

世帯における自動車保有期間に及ぼす予定要因と予定外要因の影響について The Effects of Planned and Unplanned Vehicle Transactions on Household Vehicle Holding Durations

山本俊行*・松田忠士**・北村隆一***
By Toshiyuki YAMAMOTO, Tadashi MATSUDA and Ryuichi KITAMURA

1.はじめに

交通施設計画を行なう際には、自動車の保有および利用の需要予測が不可欠である。また、近年、関心が高まっている、エネルギー消費や大気汚染等の環境問題に対する対策の評価の為にも自動車利用の需要予測が必要である。世帯における自動車の保有台数等については、これまで静的なモデルによる分析が数多く行なわれていた。しかしながら、世帯は、常に最適な自動車保有状態にある訳ではなく、環境の変化等に対して時間的ずれを伴うことが多い。そのため、今後の自動車交通に関わる諸問題に対する政策を評価するためには、世帯における自動車保有に関して、経時的に捉えられた動的变化に基づく分析が必要であると考えられる。本研究では、世帯における自動車保有台数はそれまでの取替更新行動の結果である¹⁾、という観点から、世帯における自動車保有期間に関する分析を行う。その際、自動車の保有期間に対して影響を与える要因として、予定要因と予定外要因を考慮することによって、自動車保有期間に関するより詳細な把握を目指す。

2.分析方法の概略

世帯における自動車保有期間を決定する要因は、予定要因と予定外要因とに大別される。ここで、予定要因とは、世帯が自動車を購入する際に予定していた、将来の取替更新行動（買換え、追加購入、買換えを伴わない売却）を決定する要因である。一方、予定外要因とは、世帯が自動車を購入する時点では考慮していなかった要因であり、予期せぬ故障などによる買換えなどがこれに含まれるとする。本研究では、保有期間モデルと保有予定期間モデルを構築し、両者を比較することによって、予定要因と予定

キーワード：自動車保有・利用、交通行動分析

- * 正会員 工修 京都大学大学院助手 工学研究科
土木システム工学専攻
(〒606-01 京都市左京区吉田本町
Tel075-753-5136 Fax 075-753-5916)
- ** 正会員 Ph.D 東京三菱銀行 (〒103 都・中央区日本橋
本石町1-3-2 Tel 03-3245-1132)
- ** 正会員 Ph.D 京都大学大学院教授 工学研究科
土木システム工学専攻

外要因が実際の保有期間に与える影響を分析する。保有予定期間は、予定要因のみによって決定され、予定外要因の影響を受けない。よって、保有期間モデルと保有予定期間モデルの差が予定外要因の影響を示すものとなる。保有期間モデルと保有予定期間モデルの関係を図1に示す。

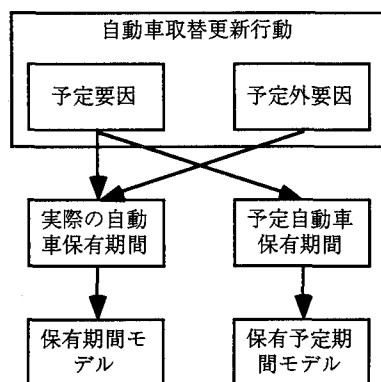


図1 保有期間モデルと保有予定期間モデルの関係

3.分析に用いるデータの概要

本研究で用いるデータは、1993年に米国カリフォルニア州でのアンケート調査で得られたものである。このアンケート調査では、世帯で現在保有している自動車と過去に保有していた自動車それぞれ最大6台までに関して、車種、購入時新車か中古車か、買換えか追加購入か等について回答を求めている。また、将来の取替更新行動に関する意向に関して、最も近い将来に行う取替更新行動の種類、追加購入以外の場合に手放される予定の自動車、および取替更新行動を行う予定時期について回答を求めている。図2に現在保有している自動車の購入からの経過期間と過去に保有していた自動車の保有期間の分布を示す。図2より1.2年の間では、現在保有している自動車の割合が、過去に保有していた自動車よりも大きく、両者の分布の違いが確認できる。

現在保有している自動車のデータの内、買換え購入によるものは、その買換えによって手放された自動車が、同一世帯内の過去に保有していた自動車のデータとして報告されるべきである。対応する過

