中山間地域における世帯意思決定の異質性を考慮した世帯時間配分モデルの構築

(株) 福山コンサルタント 正会員 山田 敏久
 広島大学大学院国際協力研究科 正会員 藤原 章正
 広島大学大学院国際協力研究科 正会員 張 峻屹

1. はじめに

我が国の中山間地域は、過疎化と少子高齢化の2つの社会問題が同時に進行している地域である。公共交通サービスが著しく低く、自分で移動できる交通手段の確保が困難な高齢者や移動制約者の交通問題が顕著であり、その対策が急がれる。中山間地域の交通問題を対象とした既往研究は、バスなどの公共交通サービスに主眼が置いたものが多いが、中山間地域での移動制約者の外出手段は送迎であることが少なくない。送迎は送迎者と被送迎者の一日における活動の時間配分に影響を与えていると考えられる。そのため、送迎に着眼点をおいた研究アプローチが必要である。

本研究では、送迎が送迎者と被送迎者の2者間の意思決定過程で成立していることを踏まえ、世帯意思決定の異質性を考慮した世帯時間配分モデルを構築し、高齢者夫婦世帯を対象に、モデルの有効性を検証する。

2. 世帯意思決定の異質性を考慮した世帯時間配分モデルの構築

1965年にBeckerが時間配分理論を提案して以来、多くの関連研究がなされてきた。Zhangら¹⁾は、従来のモデルでは加法型線形効用関数を採用するため、活動間・世帯構成員間の相互作用を明示的に表現できないことを指摘し、集団効用理論と時間配分理論を融合させ、線形多項型効用関数に基づく世帯時間配分モデルを提案した。しかし、Zhangらのモデルでは世帯意思決定ルールの違い(異質性)を表現していない。

本研究では送迎者と被送迎者の相互作用を表現すると同時に、世帯意思決定の異質性を考慮するため、世帯効用関数(HUF)として以下の等弾力社会厚生関数²⁾を用いる。

$$HUF = \frac{1}{1-\alpha} \sum_i a_i u_i^{1-\alpha} \quad (1)$$

ここで、 $1/\alpha$ は社会厚生関数の代替弾力性、 a_i は構成員*i*の相対的影響力を表す重みパラメータである。そして、全世帯構成員の a_i の合計値は1である。

と a_i はその値と符号によって、異なる意思決定ルールを表すことができる。このことを表1に具体的に示す。同表から、 α は世帯意思決定ルールの違いを表現していることが分かる。

次に式(1)を用いて、さらに世帯構成員の時間制約を考慮し、世帯時間配分モデルの定式化を以下のように行う。

表1 と世帯意思決定の関係

ケース	パターン	備考
	強福祉型	効用が最小の構成員の効用が上がると、世帯効用が上がる。
> 1	弱福祉型	効用が低い構成員に世帯意思決定の重みを置くと、世帯効用が上がる。
1 $a_i=1$	平等型	各構成員の効用を最大化した後に平均化を行うことで、世帯効用が最大になる。
= 0	功利主義型	各構成員の効用を重み付け平均した後に最大化することで、世帯効用が最大になる。
< 0	独裁型	効用が大きい構成員の効用が上がると、世帯効用は上がる。

$$\text{Maximize } HUF = \frac{1}{1-\alpha} \sum_i a_i u_i^{1-\alpha} \quad (2)$$

$$u_i = \sum_j \gamma_{ij} u_{ij} + \sum_j \sum_{j>j} (\lambda_i \gamma_{ij} \gamma_{ij'} u_{ij} u_{ij'}) \quad (3)$$

$$\text{Subject to } t_i^{hom} + t_i^{ind} + t_i^{alc} + t_i^{shr} = T_i \quad (4)$$

ここで、

t_i^j 構成員*i*の活動*j*の活動時間

u_i^j 構成員*i*の活動*j*の効用関数

γ_{ij} 効用関数 u_i^j の重みパラメータ

λ_i 構成員*i*の活動間の相互作用パラメータ

なお、本研究では活動*j*を自宅内(*hom*)、自宅外独立型(*ind*)、分担型(*alc*)、共用型(*shr*)の4種類に分類した。また、各活動に必要な移動時間は既知であると仮定する。

