

# 大規模時間利用データを用いた世帯時間配分行動の分析\*

## Analysis of Household Time Allocation Behavior Based on a Large-Scale Time Use Data\*

張峻屹\*\*・大後戸勝\*\*\*・杉恵頼寧\*\*\*\*・藤原章正\*\*\*\*\*

By Junyi ZHANG\*\*・Masaru OSEDO\*\*\*・Yoriyasu SUGIE\*\*\*\*・Akimasa FUJIWARA\*\*\*\*\*

### 1. はじめに

「交通は派生需要である」という基本理念に基づく Activity-based アプローチは 1980 年代から欧米を中心に発展してきており、次世代交通計画手法として注目され、理論面と実用面での議論は盛んに行われている。本研究ではその理論面の課題について、時間利用データを用いて検証する。

Activity-based アプローチによる交通行動分析手法は今まで、個人の意思決定が他人から影響を受けないと仮定するのが主流であった。一方、人間社会における多くの意思決定はグループ意思決定であるということが、1930 年代に社会心理学者の Thorndike によって既に実証された<sup>1)</sup>。世帯におけるこのようなグループ意思決定は、世帯内での共同生活や構成員間の役割分担などの影響で、活動時間の配分行動だけではなく、車の保有や世帯内での共同利用行動に見られる。

一方、時間利用に関する研究は人々がどのように時間を利用するか、言い換えると、日々どのような活動をどこで、だれと一緒に行うか、その時間消費行動にどのように感じるかを対象とする。社会学の分野で 20 世紀初期頃から始められた歴史のある分野である<sup>2), 3)</sup>。時間利用データは交通行動分析だけではなく、交通プロジェクトの評価に欠かせない時間価値の計測や、社会基盤の整備による生活の質の評価などにも適用可能である<sup>4)</sup>。

本研究では時間利用データを用いて、世帯構成員間の相互作用を考慮した世帯時間配分モデルを構築する。今までは、小規模のアンケート調査から得られた時間配分データを用いた世帯時間配分行動の分析がなされた<sup>5)-8)</sup>が、得られた分析結果は一般性を

持つとは言えない。そこで、総務省が平成 13 年に実施した社会生活基本調査(調査 B)(約 4,000 世帯、約 19,000 人・日)という大規模時間利用データを用いて、世帯時間配分行動の特性について分析する。

### 2. 既往研究

時間利用に関する最初の研究はほぼ同時期の 1910 年代にアメリカとイギリスで展開された。初期の研究は工業化に伴う労働者の生活条件の研究とのリンクが強かった。日本では 1923 年に大阪市役所は最初の時間利用の調査を実施した<sup>9)</sup>。そして、日本放送協会(NHK)は 1960 年から 5 年ごとに「国民生活時間調査」を実施してきている。総務省は NHK より 16 年も遅れて、1976 年に第 1 回社会生活基本調査を実施し、以降 5 年に 1 回の調査を実施するようになった。

今まで、時間利用に関する研究は、非市場生産活動を反映していない国民経済計算体系の問題点を解消するための新たな国民経済計算方法への応用、労働力分析、社会変化、女性問題、生活の質、余暇活動分析、そして、交通行動分析など多くの分野に適用されてきている<sup>10)</sup>。交通行動分析における時間利用データの重要性は 1970 年代中ごろから認識されるようになった。その研究結果として、Hagerstrand の時空間アプローチ<sup>11)</sup>と従来の交通調査手法を融合した新しい交通行動分析手法の Activity-based アプローチは開発された。

グループの視点からみた時間利用のモデリング研究として、Glied & Koppelman (2000)の共同型活動参加モデル<sup>12)</sup>の開発は最初の試みであった。その後、Zhang ら<sup>5), 6)</sup>と Zhang & Fujiwara<sup>7)</sup>は彼らの加法型世帯効用関数の問題を解消するため、多項線形世帯効用関数と等弾力性世帯効用関数をそれぞれ適用し、グループ意思決定理論と時間配分理論<sup>13)</sup>を融合した 2 種類の世帯時間配分モデルを開発した。世帯時間配分モデルの基本構造は以下のとおりである。

$$\text{Maximize } HUF = H(u_{h1}, u_{h2}, \dots, u_{hn}) \quad (1)$$

$$\text{Subject to } \sum_j t_{hj} = T_{hi}, \text{ for } i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

