

環境政策と企業の排出量削減インセンティブ

天 谷 永

目 次

1. はじめに
2. 環境政策とインセンティブ効果
 - 2.1 規制的手段（直接規制）
 - 2.2 環境税（炭素税）
 - 2.3 排出権取引—初期配分が無償の場合
 - 2.4 排出権取引—初期配分が競売の場合
3. インセンティブ効果の比較
4. 結び

1. はじめに

地球温暖化の防止を目的とした「気候変動枠組条約」の締結国会議（COP：Conference of Parties）は、今年で10回目を迎えた。1997年のCOP3（京都会議）では、先進国の温室効果ガスの削減目標を具体的に定めた「京都議定書」が採択された。温室効果ガスとは、二酸化炭素（CO₂）、メタン（CH₄）、一酸化二窒素（N₂O）、代替フロンであるHFC、PFC、SF₆の6種類の気体が対象となっている。「京都議定書」へのアメリカやロシアの消極的姿勢は、「京都議定書」の発効時期を遅らせてきたが、最近のロシアの批准により、2005年2月に議定書が発効される可能性が出てきた。これを受けて各国の温室効果ガスの削減実施が本格化することが予想される。議定書において、日本は、2008年から2012年の間に、1990年度の温室効果ガス排出レベルの6%削減を達成しなければならないという目標が掲げられている。アメリカは7%削減、EUは共同で8%削減が設定されている。目標達成には、国、地方公共団体、企業および国民といったすべての主体がそれぞれの役割に応じて総力を挙げて取り組む必要がある。ただし、これらの数値目標を達成するためには、自国内での削減努力だけでは限界がある。そこで、「京都議定書」には、目的を達成するための補足的で柔軟な仕組みが設定されている。この仕組みは「京都メカニズム」といわれるもので、クリーン開発メカニズム（CDM：Clean Development Mechanism）、共同実施（JI：Joint Implementation）、排出権取引（Emissions Trading）の3つを指している。CDMとは、先進国が途上国において排出削減事業を実施し、事業により発生した排出削減量の

一部を自国に移転させる仕組みである。JIとは、先進国が他の先進国において排出削減事業を実施し、事業によって発生した排出削減量の一部を自国に移転させる仕組みである。排出権取引とは、複数の先進国間で排出枠を取引する仕組みである。これらの3つの仕組みは、いずれも経済メカニズムを活用して温室効果ガスの排出を抑制しようとするもので、「京都議定書」の発効とは無関係に、先進的な取組みを進める国や企業において盛んに行われるようになってきた。

以上のような状況から、企業は自らの事業活動に起因する温室効果ガスの排出量を削減する自主的努力が求められると同時に国や地方自治体による環境政策にも対応していかなければならない。自主的努力には、2つの取組みが考えられる。1つには、企業が温室効果ガスの排出量を削減する計画を自主的に決めて実行することである。しかし、あくまでも自主計画であることから目標の設定は企業本位のものであり、罰則規定などもない場合が多く、比較的低い削減目標を設定しがちである。その結果、第三者による監視機構も必要になってくる。もう1つは、企業が国や地方自治体と協定を結び、この協定に従って温室効果ガスの排出削減努力を行っていくことである。たとえば、エネルギー消費量が多い企業と国あるいは地方自治体が省エネ促進のための協定を結び、目標を徐々に強化していき、協定を破った場合には罰則規定もある。このような自主的努力とは別に、企業は政府による直接規制、環境税（炭素税）、補助金制度、排出権取引制度などの法的あるいは経済的環境政策に直面することが考えられる。しかし、企業に排出削減努力を促すためのインセンティブ効果の大きさはそれらの政策間で異なると推察される。日本では直接規制と同様に環境政策の1つとして取り上げられてきたのが補助金制度である。環境保全に積極的に取り組んでいる企業は、国や地方自治体から補助金を受けたり、税負担が軽減される（隠れた補助金）という優遇措置が取られている。

