

# Collectiveモデルに基づくニュータウンにおける 世帯のPM保有行動分析

力石 真<sup>1</sup>・上原 亜由美<sup>2</sup>・藤原 章正<sup>3</sup>・張 峻屹<sup>4</sup>

<sup>1</sup>正会員 広島大学大学院 国際協力研究科 特任准教授 (〒739-8529 広島県東広島市鏡山1-5-1)  
E-mail: chikaraishim@hiroshima-u.ac.jp

<sup>2</sup>非会員 沖縄県 商工労働部 国際物流商業課 (〒900-8570 沖縄県那覇市泉崎1-2-2)  
E-mail: uehaaym@pref.okinawa.lg.jp

<sup>3</sup>正会員 広島大学大学院 国際協力研究科 教授 (〒739-8529 広島県東広島市鏡山1-5-1)  
E-mail: afujiw@hiroshima-u.ac.jp

<sup>4</sup>正会員 広島大学大学院 国際協力研究科 教授 (〒739-8529 広島県東広島市鏡山1-5-1)  
E-mail: zjy@hiroshima-u.ac.jp

本研究では、高齢者の利用を前提としたPM保有意思決定であっても他の世帯構成員（非高齢者）の選好に影響を受ける可能性があることを念頭に、Collectiveモデルに基づく世帯PM保有意向モデルを構築する。モデルの特徴は、属性レベルの利他的配慮を表現できる点にあり、高齢者の得る「効用」ではなく、高齢者の置かれる「状態」に対して他の世帯構成員が配慮する行動を記述する。SP調査データを用いた実証分析の結果、高齢者と非高齢者ではPM保有に対する選好が異なること、また、自動車を保有する有職の高齢者を抱える世帯の場合、非高齢者の選好に基づき世帯のPM保有に関する意思決定がなされる傾向にあることが確認された。

**Key Words :** *collective model, household decision, altruism, personal mobility, newtowns*

## 1. はじめに

高度経済成長期に全国各地で建設されたニュータウンは、現在急速な高齢化を迎えている。そのような地区では、子世代の流出や高齢者の身体能力の低下、運転免許の返納などにより、モビリティの確保が困難な状況になりつつある。このような中、高齢者の移動制約を解消する乗り物として、パーソナルモビリティ（以下PM）と呼ばれる一人もしくは二人乗りの乗り物が注目を浴びている。実際、PMをニュータウンに導入する動きがみられ、高齢者を対象としたアンケート調査や社会実験が行われている(例えば国土交通省, 2011)。一方、PMの種類によっては、高齢者以外の世帯構成員も利用することが可能であったり、また、同居している家族の存在や家族の意思が高齢者のPMの利用意向に影響するといったことが考えられる。例えば、運転免許を保有していない高齢者は、家族に送迎を頼むことに申し訳なさを感じ、外出を控える可能性が考えられる。また、高齢者が自身の専有の乗り物を購入することによりためらいを感じ、家族で共用できる乗り物を好む可能性がある。さらに、高齢者

は、超小型EVのように出来るだけモビリティの高い乗り物に乗りたいと思っている一方で、非高齢者は高齢者に、シニアカーのように出来るだけ安全な乗り物に乗ってもらいたい希望を持つことが想定される。反対に、非高齢者は、高齢者の選好をできる限り満たしてやりたいという基準で物事を判断することも考えられる。

ここで、以上にみた配慮行動には、2つの異なる利他的配慮が含まれる点に注意する必要がある。1つは高齢者の「効用」に対して配慮する行為（効用レベルの利他的配慮）であり、もう1つは高齢者の「状態」に対して配慮する行為（属性レベルの利他的配慮）である。前者は「（その理由が何であれ）相手が嬉しいかどうか」を基準になされる配慮であり、後者は「（たとえ相手が嬉しくなろうとも）PMを利用した方がよい」といった種類の配慮である。高齢者の利用を前提としたPM保有・利用行動を分析する文脈においては、両者の違いを明確に識別しモデルを構築することが重要になる。これは、仮に高齢者の「効用」に対してのみ配慮しているとした場合、結局のところ高齢者の効用にのみ依存する形で最終的な意思決定がなされるため、高齢者のみに焦点を当

てもある程度PM保有メカニズムを把握することができ一方、高齢者の「状態」に配慮する行為が一定程度存在し、かつそれが最終的なPM保有・利用に影響する場合、他の世帯構成員の選好を明示的に考慮した上でPM保有・利用行動を分析する必要性が出てくるためである。

本研究では、他の世帯構成員の選好を明示的に考慮した世帯PM保有意向モデルの構築を通して、PM保有行動がPM利用者本人（高齢者）の選好のみで決定しているわけではないことを明らかにする。具体的には、まず、交通分野の既往の世帯意思決定モデルを整理し、その多くが効用レベルの利他的配慮を考慮するに留まることを指摘する。次に、労働経済学の分野で近年発展してきているCollectiveモデル(Chiappori, 1998&1992; Browning et al., 2014)をレビューし、属性レベルの利他的配慮を考慮した世帯意思決定モデルフレームを提示する。その後、Collectiveモデルの考え方に基づくPM保有意向モデルを構築するとともに、本モデルの同定に当たっては、個人の選好及び世帯の選好を観測する必要があることを指摘する。次に、全国のニュータウン住民を対象に実施した調査内容を、特に個人及び世帯の選好を尋ねる調査上の工夫に焦点を当て概説する。その後、調査データを用いたモデル推定、シナリオ分析を通して、たとえ個人（高齢者）の利用を前提としたPM保有行動であっても、他の世帯構成員の選好を明示的に考慮する必要があることを示す。最後に、本研究の成果と今後の課題を整理する。

## 2. 既往の世帯意思決定モデルの整理

個人単位ではなく集団単位で意思決定問題を捉える必要性は半世紀以上前から指摘されてきた。例えばArrow (1951)は、供給側の意思決定が個人ではなく政府や企業によってなされているのと同様に、需要側の意思決定が世帯によってなされていることを指摘し、（他の意思決定主体から独立して）個人の判断として現象を把握することの問題を指摘している。このような問題意識は、交通分野においても古くから持たれていたものの、実証分析に耐えうるモデルが開発されはじめたのは1990年代以降である(Zhang et al., 2009a)。以下では、交通分野における世帯意思決定モデルを概観した後、属性レベルの利他的配慮を記述できるモデルフレームが交通分野においては十分に開発されてこなかったことを指摘する。その後、属性レベルの利他的配慮を記述するモデルとして、労働経済学の分野で発展してきたCollectiveモデルを概観し、本研究の特徴を明らかにする。

### (1) 交通分野における世帯意思決定モデル

#### a) 単一的意思決定主体を仮定した世帯モデル

最も頻繁に扱われてきた世帯モデルは、単一的意思決定主体を仮定したモデルであり、Unitaryモデルと呼ばれる(図-1(1))。代表的なものとして、世帯単位のトリップを原単位とするトリップ発生モデルが作成されてきた。しかしながら、世帯内の構成員の選好がモデルに陽に反映されないという問題が繰り返し指摘されてきた。

