

旅行時間と個人属性の関数として表された交通時間価値に関する実証的研究 *

Empirical Analysis on Variation of Value of Travel Time Using SP Data*

森川高行**・姜美蘭***・祖父江誠二****・倉内慎也*****

By Takayuki MORIKAWA**・Meilan JIANG***・Seiji SOBUE****・Shinya KURAUCHI*****

1 はじめに

交通施設の整備による便益のうち、時間節約便益は7～8割を占めるため、時間価値の大きさは費用便益分析において決定的に重要である。また、交通行動分析やネットワーク配分でも時間価値は最重要のパラメータである。

時間価値に関する研究は広く行われてきたが、その計測方法として、主に労働時間と余暇時間のトレードオフ関係からなる効用関数の最大化理論に基づく所得接近法と、SPあるいはRPデータを用いた個人の交通行動分析による個人行動価値を計測する方法がある。いずれの計測においても時間価値は交通所要時間や個人属性によらず通常一定の値が用いられている。

しかし、時間と所得の限界代替率である時間価値は経済環境や個人によって変化するはずである。時間価値の変化に対して今まで様々な研究が行われて来たが、所得や交通目的などによる変化に限られており、他の要因に対する実証的な研究は殆どない。

本研究の目的は、時間価値の変動要因を実証的に把握して、交通環境（旅行時間、交通費用など）と個人属性からなる時間価値関数を提案することである。実証分析には、一般道路と有料道路の選択に関する非集計経路選択SPデータが用いられた。

2 時間価値計測に関するレビュー

ミクロ経済理論において、時間価値は1単位の時間の増加に対する支払い意思額と定義される。新古典派的消費者行動理論では所得制約と利用可能時間の制約条件下の効用最大化分析から時間価値を所要時間と所得の限界代替率で計算している¹⁾。

De Serpa²⁾は交通所要時間の節約価値の概念を提案して、これは資源としての時間価値と財としての時間価値の差であることを示している。交通時間において財としての時間価値は通常心理的・肉体的苦痛などの不効用をもたらすため、交通所要時間の節約価値は資源としての時間価値の増分と苦痛の不効用の減分の和となる。

河野・森杉³⁾は、私的交通のケースに対して最適化行動モデルを仮定し、経済環境変数に対するDe Serpaの資源としての時間価値の比較静学分析を行い、時間価値の変化を理論的に考察した。彼らの研究は時間価値が所要時間、交通料金、所得などの様々な要因によって変化することを示している。

離散選択を用いて時間価値を表した先駆的研究はTrain&McFadden⁴⁾のものである。彼らの研究は通勤交通を対象に離散選択モデルの間接効用関数の時間と費用の限界代替率が時間価値を表すことを証明している。その後、Bates⁵⁾は非集計分析での時間価値はDe Serpaの分析での所要時間の節約価値に相当することを示した。

3 経路選択モデルによる時間価値計測

(1) データの概要

本研究では建設省（現国土交通省）が行った平成11年全国都市PT調査におけるSPデータを分析に用い

*キーワード：時間価値、非集計分析、SPデータ

**正員, Ph. D., 名古屋大学大学院環境学研究科

***学生員, M. Sc., 名古屋大学大学院工学研究科

****学生員, 名古屋大学大学院環境学研究科

*****正員, 工修, 名古屋大学大学院工学研究科

(名古屋市千種区不老町,

TEL052-789-3564, FAX052-789-3738)

た。本調査は全国98都市を対象に、1都市あたり500世帯ほどのサンプルを取って行われたものである。経路選択SPデータは、通勤と休日の買物という交通目的別に、一般道ルートと有料道ルートの2つの選択肢を与え、どちらを選択するかを尋ねている。ここでは、表-1のように12パターンのサービスレベルを設定している。利用可能な通勤目的のサンプル数は9106、買物目的のサンプル数は13688であった。12パターンのサービスレベル設定における選択結果によって、回答者を一般道固定層（すべて一般道のみを選択した人）、選択層（サービスレベル設定により一般道と有料道を使い分ける人）、有料道固定層（すべて有料道のみを選択した人）という3つのセグメントに分けた。セグメントの割合を図-1に示す。

表-1 選択パターンの設定条件

一般道ルート		有料道ルート	
時間	料金	時間	料金
40分	0 円	30分	100, 300, 500, 700円
50分	0 円	30分	200, 400, 600, 800円
60分	0 円	30分	300, 600, 900, 1200円

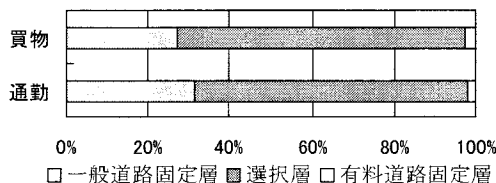


図-1 データのセグメントの割合

(2) 交通時間価値の変動

前述のDe Serpaの考えを採用すると、
交通所要時間価値＝資源としての時間増分の価値
+財としての交通時間減少の価値

になり、右辺の第2項は、通常の都市交通の場合、財としての交通時間は移動に伴う苦痛という不効用をもたらすため、その減少の価値は正となる。移動に伴う苦痛は所要時間が長くなるほど、追加の1単位の時間の苦痛が大きくなると考えられるため、第2項の限界値は所要時間の増加とともに大きくなると予想される。

