

自動車交通による外部不経済抑制策の国民経済的評価

- 静学的応用一般均衡(CGE)と動学的応用一般均衡(DCGE)の比較分析 -

自動車交通に起因する外部不経済の抑制策は、外部不経済の抑制には効果のある反面、市場経済には負の影響を与えるとの問題がある。そこで本研究では、外部不経済抑制策を総合的に評価するために、応用一般均衡理論に基づく社会経済モデルを用いた政策評価の方法論を提案する。特に本稿では、静学的応用一般均衡(CGE)モデルと動学的応用一般均衡(DCGE)モデルによる政策評価の比較分析を行った。そして、各モデルの長所と短所を考慮に入れた上で、いくつかの政策について有効性の検討を行った。

キーワード 外部不経済抑制策, 応用一般均衡モデル, 交通消費行動, 国民経済的評価

上田孝行

工博 岐阜大学工学部助教授
(財)運輸政策研究機構運輸政策研究所客員研究員

武藤慎一

工修 岐阜大学大学院工学研究科

森杉壽芳

工博 東北大学大学院情報科学研究科教授

1 背景・目的

わが国の自動車交通は、産業の発展あるいは人々の余暇の充実といった面で大きく貢献してきた反面、大気汚染や騒音、交通事故といったいわゆる外部不経済の問題を発生させている。この外部不経済を抑制するため各種政策が提案・実施されてきているが、これらの政策の導入はいくつかの社会活動に対し費用負担の増加を引き起こすため、経済に対しては負の影響(市場経済的不便益)を与えるという問題がある¹⁾。もし、外部不経済抑制策を実施した場合に非常に大きな市場経済的不便益が発生するならば、いくら外部不経済の抑制に対して優れた効果が認められたとしても社会的には受け入れられない可能性がある。よって、外部不経済抑制策の有効性を正確に評価するためには、外部不経済の抑制に伴う便益の計測を行うだけでなく、市場経済的不便益の計測を行った上で、総合的な観点から判断する必要がある。

そこで、本研究では外部不経済抑制策を総合的に評価するために、応用一般均衡理論に基づく社会経済モデルを用いた政策評価の方法論を提案する。特に本稿では、静学的応用一般均衡(Computable General Equilibrium : CGE)モデルと動学的応用一般均衡(Dynamic Computable General Equilibrium: DCGE)モデルによる政策評価の比較分析を行う。ここでいう静学モデルとは、現在の経済システムの構造に従ってモデル化されたもので、時間経過と共に経済構造が変化するよう

な場合の影響は考慮されていない。そのため、短期的には信頼性が高い反面、長期的な影響は十分に分析できないとの問題がある。これに対し、動学モデルとは、時間による影響を考慮してモデル化されたもので、政策の長期的な影響を分析することが可能となる。特に、環境問題では将来への影響が懸念されるため、長期的に政策を評価することのできる動学分析が必要とされている。しかし、実際の経済システムの構造は、長期的には大きく変化し、多くの不確定要因も関わってくるため、静学分析に比べて信頼性が劣るという問題がある。

このように、静学分析と動学分析は、それぞれに長所と短所を有している。よって、本研究では静学モデルと動学モデルの両者により外部不経済抑制策の評価を行った上で、各分析の長所と短所を考慮に入れて、政策の有効性の検討を行っていく。

2 既往研究の整理

応用一般均衡モデルは、もともと経済学の分野で税制や貿易に関する政策を分析するために用いられてきたモデルである^{2,3)}。その応用一般均衡モデルは近年になって、環境問題に対しても適用されつつある(例えば、Ballard and Medema(1993)⁴⁾、Miyata(1995)⁵⁾など)。また、環境政策が経済成長にどのような影響を及ぼすのかを分析するために、応用一般均衡モデルを用いている例もある(Bergman(1991)⁶⁾、わが国の研究について Aman(1992)⁷⁾がまとめている)。

さらに、交通に起因する環境問題に対してCGEモデルを適用しているものには、Verhoef(1996)⁸⁾、Mayeres and Proost(1995)⁹⁾などがある。特に、Mayeres and Proost(1995)は道路混雑を抑制するための最適課税率を導出するためにCGEモデルを用いた分析を行っている。しかし、ここでは交通に関わる経済主体の行動モデルについて、詳細な記述がなされていない。そこで本研究で構築するCGEモデルでは、運輸産業および自動車関連産業の行動、および家計の自動車トリップ消費行動に焦点を当ててモデル化を行っていく。

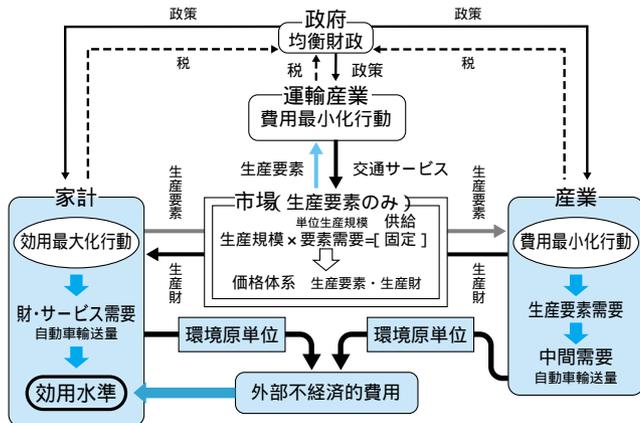


図 1 各経済主体の相互関係

3 静学的応用一般均衡モデルの構造

まず、静学的応用一般均衡モデル(以下静学モデル)の構造を説明する。

3.1 モデルの仮定とフレームワーク

本研究で構築するモデルは、以下のような仮定に基づく。

- 1) 社会は、産業(運輸産業を含む)、集計された1家計、中央政府からなるものとする。その相互関係は、図1に示すとおりである。
- 2) 各産業は、労働、燃料種類別自動車資本(低公害車を含む)、非自動車資本からなる生産要素、および中間投入物を投入して生産活動を行う。ただし、自動車資本は運輸産業によってのみ投入される。
- 3) 家計は生産要素を提供することによって所得を得て、その所得をもとに産業で生産された財・サービスを消費する。
- 4) 産業が生産に投入する旅客運輸は、実際には自家生産しているものであっても、全て旅客運輸産業によって提供されているとする。ただし、家計が消費する自家用自動車トリップについては、家計自らがそのサ

ービスを生産・消費していると考える。

- 5) 市場としては各生産物の財市場と、労働、燃料種類別自動車資本および非自動車資本からなる生産要素市場が存在する。なお、それらは完全競争的であるととする。

続いて、各経済主体ごとに行動モデルの定式化を行っていく。

3.2 産業の行動

産業は、生産要素および中間投入物を投入して財・サービスの生産を行うものとする。ただし、中間投入物の投入比率(投入係数)は固定とする。これより各産業の生産関数はLeontief型技術を用いて定式化できる。

$$Q_j = \min \left[\frac{PC_j \left\{ L_j, M_j \left(M_j^h, K_j \right) \right\}}{a_j^0}, \frac{X_j^i}{a_j^i}, \dots \right] \quad (1)$$

ただし、 j : 産業を表す、 Q_j : 生産量、 L_j : 労働投入量、 M_j : 燃料種類別自動車資本 M_j^h によって表される自動車資本投入量、 h : 自動車資本の燃料種別、 K_j : 非自動車資本投入量、 X_j^i : 産業 i から産業 j へ投入される中間投入量、 PC_j : 生産容量(Production Capacity)関数、 $a_j^i (i \neq 0)$: 投入係数、 a_j^0 : 一単位の生産に必要な生産容量を示す生産容量比率。

なお、自動車資本は運輸産業のみが投入するとされているため、運輸産業以外の産業については、 $M_j=0$ と考えるとよい。

式(1)中の生産容量関数 PC_j について、ここでは、CES型関数にて特定化する。

$$PC_j = \eta_j \left[\alpha_{L_j} L_j^{-\rho_j} + \alpha_{M_j} M_j^{-\rho_j} + \alpha_{K_j} K_j^{-\rho_j} \right]^{-\frac{1}{\rho_j}} \quad (2)$$

ただし、 η_j : 比率パラメータ、 $\alpha_{L_j}, \alpha_{M_j}, \alpha_{K_j}$: 分配パラメータ $[\alpha_{L_j} + \alpha_{M_j} + \alpha_{K_j} = 1]$ 、 $\rho_j := (1 - \sigma_j) / \sigma_j$ 、 σ_j : 生産要素間の代替弾力性。

また、式(1)のようなLeontief型生産関数の下での各産業の最適化行動は、生産要素に関する費用最小化行動として定式化される。

$$\min_{L_j, M_j, K_j} p_{L_j}^+ L_j + p_{M_j}^+ M_j + p_{K_j}^+ K_j \quad (3.a)$$

$$\text{s.t. } PC_j = 1 \quad (3.b)$$

ただし、 p_L : 労働価格、 p_M : 自動車資本価格、 p_K : 非自動車資本価格、サフィックス+: 税込みであることを示す。

式(3)を解くことにより、生産容量一単位あたりの各産業の生産要素需要 $D_{L_j}, D_{M_j}, D_{K_j}$ が求められる。

【労働】

$$D_{L_j} = \eta_j^{-1} \left[\alpha_{L_j} + \alpha_{M_j} \left(\frac{\alpha_{L_j} p_{M_j}^+}{\alpha_{M_j} p_{L_j}^+} \right)^{\frac{\rho_j}{1+\rho_j}} + \alpha_{K_j} \left(\frac{\alpha_{L_j} p_{K_j}^+}{\alpha_{K_j} p_{L_j}^+} \right)^{\frac{\rho_j}{1+\rho_j}} \right]^{\frac{1}{\rho_j}} \quad (4.a)$$

