

家電製品に対する回収保証金制度導入に関する研究

国立公衆衛生院衛生工学部 正 〇田中 勝

国立公害研究所総合解析部 北畠能房

1. はじめに

廃棄物処理の最大の問題は最終処分場の確保にあるとい、ても過言ではない。従、て可燃物は全量焼却、不燃物は直接埋立という対応が多くの自治体でとられている。ところが、無視できない量として粗大ごみがあり、この処理に多くの自治体が苦慮している。大量生産、大量消費の生活パターンが耐え製品にも影響し、引越しの時の輸送のわずらわしさのために、又買替えにおける不用品として多くの粗大ごみが排出されている。ここでは粗大ごみの中でも流通機構の系列化が進んでいる家電製品に注目してみた。家電製品が各家庭から排出されれば生活系一般廃棄物として自治体の責任で収集処理しなければならないが、通常そのまま埋立てられるか、あるいは破碎して一部焼却、その他は埋立処分というのが現状である。この様に貴重な埋立処分空間が廃家電製品によ、て消費される問題に対処して、自治体側は古い家電製品を小売店、ひいてはメーカー側に引きとらせる様に行政指導しているところがあるが、引きと、た小売店としてもこれが事業系廃棄物あるいは産業廃棄物ということで、自らの責任で処理しなければならない、適切な処理がなされていないこと、あるいは処理方法がみつからず堆積して困、ているケースが多くみられるところから、この問題の根本的なみなおしを要請されている。ここでは、この問題の解決の一方法として回収保証金制度の検討を行な、た。この制度は、日本ではすでに古くからビール瓶、牛乳瓶等ガラス容器について適用され、ガラス容器の回収に効果をあげている。この研究の意図は製品が廃棄物にな、た場合の処理について余り考慮されていない現状において、製品を作る側にもその製品の処理、再生利用等を考慮した製品の設計製造を促し粗大ごみ問題の解決に取り組むことを喚起することにある。不用にな、た製品を回収させ、自治体の処理フローに入れないようにする方法の一つが、回収保証金制度である。この制度により期待されることは、これら粗大ごみとなるものが回収され有効利用されることにより粗大ごみの発生、減少、省資源、省エネルギーの効果はもちろん、廃棄物処理にまつわる埋立地の確保問題の緩和と環境の保全に役立つことである。

一ロに回収保証金制度と言、ても内容は多様であり、ここで検討したものはごく一面である。ここでは家電製品を対象にとりあげ、回収保証金制度の導入シナリオを作、てみたが、これは今後さらに検討する必要があると思われる。ここで示したのは、一つのケース・スタディである。

2. 家電製品と回収保証金制度

2-1. 廃棄物処理問題と解決方法

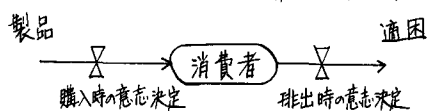
現行法下における問題点、とくに廃棄物処理を担当している地方自治体の直面している問題点としては、少なくとも以下の4点が特記される。①粗大ごみ量は経年的に増加しており、の中には適正処理困難物が多い。②廃家電製品の自治体による収集量は再生資源市場の変動の影響を受けやすい。③廃家電製品が各家庭から排出されると自治体の処理責任となり、小売店で引き取、た場合には引き取、た業者の責任となり、処理費用負担の不公平がある。④自治体が処理する場合、ほとんどが埋立処分であり、最終処分地確保が困難にな、てきている。

廃家電製品を含む適性処理困難物の問題解決策としては、次の方法が考えられる。①自治体による回収処理、そのための費用徴集、…排出者は下取りを業者に依頼し費用負担回避の道あり。②環境に甚大な悪影響を与えるという理由で製造規制すること。③製品課税をかけて処理費用を完全徴集。④回収を事業者には義務づける。回収費用は価格に転嫁される。⑤回収保証金制度を導入することにより、流通にのせて各工場で解体し処理を行なう。これら5つの方式のうち、第1の方式は少なくとも2つの難点がある。その1は適困の処理を自治体に委ね

ものがはたして効率的かどうかということである。適困となつた製品の特徴を熟知しているのは事業者であるから、最も安い費用で適困を処理できるのが自治体かどうかは問題のあるところである。難点のその2は目的税についてである。目的税は適困となりうる製品の排出時における消費者の意思決定にのみ影響を与えるので、不法投棄を引き起こす恐れがあることである。

図1 消費者の意思決定と製品等の流れ

第2の直接規制方式は、特定の農業のように、その製品の使用が環境に甚大な悪影響を及ぼすことがわかっている製品についてのみ適用できるもので、現段階では適困は適用外と思われる。



第3の製品課税方式の欠点の1つは、第1の方式と異なり、適困となりうる製品の購入時における消費者の意思決定にのみ影響を与えて、排出時における消費者の意思決定を望ましい方向に誘導しようとするインセンティブ効果を欠いていることである。欠点の2つは、製品課税によつて得られた資金が適困の処理費用を完全に賄うという保証は一般には得られないということである。

