

世帯構成員間における自動車の利用配分メカニズムの分析*

Analysis of Intra-Household Car Sharing Behavior*

張峻屹**・桑野将司***・藤原章正****

By Junyi ZHANG**・Masashi KUWANO***・Akimasa FUJIWARA****

1. はじめに

世帯で保有する自動車数と世帯員数とのバランスのもと世帯内での自動車の利用配分が行われるとき、自らが自動車を利用した場合と他者が利用した場合等を考慮した上で、誰が自動車を利用するかを話し合いや交渉することによって世帯としての最終意思決定が行われていると考えられる。

すなわち世帯における自動車の利用について、保有台数が免許保有者と同じであれば、世帯はそれぞれの車がどの構成員に使ってもらうという意思決定を行う。一方、保有台数が免許保有者より少ない場合、車利用においてさらに競合関係が生じる。このような車利用の異なる意思決定場面において、世帯意思決定メカニズムが異なる。

本研究では、構成員が明確に特定できる集団として世帯を対象に、線形多項型集団効用関数を定義し、世帯意思決定メカニズムを考慮したモデルを構築することを目的としている。さらに、実証分析を通してモデルの有効性の確認および自動車利用配分行動における世帯意思決定メカニズムを明らかにすることを目的としている。このような世帯構成員間の相互作用を考慮したモデルの開発および自動車利用配分行動への適応は、世帯構成員間における自動車の有効配分に寄与できる効果的な交通政策の検討にとっても重要であると考えられる。

2. 既往の研究

個人意思決定プロセスを仮定している従来の分析方法が問題視され、近年、集団意思決定メカニズムを取り入れたモデルの提案が盛んに議論されえるようになってきている。こういった流れの中で、離散的な選択現象における集団意思決定メカニズムを表現するため、個人意思決定プロセスを仮定している従来の離散選択モデルを援用する研究が見られる。例えば、Algers ら¹⁾や Wen and Koppelman²⁾は NL モデルを援用し、統計的な有意性の観点から集団意思決定メカニズムを説明している。また、個人意思決定における他者の影響を明示的に表現した研究としては、例えば小林ら³⁾や福田ら⁴⁾らが挙げられる。それらの研究では個人間の相互作用あるいは社会的相互作用を考慮した離散選択モデルを定式化している。

一方、Activity-based アプローチに関する研究の中で、集団意思決定を取り入れた交通行動の研究が活発化している。例えば Zhang ら⁵⁾⁻⁸⁾は世帯時間配分という文脈の中で、集団意思決定理論と時間配分理論を融合させ、集団効用関数として多項線形型効用関数や等弾力社会厚生関数を用いることにより世帯構成員間及び活動間の相互作用を考慮した世帯時間配分モデルを開発し、その有効性を明らかにした。本研究では、Zhang ら⁵⁾⁻⁸⁾が採用した集団効用関数を援用し、エージェント間の相互作用を明示的に取り入れた新たな離散選択モデルを開発する。

3. 世帯構成員間の相互作用を取り入れた離散選択モデルの概要

集団意思決定理論では、集団には共通の目標や問題意識などをもつ場合、集団構成員が自分の効用、他人の効用を考えながら、集団としての最終意思決定を行うと仮定する。構成員は自分の効

*キーワード: 自動車保有・利用, 世帯内相互作用, 集団離散選択

**正会員, 博(工), 広島大学大学院国際協力研究科

(滂弓噴輝独怀1-5-1, Tel&Fax: 082-424-6919

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

***学生員, 修(工), 広島大学大学院国際協力研究科

(滂弓噴輝独怀1-5-1, Tel&Fax: 082-424-6922

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

****正会員, 博(工), 広島大学大学院国際協力研究科

(滂弓噴輝独怀1-5-1, Tel&Fax: 082-424-6921

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

用を実現するためにいろいろな戦略（命令，交渉，妥協など）を駆使し，どのような戦略をどの程度行使できるかはその構成員の集団意思決定における相対的な影響力を反映する⁵⁾．本研究では，このような集団意思決定理論に基づき，エージェント間の相互作用を取り入れた新たな離散選択モデルを提案する．

