

温室効果ガスの排出権取引と経済成長 および貿易パターンの変化*

中 村 勝 克

I はじめに

近年、地球規模の環境問題に関する様々な対処法が模索されている。中でも地球温暖化の問題は、“気候変動に関する政府間パネル”の第一次報告(1990年)を受けて、1995年4月から、気候変動枠組み条約締約国会議が毎年開かれるまでに至った。とりわけ、1997年12月の第3回締約国会議(京都会議)では、先進国を中心とした国に対して、温室効果ガスの排出削減に関する具体的かつ法的拘束力を有する目標が定められた。

京都会議の結果は、先進諸国の温室効果ガス排出量を1990年レベルから平均で5.6%(日本6%、米国7%、EU8%、ロシア0%等)削減させるものである¹⁾。この値は、“気候変動に関する政府間パネル”の第一次報告で提案された値²⁾と比べると過少ではあるが、天野(1998)は、“当初予想された値より”各国にとって“厳しい削減率”になった、と一定の評価を与えている。さらに天野(1998)は、このような削減率が合意できた背景に、(先進国間に限定されているが)排出権取引等の経済的手法の導入があることを強調している。

地球温暖化問題は、以上のように解決方向に進んでいるといえよう。ただし、残されている問題も多い。その一つに、発展途上国の問題を挙げることができる。例えば、京都会議での取り決めは主に先進国に限定したものであり、途上国に対しては具体的な削減目標値の設定ならびに排出権取引等の参加が見送られている。しかしながら、途上国の温室効果ガス削減は、次なる

段階に進む際に避けることができず(ラシヨフ, 1997 参考), また京都会議前から各国間で激しい議論がなされていた状況からも³⁾, 近い将来, 途上国に削減目標値(排出権の割当)が設定されたり, 国際的排出権取引へ参加する可能性がある⁴⁾.

このような状況の下, 本論文では途上国における排出権取引の影響に焦点を合わせる. 特に, 排出権の割当が十分に成されていることを前提として, 国際的排出権取引の参加が, 途上国の経済成長や貿易パターンにいかに影響を与えるのか, 動学的枠組みの中で分析を試みたい. 具体的には, 世代重複モデルを基礎とした小国開放モデルを構築し, 排出権取引への参加が当該国の成長を促進させるのか否か, また貿易パターンに大きく影響を与えるのか否かを考察する.

標準的な静学モデルにおける排出権取引の有効性は, 既に Baumol and Oates (1971) 等の理論によって正当化されている. それに従えば, 温室効果ガスの排出権取引を許すことで, 排出権が限界生産性の低い経済主体から高い経済主体へ売却され, 結果, 温室効果ガスに関する各経済主体間の限界生産性は均等化, パレート最適状態が達成される⁵⁾. ただし, ここでの議論は, あくまでも静学的枠組みを基礎にしていることに気を付けたい.

本論文は, 動学的枠組みの中で排出権取引の影響を再評価する. そのため, 最初にベンチマーク・ケースとして, 当該国の排出権の割当が十分に成されていて, かつ排出権取引に参加しないときの状況をみる. そこでは, 経済構造を表すパラメータの組み合わせ方で, 経済が2種類のタイプに分けられることが示される. 第1のタイプは, 当初は資本蓄積によって成長するが, 定常均衡に至ると成長が止まるタイプである(以下では“停滞型経済”と名付ける). また第2のタイプは, 当初の成長は停滞経済と同様に資本蓄積でもたらされるが, ある時期を境に技術進歩も生じ, 恒常的成長が達成されるタイプである(以下では“成長型経済”と名付ける).

なお, 停滞型経済の貿易パターンは時間を通じて工業製品輸入型であるが, 成長型経済の貿易パターンは最初工業製品輸入型から, ある時期を境に工業

製品輸出型へ移行して行くことが分かる。つまり、停滞型経済は、農業中心の産業構造を持ち“成長の罌”から抜け出せない途上国をイメージし、成長型経済では、現在は“成長の罌”に陥っているが、自らの力でそこから抜け出すことが可能な途上国（もしくは既に抜け出している先進国）をイメージしている。

以上のように経済が2つのタイプに分けられることを踏まえて、続く節において、それぞれのタイプにおける排出権取引への参加の影響をみる。ただし、排出権取引の影響は、当該国に対する排出権の割当量、国際的な排出権価格の高低、さらには化石燃料の生産性等々によって、各タイプごとでも一様ではない。そこで本論文では、ベンチマーク・ケースを基礎に分析を進めて、特徴的かつ重要な2つの可能性を示す。第1は、排出権取引への参加が停滞型経済を成長型経済に変化させる可能性である。つまり、排出権取引への参加は、当該国の長期的成長を大きく促進させ得る。第2は、排出権取引への参加によって、成長型経済が停滞型経済に変化してしまう可能性である。このことは、排出権取引が無条件で経済成長を促進させるのではなく、ある条件の下では経済の長期的成長を抑止してしまうことを意味している。