移動時間の影響を考慮した各活動の効用関数を以下のように定義する。

$$u_i^{hom} = \exp\left(\sum_q (\beta_{iq}^{hom} x_{iq}^{hom}) / tt_i^{hom} + \varepsilon_i^{hom}\right) \ln(t_i^{hom}) \quad (5)$$

$$u_i^{ind} = \exp\left(\sum_q (\beta_{iq}^{ind} x_{iq}^{ind}) / tt_i^{ind} + \varepsilon_i^{ind}\right) \ln(t_i^{ind}) \quad (6)$$

$$u_i^{alc} = \exp\left(\sum_q (\beta_{iq}^{alc} x_{iq}^{alc}) / tt_i^{alc} + \varepsilon_i^{alc}\right) \ln(t_i^{alc}) \quad (7)$$

$$u_i^{shr} = \exp\left(\sum_q (\beta_{iq}^{shr} x_{iq}^{shr}) / tt_i^{shr} + \varepsilon_i^{shr}\right) \ln(t_i^{shr}) \quad (8)$$

ここで、 tt_i^j は各活動の移動時間、 ε_i^j は誤差項である。

このモデルを定式化する際に、以下の仮説を立てる。

仮定1: 活動時間の限界効用は逓減性を持つ

仮定2: 全ての効用関数 u_{ij} は非負である

仮定3: 対象とする全ての世帯構成員が世帯意思決定に参加する

キーワード: 中山間地域, アクティビティ・ダイアリー調査, 世帯内相互作用, 時間配分モデル

〒730-0016 広島市中区鞆町5-1 (株) 福山コンサルタント 西日本事業部 TEL 082-502-8800

仮定4：共用型活動の開始と終了のタイミングは全構成員について同じである。

仮定5：利用交通機関は時間配分時に既知である

以上のことを踏まえて、式(2)～(4)に関する以下のラグランジュ関数を定義する。

$$L = \frac{1}{1-\alpha} \sum_i a_i u_i^{1-\alpha} + \sum_i \mu_i \left\{ T_i - (t_i^{hom} + t_i^{ind} + t_i^{alc} + t_i^{shr}) \right\} \quad (9)$$

式(9)の最大化に関する一次偏微分式を解き、各活動の時間配分モデルの導出を行う。

$$\ln\left(\frac{t_{ij} + 1}{t_{ih} + 1}\right) = \sum_q (\beta_{ijq} x_{ijq}) / tt_{ij} + \ln(\Delta_{ij}) - \sum_q (\beta_{ihq} x_{ihq}) / tt_{ih} - \ln(\Delta_{ih}) + \eta_{ij} \quad (10)$$

$$\Delta_{ij} = \gamma_{ij} + \sum_k \lambda_{ijj'} \gamma_{ij'} u_{ij'} \quad (11)$$

$$\rho_{ij} = \exp\left\{ \sum_q (\beta_{ijq} x_{ijq}) / tt_{ij} + \varepsilon_{ij} \right\} \quad (12)$$

$$\ln\left(\frac{t_s + 1}{t_{ih} + 1}\right) = \ln\left[\sum_i \left\{ \exp\left\{ \sum_q (\beta_{isq} x_{isq}) / tt_s + \ln(\Delta_{is}) + \ln(a_i) - \alpha \ln(u_i) \right\} \right\} \right] - \ln\left[\sum_i \sum_{j \neq s} \left\{ \exp\left\{ \sum_q (\beta_{ijq} x_{ijq}) / tt_{ij} + \ln(\Delta_{ij}) \right\} \right\} \right] + \ln\left[\sum_i \frac{\sum_{j \neq s} \left\{ \exp\left\{ \sum_q (\beta_{ijq} x_{ijq}) / tt_{ij} + \ln(\Delta_{ij}) \right\} \right\}}{\exp\left\{ \sum_q (\beta_{ihq} x_{ihq}) / tt_{ih} + \ln(\Delta_{ih}) \right\}} \right] + \eta_s \quad (13)$$

$$\Delta_{is} = \gamma_{is} + \sum_k \lambda_{isj'} \gamma_{ij'} u_{ij'} \quad (14)$$

$$\rho_{is} = \exp\left\{ \sum_q (\beta_{isq} x_{isq}) / tt_s + \varepsilon_{is} \right\} \quad (15)$$

