

自動車関連税の課税レベルと税間バランスによるCO₂削減効果の差異に関する分析

—車齢・車格別コーホートと自動車の取得・保有・利用状況のモデリング—

地球温暖化防止対策の一環として、自動車関連税をCO₂削減の観点から再検討する機運が高まっている。本研究では、自動車関連税の取得/保有/利用段階の税率設定が、車種構成や車齢変化といった自動車市場への影響や、自動車走行量や走行状況の変化といった影響を通してCO₂排出を変化させるメカニズムをモデル化し、自動車関連税体系のCO₂削減効果の検討を可能とする方法論を開発している。モデルの基本構造は、取得/保有/利用の各段階の税率設定によって税込費用が変化し、これが毎年の車格・車齢別コーホートに影響を及ぼすというものである。本モデルを用いて、燃料税の増徴と高車格車への取得・保有税の累進賦課の併用が効果的であることが示される。

キーワード 地球温暖化, 自動車関連税, インセンティブ効果, コーホート・モデル, ライフ・サイクル・アセスメント(LCA)

林 良嗣

HAYASHI, Yoshitsugu

工博 名古屋大学大学院工学研究科教授

加藤博和

KATO, Hirokazu

工博 名古屋大学大学院工学研究科助手

上野洋一

UENO, Yoichi

工修 八千代エンジニアリング(株)

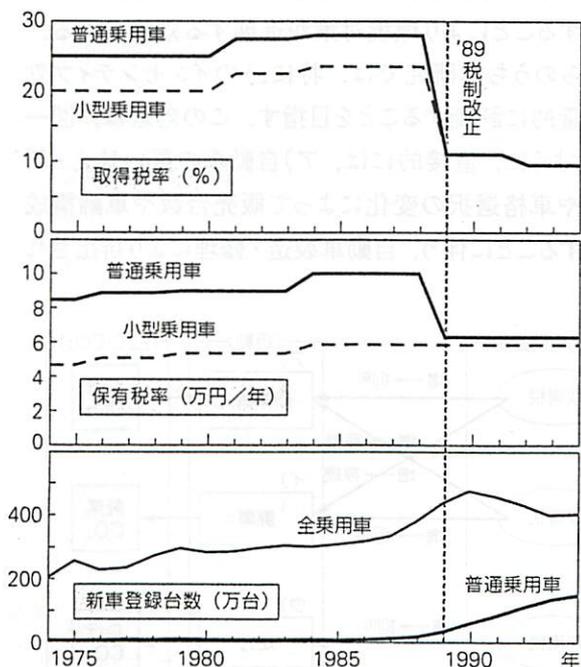
1—はじめに

日本において、自動車交通に伴うCO₂排出は、排出量全体の2割近くを占め、しかも増加率は産業部門に比べて著しく高いことから、その削減施策の立案・実施が重要な課題となっている。CO₂排出削減策は、技術的施策・制度的施策・啓発的施策に分けられる¹⁾が、その中でも、賦課や削減策に対する補助金といった、制度的施策の一種に分類される経済的施策が、直接的な排出削減

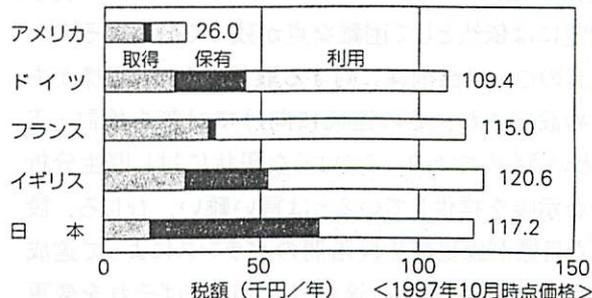
効果やCO₂排出の少ないエンジンの技術開発、交通体系整備へのインセンティブを生じるものとして検討されるようになってきている。

日本をはじめ世界のほとんどの国では、自動車を持定対象とした課税制度が存在している。それらの多くは贅沢税や道路目的税という名目で実施されているものの、結果として炭素税と同様のCO₂排出削減効果を有している²⁾。しかし、税率設定のいかんによっては、CO₂排出を増加させるおそれもある。図—1に示すように、日本で1989年の消費税導入に合わせて実施された税制改正に伴う、普通乗用車(3ナンバー車)と小型乗用車(5,7ナンバー車)の税率格差撤廃によって、CO₂排出が多い普通乗用車の激増が起こったことは記憶に新しい。

また、自動車関連税は、自動車の取得/保有/利用の各段階で課税することが可能であるという特徴を有する。図—2は、先進諸国における1台あたり自動車関連税額を取得/保有/利用に分けて示したものであるが、



■図—1 自動車取得・保有税の車格間格差撤廃・縮小に伴う普通乗用車のシェア増大



(想定) ガソリン車, 排気量1,500cc, 車両重量1,020kg, 本体価格150万円
燃費12km/l, 走行距離10,000km/年, 10年使用

■図—2 自動車関連税額とその内訳の国際比較

ヨーロッパ諸国と日本は総額ではほぼ同水準であるものの、段階間の重みは国によって大きく異なっており、特に日本は取得税と利用税の割合が小さく、保有税の割合が大きいことが分かる。このような重みの違いによって、課税総額が同額であってもCO₂排出への影響も異なると考えられる。そこで、近年ではヨーロッパを中心に、自動車関連税体系を環境負荷削減の点から見直す動きが強まっている¹⁾。日本でも、1996年末の運輸政策審議会中間報告³⁾で「自動車税のグリーン化」提案が行われたのを契機として、現在では本格的な検討が行われつつある。

2—従来の関連研究と本研究の位置づけ

CO₂排出抑制の観点から自動車関連税の取得/保有/利用の各段階ごとの税率設定を検討するために、工学・経済学の双方から様々なアプローチがなされている。

工学的アプローチでは、自動車関連税が運輸市場や自動車市場の内部、具体的には走行距離や車種構成・車齢といった要素を通してCO₂排出量に及ぼす影響の詳細なモデル化に関する研究が、国内外に数多く存在している⁴⁾⁻⁷⁾。しかし、それらの研究における排出量変化の評価範囲は、一般に燃料税が車種選択及び自動車走行距離に及ぼす影響の把握にとどまり、取得、保有、利用のすべての税の車種選択や走行距離に及ぼす影響を含めて評価するものとはなっていない⁸⁾。

一方、経済学的アプローチでは、経済全体への波及効果を含めた分析がなされるとともに、環境経済学の枠組みによる厚生分析が行われることが多い。ここでは、「市場のゆがみ」を小さくするような賦課、すなわち、自動車燃料税や環境税のような、CO₂排出に応じて負担するピグー税の方式が望ましいという結論が、現実の自動車市場や運輸市場内部のメカニズムに基づいた仮定の吟味なしになされることが多かった。しかし、最適な課税水準を知るために必要な、CO₂排出に伴う温暖化被害の定量的把握が十分といえない状況であり、課税水準の設定には依然として困難な点が残っている。そのため、現実のCO₂排出削減に対する取り組みは、目標があらかじめ設定され、その達成に向けて対策を検討・実施するというものであり、このような現状に対し厚生分析が十分な示唆を提供しているとは言い難い。むしろ、設定された目標が課税額や段階間のバランスによって達成できるかどうかを確認し、達成できなければそれを変更するという試行錯誤的な方法(ポーモル・オーツ税の考案方)が有効であると考えられる⁹⁾。

そのためには、既往研究で取り組まれてきたマクロな立場からの厚生分析とミクロな立場からの交通需要予測シミュレーションのはざまに欠落している、自動車市場の中での車格・車齢構成がどう推移していくかの予測が、CO₂排出変化推計にとって決定的であり、最重要課題の1つであると考えられる。

そこで本研究では、自動車関連税の取得/保有/利用の各段階間の税率組み合わせを変更した場合に、車格・車齢構成のシフトを通してCO₂排出量に変化するメカニズムを、人口構成予測に多用されているコーホートモデルの手法を用いてモデル化し、自動車関連税体系の違いによるCO₂削減効果の検討を可能とする方法論を開発するものである。

