

Title	CDM採用のための諸条件の検討
Sub Title	Under what conditions is CDM adopted?
Author	藤田, 康範
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.3 (1999. 10) ,p.561(105)- 572(116)
JaLC DOI	10.14991/001.19991001-0105
Abstract	
Notes	論説
Genre	Journal Article
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234610-19991001-0105">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234610-19991001-0105</a>

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.

## CDM 採用のための諸条件の検討

藤 田 康 範\*

### 1. 序

地球温暖化防止のための国際的枠組の構築は、1997年のCOP3を契機としてさらに進展することとなった。先進諸国への温暖化ガス排出割当の設定とともに、その割当達成のための種々の国際的手法の導入が決定されるに至ったのである。その国際的手法の一つがCDM（Clean Development Mechanism）である。CDMとは、温暖化ガス排出割当に服する国（先進国）と服さない国（発展途上国）とが協力して温暖化ガス削減を行い、その削減量を前者の削減量として認める制度である。先進国の温暖化ガス削減が限界に近づく一方で、発展途上国の温暖化ガス削減には未だ十分な可能性がある今日において、CDMに寄せる先進国の期待は大きい。しかし、それに対して発展途上国はCDM採用に必ずしも前向きではなく、1998年のCOP4においても先進国との間で議論が紛糾している。両者の見解は十分には一致しておらず、CDMが実際に採用されるかについて楽観できないのが実情なのである。

本研究では、先進国と発展途上国とが貿易を行う二国モデルを構築し、まず、どのような条件下でCDMが採用されるのかについて考える。特に、先進国への温暖化ガス排出割当水準とCDM採用の可能性の関係を明らかにすることを主眼とする。そして、その結果を踏まえて、CDM採用が確実とは言えない状況下での地球温暖化対策のあり方について考察する。

以下での分析により、先進国への温暖化ガス排出割当の増加がCDM採用の可能性を高めること、CDM採用が不確実な状況下では、先進国への温暖化ガス排出割当の減少が必ずしも温暖化ガスの

---

\* 本研究の執筆に当たって、大沼あゆみ（東京外国語大学）、加藤峰夫（横浜国立大学）、佐和隆光（京都大学）、寺出道雄（慶應義塾大学）、細田衛士（慶應義塾大学）、横山彰（中央大学）、山口光恒（慶應義塾大学）の諸先生方から貴重なコメントを頂いた。また、匿名の評者の方からいただいたコメントも本研究を大きく前進させるものであった。記して謝意を表したい。

減少をもたらさないこと等が明らかとなる。

環境に関する国際協力についての理論分析としては Welsch (1993) が代表的である。Welsch (1993) は排出割当に服する諸国から構成される国際経済を考え、排出割当の再配分に関する国際協力がどのような場合に成立し得るのかについて分析している。本研究では、先進国のみが排出割当に服するものとモデル化して CDM の特質を鮮明にする。また、WTO や OCED 等の会議において環境問題と貿易問題を併せて議論することの重要性が高まっている状況に鑑み、先進国・発展途上国間の貿易もモデルに組み入れる。一方、南北問題を視野に入れて環境問題を論じた研究としては、Copeland and Taylor (1994) 等が有名であるが、先進国と発展途上国との間の温暖化ガス排出削減能力の差には注目していないため、CDM については視野の外にある。

以下では、まず第 2 節で分析の枠組みの説明を行い、第 3 節では、後の分析の準備として、CDM の採用・非採用と各国企業の獲得利潤との関係を明らかにする。第 4 節では、CDM 採用のために先進国への温暖化ガス排出割当があるべき水準について考える。第 5 節では、先進国への温暖化ガス排出割当の減少が温暖化ガス水準に及ぼす効果について考える。最後に、第 6 節で本研究の結論を要約して展望を述べる。

## 2. 分析の枠組み

二国 (C, J) が貿易を行っている国際経済を考える。各国には代表的企業が一つずつ存在し、同質の財を生産している。財生産は温暖化ガスの排出を伴う。以下では、結論を明確化するために、両国企業ともに一単位の財生産に伴って一単位の温暖化ガスを排出するものと仮定する。また、Siebert (1979) と同様に、温暖化ガス排出水準から温暖化ガス排出削減水準を引いたものを温暖化ガス水準と定義する。温暖化ガス排出削減活動を行う主体は企業であり、温暖化ガス排出削減水準は企業の最適化行動によって決定されるものとする。

