

Title	買手寡占排出権市場とクリーン開発メカニズム
Sub Title	Oligopsony tradable permits market and the clean development mechanism
Author	横山, 彰
Publisher	慶應義塾経済学会
Publication year	1999
Jtitle	三田学会雑誌 (Keio journal of economics). Vol.92, No.2 (1999. 7) ,p.256(16)- 264(24)
JaLC DOI	10.14991/001.19990701-0016
Abstract	
Notes	小特集：低環境負荷型社会の構築に向けて
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234610-19990701-0016

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

買手寡占排出権市場と クリーン開発メカニズム*

横 山 彰

1. はじめに

先進諸国のほとんどの人々は、地球温暖化を地球環境危機の大きな問題として認識している。この危機は先進国と途上国の間に国際的な衝突をもたらしている。国連の気候変動枠組み条約における京都会議議定書では、二酸化炭素を中心とする温室効果ガスに関する締約国の目標排出削減量達成において排出権取引やクリーン開発メカニズムを利用することが認められた。

排出権取引を支持する理論的根拠は、汚染の削減費用を最小化できるという可能性にある (Dales, 1968; Baumol and Oates, 1988)。しかしながら、Malik (1990, 1992), Keeler (1991), Van Egteren and Weber (1996) らによれば、排出権市場の制度には、実施費用の存在や排出権で認められる排出量を遵守せず違反する主体が存在するといった問題がある。特に Van Egteren and Weber (1996) は、排出権価格を操作することのできる市場支配力を持った企業が違反するモデルを示した。このモデルは、「企業が市場支配力を持つと自覚している場合、排出権の初期配分が排出権市場の有効性において重要な役割を果たすということを示している」(Van Egteren and Weber, 1996: 172)。彼らは完全競争ではなく売手独占や買手独占の排出権市場を想定したが、排出権市場は、売手寡占や買手寡占であるかもしれない。

また、クリーン開発メカニズムについて理論的な分析をした文献はほとんどない。クリーン開発メカニズムの下では、途上国内の排出削減活動として認定されるプロジェクト活動により、途上国は先進国とともに便益を受けることになる。本論文では、途上国は国連の気候変動枠組み条約にお

* 本論文の英文原稿に対して有益な助言とコメントを頂いた河野光雄中央大学教授、岡敏弘福井県立大学助教授と David Ewick 中央大学助教授に感謝申し上げたい。また、英文原稿の下訳をして下さった横山研究会の後藤大策君にもお礼申し上げたい。

ける Annex I 国（京都会議議定書の Annex B 国）に含まれない国とし、先進国は Annex I 国に含まれる国とする。先進国は、途上国内で関与するプロジェクト活動で認定された排出削減量を、自国の目標排出削減量にカウントすることができる。

本論文の目的は、買手寡占の排出権市場におけるナッシュ均衡とその市場規模の大きさについて考察することと、クリーン開発メカニズムに基づく国際合意を検討するためにクリーン開発メカニズムの簡単なモデルを構築することである。本論文の構成は、以下のとおりである。第2節では、Van Egteren and Weber (1996) に基づき、排出権市場のモデルを発展させ、買手寡占の排出権市場におけるナッシュ均衡やその市場規模の大きさについて検討する。第3節では、このモデルをクリーン開発メカニズムに応用する。政策的含意と結論は、第4節で示す。

