

休日のアクティビティに着目した時間価値推定方法に関する研究*

Estimating Value of Time Based on Activities in Weekend*

吉野広郷**・屋井鉄雄***・福田大輔***・イルワン プラセティヨ****

By Hirosato YOSHINO**, Tetsuo YAI***, Daisuke FUKUDA*** and Irwan PRASETYO****

1. はじめに

道路整備など、交通施設の整備に伴って発生する便益の中では、時間短縮便益が大きな割合を占めており、その算出で用いられる時間価値の意義は大きい。従来の時間価値算出方法の一つである所得接近法では、移動の短縮時間は労働に充てられるとし、賃金率を時間価値として用いてきた¹⁾。しかし、この想定は、労働を行わない休日では必ずしも成り立たない。Prasetyo *et al.*²⁾は、休日は労働の制約が無く、自由時間において自分が行いたい様々なアクティビティを選択することに着目し、移動時間が短縮して自由時間が増加すれば、個人は、その時間において自分が行いたいアクティビティを行う可能性を指摘した。また、休日では、移動時間短縮との代替関係にあるのは労働ではなく、個人が行うアクティビティにあると考え、休日の時間価値は、個人が行うアクティビティに着目して考える必要性を示唆している。しかし、時間価値を実際に推定する手法の開発にまでは至っていない。そこで本研究では、個人が休日に行う各種のアクティビティに着目し、アクティビティの時間価値の推定方法を体系的に示すことを目的とする。

2. モデル

(1) 効用関数の特定化

休日1日の活動によって個人 n が享受する総効用 U_n を、既往の研究^{3), 4)}に従い、アクティビティ i の消費時間により得られる効用 $U_{ni}(t_i)$ 、休日1日の合成財の消費時間によって得られる効用 $U_{nq}(q)$ 、合成財消費によって得られる効用 $U_{nz}(z)$ の総和とする。合成財とは、対象アクティビティ以外の財をまとめて一つの財として表現したものであり、ここでは、睡眠や食事など生活する上で必ず消費する財を指す。

$$U_n(z_n, q_n, t_{n1}, \dots, t_{ni}, \dots, t_{nI}) = \sum_i U_{ni}(t_{ni}) + U_{nq}(q_n) + U_{nz}(z_n) \quad (1)$$

t_{ni} : 個人 n が余暇活動 i に費やす時間

q_n : 個人 n が合成財 z_n を消費するのに要する時間

ここでは対数関数を用いて以下のように特定化する。

$$U_n = \sum_i \gamma_{ni} \ln(t_{ni} + 1) + \mu_n \ln(q_n) + \xi_n \ln(z_n) \quad (2)$$

γ_{ni} : アクティビティ i の活動に関するパラメータ、

μ_n : 合成財の消費時間に関するパラメータ、

ξ_n : 合成財に関するパラメータ

(2) 時間配分モデルの導出

「個人 n が、予算制約と時間制約の下で、効用が最大になるように時間配分を行う」という効用最大化仮説から、最適な時間配分条件を求める。

$$\text{Max}_{t_{ni}, q_n, z_n} U_n(z_n, q_n, t_{n1}, \dots, t_{ni}, \dots, t_{nI}) \quad (3)$$

$$\text{Subject to } c_{zn} z_n + \sum_i c_{ui} t_{ni} + C_{nm} < R_n \quad (4)$$

$$q_n + \sum_i t_{ni} + T_n \leq H_n \quad (5)$$

c_{ui} : 余暇活動 i に参加するための単位時間当たり費用、

c_{zn} : 合成財価格(1に基準化)、 G_n : 個人 n の移動総費用、

T_n : 個人 n の移動総時間、 R_n : 個人 n の予算上限、

H_n : 個人 n の総利用可能時間

式(3)の効用を制約条件式(4), (5)のもとで最大にする t_{ni} , q_n , z_n は、式(6)で表される個人 n に関するラグランジュ関数を、 t_{ni} , q_n , z_n に関して偏微分することによって得られる。

$$l_n = \sum_i \gamma_{ni} \ln(t_{ni} + 1) + \mu_n \ln(q_n) + \xi_n \ln(z_n) \quad (6)$$

$$+ \lambda_{nC} (R_n - c_{zn} z_n - \sum_i c_{ui} t_{ni} - G_n) + \lambda_{nT} (H_n - q_n - \sum_i t_{ni} - T_n)$$

