

自動車関連税制が乗用車の保有・利用に及ぼす 影響の分析

谷下 雅義¹・鹿島 茂²

¹正会員 博士(工学) 中央大学助教授 理工学部土木工学科(〒112-8551 文京区春日 1-13-27)
e-mail: tanishi@civil.chuo-u.ac.jp

²正会員 工学博士 中央大学教授 理工学部土木工学科(〒112-8551 文京区春日 1-13-27)

本研究では、自動車関連税制が乗用車の保有・利用、そしてその結果として燃料消費量に及ぼす影響を総合的に把握するための方法論を提案する。交通以外の財や公共交通を考慮した世帯の乗用車の保有および使用行動、自動車メーカーの新車供給行動、そして走行環境(移動速度)、およびそれらの間の相互作用を表現する必要があることを指摘し、そのモデル化を行う。そのモデルを用いて税率や税収の用途を変更するシミュレーションを行い、燃料への課税が燃料消費量の削減に有効であること、さらに税収の用途を公共交通や自動車メーカーへの補助に充当することにより一層削減可能であることを示す。

Key Words : car-related tax, ownership and usage, fuel consumption

1. 研究の目的

交通部門における温暖化ガス排出を削減する手段の一つに税制があげられる。今年から導入されるグリーン税制(燃費の良い(悪い)車の自動車税や自動車取得税の引下げ(引上げ))そして、政府税調や自民党税制調査会で検討されている環境税など近年盛んに議論されている手法である。税制はこれまで主な政策手段として用いられてきた規制と異なり、市場メカニズムを活用し、世帯の行動を誘導することが可能である。また税そのものが政府の「環境負荷削減」への取組みというメッセージとなるとともに、税収という副産物をつくりだす。

政策の決定においては、税制(税率や税収の用途など)の変更により世帯の乗用車の購入や使用行動がどう変化し、結果として環境負荷等の削減効果や費用がどうなるのかをあらかじめ検討しておくことが不可欠である。

本研究は、政策として現存する乗用車の保有、取得、使用時にかかる税金、gas-guzzler tax など燃費の悪い自動車への特別な課税、さらに、欧米で議論されている自動車メーカーに対する燃費改善技術開発への補助金やわが国特有の制度である「道路特定財源制度(道路整備緊急措置法(1953))」を取り上げる。税率や税収の用途の変更が乗用車の保有や使用に与える影響、公共交通の利用、政府の税収、さらに環境負荷量の削減効果などを定量的に把握する Car Household Usage and Ownership モデ

ル(以下、CHUO モデルと記す)を作成し、そのモデルを用いて税制変更のシミュレーションを行うものである。

その際、我が国の特徴として、①前述したように自動車関連税収の多くが道路特定財源として道路整備に充当されていること、②使用とは関係なく、乗用車の保有自体に効用があるということ、③(特に都市部において)鉄道が旅客輸送の重要な手段となっていること、④政府と自動車メーカーが協力的であること、という点を考慮する。

2. 先行研究の整理

自動車関連税制が自動車の保有・使用、そして環境負荷やエネルギー消費に与える影響を定量的に分析するためのモデルは、近年盛んに開発されつつある。

欧米では、複数の政策の評価を同一の基準で行うための道具としてモデルが適用される段階にまで進んでいる。EUにおいては、AOP I (the first European Auto Oil Program) の費用有効性分析ツールとして、EUCARS モデルが開発、適用された¹⁾。これをうけた AOP II (the second European Auto Oil Program) において TREMOVE モデルが開発、適用されている²⁾。これらのモデルは、世帯や自動車メーカーの行動を明示した部分均衡モデル(後者は世帯のみ)であり、ピーク時や地域

を考慮した一般化費用で交通行動を捉えている。保有と走行の相互作用、代替交通手段を考慮して、環境負荷量を推計している。評価指標としては、厚生費用(CV(補償変分)に税収の減少を加えたもの)が取り上げられ、燃料税に加え、ロードプライシングや炭素税等の効果が分析されている。燃料税はオフピーク時の交通に負担を課すことになり、厚生損失が大きいことを明らかにしている。

アメリカにおいては、Feebate(燃費の悪い自動車に課税し、その収入を燃費のよい自動車への補助に充当する(収支均衡))政策の効果分析モデルが提案されている³⁾。このモデルは世帯をタイプ分けして乗用車の複数保有を表現し、乗用車のタイプも24と需要サイドを詳細にモデル化している。低いFeebateの設定(購入費の1-2%)でも燃費が向上し、燃料消費量削減に有効であることを示すとともに、国産車の比率や消費者の便益について明らかにしている。また、CAFE規制(自動車メーカーが販売した自動車の平均燃費がある基準を下回る場合、自動車メーカーが追加の負担をするという規制)についてもモデル分析が行われている⁴⁾。所得、構成人数などから世帯の乗用車新規購入行動が定式化され、また自動車メーカーは寡占競争下で利潤が最大になるように価格と国産車比率を決定するという形式でモデル化されている。CAFE規制の有効性を示し、ほぼ同様の効果はgas guzzler taxでも得られるが、燃料税では税額があまりに大きくなることを明らかにしている。

わが国では、限られた政策の妥当性を検討するためのモデル開発がなされている。計量経済型モデルとしては以下の2つが代表的である。

塚田ら⁵⁾は、炭素税や代替燃料車への補助政策による効果分析モデルを構築している。経済成長に伴い保有される車種がシフトしていく状況を表現しているが、移動距離や燃費を外生的に扱っている。

林ら⁶⁾は、取得・保有・燃料税率の変更を対象に、存廃選択、新車の車種選択、走行量モデルを作成し、製造から廃棄までのライフサイクルでのCO₂排出量を推計している。保有車両の存廃や新車の車種選択には取得税や保有税が効果的であるが、CO₂削減には燃料税が有効であるとの結論を得ている。しかし、前述した要因間の相互作用については明示的に表現されていない。

これらのモデルでは乗用車と公共交通との代替関係については取り扱われていない。

応用均衡型のモデルとしては、次の2つが代表的である。酒井ら⁷⁾、武藤ら⁸⁾は公共交通との代替関係も考慮した動的・一般均衡モデルにより税制の影響を分析している。静学モデルでは、燃料税の燃料消費量削減効果が大きいとしているが、動学的モデルでは燃料税よりも保有(重量)税の方が、燃料消費量削減効果が大きいという結論を得ている。しかし、保有税の分析において走行価