3—自動車関連税によるCO₂削減効果の整理とモデル化の基本的考え方

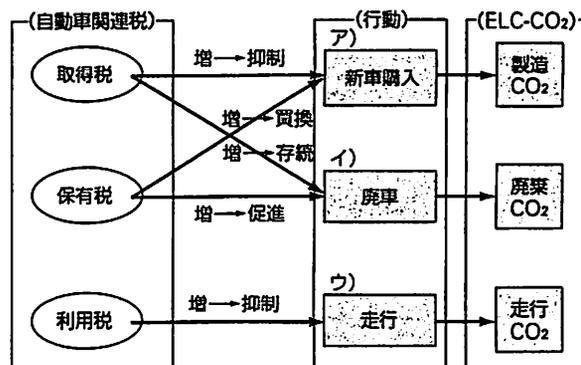
自動車関連税の賦課によって生じるCO₂等の環境負荷削減効果は、大きく以下のa), b)2種類に分けられる。

a) インセンティブ効果:自動車保有・利用者や自動車メーカーを環境負荷を削減させる選択に誘導する効果で、以下のように分類される。

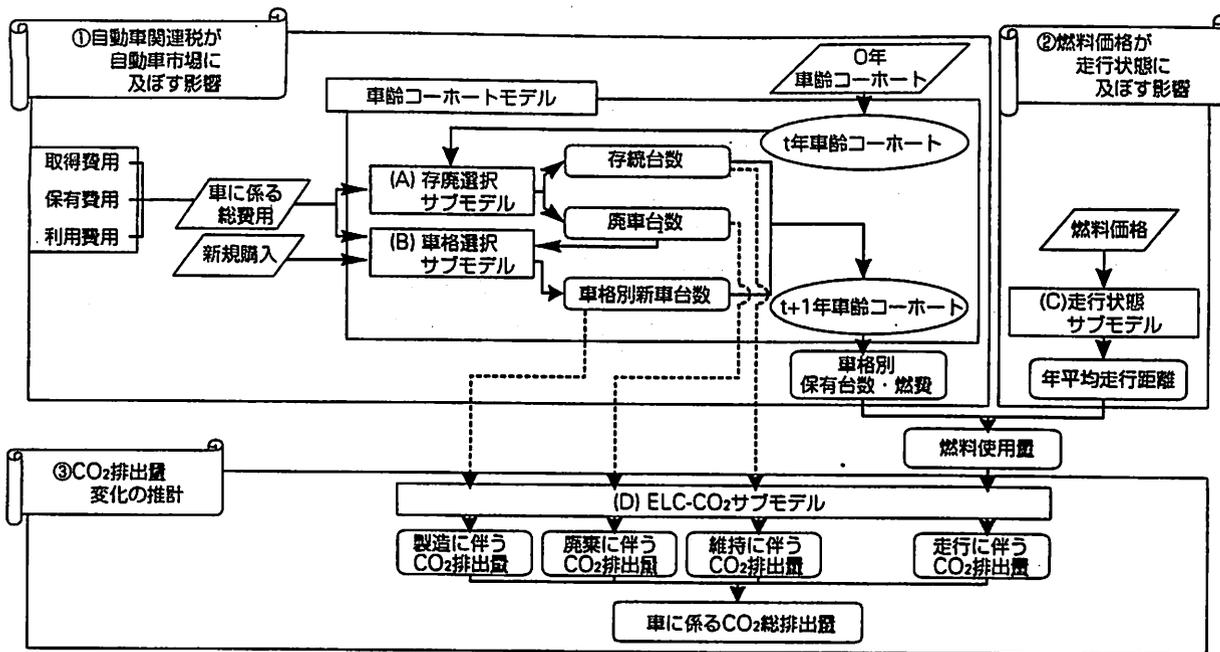
- a1) 自動車販売・保有台数の抑制
- a2) 自動車の製造・販売者や購入者の低燃費車選択およびそのための技術開発促進
- a3) 自動車利用の抑制(交通需要の抑制あるいは環境負荷発生小さい他の交通機関への転換)
- a4) 車両使用年数(車齢)の変化

b) 財源効果:賦課による収入を環境対策目的の特定財源にすることにより環境対策が進展する効果である。

これらのうち本研究では、特にa)のインセンティブ効果を定量的に評価することを目指す。この効果は、図-3に示すように、直接的には、ア)自動車の買い替え・新規購入や車格選択の変化によって販売台数や車齢構成が変化することに伴う、自動車製造・修理により排出され



■図-3 自動車関連税によるCO₂排出変化に関する本研究の推計範囲



■図—4 モデルシステムの全体構成

るCO₂の変化, イ)自動車の買い替え・廃車時の廃棄により排出されるCO₂の変化, ウ)走行距離や走行状態の変化に伴う自動車走行(燃料)により排出されるCO₂の変化, となって現れる。

従来の工学的アプローチでは, 主にウ)が評価対象となっており, そのために自動車の走行距離や燃費がシミュレートされていた。一方, ア), イ)に関しては, 2章でも述べたように, 十分に把握されているとはいえない状況である。これらの推計にあたっては, 製造・維持修理・廃車時のCO₂排出とともに, それらによって他の産業部門で生産活動が誘発されることにより発生するCO₂排出の変化も把握することが必要である。これらの合計値は「自動車のライフサイクルCO₂ (Life Cycle CO₂ : LC-CO₂)」と呼ばれ, 環境負荷評価の分野で近年研究が進んでいるLife Cycle Assessment (LCA)の考え方を適用して計測することができる。そこで, 自動車関連税の賦課によるCO₂排出量変化を把握する指標として, 自動車の走行に伴うCO₂排出に自動車のLC-CO₂を合計した値である「自動車の拡張ライフサイクルCO₂ (Extended Life Cycle CO₂ : ELC-CO₂)」を推計する¹⁰⁾。本研究では, 自動車の走行状態に加え, 製造・廃車台数や車格(本稿では排気量により区分)・車齢構成変化のモデル化も行うことにより, これらの予測を可能とする。

なお本稿では, 日本の運輸部門のCO₂排出量のうち約42% (1991年)¹¹⁾を占める自家用乗用車を対象としてモデルのキャリブレーションを行い, 自動車関連税制の変更について分析する。

4——モデルシステムの構築

4.1 全体構成

本研究で開発するモデルシステムは, 図—4に示すように, ①自動車関連税が自動車市場に及ぼす影響, ②燃料価格が走行状態に及ぼす影響, ③CO₂排出量変化, の3つの部分から構成されている。①と②が自動車関連税の車格別存在台数と走行距離への影響を表現する部分で, ③がELC-CO₂を推計する部分にあたる。

以上のモデル構成により, 自動車関連税率の変更による車格・車齢構成(すなわち平均燃費・平均車齢)および自動車走行台キロの変化が表現され, さらに自動車の車両製造・維持・廃棄の各段階で生じるCO₂排出量と, 自動車の走行に伴うCO₂排出量が推計される。したがって, 運輸部門および自動車製造・修理部門への影響を併せて評価することができる。

4.2 「自動車関連税が自動車市場に及ぼす影響」の定式化

モデルシステムの基幹となる部分には, 存在する自動車の車格・車齢構成を明示的に表すモデルとして, 車齢コーホートの考え方を導入する。すなわち, ある年次に初度登録された車を1つの集団(コーホート)とし, その集団の毎年の買い替え・新車購入行動から翌年の集団の台数を求めるコーホート追跡型のモデルを構築する。このような形式のモデル化を行った既往研究として, Morisugi et al.⁷⁾による軽油価格変化に伴う小型ディーゼル貨物車普及率の将来予測があり, 本モデルも類似の構造を用いる。なお, 同研究では自動車燃料税のみを扱っていたのに対し, 本研究では取得税・保有税を

■表一 車齢コーホートの概念的例示

年 t \ 年齢 a	0歳	1歳	2歳	3歳	...	各年の 総存在台数
1997	C _{0,97}	C _{1,97}	C _{2,97}	C _{3,97}	...	Σ C _{a,97}
1998	C _{0,98}	C _{1,98}	C _{2,98}	C _{3,98}	...	Σ C _{a,98}
1999	C _{0,99}	C _{1,99}	C _{2,99}	C _{3,99}	...	Σ C _{a,99}
2000	C _{0,00}	C _{1,00}	C _{2,00}	C _{3,00}	...	Σ C _{a,00}
2001	C _{0,01}	C _{1,01}	C _{2,01}	C _{3,01}	...	Σ C _{a,01}
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