ここで、HUF は世帯  $h$  の効用関数、 $t_{hj}$  は構成員  $i$

\*キーワード：交通行動分析，時間利用，世帯内相互作用

\*\*正会員，博（工），広島大学大学院国際協力研究科

（澎弓噴輝独杯1-5-1, Tel&Fax: 082-424-6919

E-mail: zjy@hiroshima-u.ac.jp)

\*\*\*学生員，学（工），広島大学大学院国際協力研究科

（澎弓噴輝独杯1-5-1, Tel&Fax: 082-424-6922

E-mail: masaru-osedo@hiroshima-u.ac.jp)

\*\*\*\*正会員，博（工），広島大学大学院工学研究科

（澎弓噴輝独杯1-4-1, Tel&Fax: 082-424-7826

E-mail: ysugie@hiroshima-u.ac.jp)

\*\*\*\*\*正会員，博（工），広島大学大学院国際協力研究科

（澎弓噴輝独杯1-5-1, Tel&Fax: 082-424-6921

E-mail: afujiw@hiroshima-u.ac.jp)

が活動  $j$  を遂行する時間、 $u_{hi}$  は構成員  $i$  のいろいろな活動の遂行から得られる効用、 $T_{hi}$  は構成員  $i$  の利用可能な時間である。

(1) 多項線形型世帯効用関数

$$HUF = \sum_{i=1}^n w_{hi} u_{hi} + \alpha \sum_{i=1}^n \sum_{i'>i} (w_{hi} w_{hi'} u_{hi} u_{hi'}) \quad (3)$$

(2) 等弾力性型世帯効用関数

$$HUF = \frac{1}{1-\alpha_h} \sum_i w_{hi} u_{hi}^{1-\alpha_h} \quad (4)$$

ここで、 $\alpha_h$  は世帯構成員間の相互作用を表すパラメータで、 $w_{hi}$  は世帯意思決定における構成員  $i$  の相対的な影響力を表す重みパラメータであり、以下の制約条件を満たす必要がある。

$$w_{hi} \geq 0 \text{ and } \sum_i w_{hi} = 1 \quad (5)$$

前述のモデルの有効性については、オランダの Albatross 研究プロジェクト<sup>14)</sup>で収集した活動日誌調査データ（約 3,500 世帯：1997-2000 年）と島根県の中山間地域で収集した高齢者の活動日誌調査データ（約 150 世帯：2002 年）をそれぞれ用いて、既の実証された。ただし、使用した最大サンプル数（夫婦のみの世帯）は Albatross データでは 257 で、面対粗査のデータでは 454（1 降粗データ）であった。海まで評られた夢斧は笹布のとおりである。

【オランダのデータ】

- 1) 意思決定パターンとして、平日に約 5 割の世帯では夫が、2 割の世帯で妻が世帯時間配分の意思決定を支配し、残りの世帯では夫婦で平等に意思決定を行う。平日・休日に関係なく、世帯内相互作用と活動間相互作用はほど一定である。
- 2) 世帯は各構成員の存在や都合を十分に考慮に入れ、在宅時間と自宅外独立型自由活動時間を維持しながら世帯意思決定を行う。共同型活動は平日より休日においてより重要視される。
- 3) 自動車保有は平日の世帯時間配分に影響するが、休日には影響しない。

【島根県中山間地域のデータ】

- 4) 世帯意思決定パターンはどちらかといえば平等型に近い。夫は重みパラメータが圧倒的に大きい。活動遂行時には妻の都合を優先する。
- 5) 夫は在宅活動を最も重要視するのに対して、妻は共同型活動を重要視する。夫は妻の都合を積極的に配慮し、分担型活動を遂行する。妻は活動間のトレードオフをより明確に考慮するのに対して、夫は積極的に考慮しない。
- 6) 自動車利用は夫の時間配分に影響するが、妻に影響しない。一方、免許保有は妻の時間配分に影響し、夫に影響しない。