第4、第5の方式は、現在一般廃棄物とされている適困を事業者の手に渡すことによつて産業廃棄物化させることを狙っているものである。このうち第4の方式は、事業者による回収が効率的になされるという保証はなく、又、当該製品に代替しうる強力な製品がない限りは、事業者は回収費用をおそらく価格に転嫁するのであるから消費者が価格上昇に甘んじなければならぬ点の問題である。

第5の方式は適困となりうる製品の購入時及び排出時における消費者の意思決定を尊重しつつ、適困の効率的な処理を事業者に委ねようとするものである。

2-2 回収保証金制度から見た家電製品

粗大ごみ中の適正処理困難物のうち、家電製品は少なくとも以下の5つの点で回収保証金制度を導入するには有利な条件を揃えている。

1). 製品の普及率が高い。洗濯機、冷蔵庫は昭和45年頃から、またカラーテレビは昭和51年頃から普及率90%と二えている。

2). 製品の需要内訳をみると買替需要が大部分を占めている。表1に示された需要内訳をみると主要家電製品においては買替ないし買増需要がほとんとである。普及率が高いということと買替需要が多いということとをみると、これらの製品が国民にとつての必需品的な性格をもつものである。表1. 主要製品の需要内訳(55年3月-8月)

	新規	買替	買増
カラーテレビ	18%	33%	49%
冷蔵庫	8	69	23
洗濯機	9	77	14

3). 家電製品の内需に占める外国メーカーの影響が少ない。このことは自動車の排ガス規制において生じたような、外国車を特例扱いするといつた問題の生ずる余地が少なく、廃家電製品の問題を純国内的に処理しうることとを示している。

4). 家電産業は生産集中度が高い。主要製品について企業別シェアをみると、上位3社累積シェアが全て7~8割になっている。

5). 家電流通機構の系列化が進んでいる。家電流通業を卸売店と小売店についてみると、卸売店総数4691店のうち約1000店強がメーカーの系列卸売店になっている。売上高のかなりの部分を占める小規模小売店の4割強が上位3メーカーの系列店化している。家電産業の集中度が高いということと、流通経路の系列化が進んでいることを考え合わせると、廃家電製品の逆流通可能性が存在していることを示唆している。すなわち、メーカーから販売店をへて消費者に製品を届けるの逆のルートで廃家電製品をメーカーに送り返し、製品の製造場所

において廃家電を処理するという方式が考えられるのではないかとということである。

ここでは回収保証金制度の観点から家庭電気製品をみきだが、普及率が高く買替需要も多いということ、また外国メーカーの影響が少なく逆流通の可能性も否定できない、ということを考え合わせると、家電製品とくに主要製品であるカラーテレビ、冷蔵庫、洗濯機に回収保証金制度を適用するのは十分考えられることである。

3. 家電製品への回収保証金制度のシナリオとモデル

3-1 回収保証金制度

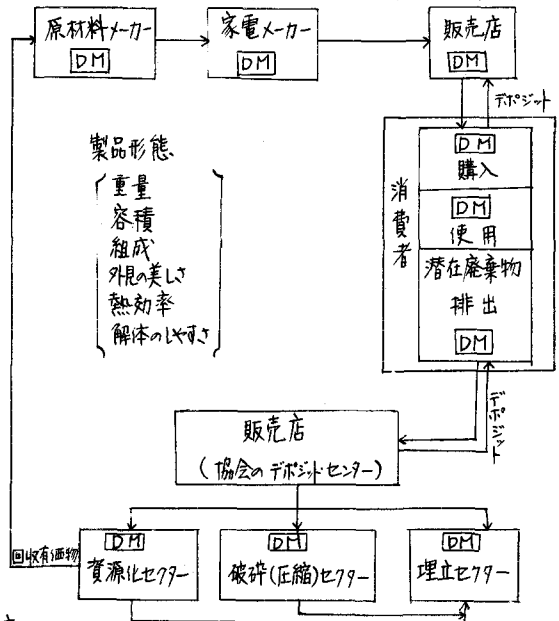
ここで提案する回収保証金制度の概要は次の通りである。指定された家電製品（カラーテレビ、冷蔵庫、洗濯機など）は全て回収保証金込みの値段で売られ、消費者が不用時に廃家電製品を返す（買った店でなくてもよい）と、その保証金を返してもらえるものとする。これら家電製品の製造、販売等に従事する事業者は、共同して法人格の協会を設立し、この協会が回収保証金に関する業務及び回収された廃家電製品の効率的な処理（再資源化を含む）を担当するものとする。なお、回収保証金の額は効率的な処理体系のもとでの処理費用や協会の運営費用等を考慮して、毎年度定められるものとする。なお現実的な処理方式としては、全国をいくつかのブロックに分けて、各ブロック内で廃家電の効率的な処理をめざすことが考えられるので、ブロックごとに回収保証金の額が異なりうる。それゆえ、家電製品の購入地点と廃棄地点の異なる場合の取り扱いが問題となるが、ここではこの問題については立ち入らず、考察しない。

