

# 平日と休日の関係に着目した活動時間価値推計に関する研究

## Measuring Value of Activity Time

### Incorporating the Interactions between Weekdays and Weekends

屋井研究室 02M30398 渡部数樹 (Kazuki Watanabe)

**Keywords** : 活動時間価値, 平日と休日, 時間配分モデル, 潜在変数モデル

*Value of activity time, a weekday and a holiday, time allocation model, latent variable model*

#### 1. 背景と目的

交通プロジェクトの時間短縮便益計算において重要な原単位となる時間価値は、現行の公共投資評価マニュアルにおいては所得接近法に基づいて設定されている。しかし、資源としての時間を全て労働に充てたものと考え、この方法に対しては、従来、数多くの疑問が投げかけられている。特に、労働が営まれない休日の場合、労働と余暇に関するこのような関係は一般には成立しないと考えるのが妥当である。さらに、休日において多くの人が一斉に宅外活動を行って行楽地で過度な交通渋滞が生じる等といった休日特有の現象を考えると、時間価値を平日と休日とで区別することは重要である。

そこで本研究では、対象行動の時間と費用のトレードオフ関係から、休日における活動の時間価値を定式化し、時間利用データを用いてその値を推計することを目的とする。その際、平日の時間配分結果や活動状況に対する心理的満足度が、休日の時間価値に及ぼす影響にも着目する。

#### 2. 既往研究と本研究の位置付け

時間価値に関しては Becker(1965)により時間配分モデルが提唱されて以来様々な研究がなされている。最近でも森川ら(2002)や日本交通政策研究会(2003)等をはじめとして、特に移動の時間価値に焦点をあてた研究が行われている。これに対して研究は移動を含めた活動全体の時間価値を考慮している。

平日と休日の差異を考慮した時間利用に関する研究は、これまでも Bhat and Misra(1999)や奥村・塚井(1999)などが見られる。本研究は、休日の時間配分モデルに、

平日と休日の関係から規定される潜在的な影響を組み込んでいる点が異なっている。

#### 3. 平日の影響を考慮した休日行動モデル

##### 3-1 休日時間配分モデル

本研究では休日における個人の時間利用行動を、効用理論を用いて考える。モデル化の前提条件を以下に挙げる。

- ① 個人は休日 1 日において、利用可能時間 ( $T$ ) である 24 時間を、必需活動時間 ( $t^N$ )、自由活動時間 ( $t_k (\forall k)$ ) にそれぞれ配分している。
- ② 個人は、利用可能金額 ( $Y$ ) の範囲において、それを活動費用 ( $c_k (\forall k)$ ) と合成財 ( $x$ ) の消費に充てているとする。
- ③ 活動費用は活動時間の関数で表現される

以上を効用最大化問題として定式化すると次の式(1)~(5)で表現される。

$$\max U(t^N, t_1, \dots, t_K, x) \quad (1)$$

s. t.

$$t^N + \sum_{k=1}^K t_k = T \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^K c_k(t_k) + px = Y \quad (3)$$

$$t_1, \dots, t_K \geq 0 \quad (4)$$

$$t^N, x > 0 \quad (5)$$

ただし、 $K$  : 活動の総数、 $p$  : 合成財価格、である。

ここで、(1)式における直接効用関数を、式(6)で表現される Cobb-Douglas 型効用関数で特定化し、対数変換後(式(7))、Lagrange の未定乗数法で解くことにより、式

(8), (9)の関係式を得る.

$$u = \prod_{k=1}^K (t_k + 1)^{\alpha_k} (t^N)^{\beta} x^{\gamma} \quad (6)$$

$$U(t_1, \dots, t_K, t^N, x) = \sum_{k=1}^K \alpha_k \ln(t_k + 1) + \beta \ln t^N + \gamma \ln x \quad (7)$$

$$\frac{\alpha_k}{\hat{t}_k + 1} = \frac{\beta}{\hat{t}^N} + \frac{\gamma}{px} \frac{\partial c_k}{\partial t_k} \quad (t_k \neq 0 \text{ のとき}) \quad (8)$$

$$\frac{\alpha_k}{\hat{t}_k + 1} = \frac{\beta}{\hat{t}^N} + \frac{\gamma}{px} \frac{\partial c_k}{\partial t_k} \quad (t_k = 0 \text{ のとき}) \quad (9)$$

式(8), (9)における は最適解であることを意味している.

