

道路交通センサデータを用いた世帯の自動車保有構造の分析*

Analysis of Household Car Ownership Based on Road Traffic Census*

小林 迪子**・福田 大輔***・兵藤 哲朗****・田中 倫英†

by Michiko KOBAYASHI**・Daisuke FUKUDA***・Tetsuro HYODO****・Tomohide TANAKA†

1. 研究の背景と目的

自動車は物流や日常生活を支える重要な交通手段であり、我々の生活に不可欠な要素となっている。従来、自動車保有台数、運転免許保有者数、自動車走行台キロなどといった自動車に関連する統計値は、日本の経済成長とともに右肩上がりに伸びており、将来もそのような現象が続くものと考えられてきた。しかし近年、少子高齢化、核家族化、ガソリン価格の高騰、地球温暖化といった社会経済情勢の様々な構造変化と共に、世帯構成や維持費等に影響される自動車市場の構造も大きく変化している。特に大きな変化として、(1) 近年、自動車保有台数及び免許保有者数は引き続き増加する一方で走行台キロが減少していること(図 - 1)、また、(2) 乗用車(小型・普通)保有台数が横ばいであるのに対し、軽自動車保有台数が増加していること(図 - 2)の2点が挙げられる。

一般に、軽自動車は普通乗用車に比べて走行距離が短いことから、普通乗用車から軽自動車への買い替えや、軽自動車の買い増し等が行われた場合、一台当たりの走行距離は減少すると予想される。つまり、これら2つの背景は互いに関連を持つと考えられ、自動車保有と利用の構造を明らかにした上で自動車交通需要の予測を行う必要がある。また、そのためには、世帯構成や地域特性等が自動車の保有パターンに及ぼす影響を把握することが重要となる。

以上のような問題意識のもと、本研究では、道路交通センサデータを用いて世帯単位での自動車保有構造の分析を行う。特に、調査時点(年度)、地域、世帯構成と自動車保有パターンの関係について分析を行う。

2. データの概要

本研究では、平成11年と17年の2時点の道路交通センサのオーナーインタビューデータを用いる。これより、世帯単位の自動車保有並びに利用に関するデー

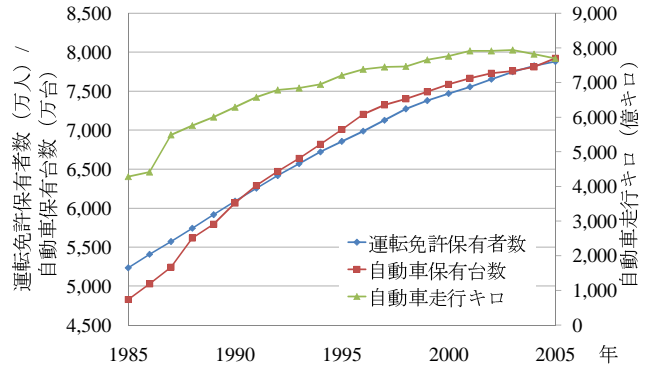


図 - 1 運転免許者数・自動車保有台数・走行台キロの推移¹⁾

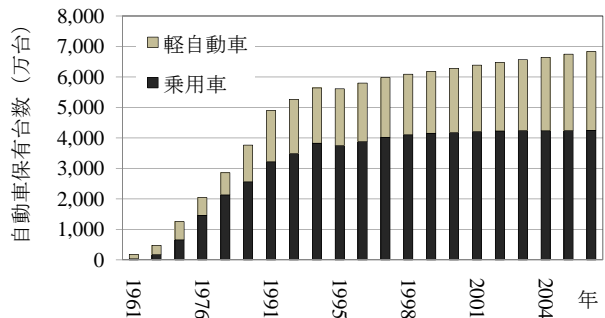


図 - 2 車種別自動車保有台数の推移²⁾

タベースを作成した。さらに、次のような基準を設けて、分析に用いるデータを抽出した。

- 乗用車(小型・普通)もしくは軽自動車を保有する世帯のみを抽出(貨物車系保有世帯を除く)
- 世帯属性を考慮するため、「18歳(未成年)以下人数」「65歳以上(高齢者)人数」を付加
- 「世帯トリップ数合計が11回以上」「世帯台キロ合計が200km以上」のいずれかの条件を満たすデータを、本研究では外れ値と見なして除外
- 後述する世帯分類のいずれにも当てはまらない少数の世帯を除外