Zhang ら<sup>8)</sup>は式(3)と(4)を理論的に比較し、両者が

機能的にオーバーラップしており、相互に代替関係にないことを示した。前述の中山間地域データにおける送迎者と被送迎者のペアデータを抽出し実証的に比較した結果、現況再現性からみた両方の優劣には差がないが、送迎者と被送迎者の重みパラメータは明らかに異なることを示した。これは最大世帯効用を実現するために、複数解（あるいは複数経路）が存在しうることを示唆するものである。また、両モデルともに世帯内相互作用の存在により世帯効用が上がることで、女性（被送迎者）の時間配分パターンをよりよく再現できることも明らかにした。

3. データおよび世帯時間配分モデル

ここで、本研究で使用する時間利用データと世帯時間配分モデルについて概説する。

(1) データ概要

世帯時間配分行動を分析するため、総務省が平成 13 年度に実施した社会生活基本調査（調査 B）データを用いる。調査の概要を表 1 に、調査項目を表 2 に、対象世帯の属性を図 1 に示す。会社員が 3 割強、専業主婦・パートが 2 割弱を占め、学生・無職者が 1 割前後であった。8 割強の人が車を保有している。世帯人数に関しては 2 人世帯が 27% で最も多く、単身世帯と 3 人・4 人世帯はそれぞれ 20% 前後であり、4 人までの世帯は全体の約 85% を占めている。

そして、既存研究との比較を配慮し、本研究では夫婦のみの世帯を抽出した。その結果、有効世帯数は 787 となった。この 787 世帯の平日・休日の時間利用データをモデルの推定に用いた。今回の分析では平日・休日を区別しない。このため、最終的にモデルの推定に用いた総世帯数は 1,558 となった。

表 1 調査の概要

調査実施期間	平成 13 年 10 月 5 日～13 日（9 日間）
調査地域	47 都道府県
調査対象者	10 才以上の世帯構成員
サンプル数	4,000 世帯（19,398 人・日）

表 2 調査項目

全被験者の共通項目	出生の年月日、世帯主との続柄、在学、卒業等教育又は保育の状況
10 歳以上構成員の項目	世帯員番号、活動の記入日、性別、配偶者の有無、普段の介護の状況、活動日の天候、携帯電話やパソコンの使用状況、1 日の生活時間配分の状況（24 時間）
15 歳以上構成員の項目	普段の就業実態、仕事の種類、普段 1 週間の就業時間
世帯に関する項目	都道府県番号、世帯番号、住居の種類、居住室数、自家用車の有無、世帯の年間収入、介護支援の利用状況、不在者の有無、

(2) 世帯時間配分モデル

本研究では、より一般性のある等弾力性型世帯時間モデル（下記の式(6)と(7) <sup>7), 8)10)</sup>を用いる。

① 共同型活動の時間配分率  $P_{hs}$

$$P_{hs} = \frac{\sum_i \pi_{his}}{\sum_i (\pi_{him} + \pi_{hid} + \pi_{hia} + \pi_{his})} \quad (6)$$

② 共同型以外活動の時間配分率  $P_{hij}$

$$P_{hij} = \frac{\pi_{hij}}{\pi_{him} + \pi_{hid} + \pi_{hia} + \sum_i (\pi_{him} + \pi_{hid} + \pi_{hia} + \pi_{his})} \quad (7)$$

$$u_{hi} = \sum_j r_{hij} u_{hij} + \sum_j \sum_{j' > j} \delta_{hi} r_{hij} r_{hij'} u_{hij} u_{hij'}$$

$$u_{hij} = \rho_{hij} \ln(t_{hij}) = \exp\left(\sum_k \beta_{jk} x_{hijk}\right) \ln(t_{hij})$$

$$\pi_{him} = w_{hi} u_{hi}^{-\alpha_h} \Delta_{him} \rho_{him}$$

$$\pi_{hid} = w_{hi} u_{hi}^{-\alpha_h} \Delta_{hid} \rho_{hid}$$

$$\pi_{hia} = w_{hi} u_{hi}^{-\alpha_h} \Delta_{hia} \rho_{hia}$$

$$\pi_{his} = w_{hi} u_{hi}^{-\alpha_h} \Delta_{his} \rho_{his}$$

$$\Delta_{hij} = r_{hij} + \sum_{j' \neq j} (\delta_{hi} r_{hij} r_{hij'} u_{hij'}), j=m,d,a,s$$

