

自動車関連税制の変更による燃料消費量削減効果の推計手法の開発

Vehicle Fuel Consumption Estimation Model for Impact Analysis of Changing Car Related Tax

遠藤謙一郎** 谷下雅義*** 鹿島茂***

By Kenichiro ENDO, Masayoshi TANISHITA and Shigeru KASHIMA

1. はじめに

近年、地球温暖化防止、特に CO₂ 排出量を削減させる対策や技術が世界各国で検討されている。その1つとして自動車関連税制の変更が挙げられる¹⁾。

自動車関連税は大きく分けて購入時の取得税、保有時の保有税、利用時の燃料税の3つに分類され、各税率は排気量や燃料によって異なる。これらの税率が自動車の保有・利用行動に影響を与え、結果として自動車からの CO₂ 排出量 (= 燃料消費量) を決定する。そのため、自動車関連税制の変更による燃料消費量の削減効果を分析するためには、自動車の保有、使用から走行速度、走行燃費、燃料消費までのプロセスが明示される必要がある。ここには自動車の保有・使用が走行速度や燃料消費量に影響を与えるが、これらが再度自動車の保有や使用に影響を与えるというフィードバック構造が考慮されるべきである。

こうした自動車の燃料消費量の推計手法には、変数間の関係に注目した経験式にもとづく経験型のモデルと主体の行動を定式化する行動型のモデルが提案されてきた。本研究は、前者について検討する。

経験型のモデルに関する既存研究^{2)~4)}では、平均速度、走行燃費、道路整備水準はほとんど外生的に扱われている。そのためフィードバック構造は明示的に考慮されていない。

また自動車関連税収は道路特定財源制度により、その多くが道路整備目的のために使用されているが、道路整備が自動車保有・利用を促進し、燃料消費量が増加してしまう可能性がある⁴⁾。

そこで本研究は、従来研究を拡張し、日本全国を分析単位とした乗用車の燃料消費量推定モデル (Car - Household Usage and Ownership Macro Model; 以下 CHUO-Macro モデルと記す) を作成することを目的とする。拡張する点は、①乗用車の保有・使用に加えて走行速度・走行燃費を取り扱う、②保有・使用・速度・走行燃費間のフィードバック構造を取り入れる、③自動車関連税の税率や税収の使途の影響が分析できるよう変数を明示化するとともに交通インフラ整備をモデル化する、ことである。

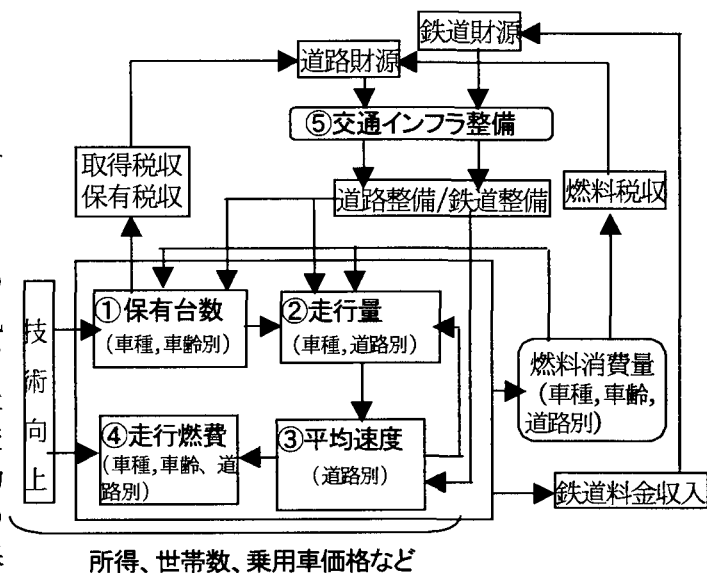


図1 燃料消費量推定モデルの全体構成

2. 乗用車燃料消費量推定モデル (CHUO-Macro モデル) の概要

燃料消費量推定モデルの構造を図1に示す。このモデルは①保有台数 (車種, 車令別)、②走行量 (車種, 道路別 1台当たり年間走行量)、③平均速度 (道路別)、④走行燃費 (車種, 車令, 道路別)、⑤交通インフラ整備、の5つのサブモデルから構成される。

①保有台数は自動車取得税・保有税によって影響を受け、②走行量は燃料税によって影響を受ける。そして①保有台数が②走行量に影響を与え、②走行量は③平均速度に影響を与える。さらに③平均速度の結果が④走行燃費に影響を与える。①②④の結果から燃料消費量が推定される。ここで移動速度の低下は時間制約となって走行量の減少を招く、また燃料消費量と燃料価格から定まる燃料費用が予算制約を通して①保有台数と②走行量に影響を与える、という2つのフィードバック構造を組み入れている。

また保有・利用行動の結果、自動車関連税収が定まり、これを財源として政府は道路を建設・維持管理する。また鉄道料金収入を鉄道財源として鉄道業者は運営していると考え、⑤交通インフラ整備モデルを構築している。

本研究では、車種としてガソリン車 (小型、普通)、軽油車 (小型、普通)、軽乗用車の5タイプ、車齢は0歳 (新車) ~ 12歳まで、道路は高速道路、国・都道府県道路、市町村道路の3タイプを取り扱う。税率に関して、保有税は車種、燃料税はガソリン、軽油を考慮している。世帯数、世帯所得 (本研究

*キーワード: 自動車保有・利用、地球環境問題

**正員 埼玉県 土木部

***正員 工博 中央大学 理工学部土木工学科

〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27

TEL: 03-3817-1817/FAX: 03-3817-1813

では、県民分配所得を世帯数で除した値を用いた。)、乗用車価格、単体燃費、燃料税抜き価格は外生変数として扱っている。

3. 各サブモデルの定式化

以下、各サブモデルについて説明するが、変数そして関数式の選択については試行錯誤を行なって経験式を作成した。なお、各サブモデルは1期間を1年とし、日本全国を対象としている。パラメータの推定については1974年から1996年の23年間、23組のデータセットを用いて、また非線形モデルにおいてはTSP (TSP インターナショナル社 ソフトウェア) を使用して行なっている。^(註1) 使用したデータの出典を論文末に記した。