まず，集団意思決定に関する効用関数 U_{hj} を以下のように定義する．

$$\begin{aligned} U_{hj} &= f(u_{h1j}, \dots, u_{hij}, \dots, u_{hnj}) \\ &= f(v_{h1j}, \dots, v_{hij}, \dots, v_{hnj}) + \varepsilon_{hj} = V_{hj} + \varepsilon_{hj} \end{aligned} \quad (1)$$

ここで， h, i, j はそれぞれ意思決定単位としての集団（例えば世帯），集団構成員及び選択肢を指す． u_{hij} と v_{hij} はそれぞれ構成員の効用関数とその確定項， ε_{hj} は集団 h の選択肢 j に関する誤差項である．

本研究では，前述のような集団意思決定メカニズムを考慮した新たな離散選択モデルを開発する第 1 歩として，集団の効用関数 U_{hj} として，以下の線形多項型効用関数⁵⁻⁸⁾を採用する．

$$U_{hj} = \sum_i w_{hi} v_{hij} + \sum_i \sum_{i' > i} \lambda_h w_{hi} v_{hij} w_{hi'} v_{hi'j} + \varepsilon_{hj} \quad (2)$$

$$\sum_i w_{hi} = 1 \quad (3)$$

ここで， w_{hi} は各構成員（エージェント）の重み（相対的重要性）パラメータを表している．また， λ は各構成員間の相互作用（inter-agency interaction）パラメータである．構成員間の相互作用パラメータ λ について， $\lambda > 0$ の場合，構成員の相互作用によって集団効用が向上するため，集団が各構成員間の存在や影響力を考慮したうえで意思決定した方が望ましいことになる．一方， $\lambda < 0$ の場合，構成員の相互作用によって集団効用は下がる． $\lambda = 0$ の場合，従来の加法型意思決定パターンを表現することになる．さらに，構成員の重みパラメータや相互作用パラメータを構造化することで世帯意思決定の異質性を表現す

ることが可能である．誤差項 ε_{hj} がワイブル分布に従うと仮定すれば，以下のような新たな離散選択モデル（g_MNL）を得ることができる．

$$P_{hj} = \frac{\exp(\sum_i w_{hi} v_{hij} + \sum_i \sum_{i' > i} \lambda_h w_{hi} v_{hij} w_{hi'} v_{hi'j})}{\sum_k \exp(\sum_i w_{hi} v_{hik} + \sum_i \sum_{i' > i} \lambda_h w_{hi} v_{hik} w_{hi'} v_{hi'k})} \quad (4)$$

4. データの概要

本研究では，平成 16 年に広島県東広島市，広島市西区の居住者を対象に実施された世帯自動車保有・利用実態に関するアンケート調査で得たデータを用いる．調査結果より，全サンプル 595 世帯のうち自動車を保有している世帯は 98% の 583 世帯であり，自動車が必要不可欠な生活具となっていることが確認された．さらに，保有されている自動車の全てに対しメインユーザーが存在することが明らかとなり，世帯内で何らかの方法で利用配分が行われていると考えられる．

世帯内の免許保有者数と自動車保有台数の分布を示したのが図 1 である．世帯内の免許保有者数より自動車保有台数が多いサンプルは全体の 6% であり，これらの世帯では 1 人が複数台の自動車を利用していることになる．自動車の保有台数と免許保有者数が等しい世帯は 313 世帯であった．これは調査対象地域の 55% の世帯において，免許保有者の全ての人が自分専用の自動車を保有していることを表す結果である．また，複数の免許保有者で自動車を使い分けしている世帯は全体の 38% に当たる 222 世帯であった．本研究ではこの内，2 台の自動車を 2 人で割り当てている行動（使い分け行動），1 台の自動車を 2 人で取り合う行動（競合行動）を対象にそれぞれの自動車利用配分行動における世帯意思決定メカニズムを明らかにする．また，分析の対象とする 2 台 2 人の場合の使い分け，1 台 2 人の場合の競合についてのサンプルでは，免許保有者の多くが「世帯主」「配偶者」である（使い分けでは 70%，競合では 65%）ことから，さらに対象をそれら 2 人の構成員に対象を絞った分析を行う．無論，サンプル数が十分確保されれば，その他のすべての

