

# SP 調査を用いた旅行時間節約価値および時間信頼性価値の推定

## Estimation of value of travel time savings and reliability based on SP survey

土木工学専攻 38号 松崎 友洋

By Tomohiro Matsuzaki

### 1. はじめに

混雑料金や道路整備などによる道路混雑の緩和は、一般に旅行時間の節約のみならず、旅行時間変動も低減する。したがって、道路混雑緩和施策の評価においては、時間節約便益に加えて時間信頼性向上便益を加えるべきとの議論がある。<sup>1)</sup> 現在、旅行時間変動に関しては、以下の2つの論点がある。

ひとつは、旅行時間変動の低減に対する支払い意欲額である時間信頼性価値 (VOR) の推定<sup>2)</sup>である。価値の推定方法には、顕示選好 (RP) と表明選好 (SP) という二つのアプローチがある。一般的に前者が望ましいとされているが、旅行時間の不確実性については、旅行者がそれをどう認識しているかを把握することが困難であるため、SP アプローチが用いられることが多い。しかし、SP 調査における変動の提示方法、すなわち回答者がイメージしやすい選択状況の提示方法については十分に検討されていない。

もう一つは、旅行時間変動と旅行時間節約価値 (VTTS) の関係<sup>3)</sup>である。同じ旅行時間の短縮であっても、変動の大きい道路では VTTS はより小さくなる可能性がある<sup>4)</sup>。また逆に時間信頼性を無視して VTTS を推定すると、その一部には VOR も含まれている可能性もあると思われる<sup>5)</sup>。

そこで本研究は、自動車利用を前提として高速道路と一般道路の経路選択を対象に、VTTS および VOR 推定のための SP 調査設計について検討し、両者の相互関係を分析することを目的とする。

### 2. 仮説

- (I) 時間変動が大きいほど VTTS は小さい
- (II) 平均所要時間が大きいほど VOR は小さい

(I)については、Senna(1994)で旅行者が直面する旅行時間変動の分布が旅行時間節約価値に強い影響を与えていると述べられている。(II)についてはDavid(2010)<sup>6)</sup>らの VOR に関するメタ分析で得られて

いる。VTTS と VOR を同時に推定する研究<sup>7)</sup>は存在するが、これらの内容について我が国でも同様の傾向が確認できるか検証する。

### 3. 方法

#### (1)SP 調査票の設計

本研究では、旅行時間および旅行時間変動について Tseng (2007)<sup>8)</sup>の提示方法を参考に、具体的な平均所要時間、時間変動 (レンジ)、料金の水準について、グループインタビューとプレ調査を行う。プレ調査を通じて、わかりやすさ、また高速道路と一般道路の選択結果が一方に偏らないかどうかを確認し、その上で本調査を行う。

#### (2)VTTS および VOR の推定

利用者 (i)の効用は平均所要時間 (T)、所要時間の変動 (S) もしくは時間変動を平均所要時間で割った変動係数 (S/T)、そして料金 (C) およびガンベル分布に従う誤差項 ( $\epsilon$ ) でされ、利用者は、一般道 (無料) と高速道路 (料金あり) の効用を比較し、より効用の高い経路 (j) を選択すると仮定する。

具体的には以下のような関数を仮定し、パラメータ  $\beta$  を最尤法により推定し、結果を比較する。なお  $\beta_0$  は定数項であり、上記以外の効用 (の差) を表す。

$$V_{ij} = \beta_1 T_{ij} + \beta_2 C_{ij} + \beta_0 + \epsilon_{ij} \quad \dots (1)$$

$$V_{ij} = \beta_1 T_{ij} + \beta_2 S_{ij} + \beta_3 C_{ij} + \beta_0 + \epsilon_{ij} \quad \dots (2)$$

$$V_{ij} = \beta_1 T_{ij} + \beta_2 \frac{S}{T}_{ij} + \beta_3 C_{ij} + \beta_0 + \epsilon_{ij} \quad \dots (3)$$