以上の結果、世帯数は2時点の合計で981240件(平成11年度:513914件、平成17年度:467326件)となった。本研究では、年度、都道府県、世帯属性、車種別自動車保有台数の情報を用いて分析を行う。

* キーワーズ: 自動車保有・利用, 道路交通センサ, 世帯特性

** 学生会員 東京工業大学工学部土木工学科

(〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1-M1-11

TEL 03-5734-2577, FAX 03-5734-3578)

*** 正会員 東京工業大学大学院理工学研究科土木工学専攻

**** 正会員 東京海洋大学海洋工学部流通情報工学科

† 正会員 国土交通省道路局企画課道路経済調査室

3. 自動車保有パターンに関するクロス集計

まず、自動車保有パターンと各変数（年度、世帯構成、地域）の基礎的なクロス集計を行う。自動車保有のパターンについては、乗用車・軽自動車の台数に応じて5つのパターンに（表 - 1）、また、世帯については、子供・高齢者の有無等を基準に6つのパターンに分類した（表 - 2）。未成年（子供）は18歳以下、高齢者は65歳以上とした。年度については平成11年、17年の2時点とした。また、地域については、センサスBゾーン単位までの細かい区分が可能であるが、本研究では都市部、地方部と大きく2種類に分類した（表 - 3）。

年度と保有、世帯と保有、地域と保有に関するクロス集計を行った結果をそれぞれ表 - 4、表 - 5、表 - 6に示す。表中の斜体の値は、それぞれのカテゴリーにおける各保有パターンの構成比率（%）である。

年度と保有の関係を見ると、平成11年は乗用車1台保有の割合が最も高く、続いて乗用車2台以上、軽自動車1台と乗用車の組み合わせの順になっている。平成17年も乗用車1台保有世帯数の割合が最も高いが、11年に比べると大きく減少しており、続いて軽自動車1台と乗用車の組み合わせ、軽自動車1台と、シェアの順位も変動している。すなわち、乗用車を1台保有する世帯の割合は依然として高いものの、軽自動車を保有する傾向に緩やかに転じている可能性が示唆される。また、複数保有世帯の割合が大幅に増加しており、複数保有の傾向が強くなっている。次に、世帯と保有の関係については、子供がいる場合や子供・高齢者がいる場合、軽自動車1台と乗用車を組み合わせて保有する傾向が強い。一方、高齢者世帯では軽自動車を1台保

表 - 1 自動車保有パターンの分類

番号	乗用車	軽自動車	補記
1	1台	0台	乗用車単独保有
2	2台以上	0台	乗用車複数保有
3	0台	1台	軽自動車単独保有
4	1台以上	1台	複数保有（乗用車中心）
5	任意	2台以上	複数保有（軽自動車中心）

表 - 2 世帯構成の分類

番号	世帯構成
1	青壮年（19～64才）単身
2	青壮年二人以上
3	青壮年一人以上・未成年（18才以下）一人以上
4	高齢者（65才以上）一人以上
5	青壮年一人以上・未成年一人以上・高齢者一人以上
6	青壮年一人以上・高齢者一人以上

表 - 3 地域の分類（都道府県単位）

番号	名称	該当する都道府県
1	都市部	東京・千葉・埼玉・神奈川・京都・大阪・兵庫・愛知・北海道・宮城・広島・福岡
2	地方部	1以外に分類される都道府県

表 - 4 時点（年度）と自動車保有パターンの関係

年度	自動車保有パターン					合計
	1	2	3	4	5	
平成 11	304380	71585	63280	63590	11079	513914
(%)	59.2	13.9	12.3	12.4	2.2	100.0
平成 17	226653	61053	74600	78078	26942	467326
(%)	48.5	13.1	16.0	16.7	5.8	100.0
合計	531033	132638	137880	141668	38021	981240
(%)	54.1	13.5	14.1	14.4	3.9	100.0

