

財のリサイクルと最適な 課徴金・補助金ルール

小 出 秀 雄

1 はじめに

今日において使用済みの財のリサイクルは、環境保全の観点からその社会的要請が高まっている。日本の産業界に関して言えば、通産省が1992年10月に「環境に関するボランティア・プラン（環境行動計画）」の作成を企業に要請し、1995年11月にそのフォローアップの策定を要請した。その一方で、環境庁は税や課徴金等の経済的手法による環境保全政策の設計・実施を模索している¹⁾。さらに1997年6月に通産省は、廃家電製品の回収・リサイクルをメーカーに義務付ける方針を打ち出しており²⁾、現在関連産業は回収ルートの確立などの対応に迫られている。

しかしそのような取り組みとは対照的に、リサイクルが持つ経済的含意を厳密に検討した理論研究は非常に少ない。例えば、リサイクルを促進する諸政策の下で企業がリサイクルに従事することが果たして経済的合理性のある行動なのかどうか、あるいは環境保全に伴う外部費用及び外部便益をどのように経済過程内の意思決定に反映させるべきかといった論点について、経済学的に十分な検討が進んでいない。特に、従来のモデル分析では市場構造について完全競争のみしか仮定されたことがなく、それゆえ分析から導かれる含意は限定的なものでしかなかった。

本稿の目的は、不完全競争市場において財がリサイクルされる状況下での外部性の理論的内部化に必要な、課徴金・補助金ルールの導出である。具体的には、第1期にヴァージン財（＝新品）、第2期にリサイクル財が生産・

販売されるという設定の2期間モデルを使って、市場経済において最適資源配分を実現するためには、どのような水準に課徴金あるいは補助金の額を設定すればよいかについて論じる。本論のモデルは、使用済みの財の廃棄に伴い外部性が発生する状況を想定している。また廃棄物の発生を抑制することを目的とした実際の経済的手法のほとんどが生産量や排出量といった数量をベースとしていることから、財に対する従量税及び補助金 (specific tax/subsidy) のみをその考察対象とする。

外部性の内部化の議論において、リサイクリングを明示した初期のモデル分析として、Lusky [1975, 1976] と Smith [1977a, 1977b] が挙げられる。ところが1980年代に入ってこの類の研究はほとんど行われず、近年になって Dinan [1993] や Fullerton and Kinnaman [1995], Atri and Schellberg [1995] が見られる程度である。しかもこれらの研究は全て、ヴァージン財の生産とリサイクリングに関して完全競争を前提としている。しかし、廃棄物処理や再資源化が現実的に要請されている製品の市場に寡占形態が多いことを考えると³⁾、リサイクリングの完全競争を前提とずる従来のモデル分析には限界がある。

その一方で、不完全競争下でのピグー税の設定ルールが Misiolek [1980] や Barnett [1980] (以上独占市場), Okuguchi [1996] (Cournot寡占市場) などによって検討されており、ほぼ共通した結論を得ている。それは、負の外部性による過剰生産と不完全競争による過少生産を同時に是正しようとする場合には、外部性に関係する項に加えて市場構造に依存する項がピグー税の中に表れることから、それらの大小関係よりピグー税がマイナス、すなわち補助金となるケースがありうるということである。

これらに対して本論で示すモデルでは、ヴァージン財とリサイクル財の市場がそれぞれ Cournot 寡占の状態にあることを仮定した上で、リサイクリングは二重の過少生産、すなわち負の外部性の減少による過少生産と不完全競争による過少生産を伴うことから、競争の程度に関わらずリサイクル財に対して原理的には補助金が支払われるべきである (つまり課税の可能性はな

い) ことを明らかにする。加えて本論で導かれる課徴金・補助金ルールは、過去のいくつかのリサイクル・モデルで結論された完全競争下の政策ルールをその特殊ケースとして説明できる、という一般性を持つ。

まず次節において理論モデルを提示した後、最適資源配分問題と利潤最大化問題の条件を比較することにより、以下に示す最初の2つの命題を、続いて単純化された仮定の下でのリサイクル率と純税収の関係として、3つ目の命題を確認する。

- (i) 両方の財の市場が完全競争であるとき、来期において廃棄が予想されるヴァージン財にはその割引限界外部費用に等しい課徴金を、かつ来期において再び販売されるリサイクル財にはその限界外部便益に等しい補助金を設定することによって、市場経済下で最適資源配分が実現される。
- (ii) 市場が独占または Cournot 寡占であるとき、リサイクル財には最適供給量における限界外部便益と、価格と限界収入の乖離分の和に相当する補助金を設定し、かつヴァージン財には最適供給量における限界外部費用が価格と限界収入の乖離分を上回る(下回る)分に相当する課徴金(補助金)を設定することにより、最適資源配分が実現される。
- (iii) 線形の需要曲線と2次の排出関数の下で、リサイクル率(=ヴァージン財の総生産量に対するリサイクル財の総生産量の割合)がある臨界値を下回る限り、環境規制当局の純税収は非負である。