同一次元で比較するために、説明変数をすべて貨幣タームに一元化することで、費用負担に基づく経済行動の結果として車格・車齢選択を表現している点が特徴である。

車齢コーホートは表一に示すもので、t年次における車齢a歳の車の存在台数がC_{a,t}で表されている。これが、翌t+1年には廃車された台数分だけ減少し、C_{(a+1),(t+1)}となる。t-1年における車齢a-1歳の車が、翌年になっても廃車されず乗り続けられる割合を「存続率」L_{a,t}と定義すれば、

$$C_{a,t} = L_{a,t} C_{(a+1),(t-1)} \quad (1)$$

と表すことができる。また、C_{a,t}のC_{0,(t-a)}(初度登録年における総登録台数)に対する割合を「残存率」S_{a,t}と定義すれば、

$$S_{a,t} = C_{a,t} / C_{0,(t-a)} = \prod_{i=1}^a L_{i,(t-a+i)} \quad (2)$$

と表すことができる。つまり、初度登録台数(人口予測における出生者数に相当)と毎年の存続率L(年間の生存率に相当)により、車齢別保有台数および残存率の経年変化を把握できる。そこで、各車格・車齢別の存続率を説明する「(A) 存廃選択サブモデル」と、これより算出された廃車台数から新車台数を推定し、これを各車格に配分する「(B) 車格選択サブモデル」を構築する。いずれも、費用負担に基づいて選択比率を予測するのに適したモデルとして、集計ロジットモデルを採用する。

車齢コーホート作成にあたっての車格分類は、本研究の目的からは、CO₂排出率(燃費)ごとに分類すべきであるが、現行の税制ではそのような分類によっていないため、次善の考え方として、自動車税や自動車重量税の課税境界とほぼ一致するように、排気量別に、①1,000cc以下、②1,001cc以上1,500cc以下、③1,501cc以上2,000cc以下、④2,001cc以上の4分類とする。自動車台数のデータとして、各年度の初度登録年別自動車保有車両数¹²⁾を利用する。ただし、4車格別のデータそのものは存在しないため、車名別データから各車格に分類することにより作成する。また、各車名の燃費データ¹³⁾や車体価格・排気量データ¹⁴⁾により、その車格の平均車体価格・

燃費を求める。

なお、このデータでは、登録されてから廃車されるまでの所有者移転は不明であるために、中古車市場については扱うことができない。しかし、本モデルでは、だれが車を所有しているかは問題とはならないので、支障はない。存廃選択モデルは、現車から別の車(新車あるいは中古車)への買い替え行動を表すのではなく、現車を廃車するかしないか(廃車しない場合は中古車として所有権が移転する場合も含む)を表現するモデルとなっている。

(A) 存廃選択サブモデル

車の保有者は、存廃選択にあたって、新車から得られる効用と現在保有している車から得られる効用を比較考量し、新車から得られる効用の方が上回ったとき現車を廃車し新車に買い替えると考ええる。そこで、車格ごとにその存廃選択を集計2項ロジットモデルで表す。被説明変数に各年の車齢別存続率Lをとると、モデルは(3)式のように表される。

$$L = \frac{\exp(U_1)}{\exp(U_1) + \exp(U_2)} = \frac{1}{1 + \exp(U_2 - U_1)} \quad (3)$$

ここで、U₁: 現車の存続で得られる効用

U₂: 新車への買い替えで得られる効用

効用差U₂-U₁は以下に示すように、買い替え意思決定要因の1次関数であると仮定し、重回帰分析を用いてパラメータ推定を行う。

すなわち、

$$U_2 - U_1 = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + a_4 X_4 \quad (4)$$

ここで、

X₁: 現車と同車格新車との取得費用差

X₂: 現車保有費用と現車の残存価値の差

X₃: 現車と同車格新車との利用費用差

X₄: 新車買い替えで得られる効用として、(B) 車格選択サブモデルの合成効用の値

取得・保有・利用の各費用の構成は、表二に定義される通りである。各費用は、税込みであるとともに、所

■表二 各段階で考慮する費用

段階	考慮する費用
取得	車両価格(小売価格)、取得関連税(取得税・物品税<1988年以降は消費税>)、取得付随費用(取得時に必要な保有関連税・検査費用・保険費用)
保有	保有関連税(自動車税・自動車重量税)、検査費用(6カ月点検、12カ月点検、車検) ^{15), 16)} 、保険費用(自動車賠償責任者保険) ※任意保険費用は、入手可能なデータが存在しないため算定していない。
利用	燃料費用 ※駐車費用、有料道路費用は含まない。

■表一3 存廃選択サブモデルのパラメータ推定結果

被説明変数 : 存続率	1,000cc 以下	1,500cc 以下	2,000cc 以下	2,000cc超
定数項	0.940 (3.6)	0.677 (2.2)	1.12 (3.0)	2.97 (9.3)
X ₁ : 取得費用差	-5.54 (-3.5)	-2.76 (-2.0)	-1.16 (-1.2)	-0.647 (-1.9)
X ₂ : 保有費用と 現車価値差	-12.8 (-21.1)	-10.9 (-20.0)	-6.60 (-17.5)	-2.93 (-17.2)
X ₃ : 利用費用差	14.2 (0.4)	-	-	10.6 (0.8)
X ₄ : 新車の合成 効用	-0.151 (-1.6)	-0.0471 (-0.5)	-0.101 (-0.7)	-0.453 (-3.9)
自由度調整済み R ² 値	0.79	0.74	0.70	0.78
サンプル数	144	144	142	124

(括弧内はt値)

得レベルで規準化するために、すべてその年の1人あたりの実質GDPで除して用いる。これらの費用は、(B)車格選択サブモデルでも共通に用いる。

変数X₂における現車の残存価値は、車齢が高いほど買い替えが生じやすい傾向を表現する。ここでは、各車格とも直線的に10年でゼロになると仮定する。自動車の法定耐用年数が6年と規定されているにもかかわらず10年とした理由は、実際には9年および11年の車検時に廃車される割合が高いことによるものである。

初度登録年1980~1994年の車齢10歳までのデータを用いて、モデルのパラメータ推定を行った結果を、表一3に示す。各車格ともX₂(新車保有費用と現車価値との差)の係数のt値が圧倒的に大きく、統計的有意性が高いことが分かる。一方で、X₃(利用費用差)については有意でなく、自動車燃料税は存廃選択にほとんど影響を与えないことを示している。また、車格が高くなるほど、X₂の係数の値が大きくなっていることや、X₁(取得費用差)のt値が小さくなっている(統計的有意性が低くなっている)ことから、高車格の選択者が費用に鈍感であることが分かる。同様に、2,000cc超の定数項が大きいことについても、このクラス固有の魅力が高いことと、保

有者の所得階層があまり費用を考慮しなくてよいためであることが理由として考えられる。

図一5は、存続率のモデル推定値と実績値の比較を、1,500cc以下クラスについて示したものである。他のクラスも同様の傾向にある。存続率の実績値に1年ごとの起伏が出ているが、これは、2年に1度実施される車検時に、現車への追加費用負担を避けるために保有者が一斉に買い替えることによる現象である。本モデルの推定値は、この起伏がやや小さくなっており、車検の影響は完全には表現されていないが、本研究の目的であるCO₂排出量の将来予測のためには十分な精度であると考えられる。

(B) 車格選択サブモデル

各年の新車台数は、本来は、保有が開始あるいは再開される台数と、廃車のうち保有が中止される台数との差である。しかし本モデルでは簡単のため、廃車した人が必ず新車を購入すると仮定する。したがって、新車台数は、車齢コーホートから計算される廃車台数と、登録台数の増加分の和となる。