格は外生(保有の減少により総走行量が減少しても走行価格は変化しない)との仮定がおかれている。

蓮池⁹⁾は、TREMOVEモデルを参考に、廃車を内生化して、税制による車両代替のメカニズムを表現した部分均衡モデルを構築している。また東京と東北地方の保有する車種の相違(消費者の異質性)についても検討している。税収中立のもとでの取得税や保有税のグリーン化はCO₂削減策として有効ではないという興味深い結論を得ている。しかし、公共交通との代替関係は表現されておらず、燃費も外生的に扱われている。

以上、日本を対象としたモデルは、部分的には精緻化されているものの、環境負荷量推計にあたり、内生変数として表現すべき要因及びそれらの間の相互作用は十分考慮されていない。特にわが国の特徴である道路特定財源制度、すなわち税収が道路面積の増加をもたらす、移動速度が向上することについてのモデル化はされておらず、そのため燃費は外生変数として扱われている。また燃費について検討する場合、自動車メーカーの行動(研究開発投資およびそれに伴う新車価格の決定)は重要であるが、扱われていない(ただし、武藤ら⁸⁾は、習熟曲線を用いて代替燃料車の価格低下を表現し、導入効果の分析を行っている)。

3. CHUOモデルの全体構造

本研究で開発する定量的モデルは、要因として次のものを考える。

- ① 世帯による乗用車の保有(複数保有を含む)、使用(走行距離)
- ② 自動車メーカーによる新車販売 価格、燃費
- ③ 政府による税制の設定 税率、税収の使途
- ④ 乗用車の車種別車令別台数
- ⑤ 道路及び公共交通のストック量及びサービス水準
- ⑥ 環境負荷量

ここで、世帯は予算と時間制約下で、乗用車の保有、乗用車による移動距離、公共交通(本研究では鉄道を扱う)¹⁾による移動距離およびその他の合成財消費からなる効用を最大化するとして、また自動車メーカーは利潤を最大化するように、販売価格を決定すると仮定する。そして政府は税制の設定者として扱う。主体の行動を明示して表現できる応用均衡型のモデルを作成する。

要因間の関係については、世帯と自動車メーカーの行動から、新車および中古車の販売台数、価格が決定される(乗用車市場)。そして道路ストックと乗用車の使用(総走行量)の関係から、走行速度(時間)が決定する(自動車交通市場)という構造を表現する。各市場には、税、車種別車令別保有台数、そして公共交通のサービス水準が影響

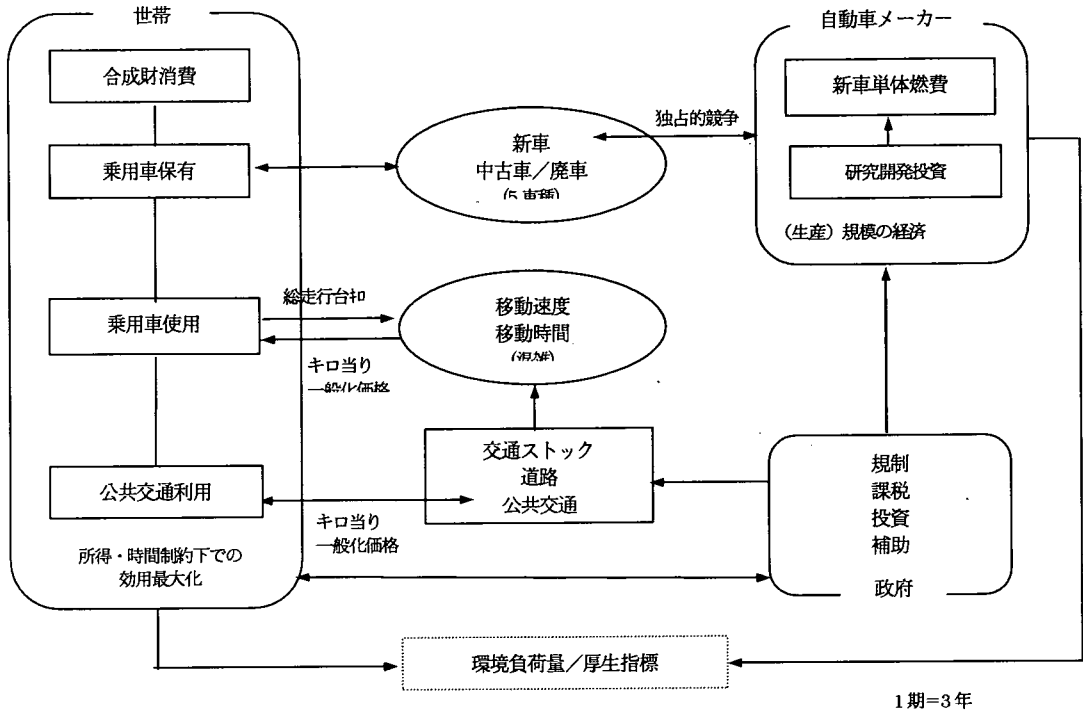


図-1 CHUOモデルの構造

を与える。

評価対象となる政策として、既存の自動車関連税率の変更、燃費や環境負荷に応じた課税の導入、道路特定財源制度の変更、自動車メーカーへの燃費改善技術開発投資への補助金を取り上げる。

以上の基本的枠組みを図-1に示す。このモデルでは、車検を考慮して1期=3年としている。また乗用車を小型ガソリン車(車種2)と小型ディーゼル車(車種3)、普通ガソリン車(車種4)、普通ディーゼル車(車種5)に軽自動車+軽トラック(車種1)を加えた計5車種に分類している。そして車令については4期(12年)までとし、廃車率を外生的に与えるとともに4期末ですべて廃車となるものとする⁹⁾。

貨物輸送は外生的に与えることとし、乗用車台数、道路面積等のストック量は次期の外生変数として扱う。また都市部と地方部の違い、ピーク時とオフピーク時の考慮といった空間および1日の中の時間分割については行っていない。

4. 各主体の行動

(1) 自動車メーカーの行動

自動車メーカー(車種別に代表的企業を想定する)は

前期の売上高の一定比率(本研究では10%と仮定)を研究開発投資 I に充てると仮定する^{10) 11)}。そして投資により単体燃費 e が向上(一方で安全性向上のための車両重量の増大など燃費を悪くする要因も考慮する)した新車を当期に供給すると考える。なお、生産には規模の経済が働くものとする。自動車メーカーは独占的価格競争下での利潤最大化行動をするものとする以下2条件が導出される。

$$p = AC = (C(q) + I) / q \quad (1)$$

$$MR(q) = MC(q) \quad (2)$$

ここで、 p ：乗用車の課税前価格、 q ：販売台数、 $C(q)$ ： q 台の生産するときの費用、 $MR(q)$ ：限界収入、 $MC(q)$ ：限界費用、である。