このように、一見、矛盾する可能性が生じる理由は、排出権取引に次の2つの効果が内在するためである。まず、排出権取引の持つ所得移転的な効果である。つまり、有り余る排出権を売却することは、当該国にとって、国際的な所得移転を受けることと類似の効果を生み出す。もう1つは、排出権の売却によって、温室効果ガスを排出する産業（主に工業）を縮小させてしまう効果である。例えば、排出権の価格が国際市場で高い値を付けているとしよう。このとき当該国の企業は、温室効果ガスの排出量を必要以上に控えて、排出権売却から得られる利得を高めようとするであろう。温室効果ガスの排出を控えることは、すなわち、その企業の産出量を減少させることに他ならず、当該国の工業は縮小する。以上から、もし前者の所得移転的效果が強くなるのならば、排出権取引は経済成長を促進させることになる。そのことを顕著に示しているのが上述の第1の可能性である。また、後者の効果が前者

の効果より強いとき、パラドキシカルな第2の可能性が生じる。

以下、II節では世代重複モデルを基礎に、2部門小国モデルを構築する。続くIII節は、排出権取引がなされなかったときの成長経路および貿易パターンの変化を示す。このとき、経済が停滞型と成長型に分けられることを述べる。IV節において、当該国が排出権取引に参加したときの効果を考察する。ここでは、当該経済が停滞型経済で、かつ排出権の国際価格がそれ程高くないケース、ならびに当該経済が成長型経済でかつ排出権の国際価格がかなり高いケースを分析する。最後のV節で本論文をまとめる。

II モデル

本節では、自由貿易下の小国経済をモデル化する。小国の仮定から、貿易される財の価格は、全て外生的に与えられる点に留意したい。また、多くの発展途上国がそうであるように、国際的資本移動は不完全と捉える。特に以下のモデルでは、国際的な資本移動は全く行われぬものと仮定する。単純化のため労働の国際間移動も捨象する。

さらに本論文では、当該国に対する排出権の割当が十分にあり、当面、排出権の壁に当たることはない想定する。この想定は、かなり制約的なものともいえよう。ただし、実際の状況を考えると、十分な排出権の割当なしで、途上国が国際的な温室効果ガスの削減計画に参加するとは考え難く、その意味で、この想定は現実性をもっているといえる⁶⁾。

財生産企業

経済には資本を集約的に用いる産業（例えば工業）と、労働を集約的に用いる産業（例えば農業）の2種類の産業が存在し、前者をY産業、後者をA産業とする。なおY産業は、財の生産過程で温室効果ガスを排出する資源（例えば化石燃料）を用いるものとする。両産業内には、測度1の大きさをもって同質な企業が無数存在すると考える。いま、各産業の代表的企業の生産関数を

$$(1) Y_t = Y(K_t, E_t, L_t^Y; A_t) \equiv A_t K_t^\alpha E_t^\beta L_t^{1-\alpha-\beta}, \alpha > 0, \beta > 0, 1 > \alpha + \beta,$$

$$(2) A_t = \gamma L_t^A$$

と定める。ただし、 $Y_t, A_t, K_t, E_t, L_t^Y, A_t, L_t^A$ は、各々 t 期における Y 産業財の産出量、 Y 産業の技術水準、(Y 産業で用いられる) 資本量、(Y 産業で用いられる) 化石燃料量、 Y 産業財生産に特化した労働量、 A 産業財の産出量、 A 産業財生産に特化した労働量を表す。

Y_t は消費または投資に用いられ、 A_t は消費のみに用いられるものと仮定する。ただし、両財とも貿易可能であり、小国の仮定から、これらの財の価格は国外で決定されるものとする。以下、各財の単位を適当にとることによって、 Y_t, A_t とも価格を1とする。さらに化石燃料 E_t も貿易財であり、その価格を p とおく。加えて、資本の減価償却率を100%、つまり今期投資された Y 産業の財は、来期の資本ストック K_{t+1} に等しいものとする。

モデルを簡潔にするため、1単位の化石燃料を生産に用いると、1単位の温室効果ガスが排出されるものと仮定する。また、各企業に割り当てられている排出量(排出権量)を G とし、国際的排出権市場で成立している排出権価格は ϕ であるとする。すなわち、 t 期において、各企業が排出権取引から得られる利得 R_t は、

$$R_t = \phi(G - E_t)$$

となる。

Y 産業内の企業は、財を生産する際に海外の R & D 企業が開発した技術も購入可能とする。いま、 t 期の新規技術の料金を F_t とし、新規技術の導入によって企業の生産技術が A_t から λA_t ($\lambda > 1$) に高められる⁷⁾。ただし、新規技術の販売は海外の R & D 企業が独占的に行い、 F_t は海外の R & D 企業が決定するものとする。なお、料金の回収は販売した期のみとして、 F_t には新規技術 λA_t を導入する際に生じる実質的コスト cA_{t-1} と、R & D 企業が獲得できる超過利潤 Q_t が含まれる⁸⁾。つまり、

$$(3) F_t \equiv cA_{t-1} + Q_t$$

である。

t 期に海外の R & D 企業が新規技術を提供するとしよう。このとき R & D 企業が獲得できる最大の料金は、Y 産業の企業が新規技術の導入によって得られる利得の全てであり、

$$Y(K_t, E_t, L_t^Y; \lambda A_{t-1}) - Y(K_t, E_t, L_t^Y; A_{t-1})$$

となる。R & D 企業がこの値より多く使用料を請求すると、Y 産業の企業が新規技術を購入するインセンティブがなくなり、さらに、R & D 企業はこの値より少なく料金をとるインセンティブが存在しない。したがって、新規技術の料金は

$$(4) \quad F_t = Y(K_t, E_t, L_t^Y; \lambda A_{t-1}) - Y(K_t, E_t, L_t^Y; A_{t-1}) \\ = (\lambda - 1)Y(K_t, E_t, L_t^Y; A_{t-1}) = (\lambda - 1)A_{t-1}K_t^\alpha E_t^\beta L_t^{Y^{1-\alpha-\beta}}$$