表 - 5 世帯タイプと自動車保有パターンの関係

世帯	自動車保有パターン					合計
	1	2	3	4	5	
1	89836	2186	22962	1168	345	116497
(%)	77.1	1.9	19.7	1.0	0.3	100.0
2	162917	59338	42013	54036	15720	334024
(%)	48.8	17.8	12.6	16.2	4.7	100.0
3	122643	28803	30620	44815	7376	234257
(%)	52.4	12.3	13.1	19.1	3.1	100.0
4	54418	3162	14241	2161	650	74632
(%)	72.9	4.2	19.1	2.9	0.9	100.0
5	23945	12243	7767	16431	5153	65539
(%)	36.5	18.7	11.9	25.1	7.9	100.0
6	77274	26906	20277	23057	8777	156291
(%)	49.4	17.2	13.0	14.8	5.6	100.0
合計	531033	132638	137880	141668	38021	981240
(%)	54.1	13.5	14.1	14.4	3.9	100.0

表 - 6 地域と自動車保有パターンの関係

地域	自動車保有パターン					合計
	1	2	3	4	5	
1	278167	53283	47447	41593	9372	429862
(%)	64.7	12.4	11.0	9.7	2.2	100.0
2	252866	79355	90433	100075	28649	551378
(%)	45.9	14.4	16.4	18.1	5.2	100.0
合計	531033	132638	137880	141668	38021	981240
(%)	54.1	13.5	14.1	14.4	3.9	100.0

有する世帯数が多くなっている。さらに、地域別に見ると、都市部では多くの世帯が乗用車を1台保有しているのに対し、地方部では軽自動車保有世帯や複数保有世帯の割合が高くなっていることが伺える。

4. 自動車保有パターンの多次元分析方法

(1) ログリニア分析の概要

本節では、年度、地域、世帯特性の変数と自動車保有パターンの関係を総合的に把握するためのログリニア分析³⁾について概説する。ログリニア分析とは、クロス集計表における期待度数の対数をパラメータの一次結合として表すモデルであり、多元のクロス集計表を分析する際に有効である。ログリニア分析を用いることで、例えば、ある2元の分割表の分析を行うに当たって、第3の変数の関わりの有無を明示的に検証することが可能となる。本研究で分析対象とする変数は、全てカテゴリカルデータであり、クロス集計表も4元になる。すなわち、ログリニア分析を適用することで、各変数の影響や変数間の交互作用を見通しよく分析することが可能になると期待される。

まず、簡単な例として2元分割表について考える。ログリニア分析における飽和モデル（全ての主効果並びに交互作用を考慮したモデル）は、式(1)で表される：

$$\log(n_{ij}) = \lambda + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_{ij}^{AB}, \quad (1)$$

ここで、 n_{ij} は i 行 j 列の度数、 λ は総度数の効果、 λ_i^A は第 i 行の主効果、 λ_j^B は第 j 列の主効果、 λ_{ij}^{AB} は第 i 行と第 j 列の交互作用効果を表すパラメータである。なお、パラメータの識別のため、 $\sum_i \lambda_i^A = \sum_j \lambda_j^B = \sum_{ij} \lambda_{ij}^{AB} = 0$ という制約条件が課されている。

飽和モデルは現況の分割表を完全に再現する一方、モデルの自由度はゼロとなる。従って、高次の交互作用項を適宜除外した簡単な不飽和モデルを志向することが好ましい。但し、簡略化する場合、モデルが高次の交互作用を含むならば、その中の変数による低次の効果も必ず含めなければならない（階層の原則）。