(1) ①保有台数(車種別車齢別)モデル⁵⁾

車種別車齢別保有台数の推定フローを図2に示す。本研究では、既存研究^{4) 5)}と同様に、世帯の乗用車保有率と乗用車の生存率をそれぞれ推定し、それらの差から新車の販売台数とし、その新車については消費者(世帯)の効用最大化行動(ロジット選択として表現)から車種・燃料種別に配分するようモデル化を行った。また登録乗用車(ガソリン車、軽油車)と軽乗用車を別々に推定している。車種別車令別保有台数データは各年度の「自動車保有車両数」を使用した。以下、図2に従って、具体的な式を示す。

(a) (世帯当たり)登録乗用車保有率

登録乗用車保有率を乗用車の保有のしやすさを表す経済的要因と乗用車の必要性の程度を表す交通インフラ整備水準を考慮して(1)式より推定する。経済的要因として、所得

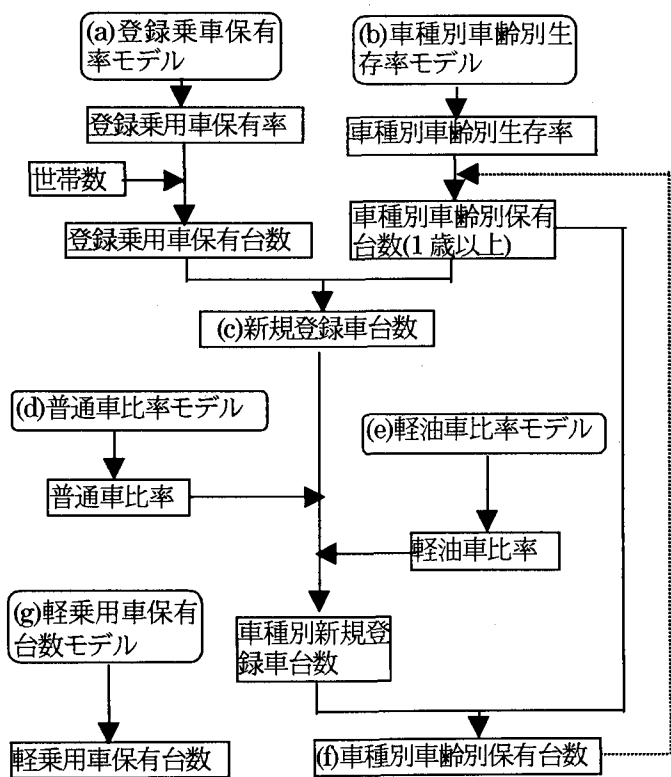


図2 車種別車齢別保有台数モデルのフロー

に対する取得に要する購入費用および使用に要する保有税と燃料費用を用いるが、購入の際、使用につける重みを α として取り入れる。パラメータの推定にあたり、購入費用、保有税、年間燃料費は小型車のデータを用いた。推定結果を表1に示す。

$$J = a_0 \times \left(\frac{P_s + \alpha(H_s + FC_s)}{I} \right)^{a_1} \times \left(\frac{TL}{DL} \right)^{a_2} \tag{1}$$

J:登録乗用車保有率、 P_s :購入費用(販売価格+取得税+消費税)、 H_s :保有税(自動車税+重量税)、 FC_s :年間燃料費、I:世帯所得、TL:鉄道走行車両キロ DL:改良済み道路延長、 $a_0 \sim a_2$:パラメータ

表1 登録乗用車保有率モデルのパラメータ推定結果

a_1 :経済的要因	-1.18 (-14.43)
a_2 :交通インフラ整備水準	-0.19 (-18.70)
決定係数	0.92

()内はt値、以下同じ

(t検定により $\log(a_0) \neq 0$ は95%信頼水準で棄却されたため、 $a_0=1$ とした。また $\alpha=1$ と設定した。)

(b)車種別車齢別生存率

現在保有している乗用車をそのまま保有しつづけるか、廃車にするかをロジット選択として表現し、生存率 L_{qm} を車種別に(2)式より推定する。パラメータの推定にあたり、車齢を12歳まで、耐久性を西暦で表現した。推定結果を表2に示す。

$$L_{qm} = \frac{\exp U_{1q}}{\exp U_{1q} + \exp U_{2q}} = \frac{1}{1 + \exp(U_{2q} - U_{1q})} \tag{2}$$

$$U_{2q} - U_{1q} = b_0 + b_1 \cdot T + b_2 \cdot m$$

L_{qm} :車種q、車齢mの乗用車の生存率
 U_{1q} :車種qの現車を乗りつづける効用
 U_{2q} :車種qの乗用車を廃車にする効用、
T:乗用車の耐久性(西暦で表現)、 $b_0 \sim b_2$:パラメータ

表2 車種別車齢別生存率モデルのパラメータ推定結果

ガソリン車	小型	普通
b_1 :耐久性	-2.71×10^{-3} (-55.31)	-5.24×10^{-3} (-7.92)
b_2 :車齢	0.46 (35.16)	0.37 (30.01)
b_0 :定数項		98.36 (7.50)
決定係数	0.83	0.80

軽油車	小型	普通
b_1 :耐久性	-2.69×10^{-3} (-56.61)	-0.12 (-8.60)
b_2 :車齢	0.42 (33.58)	0.34 (13.0)
b_0 :定数項		2.34×10^2 (8.38)
決定係数	0.82	0.78