【自動車資本（運輸産業のみ）】

$$D_{M_j} = \eta_j^{-1} \left[\alpha_{L_j} \left(\frac{\alpha_{M_j} p_{L_j}^+}{\alpha_{L_j} p_{M_j}^+} \right)^{\frac{\rho_j}{1+\rho_j}} + \alpha_{M_j} + \alpha_{K_j} \left(\frac{\alpha_{M_j} p_{K_j}^+}{\alpha_{K_j} p_{M_j}^+} \right)^{\frac{\rho_j}{1+\rho_j}} \right]^{\frac{1}{\rho_j}} \quad (4.b)$$

【非自動車資本】

$$D_{K_j} = \eta_j^{-1} \left[\alpha_{L_j} \left(\frac{\alpha_{K_j} p_{L_j}^+}{\alpha_{L_j} p_{K_j}^+} \right)^{\frac{\rho_j}{1+\rho_j}} + \alpha_{M_j} \left(\frac{\alpha_{K_j} p_{M_j}^+}{\alpha_{M_j} p_{K_j}^+} \right)^{\frac{\rho_j}{1+\rho_j}} + \alpha_{K_j} \right]^{\frac{1}{\rho_j}} \quad (4.c)$$

これらのうち、自動車資本についてはさらに燃料種類別投入割合を決める必要がある。その選択行動をここでは、宮城(1995)¹⁰に基づき、最適化行動の枠組みで定式化する。

$$S^F = \max_{P_h^F} \left[\sum_h P_h^F v_h^F - \frac{1}{\theta^F} \sum_h P_h^F (\ln P_h^F - 1) \right] \quad (5.a)$$

$$\text{s.t.} \sum_h P_h^F = 1 \quad (5.b)$$

ただし、 h :自動車資本の燃料種別(低公害車を含む)を表す、 S^F :最大期待効用、 P_h^F :燃料種別 h の自動車資本投入割合、 v_h^F :燃料種別 h の自動車資本を投入したときに得られる効用、 θ^F :ロジットパラメータ。

なお、式中の効用 v_h^F は、燃料種別 h の自動車資本価格 P_{M^h} の関数として定義する¹¹⁾。

式(5)を解くと、燃料種別 h の自動車資本選択確率 P_h^F がLogit Modelで得られる。

$$P_h^F = \frac{\exp(\theta^F v_h^F)}{\sum_h \exp(\theta^F v_h^F)} \quad (6)$$

またこのとき、最大期待効用 S^F および自動車資本価格 P_M も得られる。

$$S^F = \frac{1}{\theta^F} \ln \sum_h \exp(\theta^F v_h^F) \quad (7.a)$$

$$P_M = \sum_h P_{M^h} \cdot \exp \left\{ \theta^F (v_h^F - S^F) \right\} \quad (7.b)$$

3.3 価格の形成

本モデルでは、産業および運輸産業の生産関数をLeontief型技術にて定式化したため、費用最小化の下で選択される投入物の組み合わせに着目すれば、規模に関して収穫一定が成り立つ。よって、産業 j が提供する生産物の価格 p_j は、生産量一単位あたりの生産費用に等しい水準になっており、生産物価格 p_j に対しては次式が成立する。

$$p_j = a_j^0 \left(p_{L_j}^+ D_{L_j} + p_{M_j}^+ D_{M_j} + p_{K_j}^+ D_{K_j} \right) (1 + \omega_j^o) + \sum_i p_i \alpha_j^i \quad (8)$$

ただし、 ω_j^o :純生産物税率。

式(8)の右辺を変形し行列形式にまとめると、次のように生産物価格体系が決定される。

$$\begin{bmatrix} p_1 \\ \vdots \\ p_j \\ \vdots \\ p_j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_j^0 \{ p_{L_j}^+ D_{L_j} + p_{M_j}^+ D_{M_j} + p_{K_j}^+ D_{K_j} \} (1 + \omega_j^o) \\ \vdots \\ \alpha_j^0 \{ p_{L_j}^+ D_{L_j} + p_{M_j}^+ D_{M_j} + p_{K_j}^+ D_{K_j} \} (1 + \omega_j^o) \\ \vdots \\ \alpha_j^0 \{ p_{L_j}^+ D_{L_j} + p_{M_j}^+ D_{M_j} + p_{K_j}^+ D_{K_j} \} (1 + \omega_j^o) \end{bmatrix} [\mathbf{I} - \mathbf{A}]^{-1} \quad (9)$$

ただし、 \mathbf{I} :単位行列、 \mathbf{A} :投入係数行列、 \cdot :ベクトルの転置。

生産物価格 p_j が式(9)を満たしているときには、すべての産業において超過利潤が発生しない。

3.4 家計の行動

3.4.1 家計の行動モデルの概要

家計の消費に関する行動は、図2のように階層的に

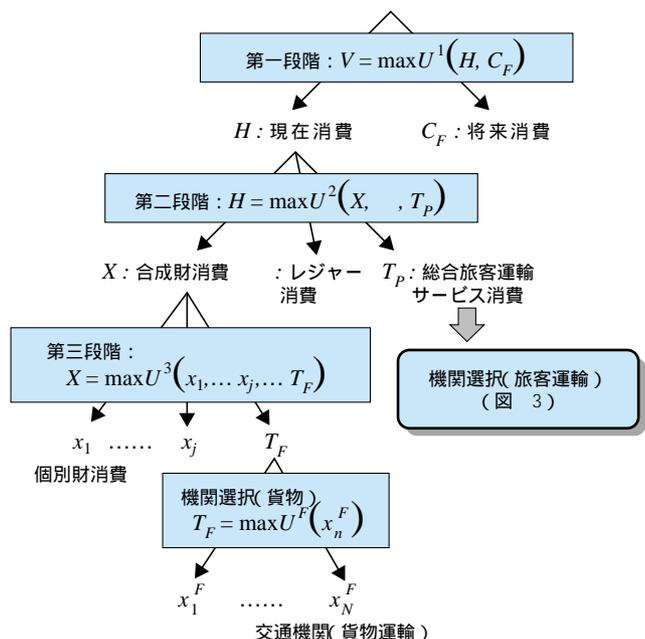


図2 家計行動モデルの概要

定式化する。なお、本モデルでは、将来消費の決定を簡単化するため、家計自らの直面する諸価格が現在水準のまま将来も変化しないという近視眼的期待を仮定する。また、それらに加えて本モデルでは、自家用自動車交通を含む家計の旅客運輸消費行動を詳細にモデル化していく。

3.4.2 家計の最適消費行動モデル

まず、旅客運輸以外の財の消費行動モデルについて説明する。

【第一段階】

第一段階では、家計は現在消費 H と将来消費 C_F の各消費量を決定する。そこで、家計は総所得 I_D による予算制約の下で、効用最大化行動をとるものとして定式化を行う。なお、効用関数はCES型にて特定化する。また、外部不経済の変化による影響を考慮するため、効用関数には外部不経済レベル μ を組み込む。この μ は、自動車旅客運輸部門の生産量に依存するとする。

$$V = \max_{H, C_F} \left[\beta_H^{\frac{1}{\sigma_1}} H^{\sigma_1} + (1 - \beta_H)^{\frac{1}{\sigma_1}} C_F^{\sigma_1} \right]^{\frac{1}{\sigma_1}} + \mu \cdot \gamma \quad (10.a)$$

$$\text{s.t. } I_D = p_H H + p_F C_F \quad (10.b)$$

ただし、 p_H, p_F ：現在消費、将来消費の価格、 μ ：外部不経済レベルに関するパラメータ、 β_H ：分配パラメータ、 $\sigma_1 = (\sigma_1 - 1) / \sigma_1$ 、 σ_1 ：現在消費と将来消費との間の代替弾力性。

式(10)を解くと、現在消費と将来消費それぞれの需要関数が得られる。

$$H = \frac{\beta_H I_D}{p_H^{\sigma_1} \Delta_1}, \quad C_F = \frac{(1 - \beta_H) I_D}{p_F^{\sigma_1} \Delta_1} \quad (11)$$

$$\text{ただし、} \Delta_1 = \beta_H p_H^{(1 - \sigma_1)} + (1 - \beta_H) p_F^{(1 - \sigma_1)}$$

また、間接効用関数 V も得られる。

$$V(p_H, p_F, I_D, r) = I_D (\Delta_1)^{\frac{1}{\sigma_1 - 1}} + \mu \cdot \gamma \quad (12)$$

ここで、将来消費 C_F と貯蓄 S との関係を明らかにしておく必要があるが、これは、4章の動学モデルの構造を説明する際詳しく述べることにする。ここでは、 C_F が決まれば貯蓄量も以下の式より決まることを示すにとどめる。

$$S = \frac{(1 - \beta_H) I_D}{p_S p_F^{(\sigma_1 - 1)} \Delta_1} \quad (13)$$

ただし、 p_S ：貯蓄財価格。

【第二段階】

第二段階では、家計は合成財消費 X とレジャー消費(後述の労働供給に関連)、総旅客運輸消費 T_P の各消費量を決定する。そこで、最適貯蓄額 $p_S S$ を控除した所得 $[I_D - p_S S (= I_D^2)]$ の下で、効用最大化行動をとるものとして定式化を行う。なお、効用関数はCES型にて特定化する。

$$H = \max_{X, T_P} \left[(\gamma_X)^{\frac{1}{\sigma_2}} X^{\sigma_2} + (\gamma)^{\frac{1}{\sigma_2}} L^{\sigma_2} + (\gamma_P)^{\frac{1}{\sigma_2}} T_P^{\sigma_2} \right]^{\frac{1}{\sigma_2}} \quad (14.a)$$

$$\text{s.t. } I_D^2 = p_X X + p_L L + p_P T_P \quad (14.b)$$

ただし、 p_X, p_L, p_P ：合成財、労働価格(レジャー消費価格)、総旅客運輸消費の価格、 $\gamma_X, \gamma, \gamma_P$ 、 σ_2 ：パラメータ。