いま, 未知パラメータである  $\alpha, \beta, \gamma$  について, 非負条件を考慮して以下のように特定化する.

$$\alpha_k = \exp(\mathbf{A}_k \mathbf{X}_k + \mathbf{D}_k \mathbf{X}_k^* + \varepsilon) \quad (10)$$

$$\beta = \exp(\mathbf{BZ}) \quad (11), \quad \gamma = \exp(\mathbf{CZ}) \quad (12)$$

ただし,  $\mathbf{A}_k, \mathbf{D}_k, \mathbf{B}, \mathbf{C}$ : 未知パラメータベクトル,  $\mathbf{X}_k, \mathbf{X}_k^*$ : 活動  $k$  に関する説明変数,  $\mathbf{Z}$ : 必需活動時間・合成財消費に関する説明変数 (社会経済属性など),  $\varepsilon$ : ランダム項 ( $\varepsilon \sim NID(0, \sigma^2)$ ), である. なお, 本研究では, 自由活動の個人間異質性が大きいと想定しているため, 自由活動時間消費についてのみ誤差項を設けている. 以上, 式(8)~(12)より

$$\begin{aligned} \hat{\varepsilon} &= \ln(\hat{t}_k + 1) \\ &+ \ln \left( \frac{\exp(\mathbf{BZ} - \mathbf{A}_k \mathbf{X}_k - \mathbf{D}_k \mathbf{X}_k^*)}{\hat{t}^N} \right. \\ &\quad \left. + \frac{\frac{\partial c_k}{\partial t_k} \exp(\mathbf{CZ} - \mathbf{A}_k \mathbf{X}_k - \mathbf{D}_k \mathbf{X}_k^*)}{px} \right) \\ &\quad (t_k \neq 0 \text{ のとき}) \quad (13) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{\varepsilon} &\leq \ln(\hat{t}_k + 1) \\ &+ \ln \left( \frac{\exp(\mathbf{BZ} - \mathbf{A}_k \mathbf{X}_k - \mathbf{D}_k \mathbf{X}_k^*)}{\hat{t}^N} \right. \\ &\quad \left. + \frac{\frac{\partial c_k}{\partial t_k} \exp(\mathbf{CZ} - \mathbf{A}_k \mathbf{X}_k - \mathbf{D}_k \mathbf{X}_k^*)}{px} \right) \\ &\quad (t_k = 0 \text{ のとき}) \quad (14) \end{aligned}$$

が導かれ, 活動に対する尤度は, 式(15), (16)で表現される (ただし,  $\phi(\cdot)$ : 標準正規確率密度関数,  $\Phi(\cdot)$ : 標準正規分布関数). この形は藤井ら(1999)で示されている非線形 Tobit モデルと同様の形式である.

$$L_k = \begin{cases} \frac{1}{\sigma} \phi \left[ \frac{\ln(\hat{t}_k + 1) + \ln(R_k)}{\sigma} \right] & \text{if } \hat{t}_k \neq 0 \\ \Phi \left( \frac{\ln(R_k)}{\sigma} \right) & \text{if } \hat{t}_k = 0 \end{cases} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} R_k &\equiv \frac{\exp(\mathbf{BZ} - \mathbf{A}_k \mathbf{X}_k - \mathbf{D}_k \mathbf{X}_k^*)}{\hat{t}^N} \\ &+ \frac{\frac{\partial c_k}{\partial t_k} \exp(\mathbf{CZ} - \mathbf{A}_k \mathbf{X}_k - \mathbf{D}_k \mathbf{X}_k^*)}{px} \end{aligned} \quad (16)$$

全ての活動に対する対数尤度を足し合わせて尤度関数を定義し, この関数を最大化する値として未知パラメータが推定される.

$$LL = \sum_{k=1}^K \ln(L_k) \quad (17)$$

### 3-2 潜在変数モデルによる平日の影響の考慮

休日の行動モデルを考える上で重要な点として, 平日行動結果の考慮が挙げられる. 例えば, ある個人の一週間の活動を考えた場合, 平日に多くの労働時間を拘束されている人は, 平日には行うことができなかった趣味やスポーツなどの自由活動に, より多くの時間を配分することが考えられる.