2. 排出権市場のモデル

Van Egteren and Weber (1996) に従い、先進国と途上国がともに参加する取引可能な排出権制度、すなわち排出権市場の制度を考える。それぞれの国は国際合意によって定められた排出権の一定初期割当量 X_i^0 を手にしている。ここで、第 i 国の二酸化炭素の排出量 X_i から得られる便益は次のように与えられる、と仮定する。

$$B_i(X_i); B_i' > 0, B_i'' < 0 \quad (1)$$

この第 i 国は、次のように、排出権取引後の排出権量よりも多く排出した場合に見込まれる罰金を考慮しながら、自国の純便益 NB_i を最大にするように排出量や排出権取引量を決定する。

$$NB_i = B_i(X) - PQ_i - T_i(Z_i) \quad (2)$$

$$Z_i = X_i - (X_i^0 + Q_i) \geq 0 \quad (3)$$

ここで、 P は排出権価格、 Q_i は排出権取引量である。また、 $T_i(Z_i)$ は Z_i によって示される違反排出量に対する罰金で、 $T_i' > 0$ 、 $T_i'' \geq 0$ とする。そして、 $Z_i \leq 0$ のとき $T_i(Z_i) = 0$ となる。 Q_i の符号が正（負）のとき、第 i 国は排出権の買手（売手）となる。

ここでは、 n ヶ国の先進諸国が巨大な買手として参加する買手寡占の排出権市場を考えよう。実際に排出権市場が創設された場合には、日本やカナダ、アメリカなどの先進諸国は買手として大きな市場支配力を持つと考えられる。 n ヶ国の先進諸国は、集合 $N(i \in N: i=1, \dots, n)$ に属する。 N に属する買手寡占国の排出権購入は、排出権価格に影響を及ぼす。このとき供給関数は次のように想定される。

$$P(Q_1, Q_2, \dots, Q_n) = \alpha + \beta \sum_{i=1}^n Q_i; \forall i \in N: Q_i > 0 \quad (4)$$

N に属する第 i 国は(3)式と(4)式を制約条件として、 X_i と Q_i に関して(2)式を最大化させる。内点

解の一階の条件は

$$\frac{\partial NB_i}{\partial X_i} = B_i' - T_i' = 0 \quad (5)$$

$$\frac{\partial NB_i}{\partial Q_i} = -P'Q_i - P + T_i' = 0 \quad (6)$$

である。(5)式, (6)式より次式が得られる。

$$B_i' - P'Q_i - P = 0 \quad (7)$$

N に属する第 i 国以外のすべての国が各々にとって最適な排出量や排出権取引量を選択しているとき, 第 i 国が自国にとって最適な排出量や排出権取引量を選択すると考えよう。この場合, すべての国はそれぞれの最適値 X_i^* と Q_i^* をとることから, (7)式は次のように表される。

$$B_i' - \beta Q_i^* - (\alpha + \beta \sum_{i \in N} Q_i^*) = 0 \quad (8)$$

ここで, (8)式を $i \in N$ に関して集計すると次式が得られる。

$$\sum_{i \in N} B_i' - \beta \sum_{i \in N} Q_i^* - n\alpha - n\beta \sum_{i \in N} Q_i^* = 0 \quad (9)$$

(9)式を $\sum_{i \in N} Q_i^*$ について解くと, ナッシュ均衡下における n ヶ国の先進諸国の排出権購入総量が導出される。

$$\sum_{i \in N} Q_i^* = (\sum_{i \in N} B_i' - n\alpha) / \beta(n+1) \quad (10)$$

ここで, 以下のように2つの関数 $B_i(X_i)$ と $T_i(Z_i)$ を特定化して, 排出権価格を検討してみよう。

$$B_i(X_i) = a_i(b_i - \frac{1}{2}X_i)X_i \quad (11)$$

$$T_i(Z_i) = \theta(Z_i)c_i(d_i + \frac{1}{2}Z_i)Z_i \quad (12)$$

ここで $\theta(x)$ は次のように定義される。

$$\theta(x) = 1 \text{ for } x > 0 \text{ and } \theta(x) = 0 \text{ for } x \leq 0 \quad (13)$$

$Z_i > 0$ ($i \in N_+$) の国については

$$X_i^* = \frac{1}{a_i + c_i} \{a_i b_i - c_i d_i + c_i (X_i^0 + Q_i^*)\} \quad (14)$$

$$Q_i^* = \frac{1}{a_i c_i + \beta(a_i + c_i)} \{a_i c_i (b_i + d_i - X_i^0) - (a_i + c_i)P\} \quad (15)$$

