

日本の旅行時間節約価値に関するメタ回帰分析*

Meta-Regression Analysis of Value of Travel Time Savings in Japan*

松崎友洋*・谷下雅義**・加藤浩徳***

By Tomohiro MATSUZAKI*・Masayoshi TANISHITA**・Hironori KATO***

1. はじめに

国土交通省所管の道路事業では、旅行時間節約便益が、交通事故減少便益、走行経費減少便益を含めた3便益のうち約9割を占めると言われている¹⁾。この便益は総所要時間の短縮分に旅行時間節約価値(VTTS)を乗じて求めるため、VTTSの設定は重要な論点とされてきた²⁾。諸外国では、業務と非業務で異なるVTTSが設定されており、非業務については選好接近法に基づいて設定され、業務の1/4~1/2の値となっている³⁾。一方、我が国では昨年、VTTSの見直しが行われ、非業務については所得接近法に基づき業務の約6割とされた⁴⁾。

また欧米ではVTTSに関して研究結果を分析するメタ分析(研究で得られた統計値を被説明変数、研究で用いられた調査方法や分析方法などを説明変数として回帰分析などを行い、得られた統計値の意味を解釈する手法⁵⁾)が行われている(Wardman(1999)⁶⁾など)。わが国においても非集計行動モデルを用いた数多くの研究が蓄積されているが、そのメタ分析は行われていない⁷⁾⁽¹⁾。

*キーワード：旅行時間節約価値、メタ回帰分析

*学生員，中央大学大学院理工学研究科

**正会員，博士(工学)，中央大学理工学部都市環境工学科教授(文京区春日1-13-27，

TEL:03-3817-1810，FAX:03-3817-1810)

***正会員，博士(工学)，東京大学大学院工学系研究科准教授(文京区本郷7-3-1，TEL:03-5841-7451，FAX:03-5841-7496)

そこで本研究は日本を対象に時間と費用を変数に含む非集計交通行動モデルの推計した研究を収集し、そこで得られているVTTSについてメタ回帰分析を行うことを目的とする。そしてトリップ目的や論文目的などによってVTTSに違いがみられるかについて検討する。

2. 仮説

- (1) 欧米での先行研究同様、非業務目的におけるVTTSは業務目的より小さい。
- (2) 時間価値の推定自体を目的とする研究で得られるVTTSは、慎重にデータがハンドリングされるため、政策評価あるいはモデル構築を目的とする研究よりも小さい。

3. データと方法

(1) データ

土木学会，交通工学研究会，都市計画学会，日本交通学会，日本地域学会，応用地域学会，運輸政策研究等から，旅行時間と旅行費用を説明変数として含む非集計行動モデルのパラメータ推定を行っている査読付論文を収集した。各々のモデルにおいて旅行時間もしくは旅行費用のいずれかのパラメータが5%有意水準に満たないものを除外した。また旅行時間のパラメータについて観光・私用以外の目的で負になっているものは論理的に考えにくいと除外した。またメタ回帰分析を実施す

るために必要となるパラメータの t 値（あるいは標準誤差）やサンプル数が記載されていないものも除外した。

(2) 整理する項目

選定した論文から、VTTS を説明する要素をリストアップする。具体的には、選択行動、モデル形式、調査地域、年齢、対象交通機関、トリップ目的、平日/休日、SP/RP データ、論文目的（時間価値推定/政策評価/モデル構築に分類した）、都市内/都市間（概ね 100km を超える移動であれば都市間とし、それ以外は都市内交通とした）、移動時間の種類について整理した。また時間と費用のパラメータに加え、パラメータの t 値についても収集し以下に示す Armstrong ら(2001)⁸⁾ の VTTS の信頼区間を標準誤差として計算した。

$$\left(\frac{\theta_{t_c}}{\theta_{t_t}} \right) \frac{\sqrt{(\rho t_c^2 - t_{t_c})^2 - (t_t^2 - t^2)(t_c^2 - t^2)}}{(t_c^2 - t^2)} \quad (1)$$

ここで、 θ_t 、 θ_c はそれぞれ時間と費用のパラメータ値、 t_t 、 t_c はそれぞれ時間と費用のパラメータの t 値、 ρ はこれらのパラメータの推定値の相関係数、 t はサンプル数と信頼水準から計算される t 値であり、本研究では $\rho = 0$ 、信頼水準を 95% として t の値を計算して設定した。