このような平日と休日との間にある因果関係を記述するためには, 平日の活動結果の情報を休日活動モデルの説明変数として扱う方法がまず考えられるが, 行動モデルをより精緻なものにするためには, その潜在化した影響も考慮することが望ましい.

そこで, 本研究では平日の活動結果とそれに対する各種主観的評価が休日の時間配分に及ぼす影響を潜在変数 ( $\mathbf{X}^*$ ) として取り込んでいる (図 1). これにより, 時間利用に関する休日の顕在化した要因だけでなく, 平日一休日間の潜在化した影響も説明要因として加えることができる. 潜在変数モデルについては式(18), (19)で表される.

【構造方程式】

$$\mathbf{X}^* = \mathbf{KS} + \zeta \quad (18)$$

【測定方程式】

$$\mathbf{I} = \mathbf{A}\mathbf{X}^* + \xi \quad (19)$$

ここで,  $\mathbf{S}$ : 個人属性,  $\mathbf{I}$ : 主観的評価値,  $\mathbf{K}, \mathbf{A}$ : 未知パラメータ行列,  $\zeta, \xi$ : ランダム項 ( $\zeta \sim MVN(0, \Psi), \xi \sim MVN(0, \Theta)$ ), である.

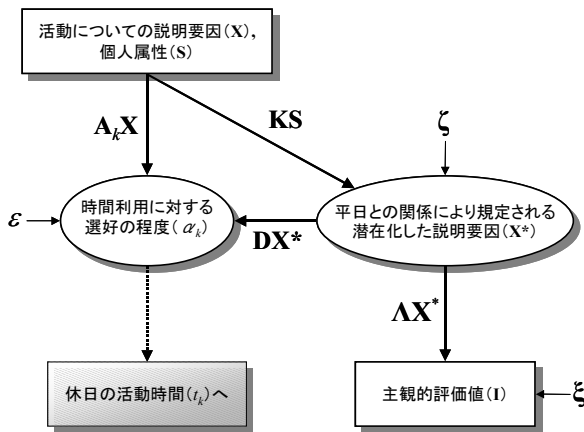


図1 時間配分・潜在変数統合モデル

### 3-3 未知パラメータの推定方法

時間配分・潜在変数の統合モデルの推定方法として、これまで離散選択モデルを中心に発展してきた考え（例えば、森川・佐々木 1993）に基づけば

- ① 潜在変数モデルを先に推定し、その推計値を用いて時間配分モデルを推定する方法（段階推定）
- ② 時間配分、潜在変数の両モデルを同時に推定する方法（同時推定）

の2通りの方法が考えられる。同時推定の方が、統計的な性質は望ましいものの、本研究のようにモデルの構造が非線形で、未知パラメータの数が比較的多い場合、推定に多大な時間を要することが想像される。そのため本研究では段階推定を採用する。つまり、

$$\hat{X}^* = \hat{K}S + \hat{\Psi}\hat{\Lambda}(\hat{\Lambda}\hat{\Psi}\hat{\Lambda} + \hat{\Theta})^{-1}(I - \hat{\Lambda}\hat{K}S) \quad (20)$$

で先に推定される潜在変数の推定値を式(10)に代入して時間配分モデルを推定する方法である。なお、段階推定による推定量は一致性を持つことが保証されている。

## 4. 休日行動に関するアンケート調査

### 4-1 調査概要

提案したモデルを同定するために、『休日の行動と意識に関する調査』と題したアンケート調査を実施した。調査の概要は表1の通りである。合計で664票を配布し、そのうち313票を回収した。さらに無記入回答があるものなどを除いた165票を有効票とみなし分析を行った。

回答者の個人属性は、年齢が全体平均で47.8歳、男女比は男性が73票に対して、女性が92票とやや女性の方が多い。これは調査時間帯や配布方法の都合上、主婦の回答が高くなってしまったことが原因であると思われる。