となる。また $Z_i \leq 0$ ($i \in N_0$) の国については

$$X_i^* = X_i^0 + Q_i^* \quad (16)$$

$$Q_i^* = \frac{1}{\beta + a_i} \{a_i (b_i - X_i^0) - P\} \quad (17)$$

となる。(4)式, (15)式, (17)式より P が, 次のように与えられる。

$$P = \alpha + \beta \left\{ \sum_{i \in N_+} Q_i^* + \sum_{i \in N_0} Q_i^* \right\} \quad (18)$$

$$= \frac{\alpha + \beta \left\{ \sum_{i \in N_+} \frac{a_i c_i (b_i + d_i - X_i^0)}{a_i c_i + \beta (a_i + c_i)} + \sum_{i \in N_0} \frac{a_i (b_i - X_i^0)}{\beta + a_i} \right\}}{1 + \beta \left\{ \sum_{i \in N_+} \frac{a_i + c_i}{a_i c_i + \beta (a_i + c_i)} + \sum_{i \in N_0} \frac{1}{\beta + a_i} \right\}}$$

(18)式は, 価格 P が任意に決定された初期割当量の集合 $\{X_i^0\}$ の関数であることを意味していない。 $\{X_i^0\}$ の選択には, $i \in N_+$ の場合における $Q_i^* \geq 0$ や $Z_i > 0$, $i \in N_0$ の場合における $Q_i^* \geq 0$ という条件から次の制約を受ける。すなわち,

$$X_i^0 \leq \text{Min} \left\{ b_i + d_i - \frac{a_i + c_i}{a_i c_i} P, \frac{P}{\beta} + b_i - \left(\frac{1}{a_i} + \frac{1}{\beta} \right) c_i d_i \right\} \quad \text{for } i \in N_+ \quad (19-1)$$

$$X_i^0 \leq b_i - \frac{P}{a_i} \quad \text{for } i \in N_0 \quad (19-2)$$

の制約がある。

この制約のために, ナッシュ均衡を導くための実現可能な初期割当量の設定は, $\{X_i^0\}$ 空間のある小さな領域に制限される。このことは, 多くの国が市場に参加する場合, ナッシュ均衡を導くように初期割当量の割当を行うことが容易でないことを意味している。一般的に, 第 i 国の経済力や成熟度を示す変数 b_i は国によって異なっており, 初期割当量の割当は $\{b_i\}$ の分布にしたがって, 上記の(19-1)式, (19-2)式を満たすようになされなくてはならない。この事態は, 罰金の大きさには, さほど強く影響されない。だが, ナッシュ均衡へと導くように初期割当量の割当を行うことは, 普通の先進国や途上国にゆっくりした経済成長を余儀なくする一方で巨大な先進国には産業活動を活性化させることを奨励することになるので, 議論の余地があるだろう。

一方, ナッシュ均衡における n ヶ国の先進諸国の排出権購入総量 $\sum_{i \in N} Q_i^*$ は, 次のようになる。

$$\sum_{i \in N} Q_i^* = \frac{(P - \alpha)}{\beta} \quad (20)$$

n ヶ国の先進国以外の買手は存在しないと想定して, 排出権市場の規模を考えてみよう。市場規模 S は, 次のように表される。

$$S = P \sum_{i \in N} Q_i^* = \frac{P(P - \alpha)}{\beta} \quad (21)$$

S を X_i^0 について偏微分すると

$$\frac{\partial S}{\partial X_i^0} = - \frac{a_i c_i (2P - \alpha)}{\{a_i c_i + \beta (a_i + c_i)\} \Delta} \quad \text{for } i \in N_+ \quad (21-1)$$

$$\frac{\partial S}{\partial X_i^0} = - \frac{a_i (2P - \alpha)}{(\beta + a_i) \Delta} \quad \text{for } i \in N_0 \quad (21-2)$$

