慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	排出権取引vs.技術移転 : 地球温暖化問題解決に向けての我国の役割
Sub Title	Emissions trading vs. technology transfer : the role Japan should play to solve global warning
Author	藤田, 康範(Fujita, Yasunori)
Publisher	慶應義塾経済学会
Publication year	2001
Jtitle	三田学会雑誌 (Keio journal of economics). Vol.94, No.2 (2001. 7) ,p.301(75)- 316(90)
JaLC DOI	10.14991/001.20010701-0075
Abstract	
Notes	論説
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234610-20010701-0075

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.

「三田学会雑誌」94巻2号（2001年7月）

排出権取引 vs. 技術移転*

――地球温暖化問題解決に向けての我国の役割――

藤　田　康　範

1．はじめに

地球温暖化防止のための国際的枠組の構築は，1997年開催の第3回気候変動枠組み条約締約国会議（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が決定されるとともに，その排出割当達成のための国際的手法として，国際的排出権取引，共同実施，CDM等の柔軟性措置が導入されるに至ったのである。(1) これらの柔軟性措置の導入への各国の対応は様々である。山口他（1999）等が示すようにアメリカ合衆国は国際的排出権取引に重点を置いているが，高い温暖化削減技術を保有する我国は，国際的排出権取引のみならず共同実施やCDMを活用することが可能であり，「共同実施活動ジャパン・プログラム」等による蓄積を活かして共同実施やCDMを推進する姿勢を見せている（通商産業省（1995），「共同実施等検討委員会」（1998））。

このような状況の下で，我国の政策対応のあり方が重要な検討課題となっている。明日香（1999）は「国際環境政策の策定」が「日本の国益となり得る検討課題である」と主張しており，茅（1999）もまた，柔軟性措置の利用のあり方の検討が我国の重要課題であると指摘している。柔

＊　本研究の作成にあたり，神谷傳造，深海博明，細田衛士，大沼あゆみの諸先生方から有益なコメントを頂いた。査読者の方のコメントも貴重であった。記して謝意を表したい。

（1）　国際的排出権取引とは，温暖化ガス排出規制に服する国の間で排出権を売買することである。温暖化ガス排出割当量を越えて温暖化ガスを排出する国が排出権需要者，温暖化ガス排出量が温暖化ガス排出割当以内の国が排出権供給者となる。一方，共同実施やCDM（clean Development Mechanism）とは，温暖化ガス削減技術の相対的に高い国が温暖化ガス削減技術の相対的に低い国に対して温暖化ガス削減技術の移転を行って温暖化ガスを削減し，その削減量を前者の削減量として認証する制度である。共同実施においては両国ともに温暖化ガス排出規制に服しているが，CDMにおいては温暖化ガス削減技術被移転国が温暖化ガス排出規制に服していないという特徴がある。概して温暖化ガス排出規制に服する国は先進国（厳密にはAnnex I国やAnnex B国）であり，温暖化ガス排出規制に服さない国は発展途上国となっている。国際的排出権取引，共同実施，CDMは，それぞれ，京都議定書第17条，第6条，第12条において定められている。

軟性措置を我国のみならず世界全体にとってより実りあるものにするために我国はどのような政策対応をすべきであろうか。我国政府は我国の高い温暖化ガス排出削減技術の移転を推進して共同実施を促進すべきであるのか，あるいは，国際的排出権取引への我国企業の参加を推進すべきであるのか。一方，我国政府による共同実施推進は世界経済にどのような影響を与えるのであろうか。また，共同実施を行わずに柔軟性措置として国際的排出権取引のみを活用している国へはどのような影響を与えるのであろうか。本研究では，財の貿易も考慮に入れた三国国際経済モデルを構築して理論分析を行い，これらの問題に答えることを試みる。