本研究では、年度、地域、世帯構成、保有パターンの4元分割表に対し、交互作用を含めない独立モデル、2変数の交互作用を含めたモデル、3変数の交互作用を含めたモデル、4変数の交互作用を含めたモデル（飽和モデル）を構築し、それらの比較を行って分析用の最終モデルを決定する。飽和モデルは式(2)で表される：

$$\begin{aligned} \log(n_{ijkl}) = & \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \delta_l + \alpha\beta_{ij} + \alpha\gamma_{ik} \\ & + \alpha\delta_{il} + \beta\gamma_{jk} + \beta\delta_{jl} + \gamma\delta_{kl} + \alpha\beta\gamma_{ijk} \\ & + \alpha\beta\delta_{ijl} + \alpha\gamma\delta_{ikl} + \beta\gamma\delta_{jkl} + \alpha\beta\gamma\delta_{ijkl}, \quad (2) \end{aligned}$$

ここで、 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ は各変数の主効果を表す（ α :年度、 β :地域、 γ :世帯構成、 δ :保有パターン、 i :年度の分類、 j :地域の分類、 k :世帯構成の分類、 l :保有パターンの分類）。また、 n_{ijkl} は当該セルの度数を表す。

年度、地域、世帯構成と自動車保有パターンの関連性を分析するに当たっては、各変数の主効果ではなく、自動車保有パターンと他の変数の交互作用項に着目する必要がある。交互作用の推定値を大小比較することにより、どの要因がどの程度保有パターンに相対的に大きな影響を与えているかを判断することができる。

(2) モデル評価の基準

ログリニア分析の未知パラメータは、通常、最尤法を用いて推定される。その際、飽和モデルと不飽和モデル、あるいは、異なる不飽和モデル同士のように、未知パラメータ数が異なるモデル間での比較は、AIC（情報量基準）などの統計量を用いて行われるのが通常である。しかし、本研究のようにサンプル数が非常に多いデータの場合には、未知パラメータ数の相違の影響が、対数尤度の相違の影響に比べて極めて小さくなる。そのため本研究では、サンプル数の多さを考慮して、式(3)で表される BIC (Schwarz's Bayesian Information Criterion) を用いてモデルの評価を行う：

$$BIC = \chi^2 - \log(N)df, \quad (3)$$

ここで、 χ^2 はモデルのカイ二乗値、 N はサンプル数（ $N = 981240$ ）、 df は自由度を表す。カイ二乗値が小さいほど当てはまりがよく、自由度が大きいほど変数が少なくなる。つまり、BIC が小さいモデルほど変数が

少なくあてはまりのよいモデルと判断される。

5. 自動車保有構造の分析結果

(1) モデルの選択

前節で示した設定のもと、飽和モデルを除いて考えられる全て（113パターン）のログリニアモデルに対してパラメータ推定を行い、BICを用いてモデルの比較を行った。その結果、上位5つのモデルは表-7のようになった。表中、例えば[ABC]は要因AとBとCの3次の交互作用項を、[ABCD]は4次の交互作用項を表す。また、A、B、C、Dはそれぞれ、年度、地域、世帯、保有を意味する。

表-7より、BICが最小となったのは、3次の交互作用項を全て含めたモデルの場合、すなわち、式(2)から最後の項（ $\alpha\beta\gamma\delta_{ijkl}$ ）を除いたモデルであることが分かる。以降の分析は、このモデルを用いて行う。

(2) モデルの意味解釈と考察

ここでは、(1)で得られた最適なモデルのパラメータ推定値の中から、自動車保有構造を規定するのに用いられるもののみをピックアップする。まず、自動車保有パターン(D)と年次(A)あるいは地域(B)の二次の交互作用項、並びに、それらの三次の交互作用項の推定値を表-8に示す。また、自動車保有パターン(D)と世帯タイプ(C)の二次の交互作用項、さらには、それらと年次(A)あるいは地域(B)の三次の交互作用項の推定値を表-9に示す。これらの表においては、推定値がマイナスとなったものを赤色の文字で、また、推定値の絶対値が0.1以上の項を緑色で塗りつぶしてある。なお、表-9のうち自動車保有パターン(D)と世帯タイプ(C)の二次の交互作用項に関しては、図-3にも図示している。