次に第1項について考える。交通時間と余暇時間の合計が一定で、余暇時間に対して通常の財のよう

に限界効用逓減の法則が成り立てば、図-2に示したように、交通時間が長くなるほどその単位時間節約がもたらす余暇時間の限界効用、すなわち資源としての時間価値が大きくなることが分かる。

このように、右辺の第1項及び第2項の結果から、交通所要時間の節約価値は所要時間に対して逓増することが予想される。その他、旅行目的、所得、年齢などの要因によって、交通時間価値が変動する可能性については、過去の研究で述べられているが、その変動の方向についてはアプリアリには予想できない。

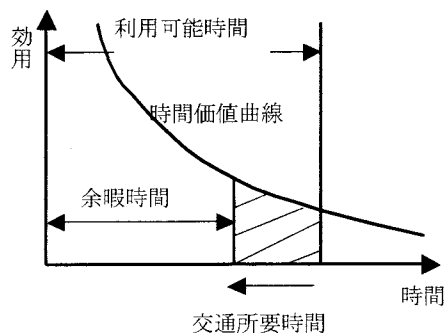


図-2 余暇時間、交通所要時間と時間価値の関係

(3) 経路選択モデル

図-1及び表-1より、約30%の一般道固定層は設定された最低の時間価値10円/分よりも低いか、その他の理由で有料道路を使わない人であり、約2%の人有料道固定層は70円/分よりも高いか、または他の理由で有料道路しか使わない人である。固定層の人は全パターンで全く選択結果を変えていないため、選択モデル作成の際には選択層と別に考える必要がある。本研究では各個人が選択層または2つの固定層のどれに入るかを表すメンバーシップモデルと、各層における経路選択モデルという2段階で考える。この両モデルを用いて、各個人の時間価値の期待値を出すことができる。

a) メンバーシップモデル

ある個人がどのセグメントに属するかは分析者にとっては確率的にしか分からない。本研究では、個人は個人属性によって表されるメンバーシップ関数が一番高いセグメントに属すると仮定した。上記のように分析者にとってはメンバーシップ関数は確率項含むため、以下のように表される。

$$M_{in} = \alpha_{oi} + AX_{in} + \varepsilon_{in} \quad (1)$$

ここに,

M_{in} : セグメント i に対する個人 n のメンバーシップ値

A : 個人属性のパラメータベクトル

X_{in} : 個人属性ベクトル

ε_{in} : 確測されないメンバーシップ値で, IID ガンベル分布に従う確率項を仮定する。このとき, 個人が各セグメントに入る確率は以下のロジットモデルで表させる。

$$Q_{in} = \frac{e^{\alpha_{oi} + AX_{in}}}{\sum_{j=1}^3 e^{\alpha_{oj} + AX_{jn}}} \quad (2)$$

b) 時間価値の計測モデル

本研究では, 各固定層の時間価値はこのデータだけでは不明であるため, 一般道固定層には 10 円/分, 有料道固定層には 70 円/分という値を与える。選択層の時間価値は経路選択モデルにおいて, 効用関数の時間と費用の限界代替率として定義する。時間価値の所要時間と個人属性による変化を明らかにするため, 次のような指数変動モデルを用いた。

$$U_{in} = \beta_{oi} + \beta_{1,in} c_{in} + \beta_{2,in} t_{in}^{\gamma_n} + \varepsilon_{in} \quad (3)$$

$$\beta_{1,in} = BY_{in}, \quad \gamma_n = \frac{\eta \exp(CZ_{in})}{1 + \exp(CZ_{in})}$$

ここに,

U_{in} : 選択肢 i に対する個人 n の効用

$\beta_{oi}, \beta_{2,in}$: 定数項と時間パラメータ

B, C : 個人属性のパラメータベクトル

Y_{in}, Z_{in} : 個人属性ベクトル

c_{in}, t_{in} : 選択肢 i の交通費用と所要時間

γ_n : 個人 n の時間に対する非線型性を表すパラメータ

この式は η を外性的に与えることにより γ_n が内生的に定まり, その値によって所要時間の増減に対する時間価値の増減だけでなく, 凹凸性まで規定されうることの特徴がある (図-3)。 γ_n にロジット型関数を用いていることによって, 非負条件を満たした上で, γ_n が発散すること避けられる。

この効用関数では費用と時間のパラメータは個人の社会経済変数の関数であり, 交通費用と所要時間

に対する評価が人によって違うことを反映している。

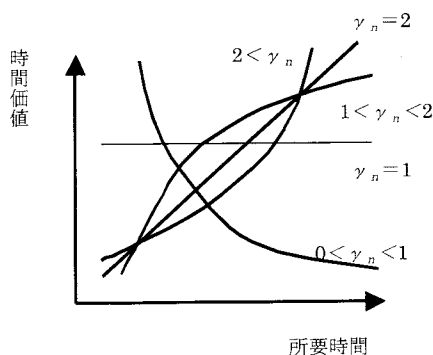


図-3 γ_n による時間価値の変化の分類

交通時間と交通費用の限界代替率である時間価値は次のように計算できる。

$$VOT_{in} = -\frac{\partial U / \partial t_{in}}{\partial U / \partial c_{in}} \quad (4)$$