$$\alpha_h = \sum_q \varphi_q z_{hq}$$

ここで、 $u_{hij}$  は構成員  $i$  の活動  $j$  の遂行から得られる効用、 $x_{hijk}$  は活動時間の説明変数、 $\beta_{jk}$  はそのパラメータ、 $\delta_{hi}$  は活動間相互作用パラメータである。 $m,d,a,s$  はそれぞれ自宅活動、自宅外独立型、分担型と共同型活動を指す。

既往研究と違って、世帯意思決定の異質性を考慮するため、世帯内相互作用パラメータ  $\alpha_h$  を世帯属性  $z_{hq}$  の線形関数として定式化した ( $\varphi_q$ : パラメータ)。

#### 4. 世帯時間配分モデルの推定・考察

総務省の社会生活基本調査データには元々62種類の活動が分類されたが、本研究ではそれらを自宅内活動、自宅外活動(就業、私用、共同型)の計4種類に再分類した。再分類を行ったのは、活動を細かく分類すると、活動時間0のサンプルが極端に増えることによるモデルの推定問題を回避するためである。また、社会生活基本調査は全国民を対象として実施されたものであり、個人や世帯属性などの要因以外、社会基盤整備水準も世帯の時間配分パターンに影響すると考えられる。社会基盤整備水準は人口や地域面積により異なるため、社会基盤整備水準データを人口で除した値を採用した。前述のことを反映した  $\rho_{hij}$  式を以下のように書き換える。

$$\rho_{hij} = \exp\left(\sum_k \beta_{ik} x_{hik} + \theta_j \sum_q \beta_{iq} \Omega_q + \kappa_i \tau_{hij}\right) \quad (8)$$

ここで  $x_{hik}$  は個人属性、 $\Omega_q$  は社会基盤整備水準、 $\tau_{hij}$  は移動時間、 $\beta_{ik}, \beta_{iq}, \theta_j, \kappa_i$  は未知パラメータである。

表3に夫婦世帯における推定結果を示す。世帯意思決定における個人の重みパラメータ ( $w$ ) 及び世帯内相互作用パラメータ ( $\alpha$ ) はともに有意となった。

また、 $\alpha$  の値については定数項だけ有意で 1.007 であることから、世帯内に弱い立場にある構成員の都合を優先して世帯意思決定が行われていることが読み取れる。個人の重みパラメータ ( $w$ ) は 0.994 であるため、夫が妻の都合を優先することで世帯総効用が上昇するということになり、妻の存在が夫の時間配分状況に影響を与えていると言える。

活動に関する重みパラメータ ( $\gamma$ ) をみると、夫妻ともに自宅活動に重点を置いて生活を送っているという結果になった。活動の相互作用パラメータ ( $\delta$ ) については夫が有意であり、妻が有意とはならなかった。ただ、夫婦ともに活動間パラメータ値が正であるため、活動間相互作用はそれぞれの効用の上昇につながる。

個人属性のパラメータ ( $\beta$ ) については、夫の年齢・仕事の有無が正で有意であることから、夫の年齢が高く、有職である方が活動時間は長い傾向にあるといえる。また、妻は年齢が負で有意なことから、年齢が高い方が活動時間が短いことを表している。