#### b) 複数の意思決定主体を明示的に扱った世帯モデル

この点に配慮した世帯意思決定モデルが、1990年以降、複数開発されてきている。代表的なモデルとして、離散選択モデルを援用した方法があり、自動車利用や世帯維持活動（買物など）等の世帯内配分行動のモデル化が行われてきている。例えば山本ら(2001)は世帯内での自動車の割り当てを、Srinivasan and Athuru(2005)は世帯維持活動の世帯内配分を対象とした世帯モデルを構築している。一方、これら離散選択モデルを用いた世帯内配分の表現に対しては、実際の世帯の意思決定メカニズムを反映していないといった批判がある(Timmermans, 2006)。

世帯の意思決定メカニズムを明示的に考慮した研究として、Timmermans(1992)や、Molin et al. (1997, 2000)、Vovsha et al. (2003, 2004)がある。例えばTimmermans et al. (1992)は、Information integration theory (Anderson, 1981)を援用し、各世帯構成員の選好を尋ねた後、世帯の選好を尋ねる選好意識調査を実施することで、個々の意思決定主体の選好を明示的に扱った世帯モデルを構築している。これらの既往研究の要点は、各世帯構成員の選好を明示的に記述し、その重み付け平均で世帯の意思決定を記述する点にあり、これにより、各個人の属性や選好の変化が世帯の意思決定に与える影響を評価できるモデルフレームとなっている。

#### b) 世帯内相互作用を考慮した世帯モデル

Zhang et al. (2002, 2005)、Zhang and Fujiwara (2006)は、以上の重み付け平均で表現される世帯モデル(図-1(2))では各世帯構成員が互いに配慮しあって意思決定している状況を記述できないとし、多項線形世帯効用関数、等弾力性世帯効用関数を導入し、効用レベルでの世帯内相互作用を含む世帯モデルを構築している(図-1(3))。また、小林ら(1996)は、送迎・相乗り行動は、利他的動機、父権的動機に影響を受けるとし、「気兼ね」や「思いやり」を表現するため、他の世帯構成員の効用を当該構成員の説明変数に組み込んだモデルを構築している。さらに桑野ら(2008)は、一般化平均の概念を援用し効用関数のパラメータを構造化することにより、属性レベルでの世帯内相互作用を表現した世帯モデルを構築している。また、Zhang et al. (2009b)は世帯内の交渉過程（相互作用）として、(1) 属性レベルの交渉、(2) 選択肢レベルの交渉、(3) 選択結果レベルの交渉、の3種類が存在するとし、これらの比較分析を実データを用いて行っている。

c) 効用レベルの利他的配慮と属性レベルの利他的配慮

以上のように、交通分野においても多様な世帯意思決定モデルが構築されてきたが、1章にて述べた意味での利他的配慮を表現するモデルは筆者の知る限りこれまで構築されていない。Zhang et al. (2002, 2005), Zhang and Fujiwara (2006)や小林ら(1996)のモデルでは他者への配慮をモデル内で表現してはいるものの、これらのモデルが表現するのは、他の世帯構成員の「効用」に対する配慮（効用レベルの利他的配慮）であって、その効用が何に由来しているかを問わない。しかしながら、例えば、高齢者が（高いモビリティを得ることを理由に）速度の速い乗り物を好む一方で、その他の世帯構成員が（安全性を理由に）遅い乗り物に乗ってほしいと思っている場合、非高齢者は、高齢者の「効用」に対してでなく、高齢者の置かれる「状態」に対して配慮することになる（属性レベルの利他的配慮（図-1(4)））。桑野ら(2008)のモデルにおいて属性レベルでの世帯内相互作用が扱われているものの、世帯の選好情報のみから世帯内相互作用を推測するため、どの世帯構成員の選好により生じた相互作用かは判別できない点が問題として残る。

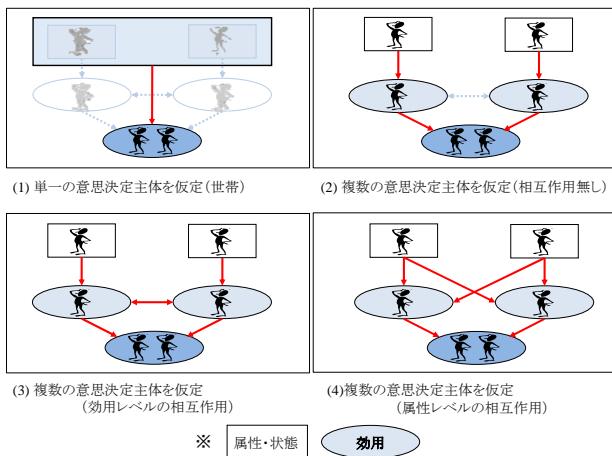


図-1 世帯意思決定メカニズムの種類

(2) 労働経済学分野におけるCollectiveモデル

労働経済学分野で開発されてきたCollectiveモデル（Chiappori, 1998&1992）は、属性レベルの利他的配慮を明示的に反映している数少ないモデルの一つである。以下、Browning et al. (2014)を参考に、Collectiveモデルの概要を述べる。なお、以降の議論では2人世帯を想定する。また、労働経済学分野で展開される議論の多くは予算制約が考慮されるが、本レビューでは効用関数の形状に焦点を絞って議論を展開する。

a) Collectiveモデルの一般形

Collectiveモデルの最も一般的な世帯効用関数 $u_h$ は以下の式で定義される。

$$u_h = w(z) \cdot u_A(x_A, x_B, X) + (1 - w(z)) \cdot u_B(x_A, x_B, X) \quad (1)$$

ここで $u_A, u_B$ は、それぞれ世帯構成員A, Bの効用であり、自らの属性や状態 $x_A$  ( $x_B$ )及びその他の変数 $X$ だけでなく、他者の属性や状態 $x_B$  ( $x_A$ )にも影響を受けると仮定する点が特徴である。また、 $w$ はPareto weightと呼ばれ、各世帯構成員の重みを表す変数である。 $w$ がPareto weightと呼ばれるのは、式(1)の効用最大化問題として世帯の意思決定が行われると仮定するとき、 $w$ がPareto frontier上のどの点を選択するかを決定づける変数となるためであり、配分問題を扱う際に重要となる。また、重み $w$ を規定する要因 $z$ は分配要因 (Distribution factor)と呼ばれ、世帯内の力関係を表す変数等を用いて表現される。

式(1)の特徴は、属性レベルの利他的配慮を表現可能なモデル構造となっている点にある。具体的には、例えば高齢者Aが速いモビリティを利用可能な状態 $x_A$ が高齢者の効用 $u_A$ に対しては正に影響する一方で、非高齢者の効用 $u_B$ に対しては負に影響することが許容されるモデル構造となっている。また、重み $w$ により、非高齢者の利他的配慮が最終的な選択にどの程度の影響を及ぼすかを表現している。

b) Collectiveモデルの特殊形

式(1)の効用関数を有するCollectiveモデルは、図-1(4)に対応するものであるが、他の3つの意思決定メカニズムをその特殊形として包括するモデル構造となっている。

