

地域版NAMEAベースのCGEモデルによる地域環境税制分析

The Analysis of Regional Environmental Tax System using NAMEA and CGE Model*

石川良文**・ティティポンタラグン・ノンタチャイ***

By Yoshifumi ISHIKAWA**・Nontachai TITHIPONGTRAKUL***

1. はじめに

環境負荷と経済活動の同時分析を可能にする環境経済統合勘定については、これまで全国を対象としたNAMEAやSEEAなどが試算されてきた。また、近年では、環境政策の評価を目的として、谷口(2007)らに見られるように環境経済統合勘定ベースのCGEモデルが開発され、CGEによる環境政策分析の本格的導入が進んでいる。一方、特定地域を対象とした環境経済統合勘定についても、その開発が内閣府(2007)などで進められつつあり、地域における環境政策分析の可能性が高まっている。しかしながら、地域における環境経済統合勘定ベースのCGEモデルの開発は、国レベルのものと比較し未だ限定的であり³⁾、地方分権や地域における環境政策の必要性を鑑みれば、地域環境政策に資する環境経済統合勘定ベースのCGEモデルの開発は重要なテーマとなっている。

そこで本研究では、地域レベルの環境経済統合勘定をベースとした実用的CGEモデル開発を目指し、ひとまず環境税政策の分析が可能なパイロットモデルを開発する。

環境税分析を目的としたCGEモデルについては、全国レベルではいくつかの試みがなされている^{4) - 7)}。都道府県レベルのCGEモデルを想定した場合、構築するCGEモデルの特徴として、環境税の課税方式や税収用途の設定を取り入れることが必要となる。また、地方政府と中央政府の行動を区別することも必要となる。前者については、環境税収入を一般財源とするか、特定財源として利用するかの違いがあり、特定財源と一般財源の効果の違いを見るためには、モデル化にあたって地方政府はその環境税収により環境質を改善できるように工夫する必要がある。後者については、全国モデルの場合、政府部門を地方政府と中央政府に区分する必要性は低かったが、地方政府と中央政府を従来モデルのように一般政府としてまとめると、環境税収が他地域にも流出されることになる。

*キーワード：応用一般均衡分析、地域環境税、政策評価

**正員、博士(工学)、南山大学総合政策学部

(愛知県瀬戸市せいれい町27、

TEL:0561-89-2071、E-mail:yishi@nanzan-u.ac.jp)

***非会員、南山大学大学院総合政策研究科

そもそも地方分権化の進行を背景とするならば、現に地域内政策に対して、地方政府と中央政府の行動には異なった自由度を持たせる必要がある。本研究では、環境税を地方公共団体が独自に実施し、税収用途も独自に設定することができるように、地方政府と中央政府の支出構成を分けることとした。

なお、地域版の環境経済統合勘定については、オランダで開発されたNAMEAを参考にして、経済勘定は貨幣表示、環境勘定は物量表示のハイブリッド型の環境経済統合勘定(以下地域版NAMEA)を既に作成している²⁾。しかし、本稿ではそのデータベースを用いることを前提としたパイロットモデルの開発が目的であるため、モデル開発に用いたデータは仮想の数値データである。

2. モデル開発の方針

本稿では、地域環境税の導入による影響分析を目的としたCGEパイロットモデルの開発を行う。地域環境税導入の設定するシナリオとしては、産業部門のCO₂排出に対する地域環境税の新規導入と、既存の地方税に対する超過課税という2つの税収方式を考える。本研究では、先に作成した愛知県NAMEAの構成に即しつつ、パイロットモデルの検証ができるよう、単純化した地域版NAMEAの数値例を準備した。しかし、地域版NAMEAは数値例でもサイズが比較的大きいため、紙幅の関係から本稿での掲載を省略する。

なお、基本形式から修正された数値例NAMEAでは、産業部門を3部門とし、分析モデルに合わせて一般政府の統計項目を、地方政府(環境目的支出・その他の支出)及び中央政府に分解した。また、産業部門による環境税の支払い項目を追加した。

3. モデル構成

(1) 家計行動モデル

経済には1つの代表的な家計が存在し、家計は労働 L_s と資本 K_s を供給すると共に、同時に予算制約の下に財・サービスの購入あるいは貯蓄を行い、効用最大化を

図る。家計の効用関数は以下のようなNested CES型関数で定式化する。

$$U = \left[(\beta^H)^{\frac{1}{\sigma_1}} (X^{HHD})^{\frac{\sigma_1-1}{\sigma_1}} + (1-\beta^H)^{\frac{1}{\sigma_1}} (S^{HHD})^{\frac{\sigma_1-1}{\sigma_1}} \right]^{\frac{\sigma_1}{\sigma_1-1}} \quad (1)$$

$$\hat{X}^{HHD} = \left[\sum_i (\beta_i)^{\frac{1}{\sigma_2}} (X_i^H)^{\frac{\sigma_2-1}{\sigma_2}} \right]^{\frac{\sigma_2}{\sigma_2-1}} \quad (2)$$