となる。ただし、ここでは $\Delta \equiv 1 + \beta \left\{ \sum_{i \in N_s} \frac{a_i + c_i}{a_i c_i + \beta(a_i + c_i)} + \sum_{i \in N_o} \frac{1}{\beta + a_i} \right\}$ である。従って、先進国の排出権初期割当量の変化が市場規模に及ぼす影響は、明らかである。すなわち、ここでは $P > \alpha$ と想定しているため、買手寡占である先進諸国の排出権初期割当量が大きくなるほど、ナッシュ均衡における市場規模は小さくなる。

以上が買手寡占の排出権市場におけるナッシュ均衡と、その市場規模についての議論である。そして、このナッシュ均衡は売手寡占市場に限らず、双方寡占の排出権市場の場合においても容易に扱うことが可能である。売手寡占の排出権市場下でナッシュ均衡となる価格は、(18)式に対応するものとして表わされる。また双方寡占市場についても、その市場均衡をもたらすであろう初期割当量の割当について検討することができる。

3. クリーン開発メカニズムのモデル

本節では、排出権市場のモデルをクリーン開発メカニズムに応用して、ある一途上国内のクリーン開発メカニズムのプロジェクトに対する先進諸国からの投資に関するナッシュ均衡を明らかにしてみよう。第 i 先進国は、自国の純便益 NB_i を最大にするように自らの排出量と第 j 途上国におけるクリーン開発メカニズムのプロジェクトに対する投資額を決定する。

$$NB_i = B_i(X_i) - K_i - T_i(Z_i) \quad (22)$$

$$Z_i = X_i - (X_i^0 + \lambda V_{ij}) \geq 0; \quad 0 < \lambda < 1 \quad (23)$$

$$V_{ij} = \frac{K_i}{\sum_{i \in M_j} K_i} V_j \left(\sum_{i \in M_j} K_i + K_j \right); \quad V_j' > 0 \quad (24)$$

ここで、 K_i は第 j 途上国におけるクリーン開発メカニズムのプロジェクトに対する第 i 先進国の投資であり、 V_{ij} はクリーン開発メカニズムのプロジェクト活動より生じた第 j 途上国内排出削減量 $V_i \left(\sum_{i \in M_j} K_i + K_j \right)$ のうち第 i 先進国の取り分となる削減割当量である。また、 λ は第 j 途上国におけるクリーン開発メカニズムのプロジェクト活動による排出削減量 $V_j \left(\sum_{i \in M_j} K_i + K_j \right)$ のうち先進諸国が手にできる認定排出削減量の割合である。 M_j は第 j 途上国内のプロジェクトに参加している先進諸国の集合を示し、 K_j は自国内のクリーン開発メカニズムプロジェクトに対する第 j 途上国の投資を示す。

λV_j は第 j 途上国内のクリーン開発メカニズムによる先進諸国全体の認定排出削減量であるから、 $\lambda V_{ij} = (K_i / \sum K_i) \lambda V_j$ は第 i 先進国の割当量となる。ここでは M_j に属する先進諸国の数を m と想定しよう。

M_j に属する第 i 国は (23) 式と (24) 式を制約条件として、 X_i と K_i に関して (22) 式を最大化させる。内点解の一階の条件は

$$\frac{\partial NB_i}{\partial X_i} = B_i' - T_i' = 0 \quad (25)$$

$$\frac{\partial NB_i}{\partial K_i} = -1 + \lambda T_i' \phi_i = 0 \quad (26)$$

となり，ここでは $\phi_i \equiv \partial V_{ij} / \partial K_i$ である。(25)式と(26)式から次式が得られる。

$$B_i' = 1 / \lambda \phi_i \quad (27)$$

(24)式に注意すると，(27)式からは次式が得られる。

$$[(\sum_{i \in M_j} K_i^* - K_i^*) V_j + K_i^* V_j' \sum_{i \in M_j} K_i^*] / (\sum_{i \in M_j} K_i^*)^2 = 1 / \lambda B_i' \quad (28)$$

