“前払い”か“後払い”か？：不法投棄抑制の一つの判断基準

小　出　秀　雄*

1．趣　　旨

本研究ノートでは，廃家電製品の不法投棄を抑制する際に，製品課徴金に代表される「前払い料金制」と引取料金に象徴される「後払い料金制」のどちらが有効であるかを判断する一つの基準として，拙稿（2006）の修正モデルの比較静学分析から得られる結果を示す。それによって，今後の発展的な議論に寄与する判断基準の一つを，経済学的な見地から提供する。

使用済み製品を適正に返却する目的上，前払い料金制と後払い料金制のどちらが望ましいかは，実は確固たる回答が存在しない問いである。昨今わが国では，「家電リサイクル法」の見直しをめぐる議論が高まっているが，現行の後払い制を前払い制に変更したからといって，不法投棄をはじめとする不適正処理が減少する保証はない。実際，2006年に国が募集した「家電リサイクル法の見直しに関する意見」を見ると，「前払い制にしたらなぜ不法投棄が減るのか，その論拠を明らかにしてほしい」という趣旨の意見が目立つ[1]。

本ノートは，それらの意見の是非を検討することはせずに，拙稿（2006）の簡単な

*　西南学院大学経済学部。本研究ノートは，文部科学省の平成18年度科学研究費補助金（若手研究(B)）による，「個別リサイクル法の料金徴収制度と不法投棄対策の経済学的分析」（課題番号：16730139）の成果の一部である。その研究支援に，あらためて感謝申し上げる次第である。なお，本ノートで示した理論的な整理事項をもとに，近々包括的な論文を執筆する予定である。

1　電子政府におけるパブリックコメント（結果公示案件一覧）の中の，「家電リサイクル法の見直しに関する意見募集（第2回）結果について」（所管：経済産業省・環境省，結果公示日：平成18年12月15日）〔http://search.e-gov.go.jp/servlet/Public?ANKEN_TYPE=3&CLASSNAME=Pcm1090&KID=595206016&OBJCD=&GROUP=〕を参照のこと。なお，この意見募集は，同年8月29日から9月15日まで行われた。

部分均衡モデルに製品課徴金を導入し，同課徴金あるいは引取料金の変化によって内生変数，特に不法投棄量がどう変化するかを明らかにする。

ここで取り上げる比較静学の体系の中心は，予算および物質収支の制約下で自身の効用を最大化する消費者の行動に基づくものである。同消費者は，使用済み製品を排出する際，「生産者」[2]に料金を支払って引き取ってもらうか，自ら不法投棄をするかのどちらかを選択する。その場合，投棄量が減少する「代替効果」を得るためには，製品の購入時に支払う製品課徴金を引き上げるか，引取料金を「引き下げる」かのどちらかが必要である[3]。一方，実質所得の変化に伴うそれぞれの「所得効果」は互いに逆方向にはたらくため，代替効果と所得効果を合わせた「総効果」は一様ではない。

そこで本研究ノートでは，消費者の効用の交差偏導関数の大小関係を拠り所に，これらの効果の方向を分類する。その結果，不法投棄を抑制するためには，同交差偏導関数が相対的に大きいならば引取料金率の引き下げが，逆に小さいならば製品課税率の引き上げが，それぞれ有効であることを明らかにする。

２．モデルの概略

まず，本研究ノートの理論的根拠である部分均衡モデルを簡単に示す。なお詳細は，拙稿（2006）を参照されたい。

代表的な消費者の効用関数を，$u \equiv u(y, b)$ と定義する。ここで，y は家電製品の購入量（＝使用量），b は生産者が消費者から引き取る廃家電製品の量である。この効用の各偏導関数について，$u_y > 0$，$u_b > 0$，$u_{yy} < 0$，$u_{bb} < 0$ を仮定する[4]。一方，交差偏導関数 u_{yb} については，あらかじめ符号を決めておかないことにする。

次に，廃家電製品の排出前後の物質収支を，$\alpha y = b + d$ という等式で表現する。ここで，$\alpha \in (0, 1)$ は排出率，b は引取量，d は不法投棄量である。よって，αy は廃家電製品の排出量を表す。