λ_{nC} , λ_{nT} : 予算制約, 時間制約に対応するラグランジュ乗数
クーン・タッカーの一階条件より、 t_{ni} , q_n , z_n で偏微分して整理すると次のようになる。なお、合成財は生活する上で必要な財であり、 q_n , $z_n = 0$ という状況は、現実には有り得ないため、それらに関連する条件は考慮していない。

$$\frac{\gamma_{ni}}{t_{ni} + 1} = \frac{\mu_n}{q_n} + \frac{c_{ui} \xi_n}{c_z z_n} \quad \text{if } t_{ni} > 0 \quad (7)$$

$$\frac{\gamma_{ni}}{t_{ni} + 1} \leq \frac{\mu_n}{q_n} + \frac{c_{ui} \xi_n}{c_z z_n} \quad \text{if } t_{ni} = 0 \quad (8)$$

次に、財を消費することにより効用が減少することは有り得ないため、各係数は非負とし、次のように特定化する。

$$\gamma_{ni} = \exp(\mathbf{A}_i \mathbf{X}_{ni} + \varepsilon_{ni}) \quad (9)$$

$$\mu_n = \exp(\mathbf{B} \mathbf{Y}_n) \quad (10)$$

$$\xi_n = \exp(\mathbf{C} \mathbf{Y}_n) \quad (11)$$

\mathbf{A}_i , \mathbf{B} , \mathbf{C} : 未知パラメータベクトル、 \mathbf{X}_{ni} : アクティビティ属性ベクトル、 \mathbf{Y}_n : 個人属性ベクトル、 ε_{ni} : 個人 n のアクティビティ

*Keywords: 時間価値, 時間配分モデル, 離散選択モデル

**正会員 修(工), 国土交通省松江国道工事事務所

(〒690-0017 松江市西津田 2-6-28)

TEL: 0852-26-2131, FAX: 0852-22-9716)

正会員 工博, *正会員 修(工), *****非会員 M. P. M.

東京工業大学大学院理工学研究科土木工学専攻

(〒152-8552 目黒区大岡山 2-12-1)

TEL: 03-5734-2693, FAX: 03-5734-3578)

イ i の誤差 (誤差はアクティビティにのみ存在すると仮定)
式 (7), (8) に式 (9), (10), (11) を代入して対数を取り, ε_{ni} について整理すると次のようになる.

$$L_{T_{ni}} = \ln(t_{ni} + 1) + \ln\left(\frac{\exp(\mathbf{B}\mathbf{Y}_n - \mathbf{A}_i\mathbf{X}_{ni}) + c_{ni}\exp(\mathbf{C}\mathbf{Y}_n - \mathbf{A}_i\mathbf{X}_{ni})}{q_n}\right) \quad (t_{ni} > 0) \quad (12)$$

$$L_{T_{ni}} \leq \ln(t_{ni} + 1) + \ln\left(\frac{\exp(\mathbf{B}\mathbf{Y}_n - \mathbf{A}_i\mathbf{X}_{ni}) + c_{ni}\exp(\mathbf{C}\mathbf{Y}_n - \mathbf{A}_i\mathbf{X}_{ni})}{q_n}\right) \quad (t_{ni} = 0) \quad (13)$$

誤差項 ε_{ni} が平均 0, 分散 σ^2 の正規分布に従うとすれば, 次の個人尤度を持つ非線形 Tobit 時間配分モデル^{3), 4)} が導出される.

$$L_{T_{ni}} = \begin{cases} \frac{1}{\sigma} \phi\left[\frac{\ln(t_{ni} + 1) + \ln(D_{ni})}{\sigma}\right] & \text{if } t_{ni} > 0 \\ \Phi\left(\frac{\ln(D_{ni})}{\sigma}\right) & \text{if } t_{ni} = 0 \end{cases} \quad (14)$$

$$D_{ni} \equiv \frac{\exp(\mathbf{B}\mathbf{Y}_n - \mathbf{A}_i\mathbf{X}_{ni})}{q_n} + \frac{c_{ni}\exp(\mathbf{C}\mathbf{Y}_n - \mathbf{A}_i\mathbf{X}_{ni})}{c_{zn}z_n} \quad (15)$$

