

世帯内での割り当てを考慮した自動車の車種選択と利用の分析*

*An Analysis of Vehicle Type Choice and Use by Households Considering Vehicle Allocation to Drivers**

河本一郎**・山本俊行***・北村隆一****

By Ichiro KOHMOTO**・Toshiyuki YAMAMOTO***・Ryuichi KITAMURA****

1. はじめに

交通需要予測に不可欠な要因である世帯における自動車保有に関する将来予測を行う場合、ある時点での保有状態のモデル化ではなく、時間軸上における世帯の自動車保有行動をモデル化する事により、整合的な予測が可能となると考えられる¹⁾。近年、時間軸上における世帯の自動車取替更新行動を分析するために、生存時間解析手法を用いたモデル化が行われている^{2),3),4)}。その際、世帯の保有する車種や、各自動車の主な運転者の属性、年間走行距離等で表わされる利用状況は、自動車取替更新行動モデルの重要な説明変数として導入されており、将来の自動車保有行動を予測するためには、世帯の車種選択行動や、世帯内での自動車の割り当て、各自動車の利用状況の精緻なモデル化が必要である。

また、近年では、環境問題が大きな社会的関心事となっており、環境に対する負荷を考えた場合においても、車種により環境への負荷が異なることから、世帯の車種選択行動や各保有自動車毎の利用状況を分析する必要がある。

従来においても、世帯における保有車種の分析は数多く行われており、青島ら⁵⁾、石田ら⁶⁾は、複数台保有世帯に対して自動車の買い替えのつながりを考えた「保有系列」という概念を用いて主な利用者や車種、利用目的等の分析を行っている。また、石田らは同様の概念を用いて年間走行距離についても分析を行っている。これらの分析結果から、保有系列によって車種や主な運転者、年間走行距離が異なることが確認されている。しかしながら、これらの研究は定量的な予測モデルを提供するものではない。

本研究では、車種選択行動と世帯内での自動車の割り当ては密接な関係があること、さらに、各保有自動車の利用状況を表わす年間走行距離も、車種やメインドライバーによって大きく異なるとの認識の下、世帯内での割り当てを考慮した購入車種選択行動モデルと、車種とメインドライバーの影響を考慮した年間走行距離モデルを構築した。

2. データの概要

本研究では、平成9年に京都市民を対象として行われたアンケート調査「京都市民の交通行動についての調査」の一部、及び、車種毎の自動車の属性についての集計データを用いた実証的な分析を行った。この調査はパネル調査の第1回調査にあたり、第2回調査は、平成10年に行われる予定である。予備調査で調査への参加を表明した3,171世帯に対し、世帯調査票1枚と、個人調査票を予備調査で被験者の回答した参加人数分郵送配布した。得られたサンプル数は1,954世帯(回収率61.6%)、回収個人票総数は3,943枚となった。分析にはアンケート調査から得られたデータのうち、世帯属性・個人属性・世帯保有自動車に関するデータ、及び自動車の属性データを用いた。回収世帯の自動車保有台数分布を表一に示す。平均保有台数は約1.1台となっており、複数台保有世帯も約20%存在することが分かった。なお、本研究では、得られたサンプル数の制限から、1台保有世帯と2台保有世帯を対象として、世帯の自動車保有台数別にモデルを構築した。

表一 自動車保有台数の分布

台数	0	1	2	3+	不明	合計
世帯数	375	1095	356	97	31	1954

サンプル世帯の保有する自動車の車種分布を表一2に示す。これまで、車種選択モデルにおける選択

*キーワード：自動車保有・利用、交通行動分析

**学生員、京都大学工学部交通土木工学科

***正員、工修、京都大学工学研究科土木システム工学専攻
(京都市左京区吉田本町、TEL075-753-5136、FAX075-753-5916)

****正員、Ph.D.、京都大学工学研究科土木システム工学専攻

肢としては、排気量によるカテゴリーを選択肢とする少数の選択肢からなるモデルから、排気量のカテゴリーと自動車の製造年式及び製造メーカー、自動車の形状の組み合わせを選択肢とする大規模な選択肢からなるモデルまで様々なものが用いられている。本研究では、選択肢の違いによって世帯内における割り当てや走行距離が異なる可能性を考慮可能である事、及び環境に対する影響の違いが考慮可能である事、一方でモデルの推定可能性の観点から出来るだけ少数の選択肢である事等を考慮して、「その他」を除く4つの車種と、購入時に新車か、中古車かの組み合わせからなる8つの選択肢からなる車種選択モデルを構築する事とした。