2　原論文のモデル設定では，生産者を製造業者と小売業者に分けているが，以下ではまとめて生産者とよぶことにする。

3　一般的に，不法投棄に伴う外部不経済を内部化するためには，政策をいくつか組み合わせることが有用である。拙稿（2005）ではその一例として，最適な製品課税率と引取料金率がトレードオフの関係にあることを示している。したがって，もし何らかの理由で製品課税率を引き上げるならば，同時に引取料金率を引き下げなければならない。

4　以下，関数の下添え字は，1階または2階偏微分の対象変数を表す。

さらに，消費者が直面する予算制約を，$I=(p+t)y+sb$ と仮定する。左辺の I は同消費者の所得であり，右辺の p は家電製品の販売価格，t は同製品課税率，s は引取料金率である。

これらの式をもとに得られる消費者の意思決定問題の１階条件は，いずれの変数も均衡において内点解であると仮定すると，$u_y+\alpha u_b=\lambda(p+t+s\alpha)$ および $u_b=\lambda s$ である。ただし λ は，予算制約式に関するラグランジュ乗数である。

他方，生産者の利潤最大化行動に関しては，$s^1=h'(x)+\beta[k'(r)-s^2]$ という１階条件が成立する。ここで，s^1は廃家電製品の収集運搬料金率，$h'(x)=h'(r\beta^{-1})$ は同収集運搬の限界費用（$r=\beta x$ はリサイクル製品の量，$\beta\in(0,1)$ はリサイクル率，x は投入量），$k'(r)$ は同リサイクルの限界費用[5]，s^2はリサイクル料金率である。また，家電製品の販売について $p=c'(y)$，つまり価格と限界費用 $c'(y)$ が一致するという１階条件が得られる。なお，この生産者の意思決定問題においても，すべて内点解を仮定している。

このモデルにおける均衡解（y^*, d^*, λ^*, r^*）および $b^*=\alpha y^*-d^*$を決定する方程式体系は，次の４式で表される。

$$
\begin{cases}
u_y\left(y^*,\alpha y^*-d^*\right)+\alpha u_b\left(y^*,\alpha y^*-d^*\right)-\lambda^*\left[c'\left(y^*\right)+t+s\alpha\right]=0 \\
-u_b\left(y^*,\alpha y^*-d^*\right)+\lambda^* s=0 \\
I-\left[c'\left(y^*\right)+t+s\alpha\right]y^*+sd^*=0 \\
s^1-h'\left(r^*\beta^{-1}\right)-\beta\left[k'\left(r^*\right)-s^2\right]=0
\end{cases}
$$

これより，次の全微分体系を得る。なお，表記の煩雑を避けるため，陽表的な内生変数以外にはアステリスクを付さないことにする。

5　以下，プライムは1階微分，ダブルプライムは2階微分をそれぞれ意味する。

$$\begin{bmatrix} u_{yy}+2\alpha u_{yb}+\alpha^2 u_{bb}-\lambda^* c'' & -(u_{yb}+\alpha u_{bb}) & -(c'+t+s\alpha) & 0 \\ -(u_{yb}+\alpha u_{bb}) & u_{bb} & s & 0 \\ -(c'+c''y^*+t+s\alpha) & s & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\beta^{-1}(h''+\beta^2 k'') \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dy^* \\ dd^* \\ d\lambda^* \\ dr^* \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix} dI + \begin{bmatrix} \lambda^* \\ 0 \\ y^* \\ 0 \end{bmatrix} dt + \begin{bmatrix} \lambda^*\alpha \\ -\lambda^* \\ b^* \\ 0 \end{bmatrix} ds + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -ds^1-\beta ds^2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -y^*(u_{yb}+\alpha u_{bb}) \\ y^* u_{bb} \\ sy^* \\ 0 \end{bmatrix} d\alpha + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \beta^{-1}(s^1-h'-x^*h'') \end{bmatrix} d\beta.$$