個々の柔軟性措置については，Smith and Williams (1982), Welsch (1993), Bohm (1994, 1997, 1998), Dudek, D. and J. Weiner (1996), Haites (1998) 等によって分析が行われている。[(2)] 本研究では，それらの分析を基盤として，柔軟性措置の複合効果を明らかにすることを試みる。とりわけ本研究では，柔軟性措置の導入に発展途上諸国が必ずしも前向きでないことに鑑み，先進国間の柔軟性措置に焦点を当て，国際的排出権取引と共同実施が並存する下での我国の役割について考える。[(3)]

本研究での分析により，我国政府が共同実施を推進することが世界全体の経済厚生を増進し得ること等が導かれる。

以下では第2節で基本モデルを構築し，続く第3節では準備的考察として，我国政府が共同実施推進活動を行っていない状況について考える。第4節以降では我国政府の共同実施推進活動をモデルに組み入れ，まず第4節では，需給均衡値を導出しその性質を明らかにし，それまでの分析結果に基づいて，第5節で我国政府による共同実施推進活動の開始が世界の経済厚生に与える影響について考える。最後に第6節で本研究を要約して展望を述べる。

---

(2) Fujita (1998) では財の貿易も考慮に入れて温暖化ガス排出割当の水準と各国の利益との関係を明らかにすることを試み，財市場が小さい場合や両国への温暖化ガス排出割当が少ない場合には，温暖化ガス排出割当が減少することによって，その国の利潤が増加するという結論を導出した。藤田 (1999b) では，財の貿易も考慮に入れて，どのような場合にCDMが成立し得るのかを明らかにし，その結果を踏まえて，CDMの存在を前提とした場合に，先進国への温暖化ガス排出割当を多くするべきかどうかについて考えた。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。

(3) 藤田 (1999a) では，財の貿易も考慮に入れて，国際的排出権取引とCDMの複合効果を明らかにすることを試みた。CDM受入れ国の財市場が拡大した場合は，温暖化ガス排出総量が不連続に増加するが，財市場が拡大した場合には，温暖化ガス排出総量が不連続に減少する場合があることが明らかとなった。また，排出権供給国の温暖化ガス排出削減費用が低下すると，温暖化ガス排出総量が不連続に増加する場合があること，CDM受入れ国の交渉力が増加した場合，排出割当総量一定の下で排出権需要国への割当が増加した場合には，温暖化ガス排出総量が不連続に増加する場合があることも示された。

2．基本モデル

1997年のCOP3は先進諸国への温暖化ガス排出割当を決定するとともに，その割当量を上回る温暖化ガスを排出する国の排出割当達成手法として，国際的排出権取引（京都議定書第17条），共同実施（同第6条），CDM（同第12条）等の柔軟性措置を導入するに至った。アメリカ合衆国は国際的排出権取引に重点を置いているが，高い温暖化ガス排出削減技術を有する我国には，国際的排出権取引の活用のみならず共同実施やCDMの活用という選択枝も存在する。このような状況において我国はどのような政策選択を行うべきであろうか。本研究では，柔軟性措置の導入に発展途上諸国が必ずしも前向きでないことに鑑み，先進諸国のみから構成される世界経済を考える。先進諸国においては国際的排出権取引での排出権供給国や共同実施受入国としてロシアが考えられている。我国がロシアなどと共同実施を行う場合，我国との共同実施に参加しないアメリカ合衆国のその他の先進国へはどのような影響を与えるのであろうか。この点についても明らかにするために，以下では，日本，アメリカ合衆国，ロシアという3国の先進諸国から構成される世界経済を考え，温暖化ガス削減に関する先進諸国間協力における我国の役割について分析する。以下ではそれぞれの国を，J国，A国，C国と表記することとし，それぞれ，E_J，E_A，E_Cの水準の温暖化ガス排出割当に服しているものとする。E_J，E_A，E_Cは正の定数である。以下では，表記の簡単化のために，