(c)新規登録車台数

新規登録車台数は登録乗用車保有台数から生存台数を差し引くことにより求める。

(d)新規登録車普通車比率

新車を購入する際に小型車にするか、普通車にするかを決定するモデルであり、その際の普通車比率 F を(3)式より推定する。

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

$$U_2 - U_1 = c_0 + c_1 \left(\frac{P_L - P_S}{I} \right) + c_2 \left\{ \frac{(H_L + FC_L) - (H_S + FC_S)}{I} \right\}$$

F : 新規登録車普通車比率

U_1 : 普通車を選択する効用 U_2 : 小型車を選択する効用

P_L : 普通車購入価格 H_L : 普通車保有税

FC_L : 普通車燃料費用 FC_S : 小型車燃料費用

$c_0 \sim c_2$: パラメータ

パラメータ推定結果を表3に示す。

表3 新規登録車普通車比率のパラメータ推定結果

c_1 :購入費用	7.52 (3.53)
c_2 :維持費用	1.72×10^2 (3.31)
c_0 :定数項	-4.27 (-8.77)
決定係数	0.95

(e)小型、普通車別新規登録車軽油車比率

小型車、普通車について燃料をガソリンにするか、軽油にするかを決定するモデルであり、その際の軽油車比率 D を小型車、普通車別に(4)式より推定する。軽油車の保有台数データが1983年から1996年までしか存在しないため、ガソリン車も同じ期間までのデータを用いて(すなわち、データ数14)、キロ当たり燃料費用は新車の単体燃費と燃料価格により求めたデータをパラメータ推定に用いた。

$$D_q = \frac{\exp U_1}{\exp U_1 + \exp U_2} = \frac{1}{1 + \exp(U_2 - U_1)} \quad (4)$$

$$U_2 - U_1 = d_0 + d_1 \left(\frac{KC_{D,q}}{KC_{G,q}} \right) + d_2 \{ D_{t-1,q} \}$$

D_q : 車種 q (小型(S)、普通(L))の新規登録車軽油車比率

U_1 : 軽油車を選択する効用

U_2 : ガソリン車を選択する効用

$KC_{G,q}$: 車種 q 、ガソリン車の新車のキロ当たり燃料費用

$KC_{D,q}$: 車種 q 、軽油車の新車のキロ当たり燃料費用

$D_{t-1,q}$: 前年度軽油車比率 $d_0 \sim d_2$: パラメータ

パラメータ推定結果を表4に示す。

表4 新規登録車軽油車比率のパラメータ推定結果

	小型車	普通車
d_1 :燃料費用比	2.33 (14.23)	5.53 (3.09)
d_2 :前年度軽油車比率	-7.06 (-8.37)	-1.19 (-13.02)
d_0 :定数項		-5.35 (-5.47)
決定係数	0.90	0.94

(f)車種別新規登録車台数

車種別新規登録車台数は新規登録車台数にこれらの普通車比率、軽油車比率を乗じ求める。

(g)軽乗用車保有率モデル

軽乗用車保有率を登録乗用車と同様、(5)式より推定する。

$$K = e_0 \times \left(\frac{P_K + \alpha(H_K + FC_K)}{I} \right)^{e_1} \times \left(\frac{TL}{DL} \right)^{e_2} \quad (5)$$

K : 軽乗用車保有率

P_K : 軽乗用車購入費用、 H_K : 軽乗用車保有税

FC_K : 軽乗用車平均燃料費用 $e_0 \sim e_2$, α : パラメータ

パラメータ推定結果を表5に示す。

表5 軽乗用車保有率のパラメータ推定結果

e_1 :経済的要因	-4.50 (-3.30)
e_2 :交通インフラ整備水準	-1.17 (-4.22)
決定係数	0.78

$\log(e_0) \neq 0$ は95%の信頼水準で棄却され、 $e_0=1$ とした
また $\alpha=1$ と設定した。

(2) ②走行量(車種別道路別)モデル

車種別道路別走行量は、車種別走行量を推定した後、それらを道路タイプ別の面積に基づいて道路タイプ別の走行比率を求める、という2段階で推定する。車種別走行量は、保有台数が多いほど増加し、平均(移動)速度が遅いほど減少し、さらに公共交通が充実しているほど減少する(ここでは、鉄道走行車両キロを指標とする)と考えられる。これらを次のようにモデル化した。

(a)車種別走行量

走行量(km/台・年)は小型・普通、車齢によらず等しいと仮定する。まずガソリン車走行量 d_0 を前述の条件を考慮した(6)式より推定する。パラメータの推定にあたり、走行量を各年度の「自動車輸送統計年報」のデータを用いた。

d_G = f_0 \times (KC_G)^{f_1} \times (V)^{f_2} \times \left(\frac{TL}{POP} \right)^{f_3} \tag{6}

d_G: ガソリン車走行量
KC_G: ガソリン車キロ当り燃料費用
V: 平均速度
POP: 人口 f_0~f_3: パラメータ

軽油車、軽乗用車はガソリン車をベースに(7)式より推定する。軽油車と軽乗用車の走行量も「自動車輸送統計年報」のデータを用いたが、1987年から1996年までのデータしか存在していなく、その期間のデータ(すなわち、データ数10)を用いてパラメータの推定を行った。

dq = d_G \times \left\{ g_0 + g_1 \cdot \left(\frac{KC_q}{KC_G} \right) \right\} \tag{7}

dq: 車種q(軽油(D)、軽(K))の走行量
KC_q: 車種qのキロ当り燃料費用 g_0, g_1: パラメータ

以上のパラメータ推定結果を表6に示す。

表6 車種別走行量のパラメータ推定結果

	ガソリン車
f ₁ :キロ当り燃料費用	-0.20 (-2.08)
f ₂ :平均速度	0.53 (1.78)
f ₃ :人口当たり鉄道走行車両台キロ	-0.43 (-5.39)
f ₀ :定数項	1.54×10 ³ (5.04)
決定係数	0.87