ここで，２階条件を満たすため，

$$\Delta \equiv \begin{vmatrix} u_{yy}+2\alpha u_{yb}+\alpha^2 u_{bb}-\lambda^* c'' & -(u_{yb}+\alpha u_{bb}) & -(c'+t+s\alpha) & 0 \\ -(u_{yb}+\alpha u_{bb}) & u_{bb} & s & 0 \\ -(c'+c''y^*+t+s\alpha) & s & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\Gamma \end{vmatrix}$$

$$= \Gamma\left[s^2(u_{yy}-\lambda^* c'') - s(2c'+c''y^*+2t)u_{yb} + (c'+t)(c'+c''y^*+t)u_{bb}\right]$$

$$< 0$$

であると仮定する。ただし，$\Gamma \equiv \beta^{-1}(h'' + \beta^2 k'') > 0$ である。

以下で言及する各パラメータの変化によって，リサイクル製品の量 r^*は変化しないので，これに関する記述は省略する。また，所得の限界効用である λ^*（＝ラグランジュ乗数）へ及ぼす効果に関しても，本研究ノートの目的と直接関係がないため，割愛する。

３．所得効果の整理

外生的な所得 I が微小に変化すると，家電製品の購入量 y^*，廃家電製品の不法投棄量 d^*および引取量 b^*は，それぞれ次の式で表される変化を受ける。

（ｉ） 所得の増加の効果

$$
\begin{cases}
\dfrac{\partial y^*}{\partial I}=\dfrac{\Gamma}{\Delta}\left[(c'+t)u_{bb}-su_{yb}\right] \\[2ex]
\dfrac{\partial d^*}{\partial I}=\dfrac{-\Gamma}{\Delta}\left[s\left(u_{yy}-\lambda^* c''\right)-\left(c'+t-s\alpha\right)u_{yb}-\left(c'+t\right)\alpha u_{bb}\right] \\[2ex]
\dfrac{\partial b^*}{\partial I}=\dfrac{\Gamma}{\Delta}\left[s\left(u_{yy}-\lambda^* c''\right)-\left(c'+t\right)u_{yb}\right]
\end{cases}
$$

これらの３式は所得効果を表しているが，このままで符号が明らかなものは一つもない。

そこで，効用の交差偏導関数 u_{yb} に関連して，$U^y \equiv s^{-1}(c'+t)u_{bb}<0$，$U^d \equiv (c'+t-s\alpha)^{-1}[s(u_{yy}-\lambda^* c'')-(c'+t)\alpha u_{bb}]$，$U^b \equiv (c'+t)^{-1}s(u_{yy}-\lambda^* c'')<0$ を定義し，それぞれの差に関する指標である $F \equiv s^2(u_{yy}-\lambda^* c'')-(c'+t)^2 u_{bb}$ の符号を利用すると，上記の所得効果を図１のように整理することができる。

ここで，家電製品 y が正常財（上級財）である状況を仮定すると，図１の各図において，交差偏導関数 u_{yb} が U^y より大きい領域のみに注目すればよい。

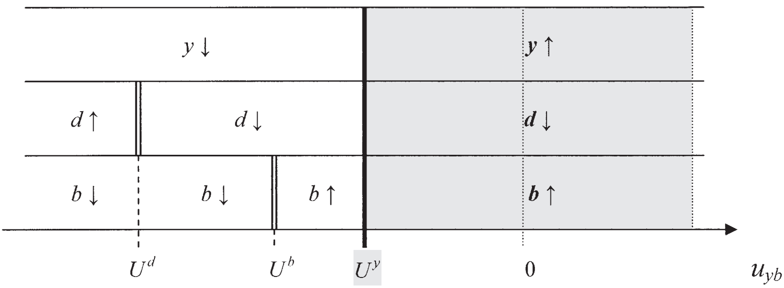
したがって，図中の(1)では［$y\uparrow, d\downarrow, b\uparrow$］のみが，(2)と(3)では［$y\uparrow, d\downarrow, b\uparrow$］，［$y\uparrow, d\uparrow, b\uparrow$］，［$y\uparrow, d\uparrow, b\downarrow$］の３通りが，所得効果の組み合わせとしてありうることがわかる。つまり，ここでは所得が増えれば製品の購入量が必ず増えるものと仮定しているため，投棄量と引取量がともに増えることもありうる。両者の変化の方向は，常に逆であるとは限らないのである。

