

アジアのモータリゼーションと排出ガス予測*

Emission Gas Estimations and Asian Motorization*

廣田恵子**・湊清之***・土井健司****

By Keiko HIROTA**・Kiyoyuki MINATO***・Kenji DOI****

1. はじめに

アジア諸国は 1980 年代以降発展を遂げ、経済成長と共に自動車の普及は急速に進んできた。特に主要都市でのモータリゼーションは経済成長率を超える勢いで拡大を続けており、人口と経済機能の更なる一極集中が進んでいる。その結果、主要大都市では、交通需要の増大に伴い、道路交通の混雑と大気汚染が極めて深刻な問題として露呈してきた。著しい都市膨張の結果、交通部門のエネルギー消費や環境負荷が急増するという歪な構造を見せており、今後、バランスのとれた社会基盤システムや都市構造への転換が図られない限り、回復不可能な環境悪化がもたらされることは必至である。

本研究では、アジア大都市に適した交通体系の中で自動車の利用の在り方を検討している。このため、アジア地域の自動車エネルギー・環境問題を対象としたモデルを作成し、自動車の環境負荷低減に効果的な政策を提案することを目的としている。第一報として、自動車保有台数予測と、排出ガス規制や車検・メンテナンス等の政策を導入した場合の排出ガス低減量を検討している。

2. モデルの概要

交通需要予測は環境、交通政策の影響を把握するための消費者選好分析とともに 1970 年代から盛んに行われている。本報では消費支出関数モデルとコーホートモデルを組み合わせることにより、産業界と消費者の行動をモデル化し自動車需要予測を行い、政策導入による環境改善効果の評価を行っている。図 1 に示す

ように、要因として燃料消費量、自動車市場要因、自動車技術、社会的要因を考慮し、シナリオ別の環境影響を予測している。

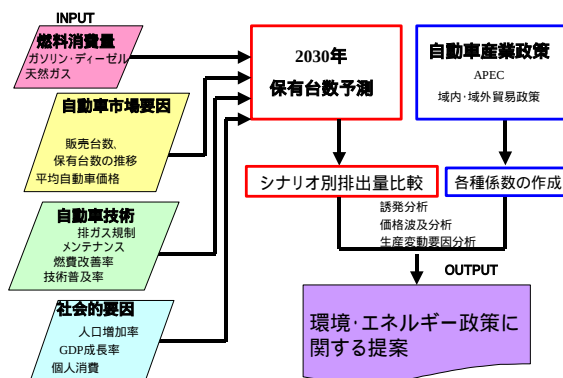


図 1 モデルの概要

JARI モデルは 1980 年から 1999 年までの各国の自動車需要を把握し、2030 年まで保有台数予測を行う。さらに車検・メンテナンス制度の充実と排出ガス規制強化、同時に自動車関税引き下げ等の影響を排出ガス削減効果として予測するモデルである。

3. アジア諸国のモータリゼーションと需要部門

アジア諸国では経済活動、人の輸送の殆んどを自動車が担っている。しかし、低所得者層は費用負担の少ない公共自動車を利用する傾向にある。また、乗用車普及の特徴は都市部への集中であるが、アジア諸国のモータリゼーションを論じるとき、宗主国の影響を考慮に入れて、その進展を分析・解析するといった歴史的な促進要因を捉えることも重要である。アジア途上国の自動車普及段階は以下の様に考えることができる。

- 第一段階：一部の高所得者層のみが乗用車を持ち、トラック・バスも都市部、基幹産業など先進部門で使用され、自動車が社会の上層部門のみで利用される段階。一人当たり GDP が 1000 ドル以下の所得では、乗用車保有水準の上昇は緩やかである。代替手段として、2 輪車が主要な移動手段となっている。