最後の節ではこれらをもとに、リサイクルに関連する若干の政策論的含意を示す。

2 モデル

2 期間モデルを考える。第1期にヴァージン財が生産・販売された後に同期末に全て回収され、第2期にそのリサイクル財が販売されると仮定する。前者を生産する企業数を n 、後者を生産する企業数を m とする。ヴァージン財市場とリサイクル財市場は互いに完全に分離しており⁴⁾、それぞれ Cou-

寡占であると仮定する。

以下ではまず、モデルの基礎となる3つの関数を定義する。第1に、ヴァージン財の逆需要関数を $P_Q \equiv P_Q(Q)$ 、リサイクル財の逆需要関数を $P_R \equiv P_R(R)$ と定義する。ここで $Q \equiv \sum_{i=1}^n q_i$ はヴァージン財の総生産量、 $R \equiv \sum_{j=1}^m r_j$ はリサイクル財の総生産量である。両財の需要曲線は右下がり、すなわち $P_Q' < 0$ 、 $P_R' < 0$ であると仮定する。

第2に、第 i 企業のヴァージン財生産の費用関数を $c_i^q \equiv c_i^q(q_i)$ 、第 j 企業のリサイクル財生産の費用関数を $c_j^r \equiv c_j^r(r_j)$ と定義する。これらは各生産量に関する増加関数であり固定費用はゼロ、すなわち $c_i^{q'} > 0$ 、 $c_j^{r'} > 0$ 、 $c_i^q(0) = 0$ 、 $c_j^r(0) = 0$ であると仮定する⁵⁾。

第3に、第2期での財の廃棄に伴う汚染物質の排出量が、第1期に生産・回収されたヴァージン財の総量と第2期にリサイクルされる総量の大きさに依存すると仮定する。すなわち汚染物質の排出量を E とし、排出関数を $E \equiv E(Q, R)$ と定義する。その偏微分値について、 $E_Q > 0$ 、 $E_{QQ} > 0$ 、 $E_R < 0$ 、 $E_{RR} > 0$ 、 $E_{QR} = E_{RQ} = 0$ を仮定する。また、リサイクル財の最終的な処分において負の外部性は発生しないものとする。

2期間の総余剰の最大化を目的とする最適資源配分問題を、次のように定式化する。

$$(1) \quad \max_{q_i, r_j} W \equiv CS^1 + \sum_{i=1}^n \Pi_i^q + \beta CS^2 + \sum_{j=1}^m \Pi_j^r.$$

$\beta \in (0, 1)$ は割引因子である。 CS^1 、 CS^2 はそれぞれ第1期、第2期の消費者余剰であり

$$(2) \quad \begin{aligned} CS^1 &\equiv \int_0^Q P_Q(v) dv - P_Q(Q)Q, \text{ and} \\ CS^2 &\equiv \int_0^R P_R(u) du - P_R(R)R + V(E(Q, R)) \end{aligned}$$

と定義する。ここで $V(\cdot) < 0$ は汚染物質の排出量に対する消費者の評価額(=マイナス)であり、 $V' \equiv \partial V / \partial E < 0$ 、 $V'' \equiv \partial^2 V / \partial E^2 < 0$ であると仮定する。

また、 Π_i^q はヴァージン財を生産する第 i 企業の利潤 (=生産者余剰)、 Π_j^r はリサイクル財を生産する第 j 企業の利潤であり

$$(3) \quad \begin{aligned} \Pi_i^q &\equiv P_Q(Q)q_i - c_i^q(q_i), \text{ and} \\ \Pi_j^r &\equiv \beta[P_R(R)r_j - c_j^r(r_j)] \end{aligned}$$

で表現されるものとする。

(1) の最大化の 1 階条件は、内点解を仮定すると次のようになる。

$$(4) \quad \begin{aligned} \frac{\partial W}{\partial q_i} &= P_Q - c_i^{q'} + \beta V' E_Q = 0 \quad \text{for } \forall i, \text{ and} \\ \frac{\partial W}{\partial r_j} &= \beta [P_R - c_j^{r'} + V' E_R] = 0 \quad \text{for } \forall j. \end{aligned}$$

$\beta > 0$ より、Pareto 最適な価格決定式

$$(5) \quad P_Q = c_i^{q'} - \beta V' E_Q \quad \text{and} \quad P_R = c_j^{r'} - V' E_R$$

が導出される。

一方、企業の私的意思決定においては、排出関数 E による第 2 期の消費者余剰の損失分は考慮されない。それゆえ、企業がリサイクルしないで廃棄する行為は消費者にとっての外部費用 (負の外部性) である。逆に、企業のリサイクリングは消費者にとっての外部便益 (正の外部性) である。それらを市場での意思決定に反映させるために、(3) で表されている各企業の利潤に政策パラメータを加えて、次のように表現し直す。

$$(6) \quad \begin{aligned} \Pi_i^q &= P_Q(q_i + q_{-i})q_i - c_i^q(q_i) - T_q q_i, \text{ and} \\ \Pi_j^r &= \beta [P_R(r_j + r_{-j})r_j - c_j^r(r_j) - T_r r_j]. \end{aligned}$$