表-2 保有車種の分布

車種	軽自動車	小型乗用車	普通乗用車	ライトバン・ワゴン	その他	計
新車	241	824	329	110	28	1532
中古車	84	294	85	29	6	498
計	325	1118	414	139	34	2030

3. モデルの概要

1. で述べたように、世帯の購入車種選択行動は、世帯内での自動車割り当てと密接な関係がある。本研究では、車種選択を上位レベル、世帯内での割り当てを下位レベルとおいた多次元選択行動として捉え、車種・メインドライバー選択行動をネステッド・ロジットモデルとして定式化した。また、車種、メインドライバー、世帯属性を説明変数とし、年間走行距離の対数を被説明変数とした年間走行距離モデルを構築する事によって、自動車の利用に車種やメインドライバーが及ぼす影響を考慮し、年間走行距離モデルの予測精度の向上を図った。

(1) 車種・メインドライバー選択モデル

1 台保有世帯については、車種選択レベルでは、2. で述べた8つの選択肢からなるモデルを構築した。また、メインドライバー選択レベルでは、メインドライバーとなる可能性のある18才以上の世帯構成員の各々を選択肢としたモデルを構築した。

一方、2 台保有世帯についてのモデル化に際しては、世帯は同時に2台の自動車を買替えるといった行動をとる事はまれであり、多くの場合、以前に

は1台保有であった世帯が、その自動車はそのまま保有して、新たに自動車を追加購入したり、既に2台保有している世帯が1台をそのまま保有して、もう1台を買替えるといった行動をとること（以下では、そのまま世帯が保有する自動車を既存車、新たに購入する自動車を購入車と呼ぶ）、および、1. で述べたように、ある時点における自動車保有状態をモデル化するのでなく、時間軸上での世帯の行動をモデル化することから、車種選択レベルにおいては、既存車の保有を与件とし、購入車の車種（8 選択肢）を選択肢とするモデルを構築した。また、メインドライバー選択レベルでは、購入車と既存車の、2 台の自動車のメインドライバーの全ての組み合わせを選択肢とした。よってメインドライバーとなる可能性のある18才以上の世帯構成員が n 人の場合、同一の世帯構成員が両方の自動車のメインドライバーとなる選択肢も含め n^2 の選択肢を持つこととなる。なお、両レベルにおいて、既存車の属性を説明変数として用いることとなるが、この説明変数はモデルの内生変数であるため、既存車の選択時での選択の誤差項との系列相関が存在する場合には推定にバイアスが生じる。しかしながら、今回の推定では系列相関によるバイアスの補正は行っていない。

(2) 年間走行距離モデル

1 台保有世帯については、通常重回帰モデルを適用しモデルを構築した。一方、2 台保有世帯については、各自動車の走行距離が相互に影響を与える可能性があること、及び各々の自動車による走行距離に対して共通の非観測要因が影響を与える可能性があることを考慮するために、線形構造方程式モデル²⁾の枠組みを用いて以下のような構造を仮定した。式(1)では、世帯属性がそれぞれの自動車に与える影響は共通であり、自動車属性やメインドライバーの属性が当該自動車の走行距離に与える影響は、購入した順序に依存しない事を示している。

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \beta \\ \beta & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Gamma_1, \dots, \Gamma_m & 0 \\ 0 & \Gamma_1, \dots, \Gamma_m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Gamma_{m+1}, \dots, \Gamma_{m+n} \\ \Gamma_{m+1}, \dots, \Gamma_{m+n} \end{bmatrix} [Z] + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

ただし、 y_i は自動車 i の年間走行距離の対数 (i : 購

入順序), X_i は自動車 i の自動車属性とメインドライバーの属性ベクトル, Z は世帯属性ベクトル, ε_i は誤差項を表わす. また, β , Γ は未知パラメータを表わす. なお, 保有台数別にモデルを構築することによって, 推定時に Selectivity bias の影響を受けることが危惧されるものの, 今回の推定ではこれに対する修正は行っていない.

4. 推定結果

(1) 車種・メインドライバー選択モデル

車種・メインドライバー選択モデルの推定には, 2. で述べたサンプルのうち, データに不備の無いサンプル, 1 台保有世帯 880 世帯, 2 台保有世帯 267 世帯それぞれのデータを用いた. ただし, 本稿では簡便のため, 段階推定法によって推定を行った.