C 国企業には温暖化ガス排出削減能力はあるが資金がなく、J 国企業には資金はあるが温暖化ガス排出削減能力がないものとする。温暖化ガス排出削減能力がないということの本研究における定義は次の通りである。すなわち、温暖化ガス排出削減の限界費用が無限大であるために企業の最適化問題の解としての温暖化ガス排出削減水準がゼロであるということ、本研究では温暖化ガス排出削減能力がないと定義する。以下では、C 国を発展途上国、J 国を先進国と呼ぶ。発展途上国企業のエネルギー消費が先進国企業に比べて非効率であって改善の余地が大きいことが『地球環境ビジョン』等において明らかにされている。発展途上国企業には温暖化ガス排出削減能力があり、先進国企業には温暖化ガス排出削減能力がないという本研究の想定は、このようなことがらを踏まえている。以下では、発展途上国企業の温暖化ガス排出削減の限界費用は正の一定値  $d$  であるものと特定化する。

財市場は先進国にあって、発展途上国企業がその市場に向けて財の輸出を行い、両国企業がその市場において競争に従事するものとする。両国企業はともに相手企業の行動を考慮に入れて行動するものとし、Cournot-Nash 型の数量競争に従事するものと仮定する。J 国企業の生産量を  $x$ 、C 国企業の生産量を  $y$  と表記する。 $x$ 、 $y$  ともに正の定数である。以下では、財の逆需要関数を、 $a$ 、 $b$  を正の定数として  $P(x+y)=a-b(x+y)$  と特定化する。 $P>0$  を仮定する。J 国企業、C 国企業の財生産の限界費用は、それぞれ一定とし、それぞれの値を  $c_J$ 、 $c_C$  と表記する。両者は  $0 \leq c_J < c_C$  という関係を満たすものとし、さらに以下では、結論を明確にするために  $c_J=0$  を仮定する。

上述のように、CDM とは、温暖化ガス排出割当に服する国（先進国）と温暖化ガス排出割当に服さない国（発展途上国）とが協力して温暖化ガスの削減を行い、その削減量を前者の削減量として認める制度である。本研究では温暖化ガス排出割当は企業に対してなされるものとし、また、CDM を行う主体は企業であるものとして、CDM を以下のようにモデル化する。すなわち、発展途上国企業の温暖化ガス排出削減活動に対して先進国企業が資金を供与し、その排出削減量を先進国企業の排出削減量とする制度とモデル化する。その資金供与は従量的とし、単位当たり水準を  $s$  とする。この  $s$  の水準は外生的な正の値であるものとする。また、CDM による発展途上国企業の温暖化ガス排出削減水準を  $z$  と表記し、 $z>0$  を仮定する。 $z$  は先進国企業が決定する内生変数であるものとし、発展途上国企業は、 $s$  と  $z$  に関する申し出を受諾するか、拒否するかの何れかであるものと仮定する。以下では、 $s>d$  を仮定し、先進国企業が供与する資金が発展途上国企業の排出削減費用を上回るものとする。

以上の分析枠組みにおいて、CDM 採用下の先進国企業および発展途上国企業の利潤がそれぞれ次のように表現される。

$$\pi_J^c(x, y, z) = (a - b(x + y))x - sz \quad (1)$$

$$\pi_C^c(x, y, z) = (a - b(x + y) - c_C)y + (s - d)z \quad (2)$$

(1)式、(2)式ともに、第1項は財生産からの利潤を表現している。(1)式第2項は、先進国企業が発展途上国企業に供与する資金総額であり、(2)式第2項は、CDM によって発展途上国企業が獲得する利潤を表現している。