それぞれの式において、VTTS および VOR は以下の式で表現される (表1)。

もし、式(3)が最もモデルの自由度修正済み尤度比や的中率が高く、かつ  $\beta_2$  が統計的に有意に負と推定されれば、仮説 I: 平均所要時間が大きくなるほど VOR は小さくなる、並びに、仮説 II: 時間変動が大きくなるほど

ど VTTS は小さくなる，が支持されたこととなる。

表 1. 定式化と VTTS および VOR

	式(1)	式(2)	式(3)
VTTS	$\frac{\beta_1}{\beta_3}$	$\frac{\beta_1}{\beta_3}$	$\frac{\beta_1 - \beta_2 * \frac{S}{T^2_{ij}}}{\beta_3}$
VOR	定義されず	$\frac{\beta_2}{\beta_3}$	$\frac{\beta_2}{\beta_3 * T_{ij}}$

なお，上記のような効用関数の特定化は，回答者はみな共通のパラメータをもつと仮定しているが，実際には複数のグループや，性別，年齢や所得によって異なるパラメータを持つ可能性もある．このような可能性についても検討する。

#### 4. グループインタビューとプレ調査の結果

数値や棒グラフで示すと，実際の行動をイメージしにくいと意見が多かったため，図 1 ように提示することとした。

また各属性のレベルを設定については，RP の結果およびプレ調査を踏まえて，表 2 のように水準を設定した。

表 2. 実験計画に用いる水準

因子	高速道路水準			一般道路水準		
	20分	30分	40分	40分	50分	60分
平均所要時間	20分	30分	40分	40分	50分	60分
不確実性(レンジ)	±5分	±10分	±15分	±10分	±15分	±20分
料金	1000円	1250円	1500円	0円		

#### 5. データ

##### (1)SP 調査

SP 調査は紙の調査票と WEB 調査の 2 種類で行った．紙ベースの調査票は，2010 年 12 月 9 日に国道 246 号線と東名高速道路の両方の選択可能性のある人口約 20 万人程度の神奈川県厚木市の住民を対象に約 3000 世帯に

ランダムに配布し，12 月 20 日までに合計で 387 票の調査票を回収した。

同様に WEB ベースの調査を，マーケティング会社を通じて行い，306 名からの回答を得た．結果として紙ベースと WEB ベースの調査を合計して 693 票を回収した。

SP 調査における高速道路の因子数は 3，レベル数は 3，一方で一般道路の因子数は 2，レベル数は 3 であることから，質問の組み合わせは 162 通り存在する．これを実験計画法の手法の一つであるブロック配置計画に従い，平均旅行時間と旅行時間変動の交互作用が識別できるという制約を設けた上で，質問数を 36 問（4 問×9 パターン）まで削減し高速道路と一般道路の選択問題を作成した．また調査票では高速道路と一般道路の選択問題以外にも社会経済属性（トリップ目的，性別，世帯年収等）も一緒に質問した。

##### (2)データのスクリーニング

回収した 693 票の調査票からデータセットを作成し，合計で 693×4 問=2,772 サンプルの SP サンプルを得られたが，一部の回答者で，部分的にしか回答していない，若しくはいい加減に回答していると考えられるサンプルを除くためにデータのスクリーニングを行った．その結果，147 票がスクリーニングの対象となり，分析可能な SP サンプル数は 2,184 となった。

#### 6. パラメータ推定結果

##### (1)モデル間の比較

自由度調整済尤度比，的中率で評価すると時間変動を変動係数の形で考慮した式(3)が最も良いという結果となった（表 3）．しかし，表 4 に示す的中表では，実際には高速道路を選択したが，モデルでは一般道路を選択すると予測されたサンプル数が 475 存在し，的中した 379 サンプルよりも多い．そこで，サンプルをその嗜好によ