となる⁹⁾。つまり、R & D 企業は各企業から生産量あたり $(\lambda - 1)$ の料金の徴収を行う。

加えて、新規技術から得られる超過利潤 Q_t が負のとき、海外の R & D 企業は新規技術を提供することはない。よって、実際に t 期で新規技術が供給されるための条件は $Q_t \geq 0$ であり、(3) 式と (4) 式を用いると、

$$(5) \quad (\lambda - 1)K_t^\alpha E_t^\beta L_t^{Y^{1-\alpha-\beta}} \geq c$$

が成立するときに限り新規技術が供給されて、Y 産業で技術進歩が生じる。

以上から、 t 期に (5) 式の条件が成立するなら

$$(6) \quad A_t = \lambda A_{t-1}, \quad F_t = (\lambda - 1)Y(\cdot; A_{t-1})$$

となり、 t 期に (5) 式が成立しないとき

$$(7) \quad A_t = A_{t-1}, \quad F_t = 0$$

となることが分かる。

いま Y 産業の各企業は、利潤

$$(8) \quad \pi_t = Y_t + \phi(G - E_t) - r_t K_t - p E_t - w_t^Y L_t^Y - F_t$$

の最大化をはかる。ただし、 r_t は粗利率、 w_t^Y は Y 産業に特化している労働の賃金である。ここで、(6) 式、(7) 式から、(5) 式が成立するときもしないときも、 $Y_t - F_t = Y(\cdot; A_{t-1})$ となることに気を付けたい。(1) 式と Y 産業の企業の利潤最大化条件から、

$$(9) \quad r_t = \alpha \Lambda_{t-1} K_t^{\alpha-1} E_t^\beta L_t^{1-\alpha-\beta}$$

$$(10) \quad p + \phi = \beta \Lambda_{t-1} K_t^\alpha E_t^{\beta-1} L_t^{1-\alpha-\beta}$$

$$(11) \quad w_t^Y = (1-\alpha-\beta) \Lambda_{t-1} K_t^\alpha E_t^\beta L_t^{1-\alpha-\beta}$$

が導かれる。また、(9)式から(11)式を、(8)式に代入すると、

$$(12) \quad \pi_t = \phi G$$

となる。

A産業に特化している労働の賃金 w_t^A は、(2)式とA産業の企業の利潤最大化条件から、

$$(13) \quad w_t^A = \gamma$$

である。

家計

毎期測度1の人々が生まれ、それぞれ若年期と老年期の2期間生きるものとする。したがって、各期の人口は2で一定である。人々は同質とし、若年期にY産業に特化した労働を1単位ならびにA産業に特化した労働を1単位、それぞれ保有するものとする。さらに、Y産業の企業で発生する利潤は、全て若年世代に帰着するものと想定する。

若年世代の人々は、保有するそれぞれの労働の供給から得られる賃金とY産業企業の利潤が所得になる。つまり、若年期の所得は $w_t^Y + w_t^A + \pi_t$ であり、これらを若年期の消費(Y産業財を y_t^I 、A産業財を a_t^I)と貯蓄 s_t に用いる。老年期には若年期になした貯蓄 s_t の元利合計で、消費(Y産業財を y_{t+1}^II 、A産業財を a_{t+1}^II)を行う。人々は財の消費のみから効用を得るものとし、遺産等は残さないものとする。

以上の設定の下、 t 期に生まれた人の予算制約は

$$(14) \quad y_t^I + a_t^I + s_t = w_t^Y + w_t^A + \pi_t$$

$$(15) \quad y_{t+1}^II + a_{t+1}^II = r_{t+1} s_t$$

となる。ここで、小国の仮定からY産業財とA産業財の価格は外生的に与えられ、それぞれを1としている点に注意したい。また、 t 世代の人々の効

用は

$$(16) \quad U_i = \ln y_i^I + \ln a_i^I + \rho \ln y_{i+1}^{II} + \rho \ln a_{i+1}^{II}$$

によって表現されるものとする。

人々は予算制約 (14), (15) 式の下で効用関数 (16) 式の最大化をはかる。いま、最大化の 1 階条件を整理すると人々の貯蓄関数、

$$(17) \quad s_i = \frac{\rho}{1+\rho}(w_i^Y + w_i^A + \pi_i)$$

が導かれる。ここで、各世代の人口が 1 であることに気を付けたい。つまり、 t 期における経済全体の貯蓄量を S_t とおくと、 $S_t = s_t$ が成立して、(17) 式の貯蓄関数は経済全体の貯蓄関数とも解釈される。