ここで， $\Omega \equiv \sum_{i \in M_j} K_i^*$ とすると，(28)式は次のように示される。

$$(\Omega - K_i^*) V_j + \Omega V_j' K_i^* = \Omega^2 / \lambda B_i' \quad (29)$$

$i \in M_j$ に関して(29)式を集計し Ω について解くと，次式のように，第 j 途上国内のクリーン開発メカニズムのプロジェクトに対する先進諸国のナッシュ均衡における投資総量が導出される。

$$\Omega \equiv \sum_{i \in M_j} K_i^* = \lambda(m-1) V_j / (\sum_{i \in M_j} B_i'^{-1} - \lambda V_j') \quad (30)$$

以下では $m=1$ の場合を考えよう。この場合，(24)，(25)，(27)の3式から次式が得られる。

$$B_i' = T_i' = 1 / (\lambda V_j') \quad (31)$$

(31)式を満たす X_i ， Z_i ， $V_{ij} = V_j$ を，それぞれ X_i^* ， Z_i^* ， $V_{ij}^* = V_j^*$ とすると，次式が得られる。

$$\begin{aligned} V_{ij}^* = V_j^* &= [(X_i^* - X_i^0) - Z_i^*] / \lambda \\ &= F_i(K_i, K_j; X_i^0, \lambda) \end{aligned} \quad (32)$$

一方，第 j 途上国もまた自らの純便益 NB_j を最大にするように排出量とクリーン開発メカニズムのプロジェクトに対する投資額を決定する。

$$NB_j = B_j(X_j) - K_j - T_j(Z_j) \quad (33)$$

$$Z_j = X_j - [X_j^0 + (1-\lambda) V_j] \geq 0 \quad (34)$$

ここでは $V_j \equiv V_j(K_i + K_j)$ である。第 j 途上国は(34)式を制約条件として， X_j と K_j に関して(33)式を最大化させる。内点解の一階の条件は

$$\frac{\partial NB_j}{\partial X_j} = B_j' - T_j' = 0 \quad (35)$$

$$\frac{\partial NB_i}{\partial K_j} = -1 + (1-\lambda)T_j'V_j' = 0 \quad (36)$$

である。(35)式, (36)式より次式が得られる。

$$B_j' = T_j' = 1 / [(1-\lambda)V_j'] \quad (37)$$

(37)式を満たす X_j, Z_j, V_j をそれぞれ X_j^*, Z_j^*, V_j^* とすると, 次式が得られる。

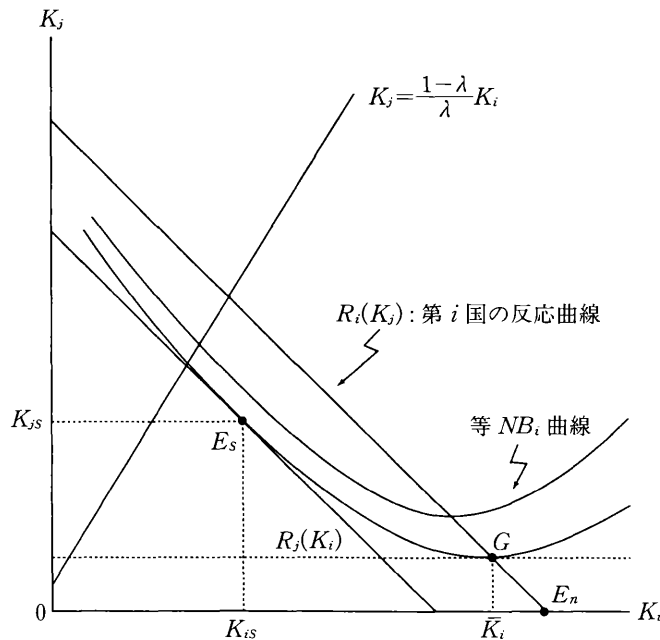
$$\begin{aligned} V_j^* &= [(X_j^* - X_j^0) - Z_j^*] / (1-\lambda) \\ &= F_j(K_j, K_i; X_j^0, \lambda) \end{aligned} \quad (38)$$