活動別整備水準の影響パラメータ ( $\phi$ ) をみると、自宅活動が最も整備水準からの影響を受け、私用活動のみが逆の影響を受けることとなった。また、整

表3 世帯時間配分モデルの推定結果

説明変数	夫 (i=1)		妻 (i=2)	
	推定値	t値	推定値	t値
および意思決定パラメータ				
個人の重み ( $w_i$ )	0.994	35.26 **	0.006	—
世帯内相互パラメータ ( $\alpha_h$ )				
定数項	1.007	47.18 **		
自家用車所有ダミー	0.001	0.12		同左
休日ダミー	0.010	1.14		
活動の重みパラメータ ( $\gamma_{ij}$ )				
自宅活動	0.714	—	0.874	—
就業活動	0.012	3.17 **	0.007	4.38 **
生活必需・自由活動	0.225	2.17 *	0.046	3.48 **
共有活動	0.049	2.46 *	0.073	0.22
活動間相互作用パラメータ ( $\delta_i$ )	0.014	2.29 **	3.376	0.02
個人属性パラメータ ( $\beta_{ik}$ )				
年齢 (実年齢)	0.007	5.32 **	-0.987	-1.83 *
仕事の有無	0.594	16.51 **	18.115	0.44
活動別整備水準の影響パラメータ ( $\phi_j$ )				
自宅活動	1.000	—		
就業活動	0.275	6.71 *		同左
私用活動	-0.082	-2.70 **		
共同型活動	0.068	2.11 *		
整備水準(人口千人あたりの値)の影響パラメータ ( $\beta_{iq}$ )				
高速 (k m)	-17.793	-6.08 **	2.810	3.15 **
国道・都道府県道 (k m)	-0.628	-3.04 **	-0.001	-0.01
市道 (k m)	0.045	1.53	0.022	2.12 *
鉄道路線長 (k m)	2.360	1.90 *	-1.837	-4.08 **
デイサービス施設数 (箇所)	22.655	3.82 **	-3.679	-1.89 *
ホームヘルパー数 (人)	-0.824	-3.34 **	0.258	2.91 **
病院数 (箇所)	3.165	4.64 **	0.008	0.03
飲食店数 (箇所)	-0.004	-0.12	-0.011	-0.81
図書館数 (箇所)	-0.928	-0.08	10.953	2.61 **
スーパーマーケット数 (箇所)	-5.588	-2.12 *	-3.580	-3.62 **
都市公園面積 (m <sup>2</sup> )	0.258	7.48 **	0.038	4.56 **
会社数 (箇所)	0.029	1.52	-0.021	-3.18 **
移動時間の影響パラメータ ( $\kappa_i$ )	0.045	85.64 **	0.015	48.75 **
重相関係数				
就業活動		0.6952		0.4186
私用活動		0.3197		0.2598
共同型活動			0.5235	
総世帯数			1,558	

\*:5%有意 \*\* :1%有意

備水準の影響パラメータは正であれば活動時間を長くするように作用し、負であれば活動時間を短くすることを意味する。さらに、移動時間の影響については、夫婦ともに正で有意であることから移動時間の長い活動は活動時間も長い傾向にあると言える。

### 5. シミュレーション分析

本研究では、以下の3つの社会基盤整備シナリオを想定し、整備による効果を測定してみる。効果の測定指標としては、活動時間と人々の生活の質(QOL)の変化を取り上げる。ここで、生活の質は世帯および各構成員の効用を用いて定義する。

- ① 都道府県別高速道路整備計画における高速道路(9,342キロ)がすべて整備された場合
- ② 都道府県別医療福祉施設数(病院数・デイサービス施設数・ホームヘルパー数)が現在の都道府県別最高水準まで整備された場合
- ③ 日本における都市公園の目標値である20m<sup>2</sup>/人まで公園が整備された場合

整備水準の変化に伴う活動時間変化を表4に、QOL変化を図1に示す。表4より、公園の整備が最も活動時間に影響を与え、次に医療福祉の整備が活動時間に影響を与える。しかし、高速道路の整備は人々の活動時間にほとんど影響を与えない。図1より、整備水準の変化に対して世帯QOLと夫QOLは敏感に反応しているが、妻のQOLはあまり変化していない。QOLへの貢献という点からは医療・福祉の整備が最もQOLを向上させる。しかし、高速道路の整備はQOLにはほとんど影響を与えない。これは、高速道路が活動時間にほとんど影響を与えないためにQOLの変化も小さいからである。

### 6. 結論と今後の研究課題

本研究では、大規模時間利用データを用いて世帯時間配分行動を実証的に分析してみた。既存のモデルと違い、世帯意思決定の異質性を明示的に表現した。構築したモデルの有効性を実証した。そして、社会基盤整備が人々の活動時間と生活の質に与える影響についてシミュレーション分析を通じて定量的に計測した。しかし、モデルの精度はさほど高くない。今後、モデルの推定方法をさらに工夫し、説明要因の合理的に導入方法を検討することが必要である。時間配分からみた一般的な世帯意思決定パターンを探ることも重要である。最後に、今まで提案してきたモデルによる政策分析への適用は求められる。

#### 参考文献

1) Thorndike, R.L.: On what type of task will a group do well? *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 33, 409-413, 1938.