$L_{T_{ni}}$: 個人 n のアクティビティ i に関する尤度

ϕ : 標準正規確率密度関数, Φ : 標準正規分布関数

未知パラメータ $\mathbf{A}_i, \mathbf{B}, \mathbf{C}, \sigma$ は, 以下の対数尤度関数を用いて最尤法により推定する.

$$LL_T = \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^m \ln(L_{T_{ni}}) \quad (16)$$

m : 選択肢の総数, N : サンプルの総数

(3) アクティビティ選択モデルの導出

各アクティビティの限界効用は, 費用と時間という 2 つの制約条件が存在するため, 効用最大化の時に必ずしも一致しない. これより, 「仮想的に自由時間が増加して新たなアクティビティが行える時, 個人は限界効用が一番大きいアクティビティを選択する」という行動仮説が想定される.

アクティビティ i の時間に対する限界効用は, 式(2)を t_{ni} について偏微分し, 式(9)を代入すると次のように表される.

$$\frac{\partial U_n}{\partial t_{ni}} = \frac{\gamma_{ni}}{t_{ni} + 1} = \frac{1}{t_{ni} + 1} \exp(\mathbf{A}_i\mathbf{X}_{ni} + \varepsilon_{ni}) \quad (17)$$

式(17)の対数をとって単調変換を行う.

$$\ln\left(\frac{\partial U_n}{\partial t_{ni}}\right) = \mathbf{A}_i\mathbf{X}_{ni} - \ln(t_{ni} + 1) + \varepsilon_{ni} \equiv V_{ni} + \varepsilon_{ni} \quad (18)$$

誤差項 ε_{ni} は, 時間配分モデル導出時の仮定より, 平均 0, 分散 σ^2 の正規分布に従うので, 次の多項プロビットモデルが導出される. 但しここでは, 時間配分モデル (RP データ) のランダム項と活動選択モデル (SP データ) のランダム項の分散不均一性は考慮しない.

$$P_{ni} = \int_{\rho_{ni1}=-\infty}^{V_{ni}-V_{n1}} \int_{\rho_{ni2}=-\infty}^{V_{ni}-V_{n2}} \cdots \int_{\rho_{nim}=-\infty}^{V_{ni}-V_{nm}} \phi(\rho_{ni}^i) d\rho_{nim} \cdots d\rho_{ni2} d\rho_{ni1} \quad (19)$$

$$\phi(\rho_{ni}^i) \equiv \frac{1}{(\sqrt{2\pi})^{m-1} |\Omega|^{1/2}} \exp\left[-\frac{1}{2} \rho_{ni}^i{}' (\Omega)^{-1} \rho_{ni}^i\right] \quad (20)$$

$\rho_{nim} = \varepsilon_{nm} - \varepsilon_{ni}$, Ω : ρ の分散共分散行列

未知パラメータ \mathbf{A}_i, σ は, 次式で表される対数尤度関数を用いて最尤推定法で求める.

$$LL_p = \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^m \delta_{ni} \ln(P_{ni}) \quad (21)$$

δ_{ni} : 個人 n の活動 i を選択したことを示すダミー変数

3. 時間配分モデルと活動選択モデルの統合

共通の誤差項を有する 2 つのモデルを統合利用して, パラメータ推定を行う方法を提案する. これにより, 時間配分 RP データと追加時間に関する SP データの両者が有する情報を活用し, より信頼性の高い推定が可能になると期待される.

