

廃棄物対策の経済的影響分析

- CGEモデルアプローチ -

General Equilibrium Effects of Waste Abatement Policies

- A CGE-Modeling Approach -

宮田 譲**

By Yuzuru MIYATA **

1. はじめに

筆者は過去に、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)}。これらの一連の研究では家庭廃棄物有料化や廃棄物処理技術の進歩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は産業部門を3部門とし、また基準年次も1985年とやや古く、より精緻な分析を行う上では、必ずしも満足できるものではない。

そこで本研究では、筆者の既存研究の大きな課題の一つであった産業部門の細分化を試みると同時に、基準年次もデータ収集可能な最新年次である1993年とし、より詳細な一般均衡効果を分析することを目的とする。さらに本研究では既存研究で一部簡略化されていたモデルの構造も拡張している。既存研究と本研究との相違は以下のである。

- ①産業部門を3部門から24部門に拡張した。
- ②基準年次を1985年から1993年に変更した。
- ③家計貯蓄を将来財として内生化した。

2. モデルの構造

本研究のモデルは比較静学モデルであり、その基本構造は既存研究¹⁾とほぼ同じである。従ってここでは、本研究で改善した部分に重点を置き、モデル全体の概要はAppendixに示す。

*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（〒441 豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1，TEL 0532-44-6955, FAX 0532-44-6947）

モデルの全体構造は図1と図2に示される。図1は生産関数と効用関数の階層構造を示したもので、図2はモデルの変数間の関係を表すものである。本研究では家計部門のみを大きく変更させているため、その説明をしておこう。

家計は北海道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³⁾。その後、現在財は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、道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、

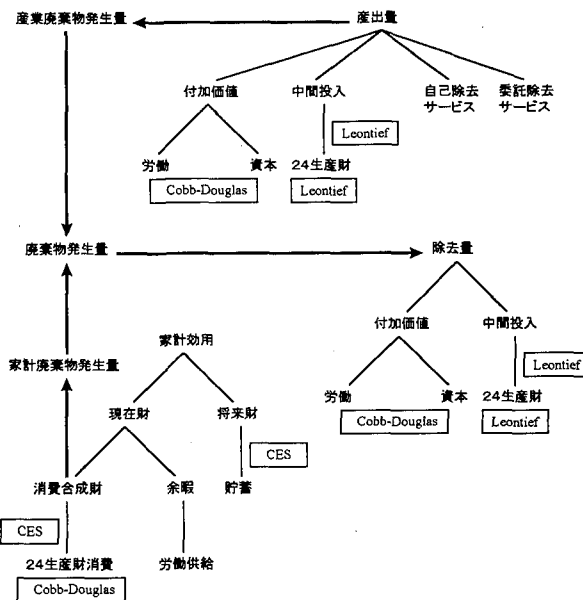


図1 廃棄物-経済CGEモデルの階層構造

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。なお本研究でも、家計から政府への経常移転全てを直接税として取扱い、家計が支払う社会保障負担なども直接税に含めている。

CGEモデルを構築するためには、経済状態が均衡しているデータセットを作成する必要がある。これは各経済主体の所得と支出が等しいという仮定を反映させて作成される。

表1 北海道の1993年廃棄物-経済会計行列

表 1 北海道の 1995 年廃棄物 - 経済活動行別							(単位: 百万円)	
		生産活動		制 度		生産要素		資本蓄積
		1 ~ 2 4 産業		政 府	家 計	資 本	労 働	
生産活動	1 ~ 2 4 産業	14,537,411		2,614,992	11,683,777	0	0	6,100,613
制 度	政 府	1,059,754		0	3,708,488	0	0	0
	家 計	0	3,170,686	0	0	4,700,861	10,633,254	0
生産要素	資 本	4,377,526		0	0	0	0	0
	労 働	10,529,903		0	0	0	0	0
資本調達		2,683,214	508,745	3,313,352	0	0	0	0
廃棄物 除去活動	1 ~ 2 4 産業	61,176		0	0	0	0	0
	委・行	65,818	46,112	0	0	0	0	0
道 外		6,428,161	3,689,707	203,544	475,114	0	1,502,976	
合 計		39,742,963	10,030,242	18,909,161	5,175,975	10,633,254	7,603,589	
廃棄物量 (トン)		33,556,712	0	3,032,000	0	0	0	

(単位：百万円)

		廃棄物除去活動		道 外 合 計	
		1～24産業	委・行		
生産活動	1～24産業	26,571	20,756	4,758,842	39,742,963
制 度	政 府	0	1,574	5,260,426	10,030,242
	家 計	0	0	404,360	18,909,161
生産要素	資 本	9,222	10,663	778,564	5,175,975
	労 働	13,838	71,959	17,555	10,633,254
資本調達		11,545	6,978	1,079,755	7,603,589
廃棄物 除去活動	1～24産業	0	0	0	61,176
	委・行	0	0	0	111,931
道 外		0	0	0	12,299,502
合 計		61,176	111,931	12,299,502	104,567,793
廃棄物量 (トン)		-29,228,977	-7,359,735	0	0

棄物 - 経済会計行列で、北海道を対象とした 1993 年の推計結果は表 1 のようである。なお表 1 は 24 産業部門を 1 部門に統合した簡略型行列である。

本研究の廃棄物 - 経済会計行列は、北海道産業連関表、道民経済計算、産業公害分析用産業連関表を基本に、個別企業のデータなども用いて、最終的に収束計算によって推計したものである。

表 1 から、産業部門では 33 兆 3148 億円の産出を行い、3356 万トンの産業廃棄物を排出していることが判る。また家計部門は 11 兆 6838 億円の消費を行い、303 万トンの一般廃棄物を排出していることが判る。

そして、産業部門は自ら 612 億円の費用をかけて、産業廃棄物を 2923 万トン自己処理している。また産業自身で処理されない廃棄物、及び家計廃棄物 736 万トンは委託・行政処理活動により、1119 億円の費用をかけて処理されていることなどが示されている。

4. シミュレーションケースの設定

本研究で行ったシミュレーションは 6 ケースであり、その内容は表 2 のようである。以下ではこれらのケースに対応するモデルの修正を簡単に述べておこう。

(1) ケース 1

このケースでは廃棄物に対する料金が、直接的に委託・行政除去される量、すなわち廃棄物排出量を減少させる効果と、料金支出による家計所得圧迫の効果とを考慮する。ここでは廃棄物に対する料金が、消費合成財価格との相対価格に関する弾力性を考慮して、家計廃棄物排出量を減少させると同時に、その料金は家計予算制約条件に組み込まれ、また政府歳入となるように定式化した。