環境経済学においては、政策手段の選択基準として「経済的効率性」を最も重視しがちであるが、本稿では企業が排出許可水準以上に排出削減努力や技術革新を行おうとする「動学的インセンティブ」を政策選択の基準として考えることにする。補助金制度を除き、それぞれの環境政策が持つインセンティブ効果の大きさを理論的に定義し、それらの効果を比較することによって、企業の温室効果ガス削減の技術革新にとってより効果的な環境政策を示していくことを目的としている。

2. 環境政策とインセンティブ効果

2.1 規制的手段（直接規制）

規制的手段とは、法律によって温室効果ガスの排出量の上限を直接規制することであり、規制の対象になった発生源（工場や事業場）では確実に排出量を削減することが期待できる。しかし、すべての発生源に対して規制することは大変困難である。一般的に直接規制をする場合、1単位当たりのエネルギーや製品を生み出すことに伴う温室効果ガスの排出量に対して上限を設けたり、自動車の燃費を一定水準まで向上させるなどの措置が取られる。特に、省エネ法により大量のエネルギーを使用する工場や事業場に対して、合理的使用を義務付けることを行っている。合理的

使用が行われていない場合には、国が工場や事業場に対して改革の勧告を行い、工場名や事業場名を公表し、罰金を科すことになっている。また、自動車・家電製品・事務機器などのエネルギー効率を定められた期限内に、それぞれの業界の最高の効率水準に追いつくこと義務付けたトップランナー方式も導入している。

図1は、直接規制が企業の排出量削減努力にどの程度のインセンティブ効果を与えるかを示すためのものである。ここでは、温室効果ガス削減を目的とした新技術を導入することによって、企業利得はどの程度変化するかを測定することにする。この企業利得の変化がインセンティブ効果の大きさを示すことになる。以下のように記号を定義する。

e = 企業の温室効果ガス排出水準

p = 温室効果ガス排出1単位当たりの市場価格

$C(e)$ = 温室効果ガスの限界削減費用関数

X = 排出規制がない場合の企業の温室効果ガス排出水準

いま、ある企業が排出量の直接規制を受けて、 e_0 という排出水準を達成しなければならないものとする。企業が温室効果ガスの削減努力を行わない場合の排出水準を X とし、新技術を導入する前のこの企業の限界削減費用関数を $C_0(e)$ と仮定する。この場合、この企業の排出削減量は $(X - e_0)$ であり、温室効果ガス排出1単位当たりの市場価格は p_0 となる。

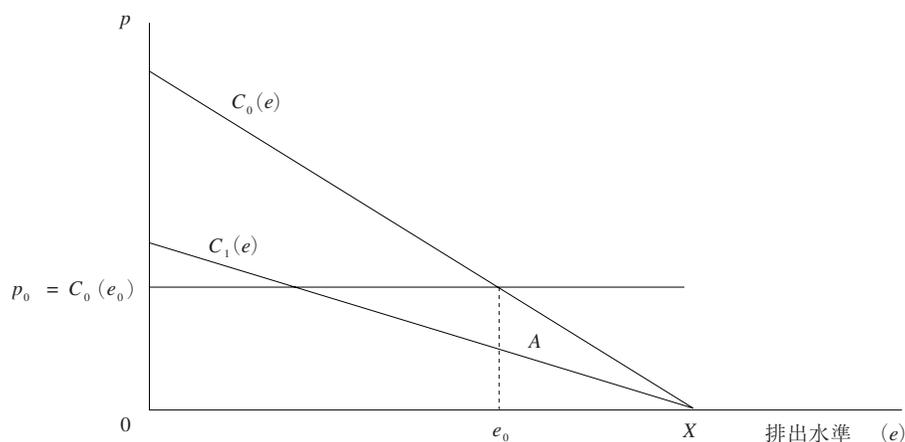


図1 直接規制によるインセンティブ効果

ここで、企業が新技術を導入することにより、限界削減費用曲線が $C_0(e)$ から $C_1(e)$ に低下したならば、企業は以下のようなインセンティブ効果 I_1 を得ることができる。