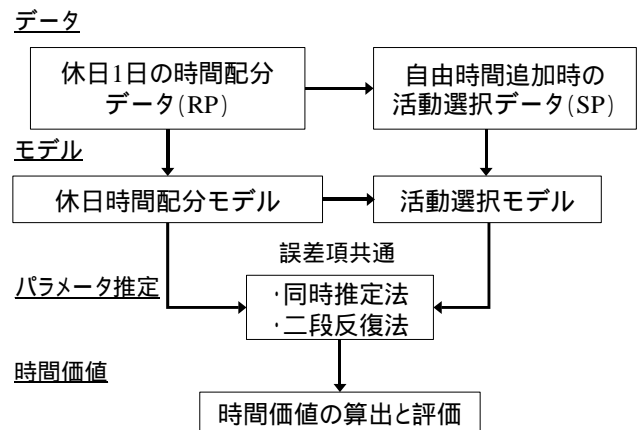


図1 データ・モデル・パラメータ推定・時間価値算出の体系図

(1) 同時推定法

2 つのモデルが共通の誤差項を有していることに着目し, それぞれの対数尤度関数を足し合わせた新たな対数尤度関数 LL を用いて最尤推定を行い, 未知パラメータを推定する.

$$LL = LL_T + LL_p \quad (22)$$

(2) 二段反復法

同時推定法では, 性質の異なる 2 つのモデルの対数尤度を足し合わせた尤度関数を用いるため, 尤度関数が複雑となりパラメータ推定が困難になると考えられる. そこで, 2 つのモデルに共通な未知パラメータ \mathbf{A}_i, σ があることに着目し, 共通パラメータを用いて交互にパラメータが収束するまで繰り返し推定を行う二段反復法を提案する (図2).

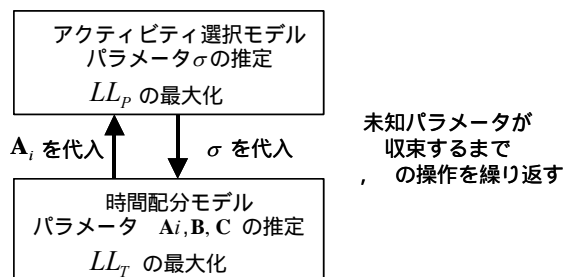


図2 二段反復法による推定方法のイメージ

4. パラメータの推定と感度分析

3. で提案したパラメータの推定方法によって得られる推定値が, データ条件によりどのような影響を受けるかを知る

ために、予め仮定した真のパラメータ値からモンテカルロ法により仮想データセットを作成し、パラメータ推定値の感度分析を行う。

(1)モンテカルロ法による仮想データ作成方法⁵⁾

- 仮想データを以下の手順で作成する(表1)。
- パラメータの真値を設定；
- 変数(t_{ni} を除く)、誤差 ε_{ni} を正規乱数を用いて作成；
- アクティビティ活動時間 t_{ni} の算出(Tobit モデルによる)
- アクティビティ選択結果の算出(Probit モデルによる)

表1 感度分析の基準値

変数	乱数	レンジ・形状
X_{ni} アクティビティ i の説明変数	一様乱数	0~10
Y_n 個人属性変数	一様乱数	0~10
z_n 合成財	一様乱数	2500~4000
q_n 合成財の消費時間	一様乱数	180~300
ε_{ni} 誤差項	正規乱数	平均0, $\sigma=0.4$
I アクティビティの種類	2種類	
c_{n1} アクティビティ1の単位時間費用	30	
c_{n2} アクティビティ2の単位時間費用	40	
N サンプル数	1000	
パラメータの真値	$A_1=0.4, A_2=0.2, B=0.6, C=0.8$	

(2)推定結果の感度分析

a)初期値を変更した場合

最尤推定の代表的な方法であるニュートン・ラフソン法は、初期値を与えてパラメータを推定する。ここでは、未知パラメータ A_1, A_2, B, C, σ の初期値を 0~1 の一様乱数として作成した初期値セットを 50 組作成し、初期値によるパラメータ推定の影響を検証した(表2)。

同時推定法では、収束計算の途中でヘッセ行列の逆行列が計算できなくなり推定ができないものが多数あった。これは、パラメータ A_1, A_2, B, C が構造パラメータであるのに対して、 σ はデータの誤差に関するパラメータであるため、収束の性質が異なるからだと考えられる。このため、 σ を別に推定する二段反復法では、全ての場合において収束したことがわかる。また、二段反復法は全て大域解が得られたが、同時推定法は局所解をとることがある。そのため推定値が尤度最大となるかを確認する必要がある。

b)調査精度、サンプル数を変更した場合

最初に、データの誤差の標準偏差 σ を 0.2, 0.4, 1.0, 2.0 と変化させて推定パラメータの精度を検証した(表3)。この時、 t 値は、同時推定法に基づいて推定した場合の方が全体的に大きな値となり、精度が高くパラメータが推定できていると言える。しかし、 σ を除きその差はわずかであり、精度の差があまり無いことが伺える。また、二段反復法の σ の t 値が小さく推定されるが、これは二段反復法では同時推定法と異なり、 σ を別に推定をしているため、推定誤差が大きくなったと考えられる。

