

京都大学工学部 正会員 山本 俊行

京都大学工学部 学生員 ○松田 忠士

京都大学工学部 正会員 北村 隆一

1. はじめに

将来の交通需要を予測する上で、自動車保有台数の予測は非常に重要である。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変化に基づく分析が必要である。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、現在保有している自動車、及び過去に保有していた自動車のデータを用いて、世帯における自動車保有期間に関する分析を行う。なお、過去に保有していた自動車のデータに関しては、アンケート調査による報告漏れが生じているため、各サンプルに対する重み付けによるパラメータ推定方法を適用し、その有効性を検討する。

2. 自動車保有期間モデル

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、通常の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、一般に、生命体、機械の寿命等の生存時間の分布として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。生存時間解析では、打ち切りを受けたデータを反映させた分析が可能である。以下、生存時間解析モデルによる、保有期間が長いデータほど打ち切りを受けやすい事を考慮し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。

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

3. 重み付き推定方法

本研究では、現在保有している自動車の集合 V_n と、過去に保有していた自動車の集合 V_p 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。このうち、過去に保有していた自動車に関しては、次章で述べるアンケートにおいて、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、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⁾。

$$w_i = 1/P_i \quad (4)$$

 w_i : データ i の持つ重み P_i : データ i の報告確率

$$P_i = \Phi(AY_i) \quad (5)$$

 Φ : 標準正規分布関数 A : 報告モデルの未知パラメータベクトル Y_i : 説明変数ベクトル

$$L^* = \sum_{i \in V_n} \ln S(T_i) + \sum_{i \in V_p} w_i \ln f(T_i) \quad (6)$$

4. 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。世帯で現在保有している自動車 V_p と過去に保有していた自動車 V_p それぞれ最大6台までに關して、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。 V_p 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 V_p のデータとして報告されるべきである。対応する V_p 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1に示す。図1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年以上経過するとはほとんど報告されていない。

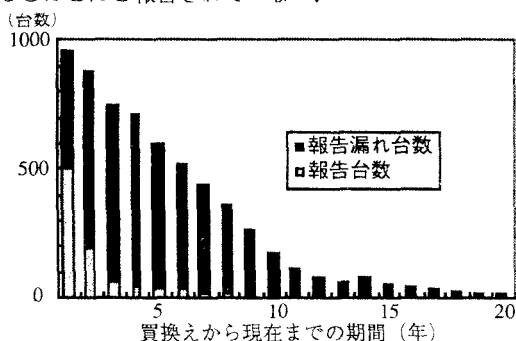


図1 報告台数・報告漏れ台数の分布

5. 推定結果と考察

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。推定に用いたケース数は6294であり、そのうち報告台数は901である。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(6)により自動車保有期間モデルを推定した。結果を表1(モデルA)に示す。さらに、表1(モデルA)との比較のため、報告確率による重み付けを行わない場合の推定結果を表1(モデルB)に示す。表1(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 $0.700(=\exp(-0.3560))$ 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の推定値に正の相関があると仮定し、パラメータが等しいという帰無仮説のもとでのt検定を行った結果、定数項と

中古車について、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、自動車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。

表1 保有期間モデルの推定結果

定数項	モデルA		モデルB	
	推定値	t値	推定値	t値
自動車属性	5.72366		6.36939	
保有形態				
リース車	-0.415	-4.58	-0.344	-2.09
社用車	-0.503	-5.05	-0.379	-1.72
購入時				
中古車	-0.3560	-10.88	-0.5764	-11.26
車種				
Mini	0.463	4.70	0.614	3.87
Subcompact	0.082	1.55	0.253	3.05
Midsized	0.165	2.72	0.249	2.86
Large	0.341	3.39	0.435	3.17
Luxury	0.214	3.33	0.415	4.15
Sport car	0.263	3.99	0.353	3.74
Small pick-up truck	0.119	1.59	0.239	2.19
Standard pick-up truck	0.117	1.65	0.387	3.21
Mini van	-0.041	-0.50	-0.178	-1.74
Standard van	0.171	1.64	0.531	2.72
Utility vehicle	-0.030	-0.65	-0.012	-0.18
年間走行距離	-0.302	-3.75	-0.311	-2.80
世帯属性				
世帯構成				
夫婦と子供 (0-15才)	-0.067	-1.15	0.040	0.44
夫婦と子供 (16-20才)	0.190	0.92	0.044	0.24
夫婦と子供とその他の大人	-0.074	-1.01	0.179	1.44
独身者と子供	-0.089	-1.27	0.041	0.33
夫婦とその他の大人	0.160	2.69	0.308	3.32
独身	0.050	1.07	0.141	2.08
子供数	-0.132	-5.25	-0.140	-3.55
大人数	0.022	0.57	-0.005	-0.09
賃貸	-0.344	-9.44	-0.482	-8.62
保有自動車数	-0.133	-6.68	-0.169	-5.71
運転者属性				
年齢	-0.008	-6.12	-0.006	-2.44
性別				
女性	-0.125	-3.62	-0.059	-1.16
職業				
営業	-0.503	-3.44	-0.727	-3.79
自営業	-0.447	-3.72	-0.424	-1.81
無職	0.363	5.67	0.393	4.04
個人収入				
\$20,000以下	-0.087	-2.19	-0.075	-1.23
\$100,000以上	-0.231	-2.75	-0.289	-2.29
Scale Parameter (1/ γ)	0.590	18.76*	0.642	20.63*
サンプル数	7167		7167	
過去に保有していた自動車台数	742		742	
現在保有している自動車台数	6425		6425	
L(c)	-5371		-2546	
L(b)	-4911		-2337	
-2(L(c)-L(b))/(df)	920(32)		419(32)	

*H0: $\gamma=1$ に対するt値

6. 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する場合、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可能であることを確認した。課題として、保有期間に大きな影響を与えられとされる買換え理由を考慮した分析が必要であると考えられる。

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) 西井和夫・近藤勝直・古屋秀樹・鈴木隆、パネルアトリクションを考慮した買物場所選択モデル：甲府買物パネルデータを用いて、土木計画学研究・論文集、No.12, pp.389-396, 1995.