ここで $q_{-i} \equiv \sum_{k \neq i} q_k$, $r_{-j} \equiv \sum_{l \neq j} r_l$ であり、Cournot 寡占市場での 1 企業はこれらを所与と見なして行動する。また T_q , T_r はそれぞれ、ヴァージン財及びリサイクル財の生産に関して設定される政策パラメータであり、プラスならば課徴金、マイナスならば補助金を意味する。最大化の 1 階条件は

$$(7) \quad \frac{\partial \Pi_i^q}{\partial q_i} = P_Q + q_i P_Q' - c_i^{q'} - T_q = 0 \quad \text{for } \forall i, \text{ and}$$

$$\frac{\partial \Pi_j^r}{\partial r_j} = \beta [P_R + r_j P_R' - c_j'' - T_j] = 0 \quad \text{for } \forall j.$$

さらに、大域的な利潤最大化を保証する十分条件、及び一意の Cournot-Nash 均衡の存在条件として、次の3つの仮定を置く⁶⁾。

【仮定 A】 全ての i と j について、各企業の限界収入は（自己の生産量と所与として）総生産量の減少関数である ($P_Q' + q_j P_Q'' < 0$, $P_R' + r_j P_R'' < 0$ for $\forall i, j$).

【仮定 B】 全ての i と j について、各企業の限界費用曲線の勾配は需要曲線の勾配よりも大きい ($c_i''^q(q_i) > P_Q'(Q)$, $c_j'''(r_j) > P_R'(R)$ for $\forall i, j$).

【仮定 C】 全ての i と j について、各企業の限界費用曲線の切片は需要曲線の切片よりも小さい ($c_i''^q(0) < P_Q(0)$, $c_j'''(0) < P_R(0)$ for $\forall i, j$).

これより Cournot-Nash 均衡の下で、市場価格及び均衡生産量の決定式

$$(8) \quad P_Q + q_i P_Q' = c_i''^q + T_q \quad \text{and} \quad P_R + r_j P_R' = c_j''' + T_r$$

が導かれる。

3 最適な課徴金・補助金ルールとその意味

それぞれの市場において、対称均衡 (symmetric equilibrium) を仮定する ($q \equiv Q/n$, $r \equiv R/m$)。このとき (5) と (8) を比較することにより、Cournot-Nash 均衡において Pareto 最適を実現する政策パラメータが、次のように表現されることがわかる (アスタリスク (*) は最適点での値, $MR_{(i)}$ は限界収入を意味する)。

$$(9) \quad T_q^* = -\beta V' E_Q^* + q^* P_Q'^* = -\beta V' E_Q^* - (P_Q^* - MR_Q^*), \text{ and}$$

$$(10) \quad T_r^* = -V' E_R^* + r^* P_R'^* = -V' E_R^* - (P_R^* - MR_R^*).$$

(9) と (10) の右辺第1項はそれぞれ、企業が排出関数を利潤最大化問題において考慮しないことによる「割引限界外部費用 (discounted marginal external cost)」, 及び「限界外部便益 (marginal external benefit)」である。

その含意は次の通りである。第1期において使用済みのヴァージン財が廃棄される可能性があるのは来期であるので、ヴァージン財を生産する企業は

廃棄に伴う限界外部費用分を生産した段階で支払わなければならない。その一方でリサイクリングは第2期に行われるので、それに従事する企業は同期におけるリサイクリングによる限界外部費用の減少分、すなわち限界外部便益分に相当する支払いを受けるべきである。

ここでまず、両方の財の市場が完全競争であると仮定してみよう。その場合(9)と(10)の右辺第2項で示される、最適供給量における価格と限界収入の乖離分がゼロとなることから、よく知られているピグー税・補助金ルールとして

$$(11) \quad T_q^C = -\beta V'E_q^* > 0 \quad \text{and} \quad T_r^C = -V'E_r^* < 0$$

が得られる(添え字のCは完全競争を意味する)。つまり完全競争市場において考慮すべきことは、限界的な外部効果をどのような形で政策パラメータに、ひいては企業の意思決定に反映させるかのみである。

さらにここでは、パラメータの符号が前者がプラス、後者がマイナスである点に注意したい。つまり負の外部性を発生させる活動には課税を行い、その一方で負の外部性を減少させる活動には補助金を与えるべきである、という理論的対称性が明らかである。

命題1. 両方の財の市場が完全競争であるとき、(11)に示されるように、来期において廃棄が予想されるヴァージン財にはその割引限界外部費用に等しい課徴金を、かつ来期において再び販売されるリサイクル財にはその限界外部便益に等しい補助金を設定することによって、市場経済下で最適資源配分が実現される。

ちなみに本モデルでは直感的な意味合いと説明上の便宜から、リサイクリングが排出削減的な活動であると仮定している。しかし、リサイクルされる素材によっては逆のケースもありうる⁷⁾。それは(10)あるいは(11)において $E_r^* > 0$ となる場合であり、それが現実的に有意義であるかどうかは別として、リサイクリングに対しても課徴金が設定されるべきであるという逆

説的な含意が得られる。さらに外部性の関数がヴァージン生産とリサイクリングの量に依存しているので、その内部化には各財に製品課徴金・補助金が直接設定される必要がある。