次に，図１で示された組み合わせの可能性をもとに，所得効果を３つのパターンにあらためて整理したのが，表１である。いずれも，y が正常財であることを前提としており，u_{yb} が相対的に大きいならば投棄量は減少し（＝パターン①），逆に u_{yb} が小さいならば投棄量は増加する（＝パターン③）。そして，その間の領域では，投棄量と引取量がともに増加する可能性がある（＝パターン②）。

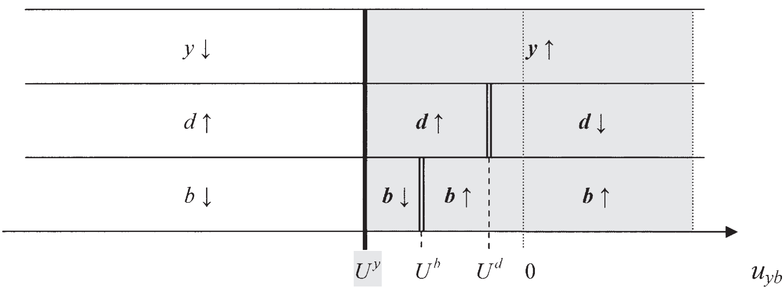
ちなみに，以上の分類方法においては，u_{yb} の符号を問題にしているのではない点に注意しよう。一般的に経済学のモデル分析では，効用の交差偏導関数の符号を特定化しない。効用最大化の２階条件を満足する限り，これは正負どちらの値をとってもかまわない。ただ，何らかの理由でもし u_{yb} をゼロと「仮定」するならば，図１の各

図１　所得効果の組み合わせ：３通り

(1) F が負のとき



(2) F が正、U^d が負のとき



(3) F が正、U^d が正のとき

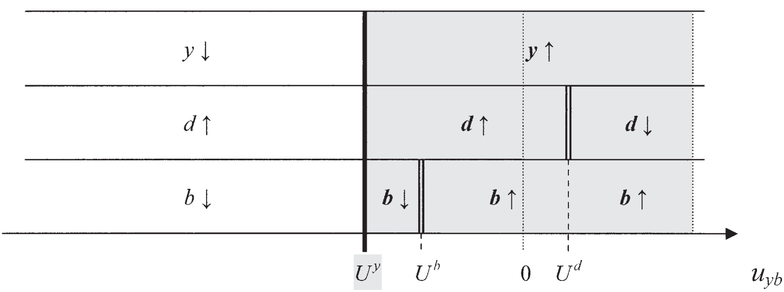


表１　所得効果の３つのパターン

交差偏導関数 u_{yb}	パターン	購入量 y の変化	投棄量 d の変化	引取量 b の変化
大	①	増　加	減　少	増　加
↕	②	増　加	増　加	増　加
小	③	増　加	増　加	減　少

（注）製品 y は正常財（上級財）であると仮定。

図において，０から垂直に引かれている点線上での変化のみを問題にすればよい。

４．総効果の比較

続いて，所得効果に代替効果を加えた総効果を整理する。

冒頭で述べたように，不法投棄を抑制する代替効果を得るためには，前払いの製品課徴金を引き上げるか，後払いの引取料金を「引き下げる」かのどちらかが必要である。数式では，以下のように表現される。ただし，偏微分における（$-s$）は，引取料金率の微小な「減少」を意味する。

（ⅱ）　製品課税率の上昇の効果

$$\begin{cases} \dfrac{\partial y^*}{\partial t} = \dfrac{\Gamma}{\Delta} s^2 \lambda^* - y^* \dfrac{\partial y^*}{\partial I} \\[2ex] \dfrac{\partial d^*}{\partial t} = \dfrac{\Gamma}{\Delta} s\left(c' + c'' y^* + t + s\alpha\right)\lambda^* - y^* \dfrac{\partial d^*}{\partial I} \\[2ex] \dfrac{\partial b^*}{\partial t} = \dfrac{-\Gamma}{\Delta} s\left(c' + c'' y^* + t\right)\lambda^* - y^* \dfrac{\partial b^*}{\partial I} \end{cases}$$