3-2 回収保証金制度のモデル化

3-2-1 一般モデルと部分均衡モデル

まず始めに、回収保証金制度に係る一般的なモデルについて検討する。図2は家電製品の製造、販売から廃棄処理、再資源化に係る経済部分を示したものである。図中のDMは、部門独自の意思決定のなされることを意味している。ここで、家電メーカーはどのような形態の製品とどの価格でどれくらい生産するかという意思決定をおこなひ、販売業者はどのような形態の製品とどのメーカーからどれくらい購入するかということを決める。ただし、製品形態を構成する要素としては、製品の重量、容積、組成、外見の美しさ、熱効率や解体のしやすさといったものが考えられる。他方、消費者の意志決定は多方面にわたっており、どのような形態の製品とどの価格で購入し、どのように使い、不用時にはどのように処分するか、いつ家庭外に排出するかということと、各消費者は意識的、無意識的に決定していると考えられる。また協会は、回収された廃家電製品をどのように処理するのが最も効率的かに関して決定を行なわねばならない。さらに、処理を担当する部門として現在考えられるのは、資源化セクター（建機業者による解体及び有価物回収）、破砕セクター（自治体ないし協会独自の処理場）、埋立セクター（自治体、民間業者ないし協会の所有する最終処分場）の3つである。これらの各セクターごとに、どのような製品形態のものどどの程度受け入れるかに関して独自の意思決定がなされる。最後に、資源化セクターで回収された有価物（主として屑鉄、銅）がどの程度売却されるかは、これらの主要な需要者である原材料メーカー（鉄鋼メーカー、銅線メーカー）の意思決定如何

図2. 家電製品の流れと関連する部門



にかかっている。一般的なモデルは、これら各経済部門の意思決定が調和するように回収保証金制度を設定することを目指している。

ここでは一般的なモデルについてではなく、次の5つの仮定のもとでの部分均衡モデルの定式化を試みる。仮定①消費者は全て回収保証金制度に従う。②原材料メーカー、家電メーカー、販売業者、消費者の意思決定はモデルにしている。と仮定して考える。言い換えれば、これら4部門は定式化の対象外とする。③資源化セクター、破碎セクター、埋立セクターが全て協会の管轄下であり、協会は総処理費用が最小になるようにこれら3セクターに回収された廃家電製品の処理を委託する。④協会の経理が単年度ごとに独立採算となるように製品ごとの回収保証金の額を定めるものとする。⑤単一地域及び定常状態を仮定したモデルを設定する。それゆえ物価変動や販売数と回収数の不一致や多地域の問題は扱わない。

これら5つの仮定のどれをはずしてもモデルを拡張することが出来る。例えば、仮定2のうち消費者、生産者の意思決定を取り込むと種々の bargaining (交渉) モデルが可能である。すなわち、形態の異なる製品に対して複数の消費者グループと生産者が取引を行なうのである。環境保全意識の高い消費者グループは解体しやすい製品を安くつくればメーカーに迫るであろうし、省資源派のグループは解体しにくい無効率の低い製品を安く作れば、又他のグループは家具調の見晴えのよい製品を作れというであろう。最終的にどのような形態の製品がどれくらい生産されるかをシミュレートするのが bargaining モデルである。このほかにもモデルの種々の拡張が可能であるが、ここでは前述の5つの仮定のもとでモデルを設定することを試みる。

3-2-2 部分均衡モデルにおける効率的な処理体系

①長期観点からのモデル モデルは回収された廃家電製品の処理を担当する協会の立場にたて、長期、短期的観点から効率的な処理体系を求めようとするものである。まず、長期観点からのモデルは以下の数理計画モデルとして定式化される。

目的関数

$$\sum_{j=1}^3 \{ C_k (K_{Rj}^L + K_j^L + K_{js}^L) + C_L (L_{Rj}^L + L_j^L + L_{js}^L) + C_E (E_{Rj}^L + E_j^L + E_{js}^L) + C_{LA} (LA_j^L) \} - P \bar{x}_1^L, \dots, \text{①}$$

