

物質循環を考慮した環境経済一般均衡分析*

A General Equilibrium Analysis of Interaction Between Material Balance and Economic Activities*

宮田 譲**・厩 暁晋***

By Yuzuru MIYATA ** and Xiaojin PANG***

1. はじめに

筆者らは過去に、廃棄物と経済活動との関係を表す廃棄物—経済会計行列を提案し、それに基づく静学的一般均衡分析および動学的一般均衡分析を行ってきた^{1), 2)}。これら一連の研究は、家庭廃棄物有料化やリサイクルの推進が、経済にどのような影響を与えるのかを、比較静学及び動学数値シミュレーションによって詳細に調べている。

しかしこれらの研究では、現在の環境問題の中で、最も重要なものの一つとして位置付けられる物質循環について、極めて簡便な方法でしか取り扱っていない。

物質循環の促進は、単に資源・エネルギーの一時的な節約を目的とするのではなく、社会経済活動から最終的未利用物質を無くすという、ゼロエミッション社会の実現に向けて不可欠となるものである。

ゼロエミッション化構想は国連大学副学長のグンター・パウリの提唱によるものであるが³⁾、その研究は緒に着いたばかりである。現在、様々な生産プロセスにおいてどのような物質が投入され、またどのような物質が発生するのかを、詳細に検討している段階である⁴⁾。

こうしたミクロ的研究の一方で、ゼロエミッション化がどのような社会経済システムの変革を迫るのかは、全くの未知数であり、今後の環境経済学の中心的課題となるものである。

本研究ではこうした背景から 1994 年の愛知県経済を対象として、筆者らの既存研究¹⁾に物質循環構造を付加し、より詳細に経済活動と環境負荷との相互作用を分析することを目的とする。

2. 経済—物質循環会計行列

筆者らの既存研究では廃棄物—経済会計行列を作成し、それを基準年の均衡データセットとして、CGE モデル分析を行ってきた¹⁾。

* キーワード：持続的成長管理論、環境計画、地球環境問題、システム分析

** 正会員 学博 豊橋技術科学大学人文・社会工学系

*** 学生会員 工修 豊橋技術科学大学大学院博士後期課程 環境・生命工学専攻

(〒441-8085 豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1,

Tel. 0532-44-6955 Fax. 0532-44-6947)

本研究ではそれをさらに拡張し、経済—物質循環会計行列の概念を提唱する。その概要は表 1 のようにまとめられる。

経済—物質循環会計行列では、廃棄物—経済会計行列の廃棄物発生量が廃棄物種類ごとに細分化される。さらに物質循環量は、産業別生産財に対応する再(生)利用量に置き換えられ、再(生)利用されない物質は最終的未利用物質として計上されるものである。

物質循環構造を除いた経済部門については、従来の研究⁵⁾と同様であるので、ここでは説明を省略する。

表 2 は経済—物質循環会計行列を簡略化した、廃棄物—経済会計行列の推計結果である¹⁾。この表は主として産業廃棄物データの分類に合わせる形で、34 産業、34 産業内部物質循環活動、行政や廃棄物処理業者が行う外部物質循環活動、政府、家計、資本、労働、資本勘定、県外部門から構成されている。そして最終的に産業と内部循環活動を、それぞれ 1 部門に統合したものである。

この表から、1994 年の愛知県では産業部門で 66 兆 9997 億円の産出(財総供給 85 兆 8685 億円—移輸入 18 兆 8868 億円)を行い、それに伴い 1719 万トンの産業廃棄物を発生させていることが分かる。また家計は 26 兆 6304 億円の所得を得て、15 兆 1623 億円の消費を行い、276 万トンの一般廃棄物を発生させている。

産業廃棄物は 383 億 700 万円の費用で内部処理され、外部循環活動は 1610 億円の費用で産業廃棄物、一般廃棄物を処理していることが示されている。

3. モデルの構造

本研究のモデルは比較静学モデルであり、その基本構

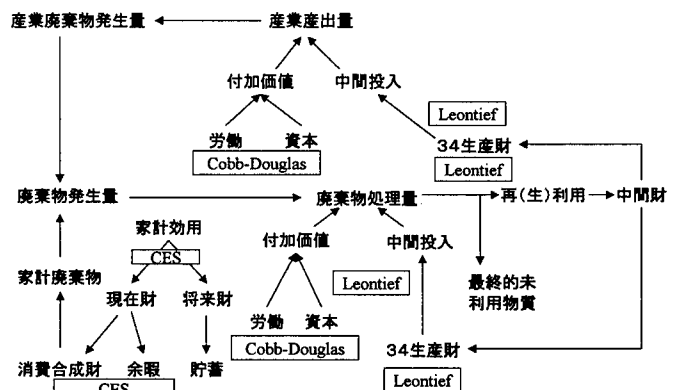


図 1 経済—物質循環 CGE モデルの階層構造

造は既存研究¹⁾とほぼ同じで、モデルの階層構造は図1に示される。以下、順を追ってモデルの説明を行うが、記述の一貫性を考え、筆者らの既存研究と重複する部分もあることを断っておこう。

(1) モデルの主要前提条件

本研究の主要な前提条件は以下のようであるが、この他にもモデルの細部について様々な仮定を設定する。それらをここで一掲することは繁雑となるため、モデルの説明の中で適宜、仮定について述べる。

①1994 年の愛知県経済を対象とし、経済主体は愛知県の家計、34 産業、政府、県外部門、34 内部物質循環活動、外部物質循環活動とする。

②内部物質循環活動²⁾は各産業に付随する活動で、産業

内で発生する廃棄物を処理し、処理された物質の一部を再(生)利用に回す活動を行う。外部物質循環活動は公的廃棄物処理活動、廃棄物処理業者から構成され、産業廃棄物の一部、全ての家計廃棄物を処理し、一部を再(生)利用に回す活動を行う。

③再(生)利用される財はバージン財と同質とし³⁾、中間財のみに用いられ、最終財としては用いられない。そして再(生)利用財は中間財の中に、均等に含まれるものとする。

④市場は 34 生産物市場、労働市場、資本市場の 36 市場とする。

⑤生産物市場、労働市場、資本市場は 1994 年時点で長期均衡状態にあるものとする。

表1 経済―物質循環会計行列の構成

		生産活動	物質循環活動		制度部門		生産要素		資本蓄積	県外部門	合計
		1～34産業	1～34産業 内部循環活動	外部循環活動	政府	家計	資本	労働	資本蓄積	県外部門	合計
生産活動	1～34産業	中間投入	中間投入	中間投入	政府消費	家計消費	—	—	資本形成	移輸出	財総需要
物質循環活動	内部循環活動	循環投入	—	—	—	—	—	—	—	—	循環総需要
	外部循環活動	循環投入	—	—	経常移転	—	—	—	—	—	循環総需要
制度部門	政府	純間接税	純間接税	純間接税	—	直接税	—	—	—	経常移転	政府所得
	家計	—	—	—	経常移転	—	資本所得	労働所得	—	経常移転	家計所得
生産要素	資本	営業余剰	営業余剰	営業余剰	—	—	—	—	—	資本所得移転	総資本所得
	労働	雇用者所得	雇用者所得	雇用者所得	—	—	—	—	—	労働所得移転	総労働所得
	資本調達	固定資本減耗	固定資本減耗	固定資本減耗	政府貯蓄	政府貯蓄	—	—	—	資本移転	総資本調達
	県外部門	移輸入	—	—	経常移転	経常移転	資本所得移転	労働所得移転	経常余剰	—	県外の受取
	合計	財総供給	物質循環総供給	物質循環総供給	所得の処分	所得の処分	所得の処分	所得の処分	総資本蓄積	県外の支払	受取=支払
廃棄物発生量/ 再(生)利用量		廃棄物発生量	再(生)利用量	再(生)利用量	—	廃棄物発生量	—	—	—	—	最終未利用 物質量
燃え殻		産業別 廃棄物発生 量	34 産業別 生産財再 (生)利用 量	34 産業別 生産財再 (生)利用 量	—	家計 廃棄物発生 量	混合ごみ	—	—	—	物質 形態別 最終未利 用物質量
有機性汚泥											
無機性汚泥											
一般廃油											
廃溶剤											
固形油											
油でい											
廃酸											
廃アルカリ											
廃プラスチック											
廃タイヤ											
シュレッダーダスト											
紙くず											
木くず											
繊維くず											
動・植物性残さ											
ゴムくず											
金属くず											
ガラス・陶磁器くず											
鉱さい											
コンクリート片											
廃アスファルト											
その他											
ばいじん											
家畜の糞尿											
その他産業廃棄物											