上述のように、先進国企業は温暖化ガス排出割当に服しているが、発展途上国企業は温暖化ガス排出割当に服していない。先進国企業への温暖化ガス排出割当水準を  $\bar{x}$  と表記し、 $\bar{x}>0$  を仮定する。ここで、CDM による発展途上国企業の温暖化ガス排出削減量が先進国企業の温暖化ガス排出削減量として全て認められるものとし、先進国企業が

$$x - z \leq \bar{x}$$

の制約下で利潤を最大化するものと仮定する。以下では、この制約式が等号で成立するものとし、

$$z = x - \bar{x}$$

を仮定する。この時、 $x$  の決定に伴って  $z$  も決定されることになり、先進国企業が解くべき問題が

$$\pi_f^c(x, y, z) = (a - b(x + y))x - s(x - \bar{x}) \quad (1')$$

に帰着する。

### 3. CDM 採用・非採用と獲得利潤

本節では、後の分析の準備として、CDM の採用・非採用と獲得利潤との関係を明らかにする。

#### 3.1. CDM 採用下での先進国企業と発展途上国企業の獲得利潤

まず、仮に CDM が採用されているものとして、その場合に先進国企業および発展途上国企業が獲得する利潤を求める。

先進国企業、発展途上国企業は、それぞれの財生産量  $x$ ,  $y$  を選択することによって利潤最大化をはかるので、一階の条件が、それぞれ

$$\frac{\partial \pi_f^c}{\partial x} = a - 2bx - by - s = 0$$

$$\frac{\partial \pi_c^c}{\partial y} = a - bx - 2by - c_c = 0$$

となる。二階の条件は満足されている。先進国企業の Cournot-Nash 均衡生産量  $x^c$  および発展途上国企業の Cournot-Nash 均衡生産量  $y^c$  はこれらの 2 式を同時に満足するように決定されるので、

$$x^c = \frac{1}{3b}(a - 2s + c_c) \quad (3)$$

$$y^c = \frac{1}{3b}(a + s - 2c_c) \quad (4)$$

が得られる。 $x^c > 0$ ,  $y^c > 0$  が成立するように、以下では、

$$a - 2s + c_c > 0 \quad (5)$$

$$a + s - 2c_c > 0 \quad (6)$$

を仮定する。

ここで CDM 採用下の各国企業の利潤を表す (1') 式および (2) 式に (3) 式および (4) 式を代入することによって、CDM 採用下の先進国企業の Cournot-Nash 均衡利潤  $\pi_f^c$  および発展途上国企業の Cournot-Nash 均衡利潤  $\pi_c^c$  が

$$\pi_f^c = \frac{1}{9b}(a - 2s + c_c)(a - 5s + c_c) + s\bar{x} \quad (7)$$

$$\pi^e = \frac{1}{9b}(a+s-2c_c)^2 + (s-d)\left(\frac{1}{3b}(a-2s+c_c) - \bar{x}\right) \quad (8)$$

の水準に定まる。

このとき、発展途上国企業が先進国企業から資金を受けて行う温暖化ガス排出削減は

$$z^c = \frac{1}{3b}(a-2s+c_c) - \bar{x}$$

の水準に定まっている。 $z^c > 0$ が成立するように、以下では、

$$\frac{1}{3b}(a-2s+c_c) - \bar{x} > 0 \quad (9)$$

を仮定する。

$s > d$ の仮定、(6)式および(9)式の仮定の下で、 $\pi^e > 0$ が成立する。

また、 $\pi^f > 0$ が成立するように、以下では

$$a - 5s + c_c > 0 \quad (10)$$

を仮定する。この(10)式の仮定と(5)式等の仮定の下で  $\pi^f > 0$ が成立する。

### 3.2. CDM 非採用下での先進国企業と発展途上国企業の獲得利潤

次に、仮に CDM が非採用の場合の先進国企業および発展途上国企業の獲得利潤を導出する。この場合の先進国企業の利潤  $\pi^N$  および発展途上国企業の利潤  $\pi^c$  はそれぞれ

$$\pi^N(x, y) = (a - b(x + y))x \quad (11)$$

$$\pi^c(x, y) = (a - b(x + y) - c_c)y \quad (12)$$

と表現される。(11)式、(12)式はそれぞれ、(1)式、(2)式から第2項、すなわち CDM に関する項、を取り除いた形になっている。

CDM が非採用の場合には、先進国企業は温暖化ガス排出割当水準  $\bar{x}$  を超えた生産を行うことができない。発展途上国企業はそのことを読み込んで行動するので、発展途上国企業の解くべき問題が

