

外部不経済効果の内部化と技術変化

—コースの定理の限界—

立正大学経済学部 教授

藤岡 明房

Internalization problem of external diseconomy and technological change

—Limit of Theory of Coase—

Rissho University, Faculty of Economics, Professor

Akifusa FUJIOKA

要旨

企業が外部不経済の効果をもたらす財を生産するとき、政府は外部不経済の効果を減少させるために政策を実行する。その結果、企業は、生産量を減少させることによって、外部不経済効果を抑制する。しかしながら、企業にとっては、生産量を減少させるという結果は必ず望ましいというわけではない。理由は会社の生産量減少し、利益が削減されるからである。したがって、政府が外部不経済効果の内部化のための政策を実施することによって、企業の生産が削減されるならば、企業は、新しい生産を削減させないような新しいやり方を導入するであろう。この論文において外部不経済効果を減少させるような技術として2種類を取り上げる。1つは、短期的に損害額を減少させる「エンド・オブ・パイプ」型の技術である。もう1つは、「生産過程変化」型の技術であり、長期的間、有害物質を減少させることによって損害額を減少させる技術である。2種類の技術を比較する場合、生産過程変化型の技術が望ましいことが示される。

When a company produces products that bring the effect of the external diseconomy, the government executes the policy to reduce the effect of the external diseconomy. As a result, the company reduces the external diseconomy by reducing amount of production. However, the result to reduce amount of production is not necessarily preferable for the company. The reason is because the profit of the company decreases by reduction of the amount of production.

Therefore the company introduces a new technology when the government makes a policy for internalization of the external diseconomies effect to reduce reduction of the production by the policy. I will take up two kinds of technologies to reduce the discharge of a material producing an external diseconomies effect in this paper. One is a technology of “the end of pipe type” that reduces the amount of damage for the short term. Another one is a technology of “Production process change type” to reduce the amount of damage by reducing the material for the long term. It is shown that the technology of the production process change type is preferable by comparing two kinds of technologies.

キーワード：外部不経済，限界損害，限界削減費用，社会的厚生，エンド・オブ・パイプ型技術，

JEL：D62，H23，Q52，Q55

外部不経済効果の内部化と技術変化

—コースの定理の限界—

立正大学経済学部 教授

藤岡 明房

1. はじめに

外部不経済効果¹⁾の内部化に関しては、経済学の分野ではすでに多くの研究がなされている。その中でも重要な研究は、ロナルド・コース²⁾が行った当事者間交渉による内部化に関する研究である。コースの議論では、通常交渉のための取引費用が安い、あるいは無視できるという前提が置かれる必要があるが、市場の失敗の1つである外部不経済効果を交渉によって解決できることを示したことは大きな貢献であった。それ以前の研究では、政府が登場し、税や課徴金の賦課あるいは法律や規制などの制定といった政府の介入によって外部不経済効果の内部化を実現する方法が中心であった。

外部不経済効果を内部化するために税や課徴金を賦課する方法が採用された場合、第1段階では社会的厚生を最大化するように税や課徴金の額が決定される。その税や課徴金は価格に上乘せされ、消費者に転嫁される。同時に、価格が高くなることで需要が減少し、それに伴い企業の生産量も減少する。したがって、企業は利益も削減されることになる。これは企業にとっては好ましくな

¹⁾ ロナルド・コースは、参考文献 [11] の第5章『社会的費用の問題』の中で「外部経済・不経済」あるいは「外部性」に関して議論している。コースは、多くの経済学者は外部不経済を、A. C. ピグーの著書『厚生経済学』の中で用いた私的生産物と社会的生産物とのかい離という問題に関する取扱いの方法として認識していると述べている。

²⁾ ロナルド・コースの経歴や業績については、参考文献 [11] の中の訳者あとがきの部分で詳しく述べられている。

い結果である。そこで、企業は利益を増加させるために、第2段階では外部不経済効果を削減することによって、生産量を増加させることを目指すことになる。そのために、外部不経済効果を削減するような新しい技術の導入がなされるのである。

では、外部不経済効果を内部化するためにコースの考えに基づく当事者間交渉がなされた場合、企業は新しい技術の導入を目指すようなインセンティブが与えられるのであろうか？ これに対する答えは必ずしも容易ではない。なぜなら、初期の環境権が誰に配分されているかによって、当事者間交渉による所得分配の状態が変わってくるからである。

本論文では、外部不経済効果を内部化するための手法として、課税方式（あるいは課徴金方式）と当事者間交渉方式の2つがある場合、企業は第2段階として新しい技術の導入を行うのかどうか、あるいは新しい技術の導入を行うための条件とは何かについて検討する。

2. 課税による外部不経済効果の内部化

2.1 市場均衡と外部不経済効果

市場における需要と供給によって価格と取引量が決定される。市場の参加者は、家計が買い手として登場し、企業が売り手として登場する。通常取引であれば、経済主体はこれだけである。しかし、外部経済・不経済効果が発生する場合は、外部経済・不経済効果を受ける第3者が登場する。特に、外部不経済効果の場合、大気汚染や水質汚濁、土壌汚染などの被害を受ける第3者としては企業の近隣の住民が上げられる。

市場機構には、外部不経済効果を解決する方法がないので、外部不経済効果は市場の失敗とされた。市場の失敗³⁾については、政府が登場し、政府の介入によって解決が図られることになる。解決の手段としては、税・課徴金などの経済学的手法と法律や規制のような法学的手法、さらには説得などの倫理的手法などが挙げられる。経済学者は、いずれの手法でも、とりあえず第1段階と

³⁾ 市場の失敗に関しては、Bator [2] を参照。

しては外部不経済効果を削減できるが、経済的手法の場合第2段階として外部不経済効果をより削減するような努力がなされることから、経済的手法が望ましい手法であるとみなしている⁴⁾。

このような経済学者の見方に対し、ロナルド・コースは外部不経済効果が存在する場合、政府を登場させなくても、損害を受ける住民と企業の間で当事者間交渉が行われ、外部不経済効果を内部化するような解決を図ることが可能であることを指摘した。それが、「コースの定理」⁶⁾として知られるものである。そこで、コースの定理について確認しておくことにする。

2. 2 コースの定理

コースの定理をめぐる議論については、コースの著書の中（第1章）でも紹介されている。それによれば、コースの考え方は、はじめ、『社会的費用の問題』におけるA. C. ピグーに対する批判の中で展開されたものであった。すなわち、鉄道の機関車の火花が鉄道に隣接する土地の森に火事を起こすといった問題に関する経済システムの働きに欠陥が見いだされた場合、これは何らかの政府の行動を通じて正される、というピグーの基本的立場に対する批判である。ピグーの考え方は、サミュエルソンによって「技術的外部経済ないし不経済」として定式化され、企業や個人に対する税の賦課あるいは規制の導入といった政府介入によって解決されることになる。コースは、このようなアプローチは深刻な欠陥を持っているものとみなし、それらに代わる新しい方法を示したのである。

コースの定理に関する一般的な説明は、スティグラーによってなされた。スティグラーの著書⁵⁾によれば、コースの定理とは、

⁴⁾ 外部不経済効果の内部化に関しては、Barnett [1], Buchanan [7], Burrows [8, 9] を参照。また、同様の議論は多くのテキストで紹介されている。緒方隆・須賀晃一・三浦功編 [16], 時政島・藪田雅弘・今泉博国・有吉範敏 [22] などを参照。

⁵⁾ スティグラーの議論については、コースの翻訳本 [11] の第6章で紹介されている。

⁶⁾ 環境問題へのコースの定理の適用に関しては、Field [12], N. Hanley, J. F. Shogren, and B. White [13], C. D. Kolstad [14], 柴田 [19], R. K. Turner, D. Pearce, and I. Bateman [23] などを参照。

1) (公害のような) 外部性がある場合、取引コストが存在せず、権利の所在に関し何らかの社会的合意があるならば、(汚染企業と住民の間での直接交渉のような) 当事者間の自発的交渉によってパレート最適な資源配分が達成される。