式(14)を解くと、各需要関数が求められる。

$$X = \frac{\gamma_X I_D^2}{p_X^{\sigma_2} \Delta_2}, \quad L = \frac{\gamma I_D^2}{p_L^{\sigma_2} \Delta_2}, \quad T_P = \frac{\gamma_P I_D^2}{p_P^{\sigma_2} \Delta_2} \quad (15)$$

$$\text{ただし、} \Delta_2 = \gamma_X p_X^{(1 - \sigma_2)} + \gamma p_L^{(1 - \sigma_2)} + \gamma_P p_P^{(1 - \sigma_2)}$$

また、この最適化問題に付随するラグランジュ乗数より現在消費価格 p_H が決定される。

$$p_H = \left[\gamma_X p_X^{(1 - \sigma_2)} + \gamma p_L^{(1 - \sigma_2)} + \gamma_P p_P^{(1 - \sigma_2)} \right]^{\frac{1}{1 - \sigma_2}} \quad (16)$$

【第三段階】

第三段階では、自動車本体消費と自動車燃料消費を除く個別財消費 x_j および総貨物運輸消費 T_F を決定する。そこで、家計は第二段階までで決定している各消費額を控除した所得 $[I_D - p_S S - p_L L - p_P T_P (= I_D^3)]$ の下で、効用最大化行動をとるものとして定式化する。なお、効用関数はCobb-Douglas型にて特定化する。

$$X = \max_{x_j, T_F} \left[\prod_{j'} x_j^{\lambda_j} \cdot T_F^{\lambda_F} \right] \quad (17.a)$$

$$\text{s.t. } I_D^3 = \sum_{j'} p_{j'} x_{j'} + p_F T_F \quad (17.b)$$

ただし、 $p_{j'}$ ：生産財 j' の価格、 p_F ：総貨物運輸の価格、 $\lambda_{j'}, \lambda_F$ ：支出シェア。

式(17)を解くと、各需要関数が得られる。

$$x_{j'} = \frac{\lambda_{j'}}{p_{j'}} I_D^3, \quad X_F = \frac{\lambda_F}{p_F} I_D^3 \quad (18)$$

また、合成財消費価格 p_X が式(16)と同様に求められる。

$$P_X = \prod_j \left(\frac{P_j}{\lambda_j} \right)^{\lambda_j} \cdot \left(\frac{P_F}{\lambda_F} \right)^{\lambda_F} \quad (19)$$

【貨物運輸消費の機関選択】

式(18)にて得られた総貨物運輸消費に対し交通機関選択を考える。この定式化もこれまでと同様に行える。すなわち、第三段階までで決定している各消費額を控除した所得制約 $\left[I_D - p_s S - p_L - p_p T_p \sum_j x_j x_j (= I_D^F) \right]$ の下での効用最大化行動として定式化される。なお、効用関数はCES型にて特定化する。

$$T_F = \max_{x_n^F} \left[\sum_n (\chi_n)^{\sigma_F} \left\{ x_n^F \right\}^{\nu_F} \right]^{\frac{1}{\nu_F}} \quad (20.a)$$

$$\text{s.t.} \quad I_D^F = \sum_n P_n^F x_n^F \quad (20.b)$$

ただし、 x_n^F : 交通機関 n の貨物運輸消費、 p_n^F : 交通機関 n の貨物運輸消費価格、 $\nu, \sigma, \nu_F, \sigma_F$: パラメータ。

式(20)を解くと、交通機関別貨物運輸消費の需要関数が得られる。

$$x_n^F = \frac{\chi_n I_D^F}{(p_n^F)^{\sigma_F} \Delta_F} \quad (21)$$

$$\text{ただし, } \Delta_F = \sum_n \chi_n (p_n^F)^{1-\sigma_F}$$

また、総貨物運輸サービス消費価格もこれまでと同様に得られる。

$$P_F = \left[\sum_n \chi_n (p_n^F)^{1-\sigma_F} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_F}} \quad (22)$$

3.4.3 旅客運輸消費行動モデル

続いて、旅客運輸の消費行動モデルの定式化を行う。ここでは、図3のようにNested Logit Modelとして定式化する。なお、説明の都合上、先に交通機関選択モデルから説明を行う。

【交通機関選択モデル】

まず(自家用)自動車保有者の交通機関選択行動の定式化を行う。これは、3.(2)にて行った運輸産業における自動車資本の燃料種別選択モデル(式(5))と同様に定式化したため、ここでは結果のみを示す。

$$\text{交通機関選択確率: } P_m^M = \frac{\exp(\theta^M u_m^M)}{\sum_m \exp(\theta^M u_m^M)} \quad (23.a)$$

$$\text{最大期待効用: } S^M = \frac{1}{\theta^M} \ln \sum_m \exp(\theta^M u_m^M) \quad (23.b)$$

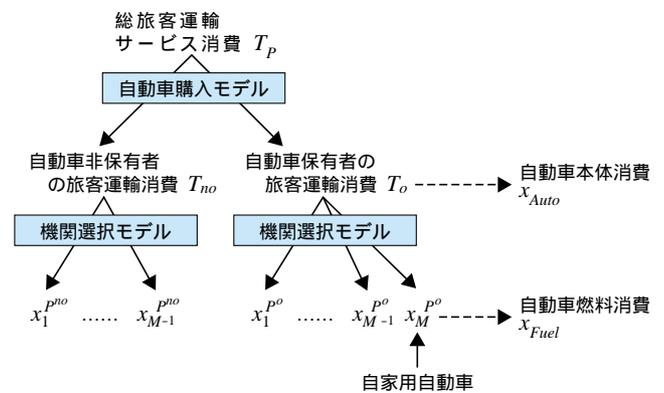


図3 旅客運輸における機関選択モデル

自動車保有者の旅客運輸サービス価格:

$$P_o = \sum_m P_m \cdot \exp(\theta^M (u_m^M - S^M)) \quad (23.c)$$

ただし、 m : 交通機関を表す、 M : ロジットパラメータ。なお、交通機関は鉄道、バス・タクシー、航空に加え、自家用自動車を想定する。

また、各交通機関の効用 u_m^M は以下のように定義する。まず、自家用自動車については、仮定によって家計自らが生産しているとされている。さらにここでは、その生産には自動車本体と自動車燃料、そして時間資源が必要であるとする。その結果、自家用自動車を選択した場合の効用が以下のように表される。

自家用自動車:

$$u_{Auto} = \overline{u_{Auto}} - (\tau \cdot P_{Fuel} + t_{Auto} \cdot P_L) \quad (24.a)$$

ただし、 $\overline{u_{Auto}}$: 単位自家用自動車トリップあたりの自動車燃料消費量(固定)、 P_{Fuel} : 自動車燃料価格、 t_{Auto} : 単位トリップあたりの自家用自動車所要時間、 $\overline{u_{Auto}}$: パラメータ。

また、自家用自動車以外の交通機関の効用は、その一般化価格を用いて定義する。

以上の定義より、ここでの効用はトリップ単位あたりの一般化価格を表している。

その結果、式(23.a)より交通機関 m の旅客運輸消費(トリップ) x_m^{Po} が求められる。

$$x_m^{Po} = T_o \cdot P_m^M \quad (25)$$

ただし、 T_o : 自動車保有者の旅客運輸トリップ。

さらに、自動車燃料消費も求められる。

$$x_{Fuel} = \tau \cdot T_o \cdot P_m^M \quad (26)$$

一方、自動車非保有者の交通機関選択は、自動車保有者の定式化において、自家用自動車交通を除いたケースと考えられる。

【自動車購入モデル】

続いて、自動車購入モデルの定式化を行う。まず、自動車を持っていない人が新規に自動車を購入する割合を新規自動車購入率とし、交通機関選択モデルと同様に定式化する。すると以下のような結果を得た。

新規自動車購入率：

$$P_o^A = \frac{\exp(\theta^A u_o^A)}{\exp(\theta^A u_o^A) + \exp(\theta^A u_{no}^A)} \quad (27.a)$$

最大期待効用：

$$S^A = \frac{1}{\theta^A} \ln \left\{ \exp(\theta^A u_o^A) + \exp(\theta^A u_{no}^A) \right\} \quad (27.b)$$

旅客運輸サービス価格：

$$p_P = p_o \exp \theta^A (u_o^A - S^A) + p_{no} \exp \theta^A (u_{no}^A - S^A) \quad (27.c)$$

ただし、サフィックス o , no : それぞれ新規自動車購入者、非購入者を表す、 A : ロジットパラメータ。

なお、自動車購入者・非購入者の効用は以下のように定義する。

$$\text{自動車購入者} : u_o^A = S^{M^o} - \frac{x_{Auto} \cdot p_{Auto}}{x_{Auto}^P} \quad (28.a)$$

$$\text{自動車非購入者} : u_{no}^A = S^{M^{no}} \quad (28.b)$$

ただし、 x_{Auto} : 新規自動車本体消費、 p_{Auto} : 自動車本体の価格、 x_{Auto}^P : 自家用自動車トリップ、 S^{M^o} 、 $S^{M^{no}}$: 交通機関を選択した際の最大期待効用。

