

社会経済属性を考慮した日本の乗用車保有台数予測の一考察^{*1}

A Review of Passenger Car Ownership Estimation in Japan in Consideration of Socio-Economic Attributes

廣田 恵子^{*2}

Keiko HIROTA

1. はじめに

本報の目的は日本の社会経済の変化に対応した予測モデルを作成することである。今後の少子高齢化、所得格差等を確実にとらえ、乗用車保有台数予測に反映させる必要がある。

社会経済構造を反映させた従来の研究の中では、説明変数として、一人あたりの平均所得が用いられている。しかし、販売台数の伸び悩む日本の自動車市場に平均所得を説明変数とすると、推定結果が実績値から乖離する可能性がある。

本報では従来の研究から代表的な説明変数を取り上げ、日本のデータを用いて再推計を行う。説明変数は統計的有意性と日本の社会経済シナリオの視点から「運転免許保有者の平均所得」¹⁾を乗用車保有台数の決定要因として特定する。この変数をButtonらのモデルにあてはめ、1970～2002年区間の推定を行う。

2. 従来の研究成果と変数の選択

計量経済学的手法を用いた予測は実績値への当てはまり度によって変数の入れ替えが容易にできることが長所となっている。同時に、この利点は仮説と変数、モデルの構造により、さまざまな結果を導出する難点とも指摘されている²⁾。

本報では、この計量経済学の特徴を活かしつつ、統計的有意性と現在の日本の社会経済構造に基づいた将来における自動車保有シナリオから説明変数を選出する。

本章では、従来の研究で用いられている代表的な変数（所得、年齢層別と男女別免許人口、燃料

価格）を取り上げ、日本のデータを用いて再推計を行い、統計的に有意な水準で求められた変数を社会経済的要因モデルの変数として採用する。

従来の研究で使用されている説明変数は以下の需要関数式(1)に当てはめ、変数間のすべての組み合わせから推計された係数、T値、R²、補正済みR²の結果をTable 1に示す。

$$\ln P = \ln \beta_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + u \quad (1)$$

P : 1000人あたりの保有台数(1968～2003の実績値)

β_n : 係数 (n=1～4)

X_2 : 一人あたりのGDP (円)

X_3 : 自動車免許保有人口 (人)

X_4 : 国際石油価格 (USD)

u : 残差

Table 1 Estimation results

()=t value

$$\ln P = \ln \beta_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + u$$

| No. | GDP | Drive. Pop | Oil Price | R ² | Adjusted R ² |
|-----|------------------|------------------|-----------------|----------------|-------------------------|
| 1 | 0.955 (2.91) | --- | --- | 0.913 | 0.910 |
| 2 | 1.779 (16.23) | 0.083 (0.44) | --- | 0.990 | 0.990 |
| 3 | 3.386 (7.89) | 2.866 (31.02) | 0.131 (2.87) | 0.974 | 0.971 |
| 4 | --- | --- | 0.184 (0.64) | 0.012 | -0.017 |
| 5 | --- | 0.197 (0.79) | 5.431 (2.29) | 0.157 | 0.104 |
| 6 | 0.197 (0.79) | --- | 5.431 (2.29) | 0.157 | 0.104 |
| 7 | --- | 0.932 (28.61) | --- | 0.961 | 0.960 |

* 1 原稿受理 2007年12月19日

* 2 (財)日本自動車研究所 総合企画研究部

Tanner [1978]³⁾によると、1951年に米国道路研究所より発表されているSmeed⁴⁾とRudd⁵⁾の論文が最初の保有台数予測と記されている。Smeedモデルには実質所得、Ruddは所得と自動車維持費用を説明変数として用いている。

日本の実質所得データを用いて保有台数を推定すると、高度経済成長期の保有台数はほぼ実績値を再現することができる。しかし、2000年前後の経済低迷期でも保有台数実績は増加傾向にあるため、推定値が実績値と比べ、過小推定となり、実績値から離れる可能性がある⁶⁾。Table 1で推計されているNo.1(所得)の相関関係を見ると、補正R²の精度、正負の符号、およびT値の統計的有意性は高い。しかし、今後の日本経済と保有台数実績値の当てはまり度を考慮すると、適用の可能性は低い。