$$\text{Max } \pi^c(\bar{x}, y) = (a - b(\bar{x} + y) - c_c)y \quad (12')$$

に帰着する。 $\frac{\partial \pi^c}{\partial y} = 0$ を解くことにより、CDM 非採用下の発展途上国企業の Cournot-Nash 均衡生産量  $y^N$  が

$$y^N = \frac{1}{2b}(a - b\bar{x} - c_c) \quad (13)$$

となる。二階の条件は満足されている。 $y^N > 0$ が成立するように、以下では

$$a - b\bar{x} - c_c > 0 \quad (14)$$

を仮定する。この  $y^N$  と  $x = \bar{x}$  を(11)式に代入することにより、CDM が非採用の場合の先進国企

業の Cournot-Nash 均衡利潤  $\pi_j^N$  が

$$\pi_j^N = \frac{1}{2}(a - b\bar{x} - c_c)\bar{x} \quad (15)$$

の水準に決定される。 $\bar{x} > 0$  および (14) 式の仮定の下で  $\pi_j^N > 0$  が成立する。また、 $y^N$  と  $x = \bar{x}$  を (12) 式に代入することにより、CDM 非採用下の発展途上国企業の Cournot-Nash 均衡利潤  $\pi_c^N$  が

$$\pi_c^N = \frac{1}{4b}(a - b\bar{x} - c_c)^2 \quad (16)$$

の水準に定まる。(14) 式の仮定の下で  $\pi_c^N > 0$  が成立している。

#### 4. 先進国への温暖化ガス排出割当水準と CDM の採用・非採用

以上の分析に基づいて、本節では、CDM 採用のために先進国への温暖化ガス排出割当がどのような水準にあるべきかについて考える。

CDM が採用されるのは、両国企業ともに、CDM 採用下の獲得利潤  $\pi_i^C (i = C, J)$  が CDM 非採用下の獲得利潤  $\pi_i^N (i = C, J)$  を上回る場合である。(7) 式から (15) 式を引くことにより、先進国企業が CDM 採用を非採用よりも選好する条件式

$$\pi_j^C - \pi_j^N = (a - 2s + c_c)(a - 5s + c_c - \frac{9}{2}b\bar{x}) + \frac{1}{2}b\bar{x}^2 \geq 0 \quad (17)$$

が得られ、(8) 式から (16) 式を引くことにより、発展途上国企業が CDM 採用を非採用よりも選好する条件式

$$\pi_c^C - \pi_c^N = \frac{1}{36b}(a - 2s + c_c - 3b\bar{x})(12(s - d) - 5a - 2s + 7c_c + 3b\bar{x}) \geq 0 \quad (18)$$

が得られる。

CDM 採用下の先進国企業の財生産水準  $x^C$  が正であるという (5) 式の仮定より、(17) 式における  $a - 2s + c_c$  が正となるので、 $\pi_j^C - \pi_j^N \geq 0$  が成立するためには

$$a - 5s + c_c - \frac{9}{2}b\bar{x} \geq 0 \quad (19)$$

が成立すればよい。この (19) 式が成立する場合には、上述の (10) 式の仮定は必ず満たされている。一方、 $z^C$  が正であるという (9) 式の仮定より、(18) 式における  $a - 2s + c_c - 3b\bar{x}$  が正となるので、 $\pi_c^C - \pi_c^N \geq 0$  が成立するためには

$$12(s - d) - 5a - 2s + 7c_c + 3b\bar{x} \geq 0 \quad (20)$$

が成立すればよい。

以上より、先進国への温暖化ガス排出割当水準  $\bar{x}$  および発展途上国への単位当り資金供与水準  $s$  が CDM 採用のために満足すべき領域が図 1 の斜線部で示される。 $\pi-j$  線、 $\pi-c$  線は、それぞれ、(19)式、(20)式が等号成立する式のグラフを表している。 $\pi-j$  線の下方領域において先進国企業は CDM 採用を選好し、 $\pi-c$  線の上方領域において発展途上国企業は CDM 採用を選好する。この図 1 は CDM 採用のためには、典型的には、ある  $\bar{s}$  に対して先進国への温暖化ガス排出割当量  $\bar{x}$  が  $[\bar{x}(\bar{s}), \tilde{\bar{x}}(\bar{s})]$  の範囲になければならないことを明らかにしている。 $\bar{x}$  が小さい場合には先進国企業の申し出を拒否する誘因が発展途上国企業にあり、 $\bar{x}$  が大きい場合には先進国企業が CDM を行う誘因がないからである。