このケースのモデル変更の詳細は既存研究を参照されたい⁴⁾。

(2) ケース 2

このケースではケース 1 による直接税と家計廃棄物料金支払い額を与件として、その合計額が直接税収と等しくなるように直接税率を変化させる。新たな直接税率は以下の値を初期値として、収束計算に

よって求めている。

$$ty' = (TH + p_w \cdot WG_{25}) \cdot ty / TH$$

ここで、 ty' : ケース 2 での直接税率、 ty : ケース 1 での直接税率、 TH : ケース 1 での直接税収額、 $p_w \cdot WG_{25}$: ケース 1 での家計廃棄物料金支払い額 ty' は $ty' = 0.19663$ となり、 $ty = 0.19612$ より 0.041 % の税率アップとなる。

(3) ケース 3 ～ ケース 5

これらのケースでは廃棄物除去平均費用式において、平均費用が 10 % 下がるような純間接税率を求め、設定している。

(4) ケース 6

このケースでは、建設業の委託除去量の 50 % を自己除去活動によって処理し、リサイクルを行うことを想定する。委託・行政除去量における建設業の委託除去量は約 50 % であるため、委託・行政除去量の 25 % が建設業の自己除去活動によってリサイクルされることになる。自己除去活動からのリサイクル財の投入によって、石油・石炭製品製造業、窯業・土石製品製造業からのバージン財 (アスファルト材、セメント等) の投入は、投入係数の大きさに比例して縮小される。

またリサイクルの推進に伴う建設業の技術パラメータは、初期値において産出量の変化が無いように、

表 2 シミュレーションケースの設定

ケース	ケースの内容
基準ケース	基準年次の実数値
ケース 1	家計廃棄物排出量に 10kg 当り 40 円の料金をかける。
ケース 2	ケース 1 における廃棄物料金総額と同額を直接税率に上乘せし、それを委託行政除去活動への補助金とする。
ケース 3	基準ケースにおいて自己除去活動の平均費用を 10 % 減少させる補助金を自己除去活動に支出する。
ケース 4	基準ケースにおいて委託行政除去活動の平均費用を 10 % 減少させる補助金を委託行政除去活動に支出する。
ケース 5	基準ケースにおいて自己除去活動、委託行政除去活動の平均費用を 10 % 減少させる補助金を自己除去活動、委託行政除去活動に支出する。
ケース 6	建設業において委託除去量の 50 % を自己除去活動によってリサイクルを行う。

付加価値率を調整している。

なおリサイクル財の価格は廃棄物除去平均費用と同じと仮定し、建設業の自己除去部門には、想定される廃棄物量を全て処理できる技術を有しているものとする。

14に示されるが、各変数の変化が極めて小さいものもあるため、これらの図では基準ケースからの変化を変化レベルとして表示している。変化レベルと変化率との関係は表4のようである。以下に各ケースの結果を要約する。

5. シミュレーション結果

(1) ケース1

このケースは、廃棄物に対する家計の「価格的反応」を示すことになる。家計廃棄物に直接的な料金

以上のシミュレーション結果は、表3、図3～図

表3 主要経済変数のシミュレーション結果

変数名	基準ケース	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
道内総産出額	33,487,907	33,493,684 (0.017)	33,479,990 (-0.024)	33,483,346 (-0.014)	33,479,999 (-0.024)	33,475,432 (-0.037)	33,443,799 (-0.132)
産業産出額	33,314,801	33,332,270 (0.052)	33,315,823 (0.003)	33,316,848 (0.006)	33,319,562 (0.014)	33,321,612 (0.020)	33,293,956 (-0.063)
廃棄物除去 産出額	173,106	161,414 (-6.755)	164,167 (-5.164)	166,498 (-3.817)	160,437 (-7.319)	153,820 (-11.141)	149,843 (-13.439)
道内総生産	18,776,174	18,774,772 (-0.007)	18,767,213 (-0.048)	18,770,920 (-0.028)	18,765,133 (-0.059)	18,759,871 (-0.087)	18,772,801 (-0.018)
産業総生産	18,650,395	18,658,536 (0.044)	18,650,378 (-0.000)	18,651,577 (0.006)	18,652,046 (0.009)	18,653,229 (0.015)	18,665,239 (0.080)
廃棄物除去 総生産	125,779	116,237 (-7.586)	116,835 (-7.111)	119,342 (-5.117)	113,087 (-10.091)	106,642 (-15.215)	107,563 (-14.483)
家計完全所得	26,090,984	26,095,088 (0.016)	26,075,054 (-0.061)	26,089,599 (-0.005)	26,088,470 (-0.010)	26,087,082 (-0.015)	26,098,847 (0.030)
家計所得	18,909,161	18,912,614 (0.018)	18,909,767 (0.003)	18,908,108 (-0.006)	18,907,587 (-0.008)	18,906,532 (-0.014)	18,915,531 (0.034)
家計消費	2,163,501	2,161,961 (-0.071)	2,162,330 (-0.054)	2,164,466 (0.045)	2,163,284 (-0.010)	2,164,249 (0.035)	2,162,904 (-0.028)
余暇需要	13,800,408	13,802,101 (0.012)	13,800,377 (-0.000)	13,799,724 (-0.005)	13,798,830 (-0.011)	13,798,145 (-0.016)	13,803,896 (0.025)
家計貯蓄	3,313,352	3,313,368 (0.000)	3,313,846 (0.015)	3,315,997 (0.080)	3,316,876 (0.106)	3,319,526 (0.186)	3,314,604 (0.038)
廃棄物料金 家計負担額	0	8,990 (0.000)	0 (0.000)	0 (0.000)	0 (0.000)	0 (0.000)	0 (0.000)
直接税	3,708,488	3,709,165 (0.018)	3,718,155 (0.261)	3,708,281 (-0.006)	3,708,179 (-0.008)	3,707,972 (-0.014)	3,709,737 (0.034)
純間接税	1,061,328	1,061,768 (0.041)	1,052,344 (-0.846)	1,055,402 (-0.558)	1,048,779 (-1.182)	1,042,844 (-1.742)	1,062,072 (0.070)
政府所得	10,030,242	10,040,349 (0.101)	10,039,916 (0.096)	10,024,110 (-0.061)	10,017,384 (-0.128)	10,011,242 (-0.189)	10,032,235 (0.020)
政府消費	2,614,992	2,617,627 (0.101)	2,615,170 (0.007)	2,613,393 (-0.061)	2,611,640 (-0.128)	2,610,039 (-0.189)	2,615,512 (0.020)
政府から 家計への移転	3,170,686	3,173,881 (0.101)	3,170,902 (0.007)	3,168,747 (-0.061)	3,166,621 (-0.128)	3,164,680 (-0.189)	3,171,316 (0.020)
政府から 道外への移転	3,689,707	3,697,525 (0.212)	3,690,236 (0.014)	3,684,963 (-0.129)	3,679,761 (-0.270)	3,675,009 (-0.398)	3,691,249 (0.042)
政府から 委・行への移転	46,112	34,183 (-25.870)	42,387 (-8.080)	46,124 (0.025)	40,849 (-11.414)	40,858 (-11.394)	46,115 (0.006)
政府貯蓄	508,745	517,133 (1.649)	512,231 (0.685)	510,882 (0.420)	518,513 (1.920)	520,656 (2.341)	508,044 (-0.138)
総投資	6,100,611	6,117,778 (0.281)	6,102,228 (0.027)	6,098,160 (-0.040)	6,100,745 (0.002)	6,098,292 (-0.038)	6,104,114 (0.057)
労働供給	10,615,698	10,614,005 (-0.016)	10,615,729 (0.000)	10,616,382 (0.006)	10,617,276 (0.015)	10,617,961 (0.021)	10,612,210 (-0.033)
資本供給	7,099,148	7,099,148 (0.000)	7,099,148 (0.000)	7,099,148 (0.000)	7,099,148 (0.000)	7,099,148 (0.000)	7,099,148 (0.000)
資金率	1.000000	1.000000 (0.000)	1.000000 (0.000)	1.000000 (0.000)	1.000000 (0.000)	1.000000 (0.000)	1.000000 (0.000)
資本収益率	1.000000	1.000339 (0.034)	1.000018 (0.002)	1.000027 (0.003)	1.000161 (0.016)	1.000188 (0.019)	1.001434 (0.143)
消費財価格	5.400403	5.401140 (0.014)	5.400138 (-0.005)	5.397528 (-0.053)	5.400321 (-0.002)	5.397445 (-0.055)	5.403470 (0.057)
等価的偏差	0	-10,200	-7,469	9,244	1,904	11,152	6,742