表2 経済―廃棄物会計行列の推計結果

		生産活動	物質循環活動		制度部門		生産要素		資本蓄積	県外部門	合計
		1～34産業	1～34産業 内部循環	外部循環活動	政府	家計	資本	労働	資本蓄積	県外部門	合計
生産活動	1～34産業	35,877,673	14,327	29,550	1,962,981	15,162,290	0	0	733,735	25,483	85,868,531
物質循環活動	内部循環活動	38,307	0	0	0	0	0	0	0	0	38,307
	外部循環活動	96,280	0	0	57,085	7,643	0	0	0	0	161,008
制度部門	政府	2,294,188	0	3,152	0	6,118,189	0	0	0	1,324,915	9,740,444
	家計	0	0	0	2,149,822	0	8,008,547	16,197,355	0	274,696	26,630,420
生産要素	資本	7,542,630	4,327	13,483	0	0	0	0	0	448,107	8,008,547
	労働	16,677,003	13,127	103,499	0	0	0	0	0	253,257	17,046,886
	資本調達	4,473,611	6,526	11,324	1,753,243	5,342,298	0	0	0	232,738	11,819,740
	県外部門	18,868,839	0	0	3,817,313	0	0	849,531	4,482,005	0	28,017,688
	合計	85,868,531	38,307	161,008	9,740,444	26,630,420	8,008,547	17,046,886	11,819,740	28,017,688	187,331,571
廃棄物発生量/ 再(生)利用量		17,194	-10,527	-9,424	0	2,757	0	0	0	0	0

(2) 産業

愛知県の産業は中間財、労働、資本を投入し、財を生産すると同時に、産業廃棄物を発生させる。その一部は内部循環活動により再(生)利用され、残りは外部処理される。産業は廃棄物を再(生)利用するための物質循環費用を負担する。産業の技術は中間投入に関して *Leontief* 型技術、資本と労働については *Cobb-Douglas* 型技術とし、規模に関する収穫一定を仮定する。

産業の行動は技術の一次同次性から、与えられた産出量に対し、物質循環費用を含む費用最小化行動として定式化される。

(3) 廃棄物発生

廃棄物の発生は、産業活動によるものと、家計消費活動によるものとする。産業活動に伴う廃棄物発生量は産出量に比例し、家計消費活動に伴う廃棄物は消費合成財消費量に比例するものとする。これらは以下のように表わされる。なお廃棄物の種類は表 1 に示されている。

$$WG_{kj} = RWG_{kj} \cdot X_j \quad (k=1, \dots, 26, j=1, \dots, 34) \quad (1)$$

$$WGH_l = RWH_l \cdot CC \quad (l=1, \dots, 9) \quad (2)$$

ここで、

WG_{kj} : 産業 j の廃棄物 k 発生量

RWG_{kj} : 産業 j の廃棄物 k の限界発生量

X_j : 産業 j の産出量

WGH_l : 家計の廃棄物 l 発生量

RWH_l : 家計の廃棄物 l の限界発生量

CC : 家計の消費合成財消費量

(4) 物質循環活動

物質循環活動は産業と同様に中間財、労働、資本を投入し、廃棄物を処理し、再(生)利用財の供給を行う。

物質循環技術は、中間投入に関して *Leontief* 型技術、労働、資本の投入に関して *Cobb-Douglas* 型技術で、規模に関して収穫一定を仮定する。物質循環活動の最適化行動は、技術の 1 次同次性から、経済活動によって発生した廃棄物量を与件とし、一定の処理率のもとで、物質循環費用を最小化する行動となる。

(5) 産業及び内部物質循環活動の行動

ここでは以上の(3), (4), (5)に基づき、産業と内部物質循環活動の行動⁽⁴⁾を定式化するが、本研究では再(生)利用財は中間財のみに含まれると仮定するため、最初に再(生)利用財の説明を行っておこう。

再(生)利用財はバージン財と同質で、中間財には均等に含まれると仮定することから、例えば再(生)利用 i 財 x_{Ri} が中間投入 x_{1ij} に含まれる量 x_{R1ij} は以下となる。

$$x_{R1ij} = \frac{x_{1ij}}{\sum_{j=1}^{34} x_{1ij} + \sum_{j=1}^{35} x_{2ij}} x_{Ri} \quad (3)$$

ここで、

x_{1ij} : 産業 j の財 i の中間投入量

x_{2ij} : 循環活動 j の財 i の中間投入量

この x_{R1ij} の使用に伴う費用 $p_i x_{R1ij}$ は、各産業 j が内部・外部循環活動に支払う費用とするため、 $p_i x_{R1ij}$ を中間投入費用として計上することは 2 重計算となる。これよりバージン財の中間投入量を x_{V1ij} などの記号で表す時、産業と内部循環活動の行動は、以下のように定式化される。

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \sum_{i=1}^{34} p_i x_{V1ij} + (1+tp_{1j})(w \cdot L_{1j} + r \cdot K_{1j}) \\ & + \sum_{i=1}^{34} p_i x_{V2ij} + (1+tp_{2j})(w \cdot L_{2j} + r \cdot K_{2j}) \\ & + q_{35} WT_{2j} \quad (j=1, \dots, 34) \end{aligned} \quad (4)$$

with respect to $x_{V1ij}, L_{1j}, K_{1j}, x_{V2ij}, L_{2j}, K_{2j}, WT_{2j}$

subject to

$$X_j = \text{Min} \left\{ \frac{1}{a_{10j}} f_{1j}(L_{1j}, K_{1j}), \frac{x_{V11j} + x_{R11j}}{a_{11j}}, \dots, \frac{x_{V134j} + x_{R134j}}{a_{134j}} \right\} \quad (5)$$

$$WG_{kj} = RWG_{kj} X_j \quad (k=1, \dots, 26, j=1, \dots, 34) \quad (6)$$

$$WT_j = RWT_j \sum_{k=1}^{26} WG_{kj} \quad (7)$$

$$WT_j = \text{Min} \left\{ \frac{1}{a_{20j}} f_{2j}(L_{2j}, K_{2j}), \frac{x_{V21j} + x_{R21j}}{a_{21j}}, \dots, \frac{x_{V234j} + x_{R234j}}{a_{234j}} \right\} \quad (8)$$

$$WT_{2j} = RWT_{2j} \sum_{k=1}^{26} WG_{kj} \quad (9)$$

$$f_{1j}(L_{1j}, K_{1j}) = A_{1j} L_{1j}^{\alpha_{1j}} K_{1j}^{(1-\alpha_{1j})} \quad (10)$$

$$f_{2j}(L_{2j}, K_{2j}) = A_{2j} L_{2j}^{\alpha_{2j}} K_{2j}^{(1-\alpha_{2j})} \quad (11)$$

ここで、

p_i : 産業 i の生産物価格

x_{V1ij} : 産業 j のバージン財 i の中間投入量

tp_{1j} : 産業 j の純間接税率

w : 賃金率

r : 資本収益率

L_{1j} : 産業 j の労働投入量

K_{1j} : 産業 j の資本投入量

x_{V2ij} : 内部循環活動 j のバージン財 i の中間投入量

tp_{2j} : 内部循環活動 j の純間接税率

L_{2j} : 内部循環活動 j の労働投入量

K_{2j} : 内部循環活動 j の資本投入量

q_{35} : 外部循環サービス価格

WT_{2j} : 産業 j の廃棄物外部処理量

a_{10j} : 産業 j の付加価値率

a_{1ij} : 産業 j の中間投入係数

x_{R1ij} : 産業 j の再(生)利用財 i の中間投入量

WT_j : 産業 j の廃棄物内部処理量

RWT_j : 産業 j の内部処理率

RWT_{2j} : 産業 j の外部処理率

A_{1j}, α_{1j} : 産業 j の技術パラメータ

a_{20j} : 内部循環活動 j の付加価値率

a_{2ij} : 内部循環活動 j の中間投入係数

x_{R2ij} : 内部循環活動 j の再(生)利用財 i の中間投入量

A_{2j}, α_{2j} : 内部循環活動 j の技術パラメータ

上式(4)~(11)の最適化問題から、生産量 X_j に伴う産業 j と内部循環活動 j の中間投入、労働、資本の派生需要関数を得る。

$$x_{1ij} = a_{1ij} X_j \quad (x_{1ij} \equiv x_{V1ij} + x_{R1ij}) \quad (12)$$

$$LD_{1j} = \left[\frac{(1-a_{1j})r}{a_{1j}w} \right]^{a_{1j}} \frac{a_{0j} X_j}{A_{1j}} \quad (13)$$