2) しかも実現する配分は、初期における権利の所在がいかなるものであるかに依存せず一定になる。

というものである。このことは、コースの論文の中でも指摘されている。ただし、コース自身は取引費用をゼロとしたスティグラーによるコースの定理の定式化については、コースが重要と考えている取引費用に関する議論を大幅に削除しているため不満を漏らしている。

2.3 コースの定理の適用

コースの定理を具体的な事例で適用するとき、権利の配分に関する何らかの社会的合意が必要であるが、一般に事前的に配分が定められているとはいえない。通常は、公害問題などが生じた後、裁判が行われ、裁判所が権利の配分について認定することになる。しかし、裁判所は権利の配分について常に正しい認定を行うとは限らない。

そこで、環境権がすべて住民に与えられるケース、環境権がすべて企業に与えられるケース、環境権が住民と企業の双方に与えられるケースに分けて検討してみる。

2.4 コースの定理の限界

コースの定理が認知されると、外部不経済効果が存在する場合、当事者間交渉も有力な解決方法と認識されるようになった。したがって、外部不経済効果が生じた場合、当事者間交渉を行うことによって解決される可能性がある。その意味で、コースの定理の意義は高いといえよう。

しかし、コースの定理を適用することによって外部不経済効果の問題を解決することができたとしても、常にそれが適用可能であるとはいえないかもしれない。確かに、第1段階の最適化については当事者間交渉でも最適化が実現で

きるとしても、ひとたび最適化が実現された後、第2段階として企業が外部不経済効果を削減するような新たなインセンティブを持てるのであろうかという疑問が生じる。

そこで、経済学的手法とコース的手法の性質の違いを余剰分析に基づいて行ってみる。すなわち、家計の消費者余剰、企業の生産者余剰、住民の外部不経済効果による損害額の3つに基づいて余剰分析を行うことにする。なお、消費者余剰分析に関しては、分析の簡単化のためヒックス流の余剰分析ではなく、マーシャル流の余剰分析に限定する。

2.5 外部不経済効果の定式化

企業は生産過程で汚染物や有害物質、あるいは温室効果ガスなどの外部不経済効果をもたらすものを排出する。したがって、これらの排出物は生産過程で排出されることから生産の副産物 (by-product) とみなすことができる。企業は、生産物として主産物 (main-product) と副産物を結合生産 (joint product)⁷⁾している場合、生産関数は次のように定式化できる。

$$g(x, e; k) = 0 \quad (1)$$

ここで、 x =主産物、 e =副産物、 k =生産要素、 $g(\)$ =主産物と副産物の生産関数、である。また、主産物の価格は P であるが、副産物は、当面価格は存在しないものとする。

副産物の生産は次のように単純化できる。

$$e = \alpha x \quad (2)$$

したがって、主産物を生産すれば、副産物は追加的費用なしに生産できることになる。主産物と副産物の合計の生産関数は、次のようになる。

⁷⁾ 結合生産に関しては、Baumgartner [3], Baumgartner, M. Faber and Johannes Schiller [4], S. Baumgartner, Dyckhoff, H. Faber, M. Proops, J. Schiller [5] の中でいろいろな観点から論じられている。しかし、理論的にはBaumgartner [3]で行われている議論が本論文の参考になった。ただし、本論文での定式化に基づく図解は、Baumgartner [3]では行われていないことに注意。

$$\begin{aligned}x+e &= (1+\alpha)x \\ &= (1+\alpha)f(k)\end{aligned}\quad (3)$$

ここで、 $f(\quad)$ は (1) 式の生産関数 g を特定化したものであり、主産物 x の生産関数になる。

企業は、主産物と副産物を生産し、主産物を市場に供給することによって収入を得ている。主産物の価格を p とすると、収入 R は $R=px$ となる。生産のための費用は、主産物についてのみ生じる。主産物の生産に対し費用は逓増的に増加するものとする。

$$C=C(x;e)\quad (4)$$

ここで、 $dC/dx > 0$ 、 $d^2C/dx^2 \geq 0$ 、 $C=0=C(0)$ とする。なお、図に示す場合は、簡単化のため、 $d^2C/dx^2 = 0$ とし、直線で示すことにする。

企業から排出された副産物 e は外部不経済効果 Z をもたらす。その外部不経済効果は副産物の関数である損害関数 $Z(e)$ として定式化できる。

$$Z=Z(e)\quad (5)$$

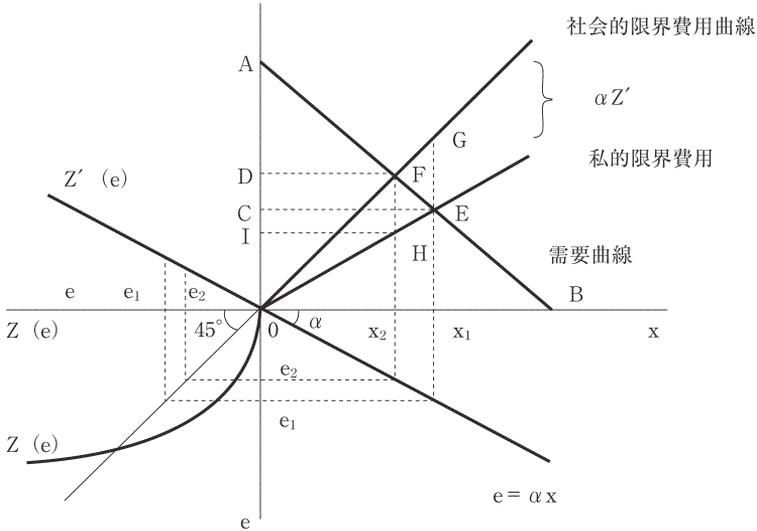
この損害関数は、副産物に関する逓増型の関数とする。したがって、次のような性質を持つことになる。

$$\begin{aligned}dZ/de &= Z' > 0, \quad d^2Z/(de)^2 = Z'' \geq 0 \\ Z(0) &= 0\end{aligned}\quad (6)$$

副産物の損害関数を図で示したものが、図1の第3象限である。この損害関数から限界損害関数を導き出したものが、図1の第2象限である。この限界損害関数は、簡単化のため直線で示されている。

この限界損害関数は、通常外部不経済効果として取り扱われるものである。外部不経済効果は、私的限界費用関数と加えることによって社会的限界費用関数になる。外部不経済効果としての限界損害関数を第1象限で示す場合、主産物の生産量 x に依存するように変換する必要がある。そのために、損害関数を

図1 外部不経済効果の発生



主産物の量 x で微分してみる。

$$\begin{aligned}
 dZ / dx &= (dZ / de) \cdot (de / dx) \\
 &= Z' \cdot \alpha \\
 &= \alpha Z'
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

この関係を用いて図1の第1象限に外部不経済効果としての限界損害関数を示した。それが $\alpha Z'$ である。

2.6 企業の利潤最大化

市場が完全競争市場であるならば、企業は収入から費用を引いた利潤を最大化するように行動する。そのときの主産物の生産量 x は、次のようになる。

$$\text{Max } \pi = px - C(x; e)
 \tag{8}$$

この最適化問題の必要条件は、

$$d\pi / dx = p - dC / dx = 0$$

である。ゆえに、

$$p = C' (x ; e) \quad (9)$$

となる。これは、価格と限界費用関数が等しくなるところで生産量 x が決定されることを示している。

最適化のための十分条件は、

$$d^2\pi / dx^2 = -d^2C / dx^2 < 0 \quad (10)$$

である。費用関数の形は逓増型を想定しているので、十分条件は満たされる。

2. 7 家計の効用最大化

消費者は、準線形効用関数を持つものと仮定する。すなわち、消費者は、外部不経済効果が存在している生産物 x とそれ以外の合成財 y を消費していると仮定する。消費者の所得水準を I とし、生産物 x の価格を p 、合成財 y の価格を 1 とする。このとき消費者は次のような最適化行動をとるものとする。

$$\text{Max } U = u(x) + y \quad (11)$$

$$\text{s. t } px + y = I \quad (12)$$

このモデルを解いてみる。(12) を (11) に代入して整理すると、

$$U = u(x) + I - px \quad (13)$$

となるので、これを最大化すると、

$$\begin{aligned} dU / dx &= du / dx - p = 0 \\ \therefore du / dx &= p \end{aligned} \quad (14)$$