ここで、 U は現在消費 X^{HHD} と将来消費（貯蓄） S^{HHD} を選択する家計の効用関数、 \hat{X}^{HHD} は財消費 X_i^H を選択する現在消費 X^{HHD} に関する効用関数であり、 σ_1 は現在消費と貯蓄の代替弾力性、 σ_2 は個別財消費の代替弾力性、 β^H と β_i は分配パラメータである。

家計の予算は労働所得 $Y_l^H = wL_s$ 及び資本所得 $Y_k^H = rK_s$ と、中央政府による社会保障給付 G^{HHD} から構成される（ w ：賃金率、 r ：利子率）。また、支払所得 $Y_l^H + Y_k^H$ には税率 τ_{NT} の国税と税率 τ_{LT} の地方税が課されるとする。家計の可処分所得 Y_H は以下に定式化できる。

$$Y^H = p_X X^{HHD} + p_S S^{HHD} \\ = (1-\tau_{NT} - \tau_{LT} - \Delta\tau_{LT})(Y_l^H + Y_k^H) + G^{HHD} \quad (3)$$

ただし、 $\Delta\tau_{LT}$ は超過課税政策における地方税率の上昇分であり、 P_X と P_S はそれぞれ現在消費及び将来消費の価格である。

以上の効用最大化問題を解くことにより、以下の現在消費 X^{HHD} 及び将来消費 S^{HHD} の需要関数、個別消費財 X_i^H の需要関数が得られる。

$$X^{HHD} = \frac{\beta^H Y^H}{p_X^{\sigma_1} [\beta^H p_X^{1-\sigma_1} + (1-\beta^H) p_S^{1-\sigma_1}]} \quad (4)$$

$$S^{HHD} = \frac{(1-\beta^H) Y^H}{p_S^{\sigma_1} [\beta^H p_X^{1-\sigma_1} + (1-\beta^H) p_S^{1-\sigma_1}]} \quad (5)$$

$$X_i^H = \frac{\beta_i (p_X X^{HHD})}{p_i^{\sigma_2} \left(\sum_i \beta_i p_i^{1-\sigma_2} \right)} \quad (6)$$

現在消費価格 P_X は個別財 X_i^H 需要関数を元の効用関数 X^{HHD} に代入することによって求められる。一方、将来消費（貯蓄）価格 P_S については次期の利子率 r が今期と同じであるという、家計の近視眼的な仮定をおき、「投資による収益」と「貯蓄による損失」とがバランスするという条件下で導出する。ここで P_ε は投資価格を表す。

$$p_X = \left(\sum_i \beta_i p_i^{1-\sigma_2} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_2}} \quad (7)$$

$$p_S = \frac{P_\varepsilon p_X}{r} \quad (8)$$

(2) 企業行動モデル

産業は3部門に分類されており、各企業は中間財及び

労働と資本からなる合成生産要素を用いて費用最小化行動のもとで生産活動を行う。結合生産はないものとし、産業 i の生産関数はLeontief型技術を仮定し以下のように定式化する。企業に対しては CO_2 の排出量（生産量に比例）に応じて環境税が課されるとする。

$$Q_i = \min \left\{ \frac{X_{1i}}{a_{1i}}, \frac{X_{2i}}{a_{2i}}, \frac{X_{3i}}{a_{3i}}, \dots, \frac{X_{ni}}{a_{ni}}, \frac{V_i}{a_{vi}} \right\} \quad (9)$$

ただし、 Q_i は生産量、 X_{ji} は中間投入量、 a_{ji} は中間投入係数、 V_i は合成生産要素投入量、 a_{vi} は合成生産要素投入係数（付加価値係数）である。

さらに、合成生産要素は労働と資本を用いて生産され、以下のようにCES型技術で定式化される。

$$V_i = \eta_i \left[\alpha_i^L L_i^{\rho_i} + \alpha_i^K K_i^{\rho_i} \right]^{\frac{1}{\rho_i}} \quad (10)$$

ここで、 L_i は労働投入量、 K_i は資本投入量、 σ_i は労働と資本の代替弾力性、 $\rho_i = (\sigma_i - 1)/\sigma_i$ 、 α_i^L, α_i^K はそれぞれ労働・資本の分配パラメータ、 η_i は効率パラメータである。

