

運輸産業を取り入れた応用一般均衡モデルの開発*

Constructing the Computable General Equilibrium Model Focusing the Transport Sector *

森杉壽芳**, 上田孝行***, 武藤慎一****, 近藤有一郎*****

By Hisayoshi MORISUGI **, Takayuki UEDA ***, Shinichi MUTO ****, Yuichiro KONDO *****

1. はじめに

戦後わが国は、自動車交通の充実により産業発展を遂げてきた一方で、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生んできた。これに対し、その抑制のため各種政策が提案・実施されている。しかし、それらの政策の導入は、外部不経済を削減する効果がある一方、種々の社会経済活動に対して費用負担の増加を求めることになり、経済の不活性化すなわち経済的便益の損失をもたらす。そのため、外部不経済抑制策を実施するには、環境の改善効果のみならず経済的影響まで踏まえた評価が必要といえる。

そこで、本研究では、外部不経済抑制策実施に伴う影響を、経済的な影響まで含め総合的に評価できるモデルの構築を目的とする。具体的には、近年、貿易政策や税制改革等の経済政策の評価に有用とされている応用一般均衡理論¹⁾²⁾をベースとし、それに運輸部門ならびに自動車関連産業を明示的に取り入れることにより、自動車燃料税等の外部不経済抑制策を実施した場合の国民経済的便益（不便益）の計測を行う。

2. 外部不経済抑制策実施の影響

本章では、外部不経済抑制策の実施による影響を経済理論の枠組みにおいて具体的に示す。

まず、現時点で生じている外部不経済に対し、自動車利用者にその責任を負わせる状況を考える。これは、自動車利用者に何らかの費用負担を課すことであり、図-1のような自動車交通に関する需要供給曲線を考えた場合の供給曲線のシフト ($S_0 \rightarrow S_1$) として表すことができる。言い換えれば、 S_0 と S_1 との乖離分が外部不経済的費用を表しているといえ、利用者に費用負担を課すことにより外部不経済的費用がACDFから

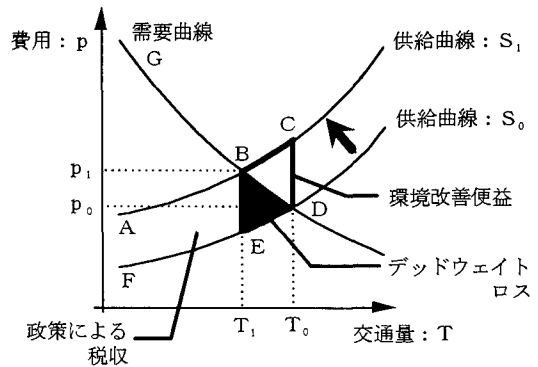


図-1 環境改善便益とデッドウェイトロス

ABEF (図-1) に減少すると捉えられる。よって、環境改善便益はその差額 (BCDE) として得られる。

しかしその一方で、消費者余剰と生産者余剰の和である社会的余剰がGDFからGBAと減少することにより経済的便益の損失 (ABDF) が生じる。ところが、ABEFは政府が得た税収入であり政府サービスを通してその額だけ消費者と生産者に還元されると仮定すれば、政策による損失分からこの税収入分を差し引くことができる。よって、政策による純損失はBDEとなる。この部分は、通常デッドウェイトロスと呼ばれているものである。このデッドウェイトロスを環境改善便益から差し引いた値が政策の純便益となる。

ただし、ここで議論したデッドウェイトロスは、部分均衡理論での解釈であり、経済相互依存による影響等は考慮されていない。そこで以下、一般均衡理論の枠組みでモデル構築を行うことにより、経済相互依存まで含めたデッドウェイトロスの計測法の提案を行う。また、本モデルを用い同時に環境改善便益も計測できることを示す。

3. モデルの構造²⁾

(1) モデルの基本的枠組み

本モデルの経済主体は、生産面と消費面に注目し以下のように設定する。

*キーワーズ：地球環境問題、環境計画

**正員、工博、岐阜大学教授 工学部土木工学科
(岐阜市柳戸 1-1、TEL 058-293-2465、FAX 058-230-1248)

***正員、工博、岐阜大学助教授 工学部土木工学科

****学生員、岐阜大学大学院博士前期課程

*****学生員、岐阜大学工学部土木工学科

表-1 税の分類

タイプ	納税主体	対応する税の分類
資本税 直接資本税 間接資本税	企業 企業	法人税 自動車税, 自動車重量税, 自動車取得税, 軽自動車税 の1/2, 固定資産税
労働税	企業	社会保障負担
生産物税 (物品税)	企業	揮発油税, 軽油引取税, 石 油ガス税, 地方道路税, 通 行税, 酒税, たばこ消費税
所得税	家計	所得税
その他の 直接税	家計	自動車税, 自動車重量税, 自動車取得税, 軽自動車税 の1/2

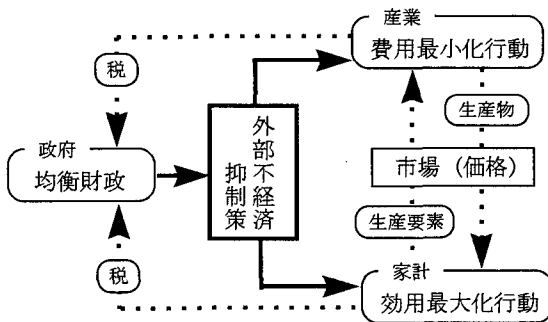


図-2 経済主体の関係図

生産部門：運輸部門を細分化した13産業

- 【1. 第一次産業, 2. 第二次産業, 3. 第三次産業, 4. 自動車製造部門, 5. 自動車燃料生産部門, P. 旅客運輸部門: 6. 鉄道旅客輸送, 7. 道路旅客輸送, 8. 自家用旅客自動車輸送, 9. 航空輸送, F. 貨物運輸部門: 10. 鉄道貨物輸送, 11. 道路貨物輸送, 12. 自家用貨物自動車輸送, 13. 水運】

消費部門：一家計グループ

政府部門：中央政府

これら経済主体の関係図を図-2に示す。まず13の産業は家計から提供される生産要素を用いて財・サービスの生産を行う。ただし、各産業はそれぞれ一種類の生産財を産出するものとする。一方、家計は生産要素を提供することにより所得を得て、その所得をもとに産業で生産された財・サービスの消費を行う。また、中央政府は税の徴収を行い政策を実行する一方、移転支出や政府最終消費支出等を行う。なお、本モデルでは政策による税收の家計への再分配は考えず、政府サービスを介してその額だけ家計、産業に還元されるとする。

政府の徴収する税は、納税主体が企業の場合には資本税、労働税、生産物税の三つに分類し、家計の場合には所得税と家計が負担するその他の直接税の二つに分類する(表-1)。

(2) 生産要素

本モデルでは、新古典派経済学の採用する伝統的なアプローチにならい、労働と資本の二つの生産要素を取り入れる。これらの生産要素は家計により所有されるとする。また、資本に関しては固定資本減耗(減価償却)を除いて考え、それと整合的に投資も更新投資