まず、重みが世帯の選好に影響を及ぼさない場合、あたかも単一の意思決定主体を仮定した世帯モデルと見なせる（図-1(1)）。具体的には、重みが一定（すなわち、文脈や、交渉、力関係に依らず各世帯構成員が常に同じ重みを有する）の場合や、各世帯構成員の効用関数が正確に一致する場合が該当する。

次に、各個人は自らの属性や状態にのみ影響を受けると仮定する場合、以下の効用関数となり、相互作用のない世帯モデルとなる（図-1(2)）。

$$u_h = w(z) \cdot u_A(x_A, X) + (1 - w(z)) \cdot u_B(x_A, X) \quad (2)$$

このような他者の属性や状態に影響を受けない効用は利己的効用 (egoistic utility) と呼ばれる。

さらに、BはAの属性や状態それ自体に影響を受ける訳ではなく、Aがその属性や状態を好んでいるかどうかを通してのみ影響を受けるとする場合、以下の効用関数となり、効用レベルの相互作用を想定した世帯モデルとなる（図-1(3)）。

$$u_h = w(z) \cdot u_A(\tilde{u}_A(x_A, X), \tilde{u}_B(x_B, X)) + (1 - w(z)) \cdot u_B(\tilde{u}_A(x_A, X), \tilde{u}_B(x_B, X)) \quad (3)$$

ここで、 $\tilde{u}_A$  及び  $\tilde{u}_B$  は瞬時的効用関数 (felicity function) と呼ばれ、利己的効用と同様の性質を有する。式(3)で

は、他の世帯構成員の瞬時的効用を加味する形で各個人は効用を形成すると仮定する。なお、式(3)の特殊形として、

$$u_h = w(z) \cdot [\tilde{u}_A(x_A, X) + \delta_A \cdot \tilde{u}_B(x_B, X)] + (1-w(z)) \cdot [\tilde{u}_B(x_B, X) + \delta_B \cdot \tilde{u}_A(x_A, X)] \quad (4)$$

が頻繁に使われる。これは、小林ら(1996)で採用されている効用関数と同様の式形であり、このような効用レベルでの相互作用は、Caringと呼ばれ、Becker (1974)に端を発する。

### c) モデルの識別可能性

以上見たように、式(1)で定義される世帯効用関数は、他の世帯効用関数を内包する極めて一般的な関数と言える。一方で、一般的な関数であるが故に、識別可能性(identification)に配慮しつつモデルを特定する必要がある (Chiappori and Ekeland, 2009)。

識別問題への対応策の1つに、利用可能なデータに合わせてモデルを単純化する又は追加の仮定を設けることが考えられる。実際、労働経済学の分野では、実際に利用可能なRPデータの枠組みの中での識別可能性の議論が重点的に行われている (例えばChiappori, 1992; Browning et al., 1994; Browning et al., 2013)。その中でもとりわけ重要な課題の一つが、どのような仮定を置けば、世帯の選択結果のみ観測されている状況下で各世帯構成員の選好及び世帯意思決定メカニズムを再現できるかという問題であり (Chiappori and Ekeland, 2009)、属性レベルの利他性が存在すると仮定する場合、世帯の選択結果の情報だけでは個人の選好を再現できないことが示されている (Chiappori, 1992)。

もう一つの識別問題への対応策として、SP調査などにより、各世帯構成員及び世帯の選好を直接観測する方法が考えられる。この方法は、交通分野においては幾つか事例があり、例えばTimmermans (1992)やMolin et al. (1997, 2000)は居住地選択を、Zhang and Fujiwara (2009)は居住地選択及び交通手段選択を対象としたSP調査を行い、各世帯構成員の選好、及び、世帯としての選好を直接尋ねることで、各世帯構成員の選好の識別可能性を確保している。

本研究では、多くの高齢者に馴染みのないPMを対象とした分析を行う本研究の性質上、RPではなくSP調査に基づく分析が望ましいと考え、後者の世帯構成員及び世帯の選好を直接尋ねる方策を採用する。4章にて調査上の工夫を述べる。

以上のレビューより、本研究の学術上の特徴は以下のようにまとめられる。

- ✓ 労働経済学の分野で開発されてきたCollectiveモデルをPM保有行動を例に援用し、世帯内での利他的配慮を明示的に考慮した実証分析を行うこと

- ✓ 交通分野で蓄積されてきた世帯を対象とした2段階のSP調査データをCollectiveモデルの同定に用い、その有用性を実証すること

また、構築するモデルの政策分析上の特徴は以下の点にある。

- ✓ 他の世帯構成員への働きかけが高齢者のPM保有にどの程度影響を与えるかを定量評価ができること
- ✓ PM自体の特性の変化が家族を介して与える影響を評価できるため、世帯構成の変化によるPM保有・利用行動の変化を予測できること

本研究では、世帯内の高齢者1名及び非高齢者1名を対象とした実証分析を行うにとどまるが、属性レベルの利他的配慮を考慮する必要性を示すことは十分に可能と考えている。なお、次章にて提案する手法は世帯構成員全員に容易に拡張できるモデル構造となっている。

## 3. 世帯PM保有意向モデルの構築

本研究では、式(1)示す効用関数を基礎に、世帯のPM保有行動をモデル化する。モデル化にあたっては、PM保有に対する各世帯構成員の選好、及び、世帯の選好が観測されている状況を想定する。なお、世帯構成員及び世帯の選好の観測方法については次章にて述べる。

本研究では、個人の効用関数を特定した後、世帯の効用関数を特定する2段階の推定を行う。1段階目では、まず、高齢者A及び非高齢者Bが番目のPM (実証分析では、シニアカー、電動アシスト自転車、超小型EV、どの車両も購入しない、の4つの選択肢を設定) を保有することにより得る効用を以下のように定義する。

$$u_{ij}(x_A, x_B, X) = v_{ij}(x_A, x_B, X) + \varepsilon_{ij}, \quad i = A, B \quad (5)$$

なお、実証分析では線形効用関数を仮定する。次に、誤差項 $\varepsilon_{ij}$ 、 $\varepsilon_{Bj}$ にガンベル分布を仮定し、各世帯構成員のSP調査回答結果 $y_A, y_B$ の選択確率を以下のロジットモデルにより定義する。

$$P_{ij}(y_i = j) = \frac{\exp(v_{ij})}{\sum_k \exp(v_{ik})}, \quad i = A, B \quad (6)$$

式(6)に基づき、まず、各個人のPM保有意向モデルを推定し、各個人の効用の確定項部分を推定する。推定した確定項を以降、 $\hat{v}_{ij}$ と表記する。

