

# 環境税・炭素税に関するいくつかの論点<sup>1)</sup>

我妻伸彦

## 序論 議論の背景

環境税や課徴金、排出許可証取引制度、環境補助金等に代表される環境政策の経済的手段に対する一般の人々の反応は相半ばする。消費者・住民の立場では、「汚染者」に金銭的負担を強いる環境税等を歓迎しつつも、自らの負担には抵抗感を示し、排出許可証については、環境を金銭で買っているものとして反発する。他方、産業・企業の立場では、環境税、排出許可証を「市場経済」への不当な介入で経済活動の妨げとなるものと排斥する一方で自主的対策を重視し、補助金の存在意義は認めるという傾向が強い。

他方、経済学の領域では、ピグー以来の伝統的厚生経済学の「直接規制（規制的手段）よりも経済的手段が優れる」、「補助金よりも税・課徴金、排出許可証取引制度が優れる」という常識的一般論への反動として、最近、経済的手段全般や特に税・課徴金のデメリットや不十分さを強調する分析が多く見られる。しかし、議論の中には、常識的一般論への反論に熱心なあまり、そもそも、政策選択の判断基準をいかに考えるのかという基本や、対案としての補助金や直接規制の問題点の評価が曖昧となっている議論も少なくない。社会一般の漠然とした経済的手段への反発と渾然一体となり、議論の混乱が残っている。

以下では、近年の「環境税・経済的手段不十分説」を類型に分けた上で、そのいくつかの論点の妥当性を批判的に概観・再検討し、その背景にある政策の

評価視点に関する議論を喚起する。

## 1 経済的手段や税・課徴金のデメリット・不十分さを強調する議論の類型

経済学又は、少なくとも経済問題に関わる文脈でみられる「環境税・経済的手段不十分説」をいくつかの類型に分けてみると、以下のような分類が可能であろう。具体的な議論は、必ずしも一つの類型に収まりきるわけではなく、複数の類型に関わる場合が多いが、議論の焦点を明確にするには一定の単純化が必要となる。

- 1) 非一様混和性汚染物質による環境問題に環境税を適用した場合に、静学的効率性が「期待していた水準」より低下することを問題とする議論
- 2) 環境税・炭素税導入に所得分配変更効果が不可避で、それ故に政治的摩擦を生じ、実現可能性が低いとする議論（関連して、所得分配効果是正機能を持った政策手段としての補助金の有効性評価に関する議論）
- 3) 税・課徴金と異なり、排出許可証取引制度の場合、許可証の初期配分によって動学的効率性が左右され、十分な動学的効率性がない場合があると主張する議論
- 4) 計量モデルによる分析で、炭素税導入の経済成長率引き下げ効果を問題とする議論
- 5) 国際競争力への影響；環境税導入を「費用の増加＝絶対優位の喪失」と捉え、当該国の国としての「国際競争力」が低下すると考える議論。又は、絶対優位を著しく喪失する産業＝損失者の存在（分配問題）を問題視する議論  
以下ではこの内、価値判断に大きく依存する2）以外の点について議論する。

## 2 類型毎の論点

### 2-1 非一様混和性汚染物質と「静学的効率性」

#### 2-1-1 問題の所在

汚染物質が環境媒体の中で不均一に拡散し、その結果、汚染物質の濃度が局所的に異なり、環境被害の違いを生み出すような場合、非一様混和性汚染物質（non-uniformly mixed pollutants）による環境問題と呼ばれる。典型的には、亜硫酸ガスへの直接暴露による健康被害などであり、汚染源からの距離、風向、風速等の条件や、周辺の人口密度や環境の脆弱性などによって、同一量（同一濃度）の汚染物質排出であっても、環境被害は大きく異なる。これと対照的なのが一様混和性汚染物質（uniformly mixed pollutants）であり、環境被害を考える際には、当該汚染物質の環境への排出総量に焦点を絞ることが可能となる。具体的には、気候変動問題での温室効果ガスがその例に該当する。

定義から明らかなように、非一様混和性汚染物質による問題の場合、当初の汚染物質排出量（濃度）が同一の汚染源であっても、それがもたらす環境被害に応じて、求められる削減の程度は異なり、対応する限界削減費用も異なる。実際、理論的には非一様混和性汚染物質の問題に環境税をもって対処する場合、差別化された税率の適用や、直接的な数量規制で補うことが必要としており、一律の税率を適用することだけで静学的効率性が得られるとは主張していない。

他方、差別化された税率が適用される場合、「異なる汚染排出源の間での限界削減費用の均等化」という、同一の汚染物質排出削減「総」量達成のための社会的費用最小化条件は満たされなくなる。

以上を背景に、「非一様混和性汚染問題に一律税率の環境税だけで対処した場合、その経済厚生上の利得が、理想的な場合より少なくなる」こと、あるいは、「汚染源により差別化された基準を指定した時、同一汚染削減総量を達成するための汚染削減費用合計は、一律環境税の下での（限界削減費用均等化状況

での) 汚染削減費用合計より多くなり、最小化に失敗する」ことをもって、環境税は数量直接規制に劣るとの印象を与える議論がなされることがある。

しかし、本来、求められる分析は、同一の環境状況達成を前提とした、税・課徴金と規制的手段の対策費用の比較分析であり、非一樣混和性汚染物質の場合、このことと、「同一汚染物質削減総量」を達成することは同じではない。同一の環境状況達成を前提とした実証分析は、決して容易でないが、「非一樣混和性汚染問題に一律税率で対処した場合の経済厚生上の利得が、一樣混和性問題を偽装した場合に想定される利得より少ないこと」や「汚染源により差別化された基準を指定した時の汚染削減費用合計が、一律環境税の下での（限界削減費用均等化状況での）汚染削減費用合計より多いこと」を示しても、税・課徴金（経済的手段）の否定材料にはならない。

#### 2-1-2 非一樣混和性汚染物質による環境問題への理論的対応

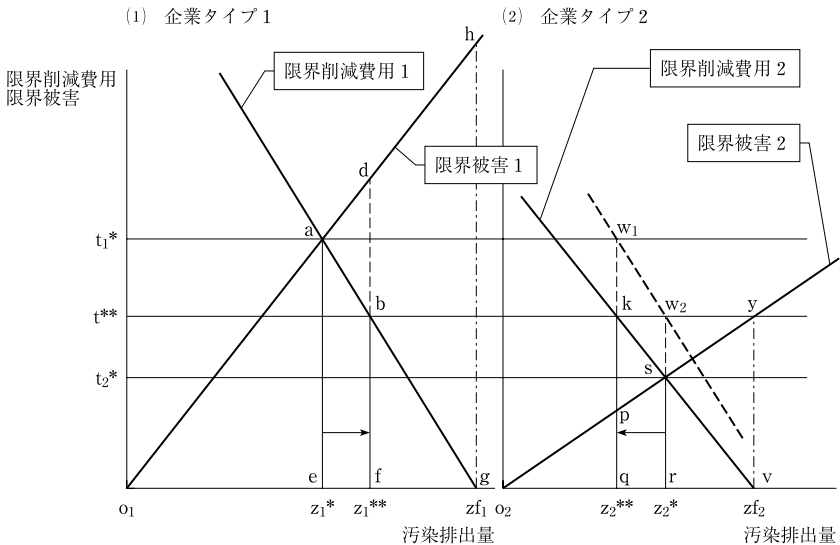
上に見たように、非一樣混和性汚染の場合、場所・時間・周辺環境・自然条件などによって汚染排出源が異なれば、同一の汚染排出削減であっても、それがもたらす限界回避被害額（環境上の限界便益）は異なる。このため、同一の汚染排出量でも、その汚染分布により社会の利益は異なり、同一の汚染排出量達成のための削減費用の最小化は、社会の純利益の最大化とは関わらなくなる。以下では、2つのタイプの企業が存在する場合について、直感的に図示する（より一般的な議論は、補論1参照）。

いま、横軸に汚染排出量、縦軸に限界削減費用等を取り、企業タイプ1、企業タイプ2が関わる環境問題を図1のように整理する。

企業タイプ1と企業タイプ2は、立地が異なり、その立地の周辺の状況（人口密度、その他自然条件等）を反映して異なった「汚染排出に対する限界被害額曲線」に直面する。図1では企業タイプ1の立地の方が、「人口密度が高い」とか周辺環境が「汚染物質の同化・浄化能力に乏しくより脆弱」などの理由の下に、より急な傾斜を持つ限界被害額曲線に直面しているものとする。

他方、図1では削減費用に関しては、企業タイプ1の方が、1) 何も汚染排出削減対策を行わない場合の汚染排出量が多い ( $z_{f1} > z_{f2}$ ) とともに、2) 限界

図 1



削減費用曲線の傾きが急になるように描かれている（図は、削減費用がタイプにより異なる状況の具体的例示であり、その異なり方を特定するものではない。なお、点  $w_1w_2$  を通る二点鎖線は、図 1-(1)の限界削減費用 1 を図 1-(2)上に平行移動したものであり、その傾きは等しく、点  $w_1$ 、 $w_2$  の高さは点 a、b に等しい）。

この時、何ら汚染対策がなされずに、外部費用が内部化されていないとすれば、設定により実現する点は、企業タイプ 1 について点  $g$  ( $z_{f1}$  に対応する点)、企業タイプ 2 について点  $v$  ( $z_{f2}$  に対応する点) となる。しかし、社会にとって望ましいのは、汚染削減対策を適切に実行することにより、回避被害額から汚染削減費用を差し引いた純利益が最大化されるような状況の実現であり、それは企業タイプ 1 が点 a を、タイプ 2 が点 s を実現することで達成される。