各期の総消費量 (Y 産業財を C_t^Y , A 産業財を C_t^A とする) は、

$$(18) \quad C_t^Y = y_t^I + y_t^{II} \\ = \frac{1}{2(1+\rho)}(w_t^Y + w_t^A + \pi_t) + \frac{1}{2} r_t S_{t-1}$$

$$(19) \quad C_t^A = a_t^I + a_t^{II} \\ = \frac{1}{2(1+\rho)}(w_t^Y + w_t^A + \pi_t) + \frac{1}{2} r_t S_{t-1}$$

となる。

貿易

Y 産業財および A 産業財ともに、国際価格のもとで自由に貿易可能とする。各財の純輸出量は、当該国の生産量から当該国の需要量を引いたものであり、いま、それぞれの産業財の純輸出量を EX^Y , EX^A と表すと、(1) 式、(2) 式、ならびに (18) 式、(19) 式から、

$$(20) \quad EX_t^Y = Y_t - C_t^Y - K_{t+1} \\ = Y(K_t, E_t, L_t^Y; A_t) - \frac{1}{2(1+\rho)}(w_t^Y + w_t^A + \pi_t) - \frac{1}{2} r_t S_{t-1} - K_{t+1}$$

$$(21) \quad EX_t^A = A_t - C_t^A \\ = r L_t^A - \frac{1}{2(1+\rho)}(w_t^Y + w_t^A + \pi_t) - \frac{1}{2} r_t S_{t-1}$$

となる。Y産業財は投資つまり来期の資本にも用いられる点に注意する。化石燃料は、当該国に存在していないものとするので、化石燃料の純輸出量 EX^E は

$$(22) \quad EX_t^E = -pE_t$$

である。

III 排出権取引のないケース

本節では、ベンチマークとして、温室効果ガスの排出権取引がないケースを分析する。以下、はじめに経済の均衡条件を導く。その後、経済の均衡条件を基にして、総生産量および貿易パターンの動学的変化を考察する。

経済の均衡条件

排出権取引がないということは、排出権売買の価格が0であることと同値である。つまり、前節のモデルに即すと、

$$(23) \quad \phi = 0$$

である。また、財市場の均衡では人々の貯蓄量が投資量に一致しなくてはならない。投資された財が来期の資本ストックになることに注意して、 t 期の財市場の均衡条件を

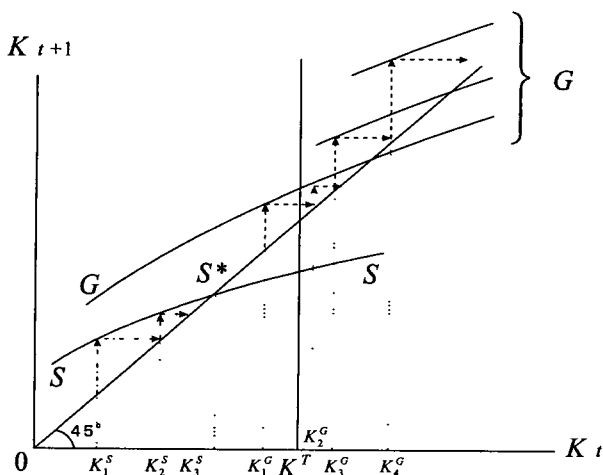
$$(24) \quad K_{t+1} = S_t \\ = \frac{\rho}{1+\rho}(w_t^Y + w_t^A)$$

と書く。さらに、(9)式、(10)式、 $L_t^Y = 1$ ならびに(23)式を、(5)式に代入することで、Y産業で t 期に技術進歩が生じるための条件が、

$$(25) \quad K_t \geq K^T(A_{t-1}) \equiv \left\{ \left(\frac{c}{\lambda-1} \right)^{1-\beta} \left(\frac{p}{\beta A_{t-1}} \right)^\beta \right\}^{\frac{1}{\alpha}}$$

と改められる。ここで、 $K^T(A_{t-1})$ は資本ストックの技術進歩に関する閾値になることに留意したい。また、 $K^T(\cdot)$ は A_{t-1} に関して減少関数なので、一度、資本が閾値を越えると次期以降さらに閾値は減少することも気を付け

図 1



たい。

以上、(25) 式と (5) 式から (7) 式の関係に十分注意して、(24) 式に (13) 式ならびに $L_t^A = 1$ 等を代入する。すると、経済の均衡条件が、

$$(26) \quad K_{t+1} = \frac{\rho}{1+\rho} \left\{ \gamma + (1-\alpha-\beta) \beta^{\frac{\beta}{1-\beta}} \Lambda_{t-1}^{\frac{1}{1-\beta}} p^{\frac{-\beta}{1-\beta}} K_t^{\frac{\alpha}{1-\beta}} \right\},$$

$$\begin{cases} \Lambda_{t-1} = \Lambda_{t-2} & \text{if } K_{t-1} < K^T(\Lambda_{t-2}) \\ \Lambda_{t-1} = \lambda \Lambda_{t-2} & \text{if } K_{t-1} \geq K^T(\Lambda_{t-2}) \end{cases}$$