保有台数決定要因を経済以外に幅を広げた研究として、Tanner(1958)⁷⁾の免許人口と保有台数に関する論文が挙げられる。Tannerは米国と英国において、女性と高齢者の免許人口が増加すると、保有台数が増加する現象に注目し、保有台数予測を行っている。

日本の場合、1970年以降の男女別運転免許保有者の割合を見ると、絶対数では男性の運転免許保有者が半数を超えているが、女性の運転免許保有人口の成長率は男性よりも高い。将来、増加率が一定と仮定しても、運転免許保有人口の半分が女性となることは確実である。

日本における女性の免許人口の増加は社会進出、家族の送り迎え等、経済要因以外で自動車に依存するライフスタイルを反映していると考えられる。

また、日本における60歳以上の高齢者人口は2010年に3,800万人と予測されており⁸⁾、普通運転免許保有人口の1/4を占めることが予想されている。高齢者のライフスタイルを見ると、住宅ローンや子供の養育から開放され、経済的余裕、退職による時間的な余裕も生まれ、自動車をレジャーや買い物等に活用することが高齢者免許人口に反映していると考えられる。

日本の高齢者免許人口、女性免許人口データのみを用いると、他の男女別年齢層を反映していないこ

とから、実績値を再現することは困難である⁶⁾。運転免許保有人口総数で推定した場合(No.7)も、伸び悩む日本の自動車市場を説明できない可能性があるため、社会的要因のみでの推計も適用できない。

燃料価格変数を取り入れた保有台数予測は、1970年代の石油危機以降、多数発表されている。Espey⁹⁾の研究では燃料価格の上昇により、走行距離が縮小し、燃費の良い車へと買い替える傾向があることを示している。Drollas¹⁰⁾は、燃料費支出上昇により代替燃料自動車(LPG車、ディーゼル車)への買い替えや公共交通機関の利用を増加させる傾向にあると主張している。Eltony¹¹⁾の分析によると、燃料価格上昇後1年以内に75%の家計が走行距離を縮小させ、15%の家計が車両重量の小さい車へと買い替え、10%の家計が燃費の良い車への買い替えを行ったことが報告されている。

燃料価格の上昇は車の買い替え、自動車の使用頻度、燃費等の走行段階に影響を及ぼすと考えられる。理論上、燃料価格と需要は負の関係になるが、式(1)にあてはめると、両者は正の関係となることから適用できない。

以上の分析結果からNo.2(GDPと免許人口)が自動車保有台数予測の決定要因として絞られる。

次に、No.2の免許人口とGDP変数を適用する妥当性について今後の乗用車保有シナリオを設定し、検証する。

日本の社会経済の将来を展望する指標として、若年層の労働形態、所得に焦点をあて、将来の乗用車保有シナリオを描く。

まず、若年層の労働形態を見ると、非正規雇用(パート、アルバイト、在学者を除く)の割合が高い。Fig. 1に25歳から34歳までの労働人口に占める非正規雇用者の割合を示す。非正規雇用者の割合は男女ともに1994年から2004年にかけて増加傾向にあり、雇用形態の多様化の反面、フリーターなどの低収入者が増加している。若年層の所得格差は他の先進諸国でも高い失業問題として問題になっている。北欧諸国を参考にすると、社会保障政策による再分配等で政府が格差の解消に取り組んでいるが、財政赤字が増加している日本経済の下での格差解消は容易なことではない。

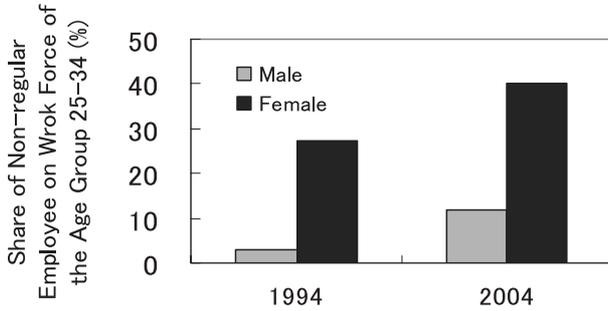


Fig. 1 Share of Non-Regular Employee in Age Group 25-34 in the year 1994 and 2004
Data source : Number of Employee by Employment Type, Statistics Bureau