回避被害額から汚染削減費用を差し引いた純利益は、図 1 では、限界被害額曲線、限界削減費用曲線及び、 $z = z_{fi}$  ( $i = 1, 2$ ) と実現汚染排出量で囲まれる面積で示されるが、企業タイプ 1 が点 a を、タイプ 2 が点 s を実現したとき、

その面積は  $\Delta agh$  と  $\Delta svy$  の合計となり最大化される。この純利益最大化点は、直接的な数量規制でも、税という名称の直接的価格規制でも同様に達成することができる。即ち、直接的な数量規制であれば、各企業に汚染排出量の上限を  $z_i^*$  ( $i=1, 2$ ) と指示すればよく、他方、直接的価格規制であれば、各企業に対して差異化された税率  $t_i^*$  ( $i=1, 2$ ) を提示すればよい。

ここで、同一の汚染排出総量を維持することを条件に、排出源毎の限界削減費用の均等化による汚染削減費用の最小化を図ることも可能である。それは、 $t_1^* > t^{**} > t_2^*$  の範囲にある適切な税率  $t^{**}$  を指定すること又は、直接的に  $z_1^* - z_1^{**} = z_2^{**} - z_2^*$  の条件を満たす適切な汚染排出量  $z_1^{**}$ 、 $z_2^{**}$  を指定することによって達成される。しかし、そこでは確かに同一の汚染排出  $z_1^* + z_2^* = z_1^{**} + z_2^{**}$  を達成するに当たっての削減費用は、 $\square ksw_2w_1$  分低下しているが、同時に、異なる限界回避被害額曲線に対応した最適化条件から外れるために、回避被害額から汚染削減費用を差し引いた純利益も、 $\Delta abd + \Delta skp$  分低下している。

以上をまとめれば、「非一様混和性の汚染問題に対して、「社会的純利益の最大化」の条件と「同一汚染排出総量達成のための削減費用の最小化」の条件は乖離しており、後者は政策目標として意味をなさない」といえる。

他方、政策目標として一定の意味を持つ「回避被害額から汚染削減費用を差し引いた社会的純利益の最大化」の実現に関しては、個別の限界被害額曲線や、限界削減費用曲線に関して、有効な直接的な数量規制を行政上可能とするだけの情報量が存在すれば、有効な直接的価格規制＝差別化された税も行政上可能なのであり、有効な数量的直接規制と価格の直接規制の間に理論的な優劣関係は存在しない。

### 2-1-3 直接規制に対して、経済的手段が有効となる場合

非一様混和性の汚染物質による環境問題で、汚染源となる各排出企業を個別にしか考えられない状況であるならば、直接規制と経済的手段の対立は、直接的な数量規制と直接的価格規制の区別に退化し、実際的な意味を持たなくなる。しかし、政策的視点からみた場合、個別事象が完全に差別化される状況ばかり

という想定もまた一般的ではない（Seskin, Anderson and Reid（1983）参照）。例えば、限界被害額曲線が個々の汚染受容点毎に異なるといっても、人口密度や自然条件等で一定の類型化が可能な場合があろう。そのような類型に基づいて、商工業地域、住宅地域などの環境政策上のゾーニングを行い、当該環境問題を擬似的に様混和性汚染の問題と見なせる一定の広さを持った地域毎に、その地域内で一律税率を適用する（又は、その地域内で等価交換可能な排出許可証取引制度を導入する）ならば、同一の政策当局の情報量（ゾーニング地域毎の限界被害額関数及び企業数、代表的企業の限界削減費用関数に関する情報は持つが、個別の限界費用・被害に関する情報は持たない）の下に経済的手段によって、ゾーニング地域毎に同一の環境状況を、より安い費用で達成することが可能となる（補論2参照）。

## 2—2 動的効率的<sup>2)</sup>の評価

### 2—2—1 問題の所在

経済的手段の利点として、静学的効率性に関してはかなり緻密な議論がなされているが、もう一つの動的効率性については、「その理論は静学的効率性の理論ほど確立していない」（岡（1997））とされ、また、技術進歩という実証分析が難しい分野に関わることもあり、十分な分析がなされていない。その中で、諸富（2000）は、税・課徴金と排出許可証取引制度を比較して、排出許可証の初期配分によって動的効率性が左右され、実績比例無償配分で初期配分がなされる場合には、十分な動的効率性がないと主張した。天野（2000）にも同様の見解が見られる。

そのメカニズムを整理すれば、排出許可証の初期配分が入札の場合、技術進歩で社会的限界削減費用曲線が下方シフトすると、実現排出削減費用の低下に加えて、社会全体の排出許可証総量一定の枠組みの中で排出許可証価格が低下し、その初期入札分の購入価額が減少するという形で技術進歩へのインセンティブが生じるが、実績比例無償配分（grand-fathering）で排出許可証の初期配分がなされる場合、実現排出削減費用の低下以外のインセンティブが生じないという

ところにある。

しかし、社会全体での議論と、個々の汚染物質排出源が直面するインセンティブは異なる可能性がある。即ち、i) 動学的効率性の根源の技術進歩を限界削減費用曲線の下方シフトと捉え、ii) 排出許可証の購入・売却の双方が認められており、iii) 当該企業の供給曲線、派生需要曲線、汚染削減費用曲線などに所得効果がないならば、特定の排出源(主体)にとって、初期配分の相違は、所得分配の変更以外では、排出許可証の購入から売却への入れ替わり点の変更効果しかもたないという予想も成立可能であろう。その場合、汚染物質の追加的排出削減行動が、許可証購入必要量の減少を通じて、企業利益にプラスとなるか、許可証販売の増加を通じて、企業利益にプラス方向となるかは、純利益の最大化を目指す企業にとって無差別であり、許可証の初期配分と動学的効率性は独立となると予想される。

いずれにせよ、現状では、動学的効率性の内容・メカニズムに関する分析・検討が不十分であり、税・課徴金制度や入札方式排出許可証取引の時と、実績比例無償配分方式排出許可証取引制度の場合における効果の相互比較も不満足なものとなっている。

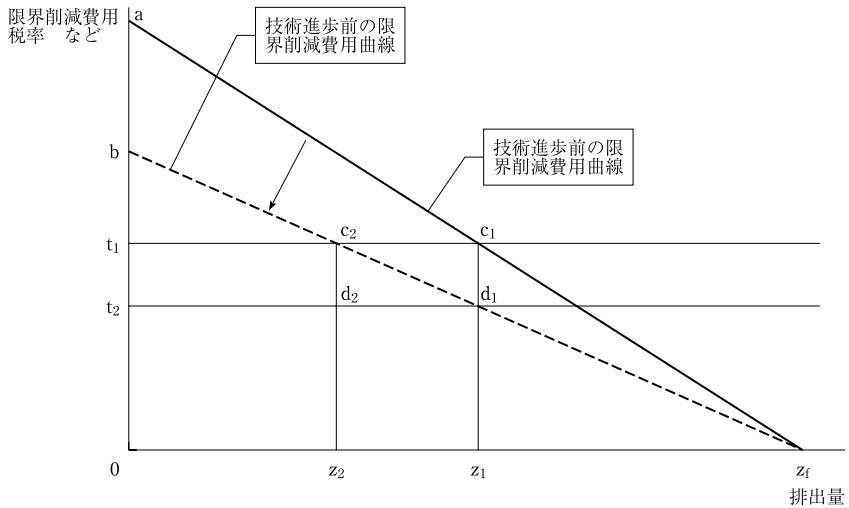
#### 2-2-2 動学的効率性のメカニズムに関する従来理解

環境政策の政策手段との関連での動学的効率性の初期の議論を、P. Bohm (1985) で確認すると、“It is also true that for any particular source, an incentive system that puts a value on the discharge remaining after control will create a greater incentive to change than will a regulation specifying that same level of discharge.” (p417) と書かれており、図を使った説明がなされている。以下では、このBohmの図を基にそれを発展させて政策手段と動学的効率性の関係を検討したい(図2)。

通常、排出総量だけが問題となるような一様混和性汚染物質による環境問題を前提にして、横軸に汚染物質排出総量、縦軸に限界削減費用や税率(排出許可証価格)をとり、排出源総計としての社会的限界削減費用関数(曲線)を描く図が説明に利用される。



図 2



例えば単位排出当たり税率が  $ot_1$  である環境税の動学的効率性は、次のように説明される。当初、限界削減費用曲線が  $az_i$  で与えられる時、汚染排出企業群全体としては、 $\Delta z_i c_1 z_1$  で与えられる削減費用を負担するとともに、残存汚染  $oz_1$  に対応する環境税額  $\square oz_1 c_1 t_1$  を負担する。ここで、技術進歩が発生し、限界削減費用曲線が  $bz_i$  へ下方シフトするならば、汚染排出企業群全体としての負担は削減費用  $\Delta z_i c_2 z_2$  と残存汚染に対する環境税額  $\square oz_2 c_2 t_1$  となり、環境税制度の下にある汚染排出企業群の負担は、 $\Delta z_i c_1 c_2$  分軽減される。排出量を数量直接規制で管理する場合であっても、同様な技術進歩が発生し限界削減費用が  $az_i$  から  $bz_i$  へ下方シフトすれば、汚染企業群全体としての負担は軽減される。しかし、その軽減の程度は、当初の削減対策費用額  $\Delta z_i c_1 z_1$  と技術進歩後の削減対策費用  $\Delta z_i d_1 z_1$  の差分  $\Delta z_i c_1 d_1$  にとどまる。即ち、環境税の場合の方が、全く同じ限界削減費用曲線のシフトで表現される技術進歩の利益は  $\Delta d_1 c_1 c_2$  分大きく、その分、研究開発投資へのインセンティブが存在する。