得られた新車台数を、車格選択サブモデルを用いて4車格に配分する。モデルは、(A)存廃選択サブモデルと同様に、各選択肢(車格)のうち、得られる効用の最も高い選択肢を選択すると考え、4項選択の集計ロジットタイプを採用する。モデル式は(5)式で表される。

$$P_i = \exp(U_i) / \sum_{j=1}^4 \exp(U_j) \quad (5)$$

ここで、P_i: 各選択肢の選択確率、

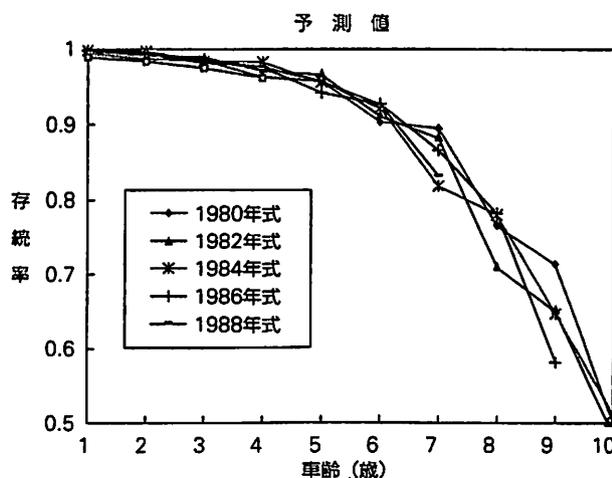
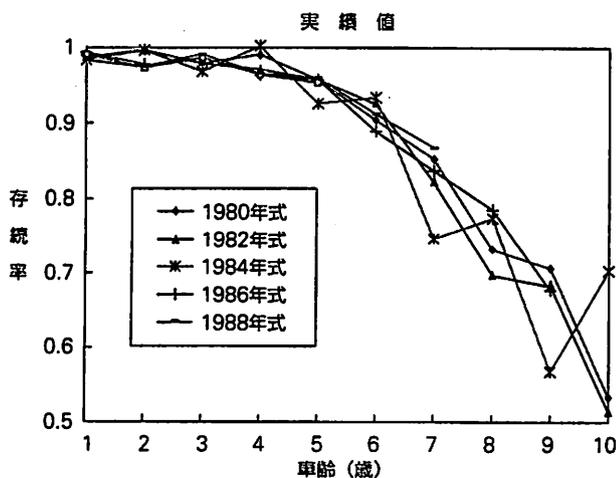
U_i: 各選択肢の効用関数

i: 車格選択肢 (1<1,000cc以下>、

2<1,500cc以下>、3<2,000cc以下>、

4<2,000cc超>)

(5)式の形では効用関数U_iのパラメータを直接推定で



■図一5 存廃選択サブモデルの現況再現性(1500cc以下クラスの例)

■表—4 車格選択サブモデルのパラメータ推定結果

	P_4/P_1	P_4/P_2	P_4/P_3
定数項	27.9 (12.6)	2.42 (4.2)	1.38 (8.2)
X_1 : 取得費用差	-9.87 (-4.3)	-1.22 (-1.2)	-0.495 (-1.1)
X_2 : 保有費用差	-59.2 (-3.7)	-17.9 (-2.9)	-24.5 (-12.7)
X_3 : 利用費用差	-73.2 (-0.2)	-11.5 (-0.5)	-
自由度調整済みR ² 値	0.96	0.96	0.99
サンプル数	12	12	12

(括弧内はt値)

きないので、 P_4 を P_1, P_2, P_3 で除して以下の形に変形する。

$$P_4 / P_i = \exp(U_4 - U_i) \quad (6)$$

(6)式の両辺の対数を取り、被説明変数を $\ln(P_4/P_i)$ として、効用差の関数 $U_4 - U_i$ が各説明変数の1次関数で表されると仮定し、パラメータ推定を重回帰分析を用いて行う。

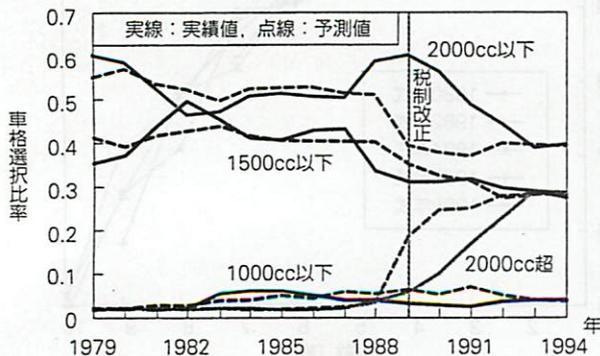
$$U_4 - U_i = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 \quad (7)$$

説明変数 X_1, X_2, X_3 として、取得/保有/利用の各費用の差を考える。

初度登録年1980年～1994年の12年分のデータを用いてパラメータ推定を行った結果を表—4に示す。ただし、1989年の税制改革による車格シフトの移行期(メーカーのモデルチェンジ時期)となった1989～1992年のデータは除外している。

X_2 (保有費用差)のパラメータは X_1 (取得費用差)のパラメータに比べて絶対値が約6～50倍大きく、それだけ感度が高くなっていることが分かる。一方、 X_3 (利用費用差)はt値が低く統計的に有意でない。各車格とも定数項の説明力が高く、各車格固有の魅力が消費者の嗜好を左右していることが分かる。全体として車格の小さいものほど費用に敏感である。

図—6に、モデルにより求めた車格選択の推定値と実績値の比較を示す。モデル推定に用いたデータ数が少なかったにもかかわらず、その推定値はおおむね現況を



■図—6 車格選択サブモデルの現況再現性

再現している。ただし、1989年の税制改革後数年間の車格移行期については、モデル推定値に比べ実績値はより緩慢に変化しており、現況再現できていない。これは、前述したように、パラメータ推定にあたって税制改革後の移行期のデータを除外したためである。

4.3 「燃料価格が走行状態に及ぼす影響」の定式化

(C) 走行状態サブモデル

自動車利用者は、燃料価格が上昇した場合、a) 走行距離を減らす、b) 省エネ走行を行う、といった方法で燃料消費節約を行うと考えられる。本サブモデルでは簡単のため、これらの節約行動がa)の走行距離削減に一元的に反映される構造とする。この場合、走行距離の費用に関する弾力性は、走行燃料消費の価格弾力性と近似的に等しくなると考えられる。

著者らは、ガソリン価格変動が比較的激しかった1981年～1989年における日本全国のデータを用いてガソリンの価格弾力性を推定し、約-0.23という値を得ている¹⁷⁾。そこで、この値を用いて燃料価格と走行距離の関係をモデル化する。 t 年におけるガソリン価格を P_t 、 t 年の乗用車平均走行距離を L_t とし、翌年のガソリン価格が P_{t+1} に変化したとき、 $t+1$ 年の平均走行距離 L_{t+1} は(8)式で表されるものとする。

$$L_{t+1} = \{1 + 0.23(1 - P_{t+1}/P_t)\} L_t \quad (8)$$

4.4 「CO₂排出量変化」の定式化

(D) ELC-CO₂サブモデル

a) ELC-CO₂の推計手法

自動車のELC-CO₂推計に関する既往研究には、森口ら¹⁸⁾や池田ら¹⁹⁾による産業連関法を用いた推計事例や、城戸ら²⁰⁾による自動車の使用年数(買い替え間隔)変化と買い替え時の車種変更の分析がある。しかし、これらの研究においては、対象とする自動車の排気量・重量・燃費・使用年数・年間走行距離といった、自動車関連税に影響を受ける各種要因の値をいずれも固定して推計を行っていた。本モデルでは、これらの変化を表現することが可能となっている。

各年における車格・車齢別乗用車台数のコーホートによる新車・保有・廃車台数から、自動車製造・維持修理・廃棄に伴うCO₂がそれぞれ推計される。一方、(C)走行状態サブモデルによって推計される乗用車1台あたり年平均走行距離[台km/台]を、コーホートと車格別燃費データから計算される乗用車平均燃費[台km/l]で除し、CO₂排出量に変換することにより、自動車走行に伴うCO₂が推計される。これら2つを加え合わせて、自動車のELC-CO₂が推計される。

b) 自動車の走行燃費

各車格の燃費は、それを構成する各車種の10モード燃費の、保有台数による重み付け平均を用いる。ただし1986年以前については、各車種の全燃費データが入手できなかったため、得られたデータのうち各車格の代表的車の値で代用している。なお、自動変速機(AT)と手動変速機(MT)では燃費が異なるが、各車のAT/MT比が不明のため、全車両がATであるとして計算を行っている。