Leontief型生産技術の性質及び、1単位の合成生産要素を産出するための費用最小化問題から、中間財需要関数、合成生産要素需要関数、合成生産要素1単位当たりの労働 D_i^L 、資本 D_i^K 需要関数が導出される。

$$X_{ij} = a_{ij} Q_j \quad (11)$$

$$V_i = a_{vi} Q_i \quad (12)$$

$$D_i^L = \frac{L_i}{V_i} = \frac{1}{\eta_i} \left[\frac{(w/\alpha_i^L)^{-\sigma_i}}{a_i^L (w/\alpha_i^L)^{-\sigma_i} + a_i^K (r/\alpha_i^K)^{-\sigma_i}} \right]^{\frac{1}{\rho_i}} \quad (13)$$

$$D_i^K = \frac{K_i}{V_i} = \frac{1}{\eta_i} \left[\frac{(r/\alpha_i^K)^{-\sigma_i}}{a_i^L (w/\alpha_i^L)^{-\sigma_i} + a_i^K (r/\alpha_i^K)^{-\sigma_i}} \right]^{\frac{1}{\rho_i}} \quad (14)$$

さらに、CES型関数の分配パラメータ α_i^L, α_i^K には $\alpha_i^L + \alpha_i^K = 1$ という条件を課す。これは生産技術に対して「規模に関して収穫一定の技術」を仮定していることを意味し、企業の「ゼロ利潤条件」が成立したことから、財価格 p_i は生産量1単位の生産費用として定式化できる。ここで、合成生産要素の単位費用を $c_{vi} = wD_i^L + rD_i^K$ とする。なお、環境税を企業の追加的な生産コストとして見なし価格に反映されるとするが、この場合、価格の導出式は川瀬ほか(2004)などと同様なものになる⁴⁾。

$$p_i = \sum_j a_{ji} p_j + a_{vi} c_{vi} (1 + \tau_i) + \tau_\theta \cdot \theta_i \quad (15)$$

ただし、 τ_i は産業 i の生産に係わる間接税率（付加価値税）、 τ_θ は環境税率（二酸化炭素税）、 θ_i は産業 i の CO_2 排出係数（生産単位当たり排出量）である。

ここで、 \mathbf{P} を財価格 p_i のベクトル、 \mathbf{I} を単位行列、 \mathbf{A} を中間投入係数行列、また、税金を含めた付加価値投入係数を $\mathbf{C}_i = a_{vi} c_{vi} (1 + \tau_i) + \tau_\theta \cdot \theta_i$ とし、 \mathbf{C} を \mathbf{C}_i のベクトルとすれば、財価格は以下のように導かれる。

$$\mathbf{P} = \mathbf{C}[\mathbf{I} - \mathbf{A}]^{-1} \quad (16)$$

(3) 地方政府行動モデル

地方政府は地方税収 ψ_{LT}^H 、環境税収 ψ_{ENV} 、中央政府から供給される地方交付税 G^{LG} を総収入 I^{LG} とし、一定割合で環境支出 χ_{ENV}^{LG} 、その他の支出 χ^{LG} に配分し、残りを政府貯蓄 S^{LG} に回す。ただし、環境税を特定財源とする場合はその分だけ環境支出にのみ回される。これらを数式で表現すると以下になる。

$$I^{LG} = \psi_{LT}^H + \psi_{ENV} + G^{LG} \quad (17)$$

$$\chi_{ENV}^{LG} = \phi_{env} \cdot (I^{LG} - z \cdot \psi_{ENV}) + z \cdot \psi_{ENV} \quad (18)$$

$$\chi^{LG} = \phi \cdot (I^{LG} - z \cdot \psi_{ENV}) \quad (19)$$

$$S^{LG} = (1 - \phi - \phi_{env})(I^{LG} - z \cdot \psi_{ENV}) \quad (20)$$

ここで、 ϕ_{env} は地方政府の環境支出割合、 ϕ はその他支出割合、 $(1 - \phi - \phi_{env})$ は政府貯蓄率、 z は環境税の特定財源化比率である。環境税 ψ_{ENV} を地方政府の一般財源として用いる場合は $z = 0$ 、特定財源の場合は $z = 1$ と設定する。一般財源のシミュレーションにおいて $I^{LG} - z \cdot \psi_{ENV} = I^{LG}$ は環境税を含めた「地方政府総収入」、特定財源において $I^{LG} - z \cdot \psi_{ENV} = I^{LG} - \psi_{ENV}$ は環境税を除いた「地方政府経常収入」に値すると捉えれば分かりやすい。ただし、地方税収 ψ_{LT}^H 及び環境税収 ψ_{ENV} についてはそれぞれ以下より計算される。