を除外した純投資として取り扱う。

この古典モデルでは、労働と資本を代替財として扱い、生産者自身により労働投入と資本投入との配分が決定される。これにならえば、運輸産業が所有する自動車は、中間投入物と考えるより資本と考えた方が、自動車と労働との間の代替性を考慮できる点で本研究での分析と合致している。そこで本モデルでは、自動車資本の導入をはかり、自動車以外の資本(土地、建物等: 非自動車資本)と分けてモデル化する。ただし、運輸部門のみが自らの生産活動に自動車資本を投入するものとする。これは、各産業が独自で行う輸送(自家輸送)については、仮想的に運輸部門の中に設けた自家用自動車輸送部門によりまかなわれるとされているためであり、よって運輸部門以外の産業が輸送を行うことはなく、自動車資本の投入もないと考えて不都合がないことによる。

以上の労働・資本はいずれも完全競争を仮定し、よって生産要素価格についてはすべての産業を通じてそれぞれ均等となる。モデルでは、労働は時間単位で定式化し、税抜き労働価格は平均賃金率により $p_L = 1,800$ と与える。また、資本は1円の価値を生み出す量を1単位とするサービス単位により定式化し、基準年における税抜きの資本価格を、自動車資本、非自動車資本ともに $p_M, p_K = 1$ と与える。一方、生産財価格に関しては、資本価格と同様に1で規準化する。ただし、運輸部門についてはその国内生産量を輸送量(人キロ・トンキロ)ベースで評価するために、国内生産額を輸送量で除した値を生産財価格と定義し与える。

(3) 産業

各産業は前節で述べた生産要素、さらに他の産業の生産財を中間投入物として使用し、費用最小化原理の下で生産活動を行うものとする。なお、第 j 産業の生産関数をレオンチェフ型生産関数を用いて以下のように定式化する。

$$Q_j = \min \left(\frac{PC_j(L_j, M_j, K_j)}{a_{0j}}, \frac{x_{1j}}{a_{1j}}, \dots, \frac{x_{13j}}{a_{13j}} \right) \quad (1)$$

ただし、 Q : 産出量, L, M, K : 労働, 自動車資本, 非自動車資本投入量, x_i : 第 i 生産財投入量, PC : 付加価値タームの生産容量, a_i : 投入係数 ($i \neq 0$), a_0 : 生産容量比率 [生産一単位あたりに必要とされる生産容量], サフィックス j : 産業部門 ($j=1, \dots, 13$)。

式(1)によれば、生産要素からなる生産容量 (PC_j) が産業の産出能力 Q_j を決定する構造となっている。なお、 PC_j は以下のように定式化する。

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

ただし、 η_j : 比率パラメータ, $\alpha_{Lj}, \alpha_{Mj}, \alpha_{Kj}$: 分配パラメータ ($\alpha_{Lj} + \alpha_{Mj} + \alpha_{Kj} = 1$), σ_j : L_j, M_j, K_j の間の代替弾力性, $\rho_j = (1 - \sigma_j) / \sigma_j$ 。

各産業は直面する税込み生産要素価格に対応して最適生産行動をとるものと仮定する。その結果、その産業は生産容量一単位あたりの粗要素費用を最小にするよう行動するものとして以下のように定式化できる。

$$\begin{aligned} \min_{L_j, M_j, K_j} & p_{Lj}^+ L_j + p_{Mj}^+ M_j + p_{Kj}^+ K_j \\ \text{s.t.} & 1 = \eta_j \left[\alpha_{Lj} L_j^{-\rho_j} + \alpha_{Mj} M_j^{-\rho_j} + \alpha_{Kj} K_j^{-\rho_j} \right]^{-\frac{1}{\rho_j}} \end{aligned} \quad (3)$$

ただし、 $p_{Lj}^+ = (1 + d_{Lj}) p_L$, d_{Lj} : 労働税率, p_L : 労働要素価格, $p_{Mj}^+ = (1 + d_{Mj}) p_M$, d_{Mj} : 自動車資本税率, p_M : 自動車資本要素価格, $p_{Kj}^+ = (1 + d_{Kj}) p_K$, d_{Kj} : 非自動車資本税率, p_K : 非自動車資本価格。

これを解くと、生産容量一単位あたりの各生産要素の需要量が以下のように得られる。

【労働需要】

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

【自動車資本需要】

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

【非自動車資本需要】

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

(4) 価格の形成

本研究では、生産者の技術は規模に関して収穫一定としているので、生産者は需要量に見合うだけの生産を行うとみなされる。よって、価格受容者である第 j 産業が直面する財価格 p_j は、産出量一単位あたりの生産費用に等しい水準になっている。

ところで、第 j 産業が生産物を Q_j 単位生産するための費用は、税込みの要素費用、純生産物税支払額、中間消費 $\sum_i p_i a_{ij} Q_j$ の合計である。そのため、生産財価格 p_j に関して次式が成立する。

$$p_j = \frac{\left[(p_{Lj}^+ L_j + p_{Mj}^+ M_j + p_{Kj}^+ K_j) \right] (1 + d_{0j}) + \sum_i p_i a_{ij} Q_j}{Q_j} \quad (5)$$

ただし、純生産物税は粗要素費用をタックスベースとして課す (d_{0j} : 純生産物税率)。

さらに右辺を変形し、まとめて行列形式で表現すれば、次のように生産財価格体系が決定される。

$$\begin{bmatrix} p_1 \\ \vdots \\ p_j \\ \vdots \\ p_n \end{bmatrix}' = \begin{bmatrix} a_{01} \{ p_L^+ D_{L1} + p_M^+ D_{M1} + p_K^+ D_{K1} \} (1 + d_{01}) \\ \vdots \\ a_{0j} \{ p_L^+ D_{Lj} + p_M^+ D_{Mj} + p_K^+ D_{Kj} \} (1 + d_{0j}) \\ \vdots \\ a_{0n} \{ p_L^+ D_{Ln} + p_M^+ D_{Mn} + p_K^+ D_{Kn} \} (1 + d_{0n}) \end{bmatrix}' [\mathbf{I} - \mathbf{A}]^{-1} \quad (6)$$

ただし、 $\mathbf{I}$: 単位行列, $\mathbf{A} = [a_{ij}]$: 投入係数行列, $n=13$, ' はベクトルの転置を意味する。

価格 p_j がこの条件を満たしている時には、産出額 $p_j \cdot Q_j$ と税込みの生産費用が均等になる。そのため、全ての産業で、超過利潤は発生しない。

消費財価格については、本モデルでは消費財と生産財が同じであると仮定し、ここで得られた生産財価格をそのまま消費財価格とみなす。

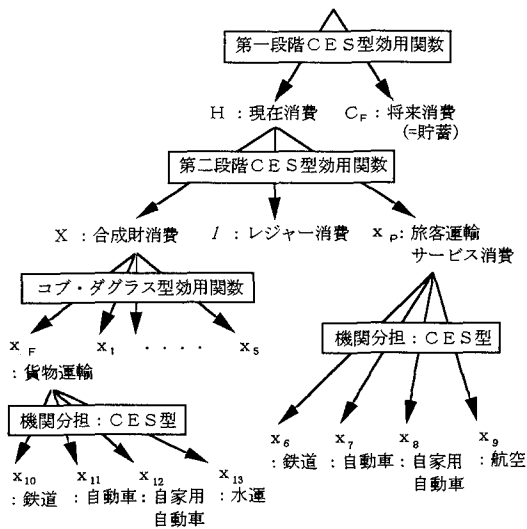


図-3 家計の消費行動モデル

(5) 家計

a) 消費行動モデルの定式化

各家計は、自らが直面する諸価格が現在の水準のまま将来も変化しないという近視眼的期待の下で効用最大化行動をとると想定する。よって、家計の消費行動モデルは、図-3のように階層的に定式化できる。