燃費の経年変化については、運輸省の目標値である、2000年に1990年比8.5%の燃費向上が実現されると考え、各車格とも、1995年以降、10年あたり8.5%の燃費向上があると仮定する。

c) CO₂排出量原単位

LCAの考え方に基づいてCO₂排出量を推計するためには、CO₂排出量原単位として内包原単位を用いることが必要である。「内包(Embodied)」とは、対象とする活動によって直接的に発生する分と、その活動によって誘発される原材料や製造機械の生産等による分を合計したものであり、マクロ的には産業連関分析の応用によって推計することができる。本研究では、森口ら¹⁸⁾が推計した内包CO₂排出原単位の1985年時点値を用いる。原単位の経年変化はないものと仮定する。原単位のうち、自動車の製造・維持・廃棄から発生するLC-CO₂は、車両製造価格100万円あたりになっている。しかし、乗用車の製造価格が入手できなかったため、販売価格の2/3と仮定している。ガソリン1リットルあたりCO₂発生原単位についても、LCAの考え方に基づいて、単に走行時の燃焼による分だけでなく、ガソリンの精製や採掘・輸送による分も含めた内包CO₂排出原単位を用いている。

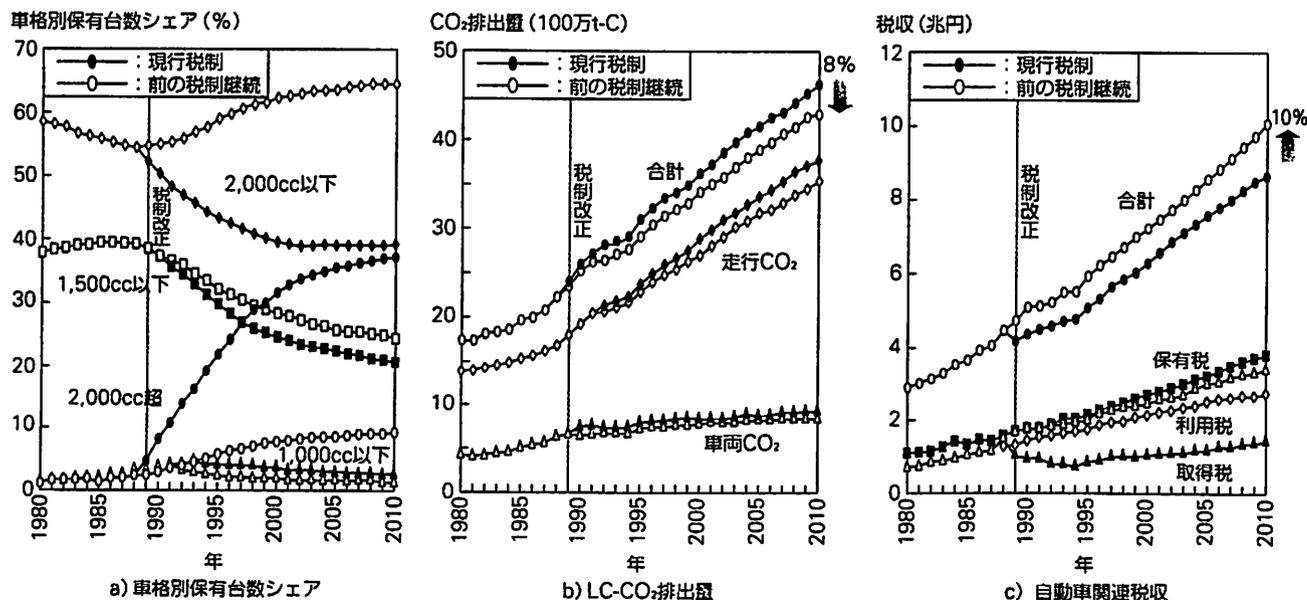
5—モデルを用いた自動車関連税制変更の効果分析

5.1 1989年税制改革によるCO₂排出増大効果の分析

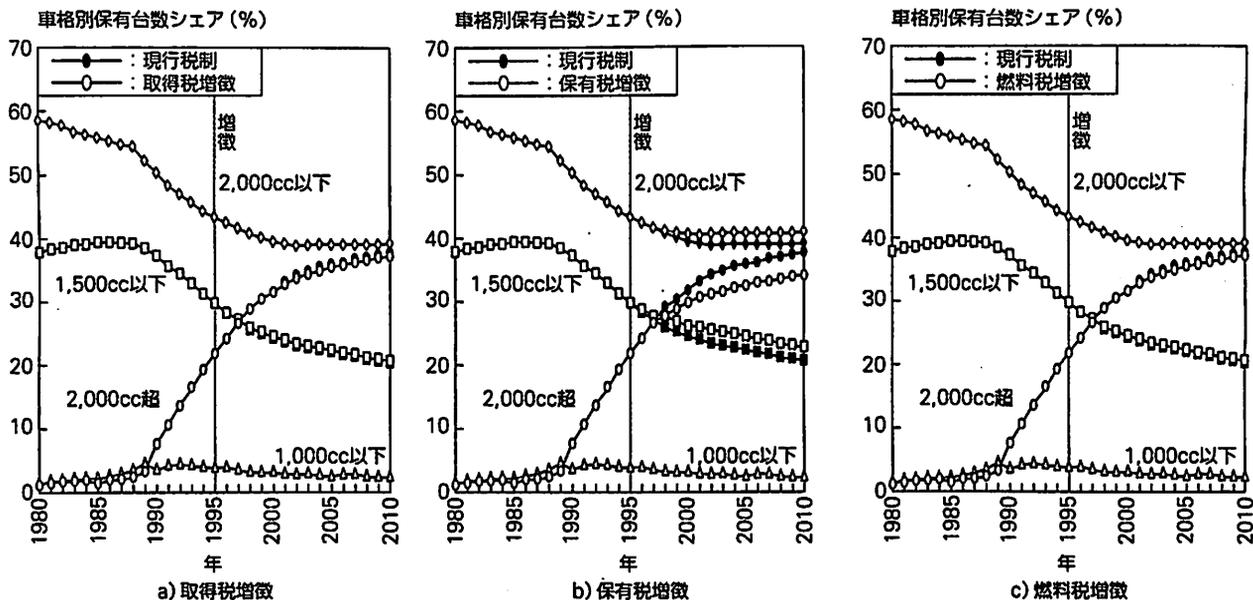
構築したモデルシステムを用いて、自動車関連税率の変更による車格構成やCO₂排出量、および自動車関連税収の変化を予測する。ここでは予測ケースとして、取得/保有/利用の各段階間での賦課の重みを1) 現行通りとした場合、2) 1989年の税制改革(普通乗用車への自動車税の高税率の廃止)を実施しなかったと想定した場合、を設定し、各々のケースのCO₂排出量を予測し、その差によって効果を推計する。

予測に必要な、政策変数を除く外生変数は、将来予測値が存在するものはそれを採用し、存在しないものは過去のデータのトレンドを用いる。1人あたりGDPの推計に必要な人口は厚生省人口問題研究所の予測値²¹⁾を、実質GDPおよびGDPデフレータは1992~94年のトレンドを用いる。また、車体価格・燃料価格については、1985~94年のトレンドをとる。検査費用・自賠責保険料は、長期的に変動がないため、1994年の値が維持されるものとする。各年の新規登録台数は、本来は自動車関連税率によって増減するが、過去のデータからその感度を得ることができなかったため、本研究では、1985~94年のデータを参考に、毎年廃車台数の1.35倍が新規登録されるとしている。

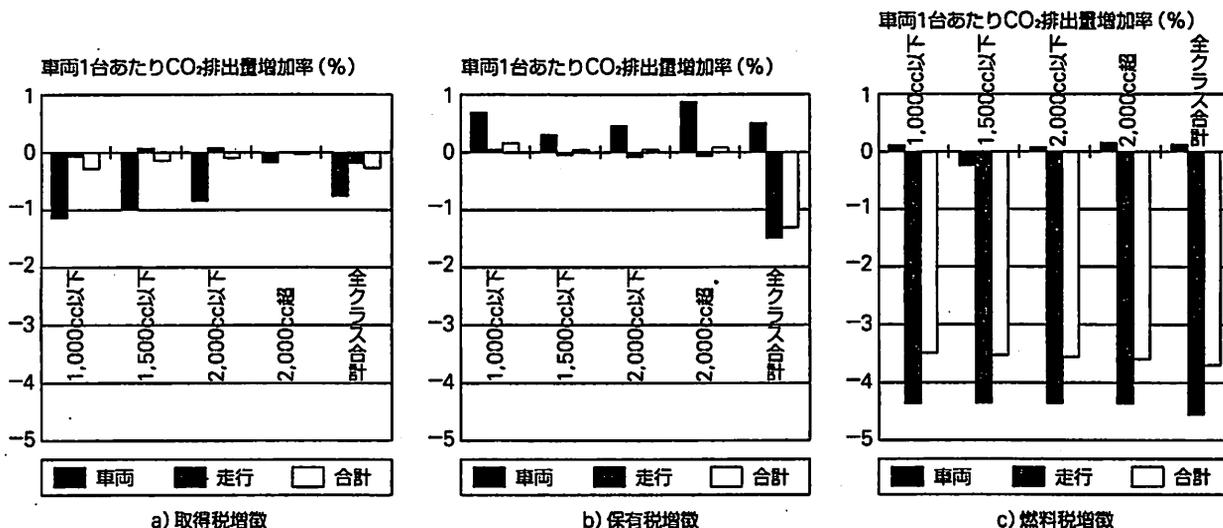
図一7に、a) 各車格保有台数シェア、b) 乗用車のLC-CO₂、およびc) 自動車関連税収の予測結果をまとめている。黒点が現行税制下での予測値、白抜きが1989年以前の税制を継続した場合の予測値である。現行税制下では、CO₂排出量は2010年には1990年に比べ約80%増