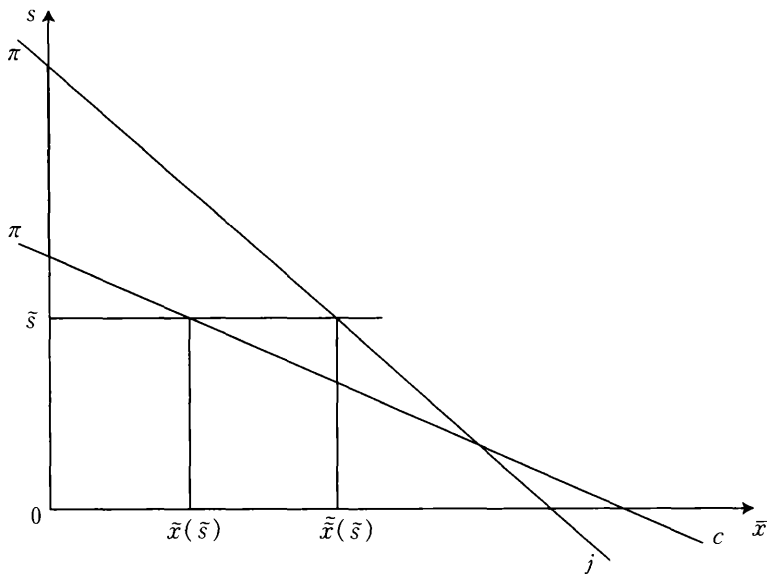
ここで  $[0, \bar{x}(\bar{s})]$  の領域に注目することにより、CDM の採用条件について

**命題 1 :**

**先進国への温暖化ガス排出割当が少ない場合には CDM が採用されない場合がある。**

という命題が導出される。

図 1



次に、財市場拡大と CDM 採用可能性の関係について考える。財市場拡大は、パラメーター  $a$  の増加として捉えられる。この  $a$  の増加に伴って、先進国企業への影響に関しては、(19)式から読み取られるように、図 1 における  $\pi-j$  線が右方にシフトする。すなわち、財市場拡大に伴って先進国企業の CDM 採用への誘因が増加するのである。これは、財生産増加による温暖化ガス排出量の増加に起因して温暖化ガス排出削減の必要が高まるからである。一方、発展途上国企業に関して



は、 $a$ の増加に伴って、(20)式から読み取られるように、図1における $\pi-c$ 線が右方にシフトする。発展途上国企業は、CDM採用を拒否して財市場での独占力を強化することの利益が増加するためにCDM不採用の誘因が増加するのである。以上より、図1におけるCDM採用領域が財市場拡大に伴って右方にシフトすることが理解されるので、