制約式

$$f_{R1}(\bar{x}_1^L; K_{R1}^L, L_{R1}^L, E_{R1}^L) = 0 \dots \text{②}$$

$$f_{R2}(\bar{x}_2^L; K_{R2}^L, L_{R2}^L, E_{R2}^L) = 0 \dots \text{③}$$

$$f_{R3}(\bar{x}_3^L; K_{R3}^L, L_{R3}^L, E_{R3}^L) = 0 \dots \text{④}$$

$$f_1(\bar{x}_1^L; K_1^L, L_1^L, E_1^L, LA_1^L) = 0 \dots \text{⑤}$$

$$f_2(\bar{x}_2^L; K_2^L, L_2^L, E_2^L, LA_2^L) = 0 \dots \text{⑥}$$

$$f_{js}(T_j(\bar{x}_j^L); K_{js}^L, L_{js}^L, E_{js}^L) = 0 \dots \text{⑦}$$

$$f_{23}(T_2(\bar{x}_2^L); K_{23}^L, L_{23}^L, E_{23}^L) = 0 \dots \text{⑧}$$

$$f_3(\bar{x}_3^L + T_1(\bar{x}_1^L) + T_2(\bar{x}_2^L); K_3^L, L_3^L, E_3^L, LA_3^L) = 0 \dots \text{⑨} \quad \bar{x}_1^L + \bar{x}_2^L + \bar{x}_3^L = \bar{x}_R^L \dots \text{⑩}$$

協会は何種類かの廃家電製品を回収しているとして定常状態での長期費用①式を最小にするように回収された各番目の廃家電製品の処分先別処分量を決定するのである。ここで $\bar{x}$ は家電製品の製品形態を示す(ベクトル)変数、 K は資本量、 L は労働量、 E は資源・エネルギー量、 LA は土地の量を示している。 C_k, C_L, C_E, C_{LA} はそれぞれ資本量、労働量、資源・エネルギー量、土地量の単位あたり貨幣価値を示している。 P は回収された有価物の市場価格を示す(ベクトル)定数である。肩つき添字は家電製品番号を示している。添字つき変数 $\bar{x}_m, t_m, L_m, E_m, LA_m$ において m は処理セクターを示しており、 $m=1$ は資源化セクター、 $m=2$ は破碎セクター、 $m=3$ は埋立セクターを示している。また添字つき変数 k_{lm}, l_{lm}, e_{lm} において l は廃家電製品の運搬に際しての出発地、 m は目的地に対応している。とくに $l=R$ は販売店、 $l=1$ は資源化セクター、 $l=2$ は破碎セクター、 $l=3$ は埋立セクターであるが、 m については前述したとおりである。関数 $f_{em}()$ は運搬プロセスを示す関数、 $f_m()$ は各処分プロセスを示す関数である。また $T_l(\bar{x}_l)$ は処理セクター l で処理された後、埋立セクターに運搬される製品形態を示す(ベクトル)変数である。これらのプロセス関数は、プロセスに入力される経済的資源量とプロセスの出力の関数となっている。例えば、資源化セクター($m=1$)の出力は解体や資源回収の対象

として持ち込まれた廃家電の量であり、入力はこのプロセス

図3. 各プロセスへの入力と出力
 スに投下された資本、労働といった資源量である。なお、 K_{lm}
 各プロセス関数が不等式でなく等号式から成っているの L_{lm}
 は、プロセス（経済学では生産）関数の定義上「インプ
 E_{lm}
 ットの投入量をさまざまに変えた時に、インプットを技
 K_m, L_m
 術的にみて最も効率的に使用して産出することの出来
 E_m, L_m
 る最大のアウトプットの産出量がどのように変化するかと示す関数」であるからである。①～④式はプロセス関
 数を用いて定式化したものであるが、下記のように費用関数を用いて定式化することもできる。

目的関数

$$c_{R1}(\bar{x}_1^i) + c_{R2}(\bar{x}_2^i) + c_{R3}(\bar{x}_3^i) + c_1(\bar{x}_1^i) + c_2(\bar{x}_2^i) + c_{12}(T_1(\bar{x}_1^i)) + c_{23}(T_2(\bar{x}_2^i)) + c_3(T_1(\bar{x}_1^i) + T_2(\bar{x}_2^i) + \bar{x}_3^i) - p\bar{x}_1^i \dots \textcircled{1}$$

$$\text{制約式} \quad \bar{x}_1^i + \bar{x}_2^i + \bar{x}_3^i = \bar{x}^i \dots \textcircled{2}$$

すなわち②式の回収量の処理先別処分量を①式の総費用が最小になるように決めるという問題に変換される。こ
 こで $c_{Rm}()$ は販売店から各処理先への運搬費用、 $c_m()$ は各処理セクターでの処理費用、 $c_{m3}()$ は処理セク
 ター m から埋立セクターへの運搬費用に対応している。

長期的なモデルでは、資本とか土地といった投資計画に係る投入要素が可変的な投入量として扱われるので、
 資源化セクター、破碎セクター、埋立セクターの処理能力が最適（費用最小）になるようにモデルが解かれる。

②短期的観点からのモデル
 これから述べる短期的なモデルは、既存の処理能力のもとで効率的な処理体系
 を見つけ出そうとするものである。議論を具体的なものにするために、短期モデルに用いるプロセス関数として
 固定係数型を採用することにする。また利用可能データの制約もあって各処理セクターにおける処理方式はしっ
 せかないと仮定する。