次に、Fig. 2に1994年と2004年における世帯主の年齢階級別年間収入のジニ係数（2人以上の一般世帯—全世帯）の推移を示す。ジニ係数とは0から1の間の値をとり、1に近いほど格差が大きいことを示す。年齢階級別で見ると、高齢者ではジニ係数が減少し、格差が縮小している。一方、若年層で低所得者の増加から格差が拡大している。

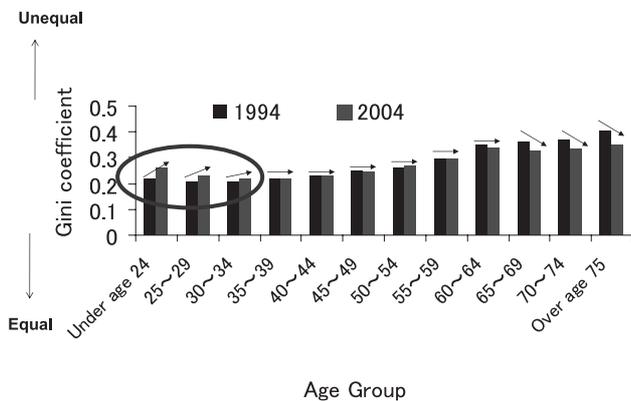


Fig. 2 Gini Coefficients by Age Group
Data source : National Consumption Survey 1994, 2004

雇用格差、経済格差に加え、少子高齢化問題を考慮すると、将来、「クルマを持つ者」とそうでないグループの「持たざる者」の二極化を生じさせる可能性がある。そこで、この二つの変数を融合し、「クルマを持つ者＝運転免許保有者」として位置づけ、「クルマを持つ者の平均所得＝運転免許保有者の平均所得」という変数を新規に作成する。

3. 推計モデルの選択

本章ではまず、JARIモデルの経緯からの知見と課題を抽出する。次に従来からの研究からモデルを抽出し、当てはまり度が高く、推定結果の検証が可能なモデルを選択する。本報で取り扱っている従

来の研究からの推計結果と実績値との差をFig. 3に示す。

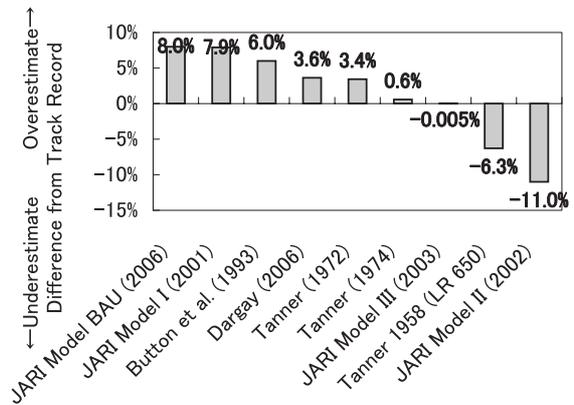


Fig. 3 Accuracy of the forecasts from literature surveys and empirical studies

まず、過去のJARIモデルの経緯からの知見をまとめる。JARIモデルIに関してはコーホートモデルによる推定のため、成長率の低下を表現することが困難で、実績値より平均7.9%過大推定となっている。JARIモデルII以降、非線形モデルで推計しているが高齢者と女性の平均所得を説明変数として採用しているため、それ以外の人口の実態を反映することができず、実績値から平均11%過小推定となっている。JARIモデルIIIは変数を増加させることにより実績値に近似させることが可能になったが（-0.005%）、説明変数に多重共線性が生じていることが課題となっていた⁶⁾。

1950年代から1980年代にかけて、先進国を対象にした研究論文が多数発表されており、自動車の普及率が高いほど、保有台数の伸びが鈍化することが、報告されている^{3), 12), 13)}。自動車保有台数の伸びの鈍化は「飽和状態」と表現され、普及極限台数を別途設定し、S字型を描くシグモイド曲線（ロジスティック曲線、ゴンペルツ曲線）が活用されている。

