

アジア地域の乗用車保有台数の将来見通しに関する研究*

Study on the estimation method of number of passenger cars in Asian countries *

紀伊雅敦**

By Masanobu KII**

1. はじめに

アジア諸国におけるモータリゼーションの進展は当該国の環境、安全、交通渋滞への影響のみならず、世界的なエネルギー需給逼迫、CO2排出増加の一因となっている。わが国は長期にわたり、これら交通問題、および自動車に起因するエネルギー、環境問題への対策に取り組んでおり、対応する車両技術、交通政策の経験を蓄積している。多くのアジア諸国では経済成長に伴い、今後さらなるモータリゼーションの進展が予想されており、上記問題の解決の必要性がますます高まっている。これら問題の解決にわが国が関与することは、エネルギー需給問題と温暖化問題の緩和とともに、わが国産業の市場環境整備にも寄与するため、大いに意義がある。

これらの問題に対処するには、モータリゼーションの適切な見通しが必要であり、中でも乗用車保有台数の見通しが不可欠である。これまで様々な保有台数推計が行われているが、多くは人口、GDPなど社会経済指標に対する成長関数を仮定し、各国の過去のデータに基づき個別に関数を特定する方法がとられてきた。しかし、途上国はモータリゼーションの初期段階であり、関連統計が不十分なことに加え、長期予測には大幅な外挿を必要とするため、単純な統計モデルと各国別のデータに基づく推計では将来の見通しを誤る可能性がある。特に、データ制約から世帯の複数台保有の状況は推測に頼らざるを得ず、将来の保有台数に大きく影響する要因を把握し得ないといった課題が想定される。

本研究は我が国の乗用車保有モデルに基づき、途上国の状況と整合的なモデルの更新方法を構築し、中国、タイ、インドネシア、フィリピンを対象として乗用車の将来保有台数の推計を試みる。その際、所得分布と保有分布を考慮し、我が国を含む各国共通の保有構造をモデル化する。加えて、高所得者の複数台保有を考慮することでモデル推計時のバイアス除去を試みる。また、平均所

得を説明変数とする回帰モデルと比較し、各国のトレンドのみに基づく推計では将来見通しを読み誤る可能性を示す。これらより、アジア地域の将来の乗用車保有台数の新たな推計方法を示すことが本研究の目的である。

2. 乗用車保有モデルとパラメータ更新

本研究では、まず所得分布に基づく日本の乗用車保有モデルを推計し、それを途上国の状況に適合するよう更新することで、国別の保有モデルを作成する。すなわち、乗用車の保有構造は各国共通と仮定し、保有費用や制度、慣習など未観測要因をパラメータとして集約的に再推計する。

乗用車の保有台数は、沈のモデル¹⁾を改良し、複数台保有を考慮した次式で表す。

$$Q(\mu, \sigma | \theta) = HH \cdot \int_0^{\infty} f(x | \mu, \sigma) (\Pr_c(x | \theta_c) + \Pr_d(x | \theta_d)) dx \quad (1)$$

ただし、 Q は乗用車保有台数、 μ 、 σ はそれぞれ所得分布の平均、分散パラメータ、 θ_c 、 θ_d は所得に対する保有世帯率、複数保有世帯率モデルのパラメータ、 HH は総世帯数、 x は所得、 f は所得分布の密度関数、 \Pr_c は所得 x の下での保有世帯率、 \Pr_d は2台保有世帯率を表す。ここで、 f 、 \Pr_c 、 \Pr_d は次式で与えられる。

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma} \cdot x} \exp\left(-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (2)$$

$$\Pr_c = \frac{\exp(\theta_{c1} \cdot \ln(x) + \theta_{c2})}{1 + \exp(\theta_{c1} \cdot \ln(x) + \theta_{c2})}$$
$$\Pr_d = \frac{\exp(\theta_{d1} \cdot \ln(x) + \theta_{d2})}{1 + \exp(\theta_{d1} \cdot \ln(x) + \theta_{d2})} \quad (3)$$

なお、所得分布のパラメータは平均所得とジニ係数に

*キーワード：計画基礎論、地球環境問題、総合交通計画

**正員、工博、(財)日本自動車研究所 総合企画研究部

(茨城県つくば市荻間2530,

TEL029-856-0767, FAX029-860-2388)

に基づき算定される²⁾。ここで、ジニ係数とは社会の所得分配の不平等度を測る指標であり、1に近いほど不平等度が高いことを意味する。

日本では、全国消費実態調査で、所得階級別の乗用車保有台数と保有世帯率が与えられている。H16年度の調査結果より、保有世帯率と複数保有世帯率を求め、これと各階級の平均所得を用いて最尤法により保有率モデルのパラメータとその標準偏差を求めた。ただし、保有世帯率関数、複数保有世帯率モデルの対数尤度関数は次式で与えられる。

$$L_c = \sum_i q_{ci} (\theta_{c1} \cdot \ln(x_i) + \theta_{c2}) - \sum_i \ln(1 + \exp(\theta_{c1} \cdot \ln(x_i) + \theta_{c2})) \quad (4)$$

$$L_d = \sum_i q_{di} (\theta_{d1} \cdot \ln(x_i) + \theta_{d2}) - \sum_i \ln(1 + \exp(\theta_{d1} \cdot \ln(x_i) + \theta_{d2})) \quad (5)$$