次に、2段階目では、特定した各個人の効用を用いて世帯の効用関数を同定する。具体的には、以下の式を定義する。

$$u_{hj} = \sum_{i=A,B} w_{hi} \hat{v}_{hij} + \varepsilon_{hj} \quad (7)$$

$$w_{hiA} = \frac{\exp(bz_{hi})}{1 + \exp(bz_{hi})} \quad (8)$$

ここで $w_{hiA}$ は高齢者Aの重みであり、非高齢者の重み $w_{hiB}$ は $1 - w_{hiA}$ とする。bは分配要因 $z_{hi}$ にかかる未知パラメータベクトルである。誤差項にスケールパラメータsを有するガンベル分布を仮定すると、以下の世帯PM保有意向モデルが導かれる。

$$P_{hj} = \frac{\exp\left[s\left(\sum_{i=A,B} w_{hi} \hat{v}_{hij}\right)\right]}{\sum_k \exp\left[s\left(\sum_{i=A,B} w_{hi} \hat{v}_{hik}\right)\right]} \quad (9)$$

なお、各個人の効用関数は1段階目で特定されたものを使用するため、未知パラメータは、各世帯構成員の重みを決める分配要因 $z_{hi}$ に係る未知パラメータb及びスケールパラメータsとなる。

#### 4. 調査の概要

本研究では、表-1に示すように、2013年にインターネット上で実施したアンケート調査データを用いる。本調査の中心は、PM保有意向に関するSP調査であり、仮想的な車両特性（車両価格など）及び将来の交通条件（公共交通サービス水準など）を与えたうえで、図-1に示す3種類のPMの保有意向を尋ねている。本SP調査では、各世帯二名ずつ（うち一名は高齢者）から、[①1番目の世帯構成員（非高齢者B）の保有意向]→[②2番目の世帯構成員（高齢者A）の保有意向]→[③2人の話し合いによる世帯保有意向]という順で回答を得ている。具体的には、①では設定した仮想的状況下において「Aさん（※実際には高齢者のニックネームを挿入）さんのために最も購入したいと思う乗り物を選択してください」と尋ね、②では「Aさん（※実際には高齢者のニックネームを挿入）にとって最も購入したいと思う乗り物を選択してください」と尋ねている。この際、「お一人でお答えください」という注意書きをしている。その後、「おふたりで話し合ってお答えください」と促し、③の回答を得ている。なお、本調査は高齢者夫婦も調査対象となっているが、以下の分析では、親子関係にある高齢者と非高齢者の組み合わせによる回答、639サンプル（213世帯×3回分）のみを扱う。

表-2は、世帯による選択結果別の各世帯構成員の選択結果を示している。全639回答のうち、約20%に当たる124回答で選好の不一致が見られ、さらに、うち43回答において非高齢者の選好が優先されている結果となった。高齢者の選好が優先された回答は52回答であり、残りどちらの選好とも異なる選択肢を選ぶ結果となった。こ

のことは、非高齢者の選好が一定程度最終的な世帯のPM保有意思決定に影響を及ぼしていることを示唆する。

個別にみると、「シニアカー」を選択した99世帯のうち、72世帯では二人の選好が一致していることが確認できる。また、選好が不一致となった27世帯のうち、「電動アシスト自転車」を購入したいという選好との対立が10世帯と最も多かった。これは、最終的に「電動アシスト自転車」を選択した世帯数2よりも多い。また、「シニアカー」と「超小型EV」の選好の不一致が18の世帯でみられたが、最終的に「シニアカー」を選択したのは

表-1 調査の概要

調査名	ニュータウン居住者の移動に関するアンケート調査
調査期間	2013年3月25日(月)～2013年3月27日(水)
調査形式	インターネット調査
調査対象 (右の条件を満たす世帯)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ニュータウン居住者であること</li> <li>・二名(うち少なくとも一名は65歳以上の高齢者)で回答が可能な状況にあること</li> <li>・回答者ふたりともに要介護3以上の介護・支援を必要としないこと</li> </ul>
回収サンプル	600世帯(大都市圏300世帯, 地方都市圏300世帯)
有効サンプル	577世帯(大都市圏290世帯, 地方都市圏287世帯)
調査項目	移動実態(目的別活動頻度・移動手段・移動距離・移動時間)、地区の交通利便性(歩行環境、公共交通、自動車依存度)、SP調査(PM保有意向)、住環境評価(施設利便性)、個人・世帯属性



(1)シニアカー (2)電動アシスト自転車 (3)超小型EV

図-2 本研究の対象とするPM

表-2 世帯構成員の選好と世帯の選好

世帯の選択:シニアカー		非高齢者				合計
		SC	EB	EV	NB	
高齢者	シニアカー(SC)	72	7	1	5	85
	電動アシスト自転車(EB)	3				3
	超小型EV(EV)	4				4
	どの乗り物も購入しない(NB)	4			3	7
合計		83	7	1	8	99

世帯の選択:電動アシスト自転車		非高齢者				合計
		SC	EB	EV	NB	
高齢者	シニアカー(SC)			2	2	4
	電動アシスト自転車(EB)		70	2	4	76
	超小型EV(EV)		3			3
	どの乗り物も購入しない(NB)		7		5	12
合計			80	4	11	95

世帯の選択:超小型EV		非高齢者				合計
		SC	EB	EV	NB	
高齢者	シニアカー(SC)	2		3	1	6
	電動アシスト自転車(EB)		2	1	1	4
	超小型EV(EV)	6		40	1	47
	どの乗り物も購入しない(NB)	1	1	9	1	12
合計		9	3	53	4	69

世帯の選択:どの乗り物も購入しない		非高齢者				合計
		SC	EB	EV	NB	
高齢者	シニアカー(SC)	2	1	2	8	13
	電動アシスト自転車(EB)		2			2
	超小型EV(EV)		1		1	2
	どの乗り物も購入しない(NB)	13	6	7	333	359
合計		15	10	9	342	376



5世帯であり、残りの13世帯では、「超小型EV」を選択している。

「電動アシスト自転車」を選択した95世帯のうち、70世帯では二人の選好が一致している。選好の不一致がみられた25世帯のうち、「電動アシスト自転車」を購入したという非高齢者の選好が優先されたのが10世帯あり、高齢者はPMを必要ないと主張しているも、「電動アシスト自転車」を購入するという選択をした世帯が12世帯あった。二人とも別の選択を好んでいたが、最終的に「電動アシスト自転車」を選択したケースが9世帯あることから、妥協案となっている可能性が窺える。安価で手ごろである上、家族で共用できるという点で、「電動アシスト自転車」の購入はコンセンサスを得られやすいと推測される。

「超小型EV」を選択した69世帯のうち、40世帯では二人の選好が一致している。選好の不一致がみられた29世帯のうち、非高齢者の選好が優先されて「超小型EV」を選択した世帯が13世帯、高齢者の選好が優先された世帯は7世帯、二人とも別の選好を持っていたが最終的に「超小型EV」を選択した世帯が9世帯という結果になった。

最後に、「どの乗り物も購入しない」を選択した376世帯のうち、333世帯で二人の選好が一致している。選好が不一致となった43世帯のうち、非高齢者の選好が優先されて購入しないという選択結果に至ったのが9世帯、高齢者の選好が優先されたのが26世帯であった。高齢者がPMの必要性を主張しない場合は、購入しないという選択になりやすい傾向にあると予想される。