と表現される。この (26) 式の差分方程式から与えられる K_t の流列が、経済の均衡経路となる。

均衡経路の分析

均衡経路の動態を見るため、(26) 式を図 1 の $K_{t+1}-K_t$ 平面に描く (SS 曲線または GG 曲線群)。その際パラメーターの大ききで、経済が大きく 2 種類に分けられることになる。第 1 は、 K_t が K^T を越える前に収束してしまうケースであり、これは SS 曲線が生み出す動態で表現される (例えば、 $K_1^S, K_2^S, K_3^S, \dots$)。第 2 は、有限時間内に K_t が K^T を越えるケースであり、

図2

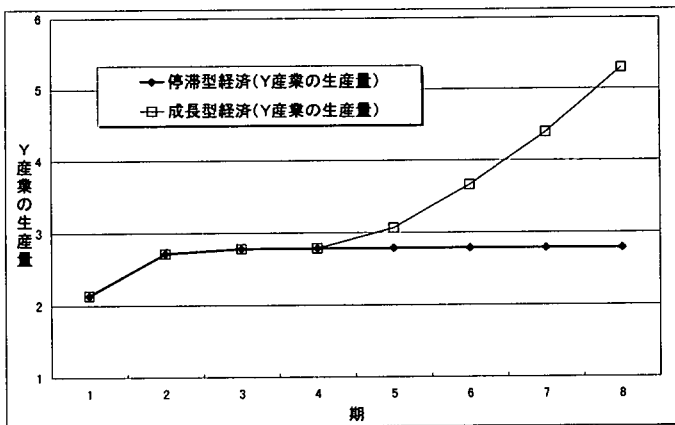
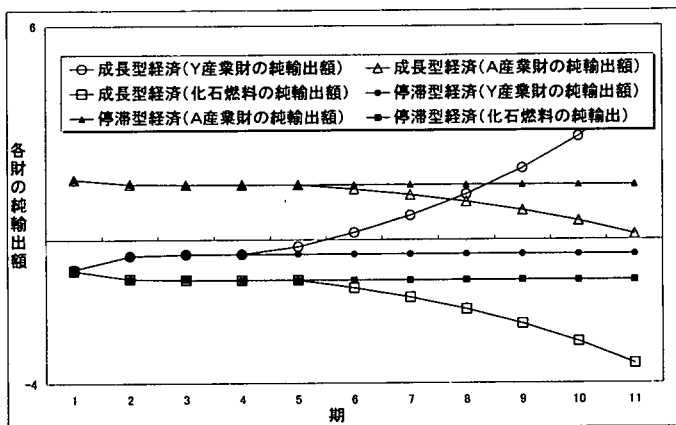


図3



GG 曲線群が生み出す動態で表現される (例えば, $K_1^C, K_2^C, K_3^C, K_4^C, \dots$). 後者のケースでは, K_i が K^T を越えたときから Λ_i は上昇を始めるため, $K_i \geq K^T$ の範囲で GG 曲線が上方にシフトして行くことに注意したい. 本論文では, 前者のケースを停滞型経済と名付け, 後者のケースを成長型経済と名付ける.

停滞型経済は, 例えば新規技術の導入コスト c が大きいときや, 時間選好

に関するパラメーター ρ が小さいときに生じる。この経済では、工業部門の資本蓄積によって緩やかに成長するものの、各企業の新規技術導入の誘因が十分に高まらない（導入の利得がコストに見合うまでに大きくならない）。よって、技術進歩がないまま定常均衡 (S^* 点) に収束する。

c がそれ程高くないときや ρ が大きいとき、経済は成長型経済となる。なお、このタイプでも資本量が少なく閾値 K^T に到達していないならば、成長は資本蓄積のみを源泉とし緩やかなものである。ただし、ここでは時間の経過とともに資本ストックが閾値 K^T を越えて、新規技術導入の誘因も十分に高まる。つまり、実際に新規技術が導入され長期的な成長が達成される。

各タイプの総生産量および貿易パターンの時間的推移は、図 2、図 3 中で描いた¹⁰⁾。まず、停滞型経済の様子に注目する。そこでは、時間を通して総生産量レベルは低く、貿易パターンも A 産業財（労働集約財、例えば農業製品）を輸出し、 Y 産業財（資本集約財、例えば工業財）を輸入することで固定される。一方、成長型経済は、当初は停滞型経済と同様の経路をとるが、第 5 期（経済が閾値を越える期）以降に総生産量の恒常的成長が始まり、貿易パターンも Y 産業財輸出型へと移行することが分かる¹¹⁾。通常、途上国の成長は低く、労働集約財を主な輸出財としていることから、停滞型経済は先進国化できない途上国を表現し、成長型経済は途上国の中でも将来に先進国化可能な国を表現しているといえよう。

IV 排出権取引を行うケース

ここでは、当該国が排出権取引に参加するケースを考察する。前節同様に経済の均衡条件を導き、その均衡条件を基にして、総生産量および貿易パターンの変化を、2 つの特徴的なケースでみてる。

経済の均衡条件

前節とは異なり、当該国の Y 産業の企業は、国際市場で排出権が単位当たり $\phi(>0)$ で売却できるものとする。このとき、若年世代には労働賃金以

外にも、排出権取引を起因とする利得が所得に加わる。したがって、

$$(27) \quad w_t^Y + w_t^A + \pi_t = (1 - \alpha - \beta) \beta^{1-\beta} \left(\frac{\Lambda_{t-1}}{p + \phi} \right)^{\frac{1}{1-\beta}} K_t^{1-\beta} + \gamma + \phi G$$