$$KD_{1j} = \left[\frac{a_{1j}w}{(1-a_{1j})r} \right]^{(1-a_{1j})} \frac{a_{0j} X_j}{A_{1j}} \quad (14)$$

$$x_{2ij} = a_{2ij} WT_j \quad (x_{2ij} \equiv x_{V2ij} + x_{R2ij}) \quad (15)$$

$$LD_{2j} = \left[\frac{(1-a_{2j})r}{a_{2j}w} \right]^{a_{2j}} \frac{a_{20j} WT_j}{A_{2j}} \quad (16)$$

$$KD_{2j} = \left[\frac{a_{2j}w}{(1-a_{2j})r} \right]^{(1-a_{2j})} \frac{a_{20j} WT_j}{A_{2j}} \quad (17)$$

ここで、

LD_{1j} : 産業 j の労働需要

LD_{2j} : 内部循環活動 j の労働需要

KD_{1j} : 産業 j の資本需要

KD_{2j} : 内部循環活動 j の資本需要

さらに完全競争下における長期均衡の仮定から、以下のゼロ利潤条件を得る。

$$\begin{aligned} \text{利潤} = & p_j X_j - \sum_{i=1}^{34} p_i x_{V1ij} - (1+tp_{1j})[w \cdot LD_{1j} + r \cdot KD_{1j}] \\ & - \sum_{i=1}^{34} p_i x_{V2ij} - (1+tp_{2j})[w \cdot LD_{2j} + r \cdot KD_{2j}] - q_{35} WT_{2j} \quad (18) \\ = & 0 \end{aligned}$$

また廃棄物の内部処理に関する制約条件(8)に対応する Lagrange 乗数から、内部循環サービス価格 q_j を以下のように求めることができる。

$$q_j = \sum_{i=1}^{34} p_i (a_{2ij} - x_{R2ij} / WT_j) + w \cdot ld_{2j} + r \cdot kd_{2j} \quad (19)$$

$$ld_{2j} \equiv LD_{2j} / WT_j, \quad kd_{2j} \equiv KD_{2j} / WT_j$$

(6) 外部物質循環活動

外部循環活動については、産業、家計の双方に対して処理・処分を行っているのが現状であるため、家計廃棄物については 100%外部処理し、産業については内部処

理されない一定率の廃棄物が外部処理されるものとした。この活動については企業の行動を取るものとして、処理すべき産業廃棄物、家計廃棄物が与えられたもとで費用最小化行動を取るものとする。

$$\begin{aligned} \text{Min} \sum_{i=1}^{34} p_i x_{V2i35} + (1+tp_{235})(w \cdot L_{235} + r \cdot K_{235}) \\ (x_{V2i35}, L_{235}, K_{235}) \end{aligned} \quad (20)$$

Subject to

$$WT_{35} = \sum_{j=1}^{34} RWT_{2j} \sum_{k=1}^{26} WG_{kj} + \sum_{l=1}^9 WGH_l \quad (21)$$

$$\begin{aligned} WT_{35} = \text{Min} \left\{ \frac{1}{a_{2035}} f_{235}(L_{235}, K_{235}), \right. \\ \left. \frac{x_{V2135} + x_{R2135}}{a_{2135}}, \dots, \frac{x_{V23435} + x_{R23435}}{a_{23435}} \right\} \end{aligned} \quad (22)$$

$$f_{235}(L_{235}, K_{235}) \equiv A_{235} \cdot L_{235}^{a_{235}} \cdot K_{235}^{(1-a_{235})} \quad (23)$$

ここで、

x_{V2i35} : 外部循環活動のバージン財 i の中間投入量

tp_{235} : 外部循環活動の純間接税率

L_{235} : 外部循環活動の労働投入量

K_{235} : 外部循環活動の資本投入量

WT_{35} : 外部処理量

RWT_{2j} : 産業 j の外部処理率

a_{2035} : 外部循環活動の付加価値率

a_{2i35} : 外部循環活動の中間投入係数

x_{R2i35} : 外部循環活動の再(生)利用財 i の中間投入量

A_{235}, α_{235} : 外部循環活動の技術パラメータ

以上から外部循環に伴う派生的中間需要、労働需要、資本需要を求めることができる。

$$x_{2i35} = a_{2i35} WT_{35} \quad (x_{2i35} \equiv x_{V2i35} + x_{R2i35}) \quad (24)$$

$$LD_{2j} = \left[\frac{(1-a_{2j})r}{a_{2j}w} \right]^{a_{2j}} \frac{a_{20j} WT_j}{A_{2j}} \quad (j=1, \dots, 35) \quad (25)$$

$$KD_{2j} = \left[\frac{a_{2j}w}{(1-a_{2j})r} \right]^{(1-a_{2j})} \frac{a_{20j} WT_j}{A_{2j}} \quad (j=1, \dots, 35) \quad (26)$$

外部循環活動についても、均衡状態においてゼロ利潤条件が成立する。

$$\begin{aligned} \text{利潤} = & q_{35} WT_{35} - \sum_{i=1}^{34} p_i x_{V2i35} \\ & - (1+tp_{235})[w \cdot LD_{235} + r \cdot KD_{235}] = 0 \end{aligned} \quad (27)$$

(7) 家計

家計は愛知県における集計化された家計を考える。家計は現在消費と余暇との消費合成財である現在財と、貯蓄による将来財に関して CES 型効用関数を持つとし、予算制約のもとで効用を最大化するような現在財と将来財を選択する。

その後、現在財は消費合成財消費と余暇需要(労働供給)に分解され、さらに財別消費(各産業による生産財)

に分解される。

家計の予算制約については、家計の全保有時間を労働供給した場合に得られる賃金所得、家計が保有する資本から得られる固定資本減耗控除後の資本所得、政府からの経常移転、県外からの雇用者所得、財産所得、その他経常移転を総所得とし、賃金所得、資本所得の一部については県外への移転所得となる。

移転所得控除後の総所得をタックスベースとして、税率一定の直接税を控除した所得を現在財と将来財に配分するものとする。なお簡略化のために、家計から政府への経常移転全てを直接税として取扱う。

以上の家計行動を順次説明するために、まず将来財について説明する。将来財は貯蓄による将来消費を意味するが、貯蓄は現在時点においてそのまま投資を形成する。従って投資消費合成財を貯蓄財と見なすことができる。いま投資は各生産財を用いてなされるが、それを *Leontief* タイプと想定しよう。

$$I = \text{Min} \{I_1/b_1, \dots, I_{34}/b_{34}\} \quad (28)$$

ここで、

I_i : 投資 I に伴う各生産財の投入量

b_i : 投資 I と I_i との技術的關係 ($b_i > 0$, $\sum_{i=1}^{34} b_i = 1$)