【第一段階】

まず、家計 i ($i=1$) は潜在賃金所得(Full income) I_{Di} をもとに、現在消費 H_i と将来消費 C_{Fi} を決定する。また、環境変化による影響は、環境質 Z に比例するものとしてモデルに組み込み³⁾、 Z は運輸部門の産出量 ($Q_6, \dots, Q_{13}$) により決定されたとする。

$$\begin{aligned} \max_{H_i, C_{Fi}} U_i \{H_i, C_{Fi}, Z\} \\ = \left[\frac{1}{\beta_{Hi}} H_i^{\sigma_{Hi}} + (1 - \beta_{Hi}) \frac{1}{\sigma_{Hi}} C_{Fi}^{\sigma_{Hi}} \right]^{\frac{1}{\sigma_{Hi}}} + \mu Z \quad (7) \\ \text{s.t. } I_{Di} = p_{Hi} H_i + p_{Fi} C_{Fi} \end{aligned}$$

ただし、 U_i : 効用関数、 μ : パラメータ、 β_{Hi} : 分配パラメータ、 σ_{Hi} : 現在消費と将来消費との間の代替弾力性、 p_{Hi} : 現在消費の価格、 p_{Fi} : 将来消費の価格、 $\nu_{Hi} = (\sigma_{Hi} - 1) / \sigma_{Hi}$ 。

これを解くと、以下のように最適な現在消費 H_i と将来消費 C_{Fi} が求められる。

$$H_i = \frac{\beta_{Hi} I_{Di}}{p_{Hi}^{\sigma_{Hi}} \Delta_{Hi}}, \quad C_{Fi} = \frac{(1 - \beta_{Hi}) I_{Di}}{p_{Fi}^{\sigma_{Hi}} \Delta_{Hi}} \quad (8)$$

ただし、 $\Delta_{Hi} = \beta_{Hi} p_{Hi}^{(1-\sigma_{Hi})} + (1 - \beta_{Hi}) p_{Fi}^{(1-\sigma_{Hi})}$

将来消費と貯蓄との関係は次のように考える。家計貯蓄 S_i による収益は、合成財価格 q_{Xi} と等しい期待価格を持つ将来消費 C_{Fi} を購入するための資金とみなせば、式(9)式のような等式が成立する。

$$p_{Ki}^* \theta \cdot S_i = q_{Xi} C_{Fi} \quad (9)$$

ただし、貯蓄による収益は、資本一単位当たりの収益 $p_{Ki}^* \theta$ (p_{Ki}^* : 資本税と賃金所得税とを引いた実効資本価格、 θ : 資本純収益率) に貯蓄 S_i を乗じたもので表される。

以上より貯蓄額と将来消費との間の関係が得られる。

$$p_S S_i = \left(\frac{p_S}{p_{Ki}^* \theta} q_{Xi} \right) \cdot C_{Fi} \equiv p_{Fi} C_{Fi} \quad (10)$$

ただし、 p_{Fi} : 将来消費の価格。

式(7)を解いた最適将来消費 C_{Fi} から、式(10)を用いて最適貯蓄 S_i が求まる。

$$S_i = \frac{(1 - \beta_{Hi}) I_{Di}}{p_S p_{Fi}^{(\sigma_{Hi}-1)} \Delta_{Hi}} \quad (11)$$

【第二段階】

次に家計 i は、式(11)により決定された最適貯蓄額 $p_S S_i$ を控除した所得をもとにして、現在消費で表示される効用を最大にするよう、旅客運輸サービス消費以外の合成財消費 X_i (以下合成財消費) とレジャー消費 L_i 、旅客運輸サービス消費 x_{Pi} を決定する。

レジャー価格は賃金所得税を引いた労働価格に等しいものとし、レジャー消費は時間タームで定式化する。また、旅客運輸サービスの消費にも所要時間を取り入れる。よって、本モデルでは時間制約も制約条件に加え、式(12)のような最適問題を解くことになる。

$$\begin{aligned} H_i = \max_{X_i, L_i, x_{Pi}} \left[(\gamma_{Xi})^{\frac{1}{\sigma_{2i}}} X_i^{\nu_{2i}} + (\gamma_{Li})^{\frac{1}{\sigma_{2i}}} L_i^{\nu_{2i}} + (\gamma_{x_{Pi}})^{\frac{1}{\sigma_{2i}}} x_{Pi}^{\nu_{2i}} \right]^{\frac{1}{\sigma_{2i}}} \\ \text{s.t. } I_{Di} - p_S S_i = q_{Xi} X_i + p_{Li} L_i + (p_{Pi} + t_{Pi} \cdot p_{Li}^*) x_{Pi} \\ T_i = L_i + l_i + t_{Pi} x_{Pi} \quad (12) \end{aligned}$$

ただし、 $\gamma_{Xi}, \gamma_{Li}, \gamma_{x_{Pi}}$: 分配パラメータ ($\gamma_{Xi} + \gamma_{Li} + \gamma_{x_{Pi}} = 1$)、 σ_{2i} : 合成財消費とレジャー消費と旅客運輸消費との間の代替弾力性、 q_{Xi} : 合成財消費価格、 p_{Li}^* : レジャー価格 [$= (1 - t_{Li}) p_L$]、 p_{Pi} : 旅客運輸サービス価格、 t_{Pi} : 旅客運輸サービスの

所要時間, T_i : 総利用可能時間, $\nu_{2i} = (\sigma_{2i} - 1) / \sigma_{2i}$ 。

これを解くと、最適解が以下のように求められる。

$$X_i = \frac{\gamma_{xi}(I_{Di} - p_S S_i)}{q_{xi}^{\sigma_{2i}} \Delta_{2i}} \quad (13. a)$$

$$l_i = \frac{\gamma_{li}(I_{Di} - p_S S_i)}{p_{Li}^{\sigma_{2i}} \Delta_{2i}} \quad (13. b)$$

$$x_{Pi} = \frac{\gamma_{xpi}(I_{Di} - p_S S_i)}{(p_{Pi} + t_{Pi} p_{Li}^*)^{\sigma_{2i}} \Delta_{2i}} \quad (13. c)$$

ただし、

$$\Delta_{2i} = \gamma_{xi} q_{xi}^{(1-\sigma_{2i})} + \gamma_{li} p_{Li}^{*(1-\sigma_{2i})} + \gamma_{xpi} (p_{Pi} + t_{Pi} p_{Li}^*)^{(1-\sigma_{2i})}$$

また、これに付随するラグランジュ乗数より、現在消費の価格 p_{Hi} が決まる。

$$p_{Hi} = \left[\gamma_{xi} q_{xi}^{(1-\sigma_{2i})} + \gamma_{li} p_{Li}^{*(1-\sigma_{2i})} + \gamma_{xpi} (p_{Pi} + t_{Pi} p_{Li}^*)^{(1-\sigma_{2i})} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_{2i}}} \quad (14)$$