$$\psi_{LT}^H = \tau_{LT}(Y_l^H + Y_k^H) \quad (21)$$

$$\Delta\psi_{LT}^H = \Delta\tau_{LT}(Y_l^H + Y_k^H) \quad (22)$$

$$\psi_{ENV} = \sum_i \psi_{\theta,i} + \Delta\psi_{LT}^H \quad (23)$$

$$\psi_{\theta,i} = \tau_{\theta} \cdot \theta_i \cdot Q_i \quad (24)$$

ここで、 $\Delta\psi_{LT}^H$ は環境税としての地方税超過課税分、 $\psi_{\theta,i}$ は産業 i の CO_2 排出量に応じて課される環境税を表す。環境税収 ψ_{ENV} にはこれら2つが計上されていることが分かる。

地方政府は環境支出及びその他支出を予算制約として各々の政府最終消費を行う。地方政府は県民と密接な関係にあるため、公共財の供給構成等は（住民の理解を得た上で）多少調整できると仮定する。鷲田(2004)を参考に、消費者の効用関数と同様な政府の評価関数を想定し、CES型関数を用いて定式化する⁵⁾。

$$U_{ENV}^{LG} = \left[\sum_i (\beta_{ENV,i}^{LG})^{\frac{1}{v_{env}}} (X_{ENV,i}^{LG})^{\frac{v_{env}-1}{v_{env}}} \right]^{\frac{v_{env}}{v_{env}-1}} \quad (25)$$

$$U^{LG} = \left[\sum_i (\beta_i^{LG})^{\frac{1}{v}} (X_i^{LG})^{\frac{v-1}{v}} \right]^{\frac{v}{v-1}} \quad (26)$$

ここで、 $X_{ENV,i}^{LG}$ は地方政府の環境支出における個別消費財 i 需要量、 X_i^{LG} はその他支出における財需要量であり（いずれも政府最終消費）、 v_{env} と v は各々の効用関数の代替弾力性、 $\beta_{ENV,i}^{LG}$ と β_i^{LG} は分配パラメータであ

る。需要関数が次のように導出される。ただし、公共サービス等の供給構成を従来から大きく変化させることはできないので、代替弾力性は小さく設定される。

$$X_{ENV,i}^{LG} = \frac{\beta_{ENV,i}^{LG} (\chi_{ENV}^{LG})}{p_i^{v_{env}} \left(\sum_i \beta_{ENV,i}^{LG} p_i^{1-v_{env}} \right)} \quad (27)$$

$$X_i^{LG} = \frac{\beta_i^{LG} (\chi^{LG})}{p_i^v \left(\sum_i \beta_i^{LG} p_i^{1-v} \right)} \quad (28)$$

(4) 中央政府行動モデル

中央政府は生産に係る間接税以外の国税 ψ_{NT}^H 、生産に係わる間接税収 ψ_{ITR} を総収入 I^{NG} とし、一定割合で社会保障給付 G^{HHD} 、地方交付税 G^{LG} 、中央政府支出 χ^{NG} を支出し、残りを政府貯蓄 S^{NG} に回すものとする。公共費としての最終消費に関しては地方政府との県内に対する行動自由度の違いを図るため、公共財の供給構成は今の静学的モデルで変更できないとし、ここでは固定的な政府消費支出割合を想定する。中央政府行動は以下より定式化される。

$$I^{NG} = \psi_{NT}^H + \psi_{ITR} \quad (29)$$

$$G^{HHD} = \gamma^{HHD} I^{NG} \quad (30)$$

$$G^{LG} = \gamma^{LG} I^{NG} \quad (31)$$

$$\chi^{NG} = \gamma^{NG} I^{NG} \quad (32)$$

$$X_i^{NG} = \frac{\zeta_i^{NG} \chi^{NG}}{p_i} \quad (33)$$

$$S^{NG} = (1 - \gamma^{HHD} - \gamma^{LG} - \gamma^{NG}) I^{NG} \quad (34)$$

ただし、 γ^{HHD} は中央政府の社会保障給付支出割合、 γ^{LG} は地方交付税支出割合、 γ^{NG} は公共費支出割合、 $(1 - \gamma^{HHD} - \gamma^{LG} - \gamma^{NG})$ は貯蓄率であり、 X_i^{NG} は公共支出における個別消費財 i 需要量、 ζ_i^{NG} はその支出割合係数である（ $\sum_i \zeta_i^{NG} = 1$ ）。また、国税収 ψ_{NT}^H 及び間接税収 ψ_{ITR} についてはそれぞれ以下より計算する。 ψ_i は各企業が支払う、税率 τ_i の間接税（付加価値税）である。