投資 I は投資費用が $\sum_{i=1}^{34} p_i I_i$ 最小となるようになされる

ものとすれば、投資 I に伴う生産財需要は $I_i = b_i I$ となる。

この時、投資の価格を p_I とすれば、 $p_I I = \sum_{i=1}^{34} p_i I_i$ が成立

し、これより投資財価格は $p_I = \sum_{i=1}^{34} b_i p_i$ として求めるこ

とができる。さらにこれを貯蓄財価格 p_s と見なす。

さて投資 1 単位による直接税等控除後の収益は $(1-\tau_y)(1-k_o)(1-k_r)r\delta$ で表されるので、貯蓄財価格 p_s に対する期待収益率、すなわち貯蓄の期待純収益率 r_s は以下となる。

$$r_s = (1-\tau_y)(1-k_o)(1-k_r)r\delta / p_s \quad (29)$$

ここで、

τ_y : 家計の直接税率

k_o : 県外への財産所得移転率

k_r : 資本ストックの固定資本減耗率

δ : 生産財で測った資本ストックとサービス単位で測った資本ストックとの比率

この期待収益は家計の将来消費をファイナンスするものとする。将来財 H の価格を近視眼的期待のもとで現在消費財価格 p と見なし、実質家計貯蓄を S で表せば、

$$p \cdot H = (1-\tau_y)(1-k_o)(1-k_r)r\delta \cdot S \quad (30)$$

が成立する。これより $[p_s p / (1-\tau_y)(1-k_o)(1-k_r)r\delta] H = p_s S$ となり、実質貯蓄 S に伴う将来財価格 p_H を

$$p_H = p_s p / (1-\tau_y)(1-k_o)(1-k_r)r\delta \quad (31)$$

とおけば、 $p_s S = p_H H$ が成立する。

さてこのように定式化された将来財、価格のもとで、効用最大化問題は以下のように記述される。なお、現在財の定式化については後に詳述する。

$$\text{Max}_{G,H} u(G,H) \equiv \{\alpha^{1/\nu_1} G^{(\nu_1-1)/\nu_1} + (1-\alpha)^{1/\nu_1} H^{(\nu_1-1)/\nu_1}\}^{\nu_1/(\nu_1-1)} \quad (32)$$

subject to

$$p_G \cdot G + p_H \cdot H = (1-\tau_y)FI - \text{Tr}HO \quad (33)$$

$$FI \equiv (1-l_o)w \cdot E + LI + (1-k_o)(1-k_r)r \cdot KS + KI + \text{Tr}GH + \text{Tr}OH \quad (34)$$

ここで、

α : 分配パラメータ

ν_1 : 現在財と将来財との代替弾力性

G : 現在財消費量

H : 将来財消費量

p_G : 現在財価格

p_H : 将来財価格

FI : 完全所得

$\text{Tr}HO$: 家計から県外への経常移転

l_o : 県外への雇用者所得率

E : 家計の労働時間初期賦存量 (= 家計の初期働供給量の

2.045 倍と設定。これは愛知県労における労働時間と余暇時間との実績値に基づく。)

LI : 県外からの雇用者所得 (外生値)

KS : 家計の資本ストック初期賦存量

KI : 県外からの財産所得 (外生値)

$\text{Tr}GH$: 政府から家計への経常移転

$\text{Tr}OH$: 県外から家計への経常移転

この効用最大化問題を解くことにより、現在財需要関数、将来財需要関数、貯蓄を得る。

$$G = \frac{\alpha[(1-\tau_y)FI - \text{Tr}HO]}{p_G^{\nu_1} \cdot \Delta} \quad (35)$$

$$H = \frac{(1-\alpha)[(1-\tau_y)FI - \text{Tr}HO]}{p_H^{\nu_1} \cdot \Delta} \quad (36)$$

$$S = p_H H / p_s \quad (37)$$

$$\Delta \equiv \alpha p_G^{1-\nu_1} + (1-\alpha) p_H^{1-\nu_1} \quad (38)$$

次に式(35)の現在財需要から消費合成財需要と余暇需要を導出する方法について述べる。現在需要 G は消費合成財需要と余暇需要の消費合成財であり、以下の最適化問題から得られるものとする。

$$\text{Max}_{C,F} G \equiv \{\beta^{1/\nu_2} C^{(\nu_2-1)/\nu_2} + (1-\beta)^{1/\nu_2} F^{(\nu_2-1)/\nu_2}\}^{\nu_2/(\nu_2-1)} \quad (39)$$

subject to

$$p \cdot CC + (1-\tau_y)(1-l_o)w \cdot F = (1-\tau_y)FI - \text{Tr}HO - SH \quad (40)$$

ここで、

β : 分配パラメータ

v_2 : 消費合成財と余暇との代替弾力性

CC : 消費合成財消費量

F : 余暇需要量

p : 消費合成財価格

SH : 名目貯蓄額 ($= P_s \cdot S$)

この効用最大化問題を解くことにより、消費合成財需要関数、余暇需要関数、労働供給関数を得る。

$$CC = \frac{\beta[(1-ty)FI - TrHO - SH]}{p^{v_2} \cdot \Omega} \quad (41)$$

$$F = \frac{(1-\beta)[(1-ty)FI - TrHO]}{[(1-ty)(1-l_o)w]^{v_2} \cdot \Omega} \quad (42)$$

$$LS = E - F \quad (43)$$

$$\Omega = \beta p^{(1-v_2)} + (1-\beta)[(1-ty)(1-l_o)w]^{(1-v_2)} \quad (44)$$

ここで、

LS : 家計の労働供給

この消費合成財と余暇需要を式(39)に代入し、現在財を間接効用値として求めることにより現在財の価格が以下のように求まる。

$$p_G = \{\beta p^{1-v_2} + (1-\beta)[(1-ty)(1-l_o)w]^{1-v_2}\}^{1/(v_2-1)} \quad (45)$$

さらに消費合成財消費は所得、余暇需要が与えられたもとで、生産財別消費に関する Cobb-Douglas 型効用関数の最大化を通じて、生産財別消費に分解される。

$$\text{Max} \prod_{j=1}^{34} C_j^{\gamma_j} \quad (\sum_{j=1}^{34} \gamma_j = 1) \quad (46)$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^{34} p_j \cdot C_j = (1-ty)Y - TrHO - SH \quad (47)$$

ここで、

C_j : 家計の j 財消費量

p_j : j 財の価格

Y : 家計所得 ($= (1-l_o)w \cdot LS + LI + (1-k_o)(1-k_r)r \cdot KS + KI + TrGH + TrOH$)

これより、生産財別消費需要関数を得る。

$$C_j = \frac{\gamma_j}{p_j} [(1-ty)Y - TrHO - SH] \quad (j=1, \dots, 34) \quad (48)$$

また消費合成財価格と財価格との関係は以下のようになる。

$$p = \prod_{j=1}^{34} \left(\frac{p_j}{\gamma_j} \right)^{\gamma_j} \quad (49)$$

(8) 政府

政府は愛知県からの直接税及び純間接税の税収と、県外からの経常移転を歳入とし、政府消費、家計への経常移転、外部循環活動への支出、県外への経常移転を歳出とし、歳入と歳出の差額は貯蓄されるものとする。政府名目消費総額、政府から家計への経常移転、政府から県外への経常移転は歳入総額に比例し、政府消費支出額財別構成比は固定的とする。これらは以下の予算制約条件として表現される。

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^{34} p_i \cdot CG_i + TrGH + WTC + TrGO + SG \\ &= ty \cdot Y + \sum_{i=1}^{34} tp_{1i}(w \cdot LD_{1i} + r \cdot KD_{1i}) \\ &+ \sum_{i=1}^{34} tp_{2i}(w \cdot LD_{2i} + r \cdot KD_{2i}) + TrOG \end{aligned} \quad (50)$$

ここで、

CG_i : 政府消費による j 財の需要

WTC : 外部循環活動への支出額

$TrGO$: 政府から県外への経常移転

SG : 政府貯蓄

$TrOG$: 県外から政府への経常移転

(9) 県外部門

県外部門は愛知県の移輸入、政府から県外への経常移転、県外への雇用者所得、県外への財産所得を所得とする。また愛知県の移輸出、家計への経常移転、政府への経常移転、愛知県への雇用者所得、愛知県への財産所得を支出する。そして、所得と支出との差額は貯蓄されるものとする。なお県外への移輸出は名目値を外生的に固定し、移輸入は県内需要に比例するものと定式化している。これらは以下の予算制約条件として記述される。

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^{34} p_i \cdot EX_i + TrOH + TrOG + KI + LI + SO \\ &= \sum_{i=1}^{34} p_i \cdot EM_i + TrHO + TrGO + KIO + LIO \end{aligned} \quad (51)$$

ここで、

EX_i : 愛知県の i 財の移輸出量

EM_i : 愛知県の i 財の移輸入量

SO : 県外貯蓄 ($= -$ 県民経常余剰)

LIO : 県外への雇用者所得の移転 ($= l_o \cdot w \cdot LS$)

KIO : 県外への財産所得の移転 ($= k_o \cdot r \cdot KS$)