$$I_1 = \int_{e_0}^X [C_0(e) - C_1(e)] de$$

つまり、企業が排出量削減のために新技術を導入することによって得られる利得は、 A の領域で表せる。

2.2 環境税（炭素税）

環境税とは環境保全を目的として課す税ということであるが、ここでは地球温暖化を引き起こす温室効果ガス、特に二酸化炭素の排出者である企業や個人に課す税として考えることにする。その意味で、この環境税は炭素税と呼ばれることもある。炭素税を導入することによる次のようなインセンティブ効果が期待される。エネルギー価格が上昇し、税負担を削減するために、企業は省エネルギー設備を開発・導入し炭素排出量を減らすことが予想される。また、企業が課税分を価格に転嫁することによってその価格が上昇し需要が抑えられる。さらに、温室効果ガスを多く排出する企業は、排出がより少ない天然ガスの利用に移行することも考えられる。この炭素税は1990年にフィンランドで最初に導入され、すでにデンマーク、オランダ、ノルウェー、スウェーデンなどで導入されており、日本においても導入が検討されている。

図2は、直接規制のときの排出量1単位当たりの市場価格と同額の環境税 t を課した場合を示している。このとき、企業はどのような行動をとるか。直接規制における排出量は e_0 であり、排出のための市場価格は p_0 であったが、それと同額の税を適用されると、企業はさらなる削減努力をしない限り、課税額を減少させることができない。

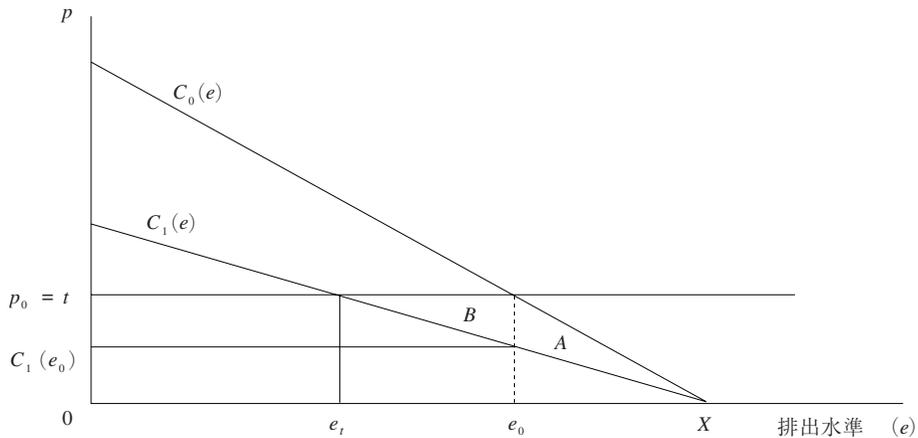


図2 環境税によるインセンティブ効果

1単位当たりの排出量に対する税を $t = C_0(e_0)$ とした場合、企業の限界削減費用が $C_0(e)$ から $C_1(e)$ に低下したならば、排出量 e_0 まで課税されるよりも排出量 e_t まで削減努力をすることを選択した方が企業の利得は大きくなる。このとき、企業は新技術を導入することによって以下のようなインセンティブ効果 I_2 を得ることができる。