次に、総サンプル数 N を 40, 100, 500, 1000 と変化させて推定を行った(表4)。調査精度を変更した時と同様、二段

反復法による σ は、サンプル数が小さくなるにつれ、真値と推定値が大きく乖離する。このため、二段反復法を用いて σ を推定する場合、十分なサンプル数の確保が必要である。

表2 初期値を変更した時の収束回数(試行50回分の結果)

		同時推定法	二段反復法
収束	大域解	6(12%)	50(100%)
	局所解	2(4%)	0(0%)
収束しない		42(84%)	0(0%)

表3 調査精度を変更した場合のパラメータ推定値の変化

(a)同時推定法

	真値	$A_1=0.3$	$A_2=0.2$	$B=0.6$	$C=0.8$	σ	χ^2 値
$\sigma=0.2$ の場合	推定値	0.301	0.201	0.600	0.802	0.204	249,143
	t 値	168.8	117.2	331.8	358.7	54.9	
$\sigma=0.4$ の場合	推定値	0.301	0.202	0.599	0.804	0.409	96,459
	t 値	87.4	61.2	168.2	192.3	54.8	
$\sigma=1.0$ の場合	推定値	0.308	0.211	0.605	0.813	1.027	20,500
	t 値	33.7	23.8	66.1	86.1	52.9	
$\sigma=2.0$ の場合	推定値	0.316	0.219	0.608	0.827	2.055	5,462
	t 値	20.5	14.7	34.6	53.4	49.8	

(b)二段反復法

	真値	$A_1=0.3$	$A_2=0.2$	$B=0.6$	$C=0.8$	σ	χ^2 値
$\sigma=0.2$ の場合	推定値	0.301	0.301	0.600	0.802	0.201	249,499
	t 値	156.0	156.0	326.6	349.1	16.7	
$\sigma=0.4$ の場合	推定値	0.303	0.303	0.601	0.806	0.423	91,950
	t 値	76.6	76.6	157.8	179.6	16.8	
$\sigma=1.0$ の場合	推定値	0.309	0.309	0.606	0.815	1.039	19,810
	t 値	33.7	33.7	65.8	88.7	15.6	
$\sigma=2.0$ の場合	推定値	0.306	0.306	0.597	0.805	1.873	9,430
	t 値	19.4	19.4	36.3	57.0	14.7	

表4 サンプル数を変更した場合のパラメータ推定値の変化

(a)同時推定法

	真値	$A_1=0.3$	$A_2=0.2$	$B=0.6$	$C=0.8$	$\sigma=0.4$	χ^2 値
$N=40$ の場合	推定値	0.336	0.231	0.616	0.839	0.368	4,070
	t 値	19.8	14.4	39.3	42.9	11.4	
$N=100$ の場合	推定値	0.313	0.206	0.609	0.807	0.382	10,116
	t 値	29.5	20.0	55.9	65.2	17.9	
$N=500$ の場合	推定値	0.305	0.203	0.608	0.802	0.377	50,404
	t 値	69.3	46.8	124.6	148.6	39.6	
$N=1000$ の場合	推定値	0.301	0.202	0.599	0.804	0.409	96,459
	t 値	87.4	61.2	168.2	192.3	54.8	

(b)二段反復法

	真値	$A_1=0.3$	$A_2=0.2$	$B=0.6$	$C=0.8$	$\sigma=0.4$	χ^2 値
$N=40$ の場合	推定値	0.351	0.256	0.631	0.866	0.585	4,373
	t 値	11.7	9.0	24.6	26.9	2.9	
$N=100$ の場合	推定値	0.317	0.206	0.611	0.808	0.348	10,773
	t 値	29.7	19.7	59.5	68.1	5.2	
$N=500$ の場合	推定値	0.303	0.199	0.606	0.797	0.336	48,409
	t 値	69.5	46.3	134.5	157.6	12.2	
$N=1000$ の場合	推定値	0.303	0.204	0.601	0.806	0.423	91,950
	t 値	76.6	53.6	157.8	179.6	16.8	