【第三段階】

最後に家計は、合成財消費水準 u_{xi} を最高にするように旅客運輸サービスを除く個別財消費 x_{ji} ($j=1, \dots, 5, F$) を決定する。 $j=F$ は、貨物運輸サービスを表す。本モデルでは、合成財消費はコブ・ダグラス型関数で定式化する。

$$\max_{x_{ji}} u_{xi}(x_{ji}) = \prod_j x_{ji}^{\lambda_{ji}} \quad (j=1, \dots, 5, F)$$

$$s.t. \quad I_i - p_S S_i - \{p_{Li}^* l_i + (p_{Pi} + t_{Pi} p_{Li}^*) x_{Pi}\} = \sum_j q_j^+ x_{ji} \quad (15)$$

ただし、 λ_{ji} : 支出シェア, q^+ : 購入段階に賦課される消費税込みの第 j 生産財の価格 $[(1 + t_{cj}) q_j]$ 。

これを解くと、最適な個別財消費は以下のように求められる。

$$x_{ji} = \frac{\lambda_{ji}}{q_j^+} \left\{ I_i - p_S S_i - p_{Li}^* l_i - (p_{Pi} + t_{Pi} p_{Li}^*) x_{Pi} \right\} \quad (j=1, \dots, 5, F) \quad (16)$$

これに付随するラグランジュ乗数より合成財消費 X_i の価格が求められる。

$$q_{xi} = \prod_j \left(\frac{q_{ji}^+}{\lambda_{ji}} \right)^{\lambda_{ji}} \quad (j=1, \dots, 5, F) \quad (17)$$

b) 運輸部門の機関分担

続いて、旅客運輸と貨物運輸それぞれに対し、機関分担の導入を試みる。これにより、自動車交通の外部不経済抑制策実施による自動車から鉄道、航空への乗り換え、いわゆるモーダルシフトを表現できる。

【旅客運輸サービス消費】

本モデルでは、旅客運輸部門の交通機関として鉄道 ($j=6$)、自動車 ($j=7$)、自家用自動車 ($j=8$)、航空 ($j=9$) の四種類を想定し、旅客運輸サービス消費水準 u_{Pi} を最大にするように、各交通手段選択を行うものとする。水運については、1991年時点でシェアが約0.5%であり、無視し得るものとして考慮しない。

$$\begin{aligned} \max_{x_{ji}} u_{Pi} &= \left[\sum_j (\delta_{ji})^{\frac{1}{\sigma_{Pi}}} x_{ji}^{\nu_{Pi}} \right]^{\frac{1}{\nu_{Pi}}} \quad (j=6, \dots, 9) \\ s.t. \quad I_{Di} - p_S S_i - (q_{xi} X_i + p_{Li}^* l_i) &= \sum_j (p_{ji} + t_{ji} p_{Li}^*) x_{ji} \end{aligned} \quad (18)$$

ただし、サフィックス j : 交通機関, x_{ji} : 旅客運輸サービス消費, δ_{ji} : 分配パラメータ ($\sum \delta_{ji} = 1$), σ_{Pi} : 各交通機関の間の代替弾力性, p_{ji} : 旅客運輸サービス価格, t_{ji} : 旅客運輸サービスの所要時間, $\nu_{Pi} = (\sigma_{Pi} - 1) / \sigma_{Pi}$ 。

これを解くと、以下のように交通機関 j の最適な旅客運輸サービス消費が決まる。

$$x_{ji} = \frac{\delta_{ji} (I_{Di} - p_S S_i - q_{xi} X_i - p_{Li}^* l_i)}{\{(p_{ji} + t_{ji} p_{Li}^*)^{\sigma_{Pi}} \Delta_{Pi}\}} \quad (j=6, \dots, 9)$$

$$\Delta_{Pi} = \sum_j \delta_{ji} (p_{ji} + t_{ji} p_{Li}^*)^{(1-\sigma_{Pi})} \quad (19)$$

これに付随するラグランジュ乗数より、旅客運輸サービス消費に要する価格 p_{Pi} が決まる。

$$p_{Pi} = \left\{ \sum_j \delta_{ji} \cdot (p_{ji})^{1-\sigma_{Pi}} \right\}^{\frac{1}{1-\sigma_{Pi}}} \quad (j=6, \dots, 9) \quad (20)$$

【貨物運輸サービス消費】

貨物運輸についてはその交通手段として鉄道 ($j=10$)、自動車 ($j=11$)、自家用自動車 ($j=12$)、水運 ($j=13$) を想定し、貨物運輸サービス消費水準 u_{Fi} を最大にするように各交通手段選択を行う。航空については、1991年時点でシェアが約0.1%であり、無視し得るものとして考慮しない。

$$\max_{x_{ji}} u_{Fi} = \left[\sum_j (\varepsilon_{ji})^{\frac{1}{\sigma_{Fi}}} x_{ji}^{\frac{\sigma_{Fi}}{\sigma_{Fi}-1}} \right]^{\frac{\sigma_{Fi}-1}{\sigma_{Fi}}} \quad (j=10, \dots, 13 \quad k=1, \dots, 5)$$

$$s.t. \quad I_{Di} - p_S S_i - \{p_{Li} l_i + (p_{Pi} + t_{Pi} \cdot p_{Li}) x_{Pi}\} - \sum_k q_k^* x_{ki} = \sum_j p_{ji} x_{ji} \quad (21)$$

ただし、サフィックス j : 交通機関、 x_{ji} : 貨物運輸サービス消費、 ε_{ji} : 分配パラメータ ($\sum \varepsilon_{ji} = 1$)、 σ_{Fi} : 各交通機関の間の代替弾力性、 p_{ji} : 貨物運輸サービス価格、 $\nu_{Fi} = (\sigma_{Fi} - 1) / \sigma_{Fi}$ 。

これを解くと、以下のように交通機関 j の最適な貨物運輸サービス消費が決まる。

$$x_{ji} = \frac{\varepsilon_{ji} \left(I_{Di} - p_S S_i - \{p_{Li} l_i + (p_{Pi} + t_{Pi} \cdot p_{Li}) x_{Pi}\} - \sum_k q_k^* x_{ki} \right)}{\{p_j^{\sigma_{Fi}} A_{ji}\}} \quad (j=10, \dots, 13 \quad k=1, \dots, 5)$$

$$ただし、 \quad A_{ji} = \sum_j \varepsilon_{ji} (p_j)^{(1-\sigma_{Fi})} \quad (22)$$

これに付随するラグランジュ乗数より、貨物運輸消費に要する価格 p_{Fi} が決まる。

$$p_{Fi} = \left\{ \sum_j \varepsilon_{ji} \cdot (p_{ji})^{1-\sigma_{Fi}} \right\}^{\frac{1}{1-\sigma_{Fi}}} \quad (j=10, \dots, 13) \quad (23)$$

c) 等価的偏差 EV の導出

本モデルは、効用理論に基づいており等価的偏差 EV を定義することが可能である。その詳細は付録に示すが、最終的に以下のような形となる。

$$EV = I^A \left[\frac{V^B - V^A}{V^A} \right] \quad (24)$$

これより、外部不経済抑制策を実施した場合の経済的不便益の計測が可能となる。

(6) 一般均衡条件

通常の一般均衡モデルにおける一般均衡条件は、全ての財ならびに生産要素の需給均等であるが、本モデルは規模に関して収穫一定を仮定しており、各産業は各財の需要に見合う供給を常に行うとされる。よって、ここでは生産要素の需給均等のみが意味を持つ。よって、市場均衡式は以下ようになる。