(32)式, (38)式から, 制度変数 X_i^0, X_j^0, λ が与えられたとき, K_i と K_j のナッシュ均衡 (K_i^*, K_j^*) が導かれる。すなわち K_i と K_j のナッシュ均衡は (31)式, (37)式を満たす (K_i, K_j) として与えられる。(31)式, (37)式より $K_i = R_i(K_j)$ と $K_j = R_j(K_i)$ (但し $R_i' = R_j' = -1$) という二国間の反応曲線が明らかになる。図1は $R_i(K_j)$ と $R_j(K_i)$ という二国間の反応曲線を示している。途上国がクリーン開発メカニズムのプロジェクトに参加するための必要条件は,

$$1-\lambda \geq \frac{K_j}{K_i + K_j} \quad \text{or} \quad K_j \leq \frac{(1-\lambda)}{\lambda} K_i \quad (39)$$

である。

図1



これは、途上国におけるクリーン開発メカニズムのプロジェクト活動による排出削減量のうち途上国が手にできる認定排出削減量の割合 $(1-\lambda)$ が、クリーン開発メカニズムに対する途上国の投資負担割合 $K_j/(K_i+K_j)$ 以上であることを意味している。この必要条件を満たす領域は直線 $K_j = \frac{(1-\lambda)}{\lambda} K_i$ と水平軸によって囲まれている部分である。

$R_i(0)$ が $R_j(0)$ よりも高いというもっともらしいケースの場合、ナッシュ均衡は、図 1 の $E_n = (R_i(0), 0)$ である。

任意の等 NB_i 曲線の傾きは、 $NB_i = B_i(X_i) - K_i - T_i(X_i - X_i^0 - \lambda V_j(K_i + K_j))$ の全微分から、次のように得られる。

$$\frac{\partial K_j}{\partial K_i} = 1 - (1/T_i \lambda V_j) \quad (40)$$

$\partial V_j/\partial K_i > 0$ ならば、等 NB_i 曲線は、図 1 の反応曲線 $K_i = R_i(K_j)$ 上の点に対して凸で描かれる。その理由は以下の通りである。 $1 = T_i \lambda V_j$ すなわち、 $\partial K_j/\partial K_i = 0$ を満たす K_i を \bar{K}_i としよう。 K_i が \bar{K}_i よりも小さい場合、 $1 > T_i \lambda V_j$ ゆえ $\partial K_j/\partial K_i < 0$ である。第 i 先進国にとって上方の等 NB_i 曲線であるほど、より高い純便益があることになる。第 i 先進国がシュタツケルベルクの先導者だと想定すると、図 1 では途上国の反応曲線 $R_j(K_i)$ が等 NB_i 曲線の接線となる点 E_s において、シュタツケルベルク均衡が得られる。点 G において点 E_s を通る等 NB_i 曲線の傾きは 0 である。

一方、 $\partial V_j/\partial K_i < 0$ の場合、等 NB_i 曲線は反応曲線上の点に対して凹で描かれ、図 1 におけるシュタツケルベルク均衡は反応曲線 $R_j(K_i)$ と線 $K_j = \frac{(1-\lambda)}{\lambda} K_i$ との交点になる。