である。この式を、(17)式および財市場の均衡条件に代入すると、経済の均衡条件が

$$(28) \quad K_{t+1} = \frac{\rho}{1 + \rho} \left\{ \gamma + (1 - \alpha - \beta) \beta^{1-\beta} \Lambda_{t-1}^{\frac{1}{1-\beta}} (p + \phi)^{\frac{-\beta}{1-\beta}} K_t^{1-\beta} + \phi G \right\},$$

$$\begin{cases} \Lambda_{t-1} = \Lambda_{t-2} & \text{if } K_{t-1} < \bar{K}^T(\Lambda_{t-2}) \\ \Lambda_{t-1} = \lambda \Lambda_{t-2} & \text{if } K_{t-1} \geq \bar{K}^T(\Lambda_{t-2}) \end{cases}$$

となる。ここで、資本ストックの閾値が、

$$(29) \quad \bar{K}^T(\Lambda_{t-1}) \equiv \left\{ \left(\frac{c}{\lambda - 1} \right)^{1-\beta} \left(\frac{p + \phi}{\beta \Lambda_{t-1}} \right)^\beta \right\}^{\frac{1}{\alpha}} > K^T(\Lambda_{t-1})$$

と変更されることにも注意する。

(28)式から、排出権取引の2種類の効果が読み取れる。まず、 ϕG の項で表現されている効果である。この効果は、排出権を売却することから生じるもので、排出権取引を通して、排出量の割当が所得移転と同様の効果をもたらすことを意味している。もう1つは、排出権取引の開始によって実質的な化石燃料の価格が、 p から $p + \phi$ に上昇してしまう効果である。

図4(または図5)において、前者の効果はSS曲線(GG曲線)を $S'S'(G'G')$ へ上昇、つまり当該経済の資本蓄積を促進させ、後者の効果はSS曲線(GG曲線)を $S''S''(G''G'')$ へシフト、つまり当該経済の資本蓄積を抑止する。なお、(28)式から明らかなように、資本ストックが大きい経済ほど、後者の効果の方が前者の効果より強くなる。また β の値が大きいとき($\beta > 0.5$)、排出権の価格 ϕ の上昇は、相対的に、後者の効果を強くするようにはたらく。

(29)式から、資本に関する閾値が前節の値より大きくなることも確認できる。このことは、与えられた資本量の下で、排出権取引が生産量をいかに変化させるのか検討することで明らかになる。いま資本量を一定とすると、

図4

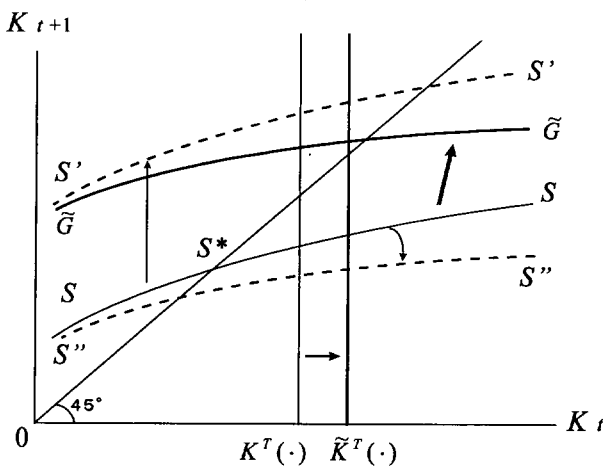
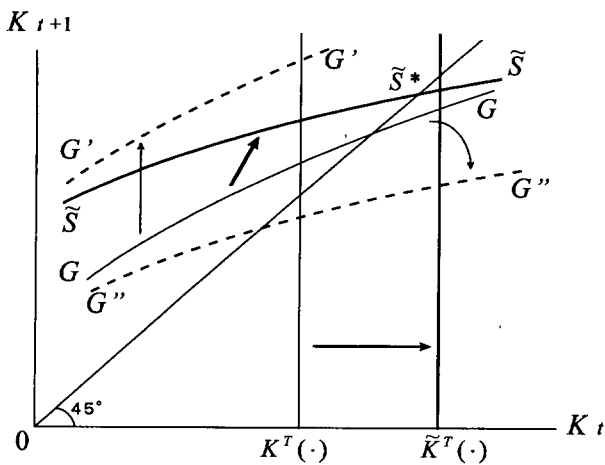
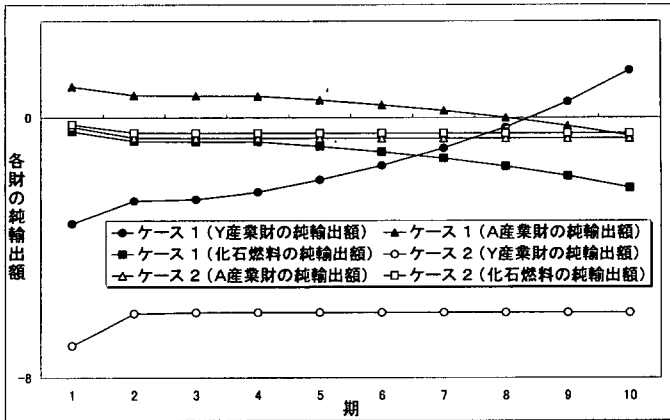