【市場均衡式】

$$\begin{aligned} (i) \text{労働市場} & \quad L_D = L_S \quad (25.a) & (ii) \text{自動車資本市場} & \quad M_D = M_S \quad (25.b) \\ (iii) \text{非自動車資本市場} & \quad K_D = K_S \quad (25.c) & (iv) \text{税収} & \quad T^* = T \quad (25.d) \end{aligned}$$

ただし、添え字 D : 需要、 S : 供給、 T : 総税収見積額、 T^* : 政府の総税収。税収については、財政政策の方針によっては、はずすことも可能である。

ここでは、これらの市場均衡が成立する均衡価格体系を収束計算によって求めることになる。次にそのための $L_D, M_D, K_D, L_S, M_S, K_S, T^*$ の導出方法を示す。

a) 最終需要の決定

最終需要を構成する消費需要 X_{Cj} は次のように決定される。

まず、各家計の最終消費支出は 3 (5) で求めた x_{ji} より得られる。本モデルは一家計グループを想定しているため x_{ji} がそのまま家計全体の消費需要 x_j となる。次に、政府支出 C_{Gj} は総税収見積額 T を用い、民間非営利団体支出 C_{Nj} も別途関数化し外生的に与える。これより X_{Cj} は以下ようになる。

$$X_{Cj} = x_j + C_{Gj} + C_{Nj} \quad (26)$$

次に、民間・公的両部門を併せた純投資需要 X_{Ij} を求める。政府と公企業による公的純投資を I_{Gj} とすると、総額 $\sum_j p_j I_{Gj}$ の公的純投資を部分的にファイナンスするために公債が発行されることになるが、家計がその公債を B だけ購入するとする。この公債購入額 B を除いた家計貯蓄 ($p_S S - B$) が民間純投資にまわされる。これに対家計民間非営利団体の貯蓄 $p_S S_N$ を加えると、 X_{Ij} が以下ようになる。

$$X_{Ij} = c_{sj} \left[\frac{p_S S - B}{p_S} + S_N \right] + I_G \quad (27)$$

ただし、 c_{sj} : 民間純投資需要を構成する生産財のシェア。

次に外需に相当する純輸出需要 X_{Fj} を求める。輸入に関しては、わが国の産業構造を考えると内生化する必要があり、本モデルでは輸入量が国内総需要 (中間需要 + 消費需要 X_C + 純投資需要 X_I) に比例するものとして定式化する⁴⁾。これより生産財の輸入係数ベクトル $\bar{m}$ は次のように置くことができる。

$$\bar{m} = \frac{M}{AQ + F_{(D)}} \quad (28)$$

ただし、 M : 輸入量ベクトル、 A : 投入係数ベクトル、 Q : 産出量ベクトル、 $F_{(D)}$: 国内最終需要 (消費需要 X_C + 純投資需要 X_I) ベクトルを表す。

式 (28) より、国内総需要が決定されれば輸入量 M が決定され、以下のように純輸出需要が得られる。

$$X_F = E - \overline{m}(AQ + F_{(m)}) \quad (29)$$

ただし、 E ：輸出量ベクトル。

b) 要素需給の決定

産業連関分析では、国内生産額は国内総需要と純輸出需要 X_F の合計と一致するようバランスがとられている。これをベクトル表示で表すと次のようになる。

$$Q = AQ + F_{(m)} + E - \overline{m}(AQ + F_{(m)}) \quad (30)$$

式(30)を解くと、

$$Q = [I - (I - \overline{M})A]^{-1} [(I - \overline{M})F_{(m)} + E] \quad (31)$$

となり、国内最終需要と輸出が決まると産出水準が得られる。ここで、 $[I - M]A$ は、投入係数 A に左から $[I - M]$ をかけており、輸入への波及の漏れを捉えている。すなわち、 $[I - M]A$ は投入係数 A から輸入分を控除した国産分の投入係数になっている⁵⁾。こうして得られた国内生産額 Q_j に、生産容量比率 a_{0j} を掛けることにより生産容量が得られる。

ところで、3(3)で求めた D_{Lj} 、 D_{Mj} 、 D_{Kj} は生産容量一単位あたりの生産要素需要を示している。よって、この D_{Lj} 、 D_{Mj} 、 D_{Kj} に、得られた生産容量を掛ければ各生産要素の総需要 L_D 、 M_D 、 K_D が得られる。

$$L_D = \sum_j (a_{0j} Q_j D_{Lj}), \quad M_D = \sum_j (a_{0j} Q_j D_{Mj}) \\ K_D = \sum_j (a_{0j} Q_j D_{Kj}) \quad (32)$$

要素供給面については以下のとおりである。

まず、労働供給は各家計の労働保有量 E_{Li} よりレジャーに消費する分 I_i を差し引くことにより求める。

自動車資本供給は、車齢 O_M により関数化した初期保有量 E_{Mi} と、自動車価格 p_M 、初期保有量 E_{Mi} で関数化した単年度自動車投入量 ΔE_{Mi} との和として、以下のように表されるものとする⁶⁾。

$$M_S = E_{Mi}(O_M) + \Delta E_{Mi}(p_M, E_{Mi}) \quad (33)$$

非自動車資本供給は、各家計の資本保有量 E_{Ki} が固定的に供給されるとする。

c) 総税収の決定

生産段階での労働税収 T_L 、自動車資本税収 T_M 、資本税収 T_K はそれぞれ要素使用に依存して

$$T_L = \sum_j t_{Li} p_L L_j, \quad T_M = \sum_j t_{Mi} p_M M_j \\ T_K = \sum_j t_{Ki} p_K K_j \quad (34)$$

となる。同じく純生産物税収 T_o はタックスベースを各産業の生産容量 PC_j とすることから、

$$T_o = \sum_j t_{oj} PC_j \quad (35)$$

となる。そして、個人所得税収 T_I を加えて政府の総税収 T^+ が確定する。

$$T^+ = T_L + T_M + T_K + T_o + T_I \quad (36)$$

(7) 環境改善便益の計測

本モデルでは、外部不経済として騒音・地域規模の大気汚染・地球規模の大気汚染・交通事故・森林喪失の五項目を考え、その計測法は森杉、小池、武藤⁷⁾に基づくものとする。つまり、騒音・地域規模の大気汚染・地球規模の大気汚染に関しては自動車輸送量（人キロ・トンキロ）あたりの原単位を用いて計測し、交通事故と森林喪失に関しては基準年での外部不経済的費用を、自動車台数に比例させて計測する。

そのため必要となる自動車輸送量は、人キロは自動車関連の旅客運輸部門の国内生産量として、トンキロは自動車関連の貨物運輸部門の国内生産量として式(31)より得られる。また、自動車台数は、これらの自動車輸送量をもとに予測する。