ここでは、自動車購入者の効用を、自家用自動車トリップ x_{Auto}^P で新規自動車購入費用 $x_{Auto} p_{Auto}$ を割った平均購入費用を用いて定式化した。これより購入者が自家用自動車交通トリップを増大させることでトリップ一単位あたりの自動車本体購入費用が小さくなるという構造が考慮されている。

式(27.a)より、家計の新規自動車消費 x_{Auto} が以下のように求められる。

$$x_{Auto} = \left\{ \bar{D} - (1 - \delta) D \right\} P_o^A \quad (29)$$

ただし、 \bar{D} : 全世帯が自動車を保有した場合の自動車台数、 D : 現在の自動車台数、 δ : 自家用自動車減耗率。

このとき、自動車保有率 P^o は以下のように求められる。

$$P^o = \frac{(1 - \delta) D + x_{Auto}}{\bar{D}} \quad (30)$$

以上の結果より、自動車保有者・非保有者の旅客運輸トリップ T_o 、 T_{no} が得られる。

$$T_o = T_P P^o, \quad T_{no} = T_P (1 - P^o) \quad (31)$$

ただし、 T_P : 総旅客運輸トリップ。

3.5 一般均衡条件

本モデルにおいて産業の技術には規模に関して収穫一定が成立することは既に述べたとおりである。これにより各産業は財・サービスの需要に見合う供給を常に行うとみなせ、よってここでは、生産要素の需給均衡のみが意味を持つことになる。なお、生産要素例えば労働の需要は L_j 以下のように変形できる。

$$L_j = PC_j D_{L_j} = a_j^0 Q_j D_{L_j} \quad (32)$$

他の生産要素も同様に変形できるので、結局一般均衡条件は以下のように表される。

$$\text{労働市場} : \sum_j (a_j^0 Q_j D_{L_j}) = L_S \quad (33.a)$$

燃料別自動車資本市場：

$$\sum_j (a_j^0 Q_j P_h^F D_{M_j}) = M_S^h \quad (33.b)$$

$$\text{非自動車資本市場} : \sum_j (a_j^0 Q_j D_{K_j}) = K_S \quad (33.c)$$

$$\text{均衡財政} : T^+ = T \quad (34)$$

ただし、 L_S 、 M_S^h 、 K_S : 生産要素の供給、 T^+ : 総税収見積額、 T : 政府の総税収。

均衡財政条件(式(34))に関しては、財政政策の方針によっては、はずすことも可能である。

また、式(33)の D_{L_j} 、 D_{M_j} 、 D_{K_j} は式(4)にて、また P_h^F は式(6)にて既に求められている。一方、生産量 Q_j は、財・サービスの需給バランス式を変形することにより求められる。すなわち、財・サービスの需給バランス式は、輸出入を考慮に入れると

$$Q = A Q + F_{(D)} + E - \bar{M} (A Q + F_{(D)}) \quad (35)$$

のようになり、これを Q について解くと、

$$Q = \left[I - (I - \bar{M}) A \right]^{-1} \left[(I - \bar{M}) F_{(D)} + E \right] \quad (36)$$

のようにして生産量 Q_j が求められる。ただし、 Q : 生産量ベクトル、 $F_{(D)}$: 国内最終需要ベクトル、 E : 輸出量ベクトル(固定)、 \bar{M} : 輸入係数ベクトル。

式(35)のバランス式においては $A Q$ は中間投入需要を表している。また国内最終需要 $F_{(D)}$ は、家計需要、民間非営利団体需要、政府需要および投資需要からなっているが、このうち、家計需要は3(4)より決定され、また民間非営利団体需要、政府需要については固定的に扱うものとする。そして、投資需要は、3(4)にて導出し

た貯蓄 S より求められる。また、輸出入に関し、輸出は固定としたが、輸入は国内需要に比例させるようにして求めた⁴⁾。

一方、均衡条件式の右辺の生産要素供給について、まず労働供給 L_S は、家計のレジャー消費および旅客運輸消費時間が式(15)より決まるため、それを総利用可能時間から差し引くことにより内生的に求められる。また、自動車資本供給量 M_S^h 、非自動車資本供給量 K_S は固定的に供給されるものとする。

4 動学的応用一般均衡モデルの構造

続いて、動学的応用一般均衡モデル(以下動学モデル)の構造を説明する。本動学モデルは、前節にて構築した静学モデルを一期とし、毎期ごとに市場清算される枠組みを想定する^{2),13)}。よって、基本的な産業・家計の行動モデルは前節と同様であり、ここでは、資本ストックの蓄積および家計の保有する自動車台数の変化に関するモデル化のみ説明を行う。

4.1 資本ストックの蓄積

本動学モデルでは、家計の貯蓄行動を通して決まる貯蓄がそのまま投資にまわされるとして、その投資分が資本ストックの増加分となるとする(図4)。こうして蓄積された資本ストックが次の期には新たな利潤を生み、それが配当として家計に還元される。家計はこの配当を期待して貯蓄を行う。なお、ここでは資本ストックの減耗 δ_k (k :資本を表す)を考慮するが、それは固定的に扱う。

また、本モデルでは資本ストックと資本フロー(サービス)とを区別するため、単位資本ストックは φ_k (固定)の資本サービスを生むとし、それが各期において資本市場

に供給されると考える。

続いて、資本ストックの蓄積の源泉となる家計の貯蓄行動を説明する。本モデルでは、家計の貯蓄行動を、投資行動まで含めてモデル化する。すなわち、家計はまず所得を消費にあてるか貯蓄にあてるかを決定し、その貯蓄をそのまま投資にまわし、さらに、その投資を自動車資本にまわすか非自動車資本にまわすかを決定する。このうち、消費・貯蓄決定モデルは静学モデルの式(10)において定式化したとおりである。また、投資先選択モデルについては、運輸産業における燃料種類別自動車資本選択モデル(式(5))と同様に定式化した。よって、投資先選択確率が以下のように求められる。

$$P_k^I = \frac{\exp(\theta^I v_k^I)}{\sum_k \exp(\theta^I v_k^I)} \quad (37)$$

ただし、 P_k^I :投資選択確率、 v_k^I :資本 k への投資による効用、 θ^I :ロジットパラメータ。

この効用 v_k^I は、資本 k に対する将来消費価格 p_{Fk} によって定義する。なお、この将来消費価格 p_{Fk} は、以下のように貯蓄と将来消費との関係を定式化することにより求められる^{2),3)}。

$$p_k \varphi_k S_k = p_X C_{Fk} \quad (38)$$

ただし、 φ_k :資本のフローとストックの比率。これを変形すると

$$p_{S_k} S_k = \left(\frac{p_{S_k}}{p_k \cdot \varphi_k} p_X \right) \cdot C_{Fk} \equiv p_{Fk} C_{Fk} \quad (39)$$

となり、この C_{Fk} の係数として将来消費価格が求められる。ただし、 p_{S_k} :貯蓄価格。

なお、式(38)は家計の貯蓄による収益 $p_k \varphi_k S_k$ と、合成財価格 p_X と等しい期待価格を持つ将来消費額 $[p_X C_{Fk}]$ とがバランスするように貯蓄が決定されることを表している。

また、式(37)のロジットモデルの導出に付随して、最大期待効用 S^I と将来消費価格 p_F も求められる。

$$S^I = \frac{1}{\theta^I} \ln \sum_k \exp(\theta^I v_k^I) \quad (40.a)$$

$$p_F = \sum_k p_{Fk} \cdot \exp\left\{\theta^I (v_k^I - S^I)\right\} \quad (40.b)$$

4.2 家計の自動車保有台数の蓄積

家計の保有する自動車台数の蓄積については、静学モデルにおける自動車購入モデルの枠組みと全く同じであり、これを期間 t に対し定義し直すことにより求められる。

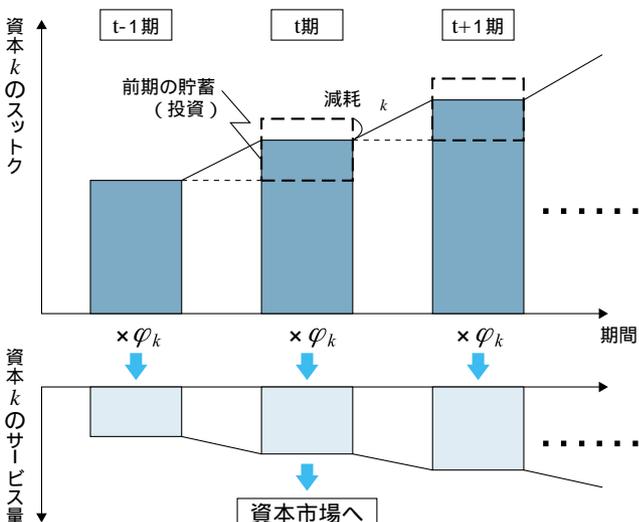


図4 資本蓄積と資本サービスの変化

5 便益定義

本研究にて構築されたモデルはいずれも効用理論に基づいているため等価的偏差EVを定義することが可能である。

まず、静学モデルでは、EVは式(12)の間接効用関数から以下のように導かれる。

$$EV = \frac{I_D^B (\Delta_1^B)^{\frac{1}{\sigma_1-1}} - I_D^A (\Delta_1^A)^{\frac{1}{\sigma_1-1}}}{(\Delta_1^A)^{\frac{1}{\sigma_1-1}}} + \frac{\mu \cdot (r^B - r^A)}{(\Delta_1^A)^{\frac{1}{\sigma_1-1}}} \quad (41)$$

[第一項] [第二項]

ただし、A, B:それぞれ政策無, 政策有を表す。式(41)の[第一項]は、市場経済を通しての財・サービス消費における影響を、また[第二項]は外部不経済レベルの変化による影響を表している。