なお、同一のサンプルから異なるモデルを用いて選択行動を推定している場合、尤度比、AIC などを基準に最も適切なモデルのみを採用した。また旅行時間節約価値(円/分)を均一化するために GDP デフレーター（経済企画庁）を用いて 2000 年度価格へ変換している。

(3) 方法

全データおよび都市内/都市間にわけて、対数線形式を用いて分析する。通常最小二乗法(OLS)と VTTS の標準誤差の逆数を重みとした加重最小二乗法(WLS)を用いてパラメータ推定を行い、結果を解釈する。

ータ推定を行い、結果を解釈する。

$$\log(VTTS_i) = \sum_{j=1}^p \alpha_j Z_{ij} + u_i \quad (2)$$

VTTS : 旅行時間節約価値、 Z_j : p 個の説明変数、 α_j : パラメータ、 u : 誤差項

また残差の不均一分散についても検討し、必要に応じてクロス項を追加した。

4. 結果

最終的に 68 本の論文から、261（都市内：197、都市間：64）の VTTS が得られた³⁾。単純に、トリップ目的および研究目的別の VTTS の箱髭図を示したものが図 1、2 である。他の変数との相関を無視した場合、トリップ目的では業務、また時間価値の推定自体を目的とした研究の VTTS が相対的に高いことがわかる。しかしたとえば、業務の時間価値はすべて航空機の移動に関するものであり交通機関による影響とトリップ目的による影響は単純な分析では区別できない。

また VTTS の標準誤差について図 3、4 に示す。VTTS が高いからといって必ずしも標準誤差が小さいわけではなく、また時間価値を推定することを目的とする研究の標準誤差が相対的に小さいことがわかる。

これらを踏まえてメタ回帰分析を行った。結果を表 1 に示す²⁾。各カテゴリーのパラメータは基準とした変数との差を示している。なお、都市内、都市間、全サンプルの分析を通して各交通機関と選択行動が少なからず分散不均一を生じる要因となっていたので、それらに乗じたクロス項を考え推定した。

業務目的の VTTS は自動車と鉄道の機関選択モデルで、残りの変数はすべて基準の変数とした場合は都市内で $\exp(3.96 \cdot 1.19 + 1.05) \div 46$ (OLS) $\sim \exp(4.25 \cdot 1.22 + 1.74) \div 118$ (WLS),

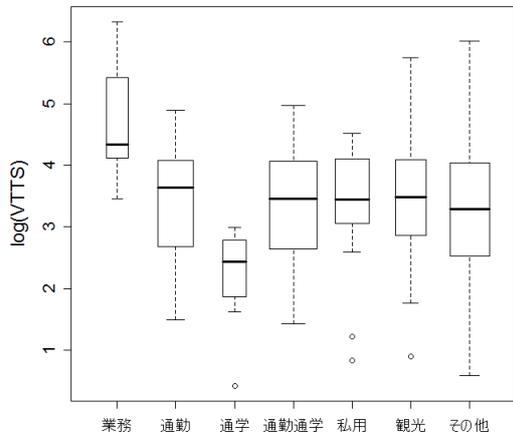


図1. トリップ目的別 $\log(VTTS)$ の箱髷図
(箱の幅はサンプル数の相対比率, 以下同様)