そして生産費用関数を次のように仮定する。

$$C(q) = q \cdot (\alpha \exp(-\beta \cdot q) + \gamma) \quad (3)$$

また投資 I と単体燃費 e の関係を以下の式で表す⁹⁾。

$$e = e_{-1} \cdot \delta (1 + \varepsilon \ln(I)) \quad (4)$$

ここで、 e_{-1} ：1期前の燃費、 $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ ： λ パラメータ

そして乗用車の消費者価格 pc を次式であらわす。

$$pc = (1 + tn) \cdot p \{te \cdot (e - e_0)\} \quad (5)$$

ここで、 tn ：自動車取得税率、 te ：gas-guzzler税率、 e_0 ：gas-guzzler税の基準燃費(政府の規制値)、である。

新車の販売台数 q は、燃費 e と消費者価格 pc に基づ

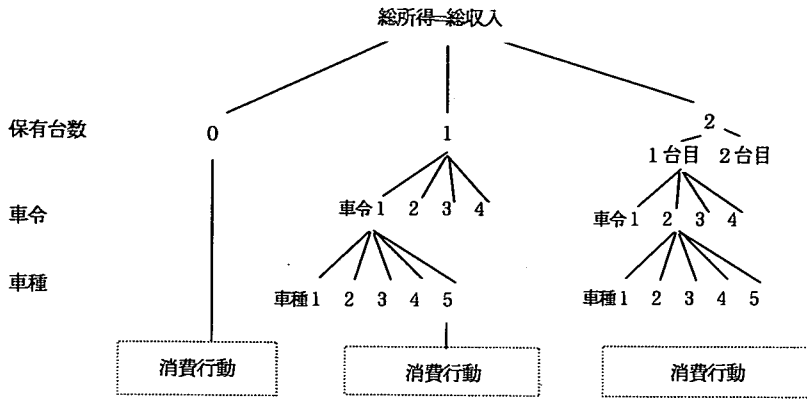


図-2 世帯の保有行動

図では簡略化のため1部のみを選択肢を描いているが、モデルではすべての選択肢を考慮している。保有状況(台数、車令・車種)に応じて消費行動(図-3)が行われる。なお、2台保有に関しては保有する2台の組合せにもついて消費行動がなされる。

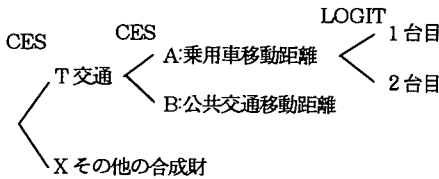


図-3 世帯の消費(使用)行動(2台保有の例)
(CES, LOGIT は効用関数の形式を表す)

く消費者の選択行動から決まる。最終的に新車の需給が一致するように車種別に (p, q) の組合せが決定する。

(2) 世帯の行動¹²⁾

人間は時間や予算(所得)の制約が緩和されれば移動するインセンティブを有している、と考える¹¹⁾。各世帯は、現在の乗用車の保有状況(台数、タイプ(車種・車令))および自動車メーカーの行動を所与として、時間と予算(全世界帯で一定と仮定)の制約下で効用を最大にするように、各期の乗用車の保有台数(0, 1, 2台)及び車種・車令を選択するとともに、手段別移動距離を決定する¹⁴⁾。全体構造を図-2に示す。

まず、消費(使用)行動から説明する。例えば、乗用車を2台保有している世帯は図-3のように示される。第1段階は交通Tとその他の合成財Xの消費量を決定する¹⁵⁾。これを以下の式により表現する。

$$V'_{2k} = \text{Max}_{T, X} U_2^1(T, X) \quad (6)$$

$$\text{s.t. } X + C \cdot T = FI - \sum_n D_n$$

ここで、 V'_{2k} :乗用車を2台保有する世帯(保有する乗用車のタイプk(ベクトル))の間接使用効用、 U_2^1 :2台保有世帯の第1段階の直接使用効用関数、C:交通の一般化価格(後述)、

FI :総所得 $=Y + wT_0$ 、 Y :可処分所得、 T_0 :可処分時間、 w :時間価値、 D_n :乗用車の保有コスト(保険、保有税、減価、資本コスト(月賦で購入を仮定))である。

これを解いて、 T, X を得る。なお、 $C \cdot T$ は家計消費に占める交通費の割合を示す。第2段階は $C \cdot T$ を制約として乗用車と公共交通の移動距離A, Bを決めるものであり、以下のように表される(非保有世帯は公共交通のみで移動すると仮定する)。

$$V'_{2k} = \text{Max}_{A, B} U_2^2(A, B) \quad (7)$$

$$\text{s.t. } C_a A + C_b B = C \cdot T$$

ここで、 U_2^2 :2台保有世帯の第2段階の直接効用関数、 C_a :乗用車で移動1kmあたりの一般化価格、 C_b :鉄道での移動1kmあたりの一般化価格(一般化価格については(3)節で示す)。

これを解いて、A, Bを得る。また第1段階における交通の一般化価格CはCES型の効用関数を仮定していることから、次の式(8)のように表すことができる(a_a, a_b は分配のパラメータ)。

$$C = (a_a C_a^{1-\sigma} + a_b C_b^{1-\sigma})^{1/(1-\sigma)} \quad (8)$$

2台保有世帯は乗用車で移動距離Aを2台の乗用車に配分する必要があることから次の第3段階がある。その選択行動を、宮城¹³⁾に基づき最適化行動として以下のように定式化する。

$$S = \text{Max}_{P_{abn}} [\sum_n P_{abn} (VO_{kn} - Ca_{kn}) - \sum_n P_{abn} (\ln P_{abn} - 1)]$$

$$\text{s.t. } \sum_n P_{abn} = 1 \quad (9)$$

ここで、 n :保有する乗用車が何台目かを示す記号、 S :最大期待効用、 P_{abn} : n 台目の走行量比率、 VO_{kn} : n 台目乗用車の走行量に依存しない効用(後述)、 Ca_{kn} : n 台目乗用車の一般化走行費用、である。

ここでは保有効用が大きいほど、また一般化走行費用が安いほど多く使用されると仮定している⁶⁾。式(9)を解くと1台目の走行量比率 Pa_{k1} が次のロジットモデルで得られる⁷⁾。

$$Pa_{k1} = \frac{\exp(VO_{k1} - Ca_{k1})}{\sum_{n=1}^2 \exp(VO_{kn} - Ca_{kn})} \quad (10)$$