一方、動学モデルでは、EVを各期ごとに定義した上で、現在価値換算して求めることにする。このとき、静学モデルと同じようにEVを定義すると二重計算になってしまう。なぜなら、式(12)の間接効用関数には貯蓄の項が含まれており、動学モデルではそれが将来の消費に充てられるため、そのときに再び貯蓄分を考慮することになってしまうからである。そこで、動学モデルでは、現在消費の効用 H (式(11))を用いて各期ごとに EV_t を定義する。

$$EV_t = \frac{\left\{ I_D^2 \right\}_1^B \left\{ (\Delta_2)_t \right\}^{\frac{1}{\sigma_2-1}} - \left\{ I_D^2 \right\}_t^A \left\{ (\Delta_2)_t \right\}^{\frac{1}{\sigma_2-1}}}{\left\{ (\Delta_2)_t \right\}^{\frac{1}{\sigma_2-1}}} + \frac{\mu \cdot (r_t^B - r_t^A)}{\left\{ (\Delta_2)_t \right\}^{\frac{1}{\sigma_2-1}}} \quad (42)$$

そして、純便益 SNB を以下のように定義する。

$$SNB = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{EV_t}{(1+i)^t} \quad (43)$$

ただし、 i :社会的割引率。

6 パラメータ推定

実際に外部不経済抑制策の評価を行う前に生産容量関数および各効用関数のパラメータを決定する必要がある。本モデルでは、限られたデータでもパラメータ推定が可能であるキャリブレーション手法を用いパラメータ推定を行う。キャリブレーション手法とは、ある基準年でのデータセットにおけるモデル構造のずれを補正して、モデルがデータセットに正確に適合するようパラメータを決定する方法である^{13,14)}。静学モデルでは、基準年を

1990年として、基本的には産業連関表¹⁵⁾のデータを用いてパラメータを推定した。また、外部不経済レベルに関するパラメータは、単位自動車トリップあたりの外部不経済的費用[環境原単位]¹⁶⁾により決定した。

動学モデルでも、基本的には静学モデルにおいて推定されたパラメータと同じである。ただし、その中で決定されないものについては、基準年の前後10年ほどの傾向を見て、パラメータを決定した。

パラメータ推定の結果は、付録-1, 2にまとめて示した。また、産業連関表以外に用いたデータ、特に運輸・交通部門のデータについても、付録-3にて簡単に解説を行っている。

7 政策シミュレーション

7.1 静学モデルによるシミュレーション結果

7.1.1 自動車燃料税増徴策

まず、静学モデルによる自動車燃料税増徴策のシミュレーション結果を示す。ここでは、ガソリン、軽油税率を順に上昇させてEVの計算を行った。ただし、政策後のガソリン価格と軽油価格が同水準になるように両燃料税率を操作している。これは、モデル上では式(9)の自動車燃料生産物税に相当する。なお、政策を実施するために必要となる事務的な経費等は考慮していない。また、政策による税収入については、産業および家計に還元されるとした。これは、ミクロ経済学で税制政策の影響を分析する際になされる設定と同様の考えによるものである¹⁷⁾。

その結果、純便益は図5のように上に凸のグラフとなった。すなわち、燃料価格が98(円/)のとき、純便益が最大となる。なお、この詳細な計算結果について

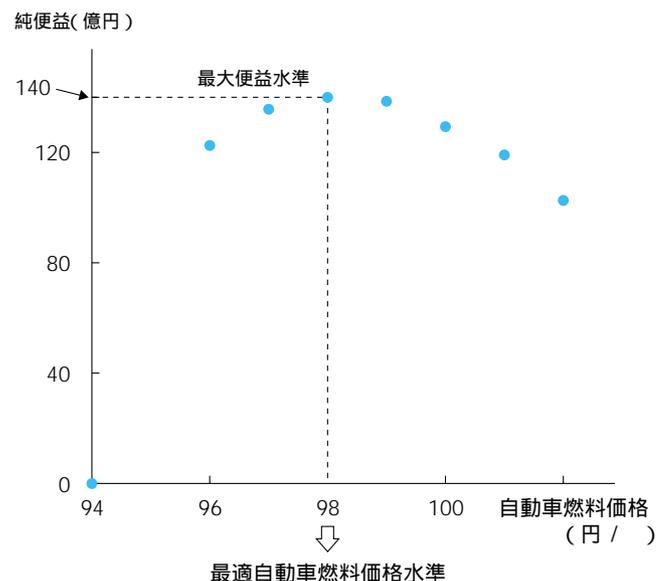


図5 政策による純便益(燃料税増徴策)

は、一部を付録 4に示した。

7.1.2 他の政策との比較

続いて、自動車燃料税増徴策において純便益が最大となるケースに対し、自動車重量税増徴策、非自動車交通(公共交通)整備政策、低公害車普及政策の3政策を取り挙げ比較分析を行った。まず、各政策の設定条件を示す。

Case1) 自動車燃料税増徴策：純便益最大のケース

Case2) 自動車重量税増徴策：重量税率を10.3%引き上げた場合。これは、モデル上では式(3)の自動車資本税と式(19)の自動車本体生産物税に相当する。また、本政策はCase1)の燃料税増徴策と外部不経済削減便益が等しくなるケースである。

Case3) 公共交通(非自家用自動車交通)整備政策：公共交通(鉄道・バス・タクシー・航空)の一般化費用を5%引き下げた場合。

Case4) 低公害車普及政策：高公害車の2%が低公害車に代替されるとした場合。

この結果、図6のような結果が得られた。このうち、Case2)の市場経済的便益では、Case1と同様税収入分が差し引かれている。また、Case3)の市場経済的不便益は、公共交通の整備費用が含まれている。

このシミュレーション分析では、燃料税増徴策が最も効果的な政策であるとの結果となった。この理由について、まず公共交通整備政策では、自動車交通から公共交通へのシフトが非弾力的なため多額の費用を投資しても効果が小さくなっているためと考えられる。

また、低公害車普及政策では、現在の低公害車の車体価格がかなり高いことが原因と考えられる。ただし、これらの結果はあくまで現段階での結果であり、パラメータの設定などによっては当然結果が変わることが考え

られ、よって、直ちにこれらの政策の有効性が否定されるものではない。特に低公害車普及政策などは、今後の技術開発等によっては、市場経済的不便益が抑えられることも考えられる。

また、燃料税増徴策と重量税増徴策の間の影響の違いについては、式(41)にて定義されたEVを理論的に式展開することにより明らかとなる。そこで、森杉(1997)に基づきEVの式展開を行った。その結果、燃料税増徴策でのEVの最終帰着形は以下ようになった。

$$EV = \int_{A \rightarrow B} \left[\frac{\omega_{Fuel} \left(\sum_j dX_j^{Fuel} + \tau dx_{Fuel} \right)}{[1]} + \left[\frac{\left\{ p_L x_{Auto}^{P^o} \right\} dt_{Auto} + \sum_m \left\{ p_L x_m^{P^o} \right\} dt_m + \left\{ \sum_m p_L x_m^{P^{no}} \right\} dt_m}{[2]} \right] \right] \left[\frac{\frac{x_{Auto} \cdot P_{Auto}}{x_{Auto}^{P^o}} dx_{Auto}^{P^o} + \left\{ I_D \right\}_r dr}{[3]} \right] \quad [4] \quad (44)$$

この[1]は、租税の影響として一般的に指摘されている税の超過負担(Excess Burden)と呼ばれるものである¹⁸⁾。[2]は、各交通機関の所要時間変化による影響を表している。また、[3]は自動車購入者の効用を式(28.a)のように定式化することにより生じた影響であり、自動車購入者が自らの自家用自動車トリップを増大させることにより単位自動車トリップあたりの自動車購入費用が変化することの影響を表している。[4]は外部不経済の削減効果である。

一方、重量税増徴策でも同様にEVの式展開を行った。その結果、EVの最終帰着形は式(44)と同様の形となり、その中の燃料税が $Fuel$ 重量税 $Auto$ に置き換えられたものとなった。これより、燃料税増徴策と重量税増徴策

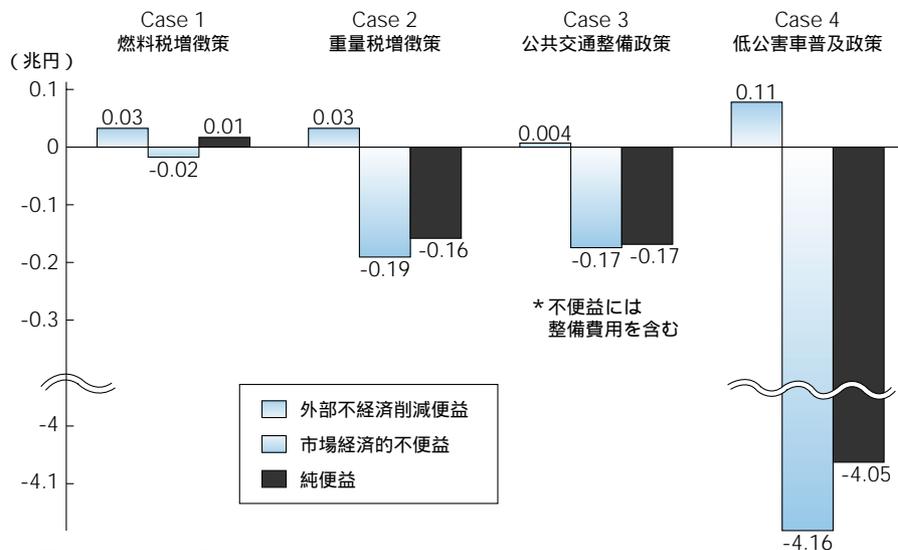


図 6 4政策の便益比較

の影響の違いを生じさせている大きな原因は、税の超過負担分であることがわかる。この税の超過負担は、図

7より価格弾力性が大きい財は、弾力性の小さい財に比べて小さくなっており、よって価格弾力性の違いによって両税制政策が異なる影響を生じさせていると思われる。すなわち、一般に価格弾力性が小さいと言われていた自動車本体の需要において、弾力性が大きいと言われていた自動車燃料の需要より、大きな税の超過負担が発生しているのである。それに加え、式(44)の[3]の効果が加わってさらに重量税増徴策の税の超過負担分が大きくなっていると考えられる。

