

時間・費用制約下におけるシニア夫婦世帯の時間配分モデルに関する研究

Intra-household Activity Time Allocation Model for Elderly Couple with Time and Budget Constraints

福田大輔**・松村 隆***・屋井鉄雄***

By Daisuke FUKUDA**, Takashi MATSUMURA** and Tetsuo YAI***

1. はじめに

現在、我が国では高齢化と共に人口減少が懸念されており、高齢者人口の割合が2000年には17.4%であったが、2014年には25%にまで増加すると懸念されている。この様な中、これまでの高齢者対策としての交通インフラ整備は、高齢者を弱者として位置付け、鉄道駅構内での段差解消や障害者のための誘導ブロック設置等、施設に対するバリアフリー化、あるいは、デマンドバスの導入等、モビリティの確保という目的で行われてきた。

しかし、一口に“高齢者”という言葉でまとめきれないほど、現代の高齢者層の生活パターンやライフスタイルは多様化し、収入や資産等の経済基盤においても大きな格差が見られる。さらに身体面においても、必ずしも交通弱者とは言い切れない、若年層と変わらないモビリティを示す高齢者も現れつつある。この様な活動的な高齢者（アクティブ・シニア）は近年増加しており、特に2007年から始まる団塊世代の定年退職により急増することが予想されている。高齢化時代に即した交通基盤整備や交通政策を検討するに当たっても、交通弱者という社会的に庇護されるべき存在としての側面だけに着目するだけでなく、高齢者のアクティブ・シニアという一面にも着目し、その交通行動や消費行動の特徴を明示的に考慮した交通計画・政策の立案、及び、その検討のための交通行動分析ツールの開発を行うことが必要であると考えられる。

さて、既存の意識調査¹⁾より、アクティブ・シニアは夫婦一緒での旅行に対する強い意向を示すことが指摘されている。すなわち、彼らは個人単位（一人）での活動よりも世帯単位（夫婦）での共同活動からより大きな満足度を得ていることが想像される。

また定年後は生活時間の多くを夫婦で一緒に過ごすために、活動選択の意思決定に世帯内の相互作用が大きく影響することも想定される。さらに、経済面でも可処分所得が大きい反面、年金受給の不確実性等から、将来の生活に対して不安を抱いていることも指摘されている。

このように、高齢者のライフスタイルが多様化する現代社会において、政府の政策が世帯の時間配分にどのような影響を与えるかを分析するためには、従来の個人単位での活動時間配分モデルではなく世帯単位でのモデルの適用が必要となる。以上のような問題意識のもと、本研究では、以下の3点の特徴を有する新たな時間配分モデルを構築し、アクティブ・シニアを対象とした実証分析を行う。

- ・ 個人単位ではなく世帯単位でのモデル化
- ・ 所得制約と時間制約の2つの制約条件を考慮
- ・ 時間利用データを用いたモデルの同定と政策分析の実施

2. モデルの定式化

世帯 h の効用関数は、社会的厚生関数の理論に則り、個人の効用関数で構成されると考える。

$$W_h = W_h[U_1(t_i, t_j, z), U_2(t_i, t_j, z), \dots] \quad (1)$$

ここで、世帯 h の構成員 n の効用関数 U_{hn} は、独立活動時間 t_{hni} 、共同活動時間 t_{hj} 、合成財消費量 z_h の関数としている。さらに、活動時間、合成財消費量の限界効用逓減性を仮定して、式(2)のようにコブダグラス型関数を用いて特定化する。

世帯効用関数 W_h は、式(3)のように個人の効用関数 U_{hn} の関数とし、世帯内での意思決定の重み θ_{hn} で加重和をとった線形加算型関数で特定化する。

$$U_{hn} = \sum_i A_{hni} \ln(t_{hni}) + \sum_j A_{hnj} \ln(t_{hj}) + B_n \ln(Z_n) \quad (2)$$

$$W_h = \sum_n \theta_{hn} \sum_i A_{hni} \ln(t_{hni}) + \sum_n \theta_{hn} \sum_j A_{hnj} \ln(t_{hj}) + \sum_n \theta_{hn} B_n \ln(Z_h) \quad (3)$$