みぎの図4は固定係数型のプロセス関数を示したものであるが、横軸、縦 図4. 固定係数型のプロセス関数
 軸に可変的なインプットの量が割り当てられており、点 w は $w = (\frac{E_0}{L_0})$ というアクト
 イビティを示している。与件の固定的インプット (K_0, L_0) のもとで x_0 の
 アウトプットを出すためには (L_0, E_0) だけの可変的なインプットがいるとい
 うことである。破碎プロセスを例にすれば、固定的インプットは破碎機に、
 可変的なインプットは作業員や消費電力に対応している。ただし、ここでは運
 搬プロセスに投下された資本（運搬車）及び埋立プロセスに投下された土地
 は可変的なインプットとして扱う。図5は固定係数型のプロセス関数を仮定し
 た時の費用関数を示しており、固定的インプットの減価償却分に対応する固
 定費と可変的なインプットの量に比例する変動費の和からなっている。次式は
 短期モデルを定式化したものである。

目的関数

$$C_{R1}\bar{x}_1^i + C_{R2}\bar{x}_2^i + (C_{R3} + C_3)\bar{x}_3^i + C_1\bar{x}_1^i + (C_{12} + C_3)T_1(\bar{x}_1^i) + C_2\bar{x}_2^i + (C_{23} + C_3)T_2(\bar{x}_2^i) + c_1(\bar{x}_1^i) + c_2(\bar{x}_2^i) - p\bar{x}_1^i \dots \textcircled{3}$$

制約式

$$\bar{x}_1^i + \bar{x}_2^i + \bar{x}_3^i = \bar{x}^i \dots \textcircled{4} \quad 0 \leq \bar{x}_1^i \leq \bar{x}_1^i \dots \textcircled{5} \quad 0 \leq \bar{x}_2^i \leq \bar{x}_2^i \dots \textcircled{6}$$

ここで C_{Rm} ($m=1 \sim 3$) は販売店から第 m 番目の処理セクターへの単位あたり運搬費用、 C_{m3} ($m=1, 2$) は第 m
 番目の処理セクターから埋立セクターへの単位あたり運搬費用、 C_m ($m=1 \sim 3$) は第 m 番目の処理セクターにお
 ける単位あたり処理費用である。 $c_m()$ は処理セクター ($m=1, 2$) における固定費用である。③式、④式は資源

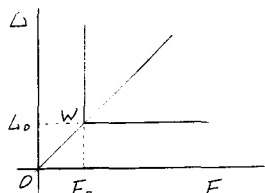
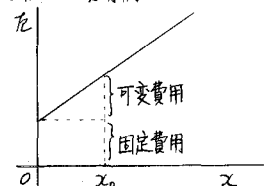


図5. 固定係数型のプロセス関数を仮定したときの費用関数



化セクター、破砕セクターにおける処理能力上の制約を示している。制約式⑩⑪⑫のもとで②式を最小にすると
いう非線型計画問題を解くために、ラグランジュ関数を次式で定義する。

$$L = (C_{R3} + C_3) \bar{x}_1^L + (C_{R1} - P - C_{R3} - C_3) \bar{x}_1^L + (C_{R2} - C_{R3} - C_3) \bar{x}_2^L + C_1 \bar{x}_1^L + (C_B + C_3) T_1(\bar{x}_1^L) + C_2 \bar{x}_2^L \\ + (C_{23} + C_3) T_2(\bar{x}_2^L) + f_1(\bar{x}_1^L) + f_2(\bar{x}_2^L) + \lambda_1 (\bar{x}_1^L - \bar{x}_1^L) + \lambda_2 (\bar{x}_2^L - \bar{x}_2^L) \dots \textcircled{13}$$

ここで λ_1, λ_2 はラグランジュ乗数である。⑬式のラグランジュ関数が鞍点をもつための必要条件を与えるのが
以下の条件式である。

$$\left\{ \frac{\partial L}{\partial \bar{x}_1^L} = (C_{R1} - P - C_{R3} - C_3) + C_1 + (C_B + C_3) \frac{\partial T_1}{\partial \bar{x}_1^L} + \lambda_1 \geq 0, \bar{x}_1^L \frac{\partial L}{\partial \bar{x}_1^L} = 0 \right\} \dots \textcircled{14}$$

$$\left\{ \frac{\partial L}{\partial \bar{x}_2^L} = (C_{R2} - C_{R3} - C_3) + C_2 + (C_{23} + C_3) \frac{\partial T_2}{\partial \bar{x}_2^L} + \lambda_2 \geq 0, \bar{x}_2^L \frac{\partial L}{\partial \bar{x}_2^L} = 0 \right\} \dots \textcircled{15}$$

$$\lambda_1 (\bar{x}_1^L - \bar{x}_1^L) = 0 \dots \textcircled{16} \quad \lambda_2 (\bar{x}_2^L - \bar{x}_2^L) = 0 \dots \textcircled{17}$$