また、第2段階における乗用車の一般化価格は次の式(11)で表される。

$$Ca = \ln\left(\sum_n \exp(Ca_{kn})\right) \quad (11)$$

こうして下位から最適化問題を解いていき、最終的にタイプ k (ベクトル) の乗用車を i 台保有するときの(間接)使用効用 V'_{ik} を得る。

保有台数及びそのタイプ(車種・車令)の選択に関してはこの使用効用と保有効用 VO の和より決定される。

$$V_0 = V'_0(FI, C_b) \quad (12)$$

$$V_{1k} = V'_{1k}(FI - D_k, C_a, C_b) + VO_k \quad (13)$$

$$V_{2k} = V'_{2k}(FI - \sum_{k=1}^2 D_k, C_{a1}, C_{a2}, C_b) + \sum_{k=1}^2 VO_k \quad (14)$$

保有効用 VO は、車種別に毎期首に設定される。売れている車種ほど次期の保有効用は増大するが、その程度は当該車種の全保有台数に占める比率の増加に伴って低減するものと仮定し、次のような定式化を行っている。なお、中古車については車令とともに保有効用が直線的に低減するものとする。

$$VO_k^{t+1} = VO_k^t + \phi(y_k^t - y^t) / Z_k^t \quad (15)$$

ここで、 y_k^t : t 期の車種 k の販売台数の伸び率、 y^t : t 期(全車種における)販売台数の伸び率、 Z_k^t : t 期における全保有台数に占める車種 k の比率、 ϕ : パラメータを表す。

前述したように保有台数は0, 1, 2台のいずれかであり、各期には1台追加もしくは売却しできない(2台購入・売却はないが、1台売却して、1台購入することは可能)ものとする。したがって、0台保有の世帯は、①0台保有を継続する、②タイプ k の乗用車を1台保有するか、の選択を行う。1台保有世帯は、①保有している中古車を手放して0台保有となるか、②保有を継続するか、③新車に買い換えるか(中古車への買い替えはないものと仮定)、④さらに1台新車を購入するか(中古車を保有している世帯は新たに中古車を保有することはないと仮定)、の選択を行う。そして2台保有世帯は、①車令の大きい方の中古車を手放して1台保有世帯となるか、②2台保有を継続するか、③車令の大きい方の中古車を新車に買い替えるか(中古車への買い替えはないものと仮定)、の選択を行う⁶⁾。

なお、買い替えもしくは手放すことにより供給される

中古車は0台保有の世帯により需要される(中古車市場)。

ここでは期首において0台保有の世帯を例に保有行動を説明する。

使用効用と保有効用の和から構成される効用がガンベル分布で表される誤差項を有すると仮定すると、保有しない確率 P_0 は式(16)で表すことができる。

$$P_0 = \frac{\exp(\theta V_0)}{\sum_{n=0}^1 \exp(\theta V_n)} \quad (16)$$

ただし、 θ は保有台数選択パラメータ

$$V_0 = V_0(FI, C_b) \quad (17)$$

$$V_1 = \frac{1}{\lambda} \exp\left(\sum_k \lambda V_{1k}\right) \quad (18)$$

ただし、 λ は車種選択パラメータ、である。

ここで、1台保有するとき、タイプ k という乗用車を選択する確率 P_{1k} は、式(18)で表すことができる。

$$P_{1k} = \frac{\exp(\lambda V_{1k})}{\sum_j \exp(\lambda V_{1j})} \quad (19)$$

以上の世帯の行動より、保有台数、保有する乗用車のタイプ、各交通手段での移動距離が決定する。

(3) 道路及び鉄道のサービス水準(単位距離あたり的一般化価格及び道路ストック、鉄道走行キロ)の決定
道路サービス水準(移動速度 S (km/h)の逆数が乗用車で1km移動するときの所要時間を表す)は、道路面積 R と総走行量 Q ($= \sum \sum q_{ik} A_{ik}$ 、 q_{ik} は世帯 i が保有しているタイプ k の乗用車台数、 A_{ik} は世帯 i が保有するタイプ k の乗用車による移動距離)の比をもとにマクロ Q - V 式^{1), 2)} を仮定し、次のように表現する。

$$S = s_0 + s_1(Q/R) \quad (20)$$

ここで、 s_0, s_1 はパラメータである。

乗用車の単位距離あたり的一般化価格 C_a は、この速度からもとまる時間費用に加えて、走行燃費から決まる燃料費用、オイルやタイヤなどの維持管理費用を考慮する。

$$Ca_k = fp \cdot er_k(S) + a_k + w(1/S) \quad (21)$$

ここで、 fp : 燃料価格(燃料税含む)、 er_k : タイプ k の乗用車の走行燃費(単体燃費と速度から推定式を作成している)、 a_k : タイプ k の乗用車の km 当り維持管理費用(タイヤ摩耗、タイヤ交換)、 w : 時間価値、である。

次期の道路面積(ストック) R^{t+1} は、道路特定財源に財政投融资、一般財源を加えた道路投資額 TR^t (これらは外生変数)から維持管理費(維持管理単価を CR^t とする)を引いた額が新規の投資に充てられ、 1km^2 あたりの道路

表-1 使用データ一覧

変数	出所	発行
所得	国民経済計算年報	総務庁統計局
世帯数	住民基本台帳	総務庁統計局
ガソリン・軽油価格	消費者物価指数	総務庁統計局
労働時間	毎月勤労統計調査	厚生労働省統計情報部
車両価格、単体燃費	自動車ガイドブック	自動車工業振興会
複数保有世帯率 複数保有乗用車の組合せ	自動車市場動向調査	日本自動車工業会
自動車関連税（税率(額)、 税収）	道路交通経済要覧	国土交通省道路局
道路投資額	道路交通経済要覧	国土交通省道路局
車種別車令別保有台数（廃車率）	自動車保有車両数	自動車検査登録協会
車種別走行量	自動車輸送統計	国土交通省運輸政策局
道路面積	道路統計年報	国土交通省道路局
道路建設費用・維持管理費用	道路統計年報	国土交通省道路局
移動速度（自動車）	道路交通センサス	国土交通省道路局
車種別走行燃費	道路交通センサス	国土交通省道路局
乗用車保有コスト（駐車場代、保険等）	家計調査年報	総務庁統計局
乗用車使用コスト（オイル、タイヤ等）	家計調査年報	総務庁統計局
鉄道車両キロ	鉄道統計年報	国土交通省運輸政策局
鉄道運行費用	鉄道統計年報	国土交通省運輸政策局
鉄道アクセス・イグレス時間	大都市交通センサス	JTERC 運輸経済研究センター