$$\psi_{NT}^H = \tau_{NT}(Y_l^H + Y_k^H) \quad (35)$$

$$\psi_{ITR} = \sum_i \psi_i \quad (36)$$

$$\psi_i = \tau_i(wL_i + rK_i) \quad (37)$$

(5) 投資勘定モデル

投資モデルでは、制度部門の貯蓄から回された投資金が県内の総固定資本形成に充てられる（ただし、単純化のため企業貯蓄を除いている）。資本形成のための個別消費財 i 需要量 ε_i を以下のように一定の資本投資支出割合 ζ_i^{ε} を用いて定式化する（ $\sum_i \zeta_i^{\varepsilon} = 1$ ）。また、家計の将来消費価格を決定するための投資価格 p_{ε} は、固定資本1単位を生み出すのに支払わなければならない投資財（個別財）の購入費用として導出できる。

$$\bar{\varepsilon}_i = \frac{\zeta_i^{\bar{\varepsilon}} (\varepsilon^H + \varepsilon^{LG} + \varepsilon^{NG})}{p_i} \quad (38)$$

$$P_{\bar{\varepsilon}} = \sum_i \zeta_i^{\bar{\varepsilon}} p_i \quad (39)$$

県内資本形成に回される投資金は家計、地方政府、中央政府の貯蓄から対域外収支（県外への貯蓄）を控除したものである。通常モデルでは制度部門別に計算する必要はないが、NAMEAデータをそのままベースにしているため、家計、地方政府、中央政府の貯蓄による資本形成支払額をそれぞれ $\varepsilon^H, \varepsilon^{LG}, \varepsilon^{NG}$ とし、また、各制度部門の対域外収支をそれぞれ $Z_{ROW}^H, Z_{ROW}^{LG}, Z_{ROW}^{NG}$ とする。

$$\varepsilon^H = S^H - Z_{ROW}^H \quad (40)$$

$$\varepsilon^{LG} = S^{LG} - Z_{ROW}^{LG} \quad (41)$$

$$\varepsilon^{NG} = S^{NG} - Z_{ROW}^{NG} \quad (42)$$

(6) 県外勘定モデル

県外勘定モデルとして求めるべきものは移輸入量 M_i 、移輸出量 E_i 、及び対域外収支（貯蓄投資差額） Z_{ROW} である。ここでは単純化のため、移輸入量は県内による総需要量に比例して決定されるものとし、移輸出量は固定的に扱う。ただし、 X_{ij} は中間財需要、 $X_i^D = X_i^H + X_{ENV,i}^{LG} + X_i^{LG} + X_i^{NG} + \varepsilon_i$ は県内最終需要、 b_i は移輸入係数を表す。

$$M_i = b_i (\sum_j X_{ij} + X_i^D) \quad (43)$$

$$E_i = \bar{E}_i \quad (44)$$

さらに、対域外収支は移輸出額と移輸入額の差より求められる。これは一定比率で各制度部門の貯蓄分から構成されるとする。 $\delta_{ROW}^H, \delta_{ROW}^{LG}, \delta_{ROW}^{NG}$ はそれぞれ対域外収支における家計、地方政府、中央政府のシェアである（ $\delta_{ROW}^H + \delta_{ROW}^{LG} + \delta_{ROW}^{NG} = 1$ ）。

$$Z_{ROW} = Z_{ROW}^H + Z_{ROW}^{LG} + Z_{ROW}^{NG} = \sum_i p_i \bar{E}_i - \sum_i p_i M_i \quad (45)$$

$$Z_{ROW}^H = \delta_{ROW}^H Z_{ROW} \quad (46)$$

$$Z_{ROW}^{LG} = \delta_{ROW}^{LG} Z_{ROW} \quad (47)$$

$$Z_{ROW}^{NG} = \delta_{ROW}^{NG} Z_{ROW} \quad (48)$$

実際には課税等による県内財の価格上昇に伴い、県内需要が他地域へ漏出する可能性もあるが、このような移輸入量の決定式では価格が考慮されていない。その改善策としてArmington仮定の導入等が考えられるが、モデル構造の複雑化を回避するためパイロット・モデルでは行わない。