$$E \equiv E_J + E_A + E_C$$

と定義する。

各国には代表的企業が一つずつ存在し，財生産を行って世界市場に供給しているものとする。これら3国の企業の生産する財は同質であり，その価格はPで一定であるものとする。以下ではJ国，A国，C国の企業をそれぞれJ国企業，A国企業，C国企業と名づけ，それぞれの企業の財生産水準を，x，y，zと表記する。各国企業は財生産1単位当りΘ_J，Θ_A，Θ_C単位の温暖化ガスを排出すると仮定し，共同実施が行われていない場合には，$\Theta_J=\theta_J$，$\Theta_A=\theta_A$，$\Theta_C=\theta_C$が成り立つものとする。θ_J，θ_A，θ_Cは$\theta_J<\theta_A<\theta_C$を満足する正の定数である。J国企業とC国企業との間の共同実施によってJ国の温暖化ガス削減技術がC国へ移転され，C国企業の単位当り温暖化ガス排出量Θ_Cがθ_Cからθ_Jへと漸近するものとする。本研究では温暖化ガスの排出源として企業のみを取り上げることとし，各国の温暖化ガス排出量は各国企業の温暖化ガス排出量と一致しているものと仮定する。

J国企業，A国企業，C国企業の財生産のための費用関数を，$C_J(x)$，$C_A(y)$，$C_C(z)$と表記し，それぞれについて費用非逓減を仮定する。以下ではそれぞれを

$$C_J(x)=c_Jx^2$$
$$C_A(y)=c_Ay^2$$
$$C_C(z)=c_Cz^2$$

と特定化する。c_J，c_A，c_C は正の定数である。

3．準備的考察—我国政府が共同実施推進活動を行っていない状況—

本研究の目的は，国際的排出権取引と共同実施との併存下での我国の役割であるが，モデルの構造を明らかにするために，本節では準備的考察として，我国政府が共同実施推進活動を行っていない状況について考える。まず，柔軟性措置として国際的排出権取引のみが行われている場合について，次いで，共同実施も行われている場合について考察する。柔軟性措置として国際的排出権取引のみが行われている場合に排出権価格が内点解として定まる条件の導出，および共同実施の定式化が本節の主要目的である。

柔軟性措置として国際的排出権取引のみが行われている場合

まず，温暖化ガス排出削減技術が活用されず，国際的排出権取引のみが行われている経済を考える。想定する経済は価格調整が均衡を達成するワルラス的経済である。すなわち，国際的排出権取引における排出権価格 q を所与として各国企業が自己の利潤を最大化すべく排出権の需要量あるいは供給量を決定し，それらの需給を一致させるように排出権価格の均衡値が定まるものとする。

J国，A国，C国の企業の利潤は

$$\pi_J(x)=Px-c_Jx^2-q(\theta_Jx-E_J)$$
$$\pi_A(y)=Py-c_Ay^2-q(\theta_Ay-E_A)$$
$$\pi_C(z)=Pz-c_Cz^2-q(\theta_Cz-E_C)$$

と表現される。

国際的排出権市場におけるJ国企業，A国企業，C国企業の排出権の超過需要量は θ_Jx-E_J，θ_Ay-E_A，θ_Cz-E_C である。利潤最大化行動の結果として得られる各国企業の生産量をこれらの超過需要量に代入することにより，国際的排出権市場におけるJ国企業，A国企業，C国企業の温暖化ガスの超過需要量が，それぞれ，

$$\frac{\theta_j}{2c_j}(P-q\theta_J)-E_J,\ \frac{\theta_A}{2c_A}(P-q\theta_A)-E_A,\ \frac{\theta_C}{2c_C}(P-q\theta_C)-E_C$$

となる。

以下では，

(A1) $$\frac{\theta_C}{2c_C}P-Ec<0$$

を仮定し，C国が温暖化ガス排出権供給国であるものとする。この条件は，排出権価格がゼロの場合にC国の超過需要量が負であることを意味している。J国およびA国のそれぞれの超過需要量については特定化せず，以下ではJ国およびA国の超過需要量の総和が正であることのみを仮定する。

一方，この時温暖化ガス排出権の総超過需要量 $\theta_J x+\theta_A y+\theta_C z-E$ は

$$\left(\frac{\theta_j}{2c_j}+\frac{\theta_A}{2c_A}+\frac{\theta_C}{2c_C}\right)P-\left(\frac{\theta_j^2}{2c_j}+\frac{\theta_A^2}{2c_A}+\frac{\theta_C^2}{2c_C}\right)q-E$$