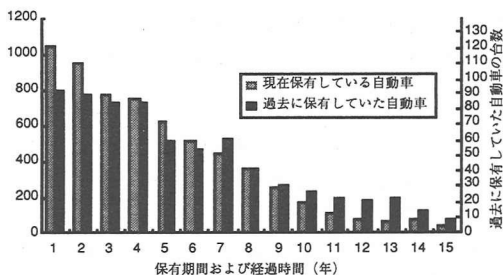


図2 保有期間および経過期間の分布

去に保有していた自動車がデータとして得られていない場合、報告漏れが生じているものと考えられる。報告台数・報告漏れ台数の分布を図3に示す。図3より、買換えから現在までの期間が長いほど報告される確率が減少していることが読み取れる。買換えてから1年以内の場合、報告確率は50%程度であるが、年数が増えるにしたがって急激に報告確率は減少しており、5年以上経過するとほとんど報告されていない。

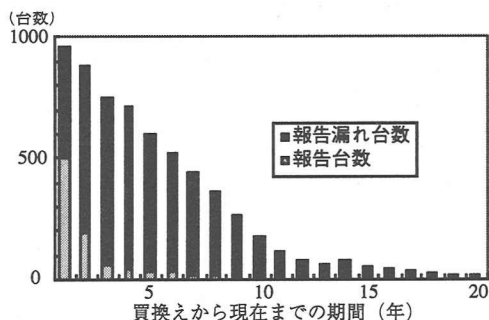


図3 報告台数・報告漏れ台数の分布

4.生存時間解析手法

自動車の保有期間は、すべて正の値を持ち、しばしば分布の裾が右に長いことから、分布の正規性を前提とした手法は必ずしも適切とは限らない。そのため、本研究では、自動車保有期間分布として、生命体、機械の寿命等の生存時間の分布として頻繁に用いられるワイブル分布を仮定し、分析を行うこととする。分析に際し、現在世帯において保有している自動車は、手放す時点が未だ観測されていないため、保有期間が特定できない。生存時間解析では、このようなデータは打ち切りを受けたデータと呼ばれる。以下、生存時間解析モデルによる、打ち切りを受けたデータも分析に含めた分析方法について述

べる。

自動車保有期間 T がワイブル分布に従う確率変数であるとする、累積分布関数 $F(T)$ 、及び確率密度関数 $f(T)$ は、以下の式で表わされる。

$$F(T) = 1 - \exp\left\{-\left(\frac{T}{\exp(BX)}\right)^\gamma\right\} \quad (1)$$

$$f(T) = \frac{\gamma T^{\gamma-1}}{\{\exp(BX)\}^\gamma} \exp\left\{-\left(\frac{T}{\exp(BX)}\right)^\gamma\right\} \quad (2)$$

γ : 未知パラメータ

B : 未知パラメータベクトル

X : 説明変数ベクトル

ここで、自動車保有期間が、打ち切りを受けるまでの経過期間 T' 以上である確率を表わす、生存関数 $S(T')$ は、式(3)で表わされる。

$$S(T') = 1 - F(T') \\ = \exp\left\{-\left(\frac{T'}{\exp(BX)}\right)^\gamma\right\} \quad (3)$$

また、保有予定期間モデルでは、保有期間は実際に観測されず、世帯の意向に基づく予定期間がモデル化される。世帯の意向は将来に対する予定であるため、予定期間は幅を持つことが多い。予定される保有期間が T_l から T_u までの間である確率は、式(4)で表わされる。

$$\int_{T_l}^{T_u} f(t) dt = F(T_u) - F(T_l) \quad (4)$$

5.重み付き推定方法

本研究では、現在保有している自動車と、過去に保有していた自動車に関するデータを用いて自動車保有期間モデルを構築する。また、現在保有している自動車に関する将来の取替更新行動予定のデータを用いて保有予定期間モデルを構築する。このうち、過去に保有していた自動車に関しては、アンケート調査において、過去についての記憶を呼び戻し、回答を行う回顧データとして得られているため、分析にあたり、報告漏れに伴うバイアスが含まれる。そこで、保有期間モデルでは、過去に保有していた自動車の報告・報告漏れに関するプロビットモデルを構築し、その結果を用いてデータに重み付けを行

い、WESML推定量を用いて、尤度関数を以下の様に定式化した²⁾。

$$L^* = \sum_{i \in V_p} \frac{n}{w_i} \ln S(T_i) + \sum_{i \in V_n} \frac{nw_i}{w_i} \ln f(T_i) \quad (5)$$

n : サンプル数

w_i : データ i の持つ重み

V_p : 過去に保有していた自動車の集合

V_n : 現在保有している自動車の集合

$$w_i = \begin{cases} 1/\hat{p}_i & \text{if } i \in V_p \\ 1 & \text{if } i \in V_n \end{cases} \quad (6)$$