(7) CO₂排出量・削減量

経済活動によるCO₂排出は産業部門からのもののみを想定し、各産業 i のCO₂排出量 θ_i はその生産量に比例して発生するものとする。ここで θ_i は排出係数である。

$$\theta_i = \theta_i \cdot Q_i \quad (49)$$

さらに、地方政府の環境支出による排出量削減については、環境費支出額を基準にして決定されるものとする。

通常、統計資料から作成された初期状態で見られる排出量が既に政府環境事業によって削減された後の状態にあるため、ここでは追加的な削減量を考える。そこで、政府環境事業による追加削減量を、政策において追加された環境費支出分に比例して計算することにした。また、環境費支出における削減能力が変化しないものとし、価格の影響を排除するため計算では実質支出額を用いる。

$$ER = improve \cdot \left(\frac{\chi_{ENV}^{LG}}{LAS} - \bar{\chi}_{ENV}^{LG(0)} \right) \quad (50)$$

$$LAS \equiv \sum_i p_i \bar{Q}_i^{(0)} / \sum_i \bar{p}_i^{(0)} \bar{Q}_i^{(0)} \quad (51)$$

ここで、 ER は政府の追加削減量、 $improve$ は環境改善率（環境費支出におけるCO₂限界削減量）、 χ_{ENV}^{LG} は環境費、 $\bar{\chi}_{ENV}^{LG(0)}$ は初期状態の環境費、 LAS は地域内物価としてのラスパイレス指数である。添え字(0)は各変数の初期状態（固定値）を表す。

(8) 均衡条件

まず、市場均衡では財市場及び生産要素（労働・資本）市場の需給量が等しくなる際に成立する。しかし、ゼロ利潤条件のもとでは企業が財価格に関わらず需要量に見合った財の量を生産する仕組みになっているため、財市場は常に均衡する。従って、実際の計算において均衡条件は労働市場と資本市場のみ考慮すればよい。

$$L_{ed} = \sum_i L_i - L_s = 0 \quad (52)$$

$$K_{ed} = \sum_i K_i - K_s = 0 \quad (53)$$

ここで、 L_{ed}, K_{ed} はそれぞれ労働市場と資本市場の超過需要、 L_s, K_s はそれぞれ家計による労働と資本供給量（固定）である。

また、実際に計算された式(36)の間接税収 ψ_{ITR} 、式(23)の環境税収 ψ_{ENV} 、式(45)の対域外収支 Z_{ROW} と、それら以外のところで予定値として用いられる同じ変数とが、それぞれ、均衡状態以外では一致しないため、以下の条件を追加することになる。ただし、添え字 n は均衡計算における反復回目を示す。

$$\psi_{ITR}^{(n+1)} - \psi_{ITR}^{(n)} = 0 \quad (54)$$

$$\psi_{ENV}^{(n+1)} - \psi_{ENV}^{(n)} = 0 \quad (55)$$

$$Z_{ROW}^{(n+1)} - Z_{ROW}^{(n)} = 0 \quad (56)$$

さらに、このモデルはCO₂排出水準を政策的に所与し税率を探索する処理を行っているため、その目標水準の達成を確認するものとして排出量に関する条件も追加される。ここで、 $\bar{\theta}_{max}$ は環境目標水準として設定された許容排出量、 θ_{ed} はその水準値の超過排出量を表す。

$$\theta_{ed} = (\sum_i \theta_i - ER) - \bar{\theta}_{max} = 0 \quad (57)$$

4. シナリオの設定とシミュレーションの結果

以上のようなモデルにNAMEA数値例を適用することで、シミュレーション分析を行う。本稿のモデルは、あくま

で都道府県NAMEAベースのCGEモデルを構築するためのパイロット・モデルとして位置づけられるものであり、適用されるパラメータも数値例に過ぎないが、地域環境税が設定された各制度（シナリオ）のもとで、地域の厚生水準等にどのような効果あるいは影響を及ぼすのかについて、その方向性を探るのに十分有用であろう。

モデルに必要とするパラメータに関しては、財価格、要素価格を1に基準化した上で、代替弾力性の値を全て所与とし、残りのパラメータはベンチマーク状態を厳密に再現できるようにCalibration法より求められる。ここでは便宜的に、地方政府評価関数における代替弾力性（ v_{env} 及び v ）を既述どおり0.2と比較的小さく設定し、残りの弾力性パラメータは0.8とする。また、地方政府の環境質改善率については1.0667と設定するが、これは単に計算上のバランスを考慮した値であり、実際は別の値でもよい。

上記に求められたパラメータを用いてCGEモデルによる政策シミュレーションを実行する。政策は以下のように4つのシナリオに分けられる。いずれのケースもCO₂の20%削減、つまり初期状態の総排出量60万トンから48万トンにすることを目標とし、各環境税制に対応して必要となる税率を探索するものである。基本的には τ_θ と $\Delta\tau_{LT}$ のどちらかを探索し、他方を0に固定する。