* キーワーズ：自動車産業政策，都市環境，環境規制

** 非正員，経修，日本自動車研究所（茨城県つくば市苅間 2530，0298-56-0767, khirota@jari.or.jp）

*** 非正員，工修，日本自動車研究所，（茨城県つくば市苅間 2530，0298-56-0767 kminato@jari.or.jp）

**** 正員，工博，香川大学，工学部安全システム建設工学科（香川県高松市林 22170-20, Tel:087-864-2165, doi@eng.kagawa-u.ac.jp）

○第二段階：ある程度一般大衆の所得が上昇し2輪車から乗用車への移行段階。道路整備に伴い地方レベルの村落でも大衆の足として自動車（小型トラック、バス）の普及が進展する。一方、自家用乗用車が高所得者層から中間所得者層への普及の動きを見せる段階。1000ドル～3000ドルの間では保有水準は急上昇する。タイでは、乗用車1台当たり30人で、他のアジア諸国より進んでいるが、商用車の割合が高いことから一般大衆の利用レベルまで到達していないことが明らかになった。

○第三段階：大衆の足としての自動車普及は一定の水準に達し、都市を中心に形成される中間所得者層が増加し、2輪車、乗用車の個人保有が進展していく段階。大衆への普及が進むためには10000ドル以上の所得水準が必要。日本ではすでに2輪車の保有台数は下降傾向にある。韓国、シンガポール、マレーシア、台湾では2輪車の保有台数は鈍化しており、乗用車普及段階に突入している。

国別自動車普及段階と所得水準（一人当たりGDP）の関係を図2に示す。

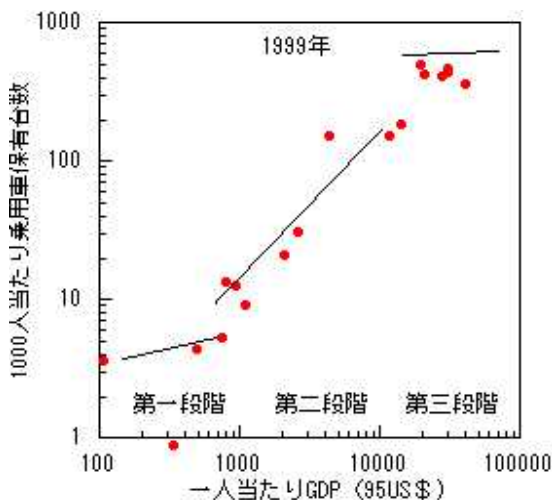


図2 アジア地域の乗用車普及と所得

モータリゼーション要因は所得要因だけでなく、価格要因も考えられる。現在、市場規模の小さいアセアン諸国では域内貿易の推進による収益向上を目指し、外資規制緩和、関税引き下げによる貿易自由化の動きを進展させている。タイの例をとり、完成車に対する関税と新車需要の関係を検討する。1991年には輸入部品関税、1992年から完成車に対する関税が減税された。税改正前は生産台数と販売台数がほぼ同じレベル、または生産台数が上回っていたが、税改正後では販売台

数増加率が生産台数増加率を上回る結果となった。しかし自動車部品に対する関税引き下げ後には生産台数が前年比1.35倍増加、完成車に対する関税引き下げ後には前年比1.81倍販売台数が増加している。税率引き下げにより、国内市場における需要増加と車両価格低下がモータリゼーションを進展させたと思われる。

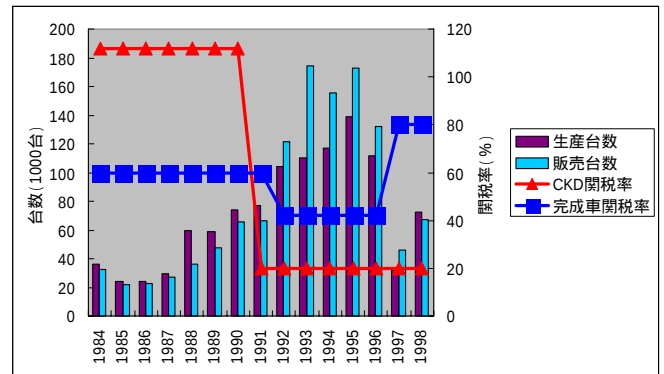


図3 新車需要と関税の関係（タイの例）

一般的に所得が増えると自動車利用が増加し、公共交通利用が減少する傾向がある。JARIモデルではこの消費行動を支出関数として扱う。所得向上に伴い自動車購入が促進される過程をCES関数で表現する。

$$M = \gamma (\delta X^{-\rho} + (1-\delta)Y^{-\rho})^{-\frac{1}{\rho}} \quad (1)$$