となる。

この (14) 式から、特定の価格水準 p が与えられると、その p に応じて唯一の需要量 x が決定されることになる。

2. 8 企業の外部不経済効果の削減

企業は副産物として汚染物を排出しているが、その汚染物が地域の住民や企業などに損害を与えている。それが外部不経済効果である。社会的には外部不経済効果は望ましいものではないので、外部不経済効果を削減することが求められる。

外部不経済効果を削減する方法のうち、第1は、汚染物を排出した企業に責任を負わせる形で汚染物を削減する方法である。その場合、汚染物を排出した企業は、副産物である汚染物の排出量を削減するため、主産物の生産量を削減する方法を採用することになる。第2は、当事者間交渉によって汚染物の排出量を削減する方法である。第3は、汚染物を排出した企業の責任は当面无視し、政府によって汚染物の量を削減する方法である。

このように外部不経済効果を削減するための政策が実施されるのは第1段階の話である。実は、企業は第1段階の方法が実施されることによって利潤が減少するため、その利潤を回復させるために第2段階の対策を実施することが考えられる。

第1の方法では、第1段階として市場に政府が介入し、税や課徴金などの間接的な手法を用いる政策がなされる。その結果、企業は生産量を削減するという対応を取ることになる。そして、第2段階では、企業は第1段階で減少した利益を増加させるための新たな対策を取ることになる。この第2段階の対策の中に主産物1単位当たりの汚染物を削減する技術の導入や汚染物による損害額を削減する技術の導入が含まれる。

第2の方法は、『コースの定理』と呼ばれる方法であるが、環境権の初期割当がどのようになっているかによって解決の仕方が異なってくる。本論文では、環境権は住民が持つケース、企業が持つケース、政府が持つケースの3つのケースを想定する。

第3の方法では、法律や規制によって直接政府が介入することになる。汚染物の処理は政府が行うことになる。ただし、本論文では、このケースについては触れないことにする。

第1の方法については、第1段階では、政府が介入し、副産物の生産量 e を

削減するために結合生産物である主産物に課税することによって主産物の生産量を削減する方法がとられる。

第2段階の対応あるいは対策として次のような3つのケースが想定できる。

1) 副産物の生産量1単位当たりの損害額を軽減するような新しい技術を導入する方法

2) 主産物の生産に伴って結合生産される副産物の生産量を新しい技術の導入によって削減する方法

3) 1)と2)の組合せであり、主産物1単位当たりの副産物の生産量を削減し、副産物の生産量1単位当たりの損害額を軽減する方法

のいずれかが採られる。

これら3つのケースについて削減のための費用を検討してみる。

2.9 第1段階の最適化

はじめに、政府が介入し外部不経済効果を削減するため課税がなされるケースを考える。政府は、社会的厚生を最大化するため、外部不経済効果に等しいだけの課税を行うことになる。このことを図1によって示してみる。

企業は課税がない場合は、需要関数と供給関数が交わる点Eで生産を決定している。ここで政府が課税を行うと、生産量は減少する。もし政府が外部不経済効果に等しいだけの課税を選択できたならば、企業は生産を社会的限界費用関数と需要関数が交わる点Fで生産を決定することになる。このとき、課税の効果を社会的余剰の変化で測定してみる。

課税前の社会的余剰の大きさは、消費者余剰 $=\Delta ACE$ 、生産者余剰 $=\Delta C0E$ 、外部不経済効果 $=\Delta 0EG$ 、なのでそれらを合計した、

$$\begin{aligned} \text{社会的余剰} &= \Delta A0E - \Delta 0EG \\ &= \Delta A0F - \Delta FEG \end{aligned}$$

となる。

もし外部不経済効果に等しいだけの課税がなされるならば、新しい均衡点は点Fになる。したがって、生産量は x_2 になる。このとき社会的余剰の大きさ

は、消費者余剰 $=\Delta ADF$ 、生産者余剰 $=\Delta O x_2 H$ 、課税額 $=DIHF$ 、外部不経済効果 $=\Delta O HF$ なので、

$$\begin{aligned} \text{社会的余剰} &= \text{台形 } A O H F - \Delta O H F \\ &= \Delta A O F \end{aligned}$$

となる。したがって、課税によって社会的余剰は ΔFEG だけ増加したことになる。

以上のように、図を用いて社会的厚生の実現が最大化されることを明らかにした。同じことを、式によって確認しておく。

社会的厚生 $W^8)$ は、消費者の効用 U 、企業の利潤 π 、(－) 住民の損害額 Z を合計したものによって求められる。すなわち、

$$\text{Max } W = U + \pi - Z \tag{15}$$

である。ここで、

$$U = U(x, y) = \{u(x) + I - px\} \tag{16}$$

$$\pi = \{px - C(x)\} \tag{17}$$

$$Z = Z(e) \tag{18}$$

$$e = \alpha x \tag{19}$$

である。したがって、社会的厚生の実現が最大化は、次のようになる。

$$\begin{aligned} \text{Max } W &= U + \pi - Z \\ &= \{u(x) + I - px\} + \{px - C(x)\} - Z(\alpha x) \\ &= u(x) + I - C(x) - Z(\alpha x) \end{aligned} \tag{20}$$

$$\therefore dW / dx = u' - C' - \alpha Z' = 0$$

$$\therefore u'(x) - C'(x) = \alpha Z'(e) \tag{21}$$

この (21) 式から明らかのように、外部不経済効果が存在する場合、需要関数 $(u'(x))$ と供給関数 $(C'(x))$ の差が外部費用に等しくなるときに社会的厚

⁸⁾ 社会的公正の最大化の定式化に関しては、Varian [24] を参照。

生の最大化が図れることになる。そこで、外部不経済効果に等しくなるように課税を行うことによって社会的厚生を最大化が行われる。

$$T = \alpha Z' (e) \quad (22)$$

具体的な課税方法としては、定額税や定率税などいくつかの方法が存在する。ここでは定額税を想定する。生産物に課税がなされると、企業は課税分を価格に転嫁し、課税分だけ価格を引き上げる。したがって、生産者価格 p とは別に消費者価格 q が生じることになる。そして、消費者価格 q は、課税分 T だけ高くなる。

$$q = p + T \quad (23)$$

となる。したがって、家計の効用最大化と企業の利潤最大化による市場均衡条件は次のようになる。

$$\text{Max } U = u(x) + y \quad (24)$$

$$\text{s. t}$$

$$I = qx + y \quad (25)$$

これから、一階の最適条件は、

$$du / dx = q = p + T \quad (26)$$

となる。

同じく、企業の一階の最適条件は、前に求めた、

$$p = dC / dx \quad (27)$$

となる。したがって、市場均衡条件は、

$$u'(x) - dC / dx = T (= \alpha Z' (e)) \quad (28)$$

となる。

このように外部不経済効果に等しくなるように課税 T がなされると、市場均衡 (28) においても社会的最適化 (21) が実現できることになる。

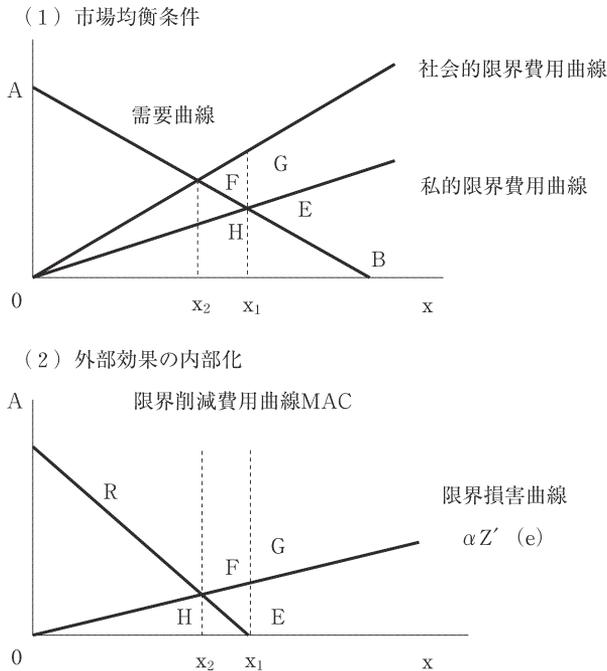
2.10 限界削減費用関数の導出

このように需要関数と供給関数（＝私的限界費用関数）そして限界外部費用関数（＝限界損害関数）を用いて社会的余剰を最大化することができた。同じことが点Eを基準にし、その基準の生産量より生産量を削減する場合の限界削減費用関数と限界外部費用関数を用いて示すこともできる。ここで、限界削減費用関数とは、需要関数から私的限界費用関数を引いたものである。