ただし、 q_{ci} 、 q_{di} は所得階層 i の保有世帯率、複数保有世帯率の実績値を表し、 x_i は階層 i の平均所得を表す。この推計結果より、各パラメータの期待値と標準偏差が与えられる。表1にそれらの推計結果を示す。

ここでは、日本のパラメータを求めたが、これを途上国に適用する場合、我が国との乗用車の取得、保有費用、および所得格差の質的な相違等が誤差をもたらす可能性がある。所得格差の質的な違いとして、例えば日本では高齢者などは所得が低くても資産を有する、あるいは、所得の高い時期に取得した車両を保有している等の状況が考えられるが、途上国ではそのような世帯が多いとは考えられない。

このため、日本のモデルをベースとしつつ、途上国の所得、保有率情報に基づきパラメータを更新することが適切である。ここでは、以下の対数尤度関数を最大化するようパラメータ θ を修正する。また、途上国統計では、タクシーなど商用の乗用車も含むことから、その保有台数を Q_s とし、同時に推計する。

$$L(\theta) = -\sum_i (Q(\mu_i, \sigma_i | \theta) + Q_s - \hat{Q}_i)^2 - 2\sigma^2 T \sum_j \frac{(\theta_j - \theta_j^*)^2}{2\sigma_j^2} \quad (6)$$

Table 1 Model parameter estimation results for Japan

Parameters	Car own HH		Multi own HH	
	θ_{c1}	θ_{c2}	θ_{d1}	θ_{d2}
Mean	1.31	-0.84	1.65	-3.46
SD	0.75	1.18	0.77	1.49

Table 2 Household income at 50% of car ownership

10 thousand yen	China	Thailand	Indonesia	Philippines
Own HH	210	180	230	410
Multi own HH	790	700	830	990

ただし、 μ_t 、 σ_t は t 期における平均所得とジニ係数より得られる所得分布パラメータであり、 σ_L はモデルの標準偏差である。また θ_j^* 、 σ_j は日本モデルで得られるパラメータ j とその標準偏差である。

途上国のモデルパラメータの推計において、世帯所得は各国統計の値を2000年の為替レートより日本円に換算し用いた。なお、インドネシアについては、商用車の保有率 Q_s を適切に推計できなかったため $Q_s=0$ と設定している。また、中国は都市部と地方部の所得格差が大きいため、平均所得とジニ係数をそれぞれ地域別に与えた上で合算するモデルを仮定してパラメータを推計している。

推計結果より、各国の乗用車保有世帯率、複数保有世帯率が50%となる世帯所得を表2に示す。日本では保有世帯率50%の所得は190万円、複数保有では810万円だが、タイを除き保有世帯率50%の所得は日本より高い。この理由として、途上国では税制等により乗用車保有コストが高いこと、日本では高齢世帯など低所得世帯が保有を継続していること等が考えられる。一方、タイは乗用車の普及が始まっており、現地に即した安価な車両が供給されている可能性がある。

なお、フィリピンでは保有世帯所得が二倍程度だが、これは市場構造に加え、使用統計の特性を反映している可能性がある。フィリピンでは近年ユーティリティビークル (UV) の台数が増加しており、これは乗用車と別区分で計上されている。本研究のモデル推計ではUVを入れていないが、2002年のUV保有台数は乗用車の2倍程度であり、所得に対する保有台数が過小に評価されている可能性がある。このため、保有世帯所得が高く推計されたと考えられる。ただし、利用実態としてUVは乗り合いタクシーなどの旅客輸送事業での利用も多く、全て自家用乗用車と見なすと保有台数を過大に与える可能性がある。このため、フィリピンの推計結果には注意が必要である。

モデルの再現性はインドネシアを除き推計値と観測値の相関係数が0.98以上と再現性が高い。インドネシアは0.