## 5. モデル推定結果

表-3 に個人の回答に基づくモデル（式(6)）の推定結果を示す。

PM の性能に関して、価格が有意とならなかった一方で、超小型 EV の乗車定員ダミーが正に有意となった。このことから、高齢者専用の移動手段としての利用に加え、複数人での利用を想定していることが窺える。その他の PM 性能に関しては全て有意とはならず、PM の保有に関しては、PM 自体の性能というよりはむしろ、個人の状態や住環境によって意思決定がなされている可能性がある。

個人・世帯属性の影響を見ると、まず、比較的若い高齢者ほど、電動アシスト自転車や超小型 EV を保有する傾向にあることが読み取れる。この傾向は、高齢者・非高齢者ともに同様であった。また、仕事を有する高齢者は PM を保有しない傾向にあることが確認された。さらに、非高齢者は、同居する家族が多い場合、超小型 EV

を保有しない傾向にあることが確認された。これは、他の世帯構成員による送迎の可能性が高まることが原因と考えられる。

高齢者の移動環境に関する変数をみると、多くの変数の影響は、高齢者と非高齢者の間で共通であることが確認できる。まず、送迎を利用できるかどうかは、現在においても将来においても有意とならず、非高齢者の「思いやり」や高齢者の「気兼ね」といった送迎に対する利他的配慮は今回の分析では確認できなかった。また、高齢者・非高齢者ともに、高齢者が自由に使える自転車を保有している場合は電動アシスト自転車を、及び自動車を保有している場合は超小型 EV を好む傾向にあることが確認された。

一方で、高齢者と非高齢者で異なる影響を示す変数も確認された。まず、自由に高齢者の歩行可能距離に関する変数の影響をみると、200m未満であるかどうかは非高齢者の PM 保有選好に有意に影響を与える一方、高齢者は、歩行可能距離が 1km 以上であるかどうかに影響を受けることが確認された。また、現在公共交通を利用している高齢者と同居する非高齢者は、「電動アシスト自転車」や「超小型 EV」の保有を好む傾向にある一方、現在公共交通を利用しているかどうかは高齢者の PM 保有意向に影響しないことが示唆された。

最後に、ニュータウンの地理的特性の影響を見ると、坂が多いと感じている高齢者は、シニアカーの保有を好む傾向にあることが確認された。また、高齢者・非高齢者ともに、階段が多いと感じるニュータウンに居住する場合、PM を保有しない傾向にあることが示された。また、NT 内に多くの利用施設を有する高齢者の場合シニアカーの保有を好む傾向にあることが明らかとなった。一方、非高齢者は、地区内に多くの利用施設を有する高齢者に対しては、電動アシスト自転車を保有することが望ましいと考えていることが示唆された。

以上の結果は、高齢者と非高齢者の間で PM 保有に対する動機付けが異なることを示すものであり、仮に非高齢者の選好を高齢者が一定程度聞き入れるとした場合、PM 保有を個人の意思決定問題としてではなく、世帯の意思決定問題として扱う必要性が出てくる。

表-4 に、各世帯構成員の世帯の意思決定に対する重みの推定結果（式(9)の推定結果）を示す。また、図-3 に式(7)の  $w$  に 0 から 1 までの値を代入した際の対数尤度の変化を、図-4 に表-4 の推定結果から得られたパラメータを用いて計算される高齢者の重みの頻度分布を示す。まず、図-3 より、世帯構成員の重みに関する世帯間異質性を考慮しない場合においても、高齢者の選好が優先されているわけではないことが確認された。仮に重みに世帯間異質性のないモデルを構築する場合、図より、高齢者と非高齢者の選好を 4 : 6 前後で合成したとき、世

表-3 高齢／非高齢者PM保有意向モデル推定結果

説明変数	選択肢	高齢者モデル		非高齢者モデル	
		推定値	t値	推定値	t値
<b>PMの性能【SP】</b>					
荷物スペースダミー(1:有り, 0:無し)	(1)(2)(3)	0.099	0.63	0.044	0.29
車両価格 [1000円]	(1)(2)(3)	-1.21E-03	-0.94	-1.21E-03	-0.95
最高速度 [km/h]	(3)	7.18E-03	0.74	3.44E-04	0.04
航続距離 [km]	(3)	-3.70E-03	-0.56	1.65E-03	0.28
フロントドアダミー(1:有り, 0:無し)	(3)	-0.220	-0.68	-0.393	-1.38
乗車定員ダミー(1:2名, 0:1名)	(3)	1.027	3.31 **	0.852	3.06 **
<b>高齢者の将来の移動環境【SP】</b>					
運転能力低下ダミー(1:低下, 0:現状)	(1)(2)	0.854	3.08 **	0.677	2.44 *
送迎ダミー(将来)(1:送迎利用不可, 0:現状)	(1)(2)(3)	0.214	1.03	0.187	0.90
バスの利便性悪化ダミー(1:運行法本数が半分に減った, 0:現状)	(1)(2)(3)	0.373	1.96 +	0.458	2.41 *
バスの利便性良化ダミー(1:運行法本数が2倍に増えた, 0:現状)	(1)(2)(3)	-0.182	-0.92	0.010	0.05
<b>個人・世帯属性</b>					
高齢者の年齢	(1)	0.011	0.55	0.026	1.31
高齢者の年齢	(2)	-0.097	-3.75 **	-0.126	-4.91 **
高齢者の年齢	(3)	-0.080	-2.92 **	-0.045	-1.86 +
高齢者の有職者ダミー(1:有り, 0:無し)	(1)(2)(3)	-0.812	-3.75 **	0.282	1.06
世帯総構成員数	(1)	0.420	1.62	-0.220	-0.62
世帯総構成員数	(2)	0.018	0.05	0.072	0.20
世帯総構成員数	(3)	0.090	0.22	-0.895	-4.11 **
<b>高齢者の現在の移動実態・移動環境</b>					
送迎ダミー(現在)(1:送迎してくれる家族・友人がいる, 0:いない)	(1)(2)(3)	0.131	0.50	0.312	1.19
歩行200m未満ダミー(1:歩行可能距離200m未満, 0:その他)	(1)(2)(3)	0.442	1.45	0.704	2.38 *
歩行1km以上ダミー(1:歩行可能距離1km以上, 0:その他)	(2)	0.809	2.78 **	0.397	1.45
自転車専用ダミー(1:自由に使える自転車有り, 0:その他)	(1)	0.459	1.70 +	0.580	2.07 *
自転車専用ダミー(1:自由に使える自転車有り, 0:その他)	(2)	2.414	7.83 **	2.448	8.25 **
自転車専用ダミー(1:自由に使える自転車有り, 0:その他)	(3)	0.546	1.37	0.152	0.41
自動車専用ダミー(1:自由に使える自動車有り, 0:その他)	(1)	-0.522	-1.49	-0.115	-0.34
自動車専用ダミー(1:自由に使える自動車有り, 0:その他)	(2)	-0.519	-1.26	-0.406	-1.04
自動車専用ダミー(1:自由に使える自動車有り, 0:その他)	(3)	1.487	3.85 **	0.653	1.82 +
公共交通利用ダミー(1:利用している, 0:利用していない)	(1)	-0.191	-0.60	0.427	1.32
公共交通利用ダミー(1:利用している, 0:利用していない)	(2)	0.430	1.01	0.698	1.71 +
公共交通利用ダミー(1:利用している, 0:利用していない)	(3)	0.708	1.64	1.503	3.60 **
最寄りの公共交通機関までの距離 [km]	(1)	-0.224	-0.65	-0.306	-0.89
最寄りの公共交通機関までの距離 [km]	(2)	-0.780	-1.91 +	-0.718	-1.86 +
最寄りの公共交通機関までの距離 [km]	(3)	-1.742	-2.68 **	-2.282	-3.16 **
<b>ニュータウンの地理的特性</b>					
坂ダミー(1:坂が多いと感じている, 0:その他)	(1)	0.881	3.37 **	0.241	0.98
坂ダミー(1:坂が多いと感じている, 0:その他)	(2)	0.135	0.45	0.255	0.88
坂ダミー(1:坂が多いと感じている, 0:その他)	(3)	0.439	1.28	-0.501	-1.60
階段ダミー(1:階段が多いと感じている, 0:その他)	(1)(2)(3)	-0.646	-2.34 *	-1.316	-2.19 *
高齢者利用施設空間分布 (NT内の利用施設数/総利用施設数)	(1)	0.556	1.69 +	0.333	1.01
高齢者利用施設空間分布 (NT内の利用施設数/総利用施設数)	(2)	0.618	1.39	0.876	2.06 *
高齢者利用施設空間分布 (NT内の利用施設数/総利用施設数)	(3)	0.478	0.99	-0.161	-0.37
定数項	(1)	-3.096	-1.83 +	-4.339	-2.51 *
定数項	(2)	3.862	1.79 +	6.234	2.97 **
定数項	(3)	2.118	0.89	0.497	0.23
初期対数尤度		-885.8		-885.8	
最終対数尤度		-568.0		-605.6	
尤度比		0.359		0.316	
自由度調整済み尤度比		0.311		0.269	
サンプル数		639		639	