であるので，

(A2) $$\left(\frac{\theta_j}{2c_j}+\frac{\theta_A}{2c_A}+\frac{\theta_C}{2c_C}\right)P>E$$

が成立すれば，国際的排出権取引における温暖化ガス排出権価格の需給均衡値が内点解として定まる。この条件は排出権価格がゼロの場合に総超過需要量が正となることを意味している。以下では（A2）を仮定することとする。

（A1）および（A2）の仮定の下で，J国およびA国が同時に温暖化ガス排出権供給国となることはないことが導かれる。また，これらの（A1）および（A2）の仮定の下で，需給均衡における各国企業の生産量も内点解として定まる。

柔軟性措置として国際的排出権取引と共同実施が行われている場合

我国企業は温暖化ガス排出削減に関する高い技術を有しているものの，これまでの温暖化ガス排出削減量が多いために排出削減の限界費用が高くなっていて国内での温暖化ガス削減が不可能であるが，その技術の国外移転は可能である。すなわち，我国企業は共同実施を行うことが可能である。実際，AIJ（Activities Implemented Jointly 共同実施活動）の経験を活かしてロシアなどと共同実施を行うことが計画されている。その一方でアメリカ合衆国は共同実施よりもむしろ排出権取引を重視している。以下では，この状況に鑑み，J国企業とC国企業とが共同実施を行う経済を考える。

本研究では共同実施を以下のようにモデル化する。[4] すなわち，J国企業がC国企業へ温暖化ガス

（4） 本研究では共同実施を疑似市場取引としてモデル化している。現実に即したモデル化は今後の課題としたい。

排出削減技術を移転してC国企業の温暖化ガス排出量を削減し，その温暖化ガス削減量をJ国企業が自らの排出削減量として認証を受ける制度と共同実施をモデル化する。以下では，共同実施によって実現するC国企業の温暖化ガス削減技術水準を m と表記し，その m の下でのC国企業の単位当り温暖化ガス排出量 Θ_C を

$$\Theta_C=\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m}$$

と特定化する。この式は，共同実施を行わないならば Θ_C は θ_C に等しいが，m の増加に伴って Θ_C が減少して θ_J に漸近することを表現している。この共同実施に際して，J国企業およびC国企業はそれぞれ d_Jm 単位および d_Cm 単位の人的資本投入を要すると仮定する。d_J，d_C は正の定数である。

共同実施においては共同実施後の技術受入国の排出量をベースラインから差し引いた量が技術移転国の排出削減量として認証される。ベースラインとは，仮に共同実施を行わない場合に技術受入国が排出したであろうと推測される温暖化ガス排出量のことである。以下では，ベースラインを B とし，$B-(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m})z$ の水準が共同実施によるJ国の温暖化ガス削減量として認証されると仮定する。以下では B を外生変数として議論を進めることとする。

共同実施についてもワルラス的経済を想定する。すなわち，共同実施においてJ国企業は温暖化ガス削減量の購入に際してC国企業へ1単位当り Q の支払いを行い，各国企業はこの Q を所与として行動するという疑似市場を想定する。すなわち，J国企業およびC国企業は，それぞれ，m についての所望量 m_J，m_C を，それぞれの利潤を最大化するように Q を所与として決定し，$m_J=m_C=m$ が成立するように Q の均衡値が定まるものとする。

以上の設定において，この場合のJ国，A国，C国の企業の利潤が

$$\pi_J(x,m_J)=Px-c_Jx^2-q(\theta_Jx-(B-(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m_J})z)-E_J)$$
$$-Q(B-(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m_J})z)-d_Jm_J \tag{1}$$

$$\pi_A(y)=Py-c_Ay^2-q(\theta_Ay-E_A) \tag{2}$$

$$\pi_C(z,m_C)=Pz-c_Cz^2+q(E_C-B)+Q(B-(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m_C})z)-d_Cm_C \tag{3}$$