$$\text{限界削減費用関数} = \text{需要関数} - \text{私的限界費用関数}$$

この限界削減費用関数を示したのが図2である。図2の（1）市場均衡条件は図1の第1象限に対応している。図2の（2）外部効果の内部化における限

図2 削減費用と限界損害



界削減費用関数は（１）市場均衡条件の図から導き出されたものである。

この限界削減費用の意味を改めて考えてみる。（１）での市場均衡点である点Eのときの主産物の生産量 x_1 は、（２）では横軸と交わる点Eになる。この生産量 x_1 よりも生産量を削減すると、（１）で ΔFHE の死重損失が発生する。この死重損失の額が（２）での ΔFHE に対応している。すなわち、限界削減費用とは死重損失の限界的増加を意味する。

$$\text{限界削減費用} = \text{限界死重損失額}$$

したがって、この限界削減費用は汚染物による損害額を減少させるための限界削減費用としては、主産物を削減するという方法しか取れないという限定された条件の下における費用である。損害額自体を減少させるような技術が導入されるか、結合生産される汚染物の生産量を減少させるような技術が導入されるならば、限界削減費用の形も変わってくるのが考えられる。そこで、第２段階の新しい技術の導入について改めて検討してみる。

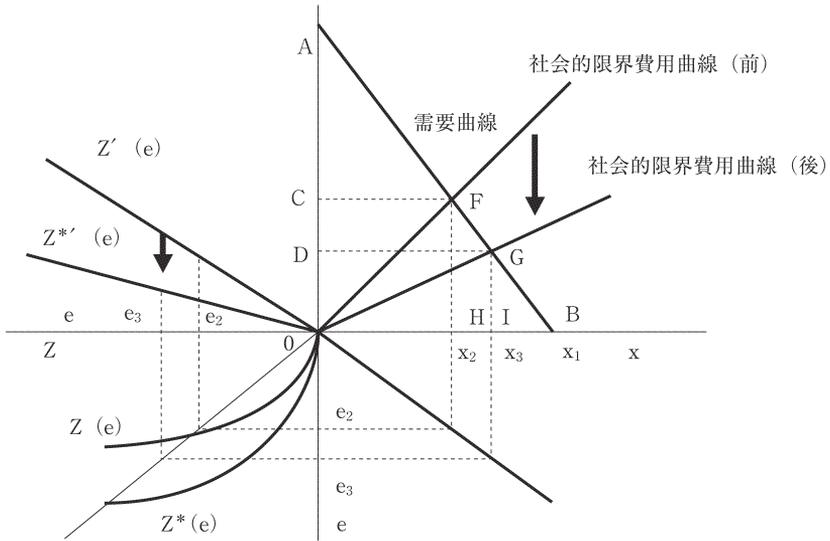
3. 新しい技術の導入による汚染物の損害額の削減

3. 1 エンド・オブ・パイプ型の技術

汚染物を排出している企業は、政府が介入し副産物としての汚染物ではなく主産物に課税するという政策が実施されることによって、主産物の生産量を削減しなければならなくなった。企業は、課税額が外部不経済効果としての汚染物の排出量による限界損害額に等しくなるように設定される場合には、図2の（１）の点Fで生産量を決定する。この最適点は、図2の（２）における限界損害費用関数と限界削減費用関数との交わった点としても表わすことが出来る。

ここで、企業が第２段階として、損害額を減少させるような新しい技術を導入したとする。新しい技術として最も簡単な方法は、汚染物が生産されたとしても、その汚染物を企業の外に出さないような装置を設置することであろう。このような技術は、通常『エンド・オブ・パイプ』型の技術と呼ばれるものである。たとえば、工場から出される汚染された排水をフィルターをついたろ過

図3 損害を削減する技術



装置を用いて汚染物を回収するような方法が挙げられる。このろ過装置を設置すれば当面の汚染物の排出による損害額を削減できる。

このろ過装置だけを購入する場合には、固定費用だけで汚染物の被害額を削減することが可能になるかもしれない。そのことは図3を用いて示すことができる。

図3の第3象限では、当初汚染物 e によって $Z(e)$ という損害関数に基づいて損害額 Z が発生することを示している。この損害関数から、限界損害関数は Z' となる。それを示したのが図3の第2象限である。ここで、もし新しく『エンド・オブ・パイプ』型の技術が導入されると、損害額が削減され損害関数は $Z^*(e)$ となる。そして、限界損害関数は、 $Z'^*(e)$ となる。

ここで、新しい損害関数 $Z^*(e)$ は、次のような性質を持っているものとする。

$$Z(e) > Z^*(e)$$

$$Z'(e) > Z'^*(e)$$

$$dZ^*/de = Z^{*'} > 0, \quad d^2Z^*/(de)^2 = Z^{*''} \geq 0$$

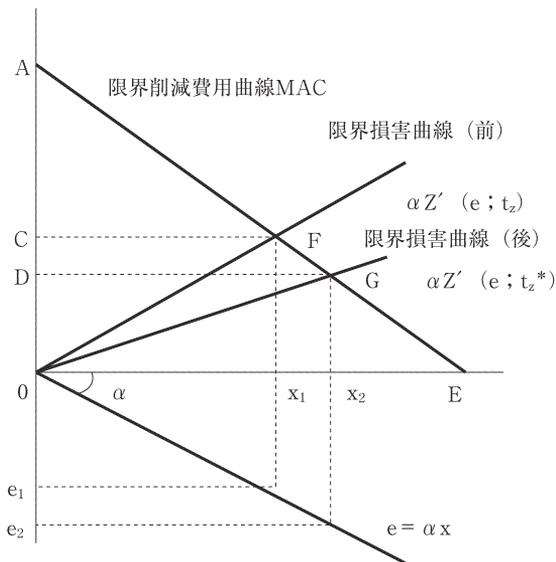
$$Z^*(0) = 0$$

図3の第2象限では、簡単化のため、 $Z^*(e)$ の関数形は $Z'(e)$ より傾きの緩い原点から出る直線として示した。

新しい技術を伴った限界損害関数が第2象限のようになった場合、図3の第1象限の外部効果は小さくなるので、社会的限界費用の傾きはより緩やかになる。ここで注意しなければいけないことは、新しい技術が導入されても固定費の増加だけで済むことにより、私的限界費用関数は変化しないことである。このことを改めて図4を用いて示すことにする。

図4の限界削減費用関数は、新しい技術の導入によっても変化しない。した

図4 エンド・オブ・パイプ型技術と削減費用



がって、新しい技術の導入によって限界損害関数だけが下に移動する。この結果、新しい技術の下では、課税額はFHの額からGIの額に削減されるので、社会的に望ましい主産物の生産量は x_1 から x_2 に増加する。

このようにエンド・オブ・パイプ型の技術が導入され、限界損害額が削減されたことによって、課税額が削減されたならば、社会的余剰は当初の ΔA_0F から ΔA_0G に変化するので、 $\Delta 0GF$ だけ社会的余剰が増加することになる。

ただし、技術の導入にあたり固定費の額 F_c が発生するので、純社会的余剰を決定するためには、社会的余剰からその分を引く必要がある。

3. 2 汚染物の排出量削減の技術

次に、主産物と結合生産される汚染物の量を削減するような技術が導入された場合を考える。主産物 x の生産に伴って汚染物 e が生産されるが、その比率は当初の技術では α であった($e^\alpha = \alpha x$)。汚染物の排出量を削減するような技術が導入されると、主産物 x と汚染物 e の比率は β に低下する($e^\beta = \beta x$)。そのため、汚染物の排出量は減少する。