ロジスティック曲線は1950年代、Tannerをはじめ、英国、米国における保有台数予測に適用されている。1980年代、Cundill¹⁴⁾は対象国を先進国に広げた。1990年代、Buttonら¹⁴⁾は対象国を途上国に広げ推定している。成長が著しい途上国を対象とした推定結果は実績値からの差が平均6%となっている。

一方、ゴンペルツ曲線は1990年代後半、Dargayら¹⁵⁾により世界82カ国を対象とした予測に適用さ

れている。推定結果を見ると、実績値からの差が平均3.6%にとどまり、完成度の高いモデルとなっている。

自動車の普及をモデルに表現するにあたり、変曲点を中心に回転対称とすべきか、非回転対称とすべきか、意見が分かれるところである。

ロジスティック曲線は保有する・保有しない、という2分した事象の確率をロジット変換し、目的変数とした多項の回帰分析が可能となっている。また、ロジスティック曲線は、確率50%の点を変曲点として回転対称性を前提とした曲線である。したがって、変曲点以降のS形状上部に対する実績値データが欠如しても、95%の信頼区間での推定が可能となっている。

一方、ゴンペルツ曲線は確率50%の点を変曲点としていないため、回転非対称のS字型を描くことができるため、実績値へのあてはまり度は良い。しかし、ゴンペルツ曲線は指数計算を含むため、少しの誤差が結果に大きく影響する難点がある。また、データのバラつきが見られる場合、推定区間の設定により、実績値から大きく離れる可能性がある。したがって、精度向上のためには、推定区間の調整を行う必要がある。

本報では、説明変数の数が自由で、推定された係数を弾力性として解釈しているCundill-Buttonらのモデル式(2)を採用している。式(2)に「運転免許保有者の平均所得」変数を当てはめて推定している。Cundill-Buttonらのモデルは1,000人あたりの保有台数を推定しており、各国の人口規模に左右されずに比較できることが利点となっている。推定結果は統計的有意性と実績値へのあてはまり度の視点から検証する。

$$P = \frac{L}{1 + e^{-a} + \left(\frac{DrivInc}{DrivPop}\right)^{-b}} \quad (2)$$

P: 1000人あたりの保有台数(台)
L: 1000人あたり保有台数上限台数(台)
DrivInc: 運転免許保有者の所得総額(推計)
DrivPop: 免許保持人口(推計)
a: 定数
b: 係数

保有台数の普及極限台数*L*の議論としては、Tannerが1970年代の米国においては1,000人あたり400台と設定している³⁾。米国エネルギー情報機構

(Energy Information Administration: EIA)によると、日本における2020年の保有台数は1,000人あたり638台と予測している¹⁶⁾。Dargayら¹⁵⁾は日本における2025年の保有台数を1,000人あたり650台としている。本報では2030年に1,000人あたり650台と仮定している。

4. 2030年までの保有台数予測

4.1 運転免許人口予測

本章では式(2)の変数として活用している「自動車免許保有者の平均所得」の推定方法について説明する。

通常、自動車の需要予測として適用される廃車曲線を、本報では運転免許保有人口推定に適用している(式(3))¹⁷⁾。免許人口に関するデータとして、警察庁の統計「男女別運転免許保有者数と年齢別保有率」(1993年、2000年)を活用している。当データは男女別、16歳から75歳未満の年齢層を5年ごとに区分した免許人口保有率を示している。

本報では取得年(16歳)から運転を止める年齢(75歳と想定)までのデータを活用し、男女別、年齢層別免許保有率(%)を求めている。求められた男女別、年齢層別免許保有率とコーホートモデルを活用し、2030年までの運転免許人口を推定している。

$$p(t) = a^{t/(t-M)} \quad (3)$$

p: 男女別、年齢層別免許保有率(%)
t: 免許保持年数(年)
a: 係数
M: 最長免許保持年数(年)