$\hat{p}_i$: データ i の報告確率

$$\hat{p}_i = \Phi(\hat{A}Y_i) \quad (7)$$

$\Phi(\cdot)$: 標準正規分布関数

$\hat{A}$: 報告モデルの推定パラメータベクトル

Y_i : 説明変数ベクトル

また、保有予定期間モデルでは、尤度関数を以下のように定式化した。

$$L^* = \sum_{i \in V_d} \ln \{F(T_{iu}) - F(T_{in})\} + \sum_{i \in V_r} \ln S(T_i) \quad (8)$$

V_d : 次の取替更新行動で手放される自動車

V_r : 次の取替更新行動で手放されない自動車

6.保有期間モデル

3.で述べた報告・報告漏れに関するデータを用いて報告モデルを推定した。説明変数としては、アンケート調査時の世帯属性、および現在保有している自動車属性、報告されるべき自動車が買換えられからの経過期間等を用いた。推定結果を表1に示す。推定結果より、買換えからの期間の経過が報告確率を減少させるほか、夫婦と16から20才の子供のいる世帯、及び独身世帯では報告確率は低く、運転免許保有者数が多いほど報告確率が低くなること等が分かった。

この結果を用いて、式(5)により保有期間モデルを推定した。推定に用いたサンプルは、現在保有している自動車863台と、過去に保有していた自動車7280台であり、保有期間モデルに用いた説明変数は自動車属性、世帯属性、およびその自動車の主な運転者の属性である。推定結果を表2(モデルA)に示す。さらに、表2(モデルA)との比較のため、報告確率に

表1 報告モデルの推定結果

	推定値	t 値
保有自動車属性		
自動車保有台数	-0.039	-1.00
リース車保有台数	0.080	1.29
社用車保有台数	-0.124	-1.39
買換えからの経過期間 (月)	-0.0037	-12.77
世帯属性		
世帯構成 夫婦と子供 (0-15才)	-0.087	-1.14
夫婦と子供 (16-20才)	-0.197	-2.21
独身	-0.178	-2.47
有職者数	0.049	1.68
子供数 (0-15才)	0.063	2.07
子供数 (16-20才)	0.064	1.69
学生数	0.065	1.69
昨年家を出た人数	-0.108	-1.70
賃貸	0.126	2.62
世帯収入 \$60,000未満	-0.067	-1.27
\$100,000以上	-0.097	-1.30
運転者数	-0.146	-2.56
運転者数>自動車保有台数	0.161	1.91
定数項	-0.398	-2.67
サンプル数	6294	
L(0)	-4363	
L(c)	-2585	
L(b)	-2442	
-2(L(0)-L(b))(df)	3841(18)	
-2(L(c)-L(b))(df)	285(17)	
報告台数	901	
報告漏れ台数	5393	

よる重み付けを行わない場合の推定結果を表2(モデルB)に示す。表2(モデルA)より、中古車として購入した自動車は新車に比べて平均で0.588($=\exp(-0.531)$)倍の保有期間であること等が示された。また、モデルAとモデルBの推定値の差についてt検定を行なった。t値そのものは、 $\text{cov}(b_a, b_b)=0$ を仮定しており、実際よりも過小な値が算出されている。よって、表2での値が有意ならば、実際にも有意である。結果から、定数項、自動車保有台数等について、統計的に有意な差があることが確認できた。以上より、報告確率による重み付けを行わない場合、保有期間モデルの推定結果に対し、報告漏れによるバイアスが含まれることが確認できたと考えられる。

7.保有予定期間モデルとの比較

式(8)により保有予定期間モデルを推定した。推定に用いたサンプルは、次の取替更新行動によって手放される予定の自動車1569台と次の取替更新行動によって手放されない自動車4305台である。推定結果を表2(モデルC)に示す。モデルAとモデルCの推定値の差について同様にt検定を行った結果、定数項、中古車、独身者、自動車保有台数、 γ 等、多くのパラメータ推定値について、統計的に有意な差が