このようにして得られる政策前後での外部不経済的費用の差額をもって環境改善便益とする。

4. データセットの作成とパラメータ推定

第3章で、生産容量関数、効用関数の定式化を行ったが、各式についてそれぞれパラメータを決定する必要がある。本研究では、そのパラメータをカリブレーション手法により推定する。カ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ぴったり適合するようにパラメータを決定する方法である。そのため、ある年でのデータセットの作成が必要となる。そこで、本章ではまず、1990年を基準年としたデータセットの作成法を産業、家計それぞれについて示す。その際のデータソースは、1990年（平成2年）の産業連関表⁸⁾である。その後、パラメータの決定方法についても簡単に説明を加える。

(1) 産業

a) 生産容量の構成要素

式(2)に示した生産容量は、付加価値タームで表現されている。『産業連関表』では付加価値は、営業余剰、雇用者所得、固定資本減耗、間接税、補助金からなっているが、本モデルでは資本は固定資本減耗を控除した純資本を考え、また間接税の一部を生産物税として別扱いにして狭義の付加価値を取り扱う。

これより、生産容量は粗要素費用と等しくなり、式(2)のように定式化できるのである。そこで、次に式(2)の変数である生産要素の基準年での使用量(所得)を求めていく。

b) 産業別の生産要素所得

i) 資本所得

本研究では、営業余剰を粗資本所得とみなす。営業余剰は、『産業連関表』より得られる。しかし、個人企業に関しては、資本所得だけでなく労働所得まで営業余剰に含まれている。よって、『産業連関表』の営業余剰を、まず個人企業と民間法人企業・公的企業に分割し、さらに個人企業の営業余剰分を資本所得と労働所得とに分割する。その比率は、過去の研究(市岡(1991))より求める。営業余剰の中の個人企業の資本所得分と民間法人企業・公的企業の資本所得とを足し合わせて、産業別粗資本所得が推計される。

さらに、旅客、貨物運輸部門では、得られた粗資本所得を自動車粗資本所得と非自動車粗資本所得とに分割した。その比率は1:2とした。

ii) 労働所得

労働所得は、4(1)a)に示した付加価値の中の雇用者所得と同値である。これに、前項より得られた個人企業の労働所得を加え産業別の粗労働所得を推計した。

iii) 付加価値と粗要素費用

粗要素費用は、以上求めた自動車粗資本所得、非自動車粗資本所得、粗労働所得との合計より得られ、4(1)a)で述べたように粗付加価値となる。

c) 産業別の生産要素税

i) 直接資本税

直接資本税は、市岡モデルの直接資本税率を4(1)b)より得られた粗資本所得に乗じて求めた。しかし、国民経済計算年報⁹⁾(以下『年報』)の第一部「II. 制度部門別所得支出勘定」では、直接資本税の総額が25億円1,140億円となっており、ここで得られた産業別直接資本税の総額とは一致しない。そこで、総額が一致するように誤差を比例的に配分し、得られた産業別直接資本税を修正した。

さらに、旅客、貨物運輸部門では、得られた直接資本税を自動車と非自動車直接資本税とに振り分けた。その比率は、資本所得を分配した比率を用いた。

ii) 間接資本税

間接資本税は、4(1)a)に示した付加価値の中の間接税より生産物税を差し引いて求める。生産物税に関しては、市岡モデルの生産物税率を4(1)b)で得られた粗付加価値額に掛けて求める。さらに、この間接資本税を直接資本税の場合と同様に、資本所得を分割した比率により、自動車と非自動車間接資本税に分割した。

iii) 労働税

モデルでは、雇主、雇用者の社会保障負担を賃金・俸給に対する労働税とみなす。この労働税の求め方も、資本税の求め方と同様である。すなわち、市岡モデルの労働税率を4(1)b)で得られた労働所得に乗じて産業別労働税を求める。なお、『年報』の第一部・付表10「社会保障負担の明細表」では、社会保障負担額が総額39兆3,227億円となっているため、ここで得られた産業別労働所得の総額と一致するようにスケール調整を行った。

iv) 生産物税

生産物税は、間接資本税を導出する際求めている。また、政府から生産者へ支給される補助金は価格引き下げ効果を持つ負の生産物税として取り扱われる。よって、(生産物税-補助金)が純生産物税となる。

d) 生産容量関数のパラメータ推定

i) 産業別生産容量比率

式(1)に示した産業別生産関数より

$$Q_j = \frac{PC_j(L_j, M_j, K_j)}{a_{0j}} = \frac{x_{1j}}{a_{1j}} = \dots = \frac{x_{13j}}{a_{13j}} \quad (37)$$

が成り立つ。これによれば、各産業の生産容量比率 a_{0j} は、生産容量 PC_j を産出額 Q_j で割って得られる。

ii) 生産容量関数のパラメータ推定

生産容量関数は、式(2)で定式化したとおりである。このとき、一定の大きさの生産容量を得るための粗要素費用[式(3)]の最小化条件を考える。これより、生産容量関数の分配パラメータ α_{Lj} 、 α_{Mj} 、 α_{Kj} の関係式が得られる。さらに本モデルでは、生産容量が粗要素費用に等しいため、それに伴い比率パラメータ δ_j の関係式も導出される。

以上の結果、市岡モデルより外生的に生産要素間の代替弾力性 σ_j を与えれば、4(1)a), b), c)にて作成し

たデータセットより、分配パラメータと比率パラメータが求められる。

(2) 家計

続いて、効用関数のパラメータ推定のためのデータセット作成について説明する。まず、家計の潜在賃金所得の構成要素を明らかにした後、家計の消費行動面について家計消費支出と貯蓄の求め方を示す。

a) 家計の潜在賃金所得

潜在賃金所得は、要素所得と移転所得からなる家計所得と、レジャーと交通に費やす時間の貨幣換算値との合計から、個人所得税と罰金および強制的手数料等を差し引いたものといえる。

まず、要素所得は、4(1)にて推計した産業部門の要素所得をそのまま家計の要素所得とみなし得る。一方、移転所得、個人所得税、その他の直接税は『年報』⁹⁾より得られる。

続いて、レジャーと交通に費やす時間費用を求める。まず、レジャー消費時間は、市岡モデル²⁾では(レジャー時間/労働時間)の比率が1.14と与えられており、これに労働所得を賃金率で割って得られる労働時間を掛けて求める。

次に各交通に消費する時間は、機関別の交通所要時間(h/人キロ)を求め、それに家計が消費した機関別の輸送人キロを乗じることにより導出する。なお、機関別交通所要時間は以下のように求める。

i) 鉄道

主要都市間の営業距離と所要時間のデータ¹⁰⁾より、主要都市間の平均速度を推計し、その逆数をもって単位台キロあたりの所要時間とした。これを平均乗車人数にて除し、輸送人キロあたりの所要時間を求めた。

ii) 自動車

自動車所要時間は、図-4に示したような、費用・交通フロー曲線を用いて推定する¹¹⁾。図中の関数の推定法を簡単に説明する。私的限界費用曲線PMCは東海ブロックにおいて得られるQ-V曲線より推定し、それより社会的限界費用曲線SMCも求められる。一方、需要曲線は、筆者ら⁷⁾が提案した自動車燃料価格と自動車輸送量との関係式の燃料価格部分を、一般化価格に修正することにより求める。