以上と同様の論理は、完全競争市場でのリサイクリングを想定した Dinan [1993] や Fullerton and Kinnaman [1995] のモデル分析にもあてはまる⁸⁾。ここで比較のため、彼らが置いている仮定と結論を簡潔に整理しておこう。Dinan は時間を考慮した部分均衡モデルの中で、第 t 期の財の廃棄量を

$$E^t \equiv n^{t-1}Q^{t-1} - n^tR^t$$

と定義し (n^{t-1}, n^t はそれぞれ第 $(t-1)$ 期と第 t 期における企業数, Q^{t-1} は第 $(t-1)$ 期のヴァージン財の総生産量, R^t は第 t 期にリサイクリングの過程で投入される資源物の総量), E^t に単位当たりの処理費用を掛けた額を総余剰から引く一方で、企業の利潤最大化の段階ではそれが考慮されないと仮定している。その結論は、第 $(t-1)$ 期の生産物 Q^{t-1} に対して課税し、かつ第 t 期のリサイクリングへの投入量 R^t に補助金を賦与するというものである。また Fullerton-Kinnaman は静学的一般均衡モデルにおいて、代表的消費者の効用関数を

$$U \equiv U(q, E) \equiv U(e+r, \sum e)$$

と定義し (q は財の消費量, e はそのうち廃棄する量, r は生産者へ返却する量), かつ $\partial U/\partial q > 0$, $\partial U/\partial E \leq 0$ と仮定し、結論として各消費者の廃棄量 e そのものに対して、彼の限界不効用の貨幣評価額に等しい課税を行うのみでよいことを示している。また、たとえそのような直接的手段の実施が何らかの理由によって不可能であっても、生産物 q の購入に対して課税しかつ資源物 r の生産者への返却に対して補助金を設定するといった、互いに補完的な間接的手段を組合せることにより同じ結果を得るとしている。

4 外部性の内部化と不完全競争の是正の両立

再び (9) と (10) の解釈に注目しよう。導入で述べたように、財のリサ

イクリングに関して不完全競争を想定するモデル分析は過去に例を見ないが、(9) に示された不完全競争下でのピグー税のルールは静学的独占市場 (Misiolek [1980], Barnett [1980]), 及び対称的 Cournot 寡占市場 (Okuguchi [1996]) において成立する。

(9) 及び (10) の右辺第 2 項は、明らかにマイナスである。すなわち、何の規制もない不完全競争市場において過少生産となっていることは自明であり、これを是正するためには生産量 1 単位当たりにつき、最適供給量における価格と限界収入の乖離分に相当する補助金の賦与が必要である。したがって T_q^* の符号は明白ではない一方、 T_r^* はマイナスである。つまりリサイクリングに対しては、競争の程度に関わらず真に補助金が設定されるべきであるということになる。

図 1 と図 2 は、ヴァージン財市場の状況を描いたものである。ここでは簡単化のため、独占市場と完全競争市場のみを想定している。 C' は限界私的費用 (marginal private cost) (=一定と仮定)、 $C' - \beta V'E_q$ は限界社会的費用 (marginal social cost) であり、 $E_q(0, R) = 0$ としている。添え字の M は独占、 C は完全競争をそれぞれ意味している。

DWL は独占と外部性による非効率な資源配分を表す死重損失 (dead-weight-loss) であるが、図 1 では T_q^M に相当する課徴金を、図 2 では $|T_q^M|$ に相当する補助金をそれぞれ設定することにより、この損失分を完全に埋め合わせることができる⁹⁾。既に (9) で示されているように、課徴金と補助金のどちらが必要であるかは、最適供給量における限界外部費用と、価格と限界収入の乖離分の相対的な大小関係によって決まる。図 1 は限界外部費用が大きい場合であり、図 2 は逆に小さい場合である。

これに対して図 3 は、リサイクル財市場の状況を描いたものである ($E_R(Q, 0) < 0$ を仮定している)。ここで注意すべきは、本モデルではリサイクリングにより負の外部性が減少すると仮定しているので、限界私的費用よりも限界社会的費用の方が常に小さいということである ($C' > C' - V'E_R$)。 (10) で示されているように、この場合は限界外部便益に価格と限界収入の