ここで、

η_{ij}, η_s 互いに相関する誤差項。

式(10)と(13)に対して、SUR (Seemingly Unrelated Regression) 法によりパラメータを推定できる。

3. モデルの推定

前節で構築したモデルの推定にあたり、平成14年9月に島根県飯石郡掛合町および同郡赤来町にて実施した1週間のアクティビティ・ダイアリー調査のデータを用いた。この調査は対象地域内で高齢者が居住する153世帯を対象とし、その中から送迎が発生していると考えられる2人世帯高齢夫婦型の38世帯(255人日)を抽出した。

表2にモデルの推定結果を示す。の値が1より大きい場合、世帯意思決定の際に効用の低い構成員をより重要視することが分かる。また a_i の値は夫の方が大きい場合、この世帯タイプは夫が妻の介助をする弱福祉型であることが分かる。言い換えると、移動制約者である妻の

表2 2人世帯高齢夫婦型時間配分モデルの推定結果

	夫(i=1)		妻(i=2)	
	推定値	t値	推定値	t値
自宅型活動	0.655	-	0.184	-
独立型活動	0.095	2.017 *	0.110	3.627 *
分担型活動	0.146	1.777	0.023	3.047 **
共用型活動	0.104	1.639	0.684	8.309 **
活動間相互作用	3.672	1.687	-0.150	-16.367 **
自動車	0.207	4.213 **	4.867	0.555
送迎	0.222	2.161 *	-5.393	-0.609
公共交通	11.283	0.055	0.525	1.177
その他	0.925	2.074 **	0.694	2.476 **
掛合タミー/tt	0.163	0.790	0.075	0.839
休日/tt	-0.279	-1.759	0.170	2.323 **
雨天/tt	-0.393	-1.865	-0.094	-1.094
年齢/tt	-0.043	-3.305 **	-0.045	-4.663 **
会社員/tt	-0.043	4.284 **	-0.523	-2.005 *
自営業/tt	-0.043	4.354 **	-0.782	-4.652 **
パート/tt	-0.043	6.337 **	-0.964	-2.514 **
主婦/tt	-	-	-0.514	-3.658 **
免許証/tt	-0.575	-1.089	-0.766	-5.174 **
自宅型定数項	1.318	1.086	3.860	5.078 **
独立型定数項	-0.178	-0.165	1.630	2.194 **
分担型定数項	-3.942	-3.550 **	0.338	0.452
共用型定数項	-23.925	-2.968 **	0.907	1.317
a_i	0.979	134.373 **	0.021	-
	1.034	12.986 **	左に同じ	
重相関係数				
共用型活動	0.819		左に同じ	
独立型活動	0.120		0.340	
分担型活動	0.679		0.622	

サンプル数:255 *.5%有意 **.1%有意

時間配分は、夫の時間配分に制約を与えている。

移動時間は個人属性を除いているため、そのパラメータにより評価できる。妻の休日パラメータが正であるため、休日活動の移動時間が短いことを示唆する。夫の年齢パラメータが負になっており、高齢になればなるほど活動により長い移動距離が伴うことが伺える。なお、本研究では活動の種類を統合したため、同種類活動数と移動時間の両方をもって、表2の移動時間の影響を解釈する必要がある。

4. まとめ

本研究では中山間地域の送迎に着目し、送迎者と被送迎者の相互作用を表現でき、世帯意思決定の異質性を考慮した世帯時間配分モデルを構築した。モデルを2人世帯世帯高齢夫婦型の世帯に適用し、モデルの有効性と世帯意思決定異質性の存在を確認することができた。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、中国地方中山間地域振興協議会、島根県中山間地域研究センターに多大な協力を賜りました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) J.Zhang, H.Timmermans and A.Borgers: A Utility-Maximizing Model of Household Time Use for Independent, Shared and Allocated Activities Incorporating Group Decision Mechanisms, Transportation Research Record, No.1807, pp.1-8, 2002.
- 2) 依田高典：不確実性と意思決定の統計学，日本評論社，1997.