図-4によれば、点Bが現況を示す点となり、これより単位交通フローあたりの所要時間が得られる。これを輸送人キロあたりの所要時間に換算して求めた。

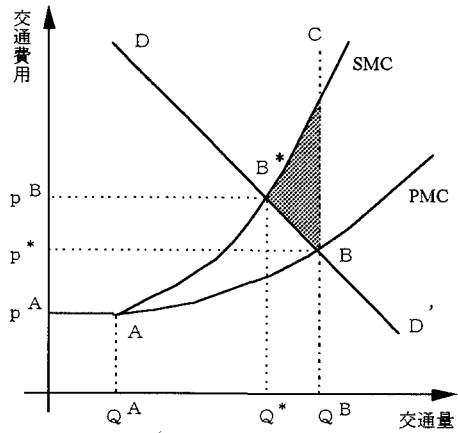


図-4 交通費用・交通フロー曲線

混雑による損失分は図-4の陰をつけた部分の面積で表され、現状の損失額は4.37(兆円)である。

iii) 航空

航空所要時間は『道路交通経済要覧』¹²⁾において示されている総飛行時間より求めた。

以上得られた家計のレジャー、交通消費時間に賃金率を掛けて時間費用を求め、これに家計所得を加えて潜在賃金所得を求めた。

b) 家計消費支出と貯蓄

家計消費支出は、『産業連関表』より得られる。また、基準年での貯蓄額は、先に求めた潜在賃金所得から、家計消費の合計とレジャー・交通消費時間の時間費用とを差し引くことにより求める。

(3) 効用関数のパラメータ推定

【第一段階、第二段階、旅客・貨物運輸部門】

続いて効用関数のパラメータ推定法を示すが、ここでは第一段階のみを例に挙げ説明を行う。本モデルでは、第一段階、第二段階、旅客・貨物運輸部門の効用関数はCES型により定式化しており、よって第二段階以降のパラメータ推定については第一段階の場合と、全く同様に行うことができるためである。

第一段階においてまず、現在消費と将来消費を表す式(式(8))の比をとる。これを β_{H1} について解くと以下ようになる。

$$\beta_{H1} = \frac{H_i}{H_i + \frac{p_s S_i}{p_{Fi}} \left(\frac{p_{Fi}}{p_{Hi}} \right)^{\sigma_H}} \quad (38)$$

表-2 シミュレーション分析結果

*現在の燃料税率46.7%[燃料価格91(円/ℓ)]

設定税率 [燃料価格]	Case1 63.0% [155(円/ℓ)]	Case2 53.7% [101(円/ℓ)]	Case3 53.3% [98(円/ℓ)]	Case4 52.2% [94(円/ℓ)]
環境改善便益	3,100	570	480	190
経済的不便益	-31,000	-5,100	-3,800	-1,700
政策による税収	21,300	4,700	3,500	1,600
純便益	-6,600	170	180	120

単位：億円

市岡モデルより代替弾力性 σ_{11} を外生的に与えれば、4(2)a), b)で作成したデータセットより分配パラメータ β_{11} が決定される。

【第三段階】

第三段階についてはコブダグラス型により効用関数を定式化しているためそのパラメータ推定について簡単に説明を行う。ここでのパラメータ推定とは、合成財消費水準(式(17))内の支出シェア λ_{ij} を決めるものであり、これは4(2)b)で得られた家計消費支出を、その合計で表される合成財消費にて除すことにより得られる。

5. 事例研究

本章では、第2, 3章にて構築したCGEモデルを用い、実際に自動車燃料税増徴策を実施した場合の影響評価を行う。しかしその前に、第3章にて決定したパラメータが基準年での各経済変数の実績値を再現できることを示す。

(1) 再現シミュレーション

基準年での生産要素価格、生産財価格については、既に示したとおりであり、これらの価格をCGEモデルに代入し再現シミュレーションを行った。その結果は紙面の都合上示さないが、いずれの変数の誤差も0.1%以内であり再現性のあることがわかる。

(2) 政策シミュレーション

続いて、実際に自動車燃料税増徴策に対し本モデルの適用を試みた。ただし、自動車燃料にはガソリンと軽油があるため、それぞれの税率および価格の平均[自動車燃料税率：46.7%，燃料価格：91(円/ℓ)]をとり、その税率を操作することとした。

シミュレーションは、以下のように4パターンに税率を設定した形で行った。

表-3 政策による生産財価格の変化

	基準年	政策後	上昇率
第一次産業	1.00000	1.00127	0.13%
第二次産業	1.00000	1.00104	0.10%
第三次産業	1.00000	1.00072	0.07%
自動車製造部門	1.00000	1.00072	0.07%
自動車燃料生産部門	1.00000	1.07508	7.51%
鉄道旅客輸送	14.65639	14.66784	0.08%
道路旅客輸送	10.90133	10.93132	0.28%
自家用旅客自動車輸送	10.90133	11.24120	3.12%
航空輸送	45.89195	45.92087	0.06%
鉄道貨物輸送	7.63086	7.63818	0.10%
道路貨物輸送	48.14860	48.57064	0.88%
自家用貨物自動車輸送	48.14860	49.55653	2.92%
水運	12.17775	12.18437	0.05%

表-4 政策による外部不経済的費用の変化

	基準年	政策後	変化率
騒音	415,733	409,325	-1.54%
地域規模の大気汚染	1,619,376	1,594,326	-1.55%
地球規模の大気汚染	522,940	514,894	-1.54%
混雑	4,369,000	4,369,000	0.00%
交通事故	128,428	126,471	-1.52%
森林喪失	5,269	5,189	-1.52%
合計	2,691,746	2,650,204	-1.54%

(単位：億円)

Case1:63.0%[155(円/ℓ)], Case2:53.7%[101(円/ℓ)]

Case3:53.3%[98(円/ℓ)], Case4:52.2%[94(円/ℓ)]

その結果を表-2に示す。この内、Case2は自動車利用者に対し外部不経済の限界費用を負担させた状況に相当し、Case3は純便益が最大になる場合である。通常経済学では、限界費用原理によれば必ず便益が最大になるといわれているが本シミュレーションの結果はそうになっていない。これは、本シミュレーションでの外部不経済の限界費用の導出法が、本研究で構築したCGEモデルと整合していないためと思われる。この限界費用とCGEモデルとの整合に関しては今後の課題といえよう。

本シミュレーションの内、純便益が最大となったCase3について、その経済影響および環境影響についてより具体的にシミュレーション結果を示す。

経済影響に関しては、生産財価格の政策による変化を示した(表-3)。生産財価格以外の変数については、まず生産要素価格はほとんど変化が見られず、最終需要や国内生産額は生産財価格の変化と同様の変化を示している。表-3の結果によれば、自動車燃料価格の上昇に伴い運輸部門の価格上昇は見られるが、運輸以外の産業については影響が現れない結果となった。

環境影響に関しては表-4のとおりであるが、混雑による外部不経済が変化していないのは政策による自動車交通の所要時間の変化が微小となって現れたためであり、この感度の悪さも今後の課題といえる。