と表現される。

これらの3式における第1項と第2項は財生産からの利潤を表現しており，第3項は国際的排出権取引における利潤を表現している。また，(1) 式第4項以下は共同実施におけるJ国企業の利潤を表現しており，(3) 式第4項以下は共同実施におけるC国企業の利潤を表現している。

4．我国政府による共同実施推進下の需給均衡とその性質

以上を基盤として，本節では，我国政府による共同実施推進下の需給均衡とその性質を明らかにする。我国政府は我国企業の高い温暖化削減技術の国際的技術移転に関してこれまで「共同実施活動ジャパン・プログラム」等を行ってきており，今後もその蓄積を活かして共同実施を推進することが期待されている（通商産業省（1995），「共同実施等検討委員会」（1998））。実際，共同実施を行う我国企業に対する優遇措置を行って直接的なインセンティヴを与えることが検討されている。このような状況に鑑み，以下では，共同実施を推進するために，我国政府が我国企業に補助金を供与するものとモデル化する。補助金の財源はＪ国消費者からの一括税であるものとする。補助金は従量的であるものとし，共同実施においてＪ国企業がＣ国企業から１単位の温暖化ガス排出権を購入する際にＪ国政府がＪ国企業に s 単位の補助金を供与するものとすると，補助金供与総額は $s(B-(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m_J})z)$ となるので，この場合のＪ国企業の利潤は

$$\pi_J(x, m_J)=Px-c_Jx^2-q(\theta_Jx-(B-(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m_J})z)-E_J)$$
$$-(Q-s)(B-(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m_J})z)-d_Jm_J \tag{1'}$$

と書き換えられる。第３項の $(Q-s)$ が（1）式と相違している。Ａ国企業およびＣ国企業の利潤は上述の（2）式および（3）式に等しくなっている。

前節と同様に，想定する経済はワルラス的経済である。すなわち，自己の利潤を最大化すべくＪ国企業は q および Q を所与として排出権の超過需要量および温暖化ガス排出削減技術移転量を，Ａ国企業は q を所与として排出権の超過需要量を，Ｃ国企業は q および Q を所与として排出権の供給量および温暖化ガス排出削減技術受入量を決定し，それぞれの需給を一致させるように q および Q の均衡値が定まるものとする。

Ｊ国企業の限界生産力原理より

$$P=2c_Jx+q\theta_J \tag{4}$$

$$\frac{\theta_C-\theta_J}{(1+m_J)^2}z(q-Q+s)=d_J \tag{5}$$

が得られる。（4）式および（5）式はそれぞれ，x および m_J に関する限界便益と限界費用との均等化条件である。同様に，Ａ国企業およびＣ国企業の限界生産力原理より，それぞれ，

$$P=2c_Ay+q\theta_A \tag{6}$$

$$P=2c_Cz+Q(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m_C}) \tag{7}$$

$$\frac{\theta_C-\theta_J}{(1+m_C)^2}zQ=d_C \tag{8}$$

が得られる。(6) 式，(7) 式および (8) 式はそれぞれ，y，z，m_C に関する限界便益と限界費用との均等化条件である。これら (4) 式～ (8) 式の最大化条件において二階の条件は満足されている。

一方，国際的排出権取引における排出権の需給均衡条件，共同実施における排出権の需給均衡条件は以下の通りである。

$$\theta_J x+\theta_A y+(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m_C})z=E \tag{9}$$

$$m_J=m_C \tag{10}$$

(4) 式～ (10) 式を満足するように q，Q，x，y，z，m_J，m_C の需給均衡値が決定され，体系が閉じる。以下では，q，Q，x，y，z の需給均衡値を，それぞれ，q^*，Q^*，x^*，y^*，z^* と表記し，m_J，m_C の需給均衡値については両者が一致しているので，ともに m^* と表記する。

C 国が温暖化ガス排出権供給国である条件および内点解を保証する条件

本研究では，我国政府の共同実施推進開始がもたらす影響の分析が主眼である。そこで，$s=0$ の時に注目し，その際に国際的排出権取引において C 国企業が温暖化ガス排出権供給国であるのかどうか，また内点解が保証されるのかどうかについて考える。