まず、表-8におけるAとDの2次の交互作用項より、平成11年から17年にかけて乗用車の単独並びに複数保有（保有パターン1と2）が相対的に減少し、軽自動車保有の傾向に転じていることがわかる。但し、この傾向は、軽自動車の単独保有（保有パターン3）が増加したことよりも、むしろ、軽自動車中心の複数保有（保有パターン5）が大きく増加したことによって生じていることが示唆される。また、地域については、B

表-7 BICが小さい上位5モデル

順位	モデル	χ^2 値	df	BIC
1	[ABC][ABD][ACD][BCD]	121.71	20	-154.23
2	[ABCD](飽和モデル)	0	0	0
3	[ACD][BCD][ABD]	585.51	40	33.65
4	[ABC][ABD][BCD]	381.72	25	36.81
5	[ABD][BCD]	943.75	45	322.91

表 - 8 保有と年度 / 地域の交互作用

保有[D]	[A][D]		[B][D]	
	平成11年	平成17年	都市部	地方部
1	0.2172	-0.2172	0.2715	-0.2715
2	0.1708	-0.1708	0.1228	-0.1228
3	-0.0212	0.0212	-0.0849	0.0849
4	-0.0219	0.0219	-0.1117	0.1117
5	-0.3450	0.3450	-0.1977	0.1977

保有[D]	[A][B][D]			
	都市部		地方部	
	平成11年	平成17年	平成11年	平成17年
1	-0.0045	0.0045	0.0045	-0.0045
2	0.0666	-0.0666	-0.0666	0.0666
3	-0.0536	0.0536	0.0536	-0.0536
4	0.0141	-0.0141	-0.0141	0.0141
5	-0.0226	0.0226	0.0226	-0.0226

表 - 9 保有と世帯-年度 / 世帯-地域の交互作用

保有[D]	世帯[C]	[C][D]	[A][C][D]		[B][C][D]	
			平成11年	平成17年	都市部	地方部
			1	1.3029	-0.0894	0.0894
1	2	-0.4940	-0.0089	0.0089	0.0717	-0.0717
	3	-0.3339	0.0388	-0.0388	0.1725	-0.1725
	4	0.8023	0.0641	-0.0641	-0.0839	0.0839
	5	-0.8506	0.0035	-0.0035	-0.0184	0.0184
	6	-0.4266	-0.0081	0.0081	0.0034	-0.0034
	2	1	-0.6409	0.0760	-0.0760	0.0945
2		0.3077	0.0207	-0.0207	-0.0342	0.0342
3		0.0511	-0.0418	0.0418	-0.1068	0.1068
4		-0.2759	-0.0800	0.0800	0.0967	-0.0967
5		0.2494	0.0170	-0.0170	-0.0501	0.0501
6		0.3085	0.0081	-0.0081	-0.0000	0.0000
3	1	1.3034	-0.1039	0.1039	-0.0978	0.0978
	2	-0.4844	0.0112	-0.0112	0.0610	-0.0610
	3	-0.3237	0.0220	-0.0220	0.0993	-0.0993
	4	0.7107	0.1018	-0.1018	-0.1221	0.1221
	5	-0.7025	-0.0150	0.0150	0.0305	-0.0305
	6	-0.5035	-0.0162	0.0162	0.0290	-0.0290
4	1	-1.0534	0.0185	-0.0185	0.1111	-0.1111
	2	0.3180	-0.0011	0.0011	-0.0265	0.0265
	3	0.5768	0.0059	-0.0059	-0.0783	0.0783
	4	-0.6556	-0.0817	0.0817	-0.0380	0.0380
	5	0.6256	0.0582	-0.0582	0.0297	-0.0297
	6	0.1885	0.0002	-0.0002	0.0020	-0.0020
5	1	-0.9120	0.0988	-0.0988	0.0375	-0.0375
	2	0.3527	-0.0220	0.0220	-0.0720	0.0720
	3	0.0298	-0.0249	0.0249	-0.0867	0.0867
	4	-0.5816	-0.0041	0.0041	0.1473	-0.1473
	5	0.6781	-0.0637	0.0637	0.0084	-0.0084
	6	0.4330	0.0159	-0.0159	-0.0345	0.0345