90だが、所得に対する通貨危機の影響が利用した統計では適切に反映されていない可能性があり、それが推計結果の再現性を低下させている可能性がある。一方、通貨危機の期間を除く1997年までのデータでは統計値と推計値の相関係数は0.99となっている。

3. 将来保有台数の推計

次に、得られたモデルを用いて将来の保有台数を推計する。将来人口は国連の World Population Prospects²⁾を用い、世帯人員は過去5年間のトレンドで推計した上で、世帯数を設定した。世帯所得はGDPと同率で変化すると仮定し、2030年まではIEAのWorld Energy OutlookのGDP変化率を用い設定した(Table3参照)。2030年以降はその変化率のトレンドより推計したものをを用いている。また、ジニ係数は現状のまま推移する場合(0.41~0.49)と、ブラジル並みに高まる場合(0.59)、日本並みに低下する場合(0.38)の3ケースを設定した。また、参考として、世帯所得を説明変数とする線形回帰モデルの結果も併せて示す。それらの結果を図1に示す。

まず、経済成長率が最も高く想定されている中国で保有台数の伸びは最も高く、ついで、インドネシア、タイ、フィリピンとなっている。線型モデルとの比較では、インドネシアを除き本モデルの推計値が高くなっている。線型モデルの再現性は、中国、タイでは0.97以上であり、インドネシア、フィリピンでは0.8以上である。またいずれのパラメータも統計的に有意である。このように、統計的に有意性、精度の高いモデルであっても、モデル構造の差により推計結果は大きく異なっている。この理由として、モータリゼーションの初期段階は所得の増加率と比較して保有台数の増加率が小さいため、単純な構造を想定したモデルでは、統計的には妥当と判断されるにもかかわらず、将来の保有台数を過小評価する可能性が示唆される。これに対して、本研究で提案するモデルでは、初期段階での所得増加に対する自動車需要弾力性の低さが構造的に表現されている。

なお、図1では各国ともに所得格差の影響はあまり見いだせないが、ここで設定された条件下では、対象諸国のモータリゼーションは2050年においても未だ初期

Table3 Growth rate setting

	OECD Asia	China	Indonesia	Other East Asia
2000-10	2.4	6.4	4.5	4.5
2010-20	1.9	4.9	4.1	3.8
2020-30	1.6	4.0	3.3	3.0
2030-40	1.3	3.3	2.7	2.4
2040-50	1.1	2.7	2.1	1.9

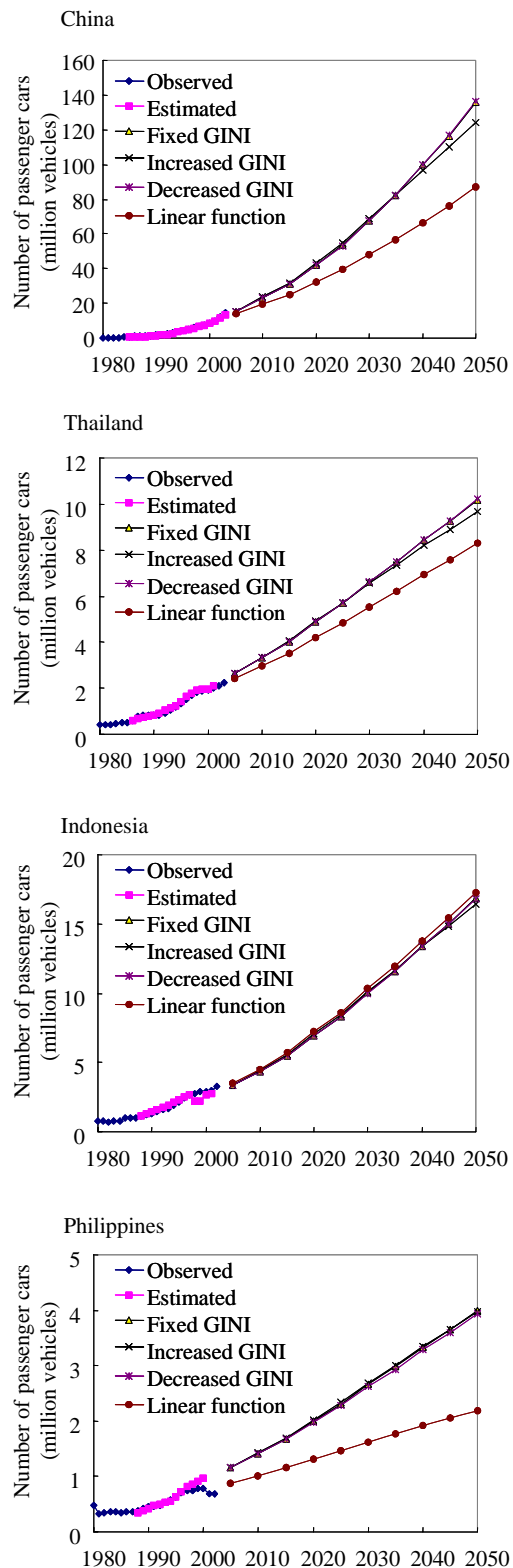


Fig. 1 Estimation of number of passenger cars

段階であり、保有出来る世帯は1割程度に限られていることが原因と考えられる。

4. 所得増加率の感度分析

WBCSD³⁾や沈¹⁾など他の調査結果と比較して、本研究

の推計結果は低目となっている。中国を見ると、WBCSDでは、2030年に1.3億台、2050年には3.4億台の保有台数を想定しており、また、沈の研究では2030年の自家用乗用車の保有台数は1.5億台と推定している。一方、本モデルでは2030年に6800万台、2050年で1.4億台と推計している。