+: 10% 有意水準, \*: 5% 有意水準, \*\*: 1% 有意水準

選択肢:(1) シニアカー, (2) 電動アシスト自転車, (3) 超小型EV, (4) どの車両も購入しない

表-4 世帯PM保有意向モデル推定結果

	推定値	t 値
年齢差(高齢者年齢-非高齢者年齢)	0.730	3.585 **
就労状態の差(1:高齢者のみ有職, -1:非高齢者のみ有職, 0:その他)	-20.907	-4.614 **
モビリティの差(1:高齢者のみ専有自動車あり, -1:非高齢者のみ専有自動車あり, 0:その他)	-16.029	-4.072 **
世帯収入 [万円]	-0.047	-5.215 **
安全性への意見差(1:高齢者のみ安全性を考慮, -1:非高齢者のみ安全性を考慮, 0:その他)	-2.589	-0.537
共用可能性への意見差(1:高齢者のみ共用を考慮, -1:非高齢者のみ共用を考慮, 0:その他)	35.884	10.921 **
スケールパラメータ	0.951	19.007 **
初期対数尤度		-885.8
最終対数尤度		-595.2
尤度比		0.328
自由度調整済み尤度比		0.320
サンプル数		639

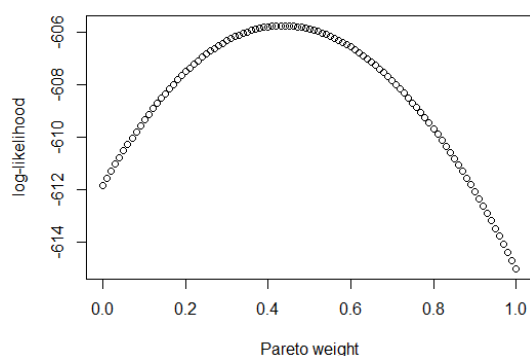


図-3 高齢者の重みと対数尤度の関係

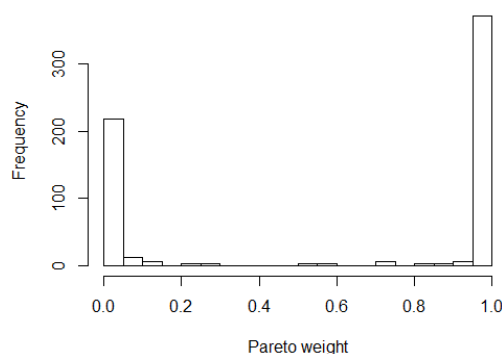


図-4 高齢者の重みの度数分布

帯意思決定を最も適合度高く表すことができることが確認できる。この点は、表-2 にて示した世帯構成員の選好と世帯の選好の差異から得られた示唆とは異なる。さらに、どちらか一方の選好のみに基づく Unitary モデルとして PM 保有モデルを構築する場合、高齢者の選好というよりはむしろ、非高齢者の選好に基づきモデルを構築した方が世帯の選好を精度良く近似できることが図より確認できる。ただし、図-4 から分かるように、今回導入した分配要因の影響は極めて大きく、重みの世帯間異質性は無視できないものと考えられる。具体的には、多くの世帯において、高齢者か非高齢者どちらかが主たる意思決定者となっているケースが多く、どちらの選好も均等に採用されている世帯は少ない。表-4 の推定結果より、高齢者が有職者であったり、自動車を保有している場合、非高齢者の選好が優先さ

れやすい傾向にあることが確認できる。また、世帯収入が多い場合、非高齢者の選好が優先されやすい傾向にある。一方で、高齢者と非高齢者の年齢差が大きい場合、高齢者の選好が優先される傾向にある。PM 選択時に重要視したことの意見差の影響をみると、共用可能性を念頭に PM 保有を選択した個人の意見が優先される一方、安全性を主張する個人の選好が世帯選好に優先的に反映される訳ではないことも確認された。

以上の結果をまとめると、たとえ高齢者の利用を前提としたPM保有であっても、非高齢者の選好に影響を受けることが示唆された。次章では、定量的に非高齢者の選好が及ぼす影響を把握するため、簡便なシナリオ分析を行う。

## 6. シナリオ分析結果

非高齢者の選好を無視することによる影響を示すため、高齢者個人の選考結果に基づく高齢者モデル（表-3「高齢者モデル」）を用いた場合のシナリオ分析結果を表-5に、世帯モデルを用いた場合のシナリオ分析結果を表-6に示す。また、世帯モデルと高齢者モデルのシナリオ分析結果の差異を表-7に示す。なお、ここで作成したシナリオは、職業の有無、高齢者専有自動車の有無、歩行可能距離の3変数に基づき作成しており、職業「有」であれば全高齢者が職業を有する状況を、高齢者専有自動車「無」であれば全高齢者が自動車を保有していない状況を想定し分析を進めている。