5. 休日アクティビティの時間価値推定

(1)アクティビティ時間価値の導出

個人 n のアクティビティ i に対する時間価値を、活動時間と活動費用の限界代替率の比として定義する。

$$VOT_{ni} = -\frac{\text{アクティビティ } i \text{ の活動時間の限界効用}}{\text{アクティビティ } i \text{ の活動費用の限界効用}} = -\frac{\partial c_{ni}}{\partial t_{ni}} \quad (23)$$

c_{ni} : 個人 n がアクティビティ i に要する費用

すると、本研究におけるアクティビティ i の時間価値は、次のように表される。

$$\begin{aligned} VOT_{ni} &= -\frac{\frac{\partial U_n}{\partial t_{ni}}}{\frac{\partial U_n}{\partial c_{ni}}} = \frac{\frac{\partial U_{ni}}{\partial t_{ni}}}{\frac{\partial U_{nz}}{\partial z_n}} \\ &= \frac{\gamma_i}{\xi} \frac{z_n}{t_{ni} + 1} \\ &= \exp(\mathbf{A}_i \mathbf{X}_{ni} - \mathbf{C} \mathbf{Y}_n + \varepsilon_{ni}) \frac{z_n}{t_{ni} + 1} \end{aligned} \quad (24)$$

$\hat{\mathbf{A}}, \hat{\mathbf{C}}$: パラメータ推定値

誤差項 ε_{ni} は未知なので、実際に求めるのは式(24)の期待値を取った期待時間価値である。この式より、時間価値は、個人属性、アクティビティにより異なる値となる。

(2) 時間価値の信頼区間推定方法

パラメータ推定値が分散を持つため、期待時間価値にもばらつきが生じる。ここでは、推定された個人の時間価値がどれだけ信頼できるのかを評価する方法を示す。

誤差伝播の法則より、期待時間価値 $\overline{VOT_{ni}}$ の分散は、次のように計算される。

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}_{VOT_{ni}}^2 &= \left(\frac{\partial \overline{VOT_{ni}}}{\partial \hat{\mathbf{A}}_i} \right)^2 \sigma_{\hat{\mathbf{A}}_i}^2 + \left(\frac{\partial \overline{VOT_{ni}}}{\partial \hat{\mathbf{C}}} \right)^2 \sigma_{\hat{\mathbf{C}}}^2 + 2 \frac{\partial \overline{VOT_{ni}}}{\partial \hat{\mathbf{A}}_i} \frac{\partial \overline{VOT_{ni}}}{\partial \hat{\mathbf{C}}} \sigma_{\hat{\mathbf{A}}_i \hat{\mathbf{C}}} \\ &= \left\{ \exp(\hat{\mathbf{A}}_i \mathbf{X}_{ni} - \hat{\mathbf{C}} \mathbf{Y}_n) \frac{z_n}{t_{ni} + 1} \right\}^2 \left(\mathbf{X}_{ni}^2 \sigma_{\hat{\mathbf{A}}_i}^2 + \mathbf{Y}_n^2 \sigma_{\hat{\mathbf{C}}}^2 - 2 \mathbf{X}_{ni} \mathbf{Y}_n \sigma_{\hat{\mathbf{A}}_i \hat{\mathbf{C}}} \right) \end{aligned} \quad (25)$$

$\hat{\sigma}_{VOT_{ni}}^2$: 期待時間価値の分散, $\hat{\sigma}_{\hat{\mathbf{A}}_i}^2$: 推定パラメータ \mathbf{A}_i の分散, $\hat{\sigma}_{\hat{\mathbf{C}}}^2$: 推定パラメータ \mathbf{C} の分散, $\hat{\sigma}_{\hat{\mathbf{A}}_i \hat{\mathbf{C}}}$: 推定パラメータ \mathbf{A}_i, \mathbf{C} の共分散