沈の研究ではGDP成長率に中国能源研（ERI）の値を採用している。IEAの条件と比較すると（表4参照）成長率が1%以上高く設定されている。

能源研の成長率を高成長ケースとして推計した結果を図2に示す。これより、2030年には保有台数は1.1億台、2050年には格差固定と縮小ケースで約2.4億台、格差拡大ケースでは2.0億台と、所得格差の状況により4千万台程度の差が出ると推定された。

ここでは、沈の研究と所得成長率を揃えたが、本モデルの推計結果はやはり低めの推計となっている。その理由として本モデルでは複数台保有を考慮していることが考えられる。所得格差の高い途上国では、これまでの統計取得期間において、一部の高所得者が複数台の乗用車を保有する一方、平均的な所得では1台も保有出来ない場合がある。その際、複数保有を無視し、モデルパラメータを推計すると、実態より低い所得でも保有確率の高いモデルが得られる可能性がある。特に所得格差の大きい国ではその傾向が強いと考えられる。言い換えると、モータリゼーションの初期段階では、集計された保有台数データを用いると、一部高所得者の複数台保有が乗用車の世帯保有率を押し上げることになるため、それにフィットするようパラメータが推計される結果、過大に推計される可能性が考えられる。

途上国では自動車の複数台保有に関するデータは存在しないことが多いため、本研究のように、各国共通の乗用車保有構造を仮定し、日本を対象に推計されたモデルを各国のデータを用いて更新することで途上国の状況に適したモデルを作成することは、保有台数推計において大いに意義があると考えられる。

5. まとめ

本研究ではアジア地域の乗用車保有モデルを推計する新たな方法論を構築し、アジアの4カ国に適用した。提案したモデル化手法では、世帯の複数台保有といった従来の途上国分析では十分考慮されなかった要因を組込むことが可能となった。また、所得分布と保有構造を想定することにより単純な統計モデルでは十分把握出来ないモータリゼーションの拡大局面を表現することができた。これらの特長により、途上国の乗用車保有台数の増加を説明するための、より合理的なモデルを構築できると考えられる。

Table 4 Growth rate setting for sensitivity test

	ERI	IEA
2002-2010	7.9	6.4
2010-2020	6.5	4.9
2020-2030	5.2	4

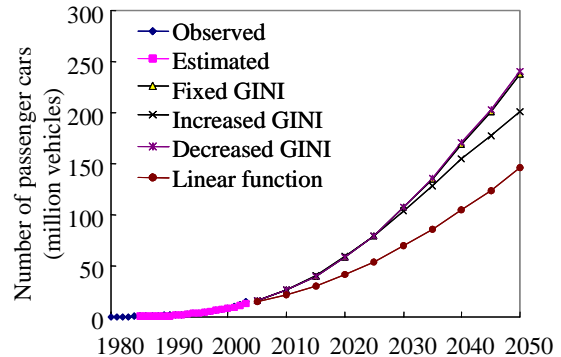


Fig. 2 Number of passenger cars (High growth case)

これらを用いて各国の保有台数を推計した結果、2050年においても乗用車の保有世帯率は1割程度であり、いまだモータリゼーションの初期段階にとどまると推計された。それでも、2050年には4カ国で1.7億台と日本の乗用車保有台数の3倍弱であり、そのうち1.4億台は中国に保有される。また、中国の経済成長率を高めに見通すと、保有台数さらに増加し、中国のみで2.4億台と推計される。これらは他の研究機関による報告と比較して低めの結果となっているが、それでも大幅な車両台数の増加であり、今後、交通起因の各種問題への大規模な対応が必要になることが示唆される。なお、他の報告と比較して推計結果が低めになるのは、本モデルの構造が複数台保有を想定していることに起因する。

乗用車保有台数の推計結果は、前提となる経済成長率に大きく影響されるため精査、シナリオ分析が必要である。また、本モデルでは乗用車の取得、保有費用は考慮されていないが、自動車政策がもたらすインパクトを分析するには、これらの費用を考慮したモデル構築が必要である。これらの対応は今後の課題とする。

参考文献

- 1) 沈中元, 「所得分布曲線を利用した中国のモータリゼーションの予測」, IEEJ, 2006. 4
- 2) Aitchison, J., and J. A. C. Brown, 1963. The Lognormal Distribution (Cambridge: Cambridge University Press)
- 3) The Sustainable Mobility Project, Mobility 2030: Meeting the challenges to sustainability, World Business Council for Sustainable Development