$$I_2 = \int_{e_0}^X [C_0(e) - C_1(e)] de + \int_{e_t}^{e_0} [t - C_1(e)] de$$

つまり、このときの企業の利得は $A+B$ で表される。ただし、企業が削減努力を行うには、税が少なくとも $C_1(e_0)$ 以上である必要がある。

2.3 排出権取引—初期配分が無償の場合

排出権取引とは、二酸化炭素などの温室効果ガスの一定量を国や企業などに割当て、排出量はその割当てを超えてしまう国や企業は、割当てを下回る排出量の国や企業から排出権を購入することで、全体として、温室効果ガスの総排出量を一定量の範囲内に収めようとする制度である。この制度は、1968年にトロント大学のデイルズによって提唱された仕組みであり、1975年にアメリカのEPA（環境保護庁）が開始した二酸化硫黄の排出権の取引が、初めての本格的な排出権取引である。排出権取引には2つの制度的概念がある。1つは、「キャップ&トレード方式」といい、温室効果ガスの総排出量を設定した上で、個々の国や企業などの排出主体にそれぞれ排出枠を配分し、その排出枠の一部を移転することを認める方式である。配分された排出主体にはキャップ量以下に排出量を削減する義務が生じる。また、遵守期間終了時に保有する排出枠以下に削減できなかった場合、さまざまな罰則が科せられることがあるため、排出権取引などにより不足分を埋め合わせる必要がある。もう1つは、「ベースライン&クレジット方式」といい、なんら削減プロジェクトを実施しなかった場合を排出基準（ベースライン）として定め、これに対して温室効果ガス削減プロジェクトの実施により得られた削減量をクレジットとして認定した後、それを売買する方式である。設定された排出主体にはベースライン以下に排出量を削減する義務が生じる。

企業に取引可能な排出権の初期配分を無償で与えるという政策を実施した場合、企業が排出削減努力を行うインセンティブ効果はどの程度になるかを検討する。企業に h という排出権が無償で与えられた場合、企業は $(X-h)$ だけ排出量を削減するか、排出権を購入するか、あるいは排出権を売却することが考えられる。排出権の市場価格は1単位当たり p_0 であり、企業は e_0 まで排出量を削減する。このとき、

ケース1： $e_0 > h$ ならば、つまり、 $p_0 < C_0(h)$ であり、企業は追加的な排出権を購入することになる。

ケース2： $e_0 < h$ ならば、つまり、 $p_0 > C_0(h)$ であり、企業は排出権を売却することになる。

ケース3： $e_0 = h$ ならば、つまり、 $p_0 = C_0(h)$ であり、企業は排出権取引を行わないことになる。

図3は、 $e_0 > h$ となるケース1を示している。限界削減費用が $C_0(e)$ から $C_1(e)$ に減少し、排出権の市場価格が p_0 から p_1 に低下し、企業の新たな削減水準である e_1 は $p_1 = C_1(e_1)$ を満たす。このとき、企業は以下のようなインセンティブ効果 I_3 を得る。

$$I_3 = \int_{e_0}^X [C_0(e) - C_1(e)] de + \int_h^{e_0} (p_0 - p_1) de + \int_{e_1}^{e_0} [p_1 - C_1(e)] de$$

図の中の領域 $A+B$ は、排出水準 e_0 における削減技術向上による利得を示している。また、領域 $C+D$ は、新たな排出権の市場価格の下でさらに $(e_0 - e_1)$ だけ排出量を削減した場合の利得を示している。企業は $(e_1 - h)$ の排出権を価格 p_0 に代わって価格 p_1 で購入することになる。したがって、領域 $E+F$ の利得を得ることになる。

ケース2では、 $e_0 < h$ であることから、インセンティブ効果は次のように書き換えることがで

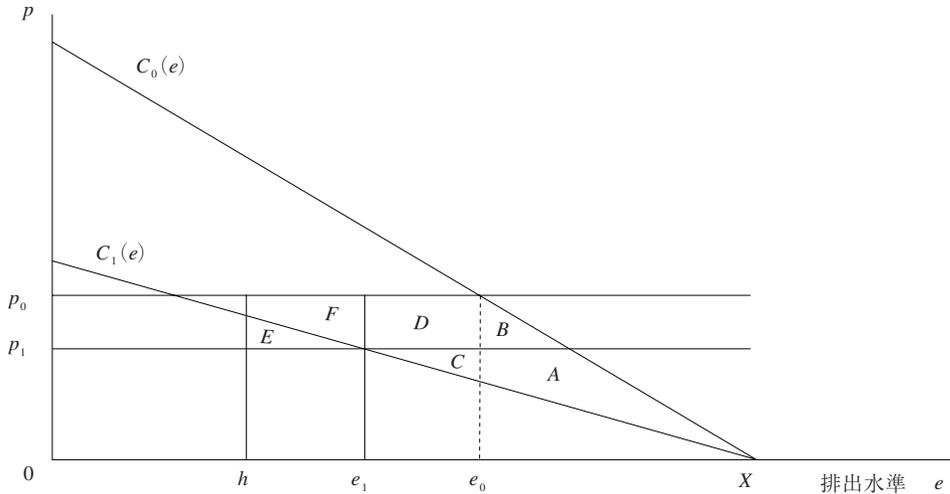


図3 排出権取引によるインセンティブ効果（初期配分が無償の場合）

きる。

$$I_3 = \int_{e_0}^X [C_0(e) - C_1(e)] de - \int_{e_0}^h (p_0 - p_1) de + \int_{e_1}^{e_0} [p_1 - C_1(e)] de$$