この場合における C 国の温暖化ガスの超過需要量は $B-E_C$ であるので C 国が排出権供給者であることを保証する十分条件は

(A1') $$B-E_C<0$$

となる。以下では (A1') を仮定し，C 国が排出権供給者であるものとする。

一方，(5) (8) (10) 式より，共同実施における調整パラメターの均衡値 Q^* と国際的排出権取引における排出権価格の需給均衡値 q^* とは

$$Q^*=d_C d_J+d_C(q^*+s) \tag{11}$$

を通じて互いに関係づけられる。この式は，共同実施に伴う費用を考慮に入れた上での排出県取引と共同実施の裁定条件を示している。

この関係を用いることにより，国際的排出権取引における温暖化ガス排出権の均衡総超過需要量 $\theta_J x^*+\theta_A y^*+(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m^*})z^*-E$ は

$$(\frac{\theta_j}{2c_j}+\frac{\theta_A}{2c_A}+\frac{1}{2c_C}(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m^*}))P$$

$$-(\frac{\theta_j^2}{2c_j}+\frac{\theta_A^2}{2c_A}+\frac{1}{2c_C}\frac{d_C}{d_J+d_C}(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m^*})^2)q^*-E$$

と表現される。よって，q^* が内点解となることを保証する十分条件は

$$(\frac{\theta_j}{2c_j}+\frac{\theta_A}{2c_A}+\frac{1}{2c_C}(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m^*}))P>E$$

となる。

全ての正の m^* に対して $\theta_J+\theta_C-\theta_J1+m^*>\theta_J$ が成立するので，

(A2')
$$(\frac{\theta_j}{2c_j}+\frac{\theta_A}{2c_A}+\frac{\theta_J}{2c_C})P>E$$

を仮定し，q^* が内点解となることが保証されるものとする。

このとき，(11) 式より Q^* も内点解となることが保証される。また，各国企業の生産量も内点解として定まる。

需給均衡値の決定

(5) (8) (11) 式より

$$q^*=\frac{(d_J+d_C)(1+m^*)^2}{(\theta_C-\theta_J)z^*}-s \tag{12}$$

が得られるので，q^*，Q^*，x^*，y^*，z^*，m^* を未知数とする (4) ～ (10) の方程式体系は m^* と z^* を未知数とする以下の2本の方程式体系に帰着する。

$$(\frac{\theta_J}{2c_J}+\frac{\theta_A}{2c_A}+\frac{\theta_C}{2c_C})P-(\frac{\theta_J^2}{2c_J}+\frac{\theta_A^2}{2c_A})(\frac{(d_J+d_C)(1+m^*)^2}{(\theta_C-\theta_J)z^*}-s)+(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m^*})z^*=E \tag{13}$$

$$(\theta_C-\theta_J)(P-2c_Cz^*)z^*-d_C(1+m^*)(m^*\theta_J+\theta_C)=0 \tag{14}$$

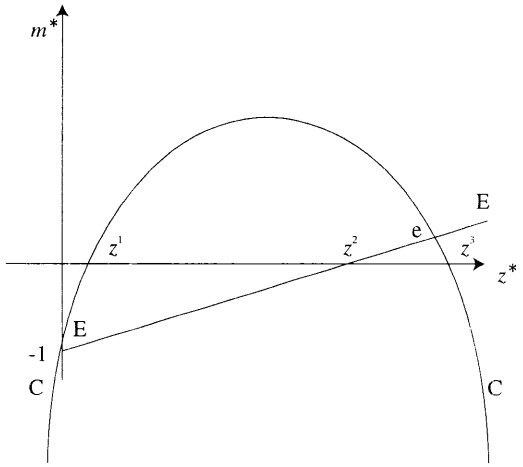
これらの2式より m^* と z^* が決定すると，(12) 式により q^* が決定し，(4) 式および (6) 式により x^*，y^*が決定する。また (11) 式により Q^* もまた決定して全ての均衡値が決まる。