りいくつかのグループに分割することができると考え，

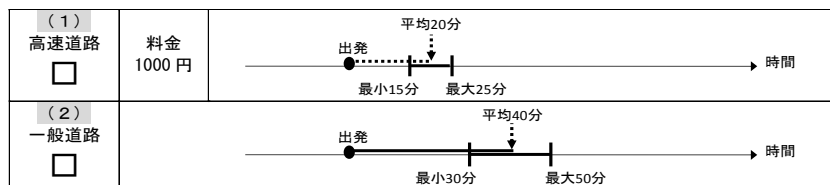


図 1. SP 調査での経路選択問題の一例

潜在クラス分析を行った。

(2)潜在クラス分析結果

時間変動をレンジで評価するクラスと変動係数で評価するクラスの2クラスに分割させて推定した。結果を表4, 5に示す。

BIC, 的中率ともに改善された。変動係数の形で時間変動を評価しているクラス1が約2/3, レンジ幅で不確実性を評価しているクラス2が約1/3

表3. 的中表 (モデル3)

	推定高速	推定一般	合計
選択結果高速	1150	458	1608
選択結果一般	180	396	576
合計	1330	854	2184

表4. 潜在クラス選択モデルの的中表

	推定高速	推定一般	合計
選択結果高速	1149	181	1330
選択結果一般	165	689	854
合計	1314	870	2184

表5. モデル間のパラメータ推定結果比較

説明変数	モデル1		モデル2		モデル3	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値
定数項	-0.205	-0.58	0.671	1.61	0.716	1.76
所要時間(分)	-0.100	-19.39	-0.101	-19.41	-0.114	-18.92
高速レンジ(分)			-0.012	-0.99		
一般レンジ(分)			-0.066	-5.38		
高速変動係数					-0.579	-1.93
一般変動係数					-2.741	-5.14
料金(円)	-0.002	-6.42		-6.42	-0.002	-6.30
年齢ダミー	-0.333	-2.56	-0.347	-2.63	-0.345	-2.62
高速VTTS(円/分)						65
一般VTTS(円/分)	62		62			59
高速VOR(円/分)			7			13
一般VOR(円/分)			40			35
初期尤度		-1461		-1461		-1461
対数尤度		-1197		-1182		-1183
MacfaddenR <sup>2</sup>		0.181		0.191		0.191
的中率		0.68		0.69		0.71

※モデル3についてVTTSとVORは表2の水準での平均値を記載した(表5も同じ)。

表6. 潜在クラス選択モデルの結果

説明変数	Class1		Class2	
	パラメータ	Z値	パラメータ	Z値
定数項	-0.594	-1.61	-1.519	-2.41
所要時間(分)	-0.174	-13.08	-0.144	-8.83
高速レンジ(分)			-0.040	-1.22
一般レンジ(分)			-0.090	-2.69
高速変動係数	-0.739	-1.33		
一般変動係数	-3.350	-3.96		
料金(円)	-0.003	-5.91		
年齢ダミー	-0.177	-2.16	0.177	2.16
VTTS(円/分)		54		72
VTTS(円/分)		51		
VOR(円/分)		9		20
VOR(円/分)		23		45
初期尤度				-1461
対数尤度				-1062
尤度比				0.273
的中率				0.842
Class size		0.66		0.34