**命題1系：**

**財市場の拡大に伴って先進国への温暖化ガス排出割当が増加されるほど、CDM採用の可能性が高まる。**

という系が導かれる。

## 5. 先進国への温暖化ガス排出割当水準と温暖化ガス水準

最後に、先進国への温暖化ガス排出割当の減少が温暖化ガス水準の減少をもたらすのかどうかについて分析する。

一単位の生産に伴って一単位の温暖化ガスが排出されるという本研究での仮定により、CDM採用下の発展途上国の温暖化ガス排出水準は

$$y^c = \frac{1}{3b}(a + s - 2c_c)$$

であり、CDM非採用下の発展途上国の温暖化ガス排出水準は

$$y^N = \frac{1}{2b}(a - b\bar{x} - c_c)$$

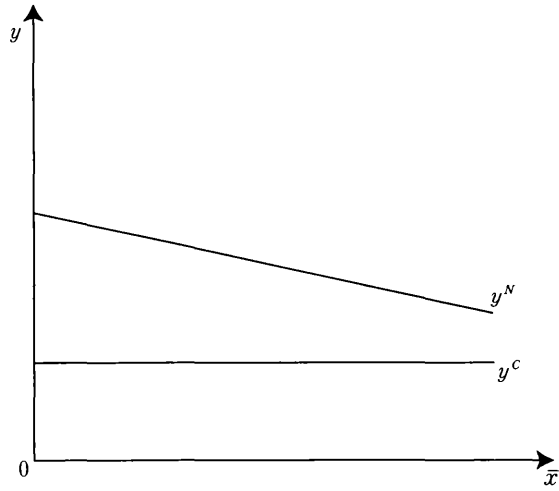
である。両者の関係は、典型的には図2 aのように表現される。 $y^c$ の方が $y^N$ より下方に位置している。

一方、先進国企業の温暖化ガス水準は、CDMの採用、非採用に拘わらず $\bar{x}$ の水準となっている。CDM採用下においては $\bar{x}$ を超える温暖化ガス排出水準はCDMによって削減しており、CDM非採用下においては、温暖化ガス排出水準がこの $\bar{x}$ に等しくなっているからである。従って、上述の $y^c$ 、 $y^N$ に $\bar{x}$ を加えることによって、CDMの採用、非採用の場合の温暖化ガス水準の両国の総和が導かれる。すなわち、CDM採用下の温暖化ガス水準の両国の総和は

$$y^c + \bar{x} = \frac{1}{3b}(a + s - 2c_c) + \bar{x} \quad (21)$$

となり、CDM非採用下の温暖化ガス水準の両国の総和は

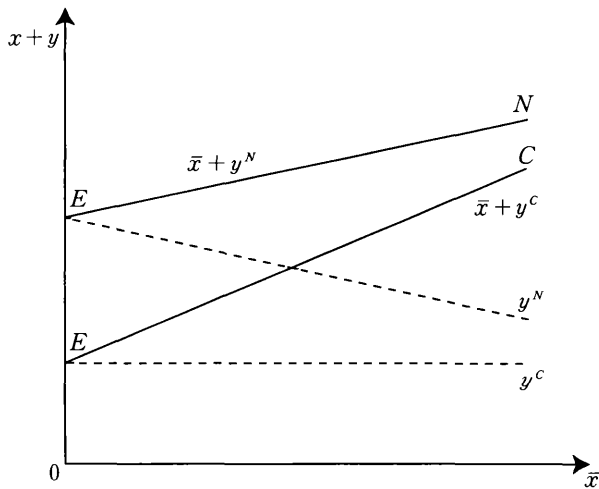
図 2 a



$$y^N + \bar{x} = \frac{1}{2b}(a - b\bar{x} - c_c) + \bar{x} \quad (22)$$

となる。両者の関係は、典型的には図 2 b のように表現される。E-C 線は  $y^c + \bar{x}$  を表しており、E-N 線は  $y^N + \bar{x}$  を表している。E-C 線の方が E-N 線よりも下方に位置している。

図 2 b



一方、ある  $\bar{s}$  に対して、先進国への温暖化ガス排出割当  $\bar{x}$  が臨界値  $\bar{x}(\bar{s})$  を下回る場合には CDM が成立しないということが命題 1 によって示されているので、実現する温暖化ガス水準の両国の総和が典型的には図 3 における実線のような不連続な軌跡として描かれる。ここで  $\bar{x}(\bar{s})$  の