7.2 動学モデルによるシミュレーション結果

続いて動学モデルによるシミュレーション結果を示す。ここでは、燃料税増徴策と重量税増徴策を取り挙げシミュレーション分析を行った。その設定条件は、静学モデルでの数値シミュレーションにおけるCase1, Case2と同じである。その便益の計測結果を表1に示す。なお、ここでは対象期間を15年、社会的割引率を1.5%と設定して計算を行った。

これによれば、重量税増徴策の方が燃料税増徴策より純便益が大きくなるという結果となっており、静学モデルによる分析とは逆の結論となった。その理由を探るため各便益ごとに計測結果の考察を行っていく。

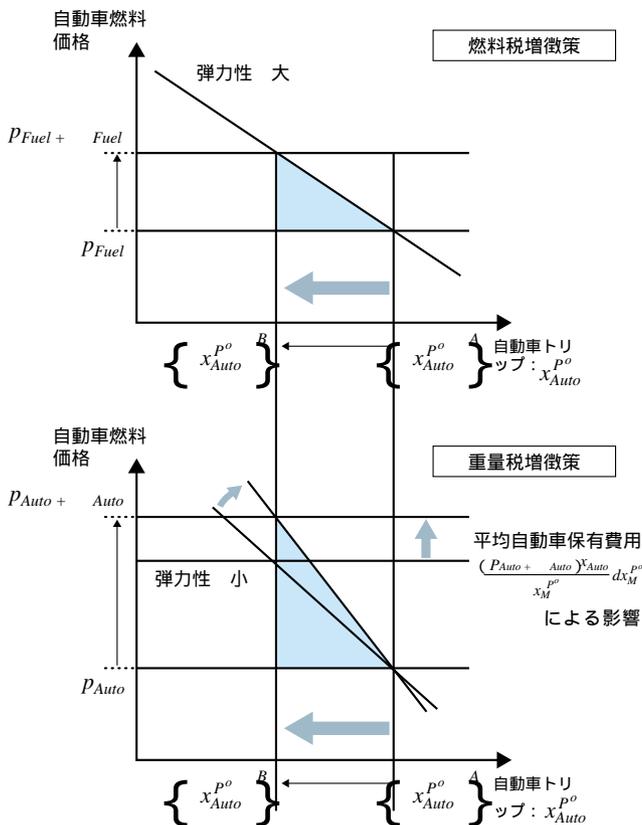


図 7 燃料税策と従量税策の税超過負担の比較

7.2.1 外部不経済削減便益

まず、外部不経済削減便益については、重量税増徴策の方が燃料税増徴策より約4倍もの便益となっている。なお、この外部不経済削減便益の時系列変化は図8のようになった。これによれば、燃料税増徴策は毎年一定の削減便益となっているのに対し、重量税増徴策は年を経るごとに削減便益が増加している。これは、図9のように、運輸産業が投入する自動車と家計が保有する自動車の合計である総自動車台数の伸びが、両政策において異なっていることが原因として考えられる。すなわち、重量税増徴策は自動車保有に対し課税する政策であるため、年々の自動車台数の伸びの抑制に効果を発揮するのに対し、燃料税増徴策は自動車利用への課税

表 1 動学分析による便益計測結果

	燃料税増徴策	重量税増徴策
外部不経済削減便益	0.22	0.92
市場経済的不便益	-5.75	-3.46
政策による税収	2.93	3.09
総便益	-2.60	0.55

(兆円)

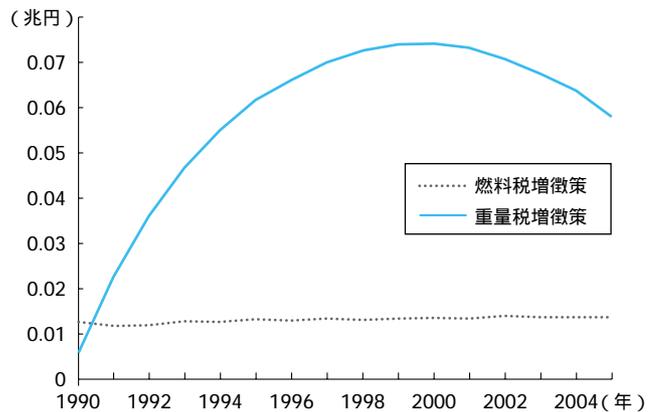


図 8 外部不経済削減便益の時系列変化

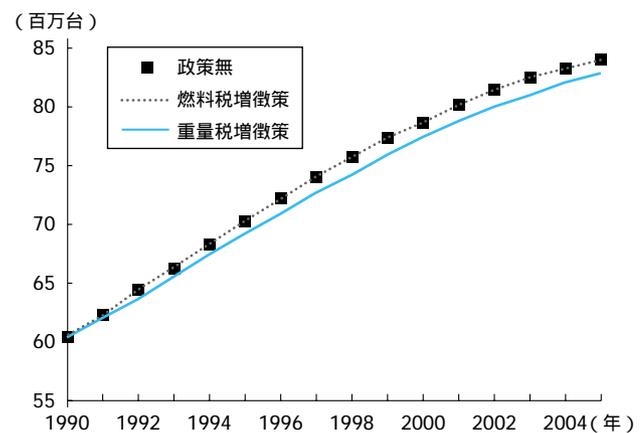


図 9 総自動車台数の時系列変化

であるため、自動車台数の伸びの抑制にはそれほど影響を与えないといえる。その結果、重量税増徴策では、各期ごとの自動車台数の伸びの抑制を通じて自動車利用の方も年々抑制されていき、また燃料税増徴策では、各期が独立に自動車利用の抑制に効果を示しているに過ぎないと考えられる。

7.2.2 市場経済的不便益

一方、市場経済的不便益でも重量税増徴策の方が不便益が少ない結果となり、燃料税増徴策より良好な結果となった。

この市場経済的不便益の計測結果の時系列変化は図

10のようになる。これを見ても、常に重量税増徴策の方が不便益が小さくなっている。また、政策開始の頃は、両政策とも不便益が徐々に大きくなっていったのに対し、1999年頃から重量税増徴策の方は不便益が小さくなる方向に動いていることもわかる。これは、図 11 および図 12に示した、政策無のケースに対する総所得 I_D と現在消費価格 P_H の変化率の推移を表すグラフより以下のように考えられる。まず、1999年頃までは重量税増徴策、燃料税増徴策共に、所得の変化率が徐々に下がっている。また、現在消費価格 P_H の上昇率はほぼ一定である。しかし、1999年頃から重量税増徴策は、政策による総所得の変化率が急速に下がっていく一方で、現在消費価格 P_H の変化率も下がっていき最後はマイナス、すなわち価格が下がる結果となっている。これより、潜在賃金所得 I_D が減少することによる不効用と、現在消費価格 P_H が下がることによる効用とが互いに打ち消し合い、結果として市場経済的不便益が小さくなる方向に動いたのではないと思われる。

7.2.3 結果の考察

以上の結果をまとめると、動学分析において重量税増徴策が良好な結果となった理由は、

各期ごとの自動車保有への課税が連続的に影響して自動車利用の抑制効果が高まったため
政策による所得の低下による不効用と価格の低下による効用とが打ち消し合い、結果的に市場経済的不便益が小さくなったため

のようになる。

また、市場経済的不便益の時系列変化のグラフ(図 10)では、その結果がかなり敏感に動いていることがわかる。これより、動学分析ではシミュレーションの計算自身が不安定になっている恐れがある。

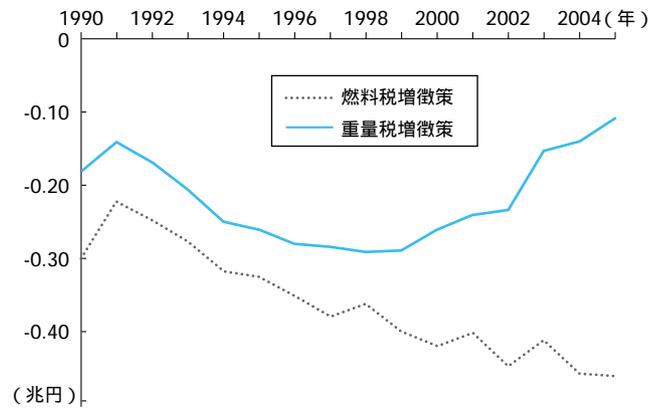


図 10 市場経済的不便益の時系列変化

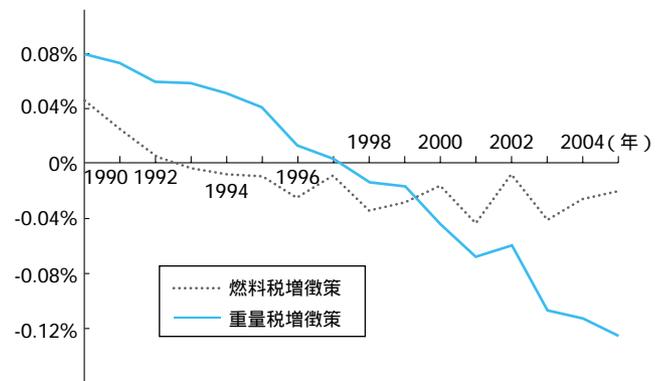


図 11 総所得の変化率(対政策無)