シナリオ1：地方政府が産業部門に対し、それぞれのCO₂排出量に比例して地域環境税を新規に課税する。また、得られた環境税収の全額を特定財源として環境事業に支出する。

シナリオ2：環境税収を一般財源として各公共支出（環境事業も含む）に支出する。それ以外はシナリオ1と同じである。

シナリオ3：地方政府が地方税の超過課税を行い、その超過分だけ環境税と見なし、得られた環境税収の全額を特定財源として環境事業に支出する。

シナリオ4：環境税収を一般財源として各公共支出（環境事業も含む）に支出する。それ以外はシナリオ3と同じである。

表－1 政策設定及びシミュレーション結果のまとめ

	標準	シナリオ 1	シナリオ 2	シナリオ 3	シナリオ 4
政策設定					
課税方式	-	新規税	新規税	超過課税	超過課税
税収用途	-	特定財源	一般財源	特定財源	一般財源
結果概要					
経済便益 EV	-	-8.2	-21.3	-11.3	-25.4
CO ₂ 総排出量	60	48	48	48	48
税率					
環境税率	-	0.2211	0.6357	-	-
地方税率	0.2000	0.2000	0.2000	0.2647	0.3459
うち超過分	-	-	-	0.0647	0.1459

まず、表－1に政策シミュレーションの結果を簡単に示す。これを見れば分かるように、同じCO₂の削減量で

も環境税の課税方式や税収用途によって経済便益（等価変分EVより定義）に対する影響が異なる。そして、一般財源よりも特定財源の方が、地方税の超過課税方式よりも直接的な新規環境税の方が、経済便益のマイナスが小さいことが読み取れる。地方政府が環境事業支出（環境費）を通じCO₂を削減するため、特定財源制度ではその予算を確保しやすく、比較的低い税率水準で目標を実現することが可能である。その分だけ、家計の負担がある程度軽減されるため経済便益のマイナスが小さく抑えられる。

表－2はより詳細なシミュレーション結果を表す。産業部門に直接環境税を課するシナリオ1、シナリオ2では財価格の上昇をもたらす、特にシナリオ2は税率が高いため価格変動が大きい。これに対して、地方税超過課税という間接的な課税方式を用いたシナリオ3、シナリオ4では価格変化がほとんど見られない。

税金納入額が控除された家計の可処分所得は、シナリオ3、シナリオ4において減少するが、地方税率の上昇によるものに他ならない。一方、政府の税収では既存のものには僅かな変化しか見られないが、環境税収（直接の新規環境税ないし地方税の超過課税額）では各シナリオで大差が見られる。当然ながら特定財源制度の方が必要とする環境税収が相対的に小さい。

生産部門に目を転じると、各企業の活動水準に対する政策の影響、すなわち生産量の増減がシナリオによって違うことが分かる。しかし、いずれも2%以上の変化が見られないが、家計消費が政策によって抑制されると同時に政府消費が増大したためである。その結果として、産業部門全体によるCO₂排出量が僅かだけ上昇したが、政府の追加的な排出削減より目標水準の48万トンまで抑えられた。産業部門による総排出量がほぼ変化しなかったため、いずれのシナリオでも政府が約12万トン削減している。

財の消費量を見ると、上記どおりいずれのシナリオでも家計消費が縮小すると分かる。シナリオ1とシナリオ2では財価格上昇、シナリオ3とシナリオ4では所得減少が主な原因であろう。一方、地方政府の環境事業における最終消費はいずれのシナリオも50%強拡大とし、各シナリオ間でも僅かな差しか見られない。どのシナリオでも約12万トンの政府削減量を必要としているためである。また、一般財源のケースで地方政府のその他公共事業消費については環境事業消費とほぼ同様な変化を表している。

表-2 シミュレーションの詳細結果 (変化率)