他方、排出許可証制度の分析は若干複雑となる。前述のように、Bohm は、

“an incentive system that puts a value on the discharge remaining after control” は動学的効率性を持つとした。排出許可証が正の市場価格を持つ限りこの条件は満たされるから、Bohm は排出許可証取引制度も動学的効率性を持つ制度と認識していたと考えられる。しかし、排出許可証取引制度の動学的効率性の有無については、新澤 (1997) や Milliman and Prince (1989) が指摘するように、その市場価格の動向が重要となる他、諸富 (2000) のように、排出許可証の初期配分の方法に依存するとする等、別の見方もされてきた。

一様混和性汚染問題に対して、 $oz_1$  分の排出総量が許可され、排出許可証取引制度が導入されているケースを考えると、技術進歩の発生により、限界削減費用曲線が  $az_1$  から  $bz_1$  へ低下しても、排出許可総量は  $oz_1$  のままであり、許可証の市場価格が  $ot_1$  から  $ot_2$  へと低下する。この時、汚染排出企業間で排出許可証の取引が発生したとしても、買い手と売り手を相殺して見れば、ゼロとなるから、汚染企業群「全体」としての負担は、排出量を許可証の範囲に収めるための削減対策費用が  $\Delta z_1 c_1 z_1$  から  $\Delta z_1 d_1 z_1$  へと  $\Delta z_1 c_1 d_1$  分低下したことにとどまる。これは前述の数量直接規制の時の利益と同じであり、汚染排出企業群全体として見れば利益がないことになる。

他方、制度導入前又は、排出許可証が期限付きで更新の必要がある場合には、諸富 (2000) が議論するように、たとえ汚染排出企業群「全体」を考える場合でも、排出許可証の初期配分方法に依存して、技術進歩の利益が大きくなる場合が考えられる。具体的に、排出許可証の初期配分が 1) 実績比例無償配分の場合と、2) 入札で決定される場合を比較する。実績比例無償配分の場合は、基本的に制度が既に導入されていることと同じであり、上述の分析がそのまま有効で、技術進歩の利益は  $\Delta z_1 c_1 d_1$  にとどまる。他方、入札の場合、汚染排出企業群は全体として排出許可総量分の許可証を政府から買い入れなければならず、その際の許可証の市場価格が技術進歩の有無で異なることになる。即ち、技術進歩がなければ、企業群は全体として削減対策費用  $\Delta z_1 c_1 z_1$  と許可証の入札代金  $\square oz_1 c_1 t_1$  を負担するのに対して、技術進歩があった場合の企業群全体としての負担は  $\Delta z_1 d_1 z_1 + \square oz_1 d_1 t_2$  に低下し、その差分  $\Delta z_1 c_1 d_1 + \square t_1 t_2 d_1 c_1$  が

汚染排出企業群「全体」としての技術進歩の利益となる。これは数量直接規制の場合の汚染排出企業群「全体」としての技術進歩の利益よりも  $\square t_1 t_2 d_1 c_1$  分大きく、動学的効率性の存在を示す。

### 2-2-3 個別の排出源にとってのインセンティブ

ここまで概観してきた従来の議論の進め方には2つの問題がある。第一に、ここまでの分析が評価したのは、汚染企業群全体の利益であり、意思決定主体の個別企業に対するインセンティブが評価されていない。即ち、研究開発投資の意思決定を行うのは個々の経済主体＝個別の企業であり、汚染排出企業群「全体」としての技術進歩の利益が小さい又は、相殺して存在しない場合でも、個々の企業に研究開発投資へのインセンティブが存在することは否定されない。また、第2に、動学的効率性の存在の有無を比較している環境税、入札方式排出許可証取引制度、実績比例無償配分方式排出許可証取引制度の間で、財政収支は大きく異なり、その差異が調整されていない点がある。

以下、まず第1の点から検討する。

複数（2つ）の企業が存在する状況を検討できるよう図を以下のように変更する。即ち、一様混和性汚染物質による問題を念頭に置き、関連する企業はA、Bの2社があるものとする。汚染物質排出量は横軸に原点から対称にとり、縦軸には限界削減費用や税率（排出許可証価格）をとると図3が描ける。なお、 $ozf_A$ 、 $ozf_B$  及び  $oz_A$ 、 $oz_B$  は、それぞれ企業A、Bが何ら排出削減対策をとらなかった場合の汚染物質排出量及び、実現排出量を示す。

この2社に対して合計で  $of_1 + of_6$  分の排出が許可され許可証が発行されるとする。両者の限界削減費用曲線が  $zf_{Aa}$  と  $zf_{Bb}$  で与えられ、排出許可証取引市場での戦略的行動が排除されているならば、初期配分の如何に関わらず、両企業の均衡点は  $c_1$  と  $c_5$  で与えられ、排出許可証の市場価格は  $ot_1$  となる。

ここで技術進歩が発生し、限界削減費用曲線が各々、 $zf_{Aa}$  から  $zf_{Aa'}$ 、 $zf_{Bb}$  から  $zf_{Bb'}$  とシフトしたと仮定する。この時、競争的市場での均衡は  $e_1$ 、 $e_2$  へと変化し、排出許可証の市場価格も  $ot_2$  へと低下する。即ち、排出総量は、 $of_1 + of_6 = t_2 e_1 + t_2 e_2$  が成立し不変であっても、個々の企業の排出量は変化する。



果は排出許可証の初期配分に依存する。例えば、初期配分が企業 A に  $of_3$ 、企業 B に  $of_8$  であれば、技術進歩に伴う企業 A の利益は、排出削減費用の変化分  $= \Delta z_{f_A f_3 c_1} - \Delta z_{f_A f_3 d_2}$  と実行せずに済みますことができた排出許可証の購入代金  $\square f_1 f_3 d_2 d_1$  の和であり、 $\Delta z_{f_A f_3 c_1} + \square c f_1 d_2 c_2 c_1$  となる。他方、企業 B の利害は、排出削減費用の減少分  $\square f_8 f_6 c_5 d_3$  と実現できなかった排出許可証の売却代金  $\square f_8 f_6 c_5 c_6$  の差であり、 $\Delta c_5 d_3 c_6$  分の純損失となる。

いずれにせよ、企業 A の削減費用に技術進歩があれば、当該企業 A の利益は、数量直接規制の下にあるよりは、排出許可証取引制度の下にある場合の方が大きくなる。さらに、図 3 より明らかなように、その企業 A の利益は、企業 A の削減費用の技術進歩が排出許可証の価格に与える影響が小さく、点  $d_2$  の高さが点  $c_3$  に近いほど大きくなり、そのための条件は、限界削減費用曲線  $z_{f_b b}$  の点  $c_5$  周りの傾きが小さくフラットであることとなる。企業 B を単一の企業と考えれば、この条件は極めて特殊だが、企業 B を企業 A 以外の無数の企業の集合体と考えれば、それほど特殊な条件ではない。個々の企業の限界削減費用曲線が符号条件を満たしゼロではない傾きを持つならば、企業数の増加に応じて、合計としての限界削減費用曲線の傾きはフラットとなる。

言い換えれば、技術開発企業が、無数の類似企業のうちの 1 社にとどまる状況での、排出許可証の市場価格に影響を与えない規模での、技術開発企業＝先行企業における技術進歩は、当該企業に大きな利益をもたらす。しかし、技術情報が普及し、排出許可証市場規模に比して大きな割合の企業が当該技術を同時に採用しようとするれば、排出許可証価格は大きく低下し、それらの追隨的な新規技術採用企業の技術革新の利益は相対的に小さくなる。

経済的手段の下では、どの企業でも、技術進歩を実現すれば、直接規制の場合に比して大きな利益を得るという Bohm の議論とは異なり、技術進歩を実現して得られる利益は直接規制の場合と大差ない可能性があるという排出許可証取引制度に関するこの分析は、動学的効率性を部分的に否定する。しかし、動学的効率性を、「直接規制の場合に比して技術進歩へのインセンティブが生じること」と考えれば、動学的効率性が無いとも言えない。技術の開発者利益

が早い者勝ちという状況<sup>3)</sup>自体が、技術開発競争をもたらす可能性がある。即ち、当該企業の製品市場の条件によっては、一時的な先行者利益であれライバル企業を上回る利益をあげ、それを先行投資することで戦略的市場支配力を得ることが求められることも多く、こうした場合には、技術の開発者利益をめぐって、技術開発競争が発生することになる。

#### 2-2-4 政府の財政収支と動学的効率性

他方、入札方式排出許可証取引制度や環境税制度に関して、初期購入額や税負担が軽減されるので排出削減技術の技術進歩を実現さえすれば、直接規制の場合より利益がでるとする主張も必ずしも自明ではない。代替的な政策を比較して議論するためには、その分配に及ぼす影響などを、少なくとも直接的影響に関してはそろえておく必要がある。環境税と、入札方式排出許可証取引制度及び実績比例無償配分方式排出許可証取引制度の間では、以下にみるように、政府・民間間の収支が大きく異なる。従来、動学的効率性があるとされてきた、環境税と入札方式排出許可証取引制度は、いずれも当初に財政黒字を生じ、技術進歩とともにその黒字分が削減され、その削減分が動学的効率性を構成するとされるのに対して、従来、動学的効率性の存在を疑われた実績比例無償配分方式排出許可証取引制度では、当初時点でも技術進歩後でも財政収支に変化がない。従って、従来、動学的効率性と主張されたものは、長期的な財政収支均衡条件を考慮すれば、消失するインセンティブであった可能性がある。