場合についての使い分け・競合行動について、また全ての意思決定者を含めた分析も可能である。

表1 免許保有者数と自動車保有台数の分布

世帯内の免許保有者数	保有台数			
	1台	2台	3台	4台以上
1人	124 (22%)	18 (3%)	5 (1%)	1 (0%)
2人	138 (24%)	156 (27%)	9 (2%)	1 (0%)
3人	25 (4%)	31 (5%)	30 (5%)	- (0%)
4人	5 (1%)	11 (2%)	9 (2%)	3 (1%)
5人	- (0%)	- (0%)	1 (0%)	2 (0%)

(): 総合計のパーセント。

▨ : 競合 ◻ : 使い分け ○ : 分析の対象

5. モデルの推定及び考察

使い分けモデルでは、選択肢 j を世帯主が排気量の大きな自動車を利用する、世帯主が排気量の小さな自動車を利用するの2肢とし、同じく競合モデルでは世帯主が自動車を利用する、利用しないの2肢としてモデルの構築を行った。

(1) パラメータ推定結果

モデルのパラメータ推定結果を表2に示す。使い分けモデルのパラメータ推定結果より、年齢の世帯ほど世帯主が排気量の大きな自動車を利用し、配偶者が排気量の小さな自動車を利用した方が効用は高くなる傾向にある。重みパラメータの推定結果より、年齢が高い人ほど配分行動の世帯意思決定における重要性が高いことが観測される。また、相互作用パラメータが有意で負の値であることより相互作用により世帯効用が減少する傾向にあることがわかった。

一方、競合モデルの推定結果より、免許保有年数が短い人ほど世帯主が自動車を利用することで効用が高くなる。重みは年齢が高い人ほど、無職の人ほど強くなることが観測される。また、相互作用パラメータは有意に負の値であることから、使い分け行動と同様に相互作用により集団効用は減少することが示されている。

(2) 相互作用項の影響力

以上の二つのモデルにおいて相互作用パラメ

ータ λ が負であることから、自動車利用配分行動においては相互作用により世帯効用は減少する傾向にあることが示された。相互作用による部分効用 ((2)式の第2項) が世帯総効用全体 U_{hj} に占める割合は、使い分けで 15.4%、競合で 60.8% であり、ともに意思決定における相互作用の存在が確認された (表3)。

さらに、使い分けと競合では異なる世帯意思決定ルールが存在することが明らかとなり、競合する場合は世帯意思決定の大部分が相互作用に依存していることが示された。

表2 パラメータ推定結果

説明変数	使い分け 推定値	競合 推定値
構成員の効用		
年齢	0.318 +	6.085
職業の有無	2.193	0.145
免許取得後の年数	-0.011	-0.371 **
定数項	-19.23 +	4.026
重みパラメータ		
年齢	0.046 **	4.862 **
職業の有無	-0.365	-0.120 **
相互作用パラメータ		
初期尤度	65.16	63.77
最終尤度	49.46	46.95
自由度調整済み尤度比	0.180	0.203
サンプル数	94	92

** : 1%有意, * : 5%有意, + : 10%有意

表3 相互作用が世帯意思決定に及ぼす影響

	各構成員重み付け効用の 総和による部分効用の割 合	相互作用による 部分効用の割合
使い分け	84.6%	25.4%
競合	39.2%	60.8%

(3) 部分効用の比較

両モデルにおけるそれぞれの部分効用値を算出した結果が図1、図2である。

使い分けモデルでは世帯主の重み付け効用値が負、配偶者の重み付け効用値が正となっており、両者の効用の和 ((2)式の第1項) はほぼゼロとなっている。それにより、世帯総効用は相互作用により決まるといった結果になった。ここで、相互作用パラメータは負であるが世帯主の効用値が負、