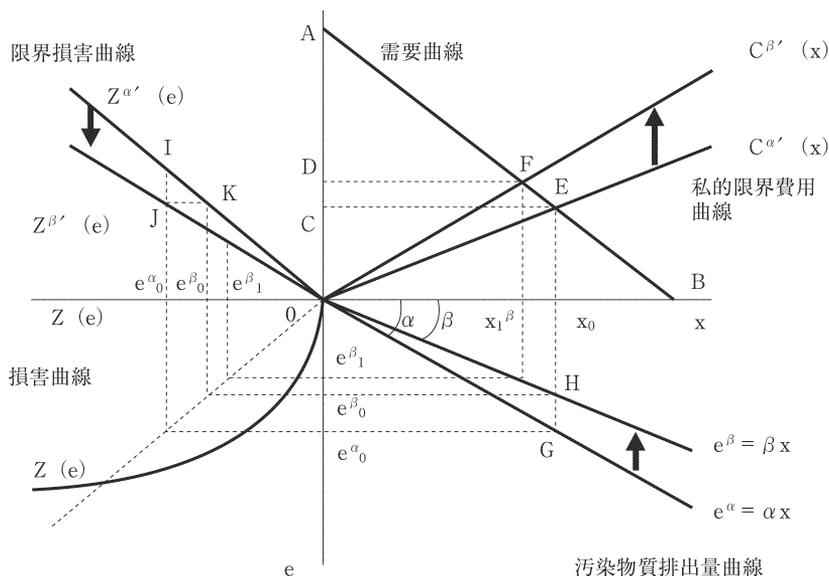
$$e (= \alpha x) > e^\beta (= \beta x)$$

このように、新しい技術の導入によって主産物の生産量 x に伴って排出される汚染物の量は減少する。この関係は図5を用いて見ることができる。

図5の第4象限には当初の技術と変更された技術に基づくそれぞれの汚染物の排出量が示されている。当初の技術による汚染物の排出関数は e^α であり、新技術による汚染物の排出関数は e^β である。

分析の簡単化のため、新しい技術の導入によって汚染物の排出量は減少するが、汚染物1単位当たりの汚染物の損害関数は変化しないものとする。それを示したのが図5の第3象限である。損害関数は、新しい技術の導入によっても変化しない。しかし、主産物の生産に伴って排出される汚染物の量は減少するので、ある主産物の生産量に対応する限界損害額は減少する。そのことを示したのが、図5の第2象限である。当初の技術による限界損害曲線 $Z^\alpha(e)$ は、新しい技術の導入によって限界損害曲線 $Z^\beta(e)$ に低下する。

図5 汚染物削減の技術



汚染物の排出量を削減する技術については、エンド・オブ・パイプ型の技術とは異なり、生産過程を変更する必要がある。そのため、生産のための費用が高くなることが考えられる。たとえば、石油や石炭あるいはガスの中には硫黄分が含まれており、これが大気中に放出されると汚染物として被害をもたらす。そこで、脱硫装置を設置することによって硫黄分を取り除くことがなされる。この脱硫装置は、主産物の生産量に応じて費用が掛かることになる。このように新しい技術を導入することによって、費用が生じるので、そのことを踏まえて費用関数を修正する必要がある。そこで、変更前の技術に基づく費用関数は、 $C^{\alpha}(x) = C(x; \alpha)$ と表わし、変更後の技術に基づく費用関数は、 $C^{\beta}(x) = C(x; \beta)$ と表わすことにする。このとき、

$$C^{\beta}(x) > C^{\alpha}(x)$$

$$C^{\beta'}(x) > C^{\alpha'}(x)$$

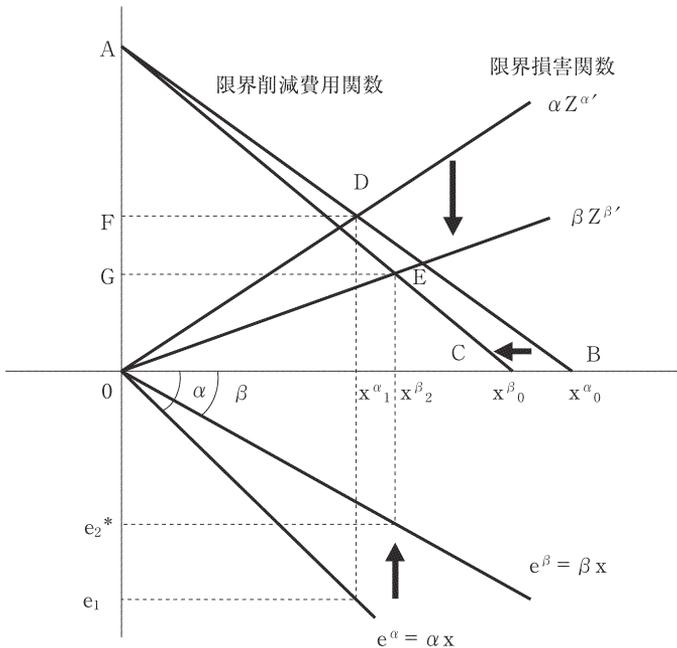
という関係を想定する。

このような関係が成り立つと、図5の第1象限で企業の私的限界費用関数は上に移動することになる。したがって、需要と供給が一致する市場均衡点はEからFに移動する。新しい均衡点Fにおける主産物の生産量は減少するので、汚染物の排出量も減少することになる。このことから、限界削減費用関数(=需要関数-私的限界費用関数)は内側に変化する。

そこで、改めて図6を用いて限界削減費用関数を描くと、図の上の領域のようになる。限界削減費用関数は当初の直線ABから新しい技術を導入した後の直線ACに移動する。

一方、限界損害関数は、当初 αZ^α であったのが、新しい技術を導入することによって $\beta Z^{\beta'}$ に減少した。限界削減費用関数と限界損害関数とが交わる点