表1 アンケート調査の概要

調査期間	2003/12/18~12/28の10日間
調査対象地域	横浜市青葉区
調査事項	・平日と休日の時間利用データ ・休日と平日の関係についての主観的評価値 ・個人属性等
世帯抽出法	多段抽出法
配布・回収方法	訪問配布・留め置き・訪問または郵送回収

### 4-2 休日行動に関する意識

主観的評価値は、活動ごとに①他人との予定をあわせるため、休日に行いたいかな否か(活動共有性)、②活動の重要性、③時間的ゆとりがないので、休日に行いたいかな否か(時間的圧迫感)、④平日の活動時間の満足度、の4項目について5件法で回答を求めた(表2)。

表2 主観的評価値の平均値・分散

質問	仕事	学業	睡眠	食事	家事等	趣味・娯楽	スポーツ
①	1.69	2.29	-	2.85	2.85	<b>3.59</b>	<b>3.44</b>
	1.07	1.49	-	1.85	2.13	1.89	1.86
③	1.83	2.55	<b>3.13</b>	2.44	<b>3.18</b>	<b>3.53</b>	<b>3.32</b>
	1.26	1.59	1.91	1.36	1.53	1.62	1.69
①	<b>3.27</b>	<b>3.33</b>	<b>3.67</b>	2.46	-	2.49	<b>3.49</b>
	1.85	1.47	1.81	1.19	-	1.65	2.04
③	<b>3.38</b>	<b>3.20</b>	<b>3.70</b>	2.45	2.84	2.69	<b>3.62</b>
	1.57	1.59	1.65	1.21	1.42	1.56	1.80

\*上段:平均値, 下段:分散

趣味・スポーツといったレジャー活動は、スケジュールの都合や平日の時間的ゆとりの無さから、休日に行いたいと考えている人が多いことが伺える。

### 4-3 平日と休日の活動時間の比較

平日と休日の平均活動時間の比較を図2に示す。

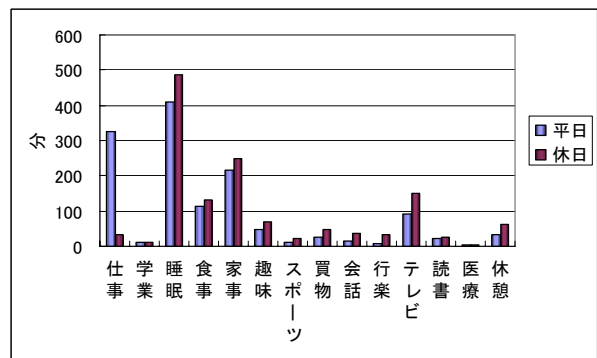


図2 平均活動時間の比較

仕事、学業、医療以外の活動は、休日の活動時間の方が大きく、テレビ・ラジオの視聴活動等においてその差が顕著であることが伺える。

## 5. 活動時間価値の推計

### 5-1 活動の統合化

推計にあたっては、有効サンプル数が少ないことやパ

ラメータ推定の効率化のため、活動を5種類に再分類した。うち1つは睡眠などの必需活動、残り4つは自由活動で、それぞれ拘束的活動、買い物活動、レジャー活動、マスメディア他活動、と呼ぶこととする(表3)。

表3 活動時間価値推定のための活動分類

必需活動	睡眠、食事、家事・身のまわりの用事
拘束的活動	仕事、学業、医療
買い物活動	買い物
レジャー活動	趣味・娯楽、スポーツ、会話・交際、行楽・散策
マスメディア他活動	テレビ・ラジオ、読書、休憩・休養

### 5-2 潜在変数モデルの特定化

モデルは、“平日から休日への影響因子”を潜在変数としたMIMIC(多指標多因子)モデルとし(図3)、パラメータを活動毎に推定した。用いたソフトウェアはAmos 4.0である。モデルの適合度は表4に示すとおりであるが、買い物活動とレジャー活動においては、適合度がやや低い結果となっている。