(10) 投資-貯蓄バランス

家計、政府、県外部門の貯蓄、固定資本減耗の総額は、投資総額を決定する。

$$\sum_{i=1}^{34} p_i \cdot I_i = SH + SG + SO + \sum_{i=1}^{34} DR_{1i} + \sum_{i=1}^{35} DR_{2i} \quad (52)$$

DR_{1i} : 産業 i の固定資本減耗額

DR_{2i} : 物質循環活動 i の固定資本減耗額

(11) 財価格⁽⁵⁾

産業のゼロ利潤条件から以下の費用構成が導かれる。

$$p_j X_j = \sum_{i=1}^{34} p_i (x_{ij} - x_{Rij}) + (1+tp_{1j})[w \cdot LD_{1j} + r \cdot KD_{1j}] + \sum_{i=1}^{34} p_i (x_{2ij} - x_{R2ij}) - (1+tp_{2j})[w \cdot LD_{2j} + r \cdot KD_{2j}] - q_{35} WT_{2j} \quad (53)$$

また同様に外部循環活動の費用構成も以下となる。

$$q_{35} WT_{35} = \sum_{i=1}^{34} p_i (x_{2ij} - x_{R2ij}) + (1+tp_{235})(w \cdot LD_{235} + r \cdot KD_{235}) \quad (54)$$

式(53)と式(54)を組み合わせて若干の計算を行うと、賃金率、資本収益率が与えられる時、財価格は以下のように求まる。

$$P = [I - B_1'(Q) - DWT \cdot DWG \cdot B_2'(Q) - DWT_2 \cdot DWG \cdot B_3'(Q)]^{-1} \cdot [(1+tp_{1j})(w \cdot ld_{1j} + r \cdot kd_{1j}) + (1+tp_{2j})(w \cdot ld_{2j} + r \cdot kd_{2j}) + (1+tp_{235})(w \cdot ld_{235} + r \cdot kd_{235})] \quad (55)$$

ここで、

P : 財価格ベクトル

$B_1'(Q)$: 再(生)利用財を控除した投入係数転置行列
($\equiv a_{1ji} - x_{R1ji}/X_j$)

Q : 財価格、循環活動サービス価格、賃金率、資本収益率からなる一般化価格ベクトル

DWT : RWT_j を対角要素とする対角行列

DWG : $\sum_{k=1}^{26} RWG_{kj}$ を対角要素とする対角行列

$B_2'(Q)$: 再(生)利用財を控除した内部循環活動投入係数転置行列 ($\equiv a_{2ji} - x_{R2ji}/WT_i$)

DWT_2 : RWT_{2j} を対角要素とする対角行列

$B_3'(Q)$: 再(生)利用財を控除した外部循環活動投入係数行列ベクトルを行に並べた行列の転置行列
($\equiv a_{235j} - x_{R235j}/WT_{35}$)

$[\cdot]$: カッコ内を要素とした列ベクトル

$ld_{1j} \equiv LD_{1j}/X_j$, $kd_{1j} \equiv KD_{1j}/X_j$

$ld_{2j} \equiv LD_{2j}/WT_j$, $kd_{2j} \equiv KD_{2j}/WT_j$

$ld_{235} \equiv LD_{235}/WT_{235}$, $kd_{235} \equiv KD_{235}/WT_{235}$

さらに物質循環サービス価格は、財価格を用いて、以下のように求まる。

$$q_j = \sum_{i=1}^{34} p_i b_{2ij}(Q) + (1+ty_{2j})(w \cdot ld_{2j} + r \cdot kd_{2j}) \quad (j=1, \dots, 35) \quad (56)$$

ここで、

$b_{2ij}(Q)$: 再(生)利用財を控除した物質循環活動投入係数

4. 市場均衡条件

本研究では物質循環を考慮していることから、財市場の均衡条件も、通常の一般均衡モデルとは大きく変わる。そこで、財市場における物質循環の取り扱いを述べておこう⁽⁶⁾。

まず産業 j では産出量 X_j に伴い、廃棄物 WG_{kj} を発生させる。次にそれは処理率 RWT_j で $RWT_j \cdot WG_{kj}$ だけ内部処理され、再(生)利用財 x_{Rij} が供給される。この技術を固定係数的とすれば、生産→廃棄物発生→再(生)利用のプロセスは、以下の行列形式で記述される。

$$Z_1 = \Theta_1 \cdot RWG \cdot DWT \cdot X \quad (57)$$

ここで、

Z_1 : 内部循環活動による再(生)利用財ベクトル

Θ_1 : 内部循環活動による廃棄物/生産財変換行列

RWG : 廃棄物発生係数 RWG_{kj} を要素とする行列

X : 産業の産出ベクトル

同様に外部循環による産業廃棄物と家計廃棄物からの再(生)利用財供給は以下のように表現できる。

$$Z_2 = \Theta_2 \cdot RWG \cdot DWT_2 \cdot X \quad (58)$$

$$Z_3 = \Theta_3 \cdot RWH \cdot CC \quad (59)$$

ここで、

Z_2 : 外部循環活動による産業廃棄物からの再(生)利用財ベクトル

Θ_2 : 外部循環活動による廃棄物/生産財変換行列

Z_3 : 外部循環活動による家計廃棄物からの再(生)利用財ベクトル

Θ_3 : 家計廃棄物/生産財変換行列

RWH : 家計廃棄物の発生係数 RWH_i を要素とする列ベクトル

以上の再(生)利用財の供給プロセスに基づき、廃棄物の再(生)利用を、財の供給あるいは負の投入と見なすことにより、本研究の市場均衡条件は最終的に以下となる。

財市場

$$X + EM = A_1 X + A_2 \cdot DWG \cdot DWT \cdot X + A_3 \cdot DWG \cdot DWT_2 \cdot X + a_3 \sum_{i=1}^9 RWH_i \cdot CC + C + CG + I + EX - \Theta_1 \cdot RWG \cdot DWT \cdot X - \Theta_2 \cdot RWG \cdot DWT_2 \cdot X - \Theta_3 \cdot RWH \cdot CC \quad (60)$$

廃棄物内部循環

$$WT_j = \sum_{k=1}^{26} RWG_{kj} \cdot RWT_i \cdot X_j \quad (j=1, 2, \dots, 34) \quad (61)$$

廃棄物外部循環

$$WT_{35} = \sum_{k=1}^{26} \sum_{j=1}^{34} RWG_{kj} \cdot RWT_{2j} \cdot X_j + \sum_{i=1}^9 RWH_i \cdot CC \quad (62)$$

労働市場

$$LS = \sum_{j=1}^{34} LD_{1j} + \sum_{j=1}^{35} LD_{2j} \quad (63)$$

資本市場

$$\overline{KS} = \sum_{j=1}^{34} KD_{1j} + \sum_{j=1}^{35} KD_{2j} \quad (64)$$

ここで、

EM : 移輸入ベクトル

A_1 : 産業部門投入係数行列

A_2 : 内部循環活動投入係数行列

A_3 : 外部循環活動中間投入列ベクトルを行に並べた行列

a_3 : 外部循環活動中間投入ベクトル

C : 家計消費ベクトル

CG : 政府消費ベクトル

I : 投資ベクトル

EX : 移輸出ベクトル

もちろん本研究の内生変数を全て解くためには、これらの均衡条件式だけでは不十分で、モデルの全ての式が必要となる。しかし、本研究では産業および物質循環活動の技術を一次同次としているため、賃金率、資本収益率が与えられる時、式(53)により財価格が決定され、そのもとでの財需要に見合う形で産業産出量は決定される。さらにその時の産業廃棄物および家計廃棄物発生量进行处理する形で、物質循環活動の水準、再(生)利用財供給も決定される。

これより本研究のワルラス法則は、**労働の超過需要価値額 + 資本の超過需要価値額 = 0**、に帰着される。これは労働市場、あるいは資本市場をクリアすれば、全ての均衡解が求まることを示している。そこで、本研究では労働をニューメレール($w=1$)とし、資本市場をクリアする資本収益率を *Newton-Raphson* 法を用いて収束計算している。

5. パラメータ設定

以上のモデルでは生産関数、物質循環活動、効用関数などのパラメータを設定する必要がある。生産関数、物質循環活動の技術パラメータは、生産技術を *Leontief-Cobb-Douglas* 型としているため、経済-物質循環会計行列をベンチマークデータセットとして容易に設定することができる⁷⁾。これらのパラメータ値はその量が膨大となるため、ここでは省略する。