1 台保有世帯に対するモデルの推定結果を表一 3, 4 に示す. 表一 3 より, メインドライバー選択レベルにおいては, 自動車の車種や個人属性, 世帯構成がメインドライバーの選択に影響を与えることが確認された. また, 表一 4 より, ログサム変数の推定値が 0.26 となり, 統計的にも有意であることから, メインドライバーの選択による効用が車種選択

表一 3 メインドライバー選択レベル推定結果(1 台保有)

変数	推定値	t 値
男性ダミー	1.07	5.29
免許保有年数	0.03	2.47
免許保有年数3年以内	-0.79	-1.93
免許保有年数20年以上	-1.90	-1.83
世帯主×大家族	-0.64	-1.53
軽自動車×無職	1.40	1.79
小型乗用車×主婦	-1.81	-1.34
普通乗用車×50才以上×男性	1.62	1.52
普通乗用車×50才以上×女性	2.08	1.44

サンプル数 880, $L(0)=-217$, $L(\beta)=-158$, $\chi^2=118$

表一 4 車種選択レベル推定結果(1 台保有)

変数	推定値	t 値
大家族×自動車の定員	1.27	7.37
軽自動車×18才以上の子供有	-0.76	-3.79
小型乗用車×5才以下の子供有	1.61	9.51
小型乗用車×世帯主×30才未満	0.51	1.38
小型乗用車×高収入	0.89	2.70
車両価格×低収入	-0.03	-2.55
車両価格×中収入	0.02	3.35
新車ダミー	1.26	12.37
中古車×普通乗用車	-0.40	-2.47
ログサム変数	0.26	2.57

サンプル数 880, $L(0)=-1829$, $L(\beta)=-1518$, $\chi^2=623$

に影響を与えていることが確認された.

次に, 2 台保有世帯に対するモデルの推定結果を表一 5, 6 に示す. なお, 3. で述べたように, 2 台保有世帯に対しては, 既存車と購入車を区別し, 既存車の属性を説明変数としてモデルに導入し, 購入車の車種選択行動をモデル化する. 本稿では, 2. で述べた調査で得られた 2 台保有世帯のデータについて, 保有期間の長い方の自動車を既存車とし, 保有期間の短い方を購入車と仮定してモデルを推定した. ここで, 2 台保有世帯のうち, 以前は 3 台保有しており, 1 台を破棄した世帯については, 上述の仮定が成り立たない場合も有り得るが, 過去の取替更新行動に関するデータが得られていないため, 今回はそれに伴う推定誤差については考慮していない. 推定結果を表一 5, 6 に示す. 表一 5 より, メインドライバー選択レベルにおいては, 1 台保有世帯に対するモデルの推定結果と同様に, 自動車の車種や個人属性, 世帯構成がメインドライバーの選択に大きな影響を与えることが確認されたのに加えて, 既存車か, 購入車か, ということがメインドライバー選択に影響を与えることが分かった. 特に, (既存車×息子, 娘×小型乗用車) のパラメータが 0.72 で統計的にも有意であることから, 世帯で新しく自動車を購入した場合, 購入車を世帯主が利用し, 既存車を息子や娘に譲るというような, 世帯内における自動車の再配分が行われていることを示しているものと考えられる.

表一 5 メインドライバー選択レベル推定結果(2 台保有)

変数	推定値	t 値
購入車×世帯主×普通乗用車	2.16	5.75
×主婦×子供が2人以上	-2.34	-2.23
×60歳以上	-1.39	-4.87
既存車×60歳以上	-0.53	-1.43
×年齢	-0.04	-0.04
×世帯主×普通乗用車	0.72	2.12
×息子, 娘×小型乗用車	1.63	3.58
×娘	-1.16	-3.92
同一運転者ダミー	-1.90	-7.80

サンプル数 267, $L(0)=-522$, $L(\beta)=-400$, $\chi^2=245$

次に, 表一 6 より, 車種選択レベルにおいてはログサム変数の推定値が 0.27 となり, 統計的にも有意であることから 1 台保有世帯に対するモデルの推定結果と同様に, メインドライバーの選択による効用が車種選択に影響を与えていることが確認された.