X: 自動車購入費
Y: 交通費支出額
M: 自動車保有台数
 ρ : 代替パラメーター
 δ : 分配パラメーター
 γ : 効率係数

CES関数(1)をテイラー展開し線型に直し、1980年から1999年までのデータで推定する。所得増加から自動車購入まで1期分の時間差を考慮して、内生ラグを含むモデルとする。

$$\log M_i = \beta_0 + \beta_1 \log X_i + \beta_2 \log Y_i + \beta_3 \left[\log \left(\frac{X_i}{Y_i} \right) \right]^2 + \varepsilon_i \quad (2)$$

$$\beta_0 = \log \gamma \quad \beta_1 = \delta \quad \beta_2 = 1 - \delta \quad \beta_3 = -\frac{1}{2} \rho \delta (1 - \delta)$$

$$\log M_i = \theta \beta_0 + \theta \beta_1 \log X + \theta \beta_2 Y + \theta \beta_3 \left[\log \left(\frac{X}{Y} \right) \right]^2 + (1 - \theta) \log M_{i-1} + \varepsilon_i \quad (3)$$

$$\varepsilon = \theta \varepsilon_{i1} + \varepsilon_{i2} \quad \theta \text{ 調整スピード. } 0 \leq \theta \leq 1 \quad \theta = 0.8$$

1 1カ国あたりの消費支出関数は統計から全国値を使用した。車両価格は日本の税関で把握されている中古

車貿易額と貿易台数から求める。税額は各国の完成車に対する輸入関税と取得段階の税率から推定し、価格から差し引いている。アセアン4カ国の消費支出弾性値 δ を表1に示すが、自動車購入費の弾性値は4カ国で正の符号になった。これは乗用車台数増加により自動車購入費が上昇すると解釈した。タイを除く3カ国では所得上昇により交通費が減少する結果となった。

表1 アセアン4カ国の自動車需要部門弾性値

	国名	自動車 購入費	交通費	修正済み R ²	D-W 値
乗用車保有台数	インドネシア	25.98*	-25.73*	0.871	1.52
	マレーシア	20.79*	-2.49	0.985	1.83
	フィリピン	3.21*	-2.47	0.959	1.63
	タイ	1.10*	1.22*	0.967	1.88

*5%水準で有意

3. 保有台数予測と排出ガスによる評価

1980年から1999年までのアジア諸国の経済状況が所得に影響を与えているため、前年比増加率の平均から新車販売台数の修正を行い、2000年から2030年までの保有台数予測とする。残存率に関しては、アメリカ・エネルギー省で1966年から73年に測定されたものを活用した。

保有台数から排出ガス予測するための仮定を表2に示す。アジア諸国において、排出ガス規制と車検制度は自動車排出ガス低減に向けた重要な環境政策である。ここでは、第一段階として全ての乗用車をガソリン車と仮定しCO排出量予測を行う。基準調和効果を検討するために、アセアン4カ国すべてにEURO2導入を仮定している。新車はEURO2適合車として投入され、同時に使用過程車は車検および排出ガス規制により平均CO排出量が20%改善されると仮定した。

表2 各国のCO排出量

保有台数予測の仮定と1台あたりのCO排出量

	新車販売 前年比(%)	保有台数 前年比(%)	EURO2 (g/km/台)	実際の CO排出量 (g/km/台)
インドネシア	1.05	1.004		18.71
マレーシア	1.08	1.06	2.2	2.46
フィリピン	1.13	1.02		49.5
タイ	1.02	1.03		2.46