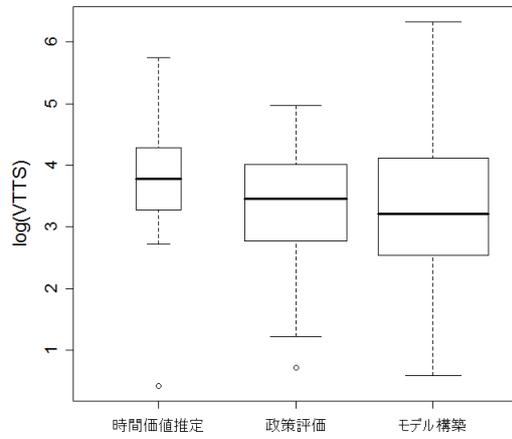


図2. 論文目的別の $\log(VTTS)$ の箱髷図

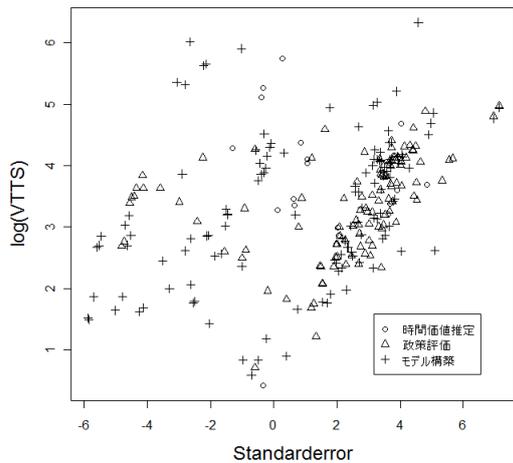


図3. $VTTS$ の標準誤差 (対数) と $VTTS$ (対数) の散布図

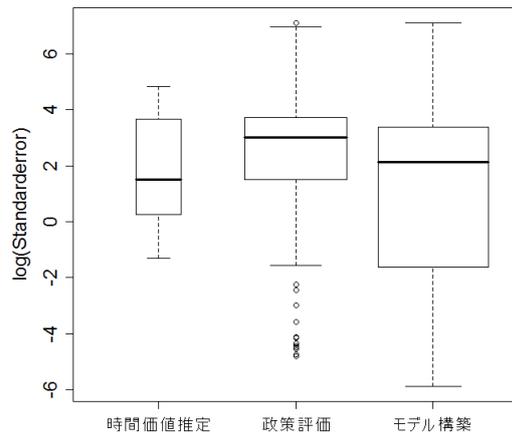


図4. 論文目的別 $VTTS$ の標準誤差(対数) の箱髷図

都市間で 361 (OLS) ~492 (WLS: 円/分) と推定された。

(1) 仮説(1)について

符号はほとんどの分析で仮説通りになり、業務目的のトリップの時間価値が一番大きく、特に全データを用いた WLS の推定ではほとんどの非業務目的は業務目的よりも有意に小

さいと推定された。ただし、都市内については業務目的のサンプル数が 2 しかないことに留意が必要である。全データを用いた分析結果では、都市内において自動車と鉄道の機関選択モデルで、残りの変数はすべて基準の変数とした場合、業務は約 48(OLS) ~282(WLS) (円/分) と推定される一方、非業務の観光目