注1:各欄の上段は実数値、下段は基準ケースに対する変化率で単位は%

注2:余暇需要、労働供給、資本供給はそれぞれが百万円のサービスを産み出す量を1単位としている

注3:価格および上記以外の単位は百万円

注4:等価的偏差は基準年価格による表示

表4 変化率と「変化レベル」との対応

変化レベル	変化率 (R) の範囲
0	$R = 0$
1	$0 < R < 0.05$
2	$0.05 \leq R < 0.1$
3	$0.1 \leq R < 0.3$
4	$0.3 \leq R < 1$
5	$R \geq 1$

を課すことから、家計としては生活費用の上昇を把握し、廃棄物排出量を抑える行動をとることが予想される。家計排出量 10kg につき、40 円の料金を課すことにより、約 90 億円の廃棄物料金が政府収入となる。図3、図4がその結果である。

シミュレーション結果においても、家計廃棄物排出量は基準ケースに比べ 25.9 % と大きな減少を示すことが特徴づけられている。これにともない北海道全体の廃棄物発生量も 2.1 % 減少している。

家計廃棄物排出量の減少により、委託・行政除去活動の労働と資本の雇用は産業部門へとシフトするため、産業部門の生産水準は上昇し、名目家計所得も上昇している。しかし産業部門での生産増加は、資本収益率の上昇を招き、生産物価格の上昇を引き起こしている。これより消費財価格も上昇するため、

家計廃棄物料金と相俟って家計消費は減少している。また家計消費への依存が大きい産業にとっては、産出量がマイナスの傾向を示すことになる。

産業部門の生産要素投入は労働から資本へと若干変化し、家計の余暇需要はやや増加している。しかし、消費の減少分が余暇の増大を上回るため、等価的偏差は 102 億円ほどのマイナスとなっている。

(2) ケース 2

このケースは、ケース1で計算された家計の料金負担額と直接税との合計額を、全て直接税として徴収するシミュレーションである。つまり廃棄物料金を「環境税」というような所得税的負担とするタイプである。したがって家計は自らが排出した廃棄物量や所得水準とは無関係に廃棄物除去費用を負担することになる。図5、図6にその結果を示す。

このような家計への料金負担は、廃棄物排出抑制への影響がケース1より強くは働かず、家計廃棄物排出量は 0.05 % のわずかな減少にとどまる。これは家計が全て結託して行動しない限り、1人1人にとっては自らの廃棄物排出量をいくら抑制しても、個人にかかる廃棄物除去費用負担は減少しないため

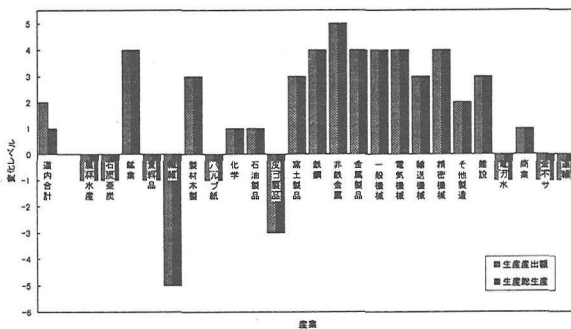


図3 産出額・総生産の変動 (ケース1)

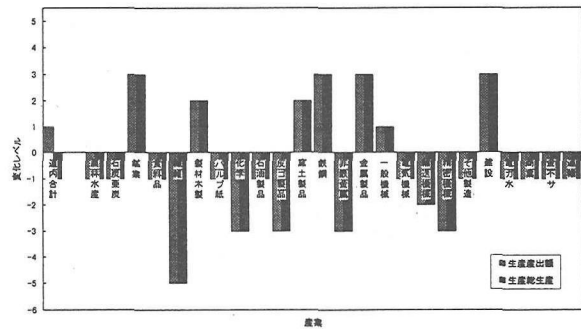


図5 産出額・総生産の変動 (ケース2)

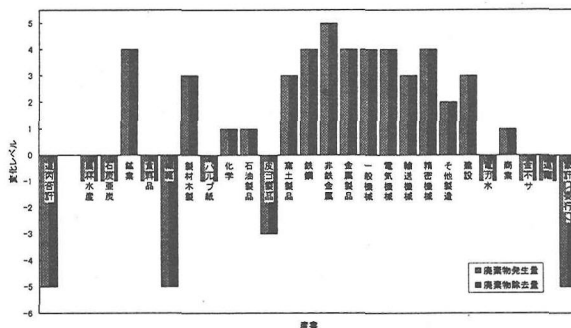


図4 廃棄物発生量・除去量の変動 (ケース1)