	軽油車	軽乗用車
g ₁ :燃料費用比	-0.66 (-3.18)	-2.74 (-3.29)
g ₀ :定数項	1.69 (15.64)	2.25 (4.71)
決定係数	0.56	0.57

(b)道路別走行比率

道路交通センサスの自動車総走行台キロは都道府県道以上なので市町村道路走行距離は「自動車輸送統計年報」の総走行距離と「道路交通センサス」の総走行台キロの差であると仮定する。まず、高速道路走行比率Y_Hを高速道路と国・都道府県道の面積比を用いて(8)式より推定した。高速道路走行比率は、1980年から1994年までの「道路交通センサス」の各調査年度のデータをパラメータの推定に用いた。推定結果を表7に示す。

Y_H = \frac{d_H}{d_H + d_K} = \frac{1}{1 + \exp \left\{ h_0 + h_1 \left(\frac{R_H}{R_K + R_H} \right) \right\}} \tag{8}

d_H: 高速道路走行量 d_K: 国・都道府県道路走行量
R_H: 高速道路面積 R_K: 国・都道府県道路面積
h_0, h_1: パラメータ

表7 高速道路走行比率のパラメータ推定結果

h ₁ :面積比率	-27.54 (-18.97)
h ₀ :定数項	3.95 (43.89)
決定係数	0.99

一般道路(国・都道府県道路+市町村道路)に対する市町村道路の走行比率(市町村道路走行比率)は、乗用車0.407、貨物車0.173と仮定した。

車種別走行量と道路タイプ別走行比率から車種別道路別走行量を求める。

(3) ③平均速度(道路別)モデル

平均速度(km/h)は、マクロQ-V式と呼ばれる自動車の総走行距離と道路面積の比率を用いて表す。(道路面積を一定とすると)総走行距離が増加すると移動速度が低下するという関係を、具体的には(9)式と仮定し、推定する。また高速道路は80(km/h)、市町村道路は国・都道府県道路と等しいと仮定した。この平均速度は道路交通センサスのデータを用いている。

V_K = i_0 + i_1 \cdot \left(\frac{D_K}{R_K} \right) \tag{9}

D_K = D_KJ + D_KT

V_K: 国・都道府県道路の平均速度、D_K: 国・都道府県道路の自動車総走行距離、D_KJ: 国・都道府県道路の乗用車総走行距離、D_KT: 国・都道府県道路の貨物車総走行距離(外生)、i_0, i_1: パラメータ

パラメータ推定結果を表8に示す。

表8 平均速度モデルのパラメータ推定結果

i ₁ :国・都道府県道路走行距離 国・都道府県道路面積	-9.29×10 ⁻⁸ (-6.36)
i ₀ :定数項	57.84 (16.71)
決定係数	0.91

(4) ④走行燃費(車種別車齢別道路別)モデル

一般に平均速度(km/h)が低下すると燃費(km/l)は悪化し、その関係は非線形であることが知られている。またショートトリップの平均速度は2次関数で表されることが多いが、本研究では年間の平均速度を考えているため、(10)式のように指数関数を仮定した。そして車種q、車令m、道路rにおける走行燃費f_{qmr}は乗用車自体の燃費性能Fと平均速度vにより以下の式で表されると仮定する。

$$f(v) = j_0 \cdot \exp(j_1 \cdot v) \tag{10}$$

$$f_{q,m,r} = f(F_{q,m}, v_r) = F_{q,m} \cdot f(v_r)$$

$F_{q,m}$: 車種 q 、車齢 m の乗用車の単体燃費(l/km)
 j_0, j_1 : パラメータ

パラメータはガソリン車、軽油車、軽乗用車別に推定した。走行燃費は「自動車輸送統計年報」のデータを用いたが、軽油車と軽乗用車のデータが 1987 年から 1996 年までしか存在しないため、ガソリン車も 1987 年からのデータを用いた（すなわち、データ数は 10 である）。燃費性能はガソリン車、軽は 10 モード燃費、軽油車は 60(km/h)定地走行燃費の値を用いた。また、軽乗用車は車齢別保有台数が存在しないため、小型ガソリン車と同じ車齢構成比であると仮定した。パラメータ推定結果を表 9 に示す。

表 9 走行燃費モデルのパラメータ推定結果

	ガソリン車	軽油車	軽乗用車
j_1 :平均速度	-4.28×10^{-2} (-9.27)	-5.14×10^{-2} (-5.75)	-6.95×10^{-2} (-5.45)
j_0 :定数項	6.57 (6.21)	14.36 (3.22)	20.12 (2.29)
決定係数	0.88	0.86	0.87

(5) ⑤交通インフラ整備モデル

以下に示す交通インフラ整備モデルは、現行の自動車関連税収の多くが道路特定財源として道路整備・維持管理に充当されているため、税率及びその用途の変更による効果の分析にあたり必要不可欠なサブモデルである。しかし、以下に示すモデルは道路や鉄道の整備・サービス水準の決定をきわめて単純に表現している。今回は、初期段階のモデルとして導入しているが、今後見直すべき大きな課題のひとつである。

(a)年間道路建設面積の推計

道路財源は大きく分けて 1)道路特定財源、2)一般財源、3)財政投融资等から成り立っている。図 3 に年間道路建設面積を求める考え方を示す。前述したモデルのアウトプットである $t-1$ 年の乗用車の取得・保有・使用の各段階から得られる税収（貨物車は外生的に扱っている）が t 年の道路財源となり、道路財源から維持費用を引いた額が道路建設に充てられると仮定する（再検討が必要である）。(11)式に示す 1 切当たり道路維持費用 μ_r と道路建設費用 λ_r を用いて年間道路建設面積を推定する。ここでは、1 年で道路が完成すること、さらには 1 切当たり道路維持費用 μ_r と道路建設費用 λ_r は世帯所得に比例すると仮定しているなど大胆な仮定をおいており、今後、改善すべき課題の一つである。