- 新車に対して排出ガス基準EURO2導入、中古車に車検整備
- 走行距離 10,000 km/年/台

予測結果を図4-1から図4-4に示す。新車に対する規制強化によりCO削減率は政策なしと比べ、2030年時点でBAUと比べ、タイでは8.4%、マレーシアでは1.6%であるが、インドネシアでは67%、フィリピンでは90%削減される。また、新車に対する規制強化と使用過程車に対する車検整備が行われると、2030年時点でBAUと比べ、タイ、マレーシアでは10.5%、インドネシア、フィリピンでは約90%削減される。タイ、マレーシアでは車1台から排出される実際の値と基準値が近いことから、CO削減率は低い。規制の遅れているインドネシア、フィリピンでは政策導入効果が大いことがわかる。この背景は各国の環境政策の違いによる。タイでは1995年に有鉛ガソリンの全廃、三元触媒装置の義務付けを実施している。マレーシアでは2000年から無鉛化。一方、インドネシア、フィリピンは有鉛ガソリンが市場の50%以上を占めているという事実がモデルに反映し、排出ガス量レベルの違いとして表れている。また、全体的に一台当りの排出ガス規制(質)が保有台数全体(量)に与える効果は大きい。

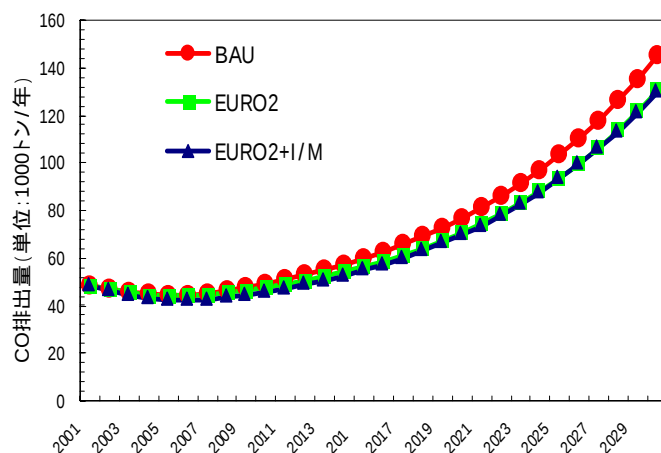


図4-1 タイ

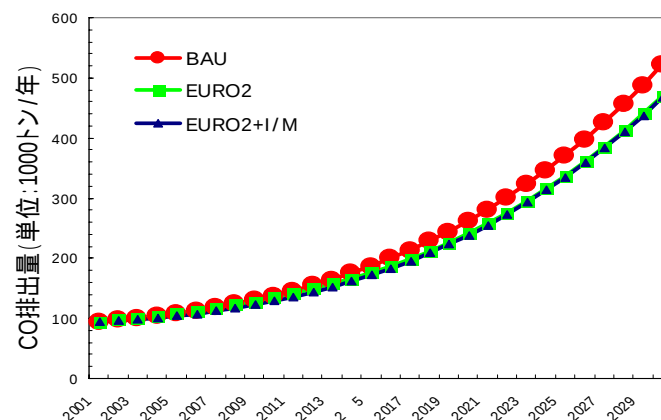


図4-2 マレーシア

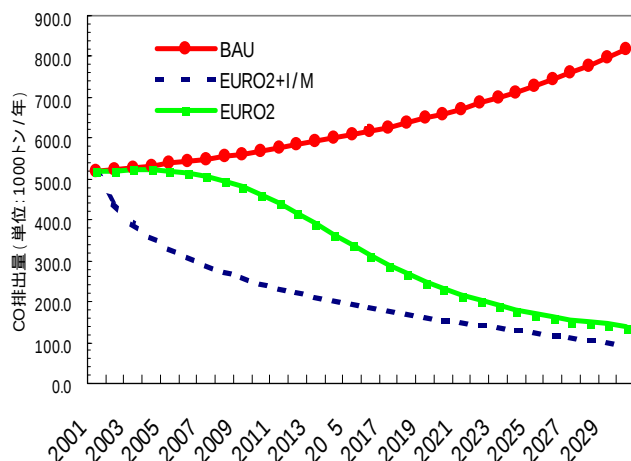


図 4-3 インドネシア

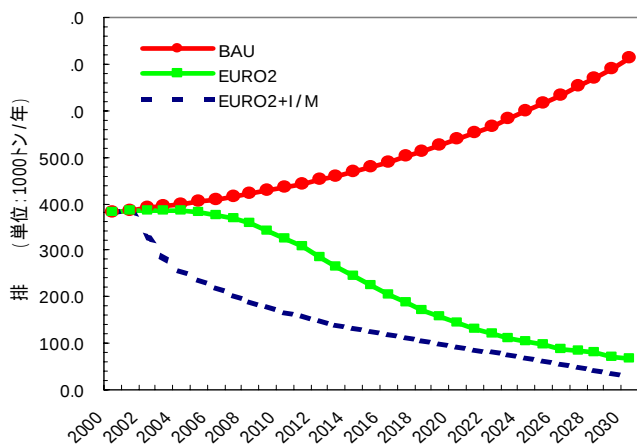


図 4-4 フィリピン

5. 関税引き下げシナリオ導入の場合

アジアでは 92 年に発効した ASEAN 自由貿易地域 (AFTA) が 2002 年 1 月から共通効果特惠関税 (CEPT) 対象品目の関税を 0-5 %に引き下げることになっている。関税引き下げにより車両価格が低下すれば、確実にモータリゼーションは進展すると思われる。表 3 に関税引き下げを考慮した場合としない場合の 2030 年時点で BAU と比較した排出量削減率で示す。インドネシア、マレーシア、フィリピンでは関税引き下げ後も規制と車検導入により CO が削減されるが、タイでは自動車購入費の弾性値が高いこと、大幅に保有台数増加していること、関税の削減幅が大きいためから 2030 年時点で BAU と比べ、規制と車検による削減効果が相殺され排出ガスが増加する結果となった。排出ガス削減規制が保有台数の急激な増加により相殺

されないように、規制、車検政策の早期導入が必要とされる。