図1 ヴァージン財への「課徴金」のケース

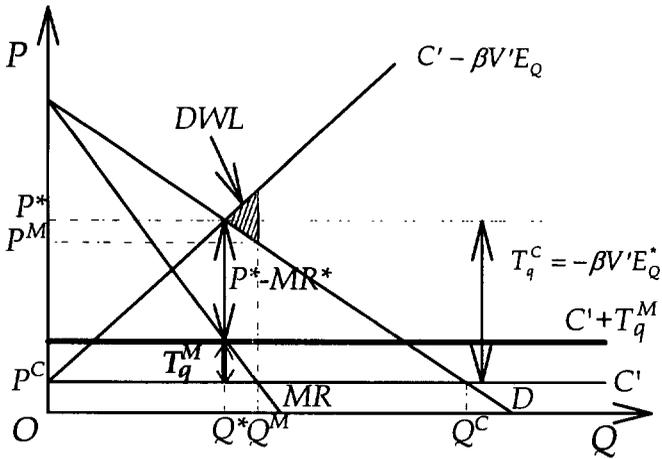


図2 ヴァージン財への「補助金」のケース

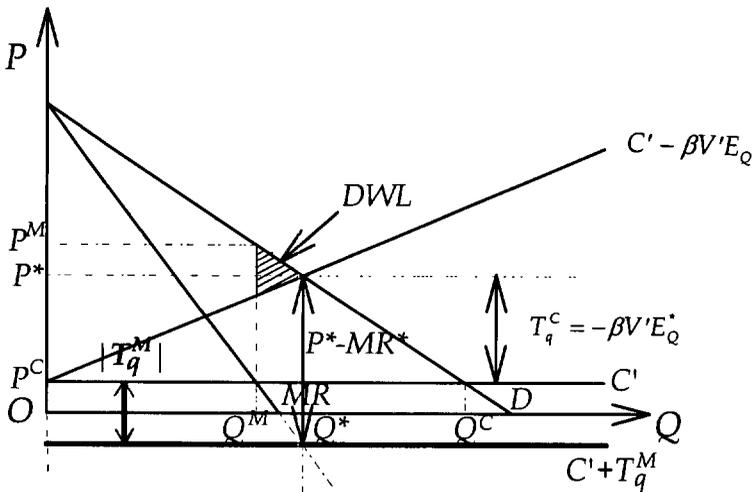
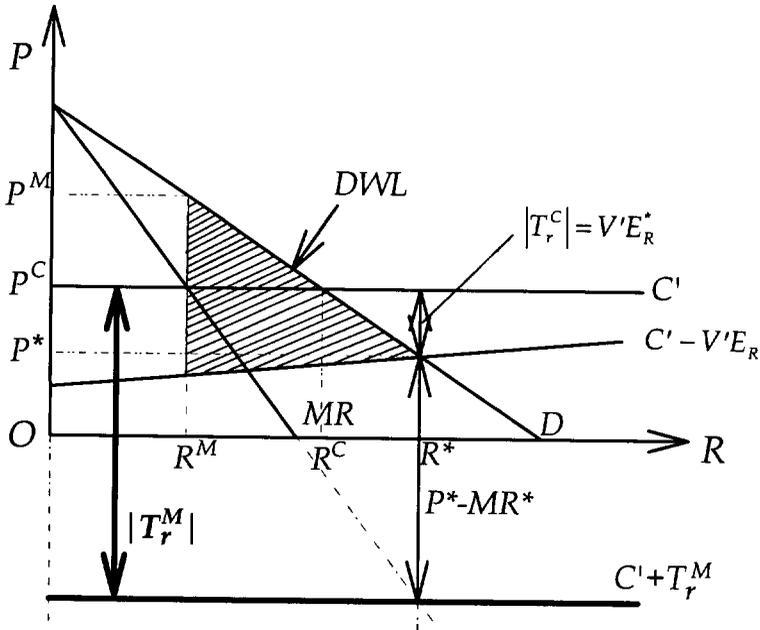


図3 リサイクル財への補助金



乖離分を加えた大きさに等しい $|T_r^M|$ を補助金として設定することによって、最適な資源配分が実現される。

以上の図による考察に Cournot 寡占のケースも加えて、市場の企業数と課徴金・補助金の水準の関係について見ておこう。ヴァージン財とリサイクル財の需要の価格弾力性を、それぞれ $\eta_Q \equiv -P_Q/(QP_Q')$ 、 $\eta_R \equiv -P_R/(RP_R')$ とすると、(9) と (10) は

$$(12) \quad T_q^* = -\beta V'E_Q^* - \frac{P_Q^*}{n \cdot \eta_Q^*} \quad \text{and} \quad T_r^* = -V'E_R^* - \frac{P_R^*}{m \cdot \eta_R^*}$$

と書き直すことができる。すなわち、企業数を表す n や m が増加するにつれて、それぞれの右辺第2項が小さくなっていくことが明らかである。つまり、独占のときはヴァージン財への課徴金が最も小さい一方で、リサイクル財への補助金は最も大きい¹⁰⁾。また、市場が競争的になるにつれて必要とさ

れる課徴金・補助金は、(11)で示された完全競争市場におけるピグー税・補助金に下方から収束する¹¹⁾。

命題2. 市場が独占または Cournot 寡占であるとき、(9)と(10)に示されるように、リサイクル財には最適供給量における限界外部便益と、価格と限界収入の乖離分の和に相当する補助金を設定し、かつヴァージン財には最適供給量における限界外部費用が価格と限界収入の乖離分を上回る(下回る)分に相当する課徴金(補助金)を設定することにより、最適資源配分が実現される。

5 内部化政策の実施可能性

本モデルで提示された課徴金・補助金ルールは、Kim and Chang [1993]による非線形ピグー税 (nonlinear Pigouvian tax) や Shaffer [1995]による線形従価税 (linear *ad valorem* tax) の分析での主張と同様に、政策の実施に必要なとされる情報の効率性、すなわち“informational feasibility”の観点から優れているといえる。つまり(9)と(10)より、課徴金と補助金を設定するにあたって、最適点における生産量及び需要曲線と排出関数の局所的な傾きに関する情報のみが必要であり、需要曲線や排出関数の大域的な形状、あるいは各企業の費用関数といった私的情報を知る必要がない。