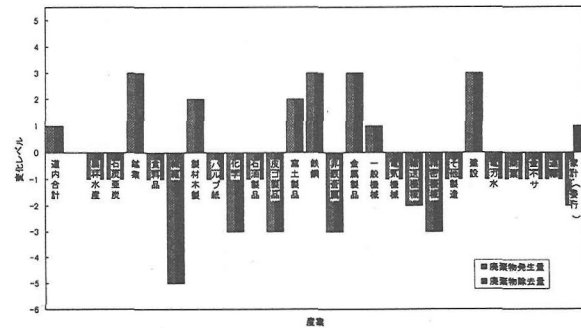


図6 廃棄物発生量・除去量の変動 (ケース2)

である。

政府に入る廃棄物除去負担金は委託・行政除去活動に補助金として支出されるため、委託・行政除去活動のサービス価格は8%と大幅に低下した。この状況は、委託・行政除去サービスを購入している各産業に対し、生産コストを削減する効果をもたらし、結果として全産業の生産物価格を低下させる。

生産物価格の低下は、消費財価格を引き下げることになるが、家計にとっては直接税の負担増加や、道外への所得移転増加などから可処分所得が減少し、家計消費量は減少している。また余暇需要も若干減少していることから、等価的偏差は75億円ほどのマイナスとなっている。ただし、このタイプの課徴金はケース1よりは家計消費を圧迫する傾向は若干弱いようである。

家計消費が減少する一方で、価格効果を受けて政府消費や投資は増加傾向を示している。この結果、商業、繊維業などの家計消費への依存が大きい産業は産出額を減らしているもの、産業産出額合計は増加し、それが産業廃棄物発生量増加につながり、総廃棄物量も増加することとなった。

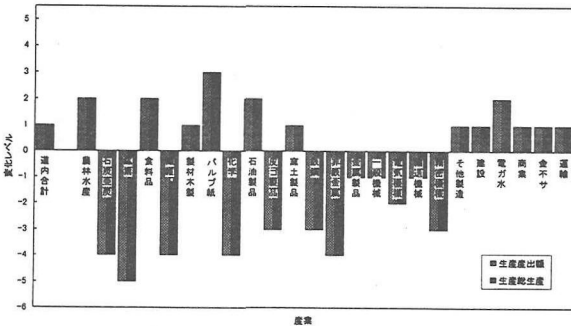


図7 産出額・総生産の変動(ケース3)

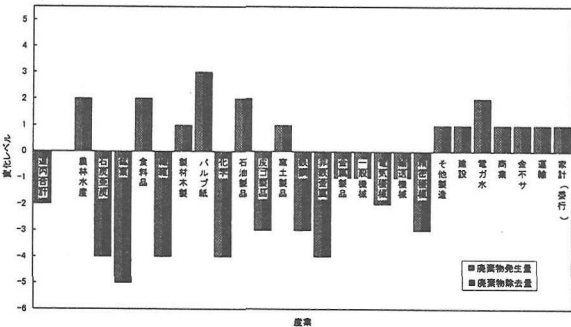


図8 廃棄物発生量・除去量の変動(ケース3)

(3) ケース3

このケースは、各産業の自己除去活動に補助金を出し、廃棄物除去を促進させることを想定したシミュレーションである。補助金によって各産業とも従来の除去にかかるコストが約10%削減され、各産業の自己除去価格がその分、下がることになる。また補助金は純間接税を下げることににより支出されるため、政府所得の減少にもつながる。図7、図8にその結果を示す。

除去価格の低下は除去活動における産出額、総生産の減少という形で表れる。しかし産業にとっては生産費用が軽減され、生産物価格を下げるができるという効果を持つ。これを受けて家計消費、政府消費、投資などの実質値は増加し、産業部門が全体としては拡大し、実質産出額や総生産が増加している。

廃棄物については、産業全体の活動は拡大するものの、産業別の限界廃棄物発生量の違いから、産業廃棄物総量はやや減少している。家計廃棄物は家計消費量の増加を受けて、0.045%ほど増えているが、産業廃棄物と合わせた総廃棄物量は減少している。

家計効用については生産活動の拡大に伴い余暇需要が減少するものの、家計の消費、貯蓄とも増加するため、等価的偏差は92億円ほどのプラスとなっている。

以上の結果より自己除去活動への補助金政策は、生産活動の費用を低減させ、財価格を低下させ、財需要を増加させ、生産活動を拡大させる効果を持つと言えよう。このケースでは限界廃棄物発生量の違いにより、結果的には廃棄物総量が減少することとなったが、これが補助金政策による直接的な効果ではないことには留意する必要がある。

(4) ケース4

このケースは委託・行政除去活動に補助金を支出し、廃棄物除去価格を低減させ、主として産業の費用負担を軽減させることを目的としたシミュレーションである。ケース3と同様に補助金支出は政府所得を減少させるが、除去活動の中で委託・行政除去は65%のウェイトを持つことから、このケースでの政府所得減少はケース3よりもかなり大きい。図9、図10にその結果を示す。

委託・行政除去活動のサービス価格が低下する影響は、生産物価格に直接反映される。委託除去量の多い建設業や食料品製造業にとっては、委託除去コストが下がるため、生産物価格の減少程度が大きい。その他の産業についても原則的には生産物価格を下げる効果を持つが、資本収益率の上昇もあり、必ずしも全産業で生産物価格が低下するものとはなっておらず、ケース3に比べれば価格への影響は小さい。これを受けて消費財価格の下落幅もケース3よりは小さくなっている。

家計については所得が若干減少する一方、消費財価格が若干下落するため、家計消費への影響は余りないはずであるが、資本収益率の上昇から貯蓄の収益率が増加するため、貯蓄性向が高まり家計消費は若干減少している。また余暇需要は減少しているが、貯蓄増加に伴う将来消費の効用が高まることから、等価的偏差は19億円の増加となっている。

産業廃棄物については各産業の産出額変化を反映して、結果として総量は増加している。家計廃棄物は家計消費の低迷から減少するものの、産業廃棄物の増加が上回るため、廃棄物総量は増加している。この結果より、委託・行政除去活動については、行