であり、前者より後者がVTTS, VORともに大きいと推定された。

また高速道路の方が一般道路よりVTTSが高く, VORは小さいと推定された。これは高速道路の選択を考える場合には、平均所要時間を重視するが、

レンジについては重視していないということの意味するが、この妥当性については今後の課題である。

図2に示すように、クラス1では①平均旅行時間が短く所要時間変動が大きくなるほどVTTSは

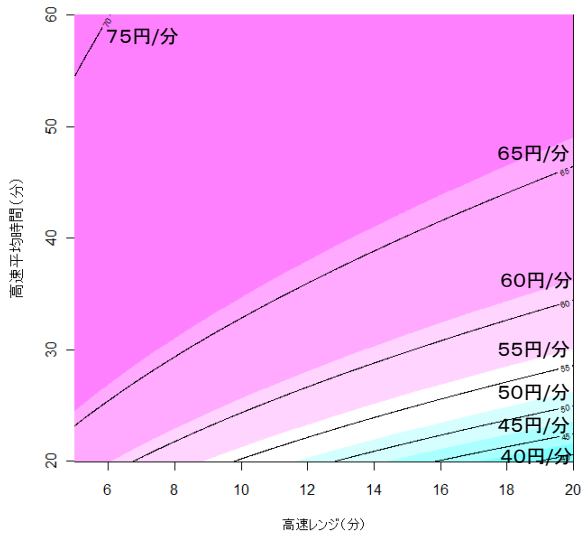


図2. クラス1での高速平均旅行時間、旅行時間変動とVTTS(円/分)の関係

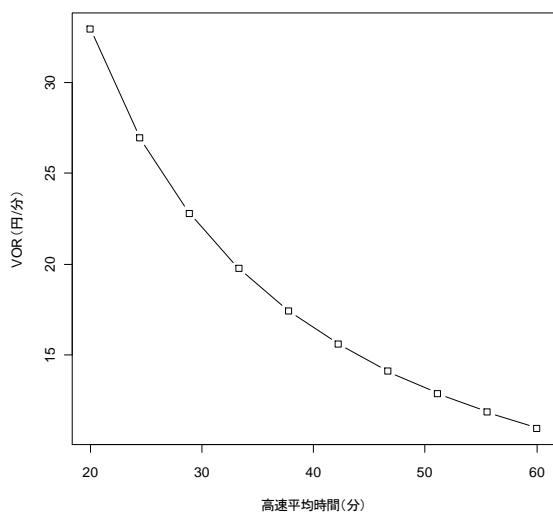


図3. クラス1での高速平均旅行時間とVOR(円/分)の関係

小さくなるのがわかる。また、得られた変動係数と料金のパラメータ関係を見れば図3より②平均時間が長くなるほどVORが小さくなることも分かる。

## 7. まとめ

以上、本研究では、旅行時間および旅行時間変動に関するSP調査について検討し、レンジ幅を用いて高速道路と一般道路の選択行動についてVTTSおよびVORの推定を行った。その結果、VTTSは高速道路で52~61円/分、一般道路で47

~58円/分、VORは高速道路で7~13円/分、一般道路で20~30円/分であり、①平均旅行時間が短く時間変動が大きくなるほどVTTSは小さくなること、②平均旅行時間が長くなるほどVORが小さくなることを示した。また高速道路の方が一般道路よりVTTSが高く、VORは小さいと推定された。

今後、出発時刻を変動させた提示や平均時間を基準としないレンジの提示の検討、また他の交通機関での経路選択や、他の交通機関を考慮した機関選択等でのVTTS、VORの推定等を行う必要がある。

謝辞：社会システム 福田先生、加藤先生

SP調査の設計には坂下さん(社会システム)、福田先生(東京工業大学)、加藤先生(東京大学)に大変世話になった。特に福田先生には分析に関して多数のご助言を頂戴した。ここに感謝の意を示したい。

## 参考文献

- 1)Bates,John:"the valuation of reliability for personal travel," Transportation research E:Logistics and transportation review,vol.37,No.2-3,pp.191-229.2001.
- 2)福田大輔, モーンズフォスグロー:道路交通における所要時間分布特製の統計解析:時間信頼性の経済評価に向けて,土木計画学研究・講演集(CD-ROM), 2008.
- 3)Senna:The influence of travel time variability on the value of time,Transportation21:203-228,1994.
- 4)Batley,R:Randomness in preferences,outcomes and tastes,an application to journey time risk,International choice modeling conference,Yorkshire,UK,2009.
- 5)中山昌一郎, 高御堂順也:道路利用者行動からの時間信頼性評価のレビュー,土木計画学研究・講演集(CD-ROM),2009.
- 6)David Levinson:Value of travel time reliability:A review of current evidence,2010.
- 7)Warffemius,P.:"Preliminary results of the Dutch valuation study,"in international Meeting on value of time reliability and cost-benefit analysis,2009.
- 8)Gerard,Yinyen,Marco,ErikJohn:The Value of Travel Time and Travel Time Reliability Survey Design Final report,significancequantative research,31,2007.