以下、具体例として環境税の場合を考え、1) 直接規制の場合、2) 環境税導入+技術進歩なしの場合、3) 環境税導入+技術進歩ありの場合という3つの状況の間で、財政収支条件等を調整し検討する(一般的には補論4参照)。

直接規制の場合と、環境税導入の場合の財政収支条件調整のためには、環境税導入ケースへの相殺減税組込みか、直接規制ケースに見合いの増税が必要になる。ここでは、環境税導入ケースに相殺減税を組み込むが、技術進歩ありの場合となしの場合を区別すると、汚染排出削減技術の変化に伴って、課税標準たる汚染排出量が変わるため、環境税の税収及び、相殺減税の額自体も変化する。

図3に戻って説明すると、単位汚染排出あたり税率が  $ot_1$  で環境税が導入されている時に企業Aに技術進歩が発生し、その限界削減費用が  $zf_{Aa}$  から  $zf_{Aa'}$  にシフトした場合、環境税の税収は  $\square f_1 f_4 c_3 c_1$  分減少する。従って、歳入中立を維持するとするならば、この環境税の税収の減少分を補うべく、相殺減税の削減＝増税を行う必要がある。どの税をこの税収調整に充てるかで経済の効率性や分配に対する影響は異なるが、以下では一つのデフォルトとして当該環境税納税者に対する人頭税の調整の形式をとるものと仮定する。

この、図3のケースでは、関連主体は企業A、Bの2つであり、両企業は、環境税の減収の補填として、各々  $(1/2) \times \square f_1 f_4 c_3 c_1$  分の増税を被る。技術進歩の発生源となった企業Aでは、その技術進歩による利益が相当減殺される一方、技術進歩のない企業B側では全くの純損失となる。即ち、歳入中立を保持した状態で比較すれば、従来、主張されていた技術進歩に伴うレント獲得の形での環境税の動学的効率性は相当に減殺される。加えて、来期以降、当該革新技術の普及に伴い企業Bに技術進歩が発生した時点では、企業Aが相殺増税に伴う純損失の立場になるのであり、技術進歩に伴う利益は、先行することによる一時的利益やパテント関連の利益にとどまる可能性が大きい。

なお、この例では、2企業しか存在しないため、厳密に言えば、相殺増減税の実施を合理的に予測する企業Aが直面する限界的な環境税率は  $ot_1$  ではなく  $(1/2)ot_1$  となり、対応する企業Aの削減量の変化、環境税税収の変化分＝相殺増減税額も異なったものとなる。しかし、前節で扱ったように、技術進歩の発生源となった企業の他に、無数の企業が存在する状況であれば、限界的環境税率の変化は微小であり、技術進歩発生企業のその時点での利益は大きくなるとともに、他企業の純損失は小さくなる。しかし、「技術進歩の発生源企業でも、相殺税調整分利益が削減されることと、技術進歩のない企業側には、相殺税調整で純損失が発生する」ことには変わらないし、自らが環境税収減収分の相殺増税の対象となる回数もそれだけ増加する。その結果、環境税の場合にも、技術進歩は短期的に、動学的効率性に対応するレントをもたすが、長期的にはそのレントは消失する。

他方、この結果は、環境税制度の動学的効率性の存在を否定することにはならない。実際、前節の議論のように多数企業の存在を想定すると、代表的企業にとって、「自社だけに技術進歩が生じるなら、その導入費用と相殺増税の自社負担分を負担しても利益がでる状態」であるならば、他社が新削減技術導入を見送っている場合に、自社が新削減技術を導入する戦略が有利なことは当然であるが、他社が新削減技術を導入した場合にも、自社の戦略としては、何れもせず他社の技術進歩に伴う相殺増税分を負担するだけよりは、新削減技術を導入する方が有利となり、歳入中立の制約の下でも囚人のジレンマ的状况の中で、新削減技術の導入が進展する可能性がある。さらに、初期にレントを獲得することが財市場で戦略的意味を持つ場合等、早い者勝ちの利益獲得を狙った、技術開発競争がもたらされる可能性も想定できる。

なお、ここでいう「動学的効率性」とは、脚注2でみたように、「直接規制と比較して、汚染排出企業に削減技術開発のための研究開発投資のインセンティブが発生するか否か」で捉えられており、(社会的な)厚生水準とは直接には関わらないことに注意する必要がある。もとより、パレートの意味の最適化を内容とする「静学的効率性」に対して、「動学的効率性」は、発生した研究開発へのインセンティブの下で生じる研究開発投資(コスト)と、実現する技術進歩(成果)の間の関係は不問にされている。このため、経済的手段の導入で、汚染削減技術への研究開発が強化されるとしても、どこまで研究開発へのインセンティブを強化すれば、社会的に望ましいのかといった問いに直接答えるメカニズムを持っていない。

## 2-3 計量モデル分析での成長率の低下

### 2-3-1 問題の所在

計量モデルによる分析で、炭素税の導入が経済成長率引き下げ効果を持つことを問題とする議論。最近の分析では誤解を招く表現は少なくなったが、地球温暖化問題が議論され始めた初期の分析では、一切のCO<sub>2</sub>排出削減を行わないベース・ケースと比較して、炭素税導入ケースの成長率が低下することが問



題とされた。

環境面の配慮がない GDP 成長率自体がどのような意味で判断基準となり得るか自体が自明ではないが、GDP を基準とする場合でも、政策手段の分析を行うのであれば、求められる分析は、同一の CO<sub>2</sub> 排出削減を異なる政策手段で達成した場合の、GDP 成長率の違いであり、一方は CO<sub>2</sub> 排出削減、他方は削減なしの間での比較ではない。即ち、通常の計量モデル分析で炭素税（又は、同等の経済的手段）の導入によって CO<sub>2</sub> 排出削減を行うことにより、何ら CO<sub>2</sub> 排出削減を行わない場合と比較して GDP が低下することを示しても、それで炭素税（又は、同等の経済的手段）の有効性を否定することはできない。もちろん、「一方は CO<sub>2</sub> 排出削減、他方は削減なし」の間での比較も、削減目標を決めるための分析としては意味を持つが、政策手段の選択には関わらない。

他方、判断基準を、市場価格を持つ財で構成される GDP ベースの経済成長率に求める場合、CO<sub>2</sub> 排出削減を行うケースと行わないケースを比較すれば、経済の現状に著しい非効率の存在（win-win 技術の未利用等）を前提としない限り、一般に、自由度が制約されるため、排出削減ケースの長期的な GDP は低下する。

いわゆる二重の配当などの議論で、環境税と投資減税又は、労働所得関連税減税の組み合わせで、CO<sub>2</sub> の減少と GDP の増加が並存するとの分析もある。しかし、そのような分析で確実にいえることは、GDP に対する投資減税や労働所得関連税減税の効果が大きいことであり、CO<sub>2</sub> 排出削減の経済効果の符号の逆転ではない。即ち、同等規模の投資減税又は、労働所得関連税減税を導入しつつ、歳入中立を保つことが可能な政策メニューの中に、CO<sub>2</sub> の減少を伴わないがより大きな GDP の増加をもたらす政策が存在する可能性がある。

なお、各々の経済主体により CO<sub>2</sub> の（限界）削減費用が異なることを前提に、各主体間の限界削減費用の均等化による、ミクロ的な死重的損失の解消に伴う費用削減（＝静学的効率性）をその実体とする経済的手段の利益は、ケース・スタディなどは可能であっても、経済全体を対象とする計量モデルでは分析し難い。

## 2-3-2 計量モデル分析の留意点

以上に述べた問題はあるにせよ、計量モデルによる環境税等による分析の有用性は疑いを入れたい。しかし、計量モデルの結果を有効に理解・利用するにはいくつかのポイントを確認する必要がある。

第一に、環境税などを扱う場合、「増税か、歳入中立か」といった税収の処理の有無を確認する必要があるとともに、歳入中立の場合の相殺方法の相違等に関する注意が必要となる。計量モデルによくあるケインズ・モデルの体系で、「環境税導入＝増税」となるケースを、何もしない基準ケースと比較すれば、GDPが減少するのは自明。他方、比較を歳入中立ケースに限定する場合には、環境税の税収を相殺する手段の選択によって議論は微妙に変わる。

即ち、投資減税などの乗数効果が大きな手段で相殺するのであれば、少なくとも短期的にはGDP水準を、基準ケースとの比較で引き上げることが可能であるが、「経済政策の真の目的は何であるべきか」が問われる（GDPか経済厚生か、長期的水準は見なくて良いか、等）。他方、既に歪みの多い現状の税制を出発点とする以上、抽象的な lump-sum tax（又は、人頭補助金）でさえ、相殺減税の対象として望ましいという保証はない（Bovenberg and de Mooij (1994)）。また、一般的な所得税などの労働課税や、法人税などの資本課税の場合、その具体的な税制、当該生産要素の国際移動性などに結論が大きく依存する。

他方、第二に、新古典派の成長論モデルの体系を前提とするならば、環境庁の報告書（2000）のSGMモデル分析の解釈にも見られるように、資本蓄積経路に大きく影響する変数・制度をモデルでどのように扱っているか確認する必要がある<sup>4)</sup>。言い換えれば、政府の資本関係税制、政府支出の規模、財政赤字等が結果を大きく左右する。さらに、同報告書では触れられていないが、本質的には、経済に蓄積される資本の内容にも大きく依存する。即ち、公的資本と民間資本の限界生産力を同じに考えてよいか、公的資本形成の内容を問わなくてよいかといった問題がある。原則的には、公的資本の場合、いわゆる公共財や社会資本の提供機能を持つことが可能である。一方、現実のこれまでの「公共投資」の生産性・効率が十分なものであったか否かについては疑問が多い。