*Keywords: 世帯, 活動時間配分モデル, 時間利用

**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-M1-11)

***株式会社みずほ総合研究所

***東京工業大学大学院総合理工学研究科人間環境システム専攻

ここで、 W_h : 世帯 h の効用関数、 u_{hn} : 個人 n の直接効用関数、 Z_n : 個人 n の合成財消費量、 i : 独立活動、 j : 共同活動、 i -man : 独立必須活動 (i -dis : 独立自由活動、 j -out : 共同宅外活動、 j -in : 共同宅内活動)、 θ_{hn} : 活動参加への世帯の中での強さ、 t_{hni} : 独立活動への配分時間、 t_{hj} : 共同活動への配分時間、 st_h : 世帯の対象以外の活動時間 (睡眠、移動など)、 T_h : 利用可能時間、 F_h : 収入、 r_{hni} : 独立活動への参加費用、 r_{hj} : 共同活動への参加費用、 P_h : 合成財価格、 Z_h : 合成財消費量、 $G_h (=P_h Z_h)$: 家計支出、 A_{hnia} : 独立活動時間属性 X_i^a によって構造化された効用関数係数 (a : man, dis), A_{hnpj} 共同活動時間属性 X_j^b によって構造化された効用関数係数 (b : out, in), B_h : 個人世帯属性 Y_h の関数、 $\beta_{1i}^a, \beta_{2i}^a, \dots, \beta_{1j}^b, \beta_{2j}^b, \dots, \beta_{1h}, \beta_{2h} \dots$: 未知パラメータ、 λ : 所得の限界効用、 μ : ラグランジュ乗数。

以上の設定のもと、世帯の時間配分行動は、以下の制約条件付き最適化問題として表される。

Maximize:

$$W_h = \sum_n \theta_{hn} \sum_i A_{hni} \ln(t_{hni}) + \sum_n \theta_{hn} \sum_j A_{hnpj} \ln(t_{hj}) + \sum_n \theta_{hn} B_h \ln(Z_h)$$

Subject to:

$$T_h - \sum_i t_{hni} - \sum_j t_{hj} = 0$$

$$F_h - \sum_n \sum_i r_{hni} t_{hni} - \sum_j r_{hj} t_{hj} - P_h Z_h = 0$$

$$\sum_n \theta_{hn} = 1$$

この問題のラグランジュ関数は次のようになる。

$$L = W_h(\cdot) + \sum_n \mu_{hn} \left(T_h - \sum_i t_{hni} - \sum_j t_{hj} \right) + \lambda_h \left(F_h - \sum_n \sum_i r_{hni} t_{hni} - \sum_j r_{hj} t_{hj} - P_h Z_h \right)$$

これより、一階の条件が次のように導かれる。

$$\frac{\partial L}{\partial t_{hni}} = \frac{A_{hni} \theta_{hn}}{t_{hni}} - \mu_{hn} - \lambda_h r_{hni} = 0 \quad \forall n, i \quad (4)$$

$$\frac{\partial L}{\partial t_{hj}} = \frac{\sum_n A_{hnpj} \theta_{hn}}{t_{hj}} - \sum_n \mu_{hn} - \lambda_h r_{hj} = 0 \quad \forall j \quad (5)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \mu_{hn}} = T_h - st_h - \sum_i t_{hni} - \sum_j t_{hj} = 0 \quad \forall n \quad (6)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_h} = F_h - \sum_n \sum_i r_{hni} t_{hni} - \sum_j r_{hj} t_{hj} - P_h Z_h = 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial L}{\partial z_h} = \frac{B_h \sum_n \theta_{hn}}{z_h} - \lambda_h P_h = 0 \quad (8)$$