表-7より、高齢者が有職者であり、かつ専有自動車を有する場合、高齢者モデルと世帯モデルの結果の差異が大きくなる傾向にあることが示された。また、とりわけ歩行可能距離が200m未満の場合については、高齢者の個人意思決定としてPM保有問題を扱った、どの乗り物も購入しないという選択が最大で6.5%高く推計されてしまうことが確認された。一方、専有自動車



を保有しない無職の高齢者については、高齢者本人の選好が優先されやすく、世帯モデルとの差異は小さいことが示された。また、全体としては、高齢者はどのPMを購入しないことを好む一方で、非高齢者は高齢者に対してPMを保有してほしいと考える傾向にあり、他の世帯構成員がいることにより高齢者のPM保有が促進される可能性があることが明らかとなった。

表-5 高齢者モデルに基づくシナリオ分析結果

職業	高齢者専有自動車	歩行可能距離	シニアカー	電動アシスト自転車	超小型EV	どの乗り物も購入しない
現状	現状	現状	16.9%	13.3%	8.8%	61.0%
有	現状	現状	11.4%	10.4%	6.6%	71.6%
有	有	現状	7.6%	7.1%	13.9%	71.4%
有	有	<200m	9.8%	8.8%	17.4%	64.1%
有	有	200-1000m	7.3%	7.0%	13.5%	72.2%
有	有	>1000m	7.3%	7.0%	13.5%	72.2%
有	無	現状	12.9%	11.5%	3.5%	72.1%
有	無	<200m	16.6%	14.2%	4.4%	64.9%
有	無	200-1000m	12.4%	11.4%	3.4%	72.9%
有	無	>1000m	12.4%	11.4%	3.4%	72.9%
無	現状	現状	19.0%	15.1%	10.1%	55.8%
無	有	現状	12.7%	10.4%	21.3%	55.7%
無	有	<200m	15.3%	12.1%	25.1%	47.4%
無	有	200-1000m	12.2%	10.3%	20.8%	56.7%
無	有	>1000m	12.2%	10.3%	20.8%	56.7%
無	無	現状	21.4%	16.7%	5.5%	56.4%
無	無	<200m	26.0%	19.4%	6.5%	48.1%
無	無	200-1000m	20.7%	16.6%	5.3%	57.4%
無	無	>1000m	20.7%	16.6%	5.3%	57.4%

表-6 世帯モデルに基づくシナリオ分析結果

職業	高齢者専有自動車	歩行可能距離	シニアカー	電動アシスト自転車	超小型EV	どの乗り物も購入しない
現状	現状	現状	17.5%	14.6%	9.2%	58.7%
有	現状	現状	12.1%	11.9%	7.2%	68.9%
有	有	現状	10.4%	9.5%	12.0%	68.1%
有	有	<200m	14.7%	11.2%	16.5%	57.6%
有	有	200-1000m	9.9%	8.3%	11.6%	70.2%
有	有	>1000m	9.6%	10.5%	11.3%	68.6%
有	無	現状	12.8%	12.7%	5.2%	69.3%
有	無	<200m	17.4%	15.2%	7.1%	60.3%
有	無	200-1000m	12.2%	11.7%	5.1%	71.0%
有	無	>1000m	12.0%	13.4%	4.9%	69.7%
無	現状	現状	19.7%	15.9%	10.4%	54.0%
無	有	現状	15.1%	12.3%	20.0%	52.6%
無	有	<200m	19.1%	13.7%	24.4%	42.8%
無	有	200-1000m	14.7%	11.4%	19.7%	54.1%
無	有	>1000m	14.4%	12.9%	19.4%	53.3%
無	無	現状	21.8%	17.4%	6.5%	54.3%
無	無	<200m	26.5%	19.7%	7.9%	45.8%
無	無	200-1000m	21.1%	16.8%	6.4%	55.7%
無	無	>1000m	20.9%	17.6%	6.3%	55.3%

表-7 世帯モデルと高齢者モデルの差異

職業	高齢者専有自動車	歩行可能距離	シニアカー	電動アシスト自転車	超小型EV	どの乗り物も購入しない
現状	現状	現状	-0.6%	-1.3%	-0.4%	2.3%
有	現状	現状	-0.7%	-1.5%	-0.6%	2.7%
有	有	現状	-2.7%	-2.5%	1.9%	3.3%
有	有	<200m	-4.9%	-2.4%	0.8%	6.5%
有	有	200-1000m	-2.6%	-1.3%	1.9%	2.0%
有	有	>1000m	-2.3%	-3.5%	2.3%	3.5%
有	無	現状	0.2%	-1.2%	-1.7%	2.8%
有	無	<200m	-0.8%	-1.0%	-2.8%	4.6%
有	無	200-1000m	0.1%	-0.4%	-1.7%	1.9%
有	無	>1000m	0.4%	-2.1%	-1.5%	3.2%
無	現状	現状	-0.8%	-0.8%	-0.3%	1.8%
無	有	現状	-2.4%	-1.9%	1.3%	3.1%
無	有	<200m	-3.7%	-1.6%	0.7%	4.6%
無	有	200-1000m	-2.5%	-1.1%	1.1%	2.5%
無	有	>1000m	-2.2%	-2.6%	1.5%	3.4%
無	無	現状	-0.3%	-0.7%	-1.1%	2.1%
無	無	<200m	-0.5%	-0.3%	-1.4%	2.2%
無	無	200-1000m	-0.4%	-0.2%	-1.1%	1.7%
無	無	>1000m	-0.2%	-1.0%	-1.0%	2.2%

## 7. おわりに

本研究では、高齢者の利用を前提としたPM保有意思決定であっても他の世帯構成員（非高齢者）の選好に影響を受ける可能性があることを念頭に、世帯のPM保有意向モデルを構築した。本研究で構築したモデルは、労働経済学において発展してきたCollectiveモデルを援用したものであり、属性レベルの利他的配慮を表現出来る点が特徴である。

SP調査データを用いた実証分析の結果、高齢者と非高齢者では（想定する主な利用者は同一であっても）PM保有に対する選好が異なることが示された。さらに、高齢者・非高齢者の年齢差が大きく、自動車を保有しない無職の高齢者の場合については高齢者の選好が採用されやすいものの、自動車を保有する有職の高齢者の場合、非高齢者の選好が世帯の意思決定に強く影響することが明らかとなった。この結果は、たとえ個人の利用を前提としたPM保有の文脈においても、世帯単位での分析が必要になることを示唆する。

以下、今後の研究課題を整理する。まず、相互作用のより良い理解という観点からは、属性レベルの利他性を考慮できる本モデルは、政策分析上も有用と考えられる一方、世帯内交渉過程を明示的に扱うものではないため、現象の理解には限界がある。また、今回のモデルでは、属性レベルの利他的配慮として解釈が可能なモデルを採用してはいるものの、実際にそれが利他的な意図により生じた選好かどうかは仮説の域を出ない。一方、交渉過程や利他的な意図を含めてモデル化する場合、モデル構造が複雑になり、実証的な観点から問題が残る。このトレードオフ関係を踏まえて世帯モデルの精緻化を今後図る必要がある。また、実証分析の観点からは、例えばPM利用の利点がメディアを通して非高齢者に伝わり、それが最終的に世帯のPM保有意思決定に影響するといった状況が想定されるが、このような政策を評価可能なRPデータの取得は極めて困難と考えられる。今後、例えば山下ら(2012)が行ったように、調査内で実験的に情報提供を行うことでその効果を判断する等の工夫が必要と考えている。さらに、個人の意思決定は世帯構成員からだけでなく、友人や世帯を別にする家族からも影響を受ける(Kuwano et al., 2014)。影響を受ける範囲そのものを特定できるモデルフレームを構築することも重要な今後の課題といえる。