図6 生産工程変更型技術と限界損害

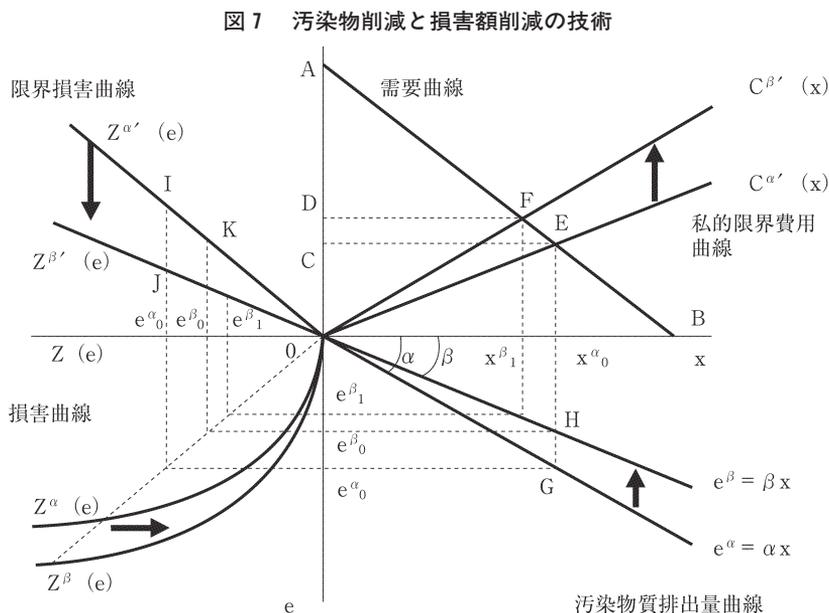


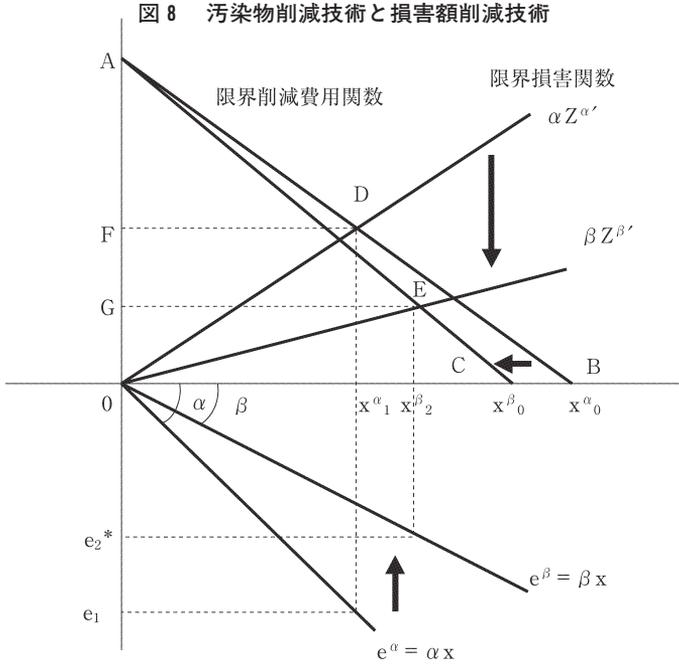
は当初のD点からE点に移動する。これによって社会的余剰は $\Delta A0D$ から $\Delta A0E$ に変化する。新しい技術の導入によって限界損害関数は下に移動するが、限界削減費用関数が左側に移動するので、社会的余剰が増加するかどうかは、一般には不明である。しかし、新しい技術を導入しても、図5の供給曲線(=私的限界費用)の変化はあまり大きくない場合、限界損害関数がある程度大きく変化することが期待できるならば、社会的余剰はより大きくなるものと予想される。

3.3 汚染物の排出量削減と損害削減の技術

汚染物の排出量を削減するような技術を導入する場合、汚染物による損害額を削減するような技術と組み合わせて導入するのが一般的であろう。そこで、3.1と3.2の技術を組み合わせた場合についても検討してみる。

図7の第4象限では、汚染物の排出量を削減する技術の導入によって汚染物





の排出量は、 e^α から e^β に移動する。また、第3象限では損害関数は Z^α から Z^β に変更される。したがって、第2象限では限界損害関数は大きく減少する。

図7を踏まえて、改めて図8を見てみる。新しい技術の導入による汚染物の排出量と限界損害額が削減されることにより、図8の上の領域では限界損害額は大きく減少するのに対し、限界削減費用関数は少し内側に移動する。したがって、新しい技術の導入によって社会的余剰は $\Delta A0D$ から $\Delta A0E$ に変化する。この社会的余剰の大きさは、汚染物の排出量の削減だけの技術あるいは損害額削減だけの技術による社会的余剰よりも大きくなる。

4. コースの定理に基づく社会的余剰の増加

4.1 コースの定理に基づく汚染物の削減

ロナルド・コースは彼の論文の中で、汚染物が排出されることによって住民が損害を受けるような場合に、政府の介入によって問題を解決する代わりに、当事者間交渉によって問題を解決することが可能であることを明らかにした。ただし、環境権の設定に当たっては、裁判所の介入を想定している。そこで、限界損害関数と限界削減費用関数を用いてコースの議論を確認してみる。

はじめに、汚染物を排出し環境を悪化させることに関し、『環境権』を設定する。環境権が与えられている者は、環境を悪化させる者を排除することができる権利を持つことができるものとする。そこで、環境権の総量を e^* ($=\alpha x^*$) とする。この環境権を住民と企業に配分することになる。

一般的には、企業に環境権を $e_f (= \alpha x_f)$ 、住民に環境権を $e_d (= \alpha x_d)$ だけ与えることになる。このとき、

$$e_f + e_d = e^*$$

という関係が成立する。

環境権の配分については、3つのケースを想定する。

- 1) 住民が環境権をすべて持っているケース。
- 2) 企業が環境権をすべて持っているケース。
- 3) 住民が環境権を e_d 持っており、企業が環境権を e_f 持っているケース。

住民が環境権を持っているケースを『住民の環境権』、企業が環境権を持っている場合を『企業の環境権』、そして住民と企業がそれぞれ環境権を持つ場合を『割り当て型の環境権』と呼ぶことにする。

環境権が住民か企業或いは双方に与えられたとき、第1段階として外部不経済効果を内部化するための当事者間交渉が行われることによって社会的最適化が図られることになる。そこで、3つの環境権のケースを検討してみる。

ただし、環境権を図で示す必要性から環境権 e ではなく生産量 x に変換したものをを用いることにする。

4. 2 住民環境権のケース

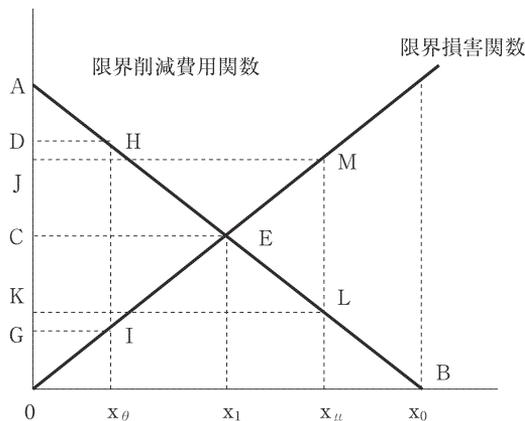
住民が環境権を持っている場合について、第1段階として当事者間交渉がどのように行われるのかを確認してみる。そこで、図9を用いることにする。

図9で、横軸は環境権の量に対応する生産量 x を表す。原点ゼロから右の距離で企業に与えられた環境権の量に対応する生産量を示し、生産量 x_0 から左の距離で住民に与えられた環境権の量に対応する生産量を示す。

企業は環境権を持たないので汚染物を排出することができない。そこで、企業は住民に対し賠償金などの形で金銭を支払うことで生産活動を認めてもらうことを試みるであろう。

企業は、はじめ生産量を x_0 に決めたとする。そのときの限界損害額の値に等しい金銭を支払うことにするならば、企業は住民に GOx_0I だけ支払うことになる。しかし、住民に環境権が与えられている場合、住民は交渉によっては $DGIH$ の領域も入手することができる。したがって、企業にとっては間違いなく獲得できる余剰分は ΔADH にとどまる。しかし、生産量を x_0 より多くす

図9 住民環境権のケース



れば、企業が獲得できる余剰分は増加する。そこで、企業は生産量を増加させる。

だが、生産量を多くしすぎ x_μ だけ生産するならば、 $A0x_\mu L$ の余剰になるが、住民に $J0x_\mu M$ の賠償金を支払わなければならないので、純余剰は小さくなってしまう。したがって、企業にとって望ましい生産量は、限界損害関数と限界削減費用関数が交わった点 E で行った生産量である。

企業は住民に対し生産物 1 単位に対し x_1E の額を支払うことにすると、住民への支払額は $C0x_1E$ となる。これにより、住民は当事者間交渉の結果 $C0x_1E$ だけの金銭を受け取るが、 $\Delta0x_1E$ の損害を受けるので、差し引き $\Delta C0E$ の利益を得ることになる。一方、企業は環境権を持たないので汚染物を排出しながらでは生産ができなかったのが、金銭を住民に支払うことによって生産が可能になった。そのため、企業は $A0x_1E$ の利益を得ることになるが、住民に $C0x_1E$ だけ支払うので差し引き ΔACE の余剰を得ることになる。この結果、当事者間交渉により住民は $\Delta C0E$ 、企業は ΔACE の余剰を得ることになる。そして、社会全体では $\Delta A0E$ の余剰が発生することになる。

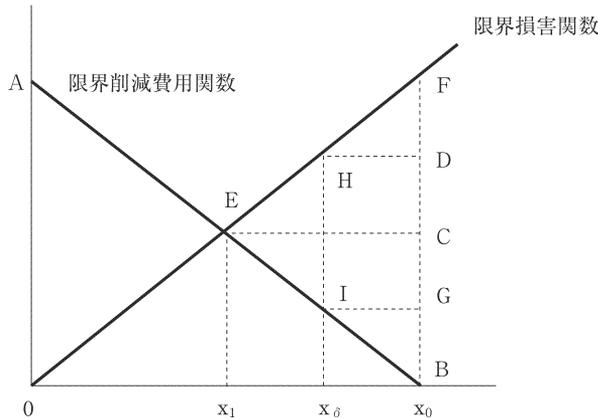
4. 3 企業環境権のケース

企業に環境権が与えられている場合について、図10を用いて調べてみる。企業に環境権が与えられていると、企業は汚染物を排出しながら生産を行うことになる。生産量は需要と供給が一致するところで行われるので、 x_0 となる。この生産量を出発点として、住民は汚染物の排出量を削減してもらうための当事者間交渉を行うことになる。第1段階として、住民は利益を最大化するように、最適な生産量の削減をおこなうことになる。