表 1. メタ回帰分析結果

被説明変数	都市内交通				都市間交通				全サンプル							
	log(VTTS)								log(VTTS)							
	OLS法		WLS法		OLS法		WLS法		OLS法		WLS法					
推定値/t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値				
定数項	3.96	6.84	4.25	0.76	3.03	2.94	3.26	0.57	3.28	7.62	2.87	3.28				
*業務																
通勤	-0.02	-0.05	0.56	0.11					-0.04	-0.17	-1.43	-2.79				
通学	-1.37	-3.17	-2.44	-0.46					-1.42	-4.85	-3.85	-4.99				
通勤通学	-0.29	-0.67	-0.35	-0.07					-0.25	-0.97	-1.92	-3.85				
私用	-0.48	-1.13	-0.81	-0.15	-0.14	-0.68	-0.71	-3.93	-0.37	-1.58	-0.83	-2.56				
観光	-1.19	-2.33	-1.30	-0.23	-0.55	-2.34	-0.96	-5.06	-0.48	-1.97	-0.79	-2.32				
その他	-0.13	-0.30	1.16	0.22	-0.34	-1.42	-0.37	-2.48	-0.16	-0.69	-0.42	-1.56				
*時間価値推定																
政策評価	-0.18	-1.02	-0.13	-0.16	-1.35	-3.96	-1.39	-1.09	-0.38	-2.28	-0.57	-1.08				
モデル構築	-0.01	-0.04	-0.31	-0.37	-0.34	-0.82	-0.35	-0.27	-0.17	-0.93	-0.38	-1.06				
*機関選択																
経路	1.01	2.72	1.68	1.19	-0.04	-0.06	-0.26	-0.07	0.66	0.94	3.55	0.75				
目的地	-2.67	-3.13	-4.68	-2.41	-0.33	-0.48	-0.68	-0.13	1.53	1.85	2.14	0.26				
空港					0.04	0.09	-0.43	-0.22	-0.03	-0.04	2.53	0.54				
駐車場	-1.18	-2.52	-0.92	-0.52	2.64	2.75	2.78	0.48	-0.80	-1.67	0.89	0.90				
*logit																
probit	-0.60	-2.04	-2.08	-1.14	-0.14	-0.29	-0.09	-0.41	-0.49	-1.75	-0.21	-0.53				
その他	0.36	1.63	0.31	0.15	-2.57	-5.45	-2.44	-5.70	-0.22	-1.03	-2.88	-4.24				
*SP																
RP	-0.06	-0.29	-0.98	-3.22	-0.58	-1.20	-0.67	-4.23	-0.03	-0.18	-0.60	-3.12				
RP+SP	-0.54	-2.22	-1.17	-3.07	-0.39	-0.43	-0.16	-0.03	-0.02	-0.10	-0.75	-2.59				
*全経路																
アクセスイグレス	0.37	1.89	0.21	2.92	0.43	1.25	0.32	0.21	0.54	2.83	0.21	3.04				
待ち	0.50	2.20	0.18	0.70	-0.03	-0.04	-0.03	-0.01	0.65	2.78	0.17	0.73				
乗換	0.51	2.12	1.00	0.79					0.61	2.47	1.15	0.99				
運行間隔	-0.71	-2.79	-0.94	-15.37					-0.72	-2.66	-0.95	-16.48				
駐車	-0.80	-1.71	-0.90	-1.02					-0.44	-1.12	-2.03	-2.99				
ラインホール以外	-0.27	-0.58	-1.66	-0.47					0.14	0.29	-0.70	-0.21				
ラインホール	-0.05	-0.30	-0.12	-1.77	2.29	4.12	3.01	0.60	0.05	0.29	-0.13	-1.98				
徒歩	0.19	0.58	-0.12	-0.06					0.31	0.86	-0.16	-0.09				
*都市内																
都市間									0.32	1.07	0.84	1.17				
選択肢に入る時1 そうでない時0																
鉄道	-1.19	-3.79	-1.22	-0.77	2.48	3.45	2.46	0.46	-0.45	-1.47	1.56	1.89				
自動車	1.05	3.82	1.74	2.13	0.30	0.70	0.48	0.20	1.05	4.14	1.21	1.72				
バス	-0.72	-3.48	-1.25	-1.61	-0.68	-1.67	-0.32	-0.24	-0.76	-4.29	-0.48	-1.46				
航空機					0.87	2.93	0.53	1.38	1.72	5.33	0.27	0.42				
フェリー					-1.48	-1.44	-1.71	-0.29	-1.43	-3.24	-1.68	-2.32				
徒歩	-0.22	-0.72	1.55	1.05					0.15	0.53	3.76	6.62				
PandR	0.65	3.07	-0.10	-0.13					0.64	3.23	0.79	1.34				
自動車:機関選択																
自動車:経路	-0.70	-1.50	-1.75	-0.60					-0.61	-1.41	-1.30	-0.50				
自動車:目的地									-3.97	-4.69	-5.11	-0.61				
自動車:空港									0.48	0.57	-3.29	-0.69				
自動車:駐車場									0.43	0.55	0.26	0.10				
鉄道:機関選択																
鉄道:経路					-0.29	-0.37	0.19	0.04	0.30	0.48	-2.08	-0.44				
鉄道:目的地					1.75	2.18	2.10	0.39	2.34	3.61	4.35	3.60				
鉄道:空港																
鉄道:駐車場																
バス:機関選択																
バス:経路	-0.16	-0.36	-2.09	-1.08					-0.46	-1.06	-4.45	-3.49				
バス:目的地					-1.09	-2.01	-1.23	-0.96	1.22	1.97	-2.12	-1.37				
バス:空港																
バス:駐車場																
航空機:機関選択																
航空機:経路									-1.29	-3.62	-1.71	-2.06				
航空機:目的地									-1.78	-2.90	0.02	0.01				
航空機:空港																
航空機:駐車場																
決定係数	0.60		0.87		0.89		0.96		0.64		0.91					
サンプル数	197				64				261							