■図一7 現行税制の場合と1989年の税制改革がなかったと想定した場合の予測結果



■図—8 各課税段階1万円増徴時の車格別保有台数シェア感度分析結果



■図—9 各課税段階1万円増徴時のLC-CO2変化感度分析結果(2010年度)

加することになる。この理由として、総保有台数の増加に加えて、1990年にはわずか1%程度だった2,000cc超の保有台数シェアが、2010年には約40%まで増加している点も大きく寄与している。

一方、1989年の税制改革を実施しなかったと想定した場合には、2,000cc超の増加は発生せず、その分が2,000cc以下に流れている。この結果、2010年において、現行税制下に比べてCO₂排出量は、走行分については平均燃費の改善、車両分については低車格車の増加によりいずれも減少し、合計でも約8%少なくなる。一方、自動車関連税収は取得税を中心に約10%増加する。これは、税制改革によって行われるはずだった取得税減税が行われなかったためである。

5.2 各課税段階の増徴の感度分析

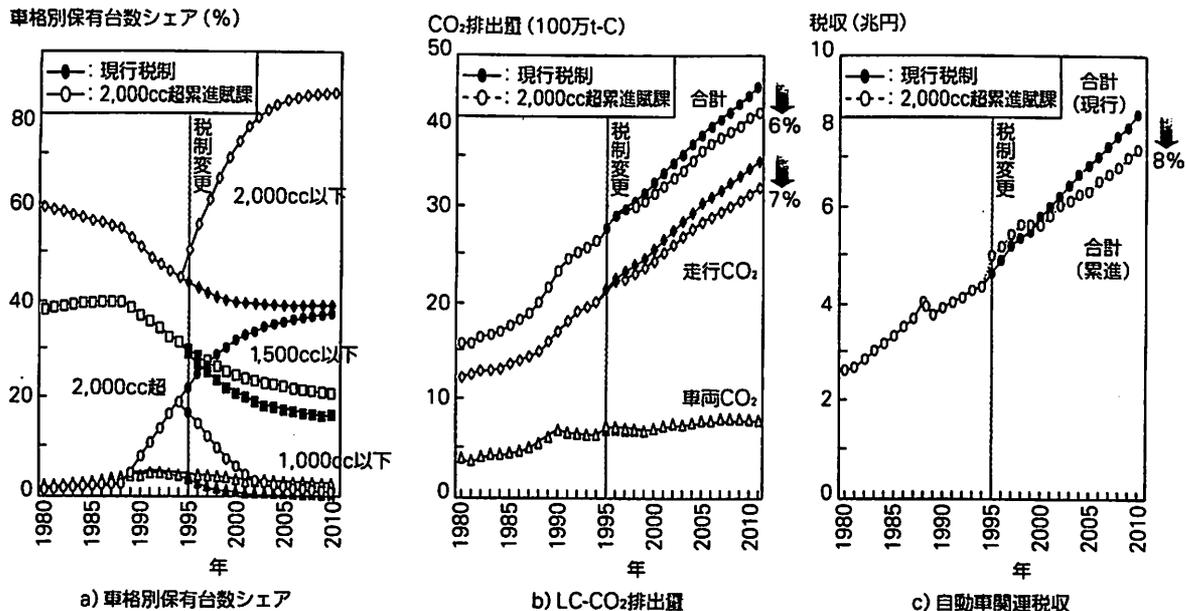
次に、自動車関連税の増徴を取得/保有/利用の各課税段階で、それぞれ税収増が等しくなるように実施し

た場合、CO₂排出量変化がどのように異なってくるかを分析する。ここでは、1995年以降に各段階での賦課をそれぞれ、全車格について年間で平均1万円増徴した場合の変化を予測する。ここで、取得・保有税に関しては、排気量比例となるように各車格の税率を設定し、さらに、全車格平均で年間1万円増徴となるようにする。取得税では取得時に廃車時の平均車齢分が一度に賦課され、保有税では毎年1年間分が賦課されるものとする。また、利用税では、年間税収増加額を車両1台あたりに換算すると1万円となるように、1台あたり年間平均走行距離を用いて1リットルあたり税率を上昇させている。

車格別保有台数シェアの推移を図—8に、政策を何も実施しなかった場合と比較した2010年における各車格1台あたりのLC-CO₂の変化を図—9にそれぞれ示す。

1) 取得税

取得税額の各車格平均1万円増徴は、税率の平均40.9%上昇に相当する。保有台数シェア(図—8 a))を



■図一10 2,000cc超の保有税率を2倍とした場合の将来予測結果

見ると、2,000cc超が減少し、1,500cc以下が若干上昇しているが、全体的に変化は小さい。CO₂排出量変化(図一9 a))を見ると、車両価格上昇により廃車・買い替えが抑制されて使用年数が伸び、車両製造によるCO₂排出量が減少していることが分かる。

2) 保有税

保有税額の各車格平均1万円増徴は、税率の平均15.0%上昇に相当する。車格別保有台数シェア(図一8 b))を見ると、2,000cc超が減少し、その分が2,000cc以下および1,500cc以下に転移していることが特徴的である。取得税増徴に比べ、保有税増徴の方が買い替え時の車格選択に関する感度が高くなっているのは興味深い。CO₂排出量変化(図一9 b))を見ると、車両製造からのCO₂排出量は増加していることが分かる。これは、保有税増徴によって取得費用が相対的に低下し、買い替えが促進されるためである。一方、低車格車へのシフトが進むため、全車格合計では走行段階で約1.3%減少し、車両によるCO₂増加を相殺している。

3) 利用税(燃料税)

燃料税額の各車格平均1万円増徴は、税率の平均20.6%上昇に相当する。車格別保有台数シェア(図一8 c))についてはほとんど変化しない。これは、車格選択サブモデルにおいて利用費用が有意でなかったことによるものである。一方、CO₂排出量変化(図一9 c))を見ると、燃料税の感度は他の税に比べてかなり大きくなっている。これは、燃料価格の上昇が、(8)式で表される走行距離の減少を通して、自動車利用を直接減少させるためである。

4) 各段階の賦課の比較

3種類の税を全車格で同額増徴することを考えた場合

には、利用税(燃料税)がCO₂排出量を最も削減することができる。ただし、削減のほとんどが自動車走行量の減少によるもので、車格シェアのシフトはほとんど発生しない。一方、保有税や取得税を排気量比例に設定した場合には、CO₂排出量削減効果は燃料税に比べ小さい。保有税の増徴は大きな車格シフトを生じるが、CO₂排出量減少への寄与は利用税ほど大きくなく、取得税は削減効果がほとんど生じない。

このように、取得税・保有税ともに車格選択の変更によるCO₂削減効果あまり生じなかったのは、各車格への賦課を従来と同様の排気量比例で配分したためである。しかし、税率を排気量や燃費に対して累進的にすれば、低排気量・低燃費車へのシフト効果をより高めることができ、大きなCO₂削減効果を得ることが予想される。5.1節で取り上げた1989年以前の自動車保有税率の普通/小型乗用車間格差はその一例である。そこで、次節で、車格の高い車に累進的に保有税を賦課する場合を分析する。