(4)~(8)式の連立方程式を解くことにより、(9)、(10)式のように非線形同時方程式形で活動時間モデルを最終的に導出することができる。

共同活動時間式

$$\frac{t_{hj}}{(T_h - st_h)} = \frac{\sum_n A_{hnpj} \theta_{hn}}{\sum_n \left(\theta_{hn} \sum_i A_{hni} \right) + \sum_n \left(\theta_{hn} \sum_j A_{hnpj} \right) + \pi_1} \quad (9)$$

$$\pi_1 \equiv -\frac{B_h}{G_h} (F_h - G_h - r_{hj} (T_h - st_h))$$

独立活動時間式

$$\frac{t_{hni}}{(T_h - st_h)} = \frac{A_{hni} \theta_{hn}}{\pi_2 \left[\sum_n \left(\theta_{hn} \sum_i A_{hni} \right) + \sum_n \left(\theta_{hn} \sum_j A_{hnpj} \right) + \pi_3 \right] + \pi_4} \quad (10)$$

$$\pi_2 \equiv \left(\frac{A_{hni} \theta_{hn}}{t_{hni}} - \frac{B_h}{G_h} r_{hni} \right) \left(\frac{\sum_n A_{hnpj} \theta_{hn}}{t_{hj}} - \frac{B_h}{G_h} r_{hj} \right)^{-1}$$

$$\pi_3 \equiv -\frac{B_h}{G_h} (F_h - G_h), \quad \pi_4 \equiv \frac{B_h}{G_h} r_{hni} (T_h - st_h)$$

ここで、各効用関数を次のように特定化する。

$$A_{hni-man} = \exp(\beta_{1i}^{man} X_{i1}^{man} + \beta_{2i}^{man} X_{i2}^{man} \dots),$$

$$A_{hni-dis} = \exp(\beta_{1i}^{dis} X_{i1}^{dis} + \beta_{2i}^{dis} X_{i2}^{dis} \dots),$$

$$A_{hni-man} = \exp(\beta_{1i}^{man} X_{i1}^{man} + \beta_{2i}^{man} X_{i2}^{man} \dots),$$

$$A_{hni-dis} = \exp(\beta_{1i}^{dis} X_{i1}^{dis} + \beta_{2i}^{dis} X_{i2}^{dis} \dots), \quad (11) \sim (19)$$

$$A_{hnpj-out} = \exp(\beta_{1j}^{out} X_{j1}^{out} + \beta_{2j}^{out} X_{j2}^{out} \dots),$$

$$A_{hnpj-in} = \exp(\beta_{1j}^{in} X_{j1}^{in} + \beta_{2j}^{in} X_{j2}^{in} \dots),$$

$$A_{hnpj-out1} = \exp(\beta_{1j}^{out} X_{j1}^{out} + \beta_{2j}^{out} X_{j2}^{out} \dots),$$

$$A_{hnpj-in} = \exp(\beta_{1j}^{in} X_{j1}^{in} + \beta_{2j}^{in} X_{j2}^{in} \dots),$$

$$B_h = \exp(\beta_1 Y_{h1} + \beta_2 Y_{h2} + \dots)$$

すなわち、本研究の世帯内活動時間配分モデルは、式(9)~(10)の連立方程式の形で定式化される。実際のパラメータ推定においては、式(9)~(10)に、式(11)~(19)によって特定化した各説明変数を代入した同時方程式体系のモデルを推定することになる。本研究では、非線形3段階最小二乗法を適用することにより、パラメータの推定を行う。

3. 実証分析の概要

(1) 時間利用データ

世帯の活動時間配分モデルを分析するために、総務省が平成13年に実施した社会生活基本調査(調査票B)データを用いる(表1、表2)。

表1 社会生活基本調査の概要

調査実施期間	平成13年10月5日～13日(9日間)
調査地域	全国47都道府県
調査対象者	10歳以上の世帯構成員
サンプル数	4000世帯(19398(人・日))

表2 社会生活基本調査の調査項目と特徴

活動時間	1日の活動配分時間の状況 (15分単位, 活動62分類, 同伴者)
個人属性項目	出生年月日, 世帯主との続柄, 活動記入日, 仕事の種類, 普段1週間の就業時間, 性別, 配偶者の有無, 普段の介護状況, 天候など
世帯属性項目	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, 不在者の有無など
特徴	世帯構成員の活動時間データを入手可能, 同伴者項目により世帯内における時間利用の相互関係の分析が可能, 地域が限定されない, 活動費用についての項目がない

本研究では、50歳以上の活動的な高齢者夫婦のみの世帯を抽出した。ここで“活動的”とは、夫婦2人で一緒に外出活動を行っていることを意味する。また、高齢者の場合、労働を行っていない場合等想定されるため、平日と休日の違いは若年者と比較してそれほど大きくないと考えられる。そのため、サンプル数を確保するため平日・休日の区別は行わない。その結果、最終的にモデル推定に用いる総世帯数は109サンプルとなった。