図5



生産量に影響を与える効果は“化石燃料を上昇させる効果”だけとなり、結局、排出権取引が生産量を縮小させてしまう。つまり、各企業の新規技術に対するインセンティブは、任意の資本量のもとで、排出権取引によって後退させられる。したがって、新規技術導入に対するインセンティブを排出権が

図6



ないときの状態で維持するためには、より多くの資本を必要とし、閾値自体も上昇することになる。

排出権取引の効果 (ケース1)

まず当該国が、前節で示した停滞型経済であり、排出権価格がそれ程高くないケースを考察する。なお、排出権取引がなされないときの各パラメータの値は、前節の停滞型経済のケースに従うものとする。つまり、このときの経済の様子は、図2および図3で示した通りである。

いま、 $\phi=1$ 、 $G=3$ と定める。このとき、排出権取引に参加することの効果は、ちょうど、図4で示したようになる。つまり当該国では、排出権取引のもたらす“所得移転効果”が、化石燃料の実質的価格の上昇から生じる“Y産業を縮小させる効果(ならびに、閾値を持ち上げる効果)”に打ち勝ち、結果、停滞型経済(図4のSS曲線)を成長型経済(図4の $\tilde{G}\tilde{G}$ 曲線)に変化させることになる。

このケースは、排出権取引への参加が、当該国の長期的な成長を大幅に促進させ得ることを示しているといえよう。なお、貿易パターンの変化は図6で描かれている。ここでは、第4期に経済が閾値を越えて、その期以降、当

該経済の貿易パターンが、Y産業財輸出型へと移行する様子が見てとれる。

排出権取引の効果（ケース2）

続いて、当該国が成長型経済であり、排出権価格が十分に高いケースをみている。ここでも前節のケースを基礎とするため、排出権取引がなされていないときの様子は、図2および図3で示した成長型経済のケースと等しい。

本ケースでは、 $\phi=2.6$ 、 $G=3$ と定めることにする。排出権価格 ϕ の上昇は、所得移転効果を強める一方で、Y産業を縮小させる効果も強めることに気を付けたい。どちらの効果により強まるのかは他のパラメータに依存するが、このケースでは、図5で示すように、閾値を上昇させる効果も含めた意味での“Y産業を縮小させる効果”が、所得移転効果よりも強まることになる。よって、排出権取引のないときには成長型経済であった当該国（図5のGG曲線）は、排出権取引の開始によって停滞型経済（図5のSS曲線）に変化してしまう。

このケースの含意はより重要であろう。仮に、発展途上国に十分な排出権の割当を与えたとしても、国際的な排出権価格がかなり高い状態であるならば、時として、その国の長期的成長を抑止するかもしれない。

最後に、排出権取引が長期的成長を抑止する際、貿易パターンがいかに影響を受けるか見てみる。図6に注目すると、排出権取引がないときにはY産業財輸出型になる経済が、排出権取引によって、Y産業財を輸入するパターンに固定されてしまうことが分かる。このことは、多くの排出権を売却することで当該国の所得は上昇し、その所得の上昇でY産業財を多く輸入するようになるためである。

V まとめ

本論文では、排出権取引の持つ2つの効果（所得移転的な効果と温室効果ガスを排出する産業を縮小させる効果）に着目して、排出権取引が途上国の成長および貿易パターンにいかに影響を与えるのか見てきた。得られた結論

は次のようにまとめられる。

まず、国際市場における排出権価格がそれ程高くないとき、排出権取引の所得移転的効果が、産業を縮小させる効果を凌ぐ可能性がある。このとき、排出権取引の参加が停滞型経済（長期的成長が望めないような途上国）を成長型経済（現在は低成長であっても時間とともに長期的成長が達成可能な途上国）に変化させことも可能となる。つまり、排出権取引は途上国の長期的成長を大幅に促進させ得る。なお、このようなケースでは、貿易パターンも大きく変化し、農業製品輸出型から工業製品輸出型に移行することが分かる。

一方、国際的排出権価格が十分に高いときには、所得移転の効果よりも産業を縮小させる効果が強くなる可能性がある。特に、排出権価格が余りにも高く、後者の効果が前者の効果を大きく上回るときには、排出権取引への参加が成長型経済を停滞型経済に変化させてしまう可能性までもある。このようなときには、当該国の貿易パターンは工業製品輸入型で固定されてしまう。

以上の結論は、排出権割当ならびに国際的な排出権取引の影響が単純ではないことを意味している。一見、十分な排出権の割当が与えられたとしても、その効果は明確ではなく、場合によっては排出権取引を介することで、途上国の成長を阻害することさえありうる。

なお、本論文で残された問題は多い。まず本論文の分析では、排出権の割当が不十分なケースに触れていない。排出権の割当が不十分なケース、つまり、途上国が即座に排出権の壁にぶつかるケースは、理論的興味という以上に現実的な問題として重要であり、このことを明示的に分析することは有用であろう。また、本論文で示された2つの可能性が、いかなるときに生じるのか、より明確に議論することも必要である。さらに、本論文で扱われていない、先進国の経済成長と排出権取引の関係も明らかにすべき問題の1つとなる。これらのことは今後の研究課題としたい。