なお、投資関連の制度として、補助金もしばしば議論になるが、技術進歩関連の議論を踏まえる限り、計量モデルによる分析では、環境税や排出許可証取引制度と比較して、補助金に有利となる結果がでる傾向を持つ事が予想される。即ち、「計量モデルに既知・未利用の技術を盛込むことはできるが、未知の技術は盛込めない」ため、技術進歩の方向性に制約がかかりやすい補助金も、あまり技術進歩の方向性に制約がかからない環境税や排出許可証取引制度も、計量モデルの上では同じ技術的可能性を持つと翻訳されることになる。

## 2-4 国際競争力への影響（絶対優位と比較優位）

### 2-4-1 問題の所在

経済学の議論では少ないが、一般の議論では環境税導入を「費用の増加＝絶対優位の喪失」と捉え、当該国の国としての「国際競争力」が低下すると考える議論も依然として多く見られ、<sup>5)</sup> 税の減免や補助金による環境税の負担の相殺政策及び、直接規制、実績比例無償配分方式排出許可証取引制度などが主張される。

しかし、この議論には以下の2点で、大きな疑問がある。第一に、「環境税の導入で、民間部門の費用が技術的削減対策費用に加えて増加」となることは、環境税導入が純増税となることを意味する。この点は、政策評価をできる限り、同一条件で行うという基本に抵触する。もし、歳入中立を前提とし、例えば、環境税と法人税の相殺減税を組み合わせるならば、少なくとも産業全体では、「税負担＝費用の増加」とはならず、この点でみた国際競争力への影響は回避される。第二の問題は、「国際競争力」の定義ならびに、その決定要因の問題である。以下では、この第二の点について、若干詳しく検討する。

### 2-4-2 国際競争力の中身

この国際競争力の定義と決定要因の議論については、更にいくつかの段階に分けて、その内容を考えることができる。

まず、価格概念そのものを限界費用（又は、その一定倍）概念で考えるのか、平均費用概念で考えるのが問題となる。もし通常のマクロ経済学のように限

界概念での価格決定を考えるのであれば、税・課徴金と補助金や排出許可証取引制度の限界費用に与える影響は同じになるから、環境税が国際競争力を損なうならば、補助金制度や実績比例無償配分方式排出許可証取引制度も同様に、国際競争力を損なうことになる。さらに、同一の汚染物質総排出量抑制達成を前提とするならば、数量的直接規制の限界削減費用は、理論的には環境税の場合と同じかそれより高いと予測され、国際競争力をさらに損なうこととなる。

他方、平均費用概念で考え、平均費用＝限界費用＝価格が成立するためには、参入・退出行動を通じて超過利潤が消失することが必要であり、基本的に想定する理論時間は「長期」ということになる。「長期」を念頭においた場合、貿易パターンを決定するのは絶対優位ではなく比較優位となり、貿易財相互の相対価格には意味があるが、価格の絶対水準に貿易決定の意味はなくなる。特に、変動相場制では、名目為替水準の変化により、絶対優位は容易に変化し、価格の絶対水準に関する議論は意味を持たないことは明白となる。

この点で、欧州諸国の状況には注意したい。デンマーク等北欧の国を中心に、環境税の導入が進んでいるが、同時に、その導入に当たって、負担の大きな産業・企業に対する税の減免などかなりの配慮がなされており、環境税導入には、その導入に伴って発生する分配問題への対処が重要との議論を生んでいる。しかし、デンマークの場合、自身はユーロに参加していないにも関わらず、ユーロ制度の存在のために、(少なくとも主要貿易相手である主要欧州諸国に対しては)擬似固定相場制度ともいえる状況になっていることに留意する必要がある。このため、名目為替レートを通じた調整が目の前で機能することはなく、あたかも、「費用の変化＝絶対優位構造の変化」が国全体の「国際競争力」を支配すると誤認され易い状況が生じている<sup>6)</sup>。

なお、中長期の比較優位・貿易構造の決定を考える際には、求められている環境配慮を他の政策手段で行った場合の比較優位・貿易構造への影響をベンチ・マークに考える必要がある。前述のように、対策を行う限りその対策費用は発生しているし、特定の汚染物質の排出基準を強化するということは、その実現がどのような方法でなされるにせよ、その汚染物質の排出可能性という生

産要素の国内存在量が減少したことと同じになり、その汚染物質を集約的に排出していた産業の比較優位は悪化する。

### 3 ま と め

本稿では、環境問題に対処する政策手段としての経済的手段に関する議論を再検討した。再検討とはいっても、その内容は実証的なものではなく、抽象的なものとどまっており、その点では、環境税の現実の導入等が議論されている現時点では、不足を指摘されてもやむを得ない面もある。しかし、分配や、動学的効率性、経済的手段の影響の国際的側面等、その時々の特ピックに流されて議論がなされてきた問題も多く、論点の整理が不十分なままとなっている。今回、特に詳しく分析を試みた動学的効率性などは、経済的手段＝環境税導入の主要なメリットの一つとして、政策議論の中では大きな役割を与えられながらも、その経済学的内容や、作用のメカニズムの分析が乏しかった代表例と思われる。

この動学的効率性に関する議論を除いては、本論で指摘したことはそれほど目新しくは無いかもしれない。しかし、1) 経済的手段を適用する環境問題の性格に注意し、一様混和性の汚染とそうでない環境問題を区別すべきこと、2) 計量モデル分析では、そのモデルの構造（ケインズ vs. 新古典派、資本蓄積関連）を明示してその結果を検討する必要があること、3) 国際的側面では、複数の財・生産要素があり、貿易上有利となる財があれば、必ず不利となる財も存在すること、などの基本的関係を踏まえて議論するのでなければ、議論はいつまでも浅薄なものにとどまる。

また、動学的効率性の議論で明らかとなったことは、1) 汚染企業群を全体として捉えるのではなく、研究開発投資の意思決定を行う個々の企業を念頭において考えれば、排出許可証取引制度の場合も、初期配分方法とかかわりなく動学的効率性が存在すること、2) 歳入中立の条件を入れても、「囚人のジレ

ンマ」的状況の下に動学的効率性は存在可能であること、3) 但し、この動学的効率性の存在と(社会的)厚生水準に関する議論は別であることである。この動学的効率性に関しては、一層の分析が進められることを期待したい。

### 補論1 非一様混和性汚染物質による環境問題への対応

議論を単純かつ明確にするため、貨幣評価可能な社会的効用関数の存在を仮定し、社会計画者としての最適化条件を導く。

この社会には、 $n$ 社の企業=汚染源が存在し、それぞれ $z_i$ の汚染排出を伴いつつ $x_i$ の生産をなしているものとし、そのときの技術条件は、費用関数 $c_i$

$$\begin{aligned} c_i &= c_i(x_i, z_i), \quad \partial c_i / \partial x_i > 0, \quad \partial c_i / \partial z_i < 0, \quad \partial^2 c_i / \partial x_i^2 > 0, \\ \partial^2 c_i / \partial z_i^2 &> 0, \quad \text{for all } i \end{aligned} \quad \text{補1-1}$$

で与えられるものとする。

他方、その存在を仮定した貨幣評価可能な社会的効用関数 $u = u(\cdot)$ は、財ベクトル $X = (x_i)$ と、各企業が排出する汚染の一次結合 $Z_j$

$$\begin{aligned} Z_j &= \sum_i a_{ij} z_i \\ (\text{但し, } a_{ij} > 0 &\text{は } i \text{ 排出源から } j \text{ 受容点への汚染移送係数)} \end{aligned} \quad \text{補1-2}$$

で示される各 $j$ 受容点の実効汚染量の関数であらわされるものとする。即ち、

$$\begin{aligned} u &= u(x_1, \dots, x_i, \dots, x_n, Z_1, \dots, Z_j, \dots, Z_m), \\ \partial u / \partial x_i &> 0, \quad \partial^2 u / \partial x_i^2 < 0, \\ \partial u / \partial Z_j &< 0, \quad \partial^2 u / \partial Z_j^2 > 0, \quad \text{for all } i, j \end{aligned} \quad \text{補1-3}$$

である。

この時、社会計画者にとっての最大化問題は、

$$\begin{aligned} \max_{x_i, z_i} & u(x_1, \dots, x_i, \dots, x_n, Z_1, \dots, Z_j, \dots, Z_m) - \sum_i c_i(x_i, z_i) \\ \text{subject to } & Z_j = \sum_i a_{ij} z_i \end{aligned} \quad \text{補1-4}$$

となる。

ラグランジェ乗数 $\lambda_j$ の下に、関数 $L$

$$L = u(x_1, \dots, x_i, \dots, x_n, Z_1, \dots, Z_j, \dots, Z_m) - \sum_i c_i(x_i, z_i) + \sum_j \lambda_j (Z_j - \sum_i a_{ij} z_i) \quad \text{補 1-5}$$

を構成し、その一階の条件を求めれば、

$$\partial u / \partial x_i = \partial c_i / \partial x_i \quad \text{補 1-6}$$

$$\partial u / \partial Z_j = -\lambda_j \quad \text{補 1-7}$$

$$-\sum_j \lambda_j a_{ij} = \partial c_i / \partial z_i \quad \text{補 1-8}$$

となる。これより受容点  $j$  の実効汚染の限界不効用  $= -\lambda_j$  を消去し得られる

$$\partial u / \partial x_i = \partial c_i / \partial x_i \quad \text{補 1-6}$$

$$\sum_j (\partial u / \partial Z_j) a_{ij} = \partial c_i / \partial z_i \quad \text{補 1-9}$$