また、総務省の社会生活基本調査は活動を62分類にしているが、活動時間0のサンプルを除外して、推定の精度を高めるため、本研究では62分類の活動を共同宅外・宅内活動、独立必須・自由活動の4つに再分類した。

(2) 活動参加費用データの設定

実証分析を行うためには、世帯構成員別の活動時間データとその活動に要した費用データを必要とするが、後者は社会生活基本調査から得ることが出来ず、外生的に与える必要がある。本研究では、この活動に要した単位時間当たり費用(費用原単位)を、田村²⁾が平成12年に行ったアンケート調査(表3, 表4)を用いて作成し、社会生活基本調査の活動時間データに統合する。具体的には、サンプル数の多かった千葉県在住者のデータに対して、活動*i*に要した費用を活動*i*を行うのに要した時間で除すことで、単位時間当たりの活動参加費用を算出する。そのサンプル平均を千葉県における活動*i*の参加費用と見なし、(13)式のように県別消費者物価指数(CPI)で重み付けして各都道府県データに変換する。この

表3 田村²⁾によるアンケート調査の概要

調査目的	休日における道路利用者の時間価値計測: ①平日と休日の時間利用, ②時間利用に対する意識, ③ドライバー経路選択要因等の把握
調査実施主体	東京工業大学屋井研究室, 三菱総合研究所, 国土省東京湾岸道路調査事務所
調査実施期間	平成12年11月25日, 16日
配布地点・方法	東関東自動車道習志野料金所, 東京湾アクアライン金田料金所で配布・郵送回収
調査結果	7000部配布・819人から回収(回収率11.7%), 有効回答数は413人

表4 田村²⁾によるアンケート調査項目

活動時間日誌	調査表受取日における主な活動の記録(活動時間, 費用, 同伴者)
個人属性項目	年齢, 性別, 結婚, 免許の有無, 職業, 年収, 学歴, 勤め先に休暇制度など
調査日の旅行の特徴	旅行の目的, 同行者など
経路選択のSP調査	旅行時間と支払意思額の選択
ニーズに対する意識	重要度, 満足度
活動に対するSP調査	追加時間に対する活動の選択とその支払意思額
特徴	活動時間データは主な活動のみだが, 活動費用のデータを得られる

変換後データを各地域における活動*i*の単位時間当たり費用と考え、各世帯の居住地に応じて設定する。

$$A\text{県の活動}i\text{の参加費用(円/分)} = \frac{A\text{県のCPI}}{\text{千葉県のCPI}} \times \text{千葉県の活動}i\text{の参加費用(円/分)} \quad (20)$$

(3) 合成財支出データの設定

世帯が活動に要した費用以外への支出を合成財支出として集約する。具体的には、総務省データの調査項目“世帯年収”から算出した日収、活動参加費用、活動時間をモデルの所得制約式に代入し、式(21)によって算出する。

$$\text{合成財支出} = \text{日収} - \sum_n \sum_i \{ \text{活動時間(分)} \times \text{活動参加費用(円/分)} \} \quad (21)$$

4. パラメータ推定結果と考察

独立活動時間、共同活動時間、合成財支出に影響する要因としては、個人・世帯属性に加えて、社会基盤整備水準や県内のマクロ経済状況等も考えられる。これらは県内の人口や地域面積によって異なるため、人口や地域面積で基準化した値を用いる。

推定するモデルを表5に示す(目的変数別)。夫、妻それぞれ、3つの活動時間が決定されれば残り1つは時間制約式より自動的に決定されるため、方程式の一本は冗長である。ここでは、の結果EQ1, 3, 5, 7, 9を同時方程式体系と考え、非線形3段階最小二乗法を適用してパラメータ推定を行った。推計結果、及び平均活動時間価値を表6, 7に示す。

表5 推定モデルの方程式と目的変数

目的変数		目的変数	
EQ1	共同宅外活動時間	EQ6	夫の独立自由活動時間(EQ2を変数)
EQ2	共同宅内活動時間	EQ7	妻の独立必須活動時間(EQ1を変数)
EQ3	夫の独立必須活動時間(EQ1を変数)	EQ8	妻の独立必須活動時間(EQ2を変数)
EQ4	夫の独立必須活動時間(EQ2を変数)	EQ9	妻の独立自由活動時間(EQ1を変数)
EQ5	夫の独立自由活動時間(EQ1を変数)	EQ10	妻の独立自由活動時間(EQ2を変数)