政除去量は減少するものの委託除去量はそれ以上に増加していると言える。

以上から、このケースの補助金についても、廃棄物を抑制するインセンティブを持たないため、委託・行政除去活動の経営支援し、委託・行政除去への依存が大きい産業の生産費用を軽減する役割はあるものの、廃棄物発生構造変化への影響はほとんどないことが判る。

(5) ケース5

このケースは、ケース3とケース4の両方を考慮したケース、つまり全ての除去活動に補助金支出を仮定したシミュレーションである。よって全除去活動において、除去価格の約10%低下といった現象が見られる。そして各変数の変化はケース3とケース4の変化をほぼ合計したものとなっている。図11、図12にその結果を示す。

補助金による除去サービス価格の低下により、各生産財価格は全て低下し、財需要が高まることを受けて、産業産出額合計は増加している。しかし各産業の限界廃棄物発生量の違いから、産業廃棄物発生総量は若干減少し、消費需要の上昇を受けた家計廃

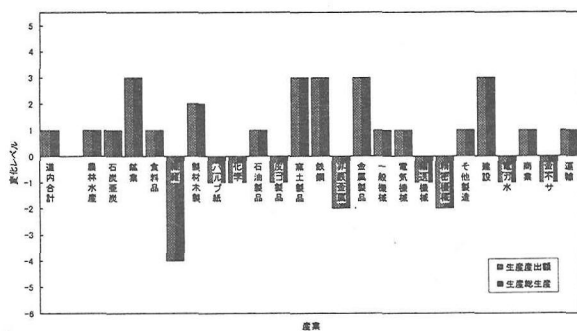


図9 産出額・総生産の変動(ケース4)

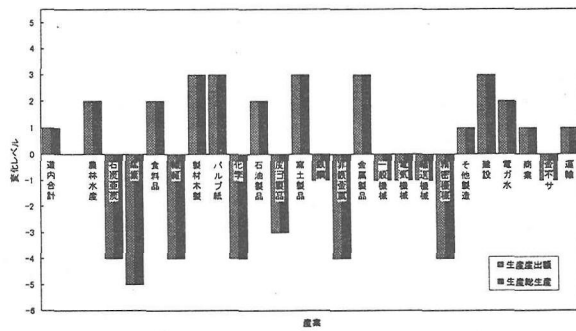


図11 産出額・総生産の変動(ケース5)

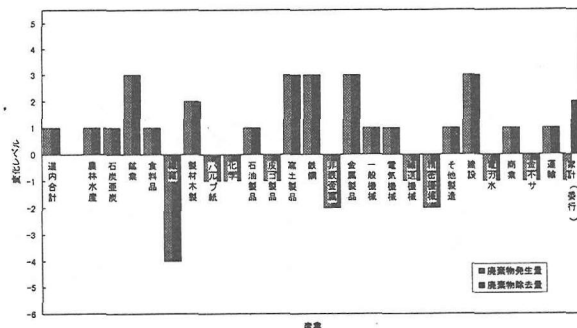


図10 廃棄物発生量・除去量の変動(ケース4)

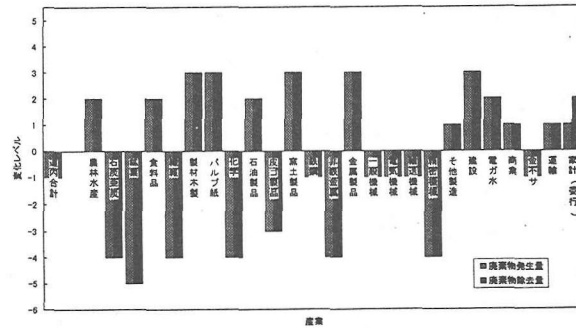


図12 廃棄物発生量・除去量の変動(ケース5)

棄物の増加はあるものの、総廃棄物量は減少している。

家計にとっては生産活動の拡大から、労働供給を増やさなければならないものの、消費及び貯蓄の増加から、等価的偏差は111億円ほどの厚生改善を示している。

このケースについても、その前提条件から、廃棄物の発生を抑制するインセンティブはないと言える。産業部門の廃棄物発生構造から、ケース3と同様、たまたま廃棄物総量が減少し、家計効用が増加したものと考えられる。

(6) ケース 6

ケース6は建設業におけるリサイクル活動の推進が、どのような影響を及ぼすのかを見るものである。北海道の産業の中では、建設業の廃棄物発生量は特に多いが、排出される廃棄物の大部分は建設廃材である。このケースではその建設廃材の中でもかなりの割合を占める廃コンクリートと、廃アスファルトに着目したリサイクルシミュレーションを行っている。

建設産業の自己除去される廃棄物のほとんどがリサイクルされている現状から、このケースでは委託除去量の50%を自己除去活動によって代替し、リサイクルを行うことを想定している。現状では建設業の委託除去率はかなり高くなっているが、このリサイクル推進事業により建設業の自己除去率は35%から67%に上昇し、委託除去率を上回ることになる。またリサイクル財は建設業自らが自己除去の過程で生産するものとしている。そのためバージン財の供給先である石油・石炭製造業と窯業・土石業からの投入を、リサイクル推進の分減少させている。

建設業の委託除去量を25%自己除去に代替させることにより、建設業の自己除去量は約2倍に拡大している。その結果、建設業自己除去産出額・総生産は大幅な増加となるが、委託・行政除去活動の縮小がそれを上回るため、除去活動全体の産出額・総生産は減少する結果となった。

産業では建設廃材のリサイクルにより、石油・石炭製品業や窯業・土石業が直接的な減少効果を受けるが、これに伴い関連産業である鉱業、石炭・亜炭産業にも減少の傾向が見られる。ここではこうした

中間財需要構造の変化に加え、建設業の付加価値率の増加も仮定されている。このため家計所得は上昇するが、最終需要全体の増加圧力から生産物価格が全て上昇し、結果的には家計消費は若干減少する。しかし資本収益率の上昇から、貯蓄期待収益が上がるため、貯蓄性向は大きくなっている。

このため総投資が増加し、経済全体の需要構造は消費から投資へとシフトしている。これを受けて、投資に大きく依存している建設業は、その産出量を伸ばしている。さらに消費と投資の需要構造変化による各産業への影響で、変化率の大きなものを見ると、皮革ゴム業は金融・不動産・サービスと家計消費の減少傾向を受け、非鉄金属業は建設業の増加、精密機械製造業は投資の増加傾向が反映されていると解釈される。