が、社会計画者にとっての一階の最適化条件となる。

これらの式は、財に関して社会としての貨幣評価限界効用と限界費用が均等化するべきこと（補 1-6 式）と、各企業＝汚染源の汚染の排出は、汚染の排出による費用の限界的低下分が、その汚染の排出による実効汚染の増加によってもたらされる各受容点における限界不効用の増分の合計を上回らない範囲でなされるべきこと（補 1-9 式）を表している。また、完全競争状態の市場経済に翻訳すれば、補 1-6 式は価格と限界費用の均等を意味し、補 1-9 式は、環境税の税率は、「その汚染の排出による実効汚染の増加によってもたらされる各受容点における限界不効用の増分の合計」となるべきことを示していると考えられることもできよう。

他方、この補 1-6 式、補 1-9 式の限界条件で規定された解の下で達成される各企業＝汚染源の生産量を  $x_i^*$ 、汚染排出を  $z_i^*$  で表し、その合計を  $Z^* (= \sum_i z_i^*)$  とする。非一様混和性汚染に関して、限界汚染削減費用の均等化によって、同一の汚染物質排出総量に対する削減費用の最小化を目指すということは、実は、せいぜい、

$$\begin{aligned} \min_{z_i} \quad & \sum_i c_i(x_i, z_i) \\ \text{subject to} \quad & x_i = x_i^*, Z^* = \sum_i z_i \end{aligned} \quad \text{補 1-10}$$

という条件付き極値問題しか考えていないことと同じであり、本来、検討するべき補 1-4 の問題とは全く異なる。

補論 1 了

## 補論 2 ゾーニングの効果

補論 1 の補 1-4 で規定されるモデルに、ゾーニングの概念を導入するとモデルは以下のように変更される。即ち、ゾーン  $k$  ( $1 \leq k \leq \delta \leq n$ ) 毎に、そこに関わる汚染源に関しては一様混和性が成立すると仮定し、関連する汚染源の汚染排出の総和  $ZR_k = \sum_{i \in k} z_i$  (全ての  $i$  は、いずれかの  $k$  に属し、かつ  $k$  のみに属するものとする) が社会的効用関数と関わるように書き換えれば、

$$\begin{aligned} \max_{x_i, z_i} \quad & u(x_1, \dots, x_i, \dots, x_n, ZR_1, \dots, ZR_k, \dots, ZR_\delta) - \sum_i c_i(x_i, z_i) \\ \text{subject to} \quad & ZR_k = \sum_{i \in k} z_i \end{aligned} \quad \text{補 2-1}$$

を得る。

ラグランジエ乗数  $\lambda_j$  の下に、関数  $L$

$$\begin{aligned} L = & u(x_1, \dots, x_i, \dots, x_n, ZR_1, \dots, ZR_k, \dots, ZR_\delta) - \sum_i c_i(x_i, z_i) \\ & + \sum_k \lambda_k (ZR_k - \sum_{i \in k} z_i) \end{aligned} \quad \text{補 2-2}$$

を構成し、その一階の条件を求めれば、

$$\frac{\partial u}{\partial x_i} = \frac{\partial c_i}{\partial x_i} \quad \text{補 1-6}$$

$$\frac{\partial u}{\partial ZR_k} = -\lambda_k \quad \text{補 1-7}$$

$$-\lambda_k = \frac{\partial c_i}{\partial z_i} \quad \text{補 2-3}$$

となる。 $\lambda_k$  を消去すれば、

$$\frac{\partial u}{\partial x_i} = \frac{\partial c_i}{\partial x_i} \quad \text{補 1-6}$$

$$\frac{\partial u}{\partial ZR_k} = \frac{\partial c_i}{\partial z_i} \quad \text{補 2-4}$$

であり、この補 2-4 を満たす、ゾーン毎の汚染の限界不効用 = 限界被害額 =  $\frac{\partial u}{\partial ZR_k}$  が判っているならば、その値を、当該ゾーンの環境税の税率として設定すればよい。

補論 2 了



### 補論3 技術進歩と排出許可証の市場価格

#### 1 設定

ある財の生産段階での一様混和性汚染物質排出による環境問題を念頭に、企業における汚染物質排出削減技術の技術進歩が排出許可証の市場価格に及ぼす影響と、その決定要因について分析する。

社会全体としては  $n$  社 ( $n > 1$ ) の企業が存在するものとする。一般性を失うことなく、技術進歩が生じる企業を企業1と番号付けし、他企業（企業2～企業  $n$ ）には、技術進歩が発生しない状況を想定する。

#### 2 技術進歩発生企業の意味決定

今、当該企業の汚染排出・削減行動が、生産活動や財務状況から独立に決まるとすれば、企業1の汚染排出・削減行動は、排出許可証の純売却額から排出削減費用を差し引いた額を最大化する点として決定される。即ち、

$$\max_{x_1} p(ZI_1^* - (zf_1 - x_1)) - c_1(x_1/(1+a_1)) \quad \text{補3-1}$$

但し、 $p$  ; 排出許可証の市場価格

$ZI_1^*$  ; 企業1に対する排出許可証の初期配分量

$zf_1$  ; 企業1が全く削減対策を執らなかった場合の汚染排出量

$x_1$  ; 企業1の汚染排出削減量。従って企業1の実現汚染排出量は  $(zf_1 - x_1)$  となる。

$c_1(x_1/(1+a_1))$ ; 排出削減費用関数。但し、 $c_1' \geq 0$ ,  $c_1'' > 0$  と仮定する。

$a_1$  ; 技術進歩係数 ( $a_1 \neq -1$ )。

この時、企業1の最適汚染排出・削減行動のための一階の条件は、

$$p - (1/(1+a_1))c_1' = 0 \quad \text{補3-2}$$

であり、 $c_1'$  の逆関数を使って展開すれば、

$$(x_1/(1+a_1)) = c_1'^{-1}(p(1+a_1))$$

となり、 $c_1'^{-1}(\cdot) \equiv \phi_1(\cdot)$ 、と置けば、

$$x_1 = (1+a_1)\phi_1(p(1+a_1)) \quad \text{補 3-3}$$

を得る。なお、 $c_1'' > 0$  であるから  $\phi_1' > 0$  となる。

### 3 その他の企業の意思決定

他の  $n-1$  社については、技術進歩は発生せず、各企業の汚染排出削減技術／費用関数、未対策時の排出量及び、排出許可証の初期配分量などは全てに亘って完全に同一であるとする。その結果、各企業の最適化問題の解となる排出削減量も各企業で同一となる。

他の  $n-1$  社の内の代表的企業の最適化問題を記述すれば、以下のようになる。

$$\max_x \quad p(ZI^* - (zf - x)) - c(x) \quad \text{補 3-4}$$

但し、 $ZI^*$ ；代表的他企業の排出許可証の初期配分量

$zf$ ；代表的他企業が何ら排出削減対策を行わない時の汚染排出量

$x$ ；代表的他企業の排出削減量

この代表的他企業の最適汚染排出・削減行動のための一階の条件は、

$$p - \partial c / \partial x = 0 \quad \text{補 3-5}$$

であり、企業1の時と同様に  $c'$  の逆関数を使って展開すれば、

$$x = c'^{-1}(p)$$

となり、 $c'^{-1}(\cdot) \equiv \phi(\cdot)$ 、と置けば、

$$x = \phi(p) \quad \text{補 3-6}$$

を得る。なお、企業1の場合と同様にして  $\phi' > 0$  が成立する。

### 4 需給均衡

ここで、規制当局が社会全体に対して発行した汚染排出許可総量＝総排出許可証発行量を  $Z^*$  と置く。明らかに、

$$Z^* = ZI_1^* + (n-1)ZI^* \quad \text{補 3-7}$$

であり、均衡では、これと実現汚染排出量の総和が等しくなるから、

$$\begin{aligned} Z^* &= (zf_1 - x_1) + (n-1)(zf - x) \\ &= zf_1 + (n-1)zf - x_1 - (n-1)x \\ &= zf_1 + (n-1)zf - (1+a_1)\phi_1(p(1+a_1)) - (n-1)\phi(p) \end{aligned} \quad \text{補 3-8}$$

となる。この補 3-8 式を  $a_1$  と  $p$  に関して全微分すると、

$$0 = -\phi_1(\cdot)da_1 - (1+a_1)\phi_1'(\cdot)[(1+a_1)dp + pda_1] - (n-1)\phi'(\cdot)dp$$

であり、この式を整理すれば、

$$\begin{aligned} [(n-1)\phi'(\cdot) + (1+a_1)^2\phi_1'(\cdot)]dp &= -[\phi_1(\cdot) + (1+a_1)p\phi_1'(\cdot)]da_1 \\ \therefore (dp/da_1) &= -[\phi_1(\cdot) + (1+a_1)p\phi_1'(\cdot)] / [(n-1)\phi'(\cdot) \\ &\quad + (1+a_1)^2\phi_1'(\cdot)] < 0 \end{aligned} \quad \text{補 3-9}$$

を得る。但し、 $\phi_1(\cdot) = \phi_1(p(1+a_1))$ 、 $\phi_1'(\cdot) = \phi_1'(p(1+a_1))$ 、 $\phi'(\cdot) = \phi'(p)$ 。