建設費用 CRC' で除した分だけ増加するものとしてモデル化を行っている。

$$R^{t+1} = R^t + (TR^t - CR^t \cdot R^t) / CRC^t \quad (22)$$

一方、公共交通については、料金 P_b に加えて、列車キロ M から求まる待ち時間およびアクセス、イグレス時間 AE から一般化価格 C_b が決まるものとして次のようにモデル化を行っている。

$$C_b = P_b + w(AE + m/M) \quad (23)$$

ここで m はパラメータである。

次期の列車キロ M_{t+1} は、料金収入 RB_t から輸送費用 CMB (列車キロ M の2次関数で表現) を差し引いた(見かけ上の)利潤が0になるまで拡大するものとして以下のように表現している。

$$RB_t - CMB(M_{t+1}) = 0 \text{ となる } M^{t+1} \quad (24)$$

(4) 政府の行動

政府は、自動車関連税の税率とその用途（道路整備、公共交通や自動車メーカーへの補助）及び燃費規制を設定する主体として外生的に取扱う。

考慮する自動車関連税としては、取得税として、自動車取得税と消費税、保有税として、自動車重量税と自動車税・軽自動車税、使用段階の税として、揮発油税と地方道路譲与税（これらをあわせてガソリン税と呼ばれている）そして軽油取引税、消費税を考える。車種別に取得税・保有税を設定し、また燃料(ガソリンと軽油)別に燃料税を設定している。

このうち、自動車取得税、ガソリン税、軽油取引税の全額そして自動車重量税のうち特定財源分(85%)を道路特定財源として取り扱っている。

なお、シミュレーションにおいてこの道路特定財源を公共交通に充当される場合には、①収入の増大、もしくは②料金の引下げが行われるものとして、また自動車メーカーへの補助に充当される場合には、①投資額の増大、あるいは②燃費のよい乗用車の消費者価格の引下げ、がなされるものとして表現している。また一般財源および財政投融资からの道路投資として過去10年の推移をもとに道路特定財源の45%が充当されるものと仮定した。

(5) 市場清算条件

新車、中古車、(道路)交通サービスの各市場が均衡する。結果として世帯別の車種・車令別乗用車保有台数、交通手段別移動距離が決定し、移動速度、価格から走行燃費、世帯の効用水準、政府の税収、公共交通の利用そして環境負荷量が定まる。

この結果を表現する評価指標として、厚生費用の算出や、環境負荷量に原単位を乗じることによって政策の経済学的効率性を検討することもできる。

(6) 期の更新

乗用車は毎期末に車令毎に一定の比率で廃車となる。期首において、税収の用途にもつき道路面積や公共交通サービス水準、新車の単体燃費が改定される。また車種別の保有効用が更新されて次期の外生変数となる。

表-2 設定したパラメータ

世帯数 N	4500 万	世帯 効用関数	$U(T, X) = (\alpha_1 V_0 T^{\sigma-1} + \alpha_2 X^{\sigma-1})^{\sigma/(\sigma-1)}$ T: 交通消費量(第1段階)/乗用車移動距離(第2段階)、 X: その他の合成財消費量(第1段階)/公共交通移動距離(第2段階)					
所得 I(万円/月)	58	保有台数	0		1		2	
時間価値 w(円/時)	2000	パラメータ	交通	その他	乗用車	鉄道	交通	その他
自動車取得税率	10%(消費税込)	σ	0.411	0.552	1.23	0.603	1.11	0.517
自動車保有税	自動車価格の3%	α_1	0.011	0.011	0.328	0.017	0.410	0.410
ガソリン価格(円/l)	税抜き55	α_2	1.000	1.000	0.529	0.999	0.3	0.3
軽油価格(円/l)	税抜き55	保有台数 θ	0.12		車種選択 λ			0.3
鉄道アクセス・イグレス時間(分)	35分	走行速度(h/km)	$s = 43.5 - 8.8 \times 10^{-8}$ (総走行距離/道路面積)					
一般財源・財政投融資	道路特定財源の45%と仮定	走行燃費(km/l)	$er = 54.87(356.9/s - 1.706s + 0.0128s^2 + 105.2)e$					
乗用車	保有効用	単体燃費(km/l)	乗用車生産費用 式(3)			投資と燃費の関係式 式(4)		
車種	V_0 (初期)	e (初期)	α	β	γ	δ	ϵ	
1(軽自動車軽トラ)	0.04	21.5	100000	1/100000	600000	0.97	0.0017	
2(小型ガソリン車)	15.5	14.3	500000	1/1000000	850000	0.97	0.002	
3(小型ディーゼル車)	0.96	26.5	50000	1/100000	1100000	0.97	0.0017	
4(普通ガソリン車)	0.002	9.6	2000000	1/100000	2200000	0.98	0.002	
5(普通ディーゼル車)	0.001	17.2	2000000	1/100000	1550000	0.98	0.0017	
廃車率 (車令1/2/3)%	3.5/18.5/38.7	税以外の乗用車保有コスト(円/年)	67,125		燃料以外の乗用車使用コスト(円/年)		32,886	
道路維持管理費用(円/km ²)	4.62×10^8	建設費用原単位(円/km ²)	1.12×10^{11}	鉄道運行費用関数(円)	$2.37 \times 10^{-6}(\text{列車キロ})^2 + 2.26 \times 10^{12}$			

注) 網掛け部分は、シミュレーションの際、設定した数値であり、現況再現性の確認においては、実績値を与えている

5. パラメータの設定及び政策シミュレーション

(1) パラメータの設定

世帯の行動については、保有台数や保有する車種に関するパラメータは基準年を1999年として、基本的には車両に関するデータ(出所は表-1を参照)を1期(3年)毎に集計した値をもとに保有台数別世帯数、保有する乗用車の組合せ、保有台数別の移動距離を設定した。またつくば市ならびに東京都心部に勤務する世帯を対象にアンケート調査を行った結果をもとに走行距離に対する価格弾力性を0.2として¹⁴⁾、キャリブレーション手法により、パラメータを設定した。自動車メーカーの行動を表す式(3)(4)ならびに鉄道列車キロ当たり運行費用や走行速度は回帰分析により、その他のパラメータについては、1976-1999年の車両に関するデータ(出所は表-1を参照)を1期(3年)毎に集計した値を用いた。そして建設省で用いられている速度と走行燃費の関係をもとに走行燃費式を作成した。これら今回設定した関数・パラメータを表-2に示す。