右辺の第2項がマイナスになっているが、ケース1のように $e_0 > h$ と考えれば、 I_3 と等しい式になる。また、ケース3では、 $e_0 = h$ であることから、 I_3 の第2項は0になるので、インセンティブ効果は以下のように表すことができる。

$$I_3' = \int_{e_0}^X [C_0(e) - C_1(e)] de + \int_{e_1}^{e_0} [p_1 - C_1(e)] de$$

2.4 排出権取引—初期配分が競売の場合

図4は、排出権の初期配分が競売によって行われ、その後も排出権が定期的に競売にかけられると仮定した場合のインセンティブ効果を示している。企業がゼロ・エミッションを達成するために必要な削減水準は X であり、排出権の市場価格は1単位当たり p_0 である。企業の限界削減費用が $C_0(e)$ から $C_1(e)$ に低下し、排出権の市場価格も p_0 から p_1 に低下したならば、企業は以下のようなインセンティブ効果 I_4 を得る。

$$I_4 = \int_{e_0}^X [C_0(e) - C_1(e)] de + \int_0^{e_0} [p_0 - C_1(e)] de + \int_0^{e_1} [C_1(e) - p_1] de$$

図の中の領域 $A+B$ は、排出水準 e_0 における削減技術向上による利得を示している。また、領域 $C+D$ は、新たな排出権の市場価格の下でさらに $(e_0 - e_1)$ だけ排出量を削減した場合の利得を示している。

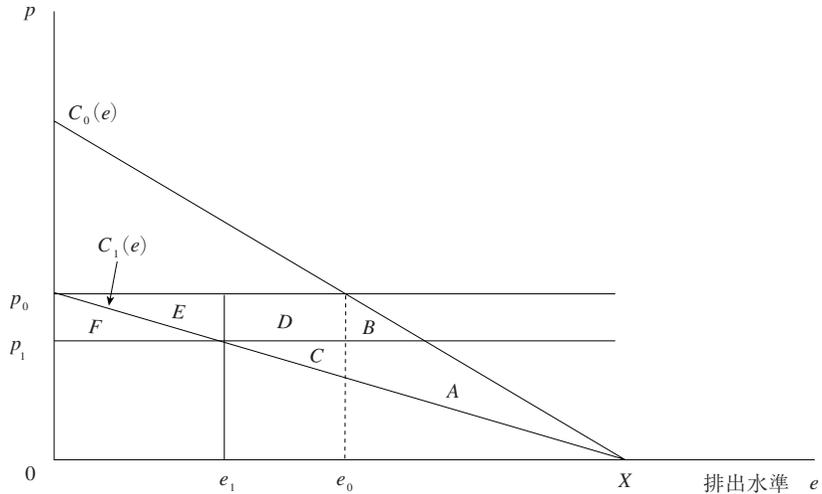


図4 排出権取引によるインセンティブ効果（初期配分が競売の場合）

3. インセンティブ効果の比較

はじめに、直接規制を行った場合と環境税を導入した場合との政策間のインセンティブ効果の違いについて検討してみる。直接規制を行った場合、企業が排出削減努力を行うインセンティブ効果は次のようになる。