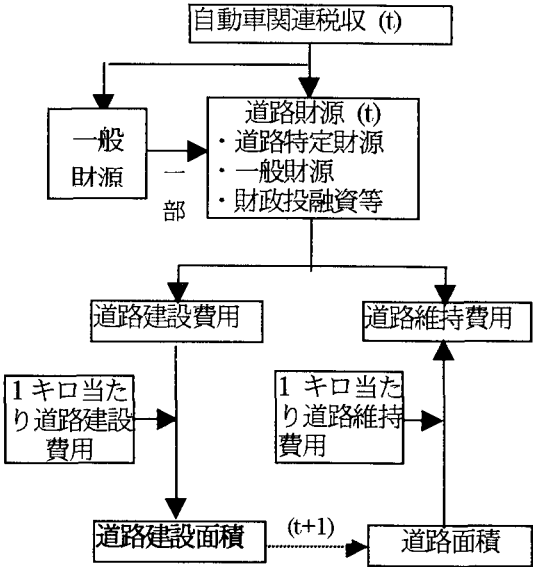


図 3 年間道路建設面積の考え方

$$\mu_r = k_0 + k_1 \cdot I \tag{11}$$

$$\lambda_r = l_0 + l_1 \cdot I$$

I : 世帯所得 k_0, k_1, l_0, l_1 : パラメータ

パラメータ推定結果を表 10 に示す。

表 10 道路別 1 キロ当たり
建設・維持費用のパラメータ推定結果

維持	高速道路	国・都道府県	市町村
k_1 :世帯所得	4.98×10^{-8} (36.66)	7.70×10^{-9} (35.79)	4.59×10^{-9} (19.10)
k_0 :定数項			-7.39×10^{-3} (-5.72)
決定係数	0.82	0.83	0.95

建設	高速道路	国・都道府県	市町村
l_1 :世帯所得	1.56×10^{-5} (6.21)	3.75×10^{-6} (8.20)	1.86×10^{-6} (9.60)
l_0 :定数項	-39.46 (-5.51)	-11.32 (-4.18)	-5.30 (-4.96)
決定係数	0.88	0.78	0.83

(b)年間鉄道走行車両キロの推定

図 4 に鉄道の年間車両キロの推定フローを示す。 $t-1$ 年の料金収入（注2）が t 年の財源となり、鉄道業者は利潤が 0 になるまで走行車両キロを拡大すると仮定する。鉄道走行 1 車両キロ当たり費用 τ は道路と同様に所得に比例すると仮定し、(12)式により推定する。

$$\tau = m_0 + m_1 I \tag{12}$$

m_0, m_1 : パラメータ

パラメータ推定結果を表 11 に示す。

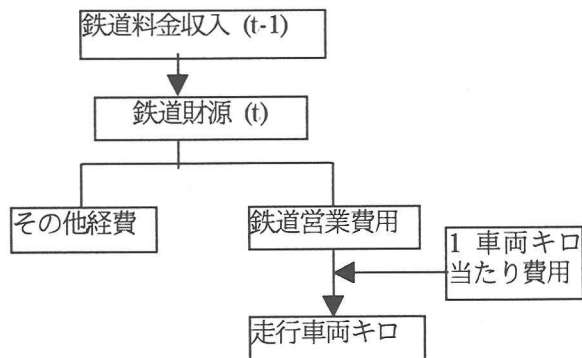


図4 鉄道走行車両キロの推計フロー

表 11 車両キロあたり費用のパラメータ推定結果

m_1 :所得	5.40×10^9 (8.54)
m_0 :定数項	3.75×10^{-2} (9.29)
決定係数	0.91

4. モデルの統合と現況再現性の検討

以上の①～⑤の各サブモデルおよびパラメータの推定結果をもとに各サブモデルを統合する。①車種別車令別保有台数モデルから得られる保有台数の推計結果が②道路別車種別走行量モデルのインプットデータとなる。道路別車種別走行量の推計結果が、③道路別平均速度モデルのインプットデータとなる。そして道路平均速度が④車種別車令別道路別走行燃費モデルのインプットデータとなる。さらに平均速度は②道路別車種別走行量モデルのインプットデータとなる（フィードバック）。また走行量(②)/燃費(④)×燃料価格（外生）から決まる「燃料費用」が①車種別車令別保有台数モデル及び②道路別車種別走行量モデルのインプットデータとなる（フィードバック）。こうして均衡解として、当該年度の燃料消費量が推定される。具体的には、1987年の外生変数のデータ（所得、燃料価格、税率等）及び前年(1986年)の車種別車令別保有台数、道路面積、鉄道走行台キロ等を初期値として入力し、1987年の均衡値として、車種別車令別保有台数、車種別道路タイプ別走行量、道路タイプ別速度、車種別車令別道路タイプ別燃費等を求める（結果として燃料消費量、自動車関連税収等が決まる）。

次期に引き継がれる変数は、車種別車令別保有台数と自動車関連税収から決まる道路建設面積（鉄道走行車両キロ）である。その他の外生変数とともに入力データとして用いられ、次期の保有台数・走行量・平均速度・走行燃費等が推定される。

次に、現況再現性について検討する。総合したモデルで求めた推計値と実測値を1987年から1996年までの10年間分比較した(次頁、図5)。モデル全体での挙動の妥当性の評価を適合度(=推計値/実測値)を用いて検討する。燃料消費量、保有台数、走行量（ガソリン車）、総走行距離、走行燃