4. おわりに

本論文では、買手寡占の排出権市場におけるナッシュ均衡とその市場規模の大きさを探求し、クリーン開発メカニズムを検討するためのモデル構築を行ってきた。

二酸化炭素について実際に創設される地球規模の排出権市場は、完全競争市場でも売手独占でも買手独占でもなく、むしろ売手寡占や買手寡占あるいは双方寡占に近い市場であると考えられる。買手寡占の排出権市場においてナッシュ均衡を保証する初期割当量の可能性集合は、 $\{X_i^0\}$ 空間の小さな領域に限定される。このことは、多くの国が関わる場合には、関係諸国にとってナッシュ均衡に導くような排出権の初期割当を実現することが容易でないこと示している。さらに、ナッシュ均衡においては、買手寡占である先進諸国の初期割当が大きくなるほど排出権市場の規模は小さくなる。これらの結果として、「安定した排出権市場を創設するためには、巨大な買手として市場に参加するだろう先進諸国の排出権初期割当量を、排出権市場創設以前の現実排出量に応じて配分する既得権配分ルール (grandfathered rule) による初期割当量よりも、より低く設定すべきである」というような興味深い政策的含意が得られる。

また、クリーン開発メカニズムを理論的に分析した文献はほとんどない。排出量削減をもたらすクリーン開発メカニズムのプロジェクト活動から、途上国も先進国も便益を受けることになる。本論文は、途上国内でのクリーン開発メカニズムのプロジェクト活動に対する先進諸国のナッシュ均衡投資や、途上国と先進国の二国モデルでナッシュ均衡投資やシュタッケルベルク均衡投資を考察するために、クリーン開発メカニズムのモデルを開発してきた。クリーン開発メカニズムを先導する国がない場合、クリーン開発メカニズムのプロジェクト活動に関するすべての投資を、先進国は進んで引き受けるだろう。しかし、先進諸国が先導者となった場合には、先進諸国だけでなく途上国もクリーン開発メカニズムのプロジェクトに対して進んで投資するであろうが、先進諸国の投資や、途上国の投資も含めたプロジェクトに対する総投資は、先導者がいない場合よりも低くなる。これは、クリーン開発メカニズムによる排出量削減量は先進諸国がシュタッケルベルクの先導者である場合により小さくなる、ということの意味する。このことから、「クリーン開発メカニズムをより効率的に機能させるためには、先進諸国にシュタッケルベルク先導者となる機会をできるだけ与えるべきではない、言い換えれば、先進諸国ではなく途上国にクリーン開発メカニズムのプロジェクトの提案権を与えるか、途上国に提案権が与えられない場合には途上国にプロジェクトに対する拒否権を与えるべきである」という政策的含意を得ることができる。

(中央大学総合政策学部教授)

参 考 文 献

- Aidt, T. S. (1998), "Political Internalization of Economic Externalities and Environmental Policy," *Journal of Public Economics*, 69: 1-16.
- Baumol, W. J. and W. E. Oates (1988), *The Theory of Environmental Policy*, 2nd edition, Cambridge University Press.
- Dales, J. (1968), "Land, Water, and Ownership," *Canadian Journal of Economics*, 1: 794-804.
- Fredriksson, P. (1997), "The Political Economy of Pollution Taxes in a Small Open Economy," *Journal of Environmental Economics and Management*, 33: 44-58.
- Keeler, A. G. (1991), "Noncompliant Firms in Transferable Discharge Permit Markets: Some Extensions," *Journal of Environmental Economics and Management*, 21: 180-189.
- Malik, A. S. (1990), "Markets for Pollution Control when Firms Are Noncompliant," *Journal of Environmental Economics and Management*, 18: 97-106.
- Malik, A. S. (1992), "Enforcement Costs and the Choice of Policy Instruments for Controlling Pollution," *Economic Inquiry*, 30: 714-721.
- Nti, O. K. (1997), "Comparative Statics of Contests and Rent-Seeking Games," *International Economic Review*, 38: 43-59.
- Tullock, G. (1980), "Efficient Rent Seeking," in J. M. Buchanan, R. D. Tollison, and G. Tullock, (Eds.), *Toward a Theory of the Rent-Seeking Society*: 97-112, Texas A & M University Press.
- Van Egteren, H. and M. Weber (1996), "Marketable Permits, Market Power, and Cheating," *Journal of Environmental Economics and Management*, 30: 161-173.