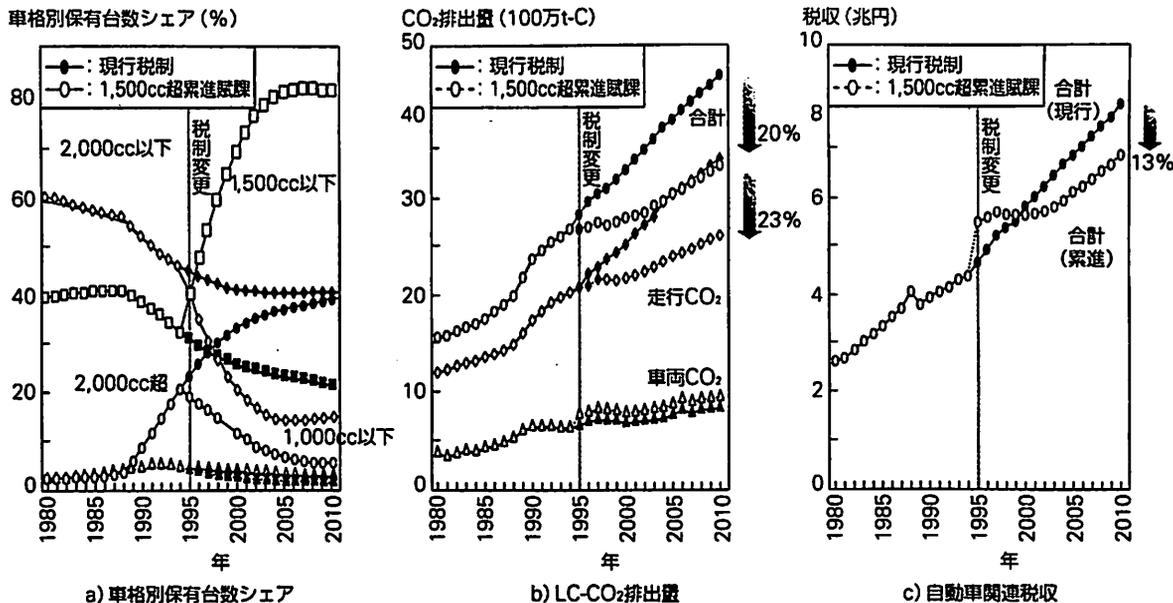
5.3 高車格車への保有税累進化の効果分析

ここでは、1995年以降、

- [ケース I] 2,000cc超の車の保有税率を2倍
- [ケース II] 1,500cc超の車の保有税率を2倍
- [ケース III] 全クラスの保有税率を2倍

とした場合について予測を行い、高車格車累進賦課による効果を確認する。[ケース I]、[ケース II]の予測結果を図一10、11にそれぞれ示す。

[ケース I] 2,000cc超の保有税率を2倍にした場合の保有台数シェア(図一10 a))を見ると、政策を実施しない場合には急増していたはずの2,000cc超が減少し、買



■図—11 1,500cc超の保有税率を2倍とした場合の将来予測結果

い替えが一巡する2003年頃には1980年代のレベルに落ち着く。この減少分の大部分は2,000cc以下クラスにシフトしており、一部は1,500cc以下にも移っている。次にCO₂排出量変化(図—10 b))を見ると、低車格車へ移行した結果、保有車両の平均燃費が向上し、2010年には走行によるCO₂排出量が、政策を実施しない場合に比べて約6%減少している。一方、車両によるCO₂排出量にはほとんど影響がない。さらに、自動車関連税金の変化(図—10 c))を見ると、税率変更当初は税金が増加するものの、その後低車格車へのシフトによって減少に転じ、2010年時点では政策を実施しない場合に比べて約8%減少していることが分かる。

[ケースⅡ] 1,500cc超の保有税率を2倍にした場合の保有台数シェア(図—11 a))は、税率が上昇した2,000cc超および2,000cc以下クラスがともに減少し、その大部分が1,500cc以下に移っている。そのシェアは2010年には約80%にも達している。次にCO₂排出量変化(図—11 b))を見ると、2010年には走行によるCO₂排出量が政策を実施しない場合に比べて約25%減少するとともに、車両によるCO₂排出量も低車格化によって約5%減少し、合計では約20%の減少となっている。また、自動車関連税金の変化(図—11 c))を見ると、ケースⅠ)と同様の動きを示し、2010年時点では政策を実施しない場合に比べて約13%減少していることが分かる。

[ケースⅢ] 全車格の保有税率を1995年以降2倍とした場合、政策を実施しない場合に比べ2010年のCO₂排出量は約10%減、税金は約30%増となる。

以上から、保有税の高車格車への累進賦課は、低車格車へのシフトを生じさせることで、比例賦課に比べてCO₂排出量削減に対して大きなインセンティブ効果を有

■表—5 検討する取得・保有・利用税の税率組合せ

	1,000cc以下	1,500cc以下	2,000cc以下	2,000cc超	年増加率
取得税	0.5倍	1.0倍	2.47倍	2.95倍	0%
保有税	0.5倍	0.7倍	1.2倍	1.4倍	2%
燃料価格	1.02倍				2%

するとともに、税金を増加させないため、自動車保有者の総負担を重くしないという特徴もある。

5.4 取得・保有・利用の各税の徴収比率組合せによる

CO₂排出量削減の可能性

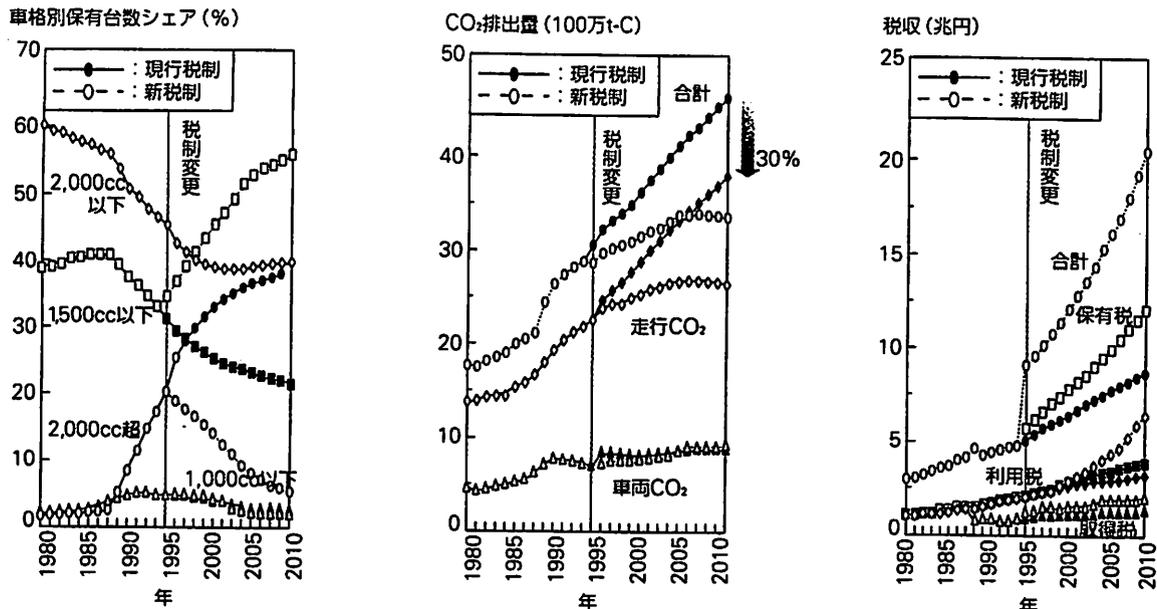
以上の分析結果やヨーロッパ諸国の税率構成を参考にしながら、最大限CO₂削減効果が見込まれ、かつ実施可能な取得/保有/利用税徴収比率の組合せを、モデル推計の繰り返しによる試行錯誤の結果、表—5のように設定する。

取得税は、1995年に税率を変え、以降不変とする。これは、取得税による車格選択の変更インセンティブが小さいことと、自動車製造によるCO₂排出量への影響が小さいことによるものである。

保有税は従量税であり、課税額がそのままであると低車格車へのシフトにより税負担の重さが年々低下してしまう。そこで1995年から毎年2%上昇を設定し、さらに、低車格車優遇政策として、1,000cc以下、1,500cc以下クラスの税率を下げる。