* 本論文の執筆にあたり、浅子和美教授（一橋大学）、搦田忠彦教授（一橋大学）、

および匿名の本誌レフェリーから多くの有益なコメントを頂いた。改めて感謝の意を表したい。言うまでもなく、残された誤りは全て執筆者自身のものである。

- 1) ここで定められた温室効果ガスとは、二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素、HFC（ハイドロフルオロカーボン）類、PFC（パーフルオロカーボン）類、SF₆（六フッ化硫黄）である。また、第一次目標期間を2008年から2012年と定め、その期間中に目標を達成しなくてはならない。京都會議の結果のより詳しい解説は、松本（1998）および天野（1998）を参照のこと。
- 2) “気候変動に関する政府間パネル”の第一次報告（1990年）では、地球温暖化を抑制するために必要な温室効果ガスの排出量の削減率を60%としている（松本・水谷（1997）p. 2を参照）。
- 3) 京都會議前になされていた交渉等に関しては、松本・水谷（1997）を参照のこと。
- 4) ただし、気候変動枠組み条約第1回締結国会議において、途上国へは新たな責任を課さないことが一度合意されている（Berlin Mandate）。そのため、途上国に対する具体的な削減目標の設置に関しては、時間がかかるかもしれない。実際、1998年にプエノスアイレスで開催された第4回締結国会議では、結局、途上国の参加に関する議論は深まらなかった。
- 5) 柴田（1996）は、温室効果ガスの排出の双方向的外部性に注目して、Baumol and Oates（1971）の標準的理論の限界を指摘している。
- 6) なお、途上国が温室効果ガスの削減計画に参加しながらない理由の1つに、途上国に対する排出権の割当が不十分になる可能性をあげることもできる。したがって、途上国が排出権の壁に当たるケースを考察することは、実際には重要である。しかしながら、排出権の壁の問題を明示的に扱うことは分析をより複雑化させて、本論文の範囲を越えてしまう。途上国の排出権が不十分なケースも含む分析は、今後の課題である。
- 7) 通常、R & D活動を源泉とする内生的成長理論は、Romer（1987, 1990）、Grossman and Helpman（1991）のように、Dixit and Stiglitz（1977）やEthier（1982）型の生産関数を基礎にしている。ただし、ここでは必要以上に複雑となるのを避けるため、上述のように生産関数を設定した。なお、技術水準が一定倍ずつ上昇する設定は、Aghion and Howitt（1992）やGrossman and Helpman（1991）に倣った。
- 8) 海外から技術を導入する際、その技術水準が高ければ高いほど、つまり A_t が大きければ大きいほど困難性が増すと考えられる。このことを反映させるために実質的コストを cA_{t-1} とした。

- 9) このことは、費用関数を用いても示せる。
- 10) 各タイプとも、 $\alpha=0.3, \beta=0.4, \gamma=3, \lambda=1.1, p=2, \rho=0.8, K_1=1, A_0=3$, である。ただし、停滞型経済では $c=0.0947$, 成長型経済では、 $c=0.09287$ とした。
- 11) なお、図2および図3では描かれていないが、成長型経済のケースが排出権の壁にぶつかるのは第14期目からである。

参考文献

- Aghion, P. and P. Howitt, 1992, "A Model of Growth through Creative Destruction," *Econometrica* 60, 323-351.
- Baumol, W. J. and W. E. Oates, 1971, "The Use of Standards and Prices for Protection of the Environment," *Swedish Journal of Economics*, LXXIII, 42-54.
- Dixit, A. K. and J. E. Stiglitz, 1977, "Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity," *American Economic Review*, 67, 297-308.
- Ethier, W., 1982, "National and International Returns to Scale in the Modern Theory of International Trade," *American Economic Review*, 72, 389-405.
- Grossman, G. and E. Helpman, 1991, "Quality Ladders in the Theory of Growth," *Review of Economic Studies*, 58, 43-61.
- Romer, P., 1987, "Growth Based on Increasing Returns Due to Specialization," *American Economic Review*, 67, 71-102.
- Romer, P., 1990, "Endogenous Technological Change," *Journal of Political Economy*, 98, 71-102.
- 天野明弘 1998年「気候変動枠組条約「京都議定書」と経済的手法」環境経済・政策学会編『アジアの環境問題』東洋経済新報社。
- 柴田弘文 1996年「現代環境税論の二つの誤謬」大山道広・西村和雄・吉川洋編『現代経済学の潮流1996』東洋経済新報社。
- 松本泰子・水谷洋一 1997年「COP3争点と課題」『環境と公害』, vol. 27, no. 2, pp. 2-7.
- 松本泰子 1998年「京都議定書の課題」『環境と公害』, vol. 27, no. 4, pp. 47-52.
- ダニエル ラシヨフ 1998年「気候保全のための段階的アプローチ」『環境と公害』, vol. 27, no. 2, pp. 8-11.

[1999年2月1日 受稿]
[1999年3月9日 受理]

(一橋大学大学院博士課程)