4.2 運転免許保有者の平均所得レベル予測

運転免許保有者の平均所得は統計局が発行する「平成14年就業構造基本調査結果(全国編)」¹⁸⁾と警察庁の統計「男女別運転免許保有者数と年齢別保有率」を組み合わせ、加重平均して算出している。

加重平均された所得額は割引率によって現在価値になおし、算出している。割引率として長期自然利子率1.9%を採用している。長期利子率は長期見通しの上で経済ショック等を見捨てることのできる率で、安定的成長経路と解釈されている。また、長期利子率は一人あたりの技術進歩率に相当する値としても取り扱われている。

式(2)に「免許保有者の平均所得」変数を当てはめ、推計した結果をTable 2に示す。さらに、社会経済的要因モデルの妥当性を検証するために1970年から2003年までのデータセットを3区間に区切り、推計した結果も併せてTable 2に示している。式(2)の係数bは免許保有者の平均所得と乗用車保有台数間の弾力性として解釈することができる。

従来の研究によると、Trainは平均所得が1%増加するごとに0.345~1.73%保有台数が増加すると推定している。Pindyckは平均所得が1%増加するごとに0.3%増加すると推定している。Buttonら¹¹⁾は平均所得が1%増加するごとに0.53~1.12%増加と推定している。Johanssonら¹⁹⁾は平均所得が1%増加するごとに0.75~1.25%増加すると推定している。

Table 2 Results of Estimation on Eq 2

$$P = \frac{L}{1 + e^{-a} + \left(\frac{DrivInc}{DrivPop}\right)^{-b}}$$

| Year | R ² | Adjusted R ² | Elasticity <i>b</i> | T value |
|---------------|----------------|-------------------------|---------------------|----------|
| 1970 ~1980 | 0.975 | 0.972 | 1.377 | 18.649** |
| 1980 ~1990 | 0.978 | 0.976 | 2.035 | 20.121** |
| 1990 ~2002 | 0.986 | 0.985 | 2.158 | 28.875** |
| 1970 ~2002 | 0.990 | 0.990 | 1.834 | 60.821** |

** significant at 1% level

本研究の推定結果によると、運転免許保有者の所得が1%増加するごとに保有台数が1.377~2.158%増加する結果となっており、従来の研究と比較して、やや高めである。しかし、3区間に分けたデータセットと1970~2002年までのデータセットにおける推定結果が1%レベルで統計的に有意な水準で推計されている。また、1970年~2002年までの推計結果と実績値の差を比較すると、-4%~+8%の差の範囲で推移している。社会経済的要因モデルは統計的有意性と実績値の実現性の視点から有効と判断し、2030年までの予測に適用する。

1970年から2002年までの係数a, bと2002年から2030年まで作成した変数「自動車運転免許保有者の平均所得」を式(2)に当てはめ、2030年までの乗用車保有台数予測結果をTable 3, Fig. 4に示す。2030年の予測結果は6,159万台となっている。

Table 3 Output of JARI BAU model

| Year | Driver license holder population (million people) | Drivers' income (Million yen) | Passenger car ownership (Million Unit) |
|------|---|-------------------------------|--|
| 2005 | 73.08 | 4.16 | 55.13 |
| 2010 | 75.73 | 4.46 | 57.28 |
| 2015 | 77.41 | 4.86 | 59.42 |
| 2020 | 76.29 | 5.36 | 61.21 |
| 2025 | 74.91 | 5.08 | 61.73 |
| 2030 | 75.81 | 6.24 | 61.59 |

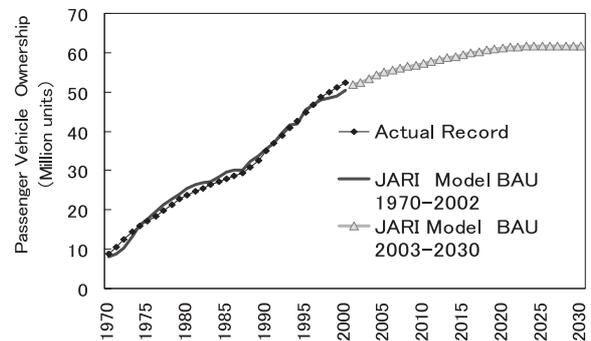


Fig. 4 Passenger car ownership estimation (Estimate 2003~2030 with variable of 1970~2002)