効用関数についても標準的な方法⁷⁾で設定しているため、設定方法は省略するが、パラメータ値は表3のように推定された。

次に種類別廃棄物限界発生量 RWG_{ij} 、 RWH_i については、廃棄物発生量 WG_{ij} 、 WGH_i を産出量 X_j あるいは消費合成財 CC で除すことにより求められる。

廃棄物/生産財変換行列 θ_i は、愛知県の廃棄物再(生)利用データ⁸⁾を用い、その結果は再(生)利用率として表

4、表5のようにまとめられる。ここで例えば有機性汚泥の行方向の数値 0.36、4.1 は、有機性汚泥が鉱業製品(造園用土)、飲料・飼料(肥料)として、それぞれ 0.36%、4.1% 再(生)利用されることを表わす。

なお本研究では経済部門については金額ベースのデータ、物質循環については数量(トン)データを用いるため、それらをリンクさせるため、表6の金額/数量変換行列を用いている。このデータは主として全国産業連関表の物量表から推計した。

6. シミュレーション分析

(1) シミュレーションケースの設定

以上のモデルを用いて、物質循環が愛知県経済にどのような影響を与えるのかをシミュレーション分析する。そのケースは各産業部門について廃棄物の再(生)利用を想定しない場合(ケース1)と想定する場合(ケース2)とし、物質循環の影響を比較検討する。

(2) シミュレーション結果

以上の2ケースを比較した結果は、図2から図9となる。これらの図はケース1を基準として、ケース2の結果をケース1に対する変化率として示したものである。以下にシミュレーション結果を要約するが、金額はケース1での相対価格体系によるものである。

(a)産業産出量

図2に示されるように、産業産出量は再(生)利用される財と、されない財とで、大きな違いがある。産出量減少が大きい産業は鉱業の-92.1%、非鉄金属の-38.1%、飲料・飼料の-6.1%、パルプ・紙の-2%などである。これらは何れも再(生)利用率の高い財であり、廃棄物からの再(生)利用財により、バージン財需要が減少したことを反映した結果である。

一方、加工組立系の製造業は、再(生)利用促進に伴い、産出量を増加させており、産業全体の産出量も0.04%と僅かではあるが増加している。

(b)廃棄物発生量

図3で産業別廃棄物発生量を見ると、産業廃棄物は産業産出量に比例するため、産出量とほぼ同じ変化をしている。しかし産業別の廃棄物発生係数が異なるため、家計を含めた廃棄物総量は-0.4%と僅かながら減少している。また家計では消費の拡大に伴い、一般廃棄物は0.6%ほど増加している。

(c)物質循環活動産出量

図4で内部・外部物質循環活動を金額ベースで見ると、内部循環活動の変化は産業産出量の変化とほぼ変わらないが、主として家計廃棄物増加に伴う外部循環活動の増加から、循環活動の総産出量は0.2%ほど拡大している。

(d)価格

再(生)利用財の価格は循環活動の費用が反映されるが、

本研究のデータでは再(生)利用財価格がバージン財価格よりも安く計算される。このため、財価格方程式(30)が示すように、再(生)利用を促進すると、財価格は下がる結果となった(図5)。特に非鉄金属業ではそれ自体が再(生)利用財を多く投入するため、-8.6%と下落幅が大きくなっている。

また図6の物質循環活動サービス価格でも、循環活動での中間投入財価格の下落が反映されて、財価格ほどではないものの、一律に循環活動価格は下落している。

表3 効用関数のパラメータ

消費区分	分配パラメータ
現在財	0.77767
将来財	0.22233
消費合成財	0.58506
余暇	0.41494
現在財と将来財との代替弾力性	1.11909
消費合成財と余暇の代替弾力性	1.07054

表4 産業廃棄物の再(生)利用率

(単位：%)

業種	3	5	6	7	9	10	12	13	15	16	17	合計
燃え殻	13.600	0.300										13.900
汚泥												
有機性汚泥	0.360	4.100										4.460
無機性汚泥	15.100	3.000										18.100
廃油												0.000
一般廃油						31.800						31.800
廃溶剤						56.580						56.580
固形油						83.820						83.820
油でい						5.790						5.790
廃酸						22.000						22.000
廃アルカリ						6.000						6.000
廃プラスチック類												
廃プラスチック							23.510					23.510
廃タイヤ								75.940				75.940
シュレッダーダスト												0.000
紙くず					71.000							71.000
木くず				24.000								24.000
繊維くず			29.000									29.000
動・植物性残さ		56.000										56.000
ゴムくず								17.000				17.000
金属くず												
ガラス・陶磁器くず									51.000	83.900	14.000	97.900
鉱さい	77.500									10.900	2.400	90.800
建設廃材												
コンクリート片	83.690											83.690
廃アスファルト	98.000											98.000
その他												
ばいじん						63.000						63.000
家畜の糞尿		90.000										90.000
その他産業廃棄物												

表5 一般廃棄物の再(生)利用率

(単位：%)

業種	3	5	6	7	9	10	12	13	15	16	17	合計
混合ごみ			4.666		28.500		11.740	0.220	3.460	1.090	1.870	51.546
可燃ごみ			5.716		35.000							40.716
不燃ごみ							63.200	1.230	18.400	5.880	10.060	98.770
資源ごみ			9.090		55.580		22.850		6.700	2.130	3.640	99.990
粗大ごみ												0.000
直接搬入ごみ			4.676		28.500		11.740	0.220	3.460	1.090	1.870	51.558
その他												0.000
自家処理量												0.000
団体集団回収			9.130		55.580		22.850		6.700	2.130	3.640	100.030

表6 廃棄物の再(生)利用物質としての単価

(単位：百万円/トン)

業種	3	5	6	7	9	10	12	13	15	16	17
燃え殻	0.0016	0.0204									
汚泥											
有機性汚泥	0.0016	0.0204									
無機性汚泥	0.0016	0.0204									
廃油											
一般廃油						0.0518					
廃溶剤						0.0518					
固形油						0.0518					
油でい						0.0518					
廃酸						0.0110					
廃アルカリ						0.0130					
廃プラスチック類											
廃プラスチック							0.0783				
廃タイヤ								0.2197			
シュレッダーダスト											
紙くず					0.0827						
木くず				0.0005							
繊維くず			0.4294								
動・植物性残さ		0.0204									
ゴムくず								0.1163			
金属くず										0.0089	0.1887
ガラス・陶磁器くず									0.0038		
鉱さい	0.0015									0.0192	0.0007
建設廃材											
コンクリート片	0.0237										
廃アスファルト	0.0237										
その他											
ばいじん											
家畜の糞尿		0.0204									
その他産業廃棄物											

(e)その他

図7でその他の主要変数を見ると、循環活動による総生産は増加するものの、産業の総生産は減少するため、その合計である県内総生産も若干減少する。これを受けて、家計所得はほぼ変わらないものとなった。しかし財価格が下落するため、家計の実質所得は増加し、家計消費は0.6%ほどの増加となった。

また資本収益率は-0.1%の下落であるが、消費合成財価格は-0.6%の下落であり、実質資本収益率は上昇したことになり、これが家計貯蓄(=将来消費)の増加に結びついている。また消費合成財価格の下落は、実質賃金率の上昇でもあるため、労働供給が増加(=余暇需要の減少)している。

これより余暇による効用低下はあるものの、財消費と将来消費の増加が効用を上昇させ、県全体で等価的偏差は1500億円ほどの厚生改善を示している。

7. おわりに

本研究は筆者らが過去に行った北海道での廃棄物-経済システム的一般均衡分析を愛知県に適用し、さらに物質循環を付加し拡張したものである。本研究のシミュレーション結果は、再(生)利用の促進が素材系製造業を縮小し、家計消費増加などの需要構造変化から、組立加工系製造業や第3次産業を増加させることを示している。

また素材系製造業の内部循環活動は、バージン財生産の減少から縮小するものの、組立加工系製造業や第3次産業の内部循環活動、外部循環活動は拡大し、循環活動全体は拡大する結果となった。