表4 整備水準変化と活動時間の変化(分)

	シミュレーション	就業	私用	自宅	共同
夫	高速	-11	9	4	-2
	医療	42	-30	-19	7
	公園	81	-54	-39	12
妻	高速	-1	-8	11	-2
	医療	-1	-13	7	7
	公園	-5	-46	39	12

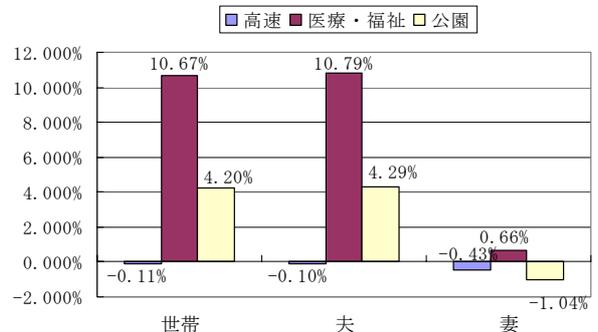


図1 整備水準変化とQOL変化率

- 2) Bevens, G.E.: *How Working Men Spend Their Spare Time*, Columbia University Press, New York, 1913.
- 3) Pember-Reeves, M.: *Round About a Pound a Week*, Bell, London, 1913.
- 4) 北村隆一: 時間利用データを用いた交通行動分析, *交通工学*, 29(1), 11-13, 1994.
- 5) Zhang, J., Timmermans, H., Borgers, A.: A utility-maximizing model of household time use for independent, shared and allocated activities incorporating group decision mechanisms, *Transportation Research Record*, 1807, 1-8, 2002.
- 6) Zhang, J., Timmermans, H., Borgers, A.: A model of household task allocation and time use, *Transportation Research Part B*, 39, 81-95, 2005.
- 7) Zhang, J. and Fujiwara, A.: Representing household time allocation behavior by endogenously incorporating diverse intra-household interactions: A case study in the context of elderly couples, *Transportation Research Part B*, 2005 (in press).
- 8) Zhang, J., Fujiwara, A., Timmermans, H. and Borgers, A.: An Empirical Comparison of Alternative Models of Household Time Allocation, *Progress in Activity-Based Analysis*, Timmermans, H. (ed.), Elsevier, 259-283, 2005 (in press).
- 9) 張峻屹・A. Borgers・H. Timmermans: 集団効用関数に基づく世帯時間配分モデルの開発及び実証的分析, *土木計画学研究・論文集*, 19(3), 391-398, 2002.
- 10) 張峻屹・藤原章正・杉恵頼寧・山田敏久: 世帯内相互作用の異質性を考慮した時間配分モデルの高齢者交通政策分析への適用可能性, *土木学会論文集*, No.786/IV-67, 53-65, 2005.
- 11) Tanaka, Y.: Time budgets and social activities in Japan, Paper presented at meetings of the Working Group on Time Budgets and Social Activities, *International Sociological Association World Congress*, Upsalla, Sweden, 1978.
- 12) Pentland, W.E., Harvey, A.S., Lawton, M.P. and McColl, M.A.: *Time Use Research in the Social Sciences*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 1999.
- 13) Hagerstrand, T.: What about people in regional science? *Papers of the Regional Science Association*, 24, 7-21, 1970.
- 14) Gliebe, J.P. and Koppelman, F.S.: A model of joint activity participation, *Transportation*, 29 (1), 49-72, 2002.
- 15) Becker, G.S.: A theory of the allocation of time, *Economic Journal*, 75, 493-517, 1965.