現況再現性をみるために1期(1976-1978年)から4期(1985-1987年)までの変数を所与として、5期(1988-1991年)から8期(1997-1999年)を推計した。

乗用車保有台数、乗用車総走行量、燃料消費量、車種2(小型ガソリン車)の単体燃費、鉄道総移動距離の8期

(1997-1999年)までの実績値と4期(1985-1987年)から8期の推計値を図-4に示す。RV車の急増など保有に関してはまだ十分表現できておらず、保有台数及び鉄道総移動距離について実績値との乖離が最大で約10%存在するが、総走行距離、燃料消費量は5%程度の乖離であり、まずまずの推定値が得られているものと判断した。

(2) 感度分析

次に感度分析として、取得税/保有税/燃料税、また車種、燃料別の各税率を2000年時点でそれぞれ10%引上げたときの4期後(2009-2011年)における燃料消費量の弾力性(税額の増加率に対する燃料消費量の削減率)を求めた(表-3)。各税の10%引き上げは、税額自体が異なっている。そこで次に燃料税を10%引上げると同額を取得税(81%に相当)と保有税(29%に相当)で行った場合の燃料消費量の削減率(増税しない場合との比較)を示す(表-4)。

その結果、取得や保有段階の課税よりも燃料に課税するのが燃料消費量の削減に有効であると推定された。この結果は、林ら⁶⁾及び蓮池⁹⁾と結果と一致しているが、短期的には燃料税増徴策が望ましいものの、長期的には重量税増徴策の方が燃料消費量の削減に有効であるという酒井ら⁷⁾の結果とは異なる。

また現行のガソリン税(54.8円/l)の10%の引上げは、ガ

表-3 感度分析結果

税目間	取得税	保有税	燃料税
	0.004	0.007	0.075
車種間	小型車	普通車	軽
	0.002	0.005	0.000
燃料間	ガソリン		軽油
	0.074		0.001

それぞれ10%増税した場合の弾性値である。

表-4 乗用車1台あたりの税額を一定にしたときの燃料消費量削減率の比較

取得税81%	保有税29%	燃料税10%
-0.422	-0.314	-0.750

ソリン価格(設定では110円/l)の5%の上昇に相当するため、ガソリン消費量の価格弾力性は0.15となる。この数値は、蓮池⁸⁾や欧米の先行研究で得られている0.2程度という値よりも小さい⁽⁹⁾。

(3) 道路特定財源、自動車メーカー考慮の影響

本研究の特徴は道路特定財源を通じた道路整備、また自動車メーカーの燃費改善投資を考慮していることである。そこで税制を変更せず、道路面積の増加や自動車メーカーによる燃費改善を考慮しない場合との比較を行う(2000年をもとに4期後(2009-2011年時点)の燃料消費量の変化率を示す)。

道路整備を無視する場合、燃料消費量が1.0%減少するとの結果を得た。逆にいうと道路特定財源制度による道路整備が走行速度を上昇させる。この上昇を通じて走行量が増大する(そして走行速度は低下する)。最終的に燃料消費量が増加することを意味している。一方、自動車メーカーの単体燃費の向上を無視することにより、5.1%燃料消費量が増加すると推定された。

これらの数値は先の弾力性の数値と比較しても無視できない大きさであり、本研究で考慮した道路特定財源や自動車メーカーの取扱が重要であることを表している。

(4) 政策シミュレーション

次に、以下の政策について2000年に実施したと仮定して、4期後(2009-2011年時点)を予測するシミュレーションを行う。なお、外生変数は8期以降変化しないものと設定した。

- ① 1999年時点での税収中立のもとでの税率の変更
 - a) 取得税・保有税のグリーン化(燃費の悪い車種4,5を引上げ、燃費のよい車種1,2,3を引下げる)
 - b) 取得・保有税の引下げと燃料税の引上げ

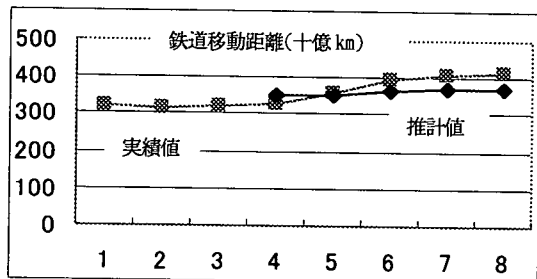
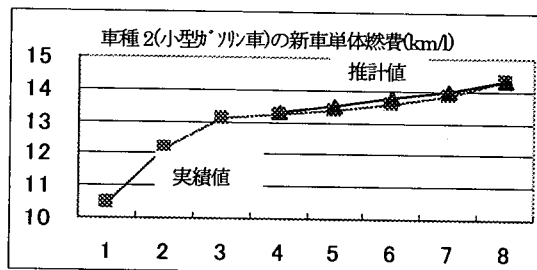
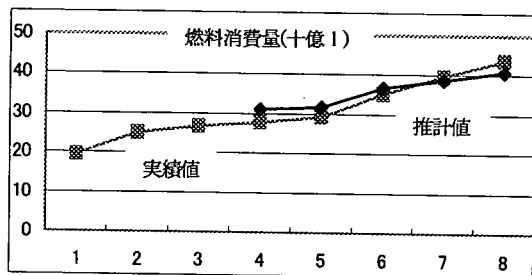
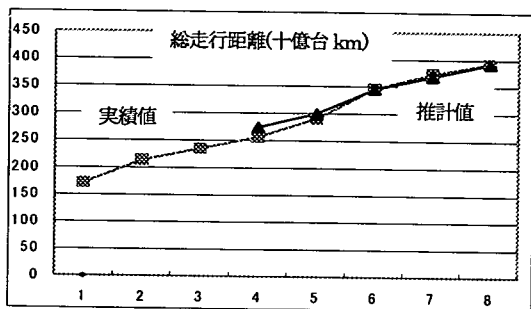
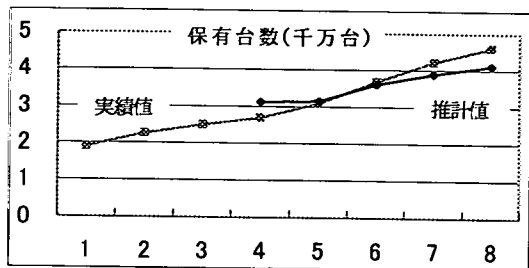


図-4 モデルの再現性
(横軸の数字は期を表す)