費（ガソリン車平均）、鉄道走行車両キロ、道路面積、道路建設面積、自動車関連税収（取得税+自動車税+重量税+燃料税）についての検討結果を図5に示す。燃料消費量の適合度は0.96～1.08、その他の内生変数の適合度は0.90～1.21となっている。モデルの仮定にはまだ多くの課題があり、特に交通インフラ整備モデルから出力される変数である道路建設面積の当てはまりが悪いものの、ある程度の再現性が確認された。

5. 感度分析

このモデルを用いて、自動車関連税(取得税、保有税、燃料税)の税率を変更させたとき、燃料消費量にどのような影響を与えるかを推計する。税率の変更については以下の3つの方法が考えられる。

- 1) 税目間の税率の変更（車種間、燃料間は一律）
- 2) 車種間の税率の変更（保有税）
- 3) 燃料間の税率の変更（燃料税）

2000年に1)、2)、3)の変更を行った場合と現行税制を続けた場合について、2005年時点における燃料消費量を比較する。各税率をそれぞれ10%上げたときの弾性値（燃料消費量の削減率/税率の変化率）を求めた。なお、所得や乗用車価格などの外生変数は、1996年時点の値で一定とした。分析結果を（次々頁、図6）に示す。燃料税(特にガソリン税)増加が最も削減効果が高いことがわかる。保有税率の引上げは、保有台数、普通車比率を減少させるが、燃料税の引上げはそれらに加え、走行量も減少させるためである。

6. シミュレーション分析

(1) 税率を変更する場合

5. では各税目ごとに税率を増加させた場合を考えた。しかし、社会的影響を考えると増税するのは容易ではない。そこで、2000年時点の税収を変えずに税率を変更することを考える。

具体的な政策として、表12に示す3ケースを考える。

5. と同様に2000年に税制の変更を行ない、2005年時について現行税制を続けた場合と比較する。シミュレーション結果を表13に示す。

表 12 税率変更の設定

		現行	Case1	Case2	Case3
保有税 (円/年)	小型	58,400	50%減	50%減	50%減
	普通	76,200	82%増	50%減	50%減
	軽	11,600	50%減	50%減	50%減
燃料税 (円/L)	ガソリン	54	±0%	48%増	54%増
	軽油	32	±0%	48%増	26%減

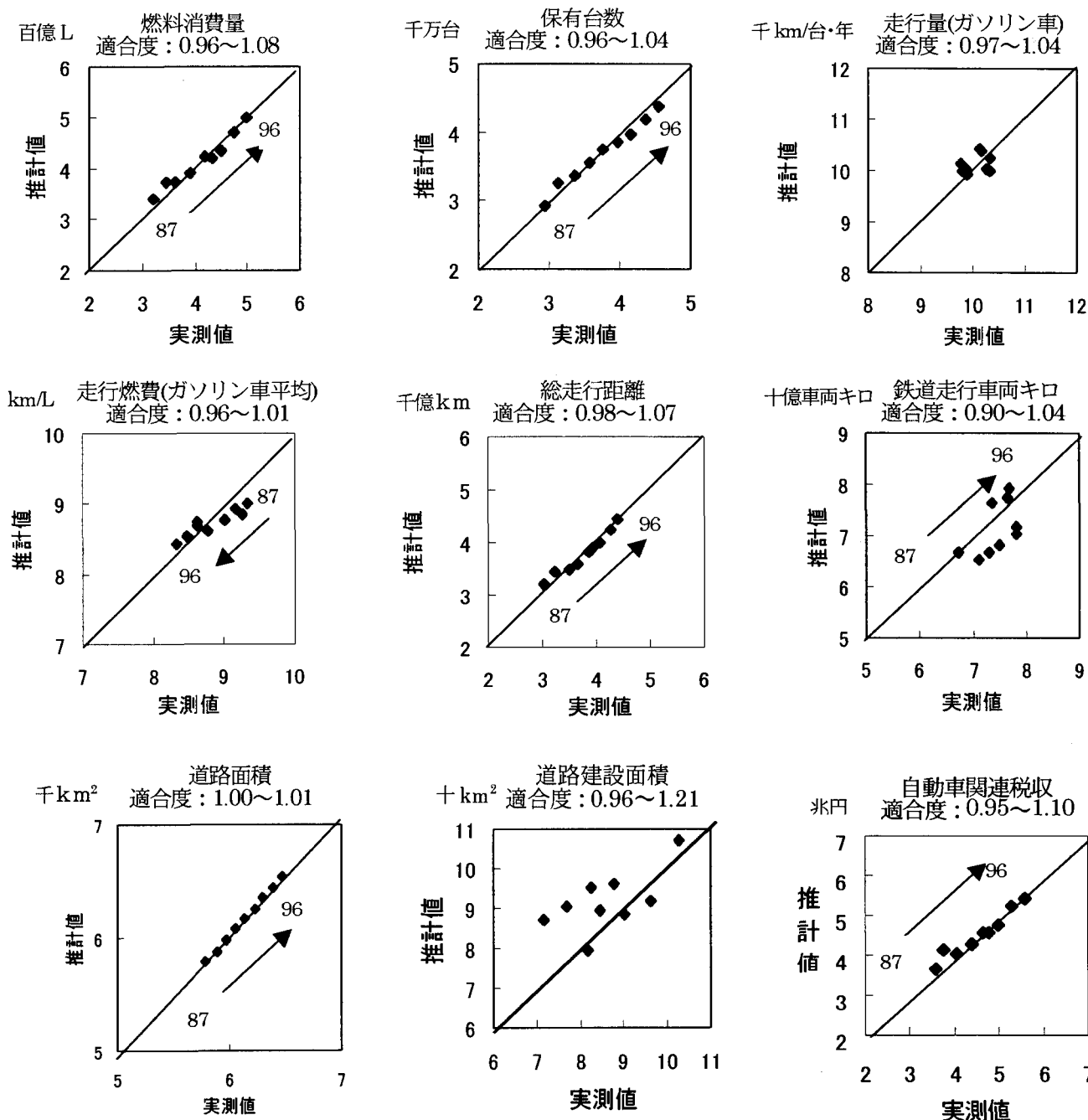


図5 燃料消費量及び各サブモデルの実測値と推計値の比較

Case1 (保有税普通車引上げ・小型・軽引下げ): 燃料消費量は7.8%削減される。それは、燃費の悪い普通車比率の減少の影響である。しかし、普通車比率の減少により、税収、自動車メーカー収入は大きく減少する。