そして, 個人の時間価値の期待値は次のように計算できる。

$$VOT_n = \sum_{i=1}^3 Q_{in} \times VOT_{in} \quad (5)$$

4 時間価値の推計結果と考察

モデルのパラメータは最尤法によって推定された。年齢, 職業, 性別, 免許有無によるセグメントごとに見ると, 全てのセグメントの γ_n は 1~2 の値に入り, 時間価値が所要時間の凹関数であることが示された。例えば, 65 歳以下の男性で運転免許を持ち, 事務職に従事する人のセグメントでは, その時間価値関数は図-4 のようになる。

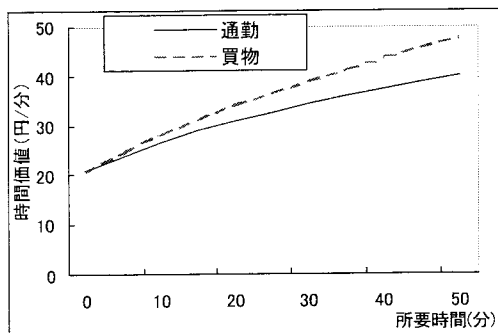


図-4 時間価値曲線

表－２と表－３は、それぞれの通勤と休日買物において、所要時間が30分と60分の時の各セグメントの時間価値の計算結果を比較している。表中で括弧外は65歳未満、括弧内は65歳以上の人の時間価値を表している。

表－２ 通勤目的の時間価値

	所要時間 30 分	所要時間 60 分
性別々		
男性	30.73(35.53)	40.07(40.40)
女性	30.73(35.53)	40.87(42.72)
職業別		
農林漁業	27.44(30.04)	34.95(33.68)
技能・生産	29.61(33.56)	38.32(37.99)
事務職	29.61(33.56)	40.07(40.40)
免許の有無		
免許ある	30.73(35.53)	40.07(40.40)
免許ない	34.20(40.52)	40.87(42.72)

表－３ 休日買物目的の時間価値

	所要時間 30 分	所要時間 60 分
性別々		
男性	34.13 (37.30)	47.54 (47.28)
女性	32.48 (35.69)	42.04 (41.25)
職業別		
農林漁業	32.40 (34.70)	43.97 (43.01)
技能・生産	32.75 (35.39)	45.41 (44.67)
事務職	34.13 (37.30)	47.54 (47.28)
学生・主婦	31.21 (33.52)	43.17 (42.21)
無職	29.92 (31.78)	41.14 (39.83)
免許の有無		
免許ある	34.13 (37.30)	47.54 (47.28)
免許ない	33.71 (35.98)	42.04 (41.25)

本研究では時間価値の変動要因を把握するため、個人属性と所要時間に関する時間価値の関数を提案した。ケーススタディによる計測結果から主な知見として以下の事柄が分かった。

- (1) 所要時間の増加に応じて時間価値は遡増する。
- (2) 個人属性によるセグメント別に求めた時間価値を見ると年齢、職業、性別、免許の有無などによっ

て時間価値が変化する。年齢別では65歳以上の高齢者は65歳以下よりも時間価値が高いが、65歳以下は高齢者よりも所要時間の変化に敏感である。性別では、見ると男性の方の時間価値が若干高く、時間に対してもより敏感である。職業を持っている人の時間価値は無職より高い。運転免許保有者は日保有者より高い時間価値を持っている。

(3) 時間価値は交通目的によって異なる。通勤目的と休日目的の時間価値を比較すると、休日目的の時間価値がかなり大きい。さらに、この差は所要時間の増加に応じて増加する。

今後の課題として本研究で検証された個人属性と所要時間によって変化する時間価値を用いて費用便益分析を行った場合、通常のように時間価値が一定としたときと比べて、どの程度のオーダーの便益差が生ずるのか、またそれはどういった要因が影響しているのかを検証する必要がある。

分析にあたり、全国都市パーソントリップ調査ワーキング（座長：東京大学教授 原田昇、事務局：国土交通省 国土技術政策総合研究所）において、貴重な助言を得たことに謝意を表したい。

参考文献

- 1) Becker, G. : A theory of the allocation of time
The Economic Journal, Vol. 75, pp. 493-517, 1965.
- 2) De Serpa, A. C. : A Theory of The Economics of Time,
The Economic Journal, Vol. 81, No. 324, pp. 828-846, 1971.
- 3) 河野達仁・森杉壽芳：時間価値に関する理論的考察、
土木学会論文集, No. 639/IV-46, pp. 53-64, 2000.
- 4) Train, K. and D. McFadden: The goods/leisure tradeoff and disaggregate work trip mode choice models,
transportation Research, Vol. 12, pp. 349-353, 1978.
- 5) Bates J. : Measuring Travel Time Values with a Discrete Choice Model: A Note , The Economic Journal, 97, pp. 493-498, 1987.