時間価値の分散が t 分布に従うことより、 $1-\alpha$ の信頼区間は次のように表される (N : サンプル数)。

$$\left(\overline{VOT_{ni}} - t_{1-\frac{\alpha}{2}} \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_{VOT_{ni}}^2}}{\sqrt{N-1}}, \overline{VOT_{ni}} + t_{1-\frac{\alpha}{2}} \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_{VOT_{ni}}^2}}{\sqrt{N-1}} \right) \quad (26)$$

(3) 時間価値信頼区間の感度分析

4. の感度分析で推定されたパラメータを基に、時間価値の信頼区間の感度分析を行う。ここでは、1 番目のアクティビティに着目し、各変数の平均値を用いた時間評価値の中央値の信頼区間を評価する。表5、表6に分析結果を示す。

調査精度、サンプル数を変えた場合のいずれにおいても、同時推定法の方が二段反復法に比べて信頼区間の幅が小さくなっていることが伺えるが、その差はあまり大きくない。一方、 σ が大きくなるにつれて、あるいは、サンプル数が少なくなるにつれて、信頼区間の変動幅が大きくなっていることを確認される。今後、実証分析を行う場合に必要データ数や調査精度を判断する際に参考となるものと期待される。

表5 調査精度を変化させた時の時間価値信頼区間

(a)同時推定法

	2.5%信頼下限	中央値	2.5%信頼上限	レンジ	変動率(%)
0.2	35.05	35.08	35.11	0.07	0.19
0.4	34.79	34.85	34.92	0.13	0.37
1.0	34.43	34.58	34.73	0.30	0.87
2.0	33.47	33.75	34.03	0.56	1.67

(b)二段反復法

	2.5%信頼下限	中央値	2.5%信頼上限	レンジ	変動率(%)
0.2	35.01	35.05	35.08	0.07	0.19
0.4	34.63	34.70	34.76	0.13	0.39
1.0	34.34	34.50	34.65	0.31	0.89
2.0	35.80	36.07	36.35	0.56	1.55

表6 サンプルを変更させた時の時間価値信頼区間

(a)同時推定法

サンプル数	2.5%信頼下限	中央値	2.5%信頼上限	レンジ	変動率(%)
$N=40$	32.84	33.11	33.38	0.54	1.62
$N=100$	34.36	34.54	34.73	0.37	1.06
$N=500$	34.82	34.91	34.99	0.16	0.46
$N=1000$	34.79	34.85	34.92	0.13	0.37

(b)二段反復法

サンプル数	2.5%信頼下限	中央値	2.5%信頼上限	レンジ	変動率
$N=40$	32.93	33.36	33.79	0.87	2.60
$N=100$	33.00	33.16	33.33	0.33	0.98
$N=500$	35.24	35.33	35.43	0.19	0.55
$N=1000$	34.63	34.70	34.76	0.13	0.39

レンジ = 2.5%信頼区間上限 - 2.5%信頼区間下限

変動率 = レンジ / 中央値

6. おわりに

本研究では、休日の時間価値は個人が行うアクティビティにあるという想定のもと、アクティビティ別の時間価値の推定方法を体系的に示した。また、モンテカルロ実験による仮想データからパラメータ推定方法、時間価値の感度分析を行い、特性を明らかにした。今後の課題としては、実データを用いた分析、平日-休日間の相互作用の分析、心理的ニーズと時間価値との関係の考察等が挙げられる。

参考文献

- 例えば、運輸省航空局監修：空港整備事業の費用対効果マニュアル, pp.26-28, 1999.
- Prasetyo, I., Tamura, S., Yai, T. and Shimizu, T.: Analysis on User's Perception of Travel Time Saving Benefit Using Activity Based Approach, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.4, No.3, pp.99-144, 2001.
- 藤井聡, 北村隆一, 熊田善亮：交通需要解析のための所得制約・自由時間制約下での消費行動のモデル化, 土木学会論文集, No625/IV-44, pp.99-112, 1999.
- 山本俊行, 阿部昌幸, 藤井聡, 北村隆一：個人の自由目的来訪活動における滞在時間・出費・来訪頻度同時選択モデルの構築, 土木計画学研究・論文集, No.16, pp.561-567, 1999.
- 牧厚志：応用計量経済学入門, 日本評論社, 2001.