Case2 (保有税引下げ・燃料税引上げ): 燃料消費量は約8.2%削減される。それは、保有台数、走行量、総走行距離が減少し、その結果、平均速度が向上し、走行燃費も向上するためである。保有台数、燃料消費量が減少したため、税収は減少し、鉄道料金収入は増加する。

Case3 (保有税引下げ、燃料税ガソリン引上げ・軽油引下げ): 燃料消費量は約5%削減され、Case1より小さい。それは、軽油税を減少させた分、軽油車の走行量は増加し、その結

果、Case1に比べて総走行距離の減少、走行燃費の向上も小さくなるためである。Case1に比べ、税収、鉄道料金収入は減少する。

(2) 道路特定財源を鉄道財源に投資する場合

交通インフラ整備モデルは改善の余地があるが、次に本研究の目的の一つである道路特定財源を鉄道サービスの向上に投資する（ここでは財源からの収入を走行車両キロの増大に充てると仮定）というCase4を考える。なお、一般財源、財政投融资等の道路財源はそのまま道路の整備・維持に充当する(表14)。

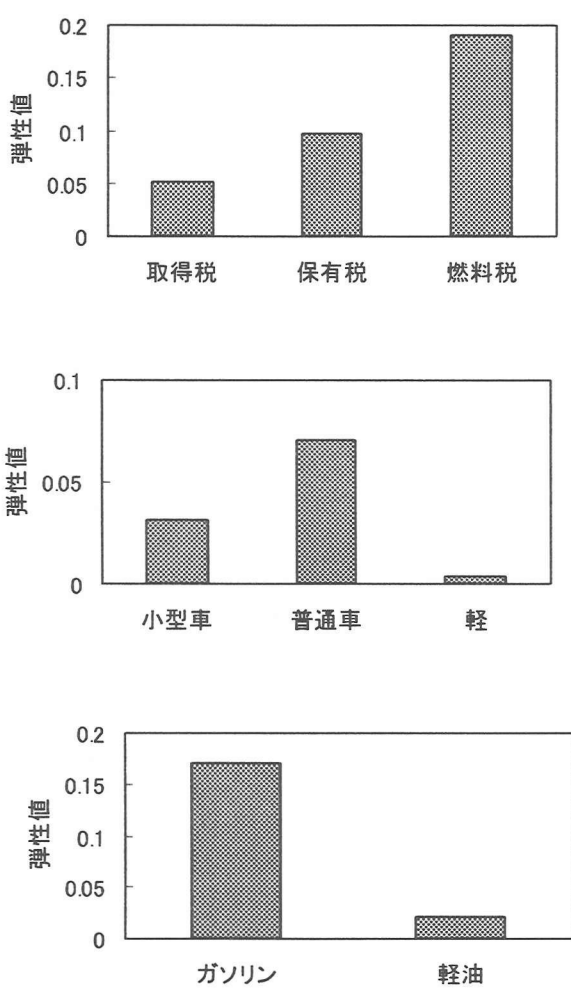


図6 感度分析結果

表14 シミュレーションの設定 (2)

		現行	Case4	Case5
保有税 (円/年)	小型	58,400	±0%	31%増
	普通	76,200	±0%	31%増
	軽	11,600	±0%	31%増
燃料税 (円/L)	ガソリン	54	±0%	30%減
	軽油	32	±0%	30%減
道路特定財源の 鉄道投資		0%	50%	50%

・シミュレーション結果

Case4：燃料消費量は約 12%削減される。それは、鉄道走行キロの増加により、保有台数と走行量が減少し、総走行距離が大幅に減少される。その結果、平均速度が向上し、走行燃費も向上するためである。鉄道料金収入は増加するが、保有台数、燃料消費量の減少が大きいと、政府の税収が大きく減少する(表 13)。

そこで、政府の税収減を抑え、道路特定財源の鉄道整備投資と税率の変更(Case2 とは逆に燃料税を引下げ、保有税を上げる)を行う Case5 を考える(表 14)。

Case5：Case4 より税収の減少は抑えることができるが、保有台数、走行量の減少、走行燃費の向上は小さく、燃料消費量は約 5.5%の削減しか期待できない(表 13)。

7. おわりに

本研究は税制変更による乗用車燃料消費量削減効果の分析を行なうためのツールの開発を目指し、変数間の関係を経験式として表す乗用車燃料消費量推定モデルを作成した。このモデルの特徴は従来の経験型のモデルでは外生的に扱われることが多かった走行量、平均速度、走行燃費、道路整備水準、鉄道サービス水準を内生化し、かつ保有や使用から決まる速度や燃料費用が再度保有や使用に影響を与え

表13 シミュレーション結果 (現行税率に対する変化率)