⑬式より、 $\bar{x}_1^L > 0$ の時ラグランジュ乗数 λ_1 は

$$\lambda_1 = P + \{C_{R3} + C_3\} - \{C_{R1} + C_1 + (C_B + C_3) \frac{\partial T_1}{\partial \bar{x}_1^L}\} \dots \textcircled{18}$$

となる。ここで右辺の第1項は回収された廃家電製品を1単位分だけ資源化セクターにまわした時に得られる回
収資源量の売上収入、第2項は資源化セクターに回したために直接埋立分が減少したことによる費用節約分に、
第3項は資源化セクターに回したことによる費用増加分に対応している。すなわち λ_1 は資源化セクターを利用す
れば節約できるであろう限界費用を示している。同様は

$$\lambda_2 = (C_{R3} + C_3) - \{C_{R2} + C_2 + (C_{23} + C_3) \frac{\partial T_2}{\partial \bar{x}_2^L}\} \dots \textcircled{19}$$

となり、 λ_2 は破砕セクターに1単位回せば節約できる限界費用を示している。よって非線型計画問題(短期モ
デル)の解を図示すると図6のようになる。この解によれば、 λ_1, λ_2 が共に 図6-1

正ならば資源化セクター、破砕セクターの能力一杯まで処理させるが、 λ_1, λ_2 が共に負ならば全量を直接、埋立セクターに回したほうが安上がりということになる。図6に示す解が最適解であるための十分条件は、目的関数が線形
な凸関数であることである。そこで⑬式からヘシアン行列をつくると、

$$\begin{pmatrix} \frac{\partial^2 L}{\partial \bar{x}_1^{L2}} & \frac{\partial^2 L}{\partial \bar{x}_1^L \partial \bar{x}_2^L} \\ \frac{\partial^2 L}{\partial \bar{x}_2^L \partial \bar{x}_1^L} & \frac{\partial^2 L}{\partial \bar{x}_2^{L2}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (C_B + C_3) \frac{\partial^2 T_1}{\partial \bar{x}_1^{L2}} & 0 \\ 0 & (C_{23} + C_3) \frac{\partial^2 T_2}{\partial \bar{x}_2^{L2}} \end{pmatrix}$$

となるので、十分条件は

$$\frac{\partial^2 T_1}{\partial \bar{x}_1^{L2}} \geq 0, \quad \frac{\partial^2 T_2}{\partial \bar{x}_2^{L2}} \geq 0$$

に対応している。この条件は現実的と思われるので、十分条件は満たされて 図6. 短期モデルの解
いると考える。図6の4つのケースに対応する最小費用を⑬式から求めると

ケースA) $\bar{x}_1^L = 0, \bar{x}_2^L = \bar{x}_2^L$

$$C^L = C_A^L = (C_{R3} + C_3) \bar{x}_1^L - \{(C_{R3} + C_3) \bar{x}_2^L - C_{R2} \bar{x}_2^L - C_2 \bar{x}_2^L - (C_{23} + C_3) T_2(\bar{x}_2^L) - f_2(\bar{x}_2^L)\} \\ = C_D^L - S_2(\bar{x}_2^L) \dots \textcircled{20}$$

ケースB) $\bar{x}_1^L = \bar{x}_1^L, \bar{x}_2^L = \bar{x}_2^L$

$$C^L = C_B^L = C_D^L - S_1(\bar{x}_1^L) - S_2(\bar{x}_2^L) \dots \textcircled{21}$$

ケースC) $\bar{x}_1^L = \bar{x}_1^L, \bar{x}_2^L = 0$

$$C^L = C_C^L = (C_{R3} + C_3) \bar{x}_1^L - \{P \bar{x}_1^L + (C_{R3} + C_3) \bar{x}_1^L - C_{R1} \bar{x}_1^L - C_1 \bar{x}_1^L - (C_B + C_3) T_1(\bar{x}_1^L) - f_1(\bar{x}_1^L)\} \\ = C_D^L - S_1(\bar{x}_1^L) \dots \textcircled{22}$$