$$I_1 = \int_{e_0}^X [C_0(e) - C_1(e)] de$$

環境税を導入した場合のインセンティブ効果は次のようになる。

$$I_2 = \int_{e_0}^X [C_0(e) - C_1(e)] de + \int_{e_t}^{e_0} [t - C_1(e)] de$$

したがって、明らかに、

$$I_2 - I_1 = \int_{e_t}^{e_0} [t - C_1(e)] de > 0$$

となることから、企業にとっても市場全体にとっても、従来型の直接規制による政策よりも環境税を導入する政策の方がインセンティブ効果が大きくなる。直接規制は、いったん企業が規制水準を達成してしまえば、インセンティブがなくなってしまう。しかし、環境税の導入は、排出者である企業が負担を少しでも軽減しようとして排出削減の技術革新を進めることが予想される。つまり、Bohm & Russel (1985) が主張するように、企業にとって経済的負担が大きくなればなるほど、技術革新へのインセンティブ効果は大きくなる。ただし、環境税が $t \leq C_1(e)$ の場合には、 $I_2 \leq I_1$ となり、直接規制よりも環境税の導入はインセンティブ効果が小さくなってしまふ。西條辰義・安本皓信 (2002) が示した結果と同じように、低い税率では排出削減への効果は小さくなることを意味している。

次に、環境税の導入という政策と排出権の初期配分を無償で行う排出権取引という政策とのインセンティブ効果の違いについて検討する。計算を簡単にするために、前述した環境税を導入した場合のインセンティブ効果を次のように書き換えることにする。

$$\begin{aligned} I_2 &= \int_{e_0}^X [C_0(e) - C_1(e)] de + \int_{e_t}^{e_0} [p_0 - C_1(e)] de \\ &= \int_{e_0}^X [C_0(e) - C_1(e)] de + \int_{e_t}^{e_1} [p_0 - C_1(e)] de + \int_{e_1}^{e_0} [p_0 - C_1(e)] de \end{aligned}$$

初期の排出権を無償で配分する場合の排出権取引が持つ企業へのインセンティブ効果は次のようになる。

$$I_3 = \int_{e_0}^X [C_0(e) - C_1(e)] de + \int_h^{e_0} (p_0 - p_1) de + \int_{e_1}^{e_0} [p_1 - C_1(e)] de$$

したがって、次のような式が導かれる。

$$I_2 - I_3 = \int_{e_t}^{e_1} [p_0 - C_1(e)] de + \int_{e_1}^{e_0} (p_0 - p_1) de - \int_h^{e_0} (p_0 - p_1) de$$

企業は h という排出権を無償で与えられているので、企業が売買できる排出権は $(e_0 - h)$ であり、市場均衡においては、 n 企業からなる市場全体で売買できる排出権は

$$\sum_{i=1}^n [e_{0i} - h_i] = 0$$

ということになる。したがって、市場全体において各企業が売買できる排出権の平均的大きさも 0 ということになり、 $e_0 = h$ になる。つまり、

$$I_2 - I_3 = \int_{e_t}^{e_1} [p_0 - C_1(e)] de + \int_{e_1}^{e_0} (p_0 - p_1) de > 0$$

ということになり、市場全体から見ると、無償で排出権を与えられて排出権取引を行うよりも環境税を課される方が、企業にとっては排出削減努力へのインセンティブ効果は大きいことになる。前述したように、環境税の導入に関しては、低い税率ではインセンティブ効果が小さくなることから、税率は排出権の市場価格 p_0 を下回らないという仮定を考慮しなければならない。

最後に、環境税を導入する場合のインセンティブ効果と排出権取引の初期配分を競売によって行う場合のインセンティブ効果との違いについて検討する。初期配分を競売で行う排出権取引のインセンティブ効果は次のようになる。

$$I_4 = \int_{e_0}^X [C_0(e) - C_1(e)] de + \int_0^{e_0} [p_0 - C_1(e)] de + \int_0^{e_1} [C_1(e) - p_1] de$$

したがって、次のような式が導かれる。

$$I_4 - I_2 = \int_0^{e_0} [p_0 - C_1(e)] de - \int_{e_t}^{e_0} [p_0 - C_1(e)] de + \int_0^{e_1} [C_1(e) - p_1] de$$

右辺の第1項と第2項の和は、 $e_t > 0$ より、プラスになることから、

$$I_4 - I_2 > 0$$

となり、初期配分を競売によって行う排出権取引の方が環境税を導入する政策よりもインセンティブ効果が大きいことになる。

4. 結 び

本稿では、環境政策が持つ企業への技術革新のインセンティブ効果について検討してきたが、「経済的効率性」を基準とした政策選択とは異なるので、新技術を導入する場合の費用については考慮していない。あくまでも排出量を削減するための技術革新という「動学的インセンティブ」を基準とした政策選択を検討してきた。