表-5 シミュレーション結果（変更しない場合からの変化率(%)）

ケース	1a	1b	2a	2b	2c	2d	3
設定	取得・保有税の変更	取得・保有税軽減, 燃料税増徴	鉄道運行費用への補助	鉄道価格への補助	自動車メーカーへの燃費改善技術補助	軽・小型乗用車の価格補助	取得・保有税軽減 燃料税増徴+鉄道価格補助
	軽・小型 -50%	取得・保有 -50%	道路財源の10%	道路財源の10%	道路財源の10%	道路財源の10%	1b+2b
	普通 +74.3%	燃料 +46.1%					
燃料消費量	-0.391	-3.989	-0.125	-0.743	-0.239	-0.053	-4.718
保有台数	-0.231	0.086	-0.019	-0.230	-0.017	0.181	-0.149
普通車比率	-3.878	1.095	-0.004	-0.125	0.002	-1.901	0.990
平均走行距離	0.127	-3.364	-0.309	-0.673	-0.288	-0.232	-4.292
総走行距離	-0.105	-3.551	-0.328	-0.901	-0.305	-0.052	-4.435
平均速度	0.001	0.588	-0.370	-0.298	-0.373	-0.411	0.291
走行燃費(小型が7%)	0.010	0.320	-0.202	-0.164	-0.071	-0.225	0.156
鉄道旅客人キロ	0.134	0.553	0.063	1.287	0.052	-0.001	1.886
道路面積	-0.071	0.764	-2.388	-2.396	-2.375	-2.397	-1.711
単体燃費(小型が7%)	0.010	0.000	0.000	-0.001	0.133	-0.001	-0.002
鉄道車両キロ	0.091	0.430	12.804	0.990	0.033	-0.011	1.467
税収	-0.471	-3.059	-0.053	-0.365	-0.094	-0.408	-3.488

②各税率は変更せず、道路特定財源の税収の10%を道路整備以外に充当する

- a) 鉄道事業者への補助（補助により、鉄道事業者は車両キロを増大させる）
- b) 鉄道サービスの価格補助（補助金と運賃収入の減少分が一致するように価格を引下げる）
- c) 自動車メーカーへの燃費改善技術開発投資への補助（補助により、投資が増加する）
- d) 燃費のよい乗用車（車種1,2,3）への価格補助（自動車メーカーの収入の減少分と補助金額が一致するまで価格を一律引下げる）

③ ①と②で燃料削減効果の大きかった①b)と②a)価格補助を組合せて実施する。

政策を変更しない場合との比較結果を表-5に示す。今回のモデル及び設定したパラメータにおいては、1999年時点での税制中立という条件での軽・小型車の取得・保有税を引下げ、普通車の取得・保有税を引上げるとは、小型車の走行距離の増大を招き、削減効果が小さいこと、公共交通について運行費補助より価格補助の方が効果的であること、自動車メーカーに対しては、価格補助より燃費改善技術開発投資への補助が有効であるという結果となった。そして燃料税を引上げ、取得・保有税を引下げることに加えて自動車関連税収を鉄道に補助することにより、4期後(2009-2011年)で燃料消費量が約4.7%削減されるという結果が得られた。COP3における運輸部

門のCO₂排出量の削減を税制で達成するには、燃料税を現行の2倍以上にする必要があり、また効用水準の低下も招くことから、税制のみによる燃料消費量削減には限界があるといえる。

6. 結論と課題

本研究は、自動車関連税制に注目して、世帯および自動車メーカーの行動を明示し、保有・使用・速度の相互作用を考慮し、また税収の用途についても分析可能なCHUOモデルを用いて、乗用車の保有・使用に関する弾力性分析を試みた。道路特定財源や自動車メーカーによる単体燃費改善が燃料消費量の推計に大きな影響を与えることを指摘し、以下のことを明らかにした。①燃料消費量の削減には取得税や保有税よりも燃料税への課税が最も効果的であること、②公共交通（鉄道）に充当することにより、さらに削減効果が高められること、③自動車メーカーの研究開発への補助も検討に値するものであること、そして④税制のみによる燃料消費量削減には限界があること、を導いた。

しかし、本モデルには移動目的の無視、貨物輸送や労働市場の無視、パラメータの妥当性（特に、消費者の車種選択、自動車メーカーの投資・価格と燃費、交通量と速度の関係）の検討が不十分、時間帯別や都市部と地方

部における混雑状況の違いを無視している、など多くの課題が残されている。これらについては、EU で開発されたモデル¹⁾、武藤ら⁸⁾、Mayeres¹³⁾の研究等で部分的に考慮されており、今後更なる検討を行いたいと考えている。さらに、燃料品質の改善や代替エネルギー車の導入政策の検討、炭素・エネルギー税の導入による経済構造の影響分析、さらに途上国の大都市にも適用できるようなモデルの拡張を行う予定である。

最終的には、自動車関連税についての政策の作成、あるいは制度の設計に資するシミュレーションを行うことをめざしている。

注

- (1)本モデルでは公共交通を鉄道とみなしている。従って乗用車と鉄道以外の交通手段による移動はすべて合成財に含めていることになる。実際にはバスやバイクも存在するため、今後、再検討していく必要がある。ちなみに平成9年度の輸送人口は、乗用車が55.4%、鉄道が31.1%、バスが7.3%となっている(陸運統計要覧)。
- (2)走行量や残存価値等には依存しないと仮定していることになる。EUCARS、蓮池ではこうした点を考慮したモデル化がなされており、改善の余地があると考えている。
- (3)生産費用を表す式(3)および投資と燃費の関係式(4)については改善の余地がある。今回は生産費用については、部分均衡のモデルであるため、単体燃費及び自動車価格を表現するにとどめた。実際には、企業は原料(要素)の結合比率の決定行動も行っていることに留意する必要がある。また投資については、本来、知識ストックに転化し、タイムラグを経て技術成果が得られるという形で一般的に定式化されている¹⁴⁾。実証研究¹⁰⁾においては、応用研究は2-3年で知識ストックが技術性となるという推定結果を得ており、今回は1期3年以内に実現すると仮定し、知識ストックについて記述しなかった。ただし基礎研究については転化するまでに7年程度要するという結果を得ており、今後、検討を加えていきたいと考えている。
- (4)地方都市において見られる3台以上の保有はないものと仮定している。今後、都市と地方の区別、また地方においては世帯ベースではなく個人ベースで保有を捉えることも含め、改良を行いたい。
- (5)保有効用が高いほど使わないという可能性もある。世帯が2台保有する場合、1台を軽自動車とするケースが多いが、軽自動車は乗用車より燃費がよいが、走行量は短い。これを表現するために保有効用が走行比率に影響を与えるという仮定を導入している。これは使用目的が車種により異なるためと考えられるが、本モデルでは使用目的まで考慮していない。今後の課題としたい。
- (6)今回は、廃車率を固定としているので、税制により中古車が廃車される台数の影響は分析できない。今後の課題である。