また、同一車種ダミーの推定値が、0.68 と正の値を取っており、t 値も高く統計的に有意となっている。この事は、2 台保有世帯においては、既存の保有車種と同じ車種を選択する傾向があることを示すものと考えられる。

表一6 車種選択レベル推定結果(2 台保有)

変数	推定値	t 値
大家族×自動車の定員	0.44	2.86
中古車×世帯主×30歳未満	1.25	1.49
小型乗用車×子供	0.67	2.04
小型乗用車×60歳以上	0.78	2.90
燃費効率×高収入	0.23	2.07
車両価格×低収入	-0.35	-1.36
新車ダミー	1.40	1.40
同一車種ダミー	0.68	5.10
ログサム変数	0.27	2.02

サンプル数 267, $L(0)=-553$, $L(\beta)=-463$, $\chi^2=181$

(2)年間走行距離モデル

年間走行距離モデルの推定には、(1)で用いたサンプルのうち、メインドライバーの個人調査票が特定可能であり、かつ調査票に不備の無いサンプル、1 台保有世帯 819 世帯、2 台保有世帯 41 世帯それぞれのデータを用いた。

ここでは、紙面の都合上、2 台保有世帯に対するモデルの推定結果のみを表一7 に示す。1 台保有世帯に対するモデルの推定結果、および、表一7 より、自動車の属性やメインドライバーの属性が年間走行距離に与える影響が定量的に把握できた。また、自動車間の誤差相関が小さく、t 値も 0.48 であり、統計的に有意とならず、 β の推定値も t 値が 0.16 と有意にならなかった。本稿のサンプルの2台保有世帯に関しては、共通な非観測要因や自動車間の相互

表一7 年間走行距離モデル推定結果(2 台保有)

説明変数	推定値	t 値
β	0.03	0.16
世帯構成人数	-0.18	-1.50
低収入ダミー	-1.72	-1.59
運転初心者×最小回転半径	-0.25	-3.51
通勤利用ダミー	0.59	2.48
業務利用ダミー	0.81	2.91
主婦×子供	-0.87	-1.70
燃費効率×低収入	-0.02	-0.23
燃費効率×中収入	-0.23	-0.57
燃費効率×高収入	0.23	1.86

$\text{var}(\epsilon_1)=0.48$ (t 値: 3.31), $\text{var}(\epsilon_2)=0.48$ (t 値: 3.31),
 $\text{cov}(\epsilon_1, \epsilon_2)=0.11$ (t 値: 0.48)

サンプル数 41, $\text{GFI}=0.92$, $\text{AGFI}=0.40$

影響は確認できなかった。

4. まとめ

本研究では、世帯内での自動車の割り当てと車種選択は密接に関係していること、また、年間走行距離は、車種や主な運転者の属性に大きな影響を受けるとの認識のもと、車種・メインドライバー選択モデルと、車種とメインドライバーの影響を考慮した年間走行距離モデルを構築した。推定の結果から、メインドライバーの選択による効用が車種の選択に影響を与えていること、自動車の属性やメインドライバーの属性が年間走行距離に影響を与えていることが示された。また、2 台保有世帯に関しては、このサンプルでは、車種選択について既存車と同一車種を選択する傾向があること、および、年間走行距離について自動車間の誤差相関が小さく、共通な非観測要因がないこと等が示された。これらの結果を合わせると複数保有世帯では、特定の車種に対する嗜好性が存在するために同じような自動車を購入し、結果として自動車間で状況に応じた使い分けが行われず、相互に独立に利用されることを意味するものと考えられる。

今後の課題としては、モデルの同時推定や離散連続モデルの適用、自動車属性データの改善や調査方法の改良等が必要であると思われる。

最後に、本稿は文部省科学研究費国際学術研究(共同研究)の助成を受けた研究成果の一部である。

ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Kitamura, R.: A review of dynamic vehicle holdings models and a proposal for a vehicle transactions model, *Proceedings of the Japan Society of Civil Engineers*, No. 440/IV-16, pp.13-29, 1992.
- 2) Hensher, D. A.: The timing of change for automobile transactions: a competing risk multispell specification, presented at the International Conference on Travel Behaviour, Santiago, Chile, 1994.
- 3) de Jong, G.: A disaggregate model system of vehicle holding duration, type choice and use, *Transportation Research 30B*, No. 4, pp. 263-276, 1996.
- 4) 山本俊行, 木村誠司, 北村隆一: 代替更新行動間の相互影響を考慮した世帯の自動車代替更新行動モデルの構築, 土木計画学・論文集, No. 15, 1998(印刷中).
- 5) 青島縮次郎, 磯部友彦, 宮崎正樹: 世帯における自動車保有履歴から見た自動車複数保有化の構造分析, 土木計画学・論文集, No. 9, pp. 45-52, 1991.
- 6) 石田東生, 谷口守, 黒川洸: 世帯における利用特性からみた自動車の分類に関する一考察—複数保有時代における利用状況の適切な把握のために—, 第 29 回日本都市計画学会学術研究論文集, pp. 97-102, 1994.
- 7) Jöreskog, K. G. and Sörbom D.: *LISREL8: User's Reference Guide*, Scientific Software, Chicago, 1993.