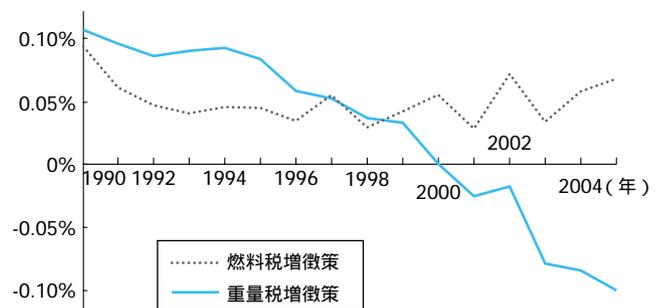


図 12 現在消費価格の変化率(対政策無)

8 結論

本研究では、自動車交通に起因する外部不経済抑制策を市場経済的不便益まで含めて総合的に評価するため、応用一般均衡理論に基づく社会経済モデルを構築した。そして、それを用いて、静学と動学の観点から政策の有効性の検討を行った。その結果、静学分析においては燃料税増徴策が最も効果的であるとの結果となった一方、動学分析では燃料税増徴策より重量税増徴策の方が効果的という、逆転する結果となった。

この本研究における結果と、環境問題では長期的な

視点に立って議論することが重要であるということから考えると、長期的な効果の高い重量税増徴策の方が有効的ともいえる。しかし、シミュレーション結果からわかるように動学分析は、

シミュレーションの計算自身に不安定な部分がある現実社会との対比を考えても不確実な要素が多い理由より、信頼性が劣るという問題がある。そこで、本研究で示したように、まず静学分析によってある程度信頼性のある結果を示しその結果と併せて、動学分析による結果を検討することが重要と思われる。

今後の課題として、さらなる実証分析の蓄積が必要であることは言うまでもないが、それに加えてより現実的な政策として、燃料税増徴策と重量税増徴策を組み合わせたような政策の検討が必要であろう。すなわち、燃料

税増徴策と重量税増徴策を同時に実施した場合、どのような組み合わせで実施することが最も効果のある政策となるのかの検討である。また、今回の動学分析では、燃料税・重量税の税率を将来一定として計算した。そこで、今後はその税率を期間ごとに変更させた場合の最適な税率のスケジューリングを動的制御問題として分析していくことも必要といえる。

謝辞：本研究を進めるにあたり、運輸政策研究所研究員水flow正英氏(現長銀総研コンサルティング)には、資料およびデータ等の収集に多大な協力を頂いた。ここに記して感謝したい。しかし、モデルの構築等は筆者らが行ったものであり、よって、本論文に関する誤り等の一切の責任はすべて筆者のみにある。

付録

付録 1 パラメータ推定結果(静学モデル)

付表 1.1 生産関数と生産容量関数

	a_0	L	M	K	
第一次産業	0.470	0.862	0	0.138	953.40
第二次産業	0.308	0.691	0	0.309	329.70
第三次産業	0.551	0.771	0	0.229	554.92
自動車製造部門	0.178	0.659	0	0.341	266.17
自動車燃料生産部門	0.130	0.182	0	0.818	6.28
鉄道旅客輸送	0.335	0.661	0	0.339	268.42
道路旅客輸送	0.703	0.935	0.016	0.049	1460.19
(自家用)旅客自動車輸送	0	0	0	0	0.00
航空輸送	0.245	0.985	0	0.015	1739.48
鉄道貨物輸送	0.399	0.928	0	0.072	1358.54
道路貨物輸送	0.614	0.891	0.042	0.067	1209.32
(自家用)貨物自動車輸送	0	0	0	0	0.00
水運	0.308	0.804	0	0.196	680.39

付表 1.2 効用関数(第一段階)

I	H
1.113	0.840

付表 1.3 効用関数(第二段階)

2	x	P
0.800	0.680	0.238

付表 1.4 効用関数(第三段階)

第一次産業	0.019
第二次産業	0.266
第三次産業	0.703
総貨物運輸輸送	0.012

付表 1.5 効用関数(貨物運輸の機関選択)

F	m	
1.000	鉄道貨物輸送	0.0145
	道路貨物輸送	0.887
	(自家用)貨物自動車輸送	0.000
	水運	0.0984

付表 1.6 自車購入モデル

A	D	消耗率
0.073	96,552,742	0.022

付表 1.7 交通機関選択モデル

M	u_{Auto}
0.113	22.443

付録 2 パラメータ推定結果(動学モデル)

付表 2.1 資本蓄積・投資先選択モデル

l	m	k	m	k
0.0037	0.0057	0.138	0.117	0.161

付録 3 主要データの出典一覧

付表 3.1 主要データの出典一覧

著者・编者	書名	発行	用いた主要データ
経済企画庁経済研究所	国民経済計算年報	大蔵省印刷局	家計所得, 家計消費の項目など
NHK放送文化研究所	日本人の生活時間		労働時間, レジャー時間など
ニッセイ基礎研究所	調査月報		貯蓄・投資動向, 資本蓄積状況など
(財)道路経済研究所, 道路交通経済研究会	道路交通経済要覧	ぎょうせい	旅客・貨物輸送量, 自動車走行台キロ, 自動車保有台数など
運輸省運輸政策局情報管理部	数字でみる鉄道	(財)運輸経済研究センター	鉄道所要時間, 鉄道建設費用など
(財)運輸経済研究センター	運輸経済統計要覧		燃料種類別自動車台数など
(社)日本自動車工業会	道路ポケットブック		ガソリン価格, ガソリン税率, 軽油価格, 軽油税率など
(財)自動車検査登録協力会	自動車保有車両数		初年度登録自動車台数など
(株)日産自動車	自動車産業ハンドブック	紀伊国屋書店	自動車台数など

付録 4 静学モデルによるシミュレーション結果

付表 4.1 自動車燃料税増徴策において純便益最大となるケース

生産要素価格	基準年	政策後	上昇率
労働	1,800	1,800	-0.02%
自動車資本	1.00000	0.99988	-0.01%
非自動車資本	1.00000	0.99980	-0.02%

収束率	需要量	供給量	収束率
労働	148,214	148,214	0.00%
自動車資本	303,444	303,416	-0.01%
非自動車資本	90,705,363	90,707,239	0.00%

(百万円)

生産財価格	基準年	政策後	上昇率
第一次産業	1.00000	1.00033	0.03%
第二次産業	1.00000	1.00022	0.02%
第三次産業	1.00000	1.00005	0.00%
自動車製造部門	1.00000	1.00005	0.01%
自動車燃料生産部門	1.00000	1.04248	4.25%
鉄道旅客輸送	14.65639	14.65747	0.01%
道路旅客輸送	50.41855	50.46828	0.10%
自家用旅客自動車輸送	24.73374	25.10483	1.50%
航空輸送	45.89300	45.89429	0.00%
鉄道貨物輸送	7.63086	7.63202	0.02%
道路貨物輸送	48.14860	48.32946	0.38%
自家用貨物自動車輸送	48.14860	48.82079	1.40%
水運	12.18004	12.18011	0.00%

家計消費【第一段階】	基準年	政策後	変化率
可処分所得	695,712,151	695,547,654	-0.02%
現在消費	16,444,206	16,438,713	-0.03%
貯蓄	108,591,654	108,565,558	-0.02%

家計消費【第二段階】	基準年	政策後	変化率
合成財	105,083,865	105,045,343	-0.04%
レジャー	168,959	168,948	-0.01%
旅客運輸	906,409	904,822	-0.18%

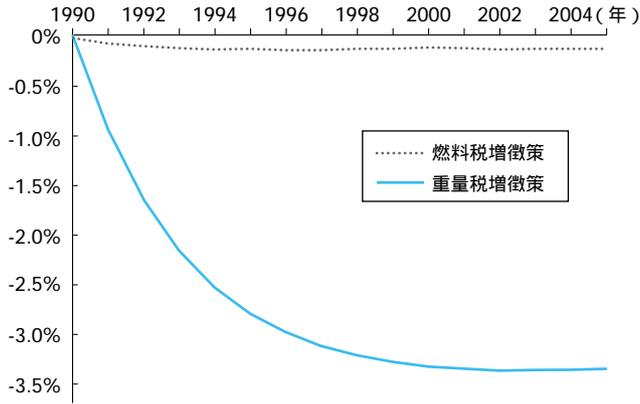
家計消費【第三段階】	基準年	政策後	変化率
第一次産業	4,405,592	4,403,144	-0.06%
第二次産業	60,484,315	60,457,104	-0.04%
第三次産業	159,928,557	159,884,352	-0.03%
自動車製造部門	5,689,951	5,684,806	-0.09%
自動車燃料生産部門	2,294,954	2,288,215	-0.29%
鉄道旅客輸送(人キロ)	232,319	232,387	0.03%
道路旅客輸送(人キロ)	61,307	61,325	0.03%
自家用自動車旅客(人キロ)	0	0	0.00%
航空輸送(人キロ)	39,152	39,163	0.03%
鉄道貨物輸送(トンキロ)	5,080	5,078	-0.04%
道路貨物輸送(トンキロ)	49,375	49,179	-0.40%
自家用自動車貨物(トンキロ)	0	0	0.00%
水運(トンキロ)	21,654	21,648	-0.02%
合計	233,212,255	233,126,402	-0.04%