冒頭にも述べたように、最近ゼロエミッション化社会がよく話題となるが、本研究の結果はゼロエミッション

化社会ではどのような環境ビジネスが必要とされ、またどのような産業構造へと変化していくのかを示唆しているものと言えよう。

しかし、現在の物質循環系の研究では、物質循環費用に関するデータが決定的に不足しており、本研究もその例外ではない。本研究では公害分析用産業連関表⁹⁾のデータをもとに、物質循環費用を推計しているが、その精度の向上が最も大きな課題と考えられる。

なお本研究は特定領域研究(A)(1)(課題番号 09247104)、基盤研究(C)(2)(課題番号 09680547)、基盤研究(A)(1)(課題番号 09303001)の研究成果に基づいている。

補注

(1)内部物質循環活動については、「昭和48年産業公害分析用産業連関表」⁹⁾の公害除去活動のデータを中心に推計した。外部物質循環活動は「あいちの産業連関表」¹⁰⁾の廃棄物処理活動の投入係数をもとに推計した。また表2は表1における廃棄物再(生)利用量を表示していない。そのため、物質循環活動によって、何らかの形で廃棄物総量が処理処分され、処理処分されない廃棄物量はゼロとして表示されている。

(2)内部物質循環活動には、家計による廃棄物自家処理も考えられるが、その量は廃棄物全体の約0.4%であるため、本研究では無視している。

(3)再(生)利用財とバージン財が同質である仮定はかなり強い。再(生)利用財とバージン財を差別化することは理論的には容易であるが、再(生)利用財のデータを網羅的に収集することはかなり困難であるため、同質性を仮定している。