これらの産業活動の変化により産業廃棄物総量は減少し、家計消費の減少から家計廃棄物も減り、廃棄物総量は減少している。また建設廃材の自己除去価格は、基準ケースで委託除去価格の約1/5であるため、建設業の自己除去量が2倍になっても、建設業が負担する廃棄物除去費用総額はむしろ減少しており、これが建設業の生産物価格上昇の幅を小さく

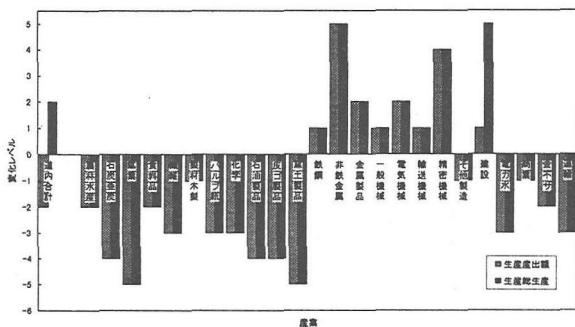


図13 産出額・総生産の変動 (ケース6)

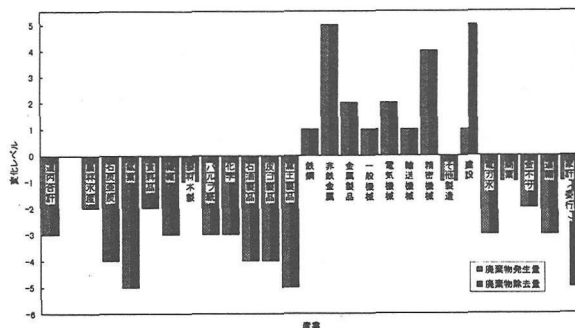


図14 廃棄物発生量・除去量の変動 (ケース6)

している原因と考えられる。

なお家計については、上に述べたように、消費は減少するものの、余暇及び貯蓄が増加することにより、等価的偏差は 67 億円ほどのプラスとなっている。

以上をまとめると、建設業でのリサイクル推進はバージン財を供給する産業にとってはマイナスとなるが、建設業での付加価値率変化に伴う最終需要構成の変化から、結果的には廃棄物総量を減らし、家計効用も高める効果があると言える。また建設業からの産業廃棄物は増加はしているが、ここではそれらの大部分がリサイクルされることを想定しているため、環境への負荷は逆に低下していることに留意したい。

なお、実際には委託除去から自己除去への移行には、かなりの技術開発投資や設備投資が必要とされるため、自己除去価格が委託除去価格よりも安い場合でも、除去形態の代替が容易ではないことには注意を要する。

6. おわりに

本研究は筆者が過去に開発した産業 3 部門廃棄物一経済 CGE モデルを産業 24 部門に拡張し、様々な廃棄物政策の経済的影響分析を行ったものである。本研究の拡張により、既存の 3 部門モデルでは得られない、より詳細な分析が可能となったと言える。

具体的には、家計廃棄物への課徴金については、その家計廃棄物減少効果は既存研究とほぼ変わらないものの、それが主として最終消費財を生産する産業にマイナス効果を与え、生産財産業へはプラスの効果を与えている。

委託・行政除去活動への補助金政策は、委託・行政除去への依存が大きい建設や食料品の生産物価格を下げるが、逆にそれがこれらの産業への需要を増加させ、産業廃棄物を増加させてしまう可能性が指摘された。

また建設廃材のリサイクル推進は、バージン財からリサイクル財への代替を通じて、窯業・土石製品、石油・石炭製品の需要を直接的に減らすと同時に、貯蓄の高まりから消費財産業から投資財産業への需要構造の変化が見られ、複雑な波及過程を知ること

が可能となった。

本研究のモデルでは、純間接税を付加価値税としていることに加え、中間投入も全て内生化していることから、廃棄物発生に対する課税に留まらず、どのような中間財を用いているかによって、廃棄物が発生しているのかを捉え、廃棄物がより発生しないような生産プロセスを誘導するような課税も考察可能である。これは現在、経済社会のゼロエミッション化として注目されているところであり、今後この方向でモデルの拡張を行うことを課題と考えている。

なお本研究では株式会社船場の太田幸司氏から多大な協力を賜り、ここに深謝の意を表する次第である。また本研究の一部は文部省科学研究費重点領域研究(課題番号 09247219)および基盤研究(C)(課題番号 09680547)の補助を受けている。

参考文献

- 1) Miyata, Y.: A General Equilibrium Analysis of the Waste-Economic System -A CGE Modeling Approach-, Infrastructure Planning Review, No.12, pp. 259-270, 1995
- 2) Miyata, Y.: An Intertemporal General Equilibrium Analysis of the Waste-Economic System, Infrastructure Planning Review, No.14, pp.421-432, 1997
- 3) 市岡 修: 応用一般均衡分析, 有斐閣, 1991
- 4) 宮田 譲: 廃棄物一経済会計行列とその応用に関する研究, 平成 7 年度科学研究費補助金(一般研究 C) 研究成果報告書, 1996
- 5) 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-, 第 20 回土木計画学研究発表会発表論文, 1997

Appendix モデルの概要

(1) 産業

$$\text{Min}_{\substack{x_{1j}, \dots, x_{24j}, L_{1j}, K_{1j}, WT_{1j}, WT_{2j}}} \sum_{i=1}^{24} p_i \cdot x_{ij} + (1+tp_{1j})(wL_{1j} + rK_{1j})$$

$$+ q_j WT_{1j} + q_{25} WT_{2j} \quad (j=1,2,\dots,24) \quad (1)$$

subject to

$$X_j = \text{Min} \left\{ \frac{1}{a_{0j}} f_{1j}(L_{1j}, K_{1j}), \frac{x_{1j}}{a_{1j}}, \dots, \frac{x_{24j}}{a_{24j}}, \frac{WT_j}{RWT_j \cdot RWG_j}, \frac{WT_{2j}}{RWT_{2j} \cdot RWG_j} \right\} \quad (2)$$

$f_{1j}(L_{1j}, K_{1j}) = A_{1j} L_{1j}^{\alpha_{1j}} K_{1j}^{(1-\alpha_{1j})}$ (3)
 ここで、 p_i : 産業*i*の生産財価格、 x_{ij} : 産業*i*から産業*j*への中間投入量、 tp_{1j} : 産業*i*の純間接税率(間接税一補助金)、 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、 q_j : 産業*j*の自己除去価格、 WT_{1j} : 産業*j*の自己除去量、 q_{25} : 委託・行政除去価格、 WT_{2j} : 産業*j*の委託・行政除去量、 X_j : 産業*j*の産出量、 a_{0j} : 産業*j*の付加価値率、 a_{1j} : 産業*j*の中間投入係数、 RWT_{1j} : 産業*j*の自己除去率、 RWT_{2j} : 産業*j*の委託・行政除去率、 RWG_j : 産業*j*の限界廃棄物発生係数、 A_{1j} 、 α_{1j} : 産業*j*の技術パラメータ