ここで、 $\phi_1'(\cdot)$  と  $\phi'(\cdot)$  がほぼ同水準で、他企業の数  $(n-1)$  が非常に大きくなった状況<sup>7)</sup>を考えれば、

$$\begin{aligned} &\lim_{n \rightarrow \infty} (dp/da_1) \\ &= \lim_{n \rightarrow \infty} -[\phi_1(\cdot) + (1+a_1)p\phi_1'(\cdot)] / [(n-1)\phi'(\cdot) + (1+a_1)^2\phi_1'(\cdot)] \\ &= 0 \end{aligned} \quad \text{補 3-10}$$

となる。

この補 3-10 式を解釈すれば、「市場に参加する企業が多い場合、ある企業が新しい汚染排出削減技術を開発し、その限界削減費用曲線を引き下げたとしても、それによって生じる排出許可証の市場価格の低下は無視しうる水準以下となる」といえる。

補論 3 了

## 補論4 環境税の動学的効率性——技術進歩前後で歳入中立を維持する場合

### 1 設定

補論3と同様に、ある財の生産段階での一様混和性汚染物質排出による環境問題を念頭におき、当該市場には  $n$  社の同一の企業が存在する状況を想定する。また、企業の汚染排出・削減行動は当該企業の生産活動や財務状況から独立とし、汚染物質の排出には単位汚染物質排出当たり  $t$  の税率で環境税がかけられているものとする。

即ち、企業の汚染物質排出・削減量決定行動は、生産量などから独立に、税負担と汚染削減費用の和の最小化行動として規定できるものと想定する。

また、財政は歳入中立を仮定し、技術進歩などによる環境税税収の変化は人頭税形式の一括課税（補助金）による調整で相殺され、歳入中立が維持されるものとする。

### 2 技術進歩発生企業の利益（技術が社会全体に普及する以前の状況）

今、この中のある企業のみ技術進歩が発生したと考えれば、当該企業の技術進歩後の税負担と汚染削減費用の和（TCA）は、相殺増税分も含めて記述すれば、

$$TCA = t(zf - x) + c(x/(1+a)) + (1/n)t[(zf - x^*) - (zf - x)] \quad \text{補4-1}$$

環境税負担＋汚染削減費用＋相殺増税分

但し、 $t$  ; 単位汚染排出量当たりの環境税の税率

$zf$  ; 何も対策を行わない場合の当該企業の汚染排出量

$x$  ; 技術進歩発生以後の実現削減量

$c(\cdot)$  ; 汚染削減費用関数。 $c' > 0$ ,  $c'' > 0$

$a$  ; 技術進歩係数。 $a = 0$  技術進歩前,  $a > 0$  正の技術進歩

$n$  ; 市場に参加している企業数＝相殺増減税の対象となる

## 環境税納税企業の数

$x^*$  ; 技術進歩発生以前の実現削減量 ( $a=0$  に対応)。

で表わされ、このことを当該企業は認識しているものとする。この時、当該企業の技術進歩前の税負担と汚染削減費用の和 (TCB) は、 $a=0$  とおいて、

$$TCB = t(zf - x^*) + c(x^*) \quad \text{補 4 - 2}$$

と表現される。

この時、当該技術進歩発生企業の技術進歩発生前の時点での税込み費用最小化のための限界条件は、補 4 - 1 を  $x$  で微分し、 $x=x^*$ 、 $a=0$  で評価することにより、

$$t(n-1)/n = [\partial c(x)/\partial x] \Big|_{x=x^*} \quad \text{補 4 - 3}$$

となり、技術進歩後では、

$$t(n-1)/n = \partial c(x/(1+a))/\partial x = c'(x/(1+a))(1/(1+a)) \quad \text{補 4 - 4}$$

となる。<sup>8)</sup>

この補 4 - 4 式を陰関数定理で開けば、均衡の近傍では、

$$dx/da = (1+a) \{ [t(n-1)/n] + [c''x/(1+a)^2] \} c''^{-1} > 0 \quad \text{補 4 - 5}$$

となり、技術進歩の発生が自社に限定され、他企業の行動に変化がないと当該企業が認識する限り、この技術進歩に応じて、当該企業の汚染物質排出削減が進展する。

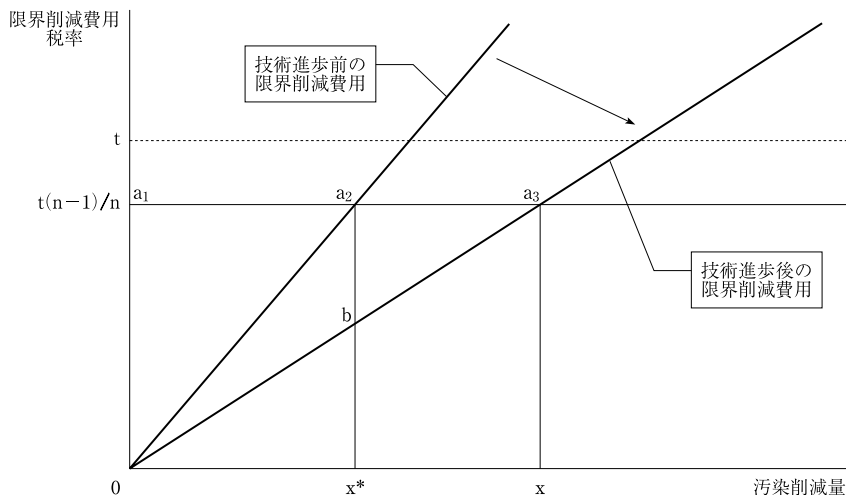
この「技術進歩を自社だけに秘匿できる」場合、税負担と汚染削減費用の和の減少として当該企業にもたらされるレント  $R$  は、相殺減税を考慮しても、

$$\begin{aligned} R &= t(zf - x^*) + c(x^*) - t(zf - x) - c(x/(1+a)) \\ &\quad - (1/n)t[(zf - x^*) - (zf - x)] \\ &= t(x - x^*) + [c(x^*) - c(x/(1+a))] - (1/n)t[(zf - x^*) - (zf - x)] \\ &= \text{追加削減による税負担減} + \text{排出削減費用変化分(負値)} - \text{相殺増税分} \\ &= t(n-1)(x - x^*)/n - [c(x/(1+a)) - c(x^*)] \quad \text{補 4 - 6} \\ &= \text{純税負担減少(正值)} - \text{排出削減費用増分(正值)} \end{aligned}$$

となる。

動学的効率性の存在を主張するためには、この  $R$  が、技術進歩前の均衡削

補図 1



減量  $x^*$  を達成するための削減費用の減少分  $[c(x^*) - c(x^*/(1+a))]$  を上回る必要がある。即ち、

$$R - [c(x^*) - c(x^*/(1+a))] \\ = t(n-1)(x-x^*)/n - [c(x/(1+a)) - c(x^*/(1+a))] > 0 \quad \text{補 4-7}$$

が、動学的効率性存在のための条件であり、これは、排出削減費用関数の形状が正常 ( $c' > 0$ ,  $c'' > 0$ ) であれば満たされる (補図 1 参照)。

即ち、補 4-7 式の条件は、 $\square x^* a_2 a_3 x$  の面積が、 $\square x^* b a_3 x$  より大きければ成立し、これは、条件、 $c'(x^*) > c'(x^*/(1+a)) > 0$  が成立することと同義であり、 $a > 0$  である以上、 $c' > 0$ ,  $c'' > 0$  を意味する。従って、 $c' > 0$ ,  $c'' > 0$  であれば、補 4-7 が成立する。

次に、補 4-7 と補 4-6 より、 $R > 0$  も成立する。補 4-7 より、

$$R > [c(x^*) - c(x^*/(1+a))]$$

となるが、この右辺は、補図 1 の  $\triangle o a_2 b$  であり、やはり、 $c' > 0$ ,  $c'' > 0$  である限り正となるから、 $R > 0$  がいえる。

### 3 技術が社会全体に普及した場合

上述のように、技術進歩が特定の企業だけに発生するならば、当該企業にレント  $R$  が発生するとともに、その大きさは、数量的直接規制の下で得られる水準よりも大きくなる。しかし、同等技術が社会全体に普及していくと、各企業では、他企業における技術進歩実現に伴って生じる、相殺増税の当該企業負担分が累積してくる。

他企業の視点で見ると、補 4-6、補 4-7 が成立している以上、自分以外の企業の行動を所与とすれば、動学的効率性が存在し、技術進歩のレントも正であるから、技術進歩実現に要する費用がそれよりも安価であれば、技術進歩を実現する利益が存在する。逆に、自分が技術進歩を実現しなくても、自分以外の企業の技術進歩実現に伴う相殺増税の負担は存在する。このため、自社が技術進歩導入に関わらなくても、他企業全てが新技術を導入するならば、相殺増税の累計分  $= AT = ((n-1)/n)t[(zf-x^*) - (zf-x)] = ((n-1)/n)t(x-x^*)$  は負担することになる。

他方、技術進歩を導入した場合に、技術が社会全体に浸透した後の各企業の最終的レント  $R_f$  は、時間の経過による割引の存在を無視して記述すれば、補 4-6 の相殺増税分が累積することで、

$$\begin{aligned} R_f &= t(x-x^*) + [c(x^*) - c(x/(1+a))] - (n/n)t[(zf-x^*) - (zf-x)] \\ &= c(x^*) - c(x/(1+a)) \end{aligned} \quad \text{補 4-8}$$