配偶者の効用が正、相互作用パラメータ λ が負であり、それらの積より算出される相互作用は、結果的に世帯総効用を向上させることが明らかとなった。

一方、競合行動においては「世帯主が自動車を利用する」という選択肢に対して世帯主の効用値、配偶者の効用値ともに正であることから、世帯主、配偶者ともに各々の観点から世帯主が自動車を利用することに対する選好が高いという結果が得られた。しかし、相互作用が世帯総効用に与える影響は負であることから、両者は同じ選好を持っているにもかかわらず、世帯主と配偶者が話し合うことにより効用を下げ合うという結果になった。

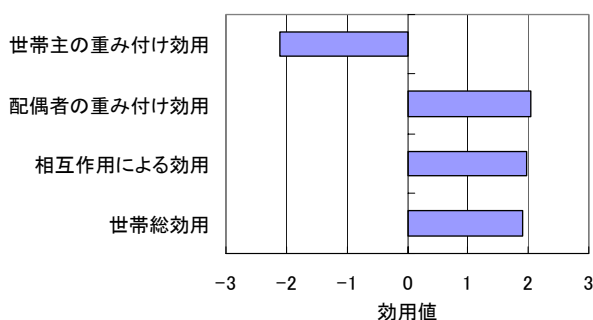


図1 効用の平均的な構成（使い分け）

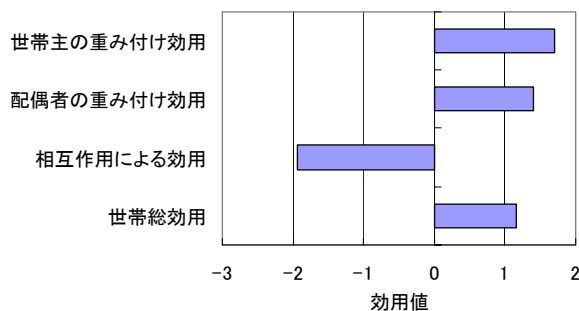


図2 効用の平均的な構成（競合）

5. 結論

本研究では、世帯の自動車利用配分行動に対し集団意思決定理論に基づいた線形多項型集団効用関数を定義し、世帯意思決定メカニズムを考慮したモデルを開発し、平成16年に実施された世帯自動車保有・利用実態に関するアンケート調査のデータを用いて実証分析を行った。分析の結果、世帯総効用に占める相互作用の効用が高く自動車利用配分行動における世帯意思決定メカニズムの

存在を明らかにすることができた。さらに、相互作用の影響力は使い分けモデル、配分モデルで大きく異なることから使い分けと配分では異なる世帯の意思決定ルールの存在が明らかになった。

しかし、モデルの妥当性に対する検討は不十分であり、各構成員の効用、相互作用の効用、相互作用パラメータの影響力等、それぞれの意味づけについて今後再検討する必要がある。

参考文献

- 1) Algiers, S., Daly, A., and Widlert S.: Modeling travel behaviour to support policy making, In Stopher P. and M. Lee-Gosselin (eds.), *Understanding Travel Behaviour in an Era of Change*, Stockholm, Pergamon, 547-569, 1997.
- 2) Wen, C.H., and Koppelman, F.S.: An integrated model system of stop generation and tour formation for the analysis of activity and travel patterns, Paper presented at the 78th Annual Meeting of Transportation Research Board, Washington D.C., 1999.
- 3) 小林潔司, 喜多秀行, 多々納裕一: 送迎・相乗り行動のためのランダム・マッチングモデルに関する研究, 土木学会論文集, No.536/IV-31, pp.49-58, 1996.
- 4) 福田大輔, 上野博義, 森地茂: 社会的相互作用存在下での交通行動とマイクロ計量分析, 土木学会論文集, No.765/IV-64, pp.49-64, 2004.
- 5) Zhang, J., Timmermans, H. and Borgers, A.: A model of household task allocation and time use, *Transportation Research Part B*, Vol.39, pp.81-95, 2005.
- 6) 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).
- 7) 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).
- 8) Zhang, J., Timmermans, H. and Borgers, A.: A utility-maximizing model of household time use for independent, shared and allocated activities incorporating group decision mechanisms, *Transportation Research Record*, No.807, pp.1-8, 2002.