（iii）引取料金率の下落の効果

$$\begin{cases} \dfrac{\partial y^*}{\partial(-s)} = \dfrac{\Gamma}{\Delta} s(c'+t)\lambda^* + b^* \dfrac{\partial y^*}{\partial I} \\[2ex] \dfrac{\partial d^*}{\partial(-s)} = \dfrac{\Gamma}{\Delta}(c'+t)(c'+c''y^*+t+s\alpha)\lambda^* + b^* \dfrac{\partial d^*}{\partial I} \\[2ex] \dfrac{\partial b^*}{\partial(-s)} = \dfrac{-\Gamma}{\Delta}(c'+t)(c'+c''y^*+t)\lambda^* + b^* \dfrac{\partial b^*}{\partial I} \end{cases}$$

それぞれの式の代替効果（＝右辺第１項），所得効果（＝同第２項）および総効果（＝右辺全体）の符号を，表２（製品課税率の引き上げ）と表３（引取料金率の引き下げ）にあらためて整理してある。明らかに，それぞれの場合の代替効果の方向は一致している。つまり，製品の購入量と投棄量は減る一方，引取量は増える。

加えて，$c' + t > s$，つまり製品販売時の税込み価格は引取料金より大きいと仮定すると，(iii)の代替効果（の絶対値）は(ii)の代替効果（の絶対値）よりも大きいことが明らかである。すなわち，不法投棄を抑制するための代替効果のみを考えるならば，引取料金の引き下げの効果の方が，製品課徴金の引き上げの効果より大きい。

他方，表２と表３の所得効果の符号を見ると，同効果の方向がそれぞれ正反対であることがわかる。ここでは，表１で定義した３つのパターンを利用して，所得効果の符号を記してある。この中で，不法投棄を抑制する所得効果があるのは，表２におけるパターン②とパターン③，および表３におけるパターン①の計３パターンである。それ以外の所得効果は，いずれも正である。

以上の整理より，総効果として不法投棄の量が減少するのが明らかな状況は，以下の３つのケースに限られる。

■ケース１：所得効果パターン①のときの引取料金率の引き下げ
■ケース２：所得効果パターン②のときの製品課税率の引き上げ
■ケース３：所得効果パターン③のときの製品課税率の引き上げ

すなわち，どちらの方策が不法投棄の抑制に効くかは，所得効果のパターン，ひいては効用の交差偏導関数の大小に依存しているのである。言い換えるならば，交差偏

表２　製品課税率の引き上げ：効果別

	代　替　効　果	所　得　効　果	総　効　果
y の変化	－	①　－	①　－
		②　－	②　－
		③　－	③　－
d の変化	－	①　＋	①　？
		②　－	②　－
		③　－	③　－
b の変化	＋	①　－	①　？
		②　－	②　？
		③　＋	③　＋

表３　引取料金率の引き下げ：効果別

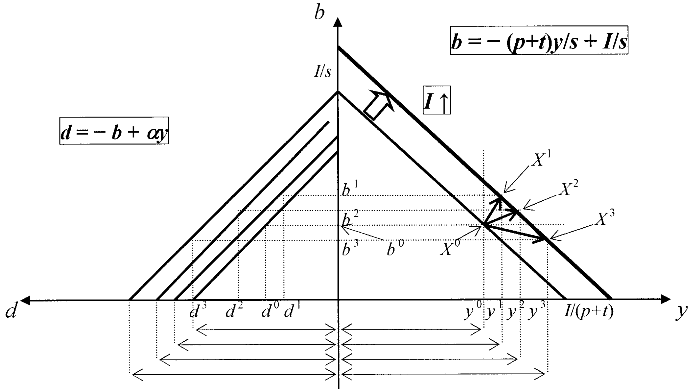
	代　替　効　果	所　得　効　果	総　効　果
y の変化	－	①　＋	①　？
		②　＋	②　？
		③　＋	③　？
d の変化	－	①　－	①　－
		②　＋	②　？
		③　＋	③　？
b の変化	＋	①　＋	①　＋
		②　＋	②　＋
		③　－	③　？