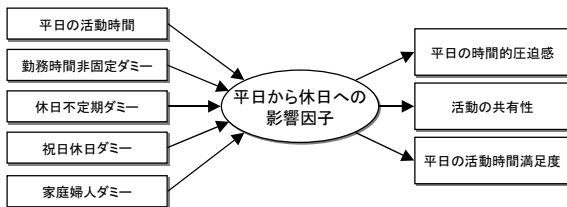


図3 潜在変数モデル

表4 潜在変数モデルの適合度

	拘束的活動	買い物活動	レジャー活動	マスメディア他活動
GFI	0.912	0.900	0.863	0.944
AIC	116.336	126.413	157.952	90.930

### 5-3 時間配分モデルの特定化

式(20)により求まる潜在変数の推定値を説明変数の一部に利用して、時間配分モデルのパラメータを推定した(表5)。用いたソフトウェアはGauss6.0である。

表5 推定した時間配分モデルのパラメータ

	(内容)	推定値	t 値
$A_k$	拘束的活動	-1.5186	-10.599
	買い物活動	0.0437	0.198
	レジャー活動	-0.1686	-0.937
	マスメディア他活動	-0.0122	-0.092
$D_k$	拘束的活動	-2.5296	-3.563
	買い物活動	-0.5115	-0.912
	レジャー活動	1.8020	3.423
	マスメディア他活動	0.0250	0.160
$B$	女性ダミー	1.5398	2.890
	大学卒以上ダミー	1.2864	2.844
	家庭婦人ダミー	0.8662	1.389
$C$	年齢	0.0696	6.091
	世帯人数	0.2762	1.773
$\epsilon$	(標準偏差)	3.3288	25.362

潜在変数に関するパラメータのt値から判断すると、拘束的活動とレジャー活動については潜在的な影響を考慮することの有用性が示されたといえる。活動に関する

説明変数の係数である $A_k$ については改善が見込まれる。

### 5-4 活動時間価値の推計

時間配分モデルの推定値から活動時間価値を推計する。活動時間価値(VOAT)を、各活動時間の限界効用に対する所得の限界効用(財としての時間価値)で定義する。

$$VOAT_k = -\frac{\partial U}{\partial t_k} = \exp(A_k X_k + D_k X_k^* - CZ + \epsilon) \frac{\hat{p}x}{\hat{t}_k + 1} \quad (21)$$

ここでランダム項 $\epsilon$ は未知であるため、活動時間価値の期待値である期待活動時間価値を推計する。

$$\overline{VOAT}_k = \exp\left(A_k X_k + D_k X_k^* - CZ + \frac{\sigma^2}{2}\right) \frac{\hat{p}x}{\hat{t}_k + 1} \quad (22)$$

式(22)により推定された活動時間価値を表6に示す。活動時間価値はレジャー活動、買い物活動といった、休日を中心に行われる活動は、相対的に大きな値を示していることが確認される。

表6 推計された活動時間価値

	中央値	代表的個人
拘束的活動	19.70	1.17
買い物活動	657.43	313.21
レジャー活動	652.53	373.82
マスメディア他活動	88.14	114.09

\*単位: [円/分]

## 6. 結論

本研究では、潜在変数モデルを統合した時間配分モデルを構築し、時間利用データから活動時間価値を推計した。推計結果より、休日においてはレジャー活動や買い物活動の活動時間価値が相対的に大きいことが確認できた。

### 参考文献

- 1) Becker, G. (1965) A Theory of the Allocation of Time, *The Economic Journal*, Vol.75, issue299, pp.493-517.
- 2) 森川高行, 姜美蘭, 祖父江誠二, 倉内慎也 (2002) 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, 土木計画学研究・論文集, Vol.19, no.3, pp.513-520.
- 3) 日本交通政策研究会 (2003) 交通における時間価値に関する研究, 日交研シリーズ A-338.
- 4) C. Bhat and R. Misra (1999) Discretionary activity time allocation of individuals between in-home and out-of-home and between weekdays and weekends, *Transportation* 26, pp.193-209.
- 5) 奥村誠, 塚井誠人 (1999) 平休日の生活時間評価構造に関する研究, 土木計画学研究・論文集, No.16, pp.181-186.
- 6) 藤井聡, 北村隆一, 熊田善亮 (1999) 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, No.625, IV-44, pp.99-112.
- 7) 森川高行, 佐々木邦明 (1993) 主観的要因を考慮した非集計離散型選択モデル, 土木学会論文集, No.470/IV-20, pp.115-124.