: 誘発交通需要分析を目指した就業者の活動パターンに関する研究, 土木学会論文集, No. 562/IV-35, pp. 109-120, 1997.
 - 20) Ben-Akiva, M. and Lerman, S.R.; *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, The MIT Press, pp. 217-275, 1985.

(1997.3.14 受付)

AN EVALUATION MEASURE FOR POLICY AND REGIONAL DEVELOPMENT BASED ON AN ACTIVITY-BASED MODEL

Satoshi FUJII, Ryuichi KITAMURA and Keisuke NAGASAWA

A measure to evaluate the impacts of transportation policy on individuals' quality of life is developed based on a discrete-continuous choice model of activity patterns. This measure is formulated as the expected maximum utility of daily activity patterns, which is calculated based on a utility function estimated using trip diary data. The estimated utility function indicates that 1) the marginal utility of a discretionary activity decreases as its duration increases, 2) the total utility of a discretionary activity can be formulated as a logarithm function, and 3) the marginal utility of a discretionary activity is affected by the attributes of the activity location. As a case-study, values of the evaluation measure are calculated for individuals from selected residential and work areas. The results indicate that the characteristics of residence and work locations, and commuting time all affect the utility of daily activities, and that the job-residence proximity contributes to higher utility values.