とDの2次の交互作用項より、都市部では地方部に比べて乗用車単独保有並びに乗用車複数保有の傾向が相対的に大きいこと、逆に、地方部では軽自動車中心の複数保有（保有パターン4,5）の傾向がみられる。なお、3次の交互作用の絶対値はいずれも小さく、時点と地域の組み合わせによって生じる自動車保有のパターンに大きな差異は生じていないことが示唆される。

一方、図-3より、世帯(C)と保有(D)の関係について見ると、単身世帯並びに高齢者世帯では1台保有（保有パターン1と3）の傾向が強いことが、また、子供や高齢者のいる世帯では複数保有の傾向が強いことが示唆される。次に、表-9の3次の交互作用項を見ると、例えば、地方部の単身世帯では1台保有の傾向が強いこと、都市部で子供がいる世帯についても1台保有の傾向が強いことなどが確認される。なお、こ

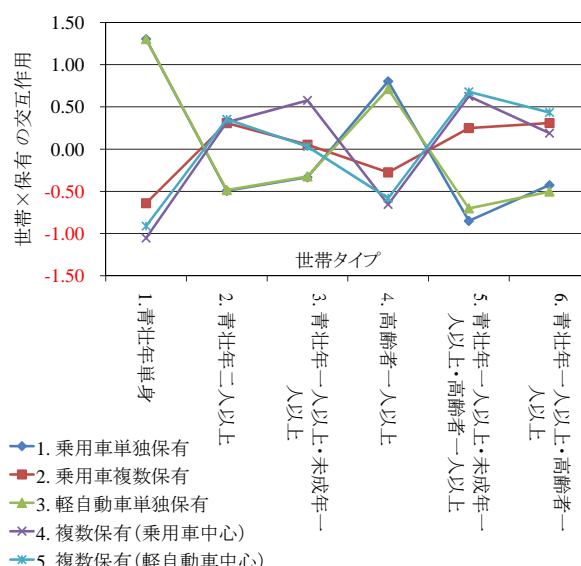


図 - 3 保有と世帯構成の交互作用

こには掲載していない年度・世帯・保有と年度・地域・保有の3変数の関係については、どれも変数の値が小さく、世帯と保有の関係、地域と保有の関係は時系列であまり変化していないことが示唆される。

6. まとめと今後の課題

本研究では、平成11年、17年の道路交通センサスオーナーインタビューデータを用いて、年度、地域、世帯構成と自動車保有パターンとの関連性分析を行った。分析の結果より、全体的に11年から17年にかけて乗用車から軽自動車を保有する傾向が進んでおり、それは主に、軽自動車中心の複数保有が増加していることに起因していることが明らかになった。また、都市部では乗用車保有が多く、地方部では軽自動車保有の傾向が強いことも分かった。一方、世帯構成と保有パターンの関係については、単身世帯並びに高齢者世帯において1台保有の傾向が強いこと、子供・高齢者がいる世帯では複数保有の傾向があることなどがわかった。

今後は、自動車保有と利用の関係に着目した分析を行う必要がある。その際、保有（離散的選択）と利用（走行距離：連続量）の同時決定を考慮するため、離散連続モデルの適用等が考えられる。

参考文献

- 1) 内閣府(2007)平成19年度交通安全白書
http://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/h19kou_haku/genkyou/h1/h1_01.html
- 2) 国土交通省自動車交通局(2007)自動車交通関係統計データ
<http://www.mlit.go.jp/jidosha/topbar/data/data.htm>
- 3) 松田紀之(1988)質的情報の多変量解析,朝倉書店.