*は各カテゴリーの内基準に取った変数 太字は有意水準5%で0という仮説が棄却されることを表す

的は約 30(OLS)~128(WLS)(円/分), 私用
 目的は約 33(OLS)~122(WLS)(円/分)とお
 よそ 4~6 割程度の値と推定された。

(2) 仮説(2)について

WLS では都市内, 都市間, 全サンプルにお
 いて, 論文目的によらず VTTS には差がない。
 すなわち, 仮説は棄却されるという結果にな

った。また OLS では都市間および全サンプル
 においては時間価値推定を目的とする研究に
 おいて VTTS が高いという結果となったが,
 都市間において時間価値推定を目的とするサ
 ンプルは 6 と少ないことに注意が必要である。

(3) その他の知見

・交通機関: 航空機/自動車>バス/フェリー

・移動時間：アクセス/グレス時間/待ち時間
/乗換時間>運行間隔・全経路

・調査データ：SP>RP/RP+SP

その他、選択行動（機関、経路など）やモデル形式によって異なるという結果が得られたが、それらの解釈は今後の課題である。

（４）先行研究との比較

Wardman(2004)⁶⁾や Shires and de Jong (2006)⁹⁾らの分析結果と比較すると、トリップ目的、交通機関、移動時間、調査データ等のVTTSへの影響は同じである。先行研究で得られていた都市間の方が都市内よりも高いという結果は全データを用いた分析ではその傾向は見られたものの、統計的に有意にならなかった。

5. おわりに

本研究では、日本を対象に非集計行動モデルにより推定されたVTTSの研究を収集し、メタ回帰分析を行って、その特徴を検討した。その結果、全サンプルの場合で鉄道、自動車における機関選択モデルでその他の変数はすべて基準とした場合、非業務トリップのVTTSは業務目的よりも約4~6割低いこと、また研究目的はVTTSの値に影響を与えていないことなどを明らかにした。

今回のデータ作成においてVTTSの標準誤差の算出について時間と費用のデータの相関がないと仮定して推定したが、特にRPデータにおいてはこの仮定は適切ではないと考えられる。また今後、都市間・都市内の定義やVTTSの標準誤差などについても検討し、推定の妥当性を高めていきたいと考えている。また旅行時間節約価値には、時間節約の価値だけでなく時間信頼性の価値も含まれている可能性がある。時間信頼性についても検討し

ていきたいと考えている。

注

- (1)加藤・橋本(2007)では、収集したデータについて十分な精査がなされていなかった。本研究は、加藤・橋本(2007)で収集したデータをベースに、データの追加、修正を行うとともに、論文の目的によってVTTSが違うかどうかについて検討や、加重最小二乗法の適用を行った。
- (2)メタ回帰分析では東京圏ダミー、年齢ダミー（高齢者サンプルを含むか含まないか）および平日/休日ダミーについても検討したが、統計的に有意にならなかったため表1には示していない。
- (3)具体的な論文リストは、「これからの社会における道路ネットワークに関する研究プロジェクト報告書¹⁰⁾」に記している。

参考文献

- 1)国土交通省, 業評価カルテ検索, <http://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/jghks/chart.htm>(Access:2009/07/14).
- 2)上田孝行:道路事業の評価に関する研究課題と今後の展望,交通工学,Vol.43,No.1,pp.6-13,2008.
- 3)PIARC-World Road Association(2004): Economic Evaluation Methods for Projects in PIARC Member Countries, ISBN:2-84060-173-7.
- 4)国土交通省道路局:時間価値原単位および走行経費原単位, www.mlit.go.jp/road/ir/iinkai/1pdf/s1-56.pdf.2009/1/20.
- 5)丹後俊郎:メタ・アナリシス入門, エビデンスの統合をめざす統計手法, 朝倉書店, 2002.
- 6)Mark Wardman:A review of British evidence on time and service quality valuation, Transportation Research,Vol.37E,pp.273-295,1998.
- 7)加藤浩徳・橋本稔典:我が国の交通時間価値に関

するメタ分析,(2007)未定稿.

8)Armstrong,P,Garrido,R,Ortuzar,J,D,:Confidence intervals to bound the value of time, Transportation Research, Part.E, Vol.37, 2001.

9)J.D. Shires and G.C. de Jong: An international

meta-analysis of value of time,HEATCO Project Annex A(16MAR2006).

10) 「これからの社会における道路ネットワークに関する研究プロジェクト」報告書(2009), 道路経済研究所, forthcoming.