一方で問題となるのは、このルールが一つの自己完結したファンドを形成しうるか、すなわち“financial feasibility”をもつかどうかである。前に述べた通り、不完全競争の場合には両方の政策手段がともに補助金となりうることから、環境規制当局の純税収(=税収入-補助金の支払い)がマイナスになってしまう可能性が十分考えられる。

この点について考察を深めよう。政策の実施に伴う純税収 (Net Tax revenue) の割引現在価値を NT とすると

$$(13) \quad NT^* \equiv T_q^* Q^* + \beta T_r^* R^*$$

である。さらに単純化のために、次のように関数及びパラメータを特定化することにしよう。

$$R^* = \gamma Q^*, P_Q = a - bQ, P_R = f - gR, V = -\frac{1}{2}E^2 \quad \text{and} \quad E = \frac{1}{2}(Q - R)^2.$$

a, b, f, g はそれぞれプラスの定数であり、 $\gamma \in [0, 1]$ はリサイクリング率 (= ヴァージン財の総生産量に対するリサイクル財の総生産量の割合) である。また排出関数は2次を仮定しており、ヴァージン財1単位による汚染排出量とリサイクル財1単位による汚染抑制量は等しいと仮定している。

これらを利用すると、(13) は次のようになる。

$$(14) \quad NT^* = (Q^*)^2 \left[\frac{1}{2} \beta (1-\gamma)^4 (Q^*)^2 - \frac{b}{n} - \beta \frac{g}{m} \gamma^2 \right].$$

もし両市場が完全競争ならば、 $n, m \rightarrow +\infty$ より

$$(14') \quad NT^c = \frac{1}{2} \beta (Q^*)^4 (1-\gamma)^4 \geq 0$$

である。したがって外部性のみが当面の問題であるならば、純税収は非負である。言い換えると、ヴァージン財の生産から徴収した税収入をリサイクル財の生産への補助に充てることが可能である。

それに対して、不完全競争による資源配分の歪みも同時に是正しなければならないとき (つまり n や m が比較的小さいとき) に純税収が非負となるのは、以下の2つの条件が満たされている場合のみである¹²⁾。

$$(15) \quad \beta n (Q^*)^2 \geq 2b$$

かつ

$$(16) \quad 0 \leq \gamma \leq \bar{\gamma},$$

ここで $\bar{\gamma}$ は、 $NT^* = 0$ を満たすリサイクリング率である。(15) は $\gamma = 0$ における純税収、すなわちヴァージン財市場のみからの純税収が非負であることを要求するものであり、(16) はその下で $NT^* \geq 0$ が成立する γ の範囲を示している。ここで、 $\gamma = 1$ のとき任意のパラメータに関して $NT^* < 0$ であり、かつ (14) より $\gamma \in (0, 1)$ において

$$(17) \quad \frac{\partial NT^*}{\partial \gamma} = -2\beta(Q^*)^2 \left[(1-\gamma)^3(Q^*)^2 + \frac{g}{m}\gamma \right] < 0$$

であることから、臨界値 $\bar{\gamma}$ は唯一存在する。

命題3 線形の需要曲線と2次の排出関数の下で、関連するパラメータが(15)を満たし、かつリサイクリング率が(16)で示された範囲内にあるならば、環境規制当局の純税収は非負である。

6 政策論的含意及び今後の課題

本稿では、使用済みの財の廃棄に伴い外部性が発生する不完全競争市場において、財のリサイクリングの可能性を認めた場合に、市場経済において最適資源配分を実現するためには、どのような水準に課徴金あるいは補助金の額を設定すればよいかを検討した。特にリサイクリングについては、競争の程度に関わらず補助金が支払われるべきであることを示すとともに、たとえばヴァージン財市場からの純税収がプラスであっても、環境規制当局の収支が均衡するリサイクリング率が必ず存在し、実現されるリサイクリング率がそれよりも高い場合には財源不足となることを示した。

図3で示した通り、リサイクリングが負の外部性を減少させる役割を持つならば、既にそれだけで市場での供給量は過少であり、加えてリサイクリングに従事する企業数が少なければさらに供給量は過少となる。理論的には、命題1や命題2で主張されたルールによってリサイクル財の生産に補助金が賦与されるべきなのであるが、今のところそのような制度を実施している事例は見当たらない。むしろ、リサイクリングに関連した設備投資への税制上の優遇措置などの助成プログラムというべきものが多い¹³⁾。

リサイクリングを促進する際に起こりうる矛盾は、たとえ潜在的に再利用可能な資源が豊富であっても、それに対するリサイクル企業の間需要、あるいは最終財としてのリサイクル製品に対する消費者の需要が乏しいことから、回収行為自体が経済的ではなくなるという問題である。古紙のストック

過剰に伴う 1996 年秋からの古紙価格の大暴落は、その典型例である。これについては古紙の品質の問題や過度の回収といった要因ももちろんあるが、おそらく最も重要なのは、古紙市場からスムーズに再生紙として再加工・販売される経路を適切に刺激する経済的誘因が弱いという点である。前述の税制上の優遇措置は、リサイクリング体制の整備に必要な固定費用こそ軽減するが、同時にそれがリサイクリングを継続的に促進する誘因たりえるかどうかは疑問である。