6. おわりに

本研究では、応用一般均衡モデルを用いて、自動車交通の外部不経済抑制策を実施した場合の国民経済的便益（不便益）の計測モデルを構築した。本モデルは、従来用いられてきた応用一般均衡モデルの運輸部門と自動車関連産業を特に充実させた形で定式化を行い、外部不経済抑制策による影響を詳細かつ明示的に捉えることを可能としている。本モデルの特徴は、以下のようにまとめられる。

- 1) 運輸部門に機関分担を取り入れ、政策実施による運輸部門に及ぶ影響をよりの確に評価できる。
- 2) 自動車関連の各種税のモデルへの導入もはかり、自動車燃料税以外の税に対する政策も検討可能である。
- 3) 自動車資本を導入し、自動車と他の生産要素との代替性を考慮している。
- 4) 旅客運輸部門については各交通手段の所要時間を組み込んでいる。これにより、鉄道や水運を整備した場合の効果や混雑問題の検討も可能となる。
- 5) 等価的偏差（EV）を定義し、各政策の便益評価を可能にした。
- 6) 政策による経済影響のみならず、環境の改善効果も同じプロセスにより計測可能である。

また、本モデルを用い事例研究を行った結果、自動車燃料価格が101(円/l)になるように燃料税を設定すれば政策による純便益が最大になることがわかった。しかし、これより最適燃料価格水準が101(円/l)と結論付けるには、第5章でも述べたようなモデル上の問題があるため適当とはいえないが、過剰に燃料価格を引き上げた場合純便益はマイナスとなっており、料金設定の方法によっては最適な料金設定が存在するであろうことを示せた点が本研究の成果といえる。

このような成果のある一方で、現段階でのモデルは、まだ自動車燃料税の増徴策のみしか評価できない構造となっている。今後は、自動車燃料税以外の税に対する政策や、物流部門の合理化、公共機関整備による自動車抑制策等の様々な政策の効果や影響を評価できる

ようモデルの精緻化をはかっていく予定である。それとともに、事例研究で述べたように自動車燃料税の増徴策に適用する際にもいくつかの問題があるため、それに対するモデルの精緻化もはかる必要がある。

また、理論モデルでは自動車資本供給の動学化（式(33)）を行ったが、事例研究では自動車資本供給を固定としている。今後、電気自動車の導入といった技術革新も考慮し、自動車資本供給が内生的に決定される形にするには、それに見合うデータセットの作成が必要となる。技術革新に関して言えば、自動車関連のものだけでなく産業構造自身の技術が変革していく様子を表すため投入係数等の変化もモデルに組み込む必要がある。それに加え、本モデルは空間の概念を組み込んでおらず全国一括で行う税政策等の外部不経済抑制策についての評価は可能であるものの、地域レベルでの政策について評価を行うには不十分といえる。そこで今後、本モデルに空間を取り入れ、地域特性に応じた政策評価が行えるようモデルを改良していくことも必要となる。

本研究は、運輸政策研究所の補助金および文部省科学研究費補助金（特別研究員奨励費）による研究の一部分である。

【参考文献】

- 1) J.B.Shoven and J.Whalley:Applying General Equilibrium, Cambridge University Press.1992.(小平裕訳：応用一般均衡分析－理論と実際，東洋経済新報社，1993.)
- 2) 市岡修：応用一般均衡分析，有斐閣，1991.
- 3) Inge Mayeres and Stef Proost:Optimal Tax Rules for Congestion Type of Externalities,7th WCTR,Working Paper , 1995.
- 4) 宮沢健一編：産業連関分析入門，日本経済新聞社，経済学入門シリーズ，1991.
- 5) 黒田昌裕：一般均衡の数量分析，岩波書店，モダン・エコノミックス，1989.
- 6) 森杉壽芳，大野栄治，川俣智計：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.41-48,1990.
- 7) 森杉壽芳，小池淳司，武藤慎一：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.283-293,1995.
- 8) 総務庁：平成2年産業連関表 総合解説編・計数編（1），1994.
- 9) 経済企画庁編：国民経済計算年報，大蔵省印刷局，1993.
- 10) (財)運輸経済研究センター：数字でみる鉄道'91，1991.
- 11) 八田達夫，八代尚宏：東京問題の経済学，東京大学出版会，1995.
- 12) 建設省道路局：道路交通経済要覧，1993.

【付録：等価的偏差（EV）の導出】

ここでは、第3章で定式化したCES効用関数を用いて、EVの導出を示す。添字*i*は省略する。

$$U\{H, C_F, Z\} = \left[\beta^{\frac{1}{\sigma}} H^{\frac{1}{\sigma}} + (1-\beta)^{\frac{1}{\sigma}} C_F^{\frac{1}{\sigma}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma}} + \mu Z \quad (39)$$

所与の価格と所得のもとで達成可能な最大効用を表す間接効用関数は、次のようになる。

$$V(p, I, Z) = I \cdot (\Delta)^{\frac{1}{\sigma-1}} + \mu Z \quad (40)$$

間接効用関数の逆関数が支出関数*e*である。

$$e(p, V, Z) = (V - \mu Z) \cdot (\Delta)^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (41)$$

ここで、等価的偏差EVを支出関数により表すと次のように定義できる。

$$EV \equiv e(p^A, V^B, Z^A) - I^A \quad (42)$$

式(41)と(42)より、EVは以下のように得られる。

$$EV = I^A \frac{V^B - V^A}{V^A} \quad (43)$$

運輸産業を取り入れた応用一般均衡モデルの開発

森杉壽芳，上田孝行，武藤慎一，近藤有一郎

概要

現在、自動車交通は大気汚染や騒音、交通事故といったいわゆる外部不経済の問題をもたらしており、その抑制のための各種政策が提案・実施されている。しかし、それらの政策の導入は、外部不経済を抑制する一方、種々の社会経済活動に対して費用負担の増加を求めることになり経済的便益の損失をもたらす。そこで、本研究では、運輸部門と自動車関連産業を明示化した応用一般均衡モデルの開発を行い、外部不経済抑制策実施に伴う経済影響を評価する方法を確立した。本モデルは、各種交通手段の機関分担まで考慮している点で政策の影響を直接受けるであろう運輸部門に関する詳細かつ正確な評価が行え、さらに運輸以外の産業に対する波及影響まで含めた経済影響評価が可能となる。また、本モデルを適用し、自動車燃料税を増徴させた場合の経済影響評価を実際に行った。

Constructing the Computable General Equilibrium Model Focusing the Transport Sector

Hisayoshi MORISUGI, Takayuki UEDA, Shin-ichi MUTO, Yuichiro KONDO

ABSTRACT

Automobile brings external diseconomy such as air pollution, noise and accident etc. To control it some policies are proposed and applied. If the policies are carried out, one side is control the external diseconomy, but other side is to loss of economic benefit which is increase the paying amount off money by consumer. In this study, the Computable General Equilibrium Model focusing the transport sector and automobile industry is constructed, and Method on evaluating the Economic influence of applying policy is established. This model is able to describe the transport sector evaluated detailedly and clearly by including share of transportation. This model describe not only the evaluation off transport sector, but also the other sectors. The loss of economic benefit when automobile fuel tax increase is evaluated by applying this model.