そのため、中古車→中古車の選択を排除しても全体の台数自体は影響を受けない。また車種別の走行量に関しても1台保有世帯と2台保有世帯で大きく異ならないため、モデル全体としての本質は失われないものと考えられる。

- (7)以上の鉄道のサービス水準および列車キロの決定モデルは、鉄道事業者の行動規範の根拠があいまいであること、全国の鉄道を1本の式で表現しているため、都市部で課題とされる混雑を無視していること、など、多くの課題を抱えている。本稿では式(2)を通じて世帯の行動に影響を与える鉄道の車両キロの推移がきちんとトレースできているかという観点から把握したにとどまる。今後修正していく必要がある。
- (8)つくば市は自動車に依存したライフスタイルが確立している都市(公共交通への転換が難しい都市)、都区部は公共交通が発達し、転換も容易であるという都市として取り上げている。つくばを地方圏の代表と仮定して0.2という数値を用いた。この数値について先行研究では、0.19(蓮池)、0.23(林)という値が用いられている。しかし、海外においては0.06前後という研究もあり、今後、より詳細な検討が必要である。
- (9)蓮池⁹⁾は、1997年に税制を変更して2012年を予測するというシミュレーションを行い、燃料税を5円(炭素税に換算すると1炭素トン当たり8000円に相当する)上げると、燃料消費量が1.0%削減されること、すなわちガソリン消費量の価格弾力性が約0.2との結果を得ている。
二村¹⁶⁾はガソリンの需要関数を推定し、価格弾力性が0.21であることを明らかにしている。そして炭素税やグリーン化の効果について検討し、1990年比-6%とするためには、190.5円/lの課税が必要との結論を得ている。しかし、保有や走行といった世帯のミクロな消費行動をモデル化しておらず、厚生損失やリバウンド効果の発生可能性を指摘するにとどまっている。
また永田は、エネルギー間競争モデルの中で、自動車輸送人口の価格弾力性が0.2179、貨物用軽油需要量の価格弾力性が0.0748であるとの結果を得ている¹⁷⁾。

謝辞：本研究は文部省科学研究費奨励研究(A)課題番号12750499の助成を受けた研究成果の一部である。また本研究をすすめるにあたり、日本交通政策研究会・共同研究「自動車関連税制が環境目的のために果たせる役割に関する研究(自動車環境税制)プロジェクト」のメンバーとの議論が有益であった。そしてシミュレーションにあたっては、加藤正康(警察庁)、遠藤光太郎(日本通運)氏の協力を得た。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) EC: EUCARS Ver.3.0 - A partial equilibrium European CAR emissions Simulation model, 1998.
- 2) EC, Standard & Poor's DRI and K. U. Leuven: The AOP II Cost-effectiveness Study Part II: The TREMOVE Model 1.3, 1999.

- 3) US DOE: Effects of Feebates on Vehicle Fuel Economy, Carbon Dioxide Emissions, and Consumer Surplus, 1995.
- 4) Goldberg, P. K.: The Effects of The Corporate Average Fuel Efficiency Standards, *NBER Working Paper* 5673, 1996.
- 5) 塚田路治, 松橋隆治, 吉田好邦, 石谷久, 小林紀, 武石哲夫: ロジックモデルを用いた運輸部門のCO₂排出量低減策の分析, シミュレーション, Vol.15, No.2, 47-54, 1996.
- 6) 林良嗣, 加藤博和, 上野洋一: 自動車関連税の課税レベルと税関バランスによるCO₂削減効果の差異に関する分析, 運輸政策研究, Vol.2, No.1, 2-13, 1999.
- 7) 酒井祐輝, 武藤慎一, 高木朗義: 自動車外部不経済削減政策の動学的便益帰着分析, 土木計画学研究講演集, No.23(1), 247-250, 2000.
- 8) 武藤慎一, 上田孝行, 笹尾和樹, 森杉壽芳: 動学的応用一般均衡モデルによる自動車外部不経済便益削減政策の国民経済的評価, 地球環境シンポジウム, 1999.
- 9) 蓮池勝人: 環境保全のインセンティブ機能を念頭においた自動車関連税制の検討, 東京大学大学院経済学研究科修士課程学位論文, 2001.
- 10) 布施正暁, 谷下雅義, 鹿島茂: 自動車における燃費向上技術の技術革新に関する基礎的研究, 第53回土木学会年次講演会講演集 CS-207, 2000.
- 11) 二宮和彦: 企業経営と研究開発の関係に関するシミュレーションの試み(その1), 研究・技術・計画, Vol.6, No.2/3, 53-62, 167-175, 1991.
- 12) 谷下雅義, 鹿島茂: 自動車関連税制が自動車の保有・利用に及ぼす影響の分析, 土木計画学研究講演集, No.21(1), pp.267-270, 1998; 谷下雅義, 加藤正康, 鹿島茂: 自動車関連税制が自動車の保有・利用に及ぼす影響の分析(その2), 土木計画学研究講演集, No.22(2), 587-590, 1999.
- 13) 宮城俊彦: ネスティッド・エントロピーモデルとその応用, 土木計画学研究講演集, No.18(2), 163-166, 1995.
- 14) 加藤正康, 谷下雅義, 鹿島茂: 世帯に着目した自動車の保有と使用に関する研究, 第26回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, 690-691, 1999.
- 15) Mayeres, I.: The Efficiency Effects of Transport Policies, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.34, Part.2, 233-259, 2000.
- 16) 二村真理子: 自動車交通に関する二酸化炭素排出抑制, 公益事業研究, Vol.51, No.2, 1-8, 1999.
- 17) 永田豊: エネルギー間競合モデル, 電力経済研究, No.35, pp.93-106, 1995.

(2001. 4. 23 受付)

IMPACT ANALYSIS OF CAR RELATED TAX ON OWNERSHIP AND USAGE OF PASSENGER CARS

Masayoshi TANISHITA and Shigeru KASHIMA

We built a partial equilibrium model for impact analysis of car related tax on ownership and usage of passenger cars. In this household behavior sub-model, interaction between car ownership and usage and between vehicle speed and usage are expressed clearly. Furthermore, as tax expenditure, not only road construction but also subsidies for public transport and/or carmaker's investment of fuel economy improvement are considered. Applying this model to Japan, we show that i) fuel tax is more effective than acquisition and ownership tax and ii) subsidies for public transport have a possibility to reduce fuel consumption.