それに対して、本論で提示した 2 種類の経済的手法の組合せは、潜在的に廃棄物となる財に課税する代わりにそのリサイクリングに補助金を与えるという意味から、環境規制当局を仲介とした一種のデポジット・リファンド制度 (deposit-refund system) であり、目に見える形でリサイクリングに対する継続的な誘因付けが可能である。命題 3 で示したように、ある条件の下ではリサイクリング率が比較的低いうちはデポジットの方が多くなる。そこでその分を取り返すべく、ヴァージン財を生産している企業がリサイクリング分野へ参入、あるいはその手前の回収ルートを確認しようとする誘因が生まれ、結果としてリサイクリング率や再資源化率が上昇する可能性が考えられる。

最後に、本論のモデル分析の限界とそれに関連した今後の課題を明記しておく。第 1 に、ヴァージン財とリサイクル財の市場の完全分離（つまり両財の代替性がゼロ）を仮定している点である。この強い仮定によって、最適な課徴金・補助金の持つ含意を明確化することに成功している。とはいえ現実には、2 財間である程度の代替性があることから、両者が同じ市場で競合する場合も少なくない。したがって今後の拡張の方向性としては、両者間でのある程度の代替性、すなわち製品差別化を考慮したモデルの再設定が考えられよう。その一例として、Katsoulacos and Xepapadeas [1996] が僅か 1 ページの範囲内で示している製品多様化 (product diversity) を考慮した外部性の内部化モデルは、リサイクリングの文脈からも応用可能性は高いといえる。

第2に、消費過程からの負の外部性の発生(あるいはリサイクリングによる減少)を無視している点である。リサイクリングにおける消費者の役割を明示的に考慮する場合はその意思決定問題を導入する必要があることから、一般均衡分析にモデルを再設定する必要がある。生産と消費の両過程からの外部性を仮定する(リサイクリングなしの)一般均衡分析としてKohn [1996] などが見られるが、この種のアプローチを採用する場合、部分均衡分析の持つメリット(不完全競争の取り扱いなど)をある程度放棄しなければならない可能性が大きいことに注意を要する。

(1) 近年の通産省主導の環境保全対策の概観として、木村憲「環境保全に向けた産業政策に求められるもの—通産産業省の環境関連施策」(『リサイクル文化』54号, 1997年3月, 46-55頁)が参考になる。木村氏はさらに、産業界の自主的取り組みを主張する通産省の政策と、法的・経済的手法を重視する環境庁の政策との間に生じている対立についても言及している。また、環境庁企画調整局企画調整課調査企画室監修『環境政策と税制—「環境に係る税・課徴金等の経済的手法研究会」第1次報告』(1997年1月, ぎょうせい)も参照のこと。

(2) 「日本経済新聞」1997年6月12日付朝刊。

(3) 1990年12月の産業構造審議会の答申に基づく廃棄物処理・再資源化ガイドラインでは、鉄鋼業・紙パルプ製造業・化学工業・板ガラス製造業・繊維工業・非鉄金属精錬業・電気事業・自動車製造業・半導体製造業・石油精製業の10業種をその対象としている(後に1994年7月の「今後の我が国の廃棄物処理・リサイクルシステムの在り方」と題する意見具申により同ガイドラインの全面的見直しが行われたが、対象とする業種そのものに変更はなかった)。またガイドラインの対象品目のうち、公正取引委員会の定義による「高度寡占型(I)」(ハーフィンダール指数(H.I.)が3000超)の市場は二輪自動車(4274)、スチール缶(4080)、板ガラス(3779)、乾電池(3479)、「高度寡占型(II)」(H.I.が1800超かつ3000以下)の市場は自動車タイヤ・チューブ(2910)、アルミ缶(2770)、蓄電池(2036)、乗用車(1978)、ガラス製飲料用容器(1918)が該当する(カコ内は平成6年のH.I.、公正取引委員会事務総局『累積生産集中度及びハーフィンダール指数並びに累積出荷集中度(平成5・6年)』(平成9年6月)より)。

(4) これは両方の財の需要が独立であること(=交差弾性値がゼロ)を仮定しているにほかならず、いわゆる開放系リサイクリング(open-loop recycling)に

該当する。開放系リサイクリングとは、使用済み製品が前と違う用途に再生利用される過程であり、前述のガイドラインで示されている各業種の「再資源化」は、ほぼ全てがこの範疇に入る。