表2 保有期間モデルと保有予定期間モデルの推定結果

		保有期間			保有予定期間		
		重み付き モデルA		重みなし モデルB		モデルC	
定数項		推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値
自動車属性		4.348		4.821		-2.27	
保有形態	リース車	-0.462	-4.63	-0.498	-3.19	0.19	-0.551
	社用車	-0.625	-5.46	-0.402	-1.78	-0.88	-0.506
購入時	中古車	-0.531	-15.77	-0.619	-12.55	1.48	-0.237
車種	Mini, Subcompact	0.169	4.22	0.131	1.73	0.44	0.025
	Large, Luxury	0.132	2.85	0.119	1.32	0.13	0.121
	Sport car	0.288	5.75	0.281	2.94	0.06	0.137
	Pick-up truck	0.057	1.22	0.046	0.51	0.11	0.214
	Van	0.008	0.13	-0.004	-0.03	0.09	-0.008
年間走行距離/10,000 mile	Utility vehicle	-0.070	-1.16	-0.098	-0.85	0.22	0.060
		-0.387	-3.52	-0.546	-6.27	1.13	-0.653
世帯属性							
世帯構成	夫婦と子供 (0-15才)	0.089	1.56	0.119	1.36	-0.29	-0.003
	夫婦と子供 (16-20才)	0.152	2.23	0.213	1.86	-0.46	0.167
	夫婦と子供とその他の大人	-0.012	-0.13	-0.024	-0.16	0.07	0.107
	独身者	0.043	0.80	0.265	3.05	-2.18	0.593
子供数	夫婦とその他の大人	0.099	1.75	0.128	1.40	-0.27	0.100
		-0.026	-1.13	-0.051	-1.46	0.60	0.004
大人数		-0.088	-2.84	-0.110	-2.14	0.38	-0.025
賃貸		-0.113	-3.12	-0.186	-3.40	1.11	-0.124
自動車保有台数		0.167	8.81	0.322	9.16	-3.87	-0.001
運転者属性							
年齢/100才		1.697	11.78	1.702	7.28	-0.02	1.006
		-0.100	-3.22	-0.080	-1.60	-0.34	-0.036
性別	女性	-0.100	-3.22	-0.080	-1.60	-0.34	-0.036
	男性	-0.528	-4.00	-0.698	-3.99	0.78	-0.394
	職業	-0.189	-1.43	-0.252	-1.27	0.27	0.146
職業	自営業	-0.092	-1.51	-0.028	-0.29	-0.54	-0.050
	退職者	0.048	1.30	0.098	1.65	-0.70	0.065
個人年収	\$20,000未満	-0.517	-6.24	-0.546	-4.27	0.19	-0.152
	\$100,000以上	0.685	10.55	0.664	20.45	0.63	0.479
Scale Parameter (1/γ)		8143		8143		5874	
サンプル数		-6377		-2973		-5428	
L(c)		-5883		-2706		-5119	
L(b)		988(26)		536(26)		619(26)	

Ho: $\gamma=1$ に対するt値, *Ho: $b_a=b_b$ に対するt値, **Ho: $b_a=b_b$ に対するt値
(b_a はモデルAによる推定値, b_b はモデルBによる推定値, b_c はモデルCによる推定値)

あることが確認できた。これらの説明変数は、保有期間と保有予定期間に対して異なる影響を与えていることを示している。中古車は保有予定期間に比べて保有期間のほうがパラメータの絶対値が大きく、中古車では、故障等の予定外要因の影響によって保有期間が予定よりも短縮されることが考えられる。また、独身者については、保有期間より保有予定期間のほうがパラメータの推定値が大きく、生活環境の変化や嗜好の変化等の予定外要因によって保有期間が予定よりも短縮されることを示しているものと考えられる。

8. まとめ

本研究では、生存時間モデルを用いて自動車保

有期間をモデル化の際、自動車の保有期間に対して影響を与える要因として、予定要因と予定外要因2種類の要因を考慮するために、保有期間モデルと保有予定期間を構築し、両者を比較することによって、自動車保有期間に対する両要因の影響を定量的に確認した。また、アンケート調査による報告漏れを考慮するため、報告モデルを構築し、その結果を用いてデータに重み付けを行った。推定結果より、報告漏れによるバイアスを除去することが出来たと考えられる。

参考文献

- 1) Kitamura, R. , A review of dynamic vehicle holdings models and a proposal for a vehicle transactions model, Proc. of JSCE, No. 440/IV-16, pp.13-29, 1992.
- 2) Manski, C. and S. Lerman , The estimation of choice probabilities from choice-based samples, Econometrica, Vol.45, No.8, pp.1977-1988, 1977.