近傍に注目することによって

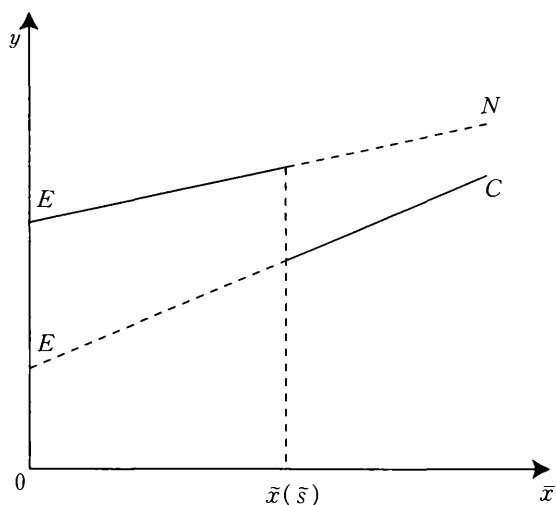
**命題 2 :**

**先進国への温暖化ガス排出割当の増加によって温暖化ガス水準の総和が減少し得る。**

という命題が導出される。

この命題は、先進国への温暖化ガス排出割当を減少するとかえって温暖化ガス水準の総和が増加する可能性があることを明らかにしている。

**図 3**



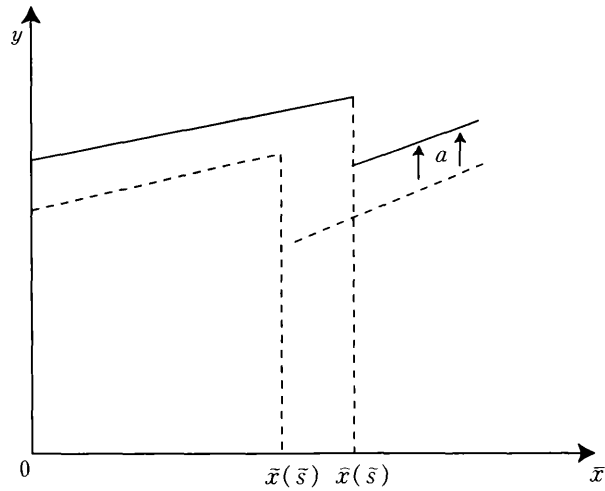
財市場が拡大すると、財生産が活発化して温暖化ガス排出が増加する。(21)式および(22)式から読み取られるように  $E-C$  線も  $E-N$  線とともに上方にシフトするのである。一方、命題 1 系が示すように財市場拡大に伴って温暖化ガス排出割当の臨界値  $\bar{x}$  が  $\bar{x}$  へと増加するので、実現する温暖化ガス水準が図 4 の破線から実線へとシフトする。ここで  $[\bar{x}(\bar{s}), \bar{x}(\bar{s})]$  の領域に注目することによって、

**命題 2 系 :**

**財市場が拡大した場合に、先進国への温暖化ガス排出割当を増加しないと、温暖化ガス水準の総和が急増する恐れがある。**

という系が導かれる。

図 4



## 6. 結 び

本研究では、CDM 採用のために必要な諸条件、特に、先進国への温暖化ガス排出割当が満足すべき条件について検討するとともに、CDM 採用が確実とは言えない状況における地球温暖化対策のあり方について考えた。得られた結論は次のようにまとめられる。

- ・ 先進国への温暖化ガス排出割当が少ない場合には CDM が採用されない場合がある。
- ・ 先進国への温暖化ガス排出割当の増加によって温暖化ガス水準の総和が減少し得る。
- ・ 財市場の拡大に伴って先進国への温暖化ガス排出割当が増加されるほど、CDM 採用の可能性が高まる。
- ・ 財市場が拡大した場合に、先進国への温暖化ガス排出割当を増加しないと、温暖化ガス水準の総和が急増する恐れがある。

省エネルギーへの取組が必要であることは論をまたないが、本研究での分析により、CDM 採用が確実とは言えない状況においては、先進国への温暖化ガス排出割当を少なくすることが必ずしも地球温暖化問題の解決につながらないことが明らかとなった。排出権取引をも視野に入れた拡張等は稿を改めて行いたい。

(経済学部専任講師)

## 参 考 文 献

通商産業省環境立地局環境政策課編 (1997) 『地球環境ビジョン』

Copeland, B. R. and Taylor, S. (1994), "North-South Trade and Environment," *Quarterly Journal of Economics*.

Siebert, H. (1979), "Environmental Policy in the Two-Country Case," *Zeitschrift für Nationalökonomie*.

Welsch, H. (1933). "An Equilibrium Framework for Global Pollution Problem," *Journal of Environmental Economics and Management*.