	シナリオ 1	シナリオ 2	シナリオ 3	シナリオ 4
価格・物価				
財価格 1	5.591%	15.926%	0.057%	0.022%
財価格 2	6.913%	19.711%	0.063%	0.025%
財価格 3	6.416%	18.292%	0.059%	0.023%
家計所得・政府税収				
家計可処分所得	0.065%	0.024%	-8.622%	-19.547%
環境税収(地方政府) (*)	13.287	38.166	11.334	25.539
地方税収(地方政府)	0.051%	-0.006%	0.059%	0.023%
間接税収(中央政府)	0.226%	0.352%	0.502%	0.932%
国税収(中央政府)	0.051%	-0.006%	0.059%	0.023%
生産量・排出量				
生産量 1	-0.371%	-0.384%	-0.701%	-1.105%
生産量 2	0.498%	-0.268%	0.446%	-0.241%
生産量 3	-0.290%	0.798%	0.147%	1.552%
産業排出量(総計)	0.091%	0.068%	0.155%	0.213%
追加削減量(地方政府) (*)	12.054	12.041	12.093	12.128
総排出量	-20%	-20%	-20%	-20%
最終消費				
家計消費 1	-5.456%	-14.256%	-8.674%	-19.565%
家計消費 2	-6.392%	-16.432%	-8.678%	-19.566%
家計消費 3	-6.043%	-15.630%	-8.675%	-19.565%
地方政府環境事業消費 1	56.633%	56.777%	56.686%	56.849%
地方政府環境事業消費 2	56.244%	55.773%	56.685%	56.848%
地方政府環境事業消費 3	56.390%	56.145%	56.686%	56.849%
地方政府他公共事業消費 1	-5.757%	57.153%	0.053%	56.850%
地方政府他公共事業消費 2	-5.991%	56.146%	0.052%	56.849%
地方政府他公共事業消費 3	-5.904%	56.519%	0.053%	56.849%

(*)変化率が定義できないため、計算結果の値で表示している。

5. むすび

本稿では、地域環境税制を評価するための静的応用一般均衡モデルを用い、その方向性に関する検討を行った。しかし、分析結果はあくまでもパイロット・モデルによるものであり、今後実際のデータを用いて政策シミュレーションを行う必要がある。本稿の結論はまだ暫定的なものであるが、実証分析への移行を図り、現時点で確認できた成果と課題を以下にまとめる。

第1に、これまでのシミュレーション結果から言えば、導入された環境税制はトータルとして資源消費の制御効果を持たず、家計消費が縮小し、その代わり政府がCO₂削減のため消費量を増加させている。生産量がほぼ不変で財価格の低下も見られないことから、直接的な汚染者である企業よりも家計の負担が大きいと考えられる。換言すれば、政府のみならず企業の削減努力も実は考慮する必要がある。ただし、これらのことは経済活動に占める各主体のシェアにもよるので、実証分析において異なる結果が得られる可能性もある。

第2に、本稿の政策シミュレーションで適用された税制は直接環境税及び超過課税方式の2つである。今後は特に超過課税についてはNAMEAのデータをより詳細化し

他の課税ベースをも検討する必要がある。家計収入に課される地方税よりも法人税などに対する超過課税の方が、経済負担を一層企業にも転嫁できる可能性がある。

第3に、企業の生産量がほぼ変化せず産業部門による総排出量が制御されないことを前提に議論するならば、政府がいかに環境税収を必要とし消費支出を増大させるかは、環境改善能力(率)という一つのパラメータに大きく依存している。モデルの計算結果もそれによって影響されるため、このパラメータの推定は正当に行われなければならない。

第4に、既述どおりこのモデルの県外勘定には、交易量(移輸出入)が需要量のみならず価格の変動にも反応するよう追加的な拡張が必要である。地域間モデルへの拡張が重要な改善策であろう。

今後は、石川・TITHIPONGTRAKUL(2009)で作成したNAMEAを修正・詳細化し、実際の数値データをもって政策シミュレーションを行い、モデルの有効性、そして得られた結果を用いて、より実際の都道府県を想定した地域環境税制分析を達成させることを課題にしたい。

参考文献

- 1) 内閣府経済社会総合研究所国民経済計算部：地域版ハイブリッド型統合勘定作成マニュアル，季刊国民経済計算，No. 13，2007。
- 2) 石川良文・TITHIPONGTRAKUL Nontachai：都道府県レベルにおける環境経済統合勘定の構築，南山経済研究，南山大学経済学会，Vol. 23，No. 3，2009，pp. 295-314。
- 3) 宮田譲・渋澤博幸・張鍵：廃棄物を考慮した小地域の応用一般均衡分析——帯広都市圏を事例として——，地域学研究，日本地域学会，Vol. 34，No. 1，2003，pp. 481-508。
- 4) 川瀬晃弘・北浦義朗・橋本恭之：環境税と二重の配当——応用一般均衡モデルによるシミュレーション分析，公共選択の研究，勁草書房，No. 41，2003，pp. 5-23。
- 5) 鷺田豊明：環境政策と一般均衡，勁草書房，2004。
- 6) 谷口照彦・作間逸雄・有吉範敏・市岡修：環境SAMの構築と環境政策のCGE分析，応用経済分析への接近——現代経済学研究，勁草書房，No. 14，2007，pp. 85-106。
- 7) 朴勝俊：環境税制改革の「二重の配当」，晃洋書房，2009。