導関数が相対的に大きい場合は引取料金の引き下げが，逆に小さい場合は製品課徴金の引き上げが，不法投棄の抑制にそれぞれ有効である。

５．図　解　例

以上の数学的な整理を視覚的にとらえるために，図を使った表現を明示しておくことは有益であろう。

図２　所得効果の図解



$$\left(\begin{array}{l} X^0 \rightarrow X^1:\quad y\uparrow,\quad d\downarrow,\quad b\uparrow \\ X^0 \rightarrow X^2:\quad y\uparrow,\quad d\uparrow,\quad b\uparrow \\ X^0 \rightarrow X^3:\quad y\uparrow,\quad d\uparrow,\quad b\downarrow \end{array}\right)$$

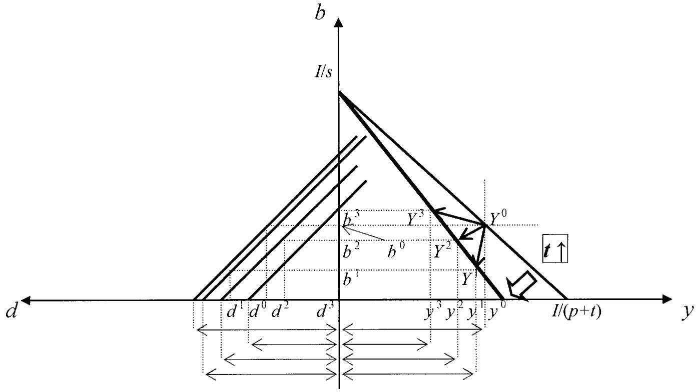
図２は所得効果，図３は製品課徴金の引き上げの効果，図４は引取料金の引き下げの効果を，それぞれ描いたものである。すべての図において，右方向への横軸は家電製品の購入量 y，左方向への横軸は廃家電製品の不法投棄量 d，そして縦軸は同製品の引取量 b を，それぞれ表している。

なお，これらの図は，拙稿（2006）で採用した作図方法によって第１象限と第２象限のみを描いたものであり，変化前と変化後の無差別曲線は，煩雑を避けるため省略している。かつここでは，作図を容易にするため，排出率 α を１と仮定することによって，第１象限で得られた（無差別曲線と予算制約線 $b=-(p+t)y/s+I/s$ の接点における）家電製品の均衡購入量 y^*を，そのまま第２象限の物質収支線 $d=-b+\alpha y=-b+y$ の横軸切片に利用している。したがって，各図の横軸の下にある数本の矢印は，左右ともに長さが等しい。

図２において，所得 I の増加前の均衡点は X^0，増加後の均衡点は X^1，X^2，X^3のいずれかで表されている。ミクロ経済学の消費者理論が教えるように，消費者の所得が増加すると，第１象限の予算制約線は上方に平行にシフトする。

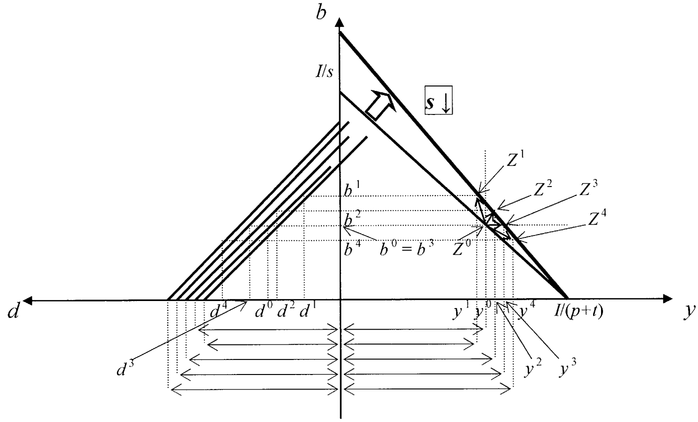
さて，ここでは製品 y が正常財であると仮定しているので，同増加後の均衡点は，X^0より右方に現れる。縦軸を見ると，X^1と X^2では引取量は増えているが，X^3では逆

図 3　製品課税率の引き上げ効果の図解



$$\left(\begin{array}{l} Y^0 \to Y^1:\quad y\downarrow,\quad d\uparrow,\quad b\downarrow \\ Y^0 \to Y^2:\quad y\downarrow,\quad d\downarrow,\quad b\downarrow \\ Y^0 \to Y^3:\quad y\downarrow,\quad d\downarrow,\quad b\uparrow \end{array}\right)$$