表6より、夫の独立必須活動を示す式については、比較的高い重相関係数の値が得られているが、それ以外の活動、特に共同活動の重相関係数はそれ程大きくない。これは、4活動に分類した際に、共同活動を宅外、宅内のみに分け、必須・自由活動を考慮しなかったことに起因していると推察される。

各パラメータの推計結果についてはどれも符号条件を満たしており、多くの変数は統計的に有意となっている。公共多目的運動広場数については、独立自由活動時間にプラスに作用している。また、休日ダミーについてはマイナスに作用しているが、これは、休日よりも平日の方が必須活動時間は増加すると想定されるため、独立必須活動時間にするためと考えられる。老人福祉費割合が統計的に有意で正の値を示していることから、老人福祉費の割合が増加することで世帯の効用が高まると言える。

世帯構成員の意思決定の強さを示すパラメータ θ は、夫の方が大きく、夫の効用を高める方が世帯全体の効用が上昇することが示唆される。

5. おわりに

本研究では、世帯を対象として所得制約と時間制約の2つの制約を考慮した活動時間配分モデルを構築し、実際の世帯時間利用データを用いてモデルの推計を行った。なお、このモデルを用いた政策分析の結果に関しては、発表時に報告したい。

表6 パラメータ推計結果

	説明変数	記号	条件	推計値	漸近的t値
合成財	交通・通信の消費者物価指数	Y_{h1}	+	0.616×10^{-2}	8.74**
	夫の職業ダミー(正社員1, その他0)	Y_{h2}	+	0.847	26.7**
独立自由	公共多目的運動広場数(人口100万人当たり)	X_{i1}^{dis}	+	0.184×10^{-2}	3.26**
	妻の就業時間ダミー(49~59時間1, その他0)	X_{i2}^{dis}	-	-0.0881	-0.435
独立必須	曜日休日ダミー(休日1, 平日0)	X_{i1}^{man}	-	-0.0717	-1.42
	妻の就業時間ダミー(60時間以上1, その他0)	X_{i2}^{man}	+	0.0410	0.216
共同宅内	降水日数(日/年間)	X_{j1}^{in}	+	0.0358	8.13**
	県内市町村道路舗装率(%)	X_{j2}^{in}	-	-0.0296	-5.22**
共同宅外	県財政老人福祉費割合(%)	X_{j1}^{out}	+	0.411	6.46**
	県財政普通建設事業費率(百万円/県内人口千人)	X_{j2}^{out}	-	-0.0194	-4.77**
	県内老人ホーム定員数(人/65歳以上人口千人)	X_{j3}^{out}	-	-0.871×10^{-2}	-0.866**
	夫の世帯意思決定の強さ	θ_{hm}	0-1	0.53	23.2**
	妻の世帯意思決定の強さ	θ_{hw}	0-1	0.47	-
方程式	重相関係数	方程式	重相関係数		
EQ1	0.237	EQ7	0.122		
EQ3	0.394	EQ9	0.146		
EQ5	0.165				

+10%有意,*5%有意,**1%有意

謝辞

社会生活基本調査の利用に当たっては、広島大学大学院張峻屹助教より、多大なご尽力を賜った。ここに記して感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) NALC シニア研究所(編): 団塊世代の“シニアデビュー”が社会を変える市場を変える, NALC シニア研究所, 2004.
- 2) 田村信吾: 個人の生活に対するニーズに着目したアクティビティ分析, 東京工業大学大学院理工学研究科土木工学専攻修士論文, 2001.
- 3) Nepal, K. P.: Extended Microeconomic Frameworks for Modeling Activity Time Allocation, 東京工業大学大学院理工学研究科土木工学専攻博士論文, 2005.
- 4) 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, pp.53-65, 2005.
- 5) 張峻屹, 大後戸勝, 杉恵頼寧, 藤原章正: 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, 土木計画学研究・講演集, Vol.31, CD-ROM, 2005.