これより生産量 X_j に伴う労働及び資本派生需要関数を得る。

$$LD_{1j} = \left(\frac{(1-\alpha_{1j})r}{\alpha_{1j}w} \right)^{\alpha_{1j}} \frac{a_{0j} X_j}{A_{1j}} \quad (4)$$

$$KD_{1j} = \left(\frac{\alpha_{1j}w}{(1-\alpha_{1j})r} \right)^{(1-\alpha_{1j})} \frac{a_{0j} X_j}{A_{1j}} \quad (5)$$

また廃棄物発生量 WG_j 、自己除去量 WT_{1j} 、委託・行政除去量 WT_{2j} は以下ようになる。

$$WG_j = RWG_j \cdot X_j \quad (6)$$

$$WT_{1j} = RWT_{1j} \cdot WG_j \quad (7)$$

$$WT_{2j} = RWT_{2j} \cdot WG_j \quad (8)$$

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。

$$\text{利潤} = p_j \cdot X_j - \sum_{i=1}^{24} p_i \cdot a_{ij} X_j - (1+tp_{1j}) \{wLD_{1j} + rKD_{1j}\} - q_j WT_{1j} - q_{25} WT_{2j} = 0 \quad (9)$$

(2) 家計³⁾

家計の効用関数は現在財と将来財とから構成される。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。従って投資合成財を貯蓄財と見なすことができる。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。

$$I = \min \{I_1/b_1, \dots, I_{24}/b_{24}\} \quad (10)$$

ここで、 I : 投資量、 I_i : 投資 I に伴う各生産財投入量、 b_i : 投資 I と I_i との技術的關係 ($b_i > 0, \sum_{i=1}^{24} b_i = 1$)

投資 I は投資費用 $\sum_{i=1}^{24} p_i I_i$ が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、 $p_I I = \sum_{i=1}^{24} p_i I_i$ が成立しこれより投資財価格は $p_I = \sum_{i=1}^{24} b_i p_i$ 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 $(1-ty)(1-k_r)(1-k_r)r\delta$ 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。

$$r_s = (1-ty)(1-k_r)(1-k_r)r\delta / p_s \quad (11)$$

ここで、 ty : 家計の直接税率、 k_o : 道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、 r : 資本収益率、 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れば、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 と見なし消費する時、

$$p_H = (1-ty)(1-k_o)(1-k_r)r\delta \cdot S \quad (12)$$

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

$$p_H = (p_s, p/(1-ty)(1-k_o)(1-k_r)r\delta) \quad (13)$$

とおけば、 $p \cdot S = p_H H$ が成立する。

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。

$$\begin{aligned} \text{Max}_{G, H} u(G, H) &\equiv \{ \alpha^{1/v_1} G^{(v_1-1)/v_1} \\ &+ (1-\alpha)^{1/v_1} H^{(v_1-1)/v_1} \}^{v_1/(v_1-1)} \end{aligned} \quad (14)$$

subject to

$$p_o \cdot G + p_H \cdot H = (1-ty)FI - TrHO \quad (15)$$

$$\begin{aligned} FI &\equiv (1-l_o)wE + LI + (1-k_o)(1-k_r)rKS + KI \\ &+ TrGH + TrOH \end{aligned} \quad (16)$$

ここで、 α : 分配パラメータ、 v_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_o : 現在財価格、 p_H : 将来財価格、 ty : 直接税率、 FI : 完全所得(道外への雇用者所得の移転控除後の家計の完全賃金所得+道外への財産所得の移転、固定資本減耗控除後の家計の資本所得+政府からの経常移転+道外からの移転所得)、 $TrHO$: 家計から道外への経常移転、 l_o : 道外への雇用者所得率、 E : 家計の労働時間初期賦存量(=家計の初期労働供給量の2.3倍と設定。これは北海道における労働時間と余暇時間との実績値に基づく。)、 w : 賃金率、 LI : 道外からの雇用者所得(外生的)、 k_o : 道外への財産所得率、 k_r : 固定資本減耗率、 r : 資本収益率、

KS: 家計の資本ストック初期賦存量, KI: 道外からの財産所得 (外生的), TrGH: 政府から家計への経常移転, TrOH: 道外から家計への経常移転

この効用最大化問題より現在財需要関数、将来財需要関数、貯蓄を得る。

$$G = \frac{\alpha \{(1-ty)FI-TrHO\}}{p_G^{v_1} \cdot \Delta} \quad (17)$$

$$H = \frac{(1-\alpha) \{(1-ty)FI-TrHO\}}{p_H^{v_1} \cdot \Delta} \quad (18)$$

$$SH = p_H H / p \quad (19)$$

$$\Delta \equiv \alpha p_G^{1-v_1} + (1-\alpha) p_H^{1-v_1} \quad (20)$$

次に式 (17) の現在財需要 H は消費合成財需要と余暇需要の合成財とし、以下の最適化問題から得られるものとする。

$$\begin{aligned} \text{Max}_{C, F} G = & \{ \beta^{1/v_2} C^{(v_2-1)/v_2} \\ & + (1-\beta)^{1/v_2} F^{(v_2-1)/v_2} \}^{v_2/(v_2-1)} \end{aligned} \quad (21)$$

subject to

$$p \cdot C + (1-ty)(1-l_o) \cdot w \cdot F = (1-ty)FI - TrHO - SH \quad (22)$$

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, C : 合成財消費量, F : 余暇需要量, p : 合成財価格

これ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。

$$C = \frac{\beta \{(1-ty)FI - TrHO - SH\}}{p^{v_2} \cdot \Omega} \quad (23)$$

$$F = \frac{(1-\beta) \{(1-ty)FI - TrHO - SH\}}{((1-ty)(1-l_o)w)^{v_2} \cdot \Omega} \quad (24)$$

$$LS = E - F \quad (25)$$

$$\Omega = \beta p^{(1-v_2)} + (1-\beta) ((1-ty)(1-l_o)w)^{(1-v_2)} \quad (26)$$

ここで、 LS : 家計の労働供給

また現在財価格は以下となる。

$$p_G = [\beta p^{1-v_2} + (1-\beta) \cdot ((1-ty)(1-l_o)w)^{1-v_2}]^{1/(v_2-1)} \quad (27)$$