5. まとめ

社会経済的要因モデルは運転免許保有者の平均所得の変数を用いて、日本における2030年までの保有台数予測を行った。社会経済的要因モデルのシナリオとして日本の社会経済構造から自動車保有と保有しない層が二極化すると想定し、保有する可能性が高い運転免許保有者に焦点を当て、この変数をButtonらの式に当てはめて推定を行った。推定結果は統計的に有意な水準(1%)で求められており、実績値の乖離は-4%から+8%の範囲にとどまっている。なお、2030年の予測結果は6,159万台となった。

予測モデルの方向性として、男女別、年齢層別保有台数推定、社会経済シナリオの変化による影響分析等が可能となり、市場調査結果に対する補完的な情報として役立つことができる。今後、予測モデルや予測結果に対する議論が展開されることを期待する。

参考文献

- 1) Hirota, K. : Passenger Car Ownership Estimation toward 2030 in Japan -BAU Scenario with Socio-Economic Factors-; Journal of Studies in Regional Science, Vol.37, No.1, p.25-39 (2007)
- 2) Sharp, C. H. : Living with the Lorry, A Report, UK: University of Leicester (1973)
- 3) Tanner, J. C. : Long-term Forecasting of Vehicle Ownership and Road Traffic, J.R. Statist. Soc. A, 141, Part 1, p.14-63 (1978)
- 4) Smeed, R. J. : Likely Increases of Road Traffic in Great Britain, Research Note, Harmondsworth, Road Research Laboratory, RN/1518 (1951)
- 5) Rudd, E. : The Relationship between the National Income and Vehicle Registrations, Research Note, Harmondsworth, Road Research Laboratory, RN/1631 (1951)
- 6) 廣田恵子ほか : JARI乗用車保有台数モデル, 自動車研究, vol.27, No.2, p.57-60 (2005)
- 7) Tanner, J. C. : An Analysis of Increase in Motor vehicles in Great Britain and the United State, Research Note, Harmondsworth, Road Research Laboratory, RN/3340 (1958)
- 8) Japan Automobile Manufacturers Association, Inc. (JAMA) , JAMA Report, No.89, p.1 (2001)
- 9) Espey, M. : Gasoline Demand Revisited: an International Meta-analysis of Elasticities, Energy Economics, Vol.20(1998)
- 10) Drollas, L. : The Demand for Gasoline: Future Evidence, Energy Economics, Vol.6, p.71-82 (1984)
- 11) Eltony, M., and N. Al-Mutairi : Demand for Gasoline in Kuwait: an Empirical Analysis Using Cointegration Techniques, Energy Economics, 17.
- 12) Button, K.J., Pearman, A.D., and Fowkes, A.S. : Car Ownership Modelling and Forecasting, Aldershot, Gower (1982)
- 13) Holger, B. : Quasi-Engle Curves, Diffusion, and the Ownership of Major Consumer Durables, Journal of Political Economy (1970)
- 14) Button, K., N. Ngoe, and J. Hine. : Modelling Vehicle Ownership and Use in Low Income Countries, Journal of Transport Economics and Policy, XXVII (1) , January, p.51-67 (1993)
- 15) Dargay, J. and D. Gately. : Modelling Global Vehicle Ownership, Paper number 4124.
- 16) Energy Information Administration (EIA) : International Energy Outlook, Washington D.C., Department of Energy (2002 and 2004) Via Internet www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html
- 17) 岡本哲治ほか : 自動車需要の予測. 東京, 上智大学社会学系在学研究所, p.147-151.
- 18) 統計局. 平成14年就業構造基本調査結果 (全国編) 平成15年 <http://www.stat.go.jp/data/shugyou/2002/kakuhou/z046.htm>
- 19) Johansson, O., and Schipper, L. : Measuring the Long-run Fuel Demand of Cars: Separate Estimations of Vehicle Stock, Mean Fuel Intensity, and Mean Annual Driving Distance, Journal of Transport Economics and Policy, Vol.31, p.277-292 (1997)