ケースD) $\bar{x}_1^L = 0, \bar{x}_2^L = 0$

$$C^L = C_D^L = (C_{R3} + C_3) \bar{x}_1^L \dots \textcircled{23}$$

となる。ここで $S_1(\bar{x}_1^L), S_2(\bar{x}_2^L)$ はそれぞれ資源化セクター、破砕セクターで処理することによる費用節約分を

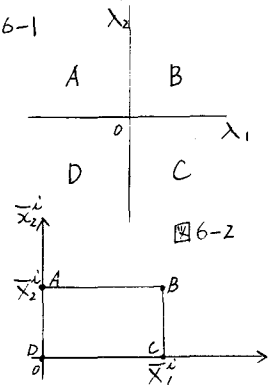


図6. 短期モデルの解

示している。ただし②③④が最適解であるためにも、 $S_1(\bar{x}_1^*)$, $S_2(\bar{x}_2^*)$ は非負でなければならない。

定常状態のもとで毎年必要となる処理費用を、当該家電製品の耐用年数分だけ遡り、 T 年に預託された回収保証金の利子によって賄えるように、回収保証金を算定することを試みる。すなわち、

$$di \bar{x}_i^* ((1+r)^{ni} - 1) = C^i * \dots \textcircled{20}$$

を満足するように di を決める。ここで di は i 番目の家電製品に掛けられた (重量あたりの) 回収保証金、 r は公定歩合、 ni は耐用年数である。右辺は②～④式の最小処理費用である。なお、販売店なり協会のデポジット・センター (DC) に廃家電を収集する費用をも協会が負担するとして、収集費用 ($di \bar{x}_i^*$) が右辺に加算される。 T であり、収集費用を加えるかどうかは、回収保証金の額には影響するが感度分析には影響しないので、ここでは収集費用のことは一応除外して考えることにする。②と③～④式より各ケースに対応する回収保証金を求めると、

$$\text{ケース A)} \quad di = \{(CR_3 + C_3) \bar{x}_i^* - S_2(\bar{x}_2^*)\} / Q \dots \textcircled{21}$$

$$\text{ケース B)} \quad di = \{(CR_3 + C_3) \bar{x}_i^* - S_1(\bar{x}_1^*) - S_2(\bar{x}_2^*)\} / Q \dots \textcircled{22}$$

$$\text{ケース C)} \quad di = \{(CR_3 + C_3) \bar{x}_i^* - S_1(\bar{x}_1^*)\} / Q \dots \textcircled{23}$$

$$\text{ケース D)} \quad di = (CR_3 + C_3) \bar{x}_i^* / Q \dots \textcircled{24}$$

となる。ここで $Q = \bar{x}_i^* \{(1+r)^{ni} - 1\} > 0$ である。

次に感度分析を行なうと、全てのケースについて

$$\frac{\partial di}{\partial r} = -C^i \bar{x}_i^* \{ni(1+r)^{ni-1}\} / Q^2 < 0 \dots \textcircled{25}$$

$$\frac{\partial di}{\partial ni} = -C^i \bar{x}_i^* (\log(1+r)) (1+r)^{ni} / Q^2 < 0 \dots \textcircled{26}$$

となり、公定歩合の上昇、耐用年数の増加は回収保証金の額を減少させるということがわかる。廃家電製品の回収量 ($\bar{x}_i^*$) については、

$$\text{ケース A)} \quad \frac{\partial di}{\partial \bar{x}_i^*} = S_2(\bar{x}_2^*) / (\bar{x}_i^* Q) > 0 \dots \textcircled{27} \quad \text{ケース B)} \quad \frac{\partial di}{\partial \bar{x}_i^*} = \{S_1(\bar{x}_1^*) + S_2(\bar{x}_2^*)\} / (\bar{x}_i^* Q) > 0 \dots \textcircled{28}$$

$$\text{ケース C)} \quad \frac{\partial di}{\partial \bar{x}_i^*} = S_1(\bar{x}_1^*) / (\bar{x}_i^* Q) > 0 \dots \textcircled{29} \quad \text{ケース D)} \quad \frac{\partial di}{\partial \bar{x}_i^*} = 0 \dots \textcircled{30}$$

となり、全量が直接埋立されるケース D を除いては、回収量が増加すると共に回収保証金の額は増加する。これは②～④式をみてみればわかるように、回収量 1 単位あたりの費用節約分が回収量の大きくなると共に減少することによっている。最後に、資源セクター、破砕セクターの処理能力について感度分析を行なうと、

$$\text{ケース A)} \quad Q \cdot \frac{\partial di}{\partial \bar{x}_2^*} = -\frac{\partial S_2}{\partial \bar{x}_2^*} = \left(\frac{\partial S_2(\bar{x}_2^*)}{\partial \bar{x}_2^*} \right) + (CR_2 + C_2 + (C_3 + C_3) \frac{\partial T_2}{\partial \bar{x}_2^*}) - (CR_3 + C_3)$$

$$= \text{固定費増分} + \text{変動費増分} - \text{直接埋立経費減少分} \dots \textcircled{31}$$

$$\text{ケース B)} \quad Q \cdot \frac{\partial di}{\partial \bar{x}_1^*} = -\frac{\partial S_1}{\partial \bar{x}_1^*} \dots \textcircled{32}, \quad Q \cdot \frac{\partial di}{\partial \bar{x}_2^*} = -\frac{\partial S_2}{\partial \bar{x}_2^*} = \left(\frac{\partial S_2}{\partial \bar{x}_2^*} \right) + (CR_1 + C_1 + (C_3 + C_3) \frac{\partial T_1}{\partial \bar{x}_2^*}) - (CR_3 + C_3) - p \bar{x}_1^*$$

$$= \text{固定費増分} + \text{変動費増分} - \text{直接埋立経費減少分} - \text{回収有価物売上収入} \dots \textcircled{33}$$

$$\text{ケース C)} \quad Q \cdot \frac{\partial di}{\partial \bar{x}_1^*} = -\frac{\partial S_1}{\partial \bar{x}_1^*} \dots \textcircled{34}$$