## 参考文献

- 1) Anderson, N. H. (1981) Foundations of information integration theory. New York: Academic Press.
- 2) Arrow, K.J., (1951) Mathematical models in the social sciences, in: Lerner, D., Lasswell, H.D. (Eds.), The Policy

- Sciences: Recent Developments in Scope and Method. Stanford University Press, Stanford, Calif., pp. 129-154.
- 3) Becker, G.S., (1974) A theory of marriage, in: Schultz, L. (Ed.), Economics of the Family. University of Chicago Press, Chicago, pp. 299-345.
  - 4) Browning, M., Chiappori, P.A., Lewbel, A. (2013) Estimating consumption economies of scale, adult equivalence scales, and household bargaining power. *Review of Economic Studies* 80, 1267-1303.
  - 5) Browning, M., Chiappori, P.A., Weiss, Y. (2014) Economics of the Family, Cambridge University Press (近刊). 以下の URL より草稿閲覧可. URL: [http://www.tau.ac.il/~weiss/fam\\_econ/bcw\\_book-jan-18-11-mb.pdf](http://www.tau.ac.il/~weiss/fam_econ/bcw_book-jan-18-11-mb.pdf), 2014 年 4 月閲覧).
  - 6) Chiappori, P.A. (1988) Rational household labor supply. *Econometrica* 56, 63-90.
  - 7) Chiappori, P.A. (1992) collective labor supply and welfare. *Journal of Political Economy* 100, 437-467.
  - 8) Chiappori, P.A., Ekeland, I. (2009) The microeconomics of efficient group behavior: Identification. *Econometrica* 77, 763-799.
  - 9) Kuwano, M., Chikaraishi, M., and Fujiwara, A. (2014) Factors that promote personal mobility in relation to the social network in old newtown, *Asian Transport Studies* 3, 108-124.
  - 10) Molin, E.J.E., Oppewal, H., Timmermans, H.J.P. (1997) Modeling group preferences using a decompositional preference approach. *Group Decision and Negotiation* 6, 339-350.
  - 11) Molin, E.J.E., Oppewal, H., Timmermans, H.J.P. (2000) A comparison of full profile and hierarchical information integration conjoint methods to modeling group preferences. *Marketing Letters* 11, 165-175.
  - 12) Srinivasan, K.K., Athuru, S.R. (2005) Analysis of within-household effects and between-household differences in maintenance activity allocation. *Transportation* 32, 495-521.
  - 13) Timmermans, H., Borgers, A., van Dijk, J., Oppewal, H. (1992) Residential choice behavior of dual earner households: a decompositional joint choice model. *Environment and Planning A* 24, 517-533.
  - 14) Timmermans, H., (2006) Analyses and models of household decision making processes, Resource Paper for the Workshop "Group Behavior" at the 11th International Conference on Travel Behaviour Research, Kyoto, Japan, August 16-20.
  - 15) Vovsha, P., Petersen, E., Donnelly, R. (2003) Explicit modeling of joint travel by household members: Statistical evidence and applied approach. *Transportation Research Record* 1831, 1-10.
  - 16) Vovsha, P., Petersen, E., Donnelly, R. (2004) A model for allocation of maintenance activities to the household members. *Transportation Research Record* 1894, 170-179.
  - 17) Zhang, J., Timmermans, H., Borgers, A. (2002) Utility-maximizing model of household time use for independent, shared, and allocated activities incorporating group decision mechanisms. *Transportation Research Board No. 1807*, 1-8.
  - 18) Zhang, J., Timmermans, H.J.P., Borgers, A. (2005) A model of household task allocation and time use. *Transportation Research Part B* 39, 81-95.
  - 19) Zhang, J., Fujiwara, A. (2006) 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: Methodological* 40, 54-74.
  - 20) Zhang, J., Fujiwara, A. (2009) Intrahousehold interaction in transit-oriented residential choice behavior represented in stated preference approach. *Transportation Research Record* 2134, 73-81.
  - 21) Zhang, J., Kuwano, M., Lee, B., Fujiwara, A. (2009a) Modeling household discrete choice behavior incorporating heterogeneous group decision-making mechanisms. *Transportation Research Part B* 43, 230-250.
  - 22) Zhang, J., Fujiwara, A., Hinohara, H. (2009b) How to aggregate individual preferences into group choice? - A series of modeling comparisons based on stated preference survey -. *Proceedings of the 12th International Conference on Travel Behaviour Research, Jaipur, Rajasthan, India, December 13-18 (CD-ROM)*.
  - 23) 桑野将司, 張峻屹, 藤原章正 (2008) 属性レベルでの世帯内相互作用を取り入れた離散選択モデルの開発. *土木計画学研究・講演集 Vol. 37 (CD-ROM)*.
  - 24) 国土交通省 (2011) 超小型モビリティの利活用に関する実証実験等による調査業務, 報告書 (URL: <http://www.mlit.go.jp/common/000172087.pdf>, 2014 年 4 月 22 日閲覧).
  - 25) 小林潔司, 喜多秀行, 多々納裕一 (1996) 相乗り・送迎のためのランダム・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*, 49-58.
  - 26) 山下和哉, 塚井誠人, 桑野将司, 増田裕元 (2012) 過疎地域整備に関する認知喚起型調査手法の提案. *土木学会論文集 D3 Vol.68, No.5 (土木計画学研究・論文集第 29 巻)*.
  - 27) 山本俊行, 北村隆一, 河本一郎 (2001) 世帯内での配分を考慮した自動車の車種選択と利用の分析. *土木学会論文集 No. 674/IV-51*, 63-72.

(2014. 4. 25受付)

## ANALYSIS OF HOUSEHOLD'S PERSONAL MOBILITY VEHICLE OWNERSHIP BEHAVIOR IN NEWTOWNS BASED ON COLLECTIVE MODELS

Makoto CHIKARAISHI, Ayumi UEHARA, Akimasa FUJIWARA, and Junyi ZHANG

This study develops a collective ownership model of personal mobility vehicle (PMV) for aged members in a household, bearing in mind that other household members' preferences might affect its decisions. The developed model takes into account other members' altruistic attitudes towards aged members' actual conditions such as the ability to drive a car, rather than towards aged members' preferences. An empirical analysis was done by using data from an SP survey conducted in Japan in 2013. The results show that (1) aged members and other members surely show different preferences over PMV ownership, and (2) when aged members own a car and have a job, other members' preferences strongly influence the decision on PMV ownership, indicating that PMV ownership is not just a decision by aged members, but also a household decision.