		Case1	Case2	Case3	Case4	Case5
燃料消費量		-7.83	-8.17	-4.82	-11.9	-5.43
燃料消費量に関する変数	保有台数	1.39	-1.57	-0.78	-6.04	-4.66
	車種構成(普通車比率)	-18.8	-0.74	-1.59	2.15	2.46
	走行量					
	乗用車総走行距離	0.39	-5.17	-2.39	-10.1	-5.84
	道路面積	-0.16	0.45	0.46	-2.60	-2.74
	平均速度	-0.23	2.17	1.14	2.36	0.66
	走行燃費(ガソリン車)	-0.35	3.32	1.73	3.62	1.00
	鉄道総走行車両キロ	2.62	6.61	3.42	20.9	14.16
行動主体に関する変数	税収(政府)	-9.95	-4.40	-4.49	-7.33	-4.55
	自動車メーカー収入	-27.8	-0.99	-2.04	0.05	0.80

るというフィードバック構造を考慮していることである。ある程度の現況再現性を有していることを確認し、また税率や税収の用途を変更するシミュレーションを行なったときのモデルの挙動を示した。

しかし、このモデルは第1段階であり、以下のような多くの改善すべき点がある。

自動車保有モデル：世帯当たり乗用車保有率に世帯数を乗じて求めた乗用車台数から生存率を差し引いて新車の販売台数を求めていること、また保有率も、取得という1回りの行動と保有という毎年の行動を明確に分離して議論することができなかったこと。

走行量及び平均速度モデル：トリップの目的や時間帯が考慮されていないこと。

交通インフラ整備モデル：1年で道路が完成すること、鉄道事業者は0利潤制約下で鉄道走行車両キロを決定すること、単位当たり維持費用を所得のみの関数として表現していることなど。

さらにパラメータは、23年間不変であると仮定した上で推定している。この妥当性についても検討を要する。

こうしたモデルの改善を図るとともに、筆者らは今後以下のような発展方向を考えている。

1)行動型のモデルの構築：自動車関連税制は、家計のみならず自動車メーカーの新車供給行動にも影響を与えることはいうまでもない。家計及び自動車メーカーの新車供給行動の定式化を行なって行動型のモデルを構築する。上田ら(1998)は、一般均衡分析の枠組みで企業及び世帯の行動を定式化し、貨物車さらには物価の影響を組みこんだ分析を行っており⁹⁾、参考になる考え方を導入する。

2)2つのモデルを用いて、自動車関連税制の変更により、どの主体がどのような影響を受けるかを明らかにするとともに最終的に自動車の社会的費用を計測する。

段階的に改善をすすめ、燃料消費量削減のために望まし

い制度について検討していく予定である。

(注1)モデル自体の構造がパラメータの推定期間中変化していないという仮定のもとで求めた値であり、この仮定自体の妥当性については今後の課題としたい。

(注2)料金収入については、世帯所得Iと乗用車保有率Jから総移動距離Yを推定し($\ln Y = 0.57I + 0.28J, R^2 = 0.97$ n=23)、
(13.65) (7.11) (t値)

それからモデルで求めた乗用車での総移動距離を差し引き、それを鉄道での移動距離とし、それに1km当り運賃(15円/km)と設定して求めている。この妥当性についても今後再検討が必要である。

【パラメータ推定に用いたデータの出典】

車種別車令別保有台数(自動車検査登録協会)、車種別走行量、走行燃費、燃料消費量(自動車輸送統計年報)、車種別道路別走行比率、一般道路平均速度(道路交通センサス)、道路面積、建設・維持費用(道路統計年報)、鉄道走行車両キロ(陸運統計要覧)、鉄道輸送費用(数字でみる鉄道)、所得(国民経済計算年報)、ガソリン・軽油価格(石油製品市況推移(石油情報センター))

【参考文献】

- 1)鹿島茂：交通環境悪化に対する各国・国際機関の施策、MOBILITY 1997・春、pp17~19
- 2)塚田ら：ロジットモデルを用いた運輸部門のCO2排出量低減策の分析、シミュレーション第15巻第2号、pp47-54、1996
- 3)伊藤、石田：乗用車利用に伴う環境負荷の地域別推計、土木計画学研究・講演集、No.20(2)pp137~140、1997
- 4)加藤、林：自動車関連税の課税段階の違いによるCO2発生量変化のコホートモデルを用いたライフサイクル的評価、土木学会環境システム研究 No.26、1998
- 5)大野、森杉ら：ディーゼル車抑制策による大気汚染物質の削減効果、環境科学会誌、No.10(1)、pp29-37、1997
- 6)上田、武藤、森杉：自動車交通による外部不経済抑制策の国民経済的評価、運輸政策研究 Vol.1、No.1、pp.39-53、19

自動車関連税制の変更による燃料消費量削減効果の推計手法の開発

遠藤謙一郎、谷下雅義、鹿島茂

本研究は、自動車関連税制の変更による燃料消費量削減効果の推計を行なうための経験型モデルを開発するものである。従来研究から拡張を行なった点は①外生的に取り扱われることが多かった保有、使用、平均速度、走行燃費をそれぞれ内生変数としたこと、②これらが外生的に扱われてきたためになされてこなかった乗用車の保有・使用により決まる速度や燃料費用が、再度保有・使用に影響を与えるというフィードバック構造を取り入れたこと、そして③自動車関連税制の変更、税収の用途による変化を捉えられるように変数を明示してモデル化を行なった。第1段階であり前提、仮定に課題が残るが、ある程度の現況再現性を有するツールを作成した。

Vehicle Fuel Consumption Estimation Model for Impact Analysis of Changing Car Related Tax

By Kenichiro Endo, Masayoshi Tanishita and Shigeru Kashima

This paper aims to build passenger vehicle fuel consumption estimating model for impact analysis of changing car related tax on passenger vehicle fuel consumption. This model are consisted of 5 sub models - 1) car ownership, 2) car usage, 3) average speed, 4) fuel efficiency, 5) transport infrastructure construction, considering feedback structure between car ownership and usage, and travel speed and fuel cost.