生産量のある生産水準 x_0 に減少させるために、住民は企業に補助金を支払わなければならない。補助金の額は最低限 $Ix_\mu BG$ である。しかし、HIGD の領域は当事者交渉によって配分先が決定されるのであるが、環境権が企業に与えられている場合、HIGD の領域の大部分は企業が獲得するものと予想できる。したがって、住民の利益は ΔFDH にとどまる可能性が高い。

住民は生産量をさらに削減させれば利益分である ΔFDH を増加させること

図10 企業環境権のケース



ができることになる。しかし、生産量を過剰に削減させると利益が減少する可能性がある。したがって、住民にとって望ましい生産量は、生産の削減によって ΔFDH を最大にするような生産量である。それが限界削減費用関数と限界損害関数が交わる点Eのときの生産量 x_1 である。

4.4 割り当て型環境権のケース

環境権が住民と企業の双方に与えられる場合については、社会的に最適な環境権の割り当てである x_1 を基準に、3つのケースの分けることにする。

企業に割り当てる環境権は、以下の3つのケースから成り立つ。

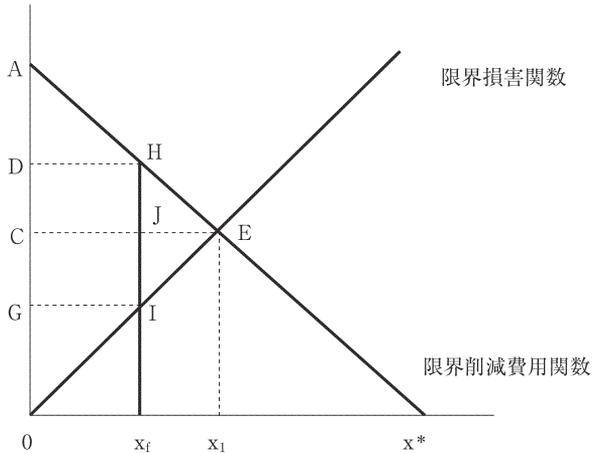
- 1) $0 < x_f < x_1$,
- 2) $x_1 < x_f < x^*$,
- 3) $x_f = x_1$,

これらの3つのケースのうち代表的なケース1 ($0 < x_f < x_1$ のケース)について検討してみる。

このケース1では、企業に割り当てられた環境権が社会的最適環境権より少なくなっている。そのため、企業は不足する環境権を購入することになる。したがって、住民環境権のケースの途中の段階と同じ状況といえる。

図11 割り当て型環境権のケース

1) $0 < x_f < x_1$



企業は環境権を x_f だけしか持たないので、新たに環境権の購入を行うことになる。企業は $x_1 - x_f$ の環境権を住民から購入するために、 $x_f x_1 E J$ だけ支払う。その結果、企業は環境権の購入によって最低限 $H J E$ だけ利益を得ることができる。一方、住民は $x_1 - x_f$ だけの環境権を販売したので、環境権の販売による環境悪化の結果 $x_1 x_f E I$ だけ損害が増加するが、販売によって $x_f x_1 E J$ だけの収入が得られるので $J I E$ だけ利益が生じる。

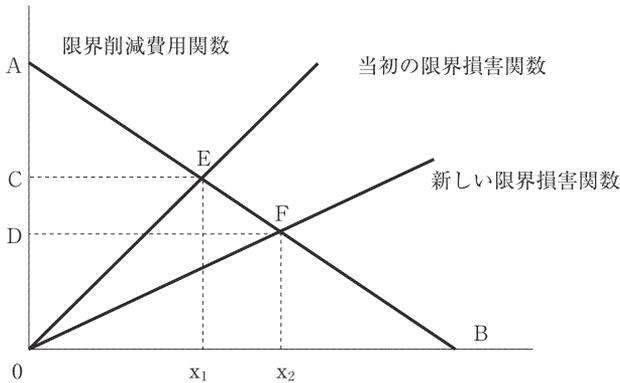
以下、同様にケース2は企業環境権のケースの途中の段階に対応する。ケース3は均衡のケースに対応する。

5. 新しい技術の導入による損害額の削減

5. 1 エンド・オブ・パイプ型の技術の導入

当事者間交渉によって外部不経済効果を内部化することができるというのが、第1段階の最適化であった。当事者間交渉によって効率的な配分が実現できたが、汚染物質の排出は依然として残っている。当事者間交渉の場合、損害額を

図12 住民環境権とエンド・オブ・パイプ型技術



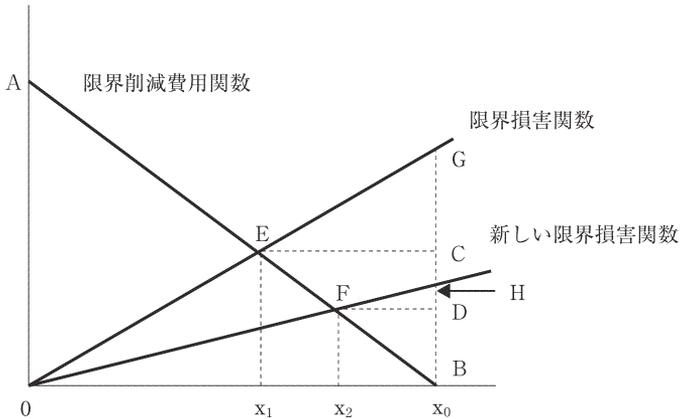
減少させるような技術，あるいは汚染物の排出量を削減するような技術を導入することが行われるであろうか？ そのことを改めて検討してみる。

はじめに，当事者間交渉によって最適化が図られる場合，損害額を減少させるような技術が導入されるかどうかについて図12を用いて調べてみる。

住民に環境権が与えられている場合，エンド・オブ・パイプ型の技術を導入したとすると，図12で示されるように，限界削減費用関数は変化せず，限界損害関数だけが下に移動する。したがって，当初の住民の利益は $\Delta C0E$ であり，企業の利益は ΔACE であったが，新しい技術が導入されると住民の利益は $\Delta D0F$ になり，企業の利益は ΔADF になる。この図から明らかのように，住民の利益は大きくなるかどうかは一般には不明である。それに対し，企業の利益は必ず大きくなる。そのため，企業は新しい技術の導入に対しては積極的に行うであろう。

企業に環境権が与えられている場合，エンド・オブ・パイプ型の技術が導入されると，図13で示されるように，限界削減費用は変化せず，限界損害関数だけが下に移動する。企業は需要と供給が一致する生産量 x_0 で生産を行っている。ここで，第1段階の最適化が行われると，企業の利益は ΔECB になり，住民の利益は ΔECG になる。新しい技術の導入がなされると，企業の利益は Δ

図13 企業環境権とエンド・オブ・パイプ型技術



FDBに減少する。それに対し、住民は新しい技術の導入によって、 ΔECG の利益から ΔFDH の利益に減少する。このように企業に環境権が与えられている場合には、新しい技術の導入によって住民と企業の交渉による利益は減少する。そのため、企業に環境権が与えられている場合は、企業は必ずしも汚染物の排出量を削減するような技術を導入しようとはしないであろう。

このように当事者間交渉によって最適化が図られている場合、住民に環境権が与えられている場合、企業は積極的に損害額を削減するような技術を導入しようとするであろう。それに対し、企業に環境権が与えられている場合、企業は利益が減少するため、損害額を削減するような技術の導入に対しては消極的である。

5. 2 汚染物の排出量を削減する技術の導入

次に、当事者間交渉によって最適化が図られる場合、主産物1単位当たりの汚染物の排出量を削減するような技術を導入することが行われるかどうかについて調べてみる。

図14において、住民に環境権を与えた場合、住民の当初の最適化の利益は $\Delta F0D$ であり、企業の利益は ΔAFD であった。汚染物の排出量を削減する技術