となる。この  $R_f$  は補図 1 でいえば、 $\triangle oa_2x^*$  と  $\triangle oa_3x$  の面積の差分に等しく、 $\triangle oa_2b$  の面積から  $\square x^*ba_3x$  の面積を差し引いたものとなる。同時に  $|R_f|$  は、 $AT$  より小さく ( $AT > |R_f|$ )、この技術の導入のための費用  $CT$  が、その差分より小さければ ( $AT - |R_f| > CT$ )、囚人のジレンマ的状況となり、各企業は共謀できない限り、技術進歩を導入して、負のレント  $R_f$  を獲得することになる。即ち、ここまでの議論を表にまとめれば（補表 1-1）、他社の戦略が「新削減技術を導入せず」の時に自社も導入を見送れば、ネット・ペイオフはゼロとなるが、自社だけ導入に踏み切れれば、新削減技術導入費用  $CT$  の負担の下に、レント  $R$  を獲得する。他方、他社の戦略が「新削減技術導入」の時に、自社が

補表 1-1 代表的企業のペイオフ

		他社の戦略	
		新削減技術導入せず	新削減技術導入
自戦 社略 の	新削減技術導入せず	0	-AT
	新削減技術導入	R-CT	Rf-CT

導入を見送れば、他社の新技術導入に伴う相殺増税の累積分  $-AT$  のペイオフとなり、自社も新削減技術導入に踏み切れば、 $Rf-CT$  のペイオフとなる。ここで、議論は各企業に対して対称であるから、1)  $(R-CT) > 0$ , 2)  $(Rf-CT) > -AT$  の2条件が同時に成立すれば、各企業にとって、新削減技術を導入することが支配戦略となる。

具体的に、限界削減費用関数を原点をとる直線と仮定して、代表的企業のペイオフ行列を検討すると以下のように書くことができる。即ち、補4-6より、レント  $R$  は、 $R = t(n-1)(x-x^*)/n - [c(x/(1+a)) - c(x^*)]$  であるから、限界削減費用が直線となるならば、

$$\begin{aligned} R &= t(n-1)(x-x^*)/n - [c(x/(1+a)) - c(x^*)] \\ &= t(n-1)(x-x^*)/n - (x-x^*)t(n-1)/2n \\ &= t(n-1)(x-x^*)/2n \end{aligned} \quad \text{補4-9}$$

と書ける。他方、前述のように、相殺増税の累積分は  $AT = ((n-1)/n)t(x-x^*)$  であり、最終的レント  $Rf$  については、補4-8より、

$$\begin{aligned} Rf &= c(x^*) - c(x/(1+a)) \\ &= -(x-x^*)t(n-1)/2n \end{aligned} \quad \text{補4-10}$$

となる。これらをペイオフ行列に書き込めば、下記の補表1-2を得る。これより、囚人のジレンマの状況となる条件は、

$$t(n-1)(x-x^*)/2n > CT \quad \text{補4-11}$$

となる。この条件は、そもそも、「技術を自社だけに秘匿できる」と考えたときに当該技術進歩が純利益をもたらすための条件であり、当該技術が意味あるものである限り成立するから、各企業は共謀できない限り、囚人のジレンマ的



補表 1-2 代表的企業のペイオフ

		他社の戦略	
		新削減技術導入せず	新削減技術導入
自戦 社略 の	新削減技術導入せず	0	$-(x-x^*)t(n-1)/n$
	新削減技術導入	$[(x-x^*)t(n-1)/2n]-CT$	$-[(x-x^*)t(n-1)/2n]-CT$

状況に陥ることになる。

言い換えれば、社会全体としてみれば、 $n \times \{\Delta o a_2 b - \square x^* b a_3 x\}$  の面積相当の削減費用と、技術進歩の開発・導入の費用をかけて、汚染物質排出削減を  $n(x^*-x)$  分追加しているという常識的解釈に戻る。

#### 4 まとめ

以上の議論より、一定の歳入確保を前提とし、税収の増減をもたらす変化には、必ずそれを調整する相殺増減税が行われる状況を想定し、かつその相殺増減税が、関連主体の頭割りとなる場合、一様混和性の汚染問題に関わる環境税制度は、短期的に、従来の意味での動学的効率性に対応するレントをもたらすが、長期的に、そのレントは消失することになる。

しかし、この結果は、環境税制度の動学的効率性の存在を否定することにはならない。同質の  $n$  企業を想定すると、代表的企業にとって、「自社だけに技術進歩が生じるなら、その導入費用と相殺増税の自社負担分を負担しても利益がでる状態」であるならば、他の  $n-1$  社が新削減技術導入を見送っている場合に、自社が新削減技術を導入する戦略が有利なことは当然であるが、他の  $n-1$  社が新削減技術を導入した場合にも、自社の戦略としては、何もせず他社の技術進歩に伴う相殺増税分を負担するだけよりは、新削減技術を導入する方が有利となり、囚人のジレンマ的状况の中で、新削減技術の導入が進展する可能性がある。さらに、初期にレントを獲得することが財市場で戦略的意味を持つ場合や、削減技術開発が、パテントなどの形で他企業からのロイヤルティなどをもたらす場合等、早い者勝ちの利益獲得を狙った、技術開発競争がもたら

される可能性も想定できよう。

なお、ここでいう「動学的効率性」とは、本論脚注2でみたように、「直接規制と比較して、汚染排出企業に削減技術開発のための研究開発投資のインセンティブが発生するか否か」で捉えられており、(社会的な)厚生水準とは直接には関わらないことに注意する必要がある。

補論4了

#### 注

- 1) この論文は、1999年度～2000年度立命館大学学術研究助成特定研究(2)「不確実性の下での持続可能性に関する研究—2つの後悔しない政策と経済的手段の限界」に関連してなされた、環境経済・政策学会2000年大会報告「環境税・炭素税に関する評価視点の再検討」を基礎に取りまとめた。
- 2) 以下では、「当初、同一の環境水準を達成するよう意図された政策手段間の比較において、『規制的手段でそれを行う場合と比較して、当該政策手段を実施した場合の方が、汚染削減技術の技術進歩が汚染源企業にもたらす利益が大きく、削減技術の研究開発投資へのインセンティブが大きい』場合、その政策手段は『動学的効率性を持つ』』と表現することとする。即ち、直接に動学的効率性と関わるのは、削減技術の技術進歩と企業の私的利益の関係であり、社会全体の厚生水準などとは直接には、関わらない。
- 3) 開発される技術の内容によっては、特許料収入などが期待でき、早い者勝ちを狙った開発競争が強化される可能性がある。但し、この特許関連のメカニズムは、政策手段が直接規制であるか経済的手段であるかには関わらない。
- 4) 同報告書(環境庁(2000))のSGMモデルの分析では、環境税税収を所得税の相殺減税に振り向けるよりも、財政赤字の解消にまわした方が、長期的な成長率が高くなっている。同報告書の説明では、財政赤字削減で(長期)金利が低下し、設備投資が促進されるというメカニズムとなっている。しかし、徹底した新古典派モデルでバローの中立命題の成立を前提とするならば、同報告書の議論とは異なり、財政赤字の規模は効果をもたなくなる。
- 5) 絶対優位を著しく喪失する産業=損失者の存在(分配問題)を問題視する議論も多いが、この点は分配の議論となりここでは触れない。
- 6) 現実には、擬似固定相場制度の下でも、全ての価格調整、数量調整を通じて比較優位構造は貿易構造を規定すると考えられる。実際、諸富(2000)の中で紹介されている、ドイツなどでの計量モデル分析では、環境税導入で相対的に有利と

なる産業の存在も示されているが、同時に為替が固定化されている以上、産業界などからの誤解を受けやすいことも事実であろう。

- 7) 汚染排出許可総量は外生だから、企業数  $n$  に反比例して企業規模が小さくなることを暗黙に想定していることになる。
- 8) 技術進歩の発生前でも、ある企業の行動の結果、税収が減少すれば、その分、一括税による調整増減税が行われるものとし、このことを各企業は、認識しているものとする。

### 参考文献

#### 和文文献

- ① 天野明弘 (2000) 「国内排出削減メカニズムの確立に向けて」, 財団法人地球環境戦略研究機関 (<http://www.iges.or.jp/page/2opensum.htm>), 第二回地球温暖化対策オープンフォーラム提出論文
- ② 岡 敏弘 (1997) 「環境政策手段の経済理論」植田和弘, 岡敏弘, 新澤秀則編著「環境政策の経済学」第1章 日本評論社
- ③ 環境庁, 環境政策における経済的手法活用検討会 (2000) 「環境政策における経済的手法活用検討会報告書」
- ④ 新澤秀則 (1997) 「排出許可証取引」, 植田和弘, 岡敏弘, 新澤秀則編著「環境政策の経済学」第8章 日本評論社
- ⑤ 諸富 徹 (2000) 「環境税の理論と実際」有斐閣

#### 外国語文献

- ① Bohm, P. (1985), "Comparative Analysis of Alternative Policy Instruments" in Handbook of Natural resource and Energy Economics vol. 1 ed. by A. V. Kneese and J. L. Sweeney, Elsevier Science B. V., Amsterdam
- ② Bovenberg A. L., and R. A. de Mooij (1994), "Environmental Levies and Distortionary Taxation," The American Economic Review 84, pp. 1085-89
- ③ Milliman S. R. and R. Prince (1989), "Firm Incentives to Promote Technological Change in Pollution Control," Journal of Environmental Economics and Management 17, pp. 247-65
- ④ Seskin, E. P., R. J. Anderson and R. O. Reid (1983), "An empirical analysis of economic strategies for controlling air pollution," Journal of Environmental Economics and Management 10, pp. 112-24