表 3 関税引き下げスケジュールと CO 削減量

	関税引き下げ による保有台数増加 を考慮しない CO 排出量 削減率 (%)	関税引き下げ による保有台数増加 を考慮した CO 排出量 削減率 (%)
インドネシア	87	85.5
マレーシア	10.5	7.5
フィリピン	95.5	93.5
タイ	10.5	▲ 33.5

6. まとめ

モータリゼーションが拡大しつつある地域において、環境負荷削減は生産メーカーと消費者によって実施されることが望ましい。したがって政府は生産メーカーや消費者に対して環境保護を促す制度、政策を導入し、自動車使用形態の改善へと導く必要があると思われる。しかも、環境問題の早期取り組みは健康、環境への被害を最小限に抑え、未然に防ぐことになるため、現時点からの省エネルギー、排出ガス抑制、CO₂ 排出量削減のための政策を打ち出さなければならない。

低公害車として天然ガス自動車導入政策がアジア大都市を中心に進行している。これら各都市の特徴を JARI モデルに導入し、現実に対応した排出量を算出できるように改善していくべきである。

参考文献

1. Denis, C. Koopman, J.G. and Hank, M.: EUCARS: A Partial Equilibrium European Car Emissions Simulation Model, European commission DOCII/525/94.
2. United Nations.: Statistical Yearbook. ESCAP, Thailand, 1991-1999.
3. UNIDO: Country Industrial Statistics: Indonesia, Malaysia, The Philippines, Thailand <http://www.unido.org>
4. Hirota, K and Minato, K.: Regional Trade and Emission Gas in Asian Automobile Industry, SAE paper No. 2001-01-3761, pp.383-391, 2002.
5. 湊清之, 廣田恵子: アジアの自動車排出ガス低減に向けて, エネルギー資源学会論文集, pp.649-652, 平成 14 年 1 月。
6. Hirota, K. and Minato, K.: Impact on living expenditure by feebate system in Japanese automobile market, ECEEE paper No. 3182, pp.551-561, 2001.