図14 住民環境権と汚染物削減技術

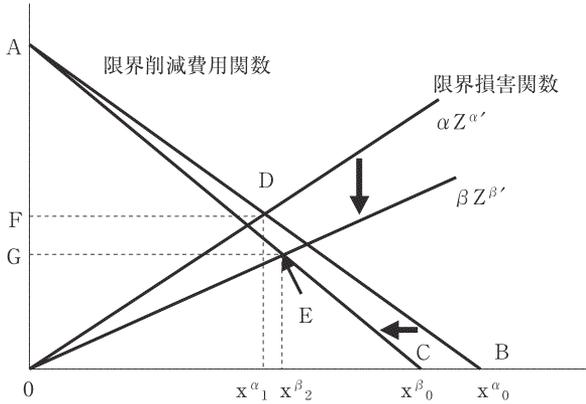
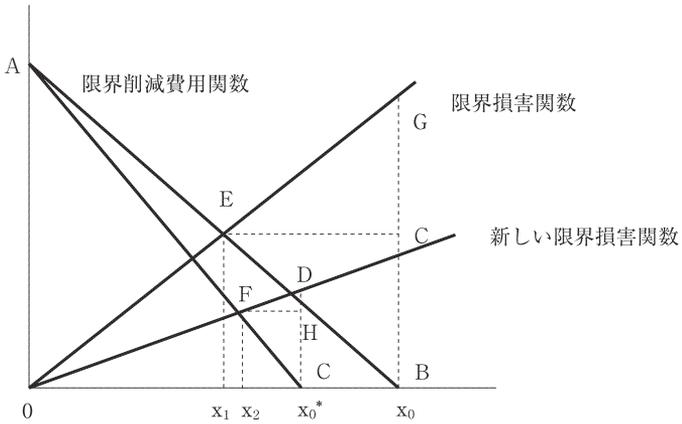


図15 企業環境権と技術導入



を導入したならば、住民の利益は $\Delta G0E$ になり、企業の利益は ΔAEG になる。一般的には、新しい技術の導入によって、住民の利益と企業の利益が増加するかどうかは不明である。ただし、限界損害関数の移動幅が小さく、限界削減費用関数の移動の幅が大きい場合、住民の利益が増えるかどうかは不明であるが、

企業の利益は増える可能性は高い。したがって、企業は新しい技術の導入に関しては積極的に行うであろう。

次に、図15において、企業に環境権を与えた場合、住民の当初の最適化の利益は、住民は ΔECG であり、企業は ΔECB であった。新しい技術を導入すると、市場で決まる均衡点は点Bの x_0 から、点Cの x_0^* に移動する。そして、住民は ΔFDH の利益を得、企業は ΔFCH の利益を得ることになる。したがって、新しい技術を導入しても住民の利益も企業の利益も減少することになる。

6. まとめ

外部不経済効果が存在する場合、市場の失敗と呼ばれるように市場機構では最適化が行えない。そこで、政府の介入によって課税がなされるならば社会的厚生を最大化することが可能になった。しかし、これは社会的厚生の第1段階である。この第1段階が実現されると、企業は課税によって失われた利益を回復させるための対策を行う。その1つが課税の原因であった汚染物の排出量の削減のため新しい技術を導入することである。これが第2段階である。この第2段階の最適化を行うことによって社会的余剰が増加する場合には、新しい技術の導入が行われるであろう。通常、社会的余剰は増加するとみなせるので、技術の導入が実施される可能性が高い。

一方、コース流の当事者間交渉によって社会的最適配分を実現しようとするとき、環境権を住民に与える場合でも、企業に与える場合でも、第1段階の最適化は可能である。しかし、第2段階については住民に環境権を与える場合企業は積極的に排出量を削減するような技術の導入を行おうとするが、企業に環境権を与える場合企業は利益が増えないので、排出量を削減するような技術の導入には消極的になるであろう。したがって、コース流の当事者間交渉によって外部不経済効果の内部化を行おうとする場合、第1段階では最適化の実現は問題ないが、第2段階では環境権を誰に与えるかによって最適化の実現が変わってくることに注意しなければならない。

参考文献

1. A. H. Barnett, "The Pigouvian tax rule under monopoly", *American Economic Review*. Vol.70, 1980, 1037-1041.
2. F. M. Bator, "The Anatomy of Market Failure", *The Quarterly Journal of Economics*, Vol.72, 1958, 351-379.
3. S. Baumgartner, *Ambivalent Joint Production and the Natural Environment*, A Springer-Verlag Company. 2000.
4. S. Baumgartner, M. Faber and Johannes Schiller. *Joint Production and Responsibility in Ecological Economics*. Edward Elgar Publishing, Inc. 2006.
5. S. Baumgartner, Dyckhoff, H. Faber, M. Proops, J. Schiller. "The concept of joint production and ecological economics", *Ecological Economics* Vol36, 2001. 365-372
6. A. Bousquet, M. Ivaldi, "An individual choice model of energy mix", *Resource Energy Economics*. Vol.20, 1998, 263-286.
7. M. Buchanan, "External diseconomies, corrective taxes, and market structure", *American Economic Review*. Vol.59, 1969, 174-177.
8. P. Burrows, *The Economic Theory of Pollution Control*, The MIT Press, 1980.
9. P. Burrows, "Nonconvexities and the Theory of External Costs". p243-271, in *The Handbook of Environmental Economics*. Blackwell Publishers Ltd, 1995.
10. R. H. Coase, R. "The problem of social cost", *Journal of Law and Economics*, 3Vol.1, p1-44.
11. R. H. Coase, *The Firm, The Market, and The Law*, The University of Chicago Press, 1988. (翻訳,ロナルド・コース著『企業・市場・法』,宮沢健一,後藤晃,藤沢芳文訳,東洋経済新報社,1992年10月)
12. B. C. Field, *Environmental Economics: An introduction*, The McGraw-Hill Companies, Inc. 1997. (秋田次郎・猪瀬秀博・藤井秀昭,『環境経済学入門』,日本評論社,2002年)
13. N. Hanley, J. F. Shogren, and B. White, *Environmental Economics*

- in Theory and Practice*, Macmillan Press, 1997 ((財)政策科学研究所環境経済学研究会誌, 『環境経済学—理論と実践—』勁草書房, 2005年)
14. C. D. Kolstad, *Environmental Economics*, Oxford University Press. 1999. (細江守紀・藤田敏之監訳, 『環境経済学入門』, 有斐閣, 2003年)
 15. W. Novshek. “On the Existence of Cournot Equilibrium”, *The Review of Economic Studies* 52 Vol, 1985, 85-98.
 16. 緒方隆・須賀晃一・三浦功編, 『公共経済学』, 勁草書房, 2006年.
 17. N. Salvadori and I. Steedman, *Joint Production of Commodities*. Edward Elgar Publishing Limited. 1990.
 18. E. Sartzetakis. “On the Efficiency of Competitive Markets for Emission Permits”, *Environmental and Resource Economics*. Vol.27 (1), 2004, 1-19.
 19. 柴田弘文 『環境経済学』, 東洋経済新報社, 2002年.
 20. D. C. Schmidtchen, J. Koboldt, B. Helstroffer, G. Will, Haas, and S. Witte, *Transport, Welfare and Externalities*. Edward Elgar Publishing. 2009.
 21. R. D. Simpson, “Optimal pollution taxation in a Cournot duopoly”, *environmental resource economy*. 6 1995, 359-369.
 22. 時政勗・藪田雅弘・今泉博国・有吉範敏 『環境と資源の経済学』, 勁草書房, 2007年4月.
 23. R. K. Turner, D. Pearce, and I. Bateman, *Environmental Economics: An Elementary Introduction*. The John Hopkins University Press. 1993. (大沼あゆみ訳, 『環境経済学入門』東洋経済新報社, 2001年)
 24. Hal R. Varian. *Microeconomic Analysis* (Third Edition, W W Norton & Co Inc. 1992年.