となる。このように処理能力増の効果は、処理能力を増やしたことに伴う経費増とこれによるメリットとの差に依存するので、一般的なことについてはここではいえない。

4. おわりに

既存の資料から④式の各係数を推定し、京葉8市町を選んで回収保証金を算定することを試みた。回収保証金は製品の平均重量、平均販売価格、耐用年数等により異なる。金利8パーセントの場合、販売店への収集費用を協会が負担する場合 (ケース1) と消費者

が負担する場合 (ケース2) を表に示す。

表2は回収保証金を1台あたりになおしたものである。家電製品の価格弾力性についてのデータが不明なので、価格上昇に対す

表2. 1台あたり回収保証金

i	耐用年数	平均重量 w_i kg	平均価格 p_i 円/kg	$r \cdot S_1 / w_i d_i$ 円/kg	$w_i d_i / p_i$	$r \cdot S_2 / w_i d_i$ 円/kg	$w_i d_i / p_i$
17-17ビ	6.5	27.58	(85,310)	1507.25	0.018	386.12	0.0045
冷蔵庫	6.5	57.92	65,930	2941.76	0.045	587.31	0.0089
洗濯機	7.0	25.0	23,100	1236	0.054	312.5	0.0135

る消費低下がどれくらいになるかは予測できない。ただし回収保証金の販売価格に占める比率が最大で60%強であることをみても、それほど影響はないものと思される。

廃家電製品と回収保証金制度の検討を試みた。家電製品について回収保証金制度を導入した場合、回収保証金の額をどれだけにするか、だれほどのような役割を果たすか、消費者の消費形態の変化、生活様式の変化(たとえば、耐用品を修理して使い長持ちさせる。)メーカー側の機種(タイプ・モデル)の標準化等期待されること、検討すべきことは多い。行政指導により廃家電製品を回収させるためには、処理システムの面から技術的に対応することと、処理責任の面から指導することの2面から考えられる。このような行政指導を商品生産者が受け廃家電を処理することになると、生産者側も処理しやすい製品を設計するか、モデルを統一して回収部品あるいは回収原材料の再利用を容易に行なえるようにするか、生産技術面からの対応も期待される。また、現在の収集、運搬、処理業者へのサービス需要の変化から従業員の構成変化が予想される。これらについては米国EPAの調査もあるが充分ではなく、本格的に日本において適用させる研究を行なうためには、更に時間とかけ、もと多方面からの調査を実施する必要がある。

本研究では、現状の問題点、その問題の解決の一方法として回収保証金制度について基礎的な調査を行なった。実際にこの制度を導入するには、処理コスト、埋立用地の問題、各セクターで働く従業員に与える影響、消費者への便益、エネルギー消費、天然資源の保全、環境保全面での評価など多くの側面にわたって検討する必要がある。

最後にこの研究を行なうに当たって、多大の御教示をいただいた(財)流通システム開発センターの吉村哲彦氏及び資料提供ならびに貴重な御意見をくださった横浜市、大阪市、松下電器産業に感謝致します。なお本研究は、昭和54年度厚生科学研究補助金の交付を受けて行なった「産業廃棄物回収保証金制度に関する研究」の成果の一部であることを付記して関係各位に謝意を表したい。

参考文献

1. 田中勝、辻喜雄;「廃棄物処理計画における廃棄物の将来予測について」,第7回環境問題シンポジウム講演論文集 pp.74~80, 1979
2. 北畠能房;「環境問題における費用の分担について」,環境情報科学, 7(4), 1978.
3. 「東洋統計年報」, 東洋経済新聞社, 1977
4. 田中勝,「廃棄物の資源化と減量化作戦」, 環境公害新聞社, 1980
5. 今井賢一他,「価格理論I」, 岩波書店 pp.104~105, 1971
6. 「調布市清掃事業の概要」, 調布市, 1979
7. 家電製品等再資源化促進協会報告書, 1978. 3
8. 「実務者のための運転と維持管理: 破碎装置」, 国体廃物 No. 24, 1978
9. クリーン・ジャパンセンター報告書, 昭53年度
10. 中江剛毅「家電業界」, 教育社 pp. 166
11. "Summary of the Resource Conservation Committee's Final Report to the U.S. President & Congress", July, 1979.
12. Fourth Report To Congress, Resource Recovery and Waste Reduction, U.S. Environmental Protection Agency, 1977