- (5) 費用関数の2階微分値が満たすべき条件については、後述の仮定Bで言及する。
- (6) この3つの仮定の下で Cournot-Nash 均衡の存在を証明したのは、Hahn [1962] である。また同じ仮定を置く外部性の寡占モデルとして、例えば Levin [1985] がある。
- (7) 例えば Baumol [1977] は、リサイクリングが決して資源浪費のない free activity ではなく、通常の生産活動と同様に廃棄物を発生する点に何ら変わりがないことを強調しており、リサイクリングが総じて環境にやさしいという直感的な認識を批判している。
- (8) あるいは企業による汚染の削減 (abatement) 活動を仮定した Stevens [1988] の分析も、それが二度と市場に出回らないという点を除けば、命題1とはほぼ同じ含意を持っている。
- (9) もし外部性の内部化と不完全競争の是正という2つの課題を達成するために制御すべき経済変数が各々異なるならば、少なくとも2つの政策が必要とされる。Asch and Seneca [1976] は環境保全政策と競争促進政策のうち、何らかの理由でどちらか一方しか実施できない場合に、それが厚生の部分的な改善に貢献するかどうかといった次善 (second-best) の問題を、図を用いて (しかし課徴金や補助金の有効性を考えずに) 検討している。
- (10) もちろん以上の議論より、最適点での価格と限界収入の乖離分が外部限界費用を上回るならば補助金であり、独占ならばその額は最大であることは明らかである。
- (11) Okuguchi [1996] は、企業数が異なれば Cournot-Nash 均衡での総生産量も変わるので、最適な課徴金の値はそれに応じて異なるとしている (85頁)。しかし本論の図からも明らかのように、課徴金・補助金の設定に際して情報として必要なのは Pareto 最適点 (= 需要曲線と限界社会的費用曲線との交点) における総生産量であり、Cournot-Nash 均衡でのそれではない。さらに企業の新規自由参入を想定したモデルとして、Katsoulacos and Xepapadeas [1996] を参照のこと。
- (12) また (14) より、一般に b や g が小さくなるにつれて (= 需要関数が弾力的になるにつれて)、 NT が増加することが明らかである。
- (13) 例えばアメリカ合衆国では少なくとも 27 の州において、その類の優遇措置

が実施されている (McClain [1995], p. 237).

* 本稿の執筆段階において、久保庭真彰先生、寺西俊一先生、後藤晃先生、石川城太先生から貴重かつ有益なコメントを頂いた。また2人の匿名のレフェリーからは、本稿を改善するにあたってのいくつかのアドバイスを頂いた。この場を借りて、深く感謝の意を表したい。

参考文献

- Asch, Peter and Joseph J. Seneca [1976], Monopoly and External Costs: An Application of Second-Best Theory to the Automobile Industry, *Journal of Environmental Economics and Management* 3: 69-79.
- Atri, Said and Thomas Schellberg [1995], Efficient Management of Household Solid Waste: A General Equilibrium Model, *Public Finance Quarterly* 23: 3-39.
- Barnett, A. H. [1980], The Pigouvian Tax Rule under Monopoly, *American Economic Review* 70: 1037-1041.
- Baumol, William J. [1977], On Recycling as a Moot Environmental Issue, *Journal of Environmental Economics and Management* 4: 83-87.
- Dinan, Terry M. [1993], Economic Efficiency Effects of Alternative Policies for Reducing Waste Disposal, *Journal of Environmental Economics and Management* 25: 242-256.
- Fullerton, Don and Thomas C. Kinnaman [1995], Garbage, Recycling, and Illicit Burning or Dumping, *Journal of Environmental Economics and Management* 29: 78-91.
- Hahn, F. H. [1962], The Stability of the Cournot Oligopoly Solution, *Review of Economic Studies* 29: 329-331.
- Katsoulacos, Yiannis and Anastasios Xepapadeas [1996], "Emission Taxes and Market Structure," in Carraro, -Carlo, Yiannis Katsoulacos and Anastasios Xepapadeas ed., *Environmental Policy and Market Structure*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: Chapter 1.
- Kim, Jae-Cheol and Ki-Bok Chang [1993], An Optimal Tax / Subsidy for Output and Pollution Control under Asymmetric Information in Oligopoly Markets, *Journal of Regulatory Economics* 5: 183-197.
- Kohn, Robert E. [1996], An Additive Tax and Subsidy for Controlling Automomo-

- bile Pollution, *Applied Economics Letters* 3 : 459-462.
- Levin, Dan [1985], Taxation within Cournot Oligopoly, *Journal of Public Economics* 27 : 281-290.
- Lusky, Rafael [1975], Optimal Taxation Policies for Conservation and Recycling, *Journal of Economic Theory* 11 : 315-328.
- Lusky, Rafael [1976], A Model of Recycling and Pollution Control, *Canadian Journal of Economics* 9 : 91-101.
- McClain, Katherine T. [1995], "Recycling Programs," in Bromley, Daniel W. ed., *The Handbook of Environmental Economics*, Basil Blackwell, Oxford : Chapter 11.
- Misiolek, Walter S. [1980], Effluent Taxation in Monopoly Markets, *Journal of Environmental Economics and Management* 7 : 103-107.
- Okuguchi, Koji [1996], Pigouvian Tax in Symmetric Cournot Oligopoly, 『南山経済研究』第11巻第1号, 83-87頁.
- Shaffer, Sherrill [1995], Optimal Linear Taxation of Polluting Oligopolists, *Journal of Regulatory Economics* 7 : 85-100.
- Smith, Vernon L. [1977a], Control Theory Applied to Natural and Environmental Resources : An Exposition, *Journal of Environmental Economics and Management* 4 : 1-24.
- Smith, Vernon L. [1977b], "Littering, Derelicts, and the Pricing System," in Smith ed., *Economics of Natural & Environmental Resources*, Gordon and Breach, New York : Chapter 22.
- Stevens, Brandt K. [1988], Fiscal Implications of Effluent Charges and Input Taxes, *Journal of Environmental Economics and Management* 15 : 285-296.

(一橋大学大学院博士課程)