燃料税は、日本は欧州に比べ1.5~2倍税率が低いため、その水準に漸次近づけるために、燃料価格を1995年以降2%ずつ上昇させている。

本施策の実施による、車格別保有台数シェア・CO₂排出量・自動車関連税金の変化の予測結果を図—12に示



■図—12 新しい税率組合せを実施した場合の将来予測結果

す。これを見ると、車格別保有台数では2,000cc超クラスが減るとともに、2,000cc以下の増加も抑えられており、その分が1,500cc以下に移っている。このシフトによって、走行分について大きなCO₂排出削減効果が生じる。一方、車両自体からのLC-CO₂排出量は増加しているが、これは、車格が低いほど使用年数が短い傾向にあることによるものである。しかし、その増加量は走行分の減少に比べてわずかである。合計のELC-CO₂排出量は、政策なしの場合に比べ、2010年において約30%削減可能である。また、1990年レベルに比べ、約20%の増加にとどめることができる。

6—まとめ

本研究では、自動車関連税が自動車市場や走行状況を通して、自動車のライフサイクル全体にわたる車両および走行に伴うCO₂排出に及ぼす影響を推計することが可能なモデルシステムを構築し、それをを用いて取得/保有/利用の各段階における税率の変更によるCO₂排出の変化を分析した。その結果得られた知見をまとめると、以下ようになる。

1) 現有車両の存廃選択や新車の車格選択に対しては、主として、取得・保有税が影響を与え、低車格車ほどその影響が大きくなることが分かった。また、利用税はほとんど影響を及ぼさないことも明らかになった。

2) 自動車の製造・修理・廃棄によるLC-CO₂は、買い替え台数に依存するため、取得税増徴によって買い替えが手控えられることで減少し、反対に保有税増徴によって増加する。しかし、その感度は、利用税増徴による車両走行CO₂の変化に比べ小さい。

3) 車両走行によるCO₂については、利用税の増徴による削減効果が大きい。また、保有税の増徴も、低車格へのシフトを生じるため削減効果を有するが、税率が車格(排出量)に比例する場合には効果は小さい。むしろ、取得・保有税については、高車格・高燃費車に対して累進的に賦課することによって、はるかに大きな効果が生じる。また、この場合、自動車保有者の総負担額も増加しない。

一方、本研究で残された課題として、以下のことが挙げられる。

1) 本稿における予測では、乗用車保有台数の増加(新規保有+保有再開-保有中止)を過去のデータに基づいて、税率にかかわらず廃車台数の1.35倍と仮定しているが、実際には自動車関連税率の変更によって増減する。また、将来的には乗用車保有台数は飽和に向かい、新規登録台数増も頭打ちになると考えられる。したがって、本研究によるCO₂排出量予測値は、上限と解釈されるべきものと考えている。乗用車保有台数の値は、予測値の絶対値の妥当性を規定するものであり、今後この部分のモデル化が必要である。

2) 車格をエンジン排気量別に分類したが、今後は排気量とは無関係な低燃費・低公害車が増加すると考えられ、このデータ整備とこれに基づく推計を行うことが必要である。

3) 本研究では環境負荷をCO₂排出に限定して予測を行ったが、本モデルシステムを用いて他の環境負荷の予測も可能である。今後は大気汚染物質や廃棄物発生量の予測にも適用することを考えている。

4) 税制変更に伴う経済全体への影響や、税収の用途(すなわち財源効果)に関する検討を、経済学的アプロ

一車との併用によって図っていくことが必要である。

5)自動車起源のCO₂排出量予測は、今後は発展途上国で重要性を増す。そのため、モデルの簡便化を図り、途上国での適用可能性を上げる試みを重要な課題と考えている。

謝辞：本研究は、著者の一人である林が、(財)運輸経済研究センター(現：(財)運輸政策研究機構)運輸政策研究所の客員研究員として助成を受けて実施した研究成果の一部である。研究に対して、中村英夫所長、表明榮研究員をはじめ、研究の全過程を通じて研究所の方々に貴重なディスカッションをいただいた。また、運輸政策研究所第3回研究報告会において会場の方から、東北大学での発表においては、森杉壽芳、稲村肇、宮本和明の各教授らから、名古屋交通問題研究会においても、河上省吾教授らから豊富なコメントをいただいた。以上をここに付記し、謝意を表するものである。

参考文献

1) 林良嗣[1997], “地球温暖化に対する運輸施策メニューの体系的整理の一提案”, *MOBILITY*, No.107.
 2) 加藤博和, 林良嗣, 木本仁[1995], “都市交通のモーダル・シフト政策実施のための財源調達手法の環境面からみた検討”, 「環境システム研究論文集」, Vol.23.
 3) 運輸政策審議会総合部会[1997], “運輸部門における地球温暖化問題への対応方策について”, 「運輸政策審議会中間報告書」.
 4) Sterner, T., C. Dahl and M. Franzen[1992], “Gasoline tax Policy, carbon emissions and the environment”, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.39.

5) Bunch, D.S., M.Bradley, T.S.Golob, R.Kitamura and G.P. Occhiuzzo[1993], “Demand for clean-fuel vehicles in California: A discrete-choice stated preference pilot project”, *Transportation Research*, Vol.27A (3).
 6) Koopman, G.J.[1995], “Policies to reduce CO₂ emissions from cars in Europe - a partial equilibrium analysis”, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.42.
 7) Morisugi, H. and E. Ohno[1996], “NO_x reduction effects of the policy to reduce diesel automobiles and its influence on price changes”, Y. Hayashi and J.Roy (eds.), *Transport, land-use and the environment*, Kluwer Academic Publishers.
 8) Hayashi, Y., K.Button and P. Nijkamp (eds.) [1999], *The Environment and Transport*, “Environment Analysis and Policy” series, Edward Elgar.
 9) 熊谷尚夫, 篠原三代平ほか編[1980], 「経済学大辞典Ⅱ」
 10) 加藤博和[1998], “交通整備による環境インパクト計測手法としてのライフ・サイクル・アセスメント”, 「交通工学」, Vol.33 (3).
 11) (財)運輸経済研究センター[1994], 「環境と運輸・交通—環境にやさしい交通体系をめざして」.
 12) 自動車検査登録協会の(運輸省地域交通局監修)[1976-1996], 「自動車保有車両数」.
 13) 運輸省自動車交通局[1986-1997], 「乗用車燃費一覧」.
 14) ダイヤモンド社[1968-1994], 「カー・アンド・ドライバー日本版」.
 15) 日本自動車整備振興会連合会[1990], 「車検定期点検整備調査実態結果表」.
 16) 検査整備制度研究会編(運輸省自動車交通局監修)[1992], 「自動車検査点検整備データ要覧」.
 17) 林良嗣, 加藤博和, 木本仁, 菅原敏文[1995], “都市交通のモーダル・シフト政策に伴うCO₂排出量削減効果の推計”, 「土木計画学研究・講演集」, No.17.
 18) 森口祐一, 近藤美則, 清水浩, 石谷久[1993], “自動車によるCO₂排出のライフサイクル分析”, 「エネルギー・資源学会第9回エネルギーシステム・経済コンファレンス講演論文集」.
 19) 池田明由, 菅幹雄, 早見均, 吉岡完治[1996], “環境分析用産業連関表の応用(8): 自動車のLCA分析について”, 「産業連関」, Vol.6 (No.4).
 20) 城戸由能, 細井由彦, 山本啓文, 山根綱代[1997], “耐久消費財の買い替えに伴う環境負荷削減効果の評価”, 「環境システム研究」, Vol.25.
 21) 厚生省人口問題研究所, 「日本の将来推計人口(平成9年1月推計)」.

(原稿受付 1998年10月27日)

Analyzing the Effects on CO₂ Emission of Taxation Stages of Car Purchase, Ownership and Use : Modeling of Car Age/Type Cohort and Structure of Purchase/Owning/Driving Condition of Vehicle
 By Yoshitsugu HAYASHI, Hirokazu KATO and Yoichi UENO

This study aims at constructing a tool to examine and provide the information of changes in car market configuration, life cycle CO₂ emission from automobile transport and tax revenues due to taxation policies. In order to quantitatively estimate the effects, a model system which chases the car cohort by engine class and age is developed. It contains models which represent economic behaviors when the tax rates are changed in the stages of purchasing, owning and using of cars. As this model system can forecast the amount of existing cars by engine class and age, it makes possible to examine the effects on reducing CO₂ emissions due to the balance of rates between each stage of taxation.

Key Words : global warming, car-related tax, incentive effects, cohort model, life cycle assessment (LCA)