前節の結果から、ここで取り上げた環境政策の中で最もインセンティブ効果が大きい政策は、競売をとともう排出権取引であり、次に環境税の導入ということになる。この結果は、Milliman & Prince (1989) の結果と類似している。インセンティブ効果が大きいのはどちらも経済的手段であり、直接規制よりも優位であることを示している。ただし、環境税の導入の場合は、税率を少なくとも排出権の市場価格以上でなければならないという条件が必要であった。また、排出権取引に関しても、初期配分を無償で行うか競売で行うかによってインセンティブ効果が異なることが明らかになった。つまり、企業にとって、より経済的負担が大きい競売による排出権取引の方が排出量削減の技術革新へのインセンティブ効果が大きくなる。また、初期配分を無償ではなく、競売で行わなければならないとする理由について、諸富 (2000) は、「もし (排出) 許可証が無償配分されてしまえば、既存企業には既得権が認められてしまう反面、新規参入企業は新たに排出権を購入しなければ市場参入できなくなる」と指摘している。つまり、初期配分の方法の違いによって企業の温室効果ガス削減努力へのインセンティブ効果に影響を与えてしまうことになる。

地球温暖化に対する環境政策として、直接規制や経済的手段が考えられてきているが、上記の結果からも、注目すべき政策は環境税 (あるいは炭素税) と排出権取引である。日本では、これら2つの政策を組み合わせることで、より効率的な温室効果ガス削減を達成しようと検討されている。いわゆる「ポリシー・ミックス」の実証研究が、「京都議定書」の発効とともに、地球温暖化問題に対して、さらに責任ある重要な研究となってくる。

参考文献

- 足立治郎 (2004), 『環境税』築地書館。
石弘光 (1999), 『環境税とは何か』岩波書店。
植田和弘 (1996), 『環境経済学』岩波書店。
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『環境政策の経済学』日本評論社, 15-32ページ。
西條辰義・安本皓信 (2002), 「広く薄い炭素税では失敗する: かえって増加する国民負担」『エネルギーフォーラム』June 4。

諸富徹 (2000), 『環境税の理論と実際』 有斐閣。

Baumol, W. J. and W. E. Oates (1988), *The Theory of Environmental Policy*, Cambridge Univ. Press.

Bohm, P. and C. S. Russel (1985), "Comparative Analysis of Alternative Policy Instruments," Kneese, A. V. and J. L. Sweeney (eds.), *Handbook of Natural Resource and Energy Economics*, Vol. 1, North-Holland, pp. 395-460.

Deweese, D. N. (1983), "Instrument Choice in Environmental Policy," *Economic Inquiry*, 21, pp. 53-71.

Downing, P. B. and J. White (1986), "Innovation in Pollution Control," *Journal of Environmental and Economics and Management*, 13, pp. 18-29.

Hoel, M. (1991), "Efficient International Agreements for Reducing Emissions of CO₂," *The Energy Journal*, 12(2), pp. 93-107.

Malueg, D. A. (1989), "Emission Credit Trading and the Incentive to Adopt New Pollution Abatement Technology," *Journal of Environmental Economics and Management*, 16, pp. 52-57.

Milliman, S. R. and R. Prince (1989), "Firm Incentives to Promote Technological Change in Pollution Control," *Journal of Environmental Economics and Management*, 17, pp. 247-265.

Montero, J. P. (2002), "Permits, Standards, and Technological Innovation," *Journal of Environmental Economics and Management*, 44, pp. 23-44.

Oberthur, S. and H. E. Ott (1999), *The Kyoto Protocol*, Springer-Verlag.

Serner, T. (2003), *Policy Instruments for Environmental and Natural Resource Management*, Resource for the Future.

Tietenberg, T. H. (1985), *Emission Trading: an Exercise in Reforming Pollution Policy*, Resource for the Future.