図 4　引取料金率の引き下げ効果の図解



$$\left(\begin{array}{l} Z^0 \to Z^1:\quad y\downarrow,\quad d\downarrow,\quad b\uparrow \\ Z^0 \to Z^2:\quad y\uparrow,\quad d\downarrow,\quad b\uparrow \\ Z^0 \to Z^3:\quad y\uparrow,\quad d\uparrow,\quad b= \\ Z^0 \to Z^4:\quad y\uparrow,\quad d\uparrow,\quad b\downarrow \end{array}\right)$$

に減っている。また，左方向の横軸を見ると，X^1に対応する投棄量は減っているが，X^2とX^3については増えている。すなわち，この変化の組み合わせは，表１で示した所得効果の３つのパターンにそのまま対応している[6]。

次に，製品への税率tが引き上げられる状況を描いた図３では，実質所得が減少するために，予算制約線は内側にシフトする。しかし，縦軸切片はそのままである。課税率の引き上げ前の均衡点はY^0，引き上げ後の均衡点はY^1，Y^2，Y^3のいずれかで表してある[7]。

この図３において，製品購入量はいずれも減っているが，引取量は減ったり増えたりまちまちである。また，投棄量に関しても同様であり，Y^1ではむしろ増えている。

最後に，図４で示された引取料金率の引き下げの状況では，実質所得が増加するため，予算制約線は外側にシフトするが，横軸切片はそのままである。料金率の引き下げ前の均衡点はZ^0，引き下げ後の均衡点はZ^1，Z^2，Z^3，Z^4の４種類である。この場合，図３と違うのは，製品の購入量は減る可能性がある，という点である。他方，図３と同じように，廃家電製品の投棄量と引取量の変化はまちまちである[8]。

６．小　　括

本研究ノートで整理した，前払い料金制と後払い料金制（の変化）が不法投棄の抑制に及ぼす諸効果は，消費者理論の比較静学から得られた，あくまで一つの判断材料にすぎない。廃棄物の不法投棄が絶えない背景にはさまざまな理由が存在すると考えられるので，他の理論モデルや実証分析による検討も当然必要である。また，経済学の考え方では分析しづらい要因もあるだろう。

しかしながら，本研究ノートで提示したようなモデル分析とその含意を示さない限り，冒頭の「前払い制にしたらなぜ不法投棄が減るのか」という問いに，一つの指針となりうる回答を与えることはできない。ここでは暫定的に，本ノートのタイトルである「前払いか後払いか？」という問いに対する回答を，次のように記しておくことにする。

6　すなわち，$X^0 \rightarrow X^1$はパターン①，$X^0 \rightarrow X^2$はパターン②，$X^0 \rightarrow X^3$はパターン③にそれぞれ対応している。

7　ちなみに，図3と図4では，図示した以外の結果の組み合わせもありうるが，図が不必要に細かくなってしまうので省略した。

8　なお，Z^0からZ^3への変化では，引取量は変化しない（「$b=$」と記述）。

【回答１】消費者による不法投棄を抑制するための方策に関しては，代替効果と所得効果の両方を考慮しなければならない。

【回答２】投棄を抑制する代替効果を得るには，前払い料金を引き上げるか，後払い料金を引き下げることが必要である。その意味で，両料金の効果は代替的であり，どちらか一つが（あらゆる点で）有利であると判断することはできない。

【回答３】投棄を抑制する総効果を得るには，効用の交差偏導関数が比較的大きいならば後払い料金の引き下げが，逆に小さい場合は前払い料金の引き上げが，それぞれ有効である。

参　考　文　献

小出秀雄 (2005)，「不法投棄の隠蔽が行われるときの最適な政策の組み合わせ：前編」『経済学論集』（西南学院大学学術研究所）第40巻第2号，47-62頁，および「不法投棄の隠蔽が行われるときの最適な政策の組み合わせ：後編」『経済学論集』（同上）第40巻第3号，59-84頁。

小出秀雄（2006），「廃家電製品の引取料金と処理責任の数量効果」，西日本理論経済学会編『経済発展と公共政策の展開』（『現代経済学研究』第13号）勁草書房，117-149頁。