(4)ここでの内部処理率は、産業が排出する廃棄物について、その種類によらず同一であることを意味している。これも

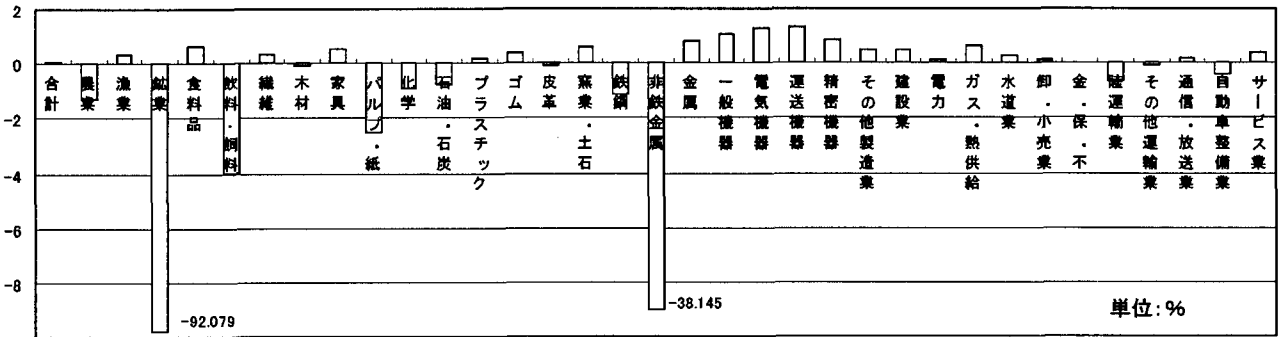


図2 産業産出量の変化

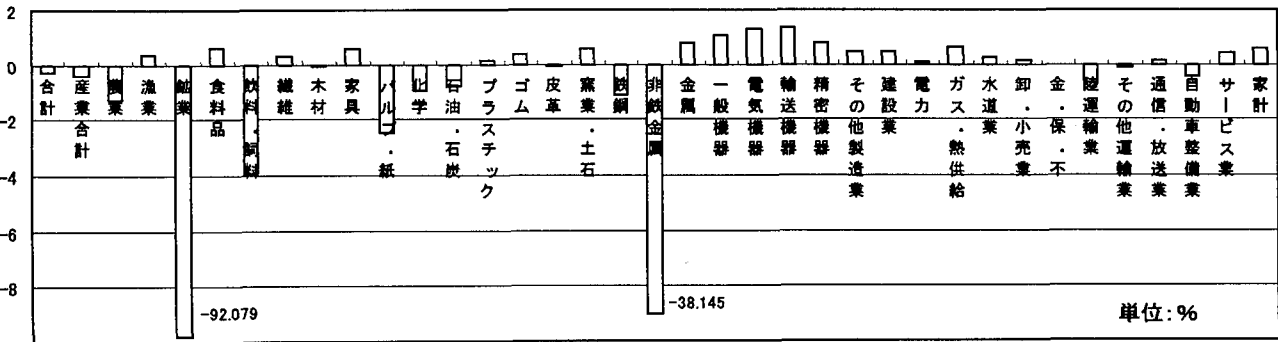


図3 廃棄物発生量の変化

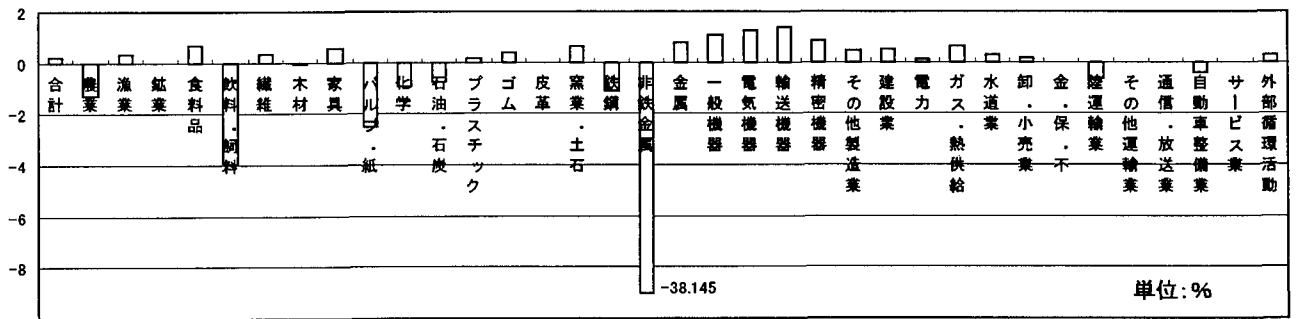


図4 物質循環活動産出額の変化

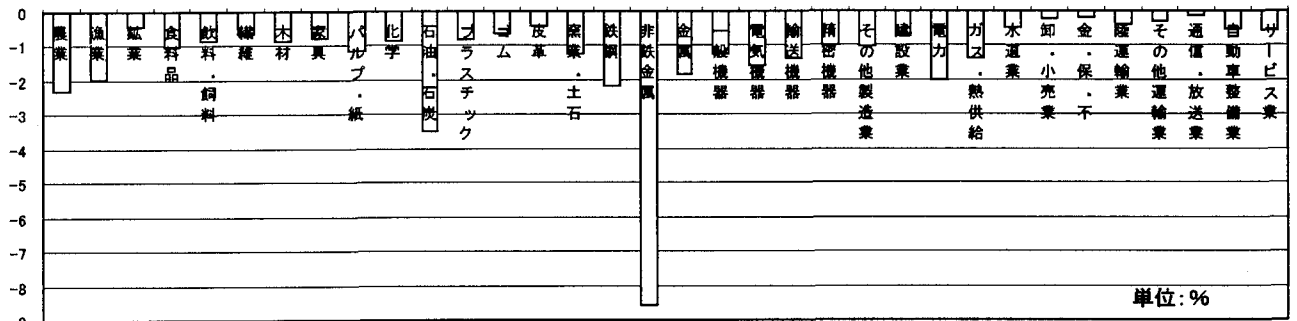


図5 財価格の変化

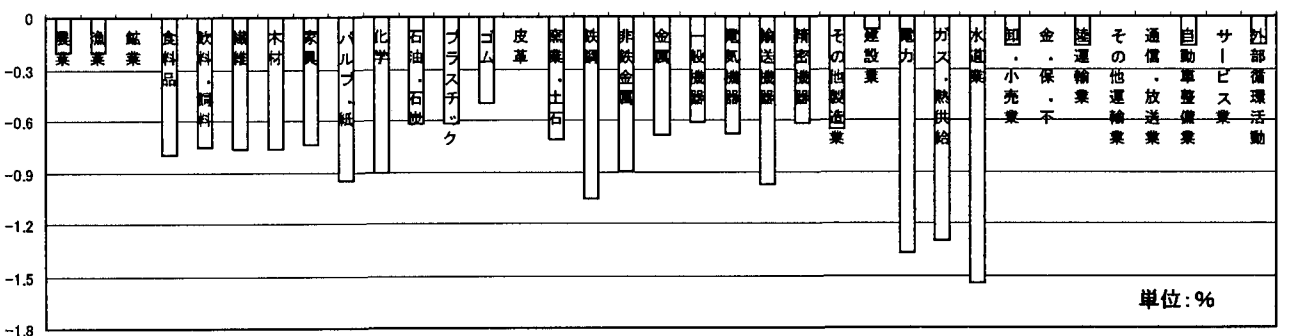


図6 物質循環活動価格の変化

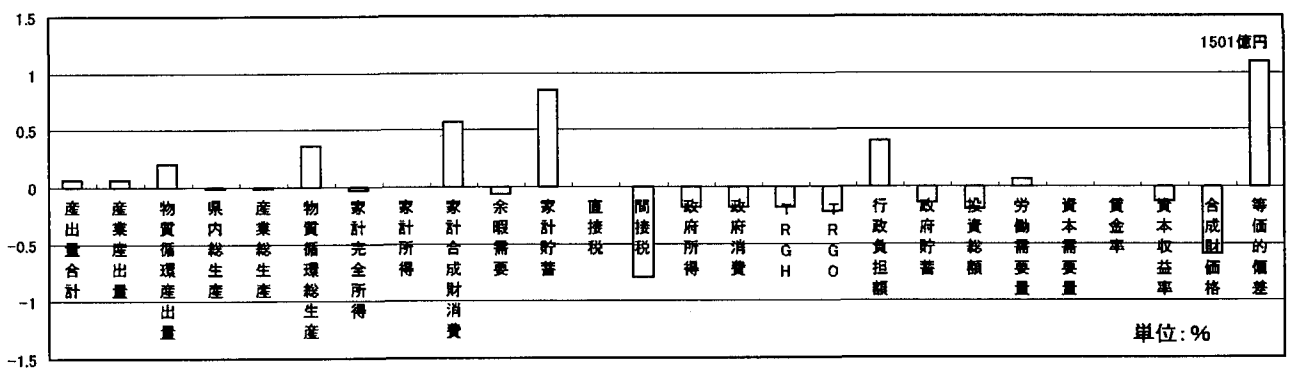


図7 主要変数の変化

(TRGH:政府から家計への経常移転 TRGO:政府から県外への経常移転)

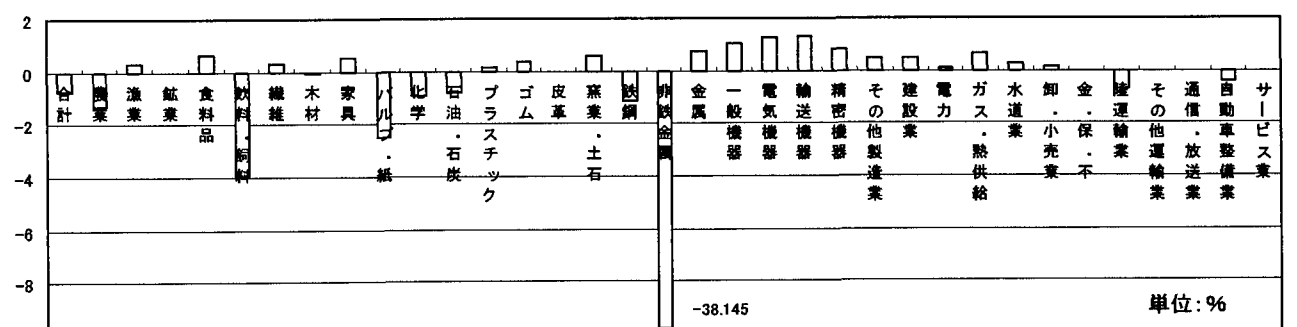


図8 廃棄物内部処理量の変化

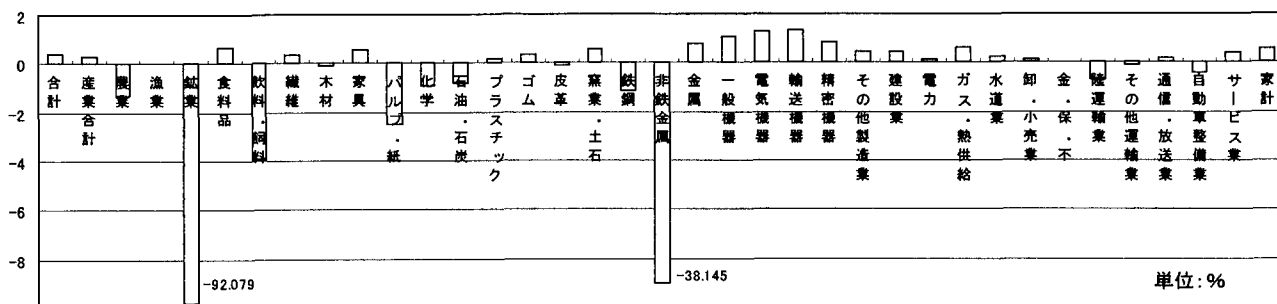


図9 廃棄物外部処理量の変化

強い仮定ではあるが、産業別廃棄物種類別の処理率の設定は、データが不十分なため現在困難である。

(5)ここでの価格はバージン財価格を意味する。本研究ではバージン財と再(生)利用財は同質としながら、両者の価格は異なるものとしている。これは再(生)利用財の市場を考えていないため、再(生)利用財の取引は式(3)や式(57)～(59)で示される技術的条件によりなされると仮定している。

参考文献

- 1)宮田 譲：廃棄物対策の経済的影響分析 -CGE モデルアプローチ-, 土木計画学研究・論文集 No.15, pp.305-316, 1998
- 2)Miyata, Y.: An Intertemporal General Equilibrium Analysis of the Waste-Economic system, Infrastructure Planning Review, No.14, pp.421-432, 1997
- 3)Capra, F. and Pauli, G. (赤池 学訳): ゼロエミッション, ダイアモンド社, 1996

4)鈴木基之編：ゼロエミッションをめざした物質循環プロセスの構築, 文部省科学研究費特定領域研究平成10年度報告書, 1999

5)宮田 譲：廃棄物対策の評価, 土木計画学ワンデーセミナー「応用一般均衡モデルの公共投資評価への適用」, シリーズ 15, pp.98-113, 1998

6)厩 暁晋：資源循環型生産システムの多目的最適化, 豊橋技術科学大学修士論文, 1998

7)市岡 修：応用一般均衡分析, 有斐閣, 1991

8)愛知県環境部：平成7年度愛知県産業廃棄物実態調査報告書, 1996

9)通産省立地公害局：昭和48年産業公害分析用産業連関表について, 1976

10)愛知県企画部：平成2年あいちの産業連関表, 1995

物質循環を考慮した環境経済一般均衡分析*

宮田 譲**・厩 暁晋***

本研究は愛知県を対象とし、筆者らの廃棄物-経済システムに関する既存研究に物質循環構造を付加し、より詳細に経済活動と物質循環との相互依存関係を分析するものである。本研究では物質循環活動を内生化した応用一般均衡モデルを構築している。産業活動及び家計消費活動に伴う廃棄物は、内部物質循環活動と外部物質循環活動により処理処分され、一部は再(生)利用される。再(生)利用財は財の供給、もしくは負の投入として扱われる。再(生)利用促進の影響は、比較静学数値シミュレーションによって分析される。シミュレーションにより、再(生)利用率の高い非鉄金属、鉱業などの素材系産業が衰退し、加工組立型産業、第3次産業などが拡大することが確認された。

A General Equilibrium Analysis of Interaction Between Material Balance and Economic Activities*

By Yuzuru MIYATA**, Xiaojin PANG***

This study aims to examine the interaction between economic activities and material balance in Aichi Prefecture, Japan, by internalizing material flow and waste recycling activities in our previous static CGE model of waste-economic system. Waste generated by industries and households are treated by internal and external waste transformation activities, yielding reproduced commodities. Recycled goods are regarded as commodity supply or negative commodity inputs. Economic effects of promotion of recycling are examined by comparative static numerical simulations. From the simulation results, it is observed that material based industries such as nonferrous metal product and mining industries decline due to the high recycling rates, while assembly and tertiary industries expand followed by a shift of commodity demand from intermediate demand to final demand.