産出量(数量)	基準年	政策後	変化率
第一次産業	17,795,322	17,789,621	-0.03%
第二次産業	404,064,012	404,013,849	-0.01%
第三次産業	370,068,408	370,020,721	-0.01%
自動車製造部門	39,981,668	39,971,254	-0.03%
自動車燃料生産部門	4,823,613	4,710,194	-2.35%
鉄道旅客輸送(人キロ)	387,478	387,533	0.01%
道路旅客輸送(人キロ)	92,980	92,965	-0.02%
自家用自動車旅客(人キロ)	186,449	183,694	-1.48%
航空輸送(人キロ)	51,624	51,631	0.01%
鉄道貨物輸送(トンキロ)	27,196	27,192	-0.01%
道路貨物輸送(トンキロ)	202,708	201,947	-0.38%
自家用自動車貨物(トンキロ)	71,536	70,553	-1.37%
水運(トンキロ)	387,478	387,524	0.01%
合計	838,140,472	837,908,677	-0.03%

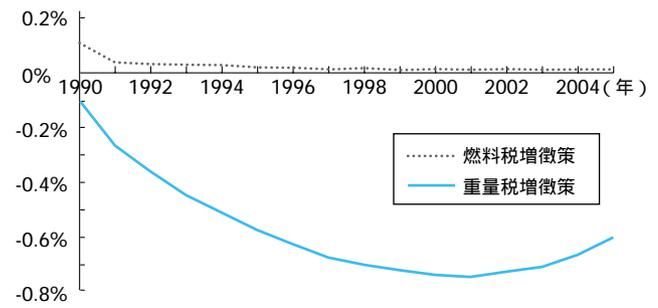
自動車保有率・分担率	基準年	政策後	変化分
自動車保有率	75.30%	75.23%	-0.07%
自動車分担率	63.29%	63.21%	-0.08%
自家用自動車[家計](人キロ)	573,631	571,947	-0.29%

便益評価	(億円)
環境改善便益	320
経済不活性便益	-2,180
政策による税収	2,000
純便益	140

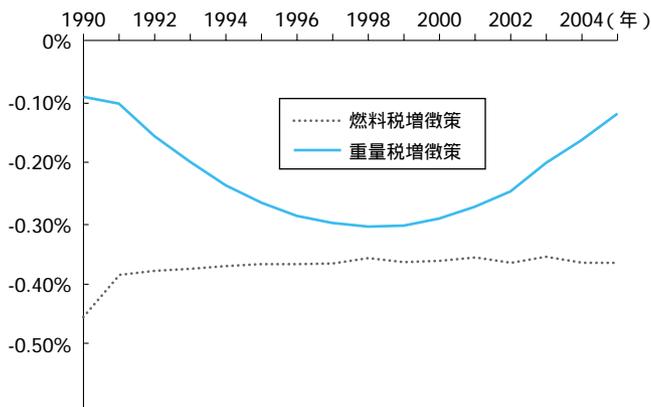
付録 5 動学モデルによるシミュレーション結果



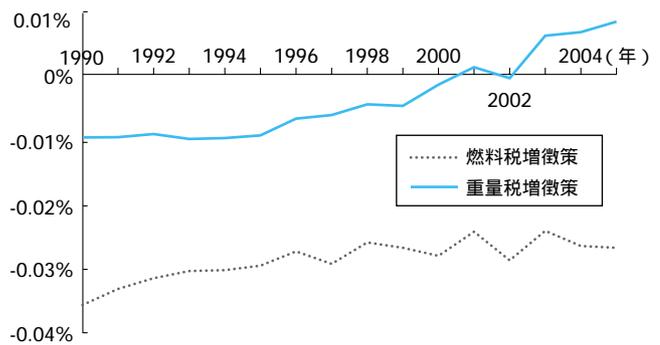
付図 5.1 自動車資本ストックの変化率 (対政策無)



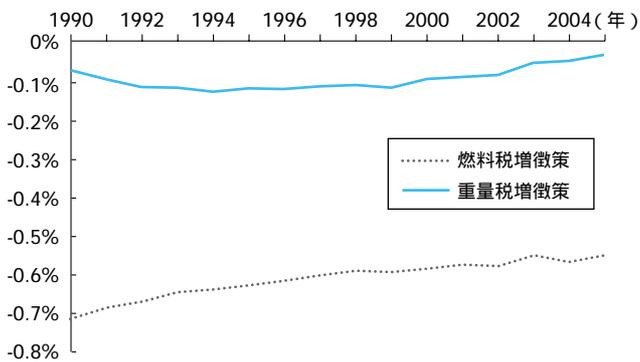
付図 5.4 家計の自家用自動車保有率の変化 (対政策無)



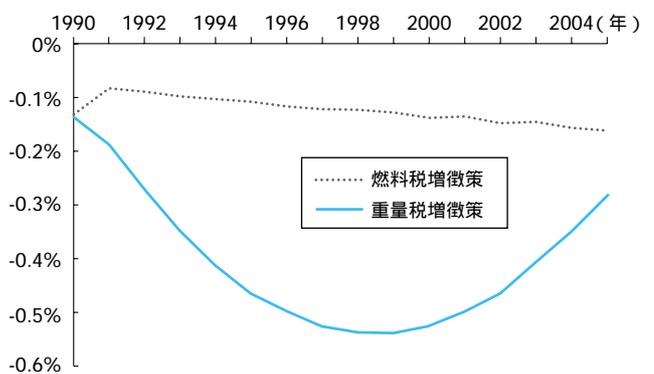
付図 5.2 道路旅客運輸産業の生産量 [人キロベース] の変化率 (対政策無)



付図 5.5 家計の自家用自動車分担率の変化 (対政策無)



付図 5.3 道路貨物運輸産業の生産量 [トンキロベース] (対政策無)



付図 5.6 家計の自家用自動車消費 [人キロベース] の変化率 (対政策無)

参考文献

- 1) 環境庁企画調整局企画調整課調査企画室[1997],「環境政策と税制「環境に係る税・課徴金等の経済的手法研究会」第1次報告」,ぎょうせい, pp.31-40 .
- 2) J. B. Shoven and J. Whalley[1992], *Applying General Equilibrium*, Cambridge University Press. (小平裕訳[1993],「応用一般均衡分析 - 理論と実際」, 東洋経済新報社.)
- 3) 市岡修[1991],「応用一般均衡分析」, 有斐閣 .
- 4) Ballard, C.L. and Medema, S.G. [1993], “The Marginal Efficiency Effects of Taxes and Subsidies in the Presence of Externalities”, *Journal of Public Economics* 52, pp.199-216.
- 5) Miyata, Y. [1995], “A General Equilibrium Analysis of the Waste-Economic System -A CGE Modeling Approach-”, *Infrastructure Planning Review* no.12, pp.259-270.
- 6) Bergman, L. [1991], “General Equilibrium Effects of Environmental Policy: A CGE-Modeling Approach”, *Environmental and Resource Economics*, Vol.1, pp.43-61.
- 7) Amano, A. [1992], *Global Warming and Economic Growth*, Center for Global Environmental Research.
- 8) Verhoef, E.T. [1996], “Economic Efficiency in Second-best Regulation of Road Transport Externalities”, Paper presented at the 36th ERS, ETH Zurich, Switzerland.
- 9) Mayeres, I and Proost, S. [1995], “Optimal Tax Rules for Congestion Type of Externalities,” Paper presented at the 7th WCTR, Sydney, Australia.
- 10) 宮城俊彦[1995], “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), pp.163-166 .
- 11) 森杉壽芳, 大野栄治, 川俣智計[1990], “コーホート型ディーゼル車普及率予測モデルの提案と燃料価格弾力性分析”,「土木計画学研究・論文集」, No.8, pp.41-48 .
- 12) 宮沢健一編[1991],「産業連関分析入門」, 日本経済新聞社, pp.90-91 .
- 13) 黒田昌裕[1989],「一般均衡の数量分析」, 岩波書店 .
- 14) 森杉壽芳, 小池淳司, 武藤慎一[1995], “自動車交通の外部不経済的費用と適正な燃料価格水準”,「土木計画学研究・論文集」, No.12, pp.283-293 .
- 15) 総務庁[1994],「平成2年産業連関表」.
- 16) OECD/ECMT [1994], *Internalizing the Social Cost of Transport*.
- 17) Varian H.R. [1993], *Intermediate Microeconomics*, Norton & Company, pp.287-290.
- 18) 森杉壽芳[1997],「社会資本整備の便益評価」, 勁草書房, pp.13-41 .
- 19) 常木淳[1995],「公共経済学」, 新世社, pp.111-117 .

The National Economic Evaluation of Policies for the Regulation of Automobile-related External Diseconomies - Comparative Analysis between Computable General Equilibrium(CGE) and Dynamic Computable General Equilibrium (DCGE) -

By Takayuki UEDA, Shinichi MUTO and Hisayoshi MORISUGI

The Policies to regulate external diseconomies caused by automobiles are expected to reduce automobile-related externalities. It is well known, however, that these policies generate the market disbenefit. Hence the paper proposes a socioeconomic model for evaluating regulation policies, whose framework is based on the computable general equilibrium model. In this paper, we evaluate the some regulation policies with both computable general equilibrium (CGE) and dynamic computable general equilibrium (DCGE) model, and compare the effectiveness among them considering merits and demerits of each model.

Key Words : **regulatory policies of external diseconomies, computable general equilibrium model, transport behavior, national economic evaluation**

この号の目次へ <http://www.jterc.or.jp/kenkyusyo/product/tpsr/bn/no01.html>