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

$$\text{Max}_{j=1}^{24} C_j^{\gamma_j} \quad (\sum_{j=1}^{24} \gamma_j = 1) \quad (28)$$

subject to

$$\sum_{j=1}^{24} p_j \cdot C_j = (1-ty)Y - TrHO - SH \quad (29)$$

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 $= (1-l_o)w \cdot LS + LI + (1-k_r) \cdot r \cdot KS + KI +$

$TrGH + TrOH$

これより、財別消費需要関数を得る。

$$C_j = \frac{\gamma_j}{p_j} \{(1-ty)Y - TrHO - SH\} \quad (j=1, \dots, 24) \quad (30)$$

合成財価格は以下となる。

$$p = \prod_{j=1}^{24} \left(\frac{p_j}{\gamma_j} \right)^{\gamma_j} \quad (31)$$

(3) 廃棄物発生

$$WG_i = RWG_i \cdot X_i \quad (i=1, 2, \dots, 24) \quad (32)$$

$$WGH = RWGH \cdot C \quad (33)$$

ここで、 WG_i : 産業 i の廃棄物発生量, RWG_i : 産業 i の限界廃棄物発生量, WGH : 家計の廃棄物発生量, $RWGH$: 家計の限界廃棄物発生量

(4) 廃棄物除去活動

$$\begin{aligned} \text{Min}_{x_{1j}, \dots, x_{24j}, L_{2j}, K_{2j}} \sum_{j=1}^{24} p_j \cdot x_{ij} + (1+tp_{2j})(w \cdot L_{2j} + r \cdot K_{2j}) \\ (j=1, \dots, 24) \end{aligned} \quad (34)$$

subject to

$$WT_j = RWT_j \cdot WG_j \quad (35)$$

$$WT_j = \text{Min} \left\{ \frac{1}{a_{0j}^2} f_{2j}(L_{2j}, K_{2j}), \frac{x_{1j}}{a_{1j}^2}, \dots, \frac{x_{24j}}{a_{24j}^2} \right\} \quad (36)$$

$$f_{2j}(L_{2j}, K_{2j}) = A_{2j} L_{2j}^{\alpha_{2j}} K_{2j}^{(1-\alpha_{2j})} \quad (37)$$

ここで、 x_{ij} : 産業 i から自己除去部門 j への中間投入量, tp_{2j} : 自己除去部門 j の純間接税率, L_{2j} : 自己除去部門 j の労働投入量, K_{2j} : 自己除去部門 j の資本投入量, WT_j : 産業 j の廃棄物自己除去量, RWT_j : 産業 j の自己除去率, a_{0j}^2 : 自己除去部門 j の付加価値率, a_{1j}^2 : 自己除去部門 j の中間投入係数, A_{2j} , α_{2j} : 産業 j 自己除去部門の技術パラメータ

委託・行政除去活動の生産関数についても、自己除去活動とほぼ同じであるので、ここでは省略する。これより廃棄物除去に伴う派生的労働需要、資本需要が求まる。

$$LD_{2j} = \left(\frac{(1-\alpha_{2j})r}{\alpha_{2j}w} \right)^{\alpha_{2j}} \frac{a_{0j}^2 WT_j}{A_{2j}} \quad (j=1, \dots, 25) \quad (38)$$

$$KD_{2j} = \left(\frac{\alpha_{2j}w}{(1-\alpha_{2j})r} \right)^{(1-\alpha_{2j})} \frac{a_{0j}^2 WT_j}{A_{2j}} \quad (j=1, \dots, 25) \quad (39)$$

(5) 市場均衡条件

本モデルの51市場に関する均衡条件は以下のようになる。

$$\text{財市場} \quad (I-A^1-RWT \cdot WG \cdot A^2-RWT_2 \cdot WG \cdot A^3) \cdot X+EM=C+CG+I+EX \quad (40)$$

$$\text{廃棄物自己除去市場} \quad WT_i=RWT_i \cdot WG_i \quad (i=1,2, \dots, 24) \quad (41)$$

$$\text{廃棄物委託・行政除去市場} \quad WT_{25}=\sum_{j=1}^{24} RWT_{2j} \cdot WG_j + WGH \quad (42)$$

$$\text{労働市場} \quad LS(p(w,r),w)=\sum_{j=1}^{24} LD_{1j}(w,r) + \sum_{j=1}^{25} LD_{2j}(w,r) \quad (43)$$

資本市場

$$KS=\sum_{j=1}^{24} KD_{1j}(w,r) + \sum_{j=1}^{25} KD_{2j}(w,r) \quad (44)$$

ここで、 A^{11} : 投入係数転置行列、 $RWT : RWT_j$ を対角要素とする対角行列、 $RWG : RWG_j$ を対角要素とする対角行列、 A^{21} : 自己除去活動投入係数転置行列、 $RWT_2 : RWT_{2j}$ を対角要素とする対角行列、 A^{31} : 委託・行政除去活動投入係数転置行列
以上に加え政府、道外部門の予算制約条件、投資貯蓄バランス、財価格方程式などがモデルに組み込まれているが、詳細は参考文献⁵⁾を参照されたい。

廃棄物対策の経済的影響分析 - CGEモデルアプローチ -

宮田 譲 **

筆者は過去に北海道を対象に、静学的及び動学的廃棄物—経済 CGE モデル分析を行ってきた。しかし幾つかの点でモデルを拡張する必要があり、本研究はそれを受けて、以下の点を拡張・改善したものである。①産業部門を3部門から24部門に拡張、②基準年次を1985年から1993年に更新、③家計貯蓄を将来財として内生化。この新しいモデルによって、廃棄物対策の経済的影響を比較静学シミュレーション分析した。産業部門を集計したマクロ的影響は、定性的には既存研究と大きく変わらないものの、産業部門別には大きな差異が生じることが確認された。これにより、例えば製品レベルでのリサイクル推進の影響などを詳細に見ることが可能となった。

GENERAL EQUILIBRIUM EFFECTS OF WASTE ABATEMENT POLICIES

- A CGE MODELING APPROACH -

By Yuzuru MIYATA **

I have studied comparative static and dynamic CGE modeling analyses of Hokkaido's economy. There may, however, be found some points to be improved including more detailed classification of industries and update of the benchmark year dataset. This study focuses upon these points classifying industries into 24 sectors, updating the benchmark dataset as a 1993 one, and finally internalizing household savings as future goods. These improvements have demonstrated that the model becomes more effective for the evaluation of general equilibrium effects of policies for waste abatement.