(13) 式は国際的排出権取引を均衡させる m^* と z^* の軌跡を表現している。この (13) 式を満たす m^* と z^* の軌跡を EE 線と呼ぶこととする。m^* が増加すると，他の事情が等しい限り，C国企業の温暖化ガス排出権の供給量が増加する。温暖化ガス排出権供給量は z^* の減少関数であるので，この供給増を相殺して需給を均衡させるには z^* が増加しなければならない。よって EE 線は図1のような z^*-m^* 平面上の右上がりの曲線として描かれる。このことは厳密には以下のように示される。

$$F=(\frac{\theta_J}{2c_J}+\frac{\theta_A}{2c_A}+\frac{\theta_C}{2c_C})P-E-(\frac{\theta_J^2}{2c_J}+\frac{\theta_A^2}{2c_A})(\frac{(d_J+d_C)(1+m^*)^2}{(\theta_C-\theta_J)z^*}-s)+(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m^*})z^*$$

と定義すると，EE 線の傾きは

図1



$$\frac{dm^*}{dz^*}=-\frac{Fz}{Fm}$$

ただし，$Fz\equiv\{(\frac{\theta_J^2}{2c_J}+\frac{\theta_A^2}{2c_A})(\frac{(d_J+d_C)(1+m^*)^2}{(\theta_C-\theta_J)z^{*2}}+(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m^*}))$

$$Fm\equiv-(\frac{\theta_J^2}{2c_J}+\frac{\theta_A^2}{2c_A})(\frac{2(d_J+d_C)(1+m^*)}{(\theta_C-\theta_J)z^*}-\frac{\theta_C-\theta_J}{(1+m^*)^2}z^*$$

と表現される。$z^*>0$，$m^*>-1$ の領域において $Fz>0$，$Fm<0$ となるので，$-\frac{Fz}{Fm}>0$ が得られ，EE 線の傾きが正であることが確認される。

また（13）式より EE 線が $(z^*, m^*)=(0, -1)$ を通ることが確認されるので，EE 線は典型的には図1のように描かれる。

一方，（14）式は C 国企業の利潤最大化のための m^* と z^* の軌跡を表現している。この（14）式を満たす m^* と z^* の軌跡を CC 線と呼ぶこととする。（14）式より CC 線が $(z^*, m^*)=(0, -1)$，$(0, -\frac{\theta_C}{\theta_J})$ を通る楕円であることが確認されるので，CC 線は典型的には図1のように描かれる。(5)

（5） 図1および図2において $z2=12\theta_C\{-\alpha+\sqrt{\alpha^2+4\beta\theta_C}$ ただし $\alpha=(\frac{\theta_J}{2c_J}+\frac{\theta_A}{2c_A}+\frac{\theta_C}{2c_C})P-E$，$\beta=(\frac{\theta_J^2}{2c_J}+\frac{\theta_A^2}{2c_A})\frac{d_J+d_C}{\theta_C-\theta_J}$ である。この $z2$ が $z1$ と $z3$ の間に位置するためには，（14）式左辺を

$G(z^*, m^*)=(\theta_C-\theta_J)(P-2c_Cz^*)z^*-d_C(1+m^*)(m^*\theta_J+\theta_C)$

と定義した場合に，$G(z2, 0)>0$ が成立しなければならない。その条件は以下の通りである。

$$[\{2+\frac{c_C}{\theta_C}(\frac{\theta_J}{c_J}+\frac{\theta_A}{c_A})\}P-\frac{2c_C}{\theta_C}]^2\frac{1}{\theta_C}(\frac{\theta_J^2}{2c_J}+\frac{\theta_A^2}{2c_A})(d_J+d_C)$$
$$>[\{2+\frac{c_C}{\theta_C}(\frac{\theta_J}{c_J}+\frac{\theta_A}{c_A})\}P-\frac{2c_C}{\theta_C}]\frac{1}{\theta_C}\{d_C\theta_C+\frac{c_C}{\theta_C}(\frac{\theta_J^2}{c_J}+\frac{\theta_A^2}{c_A})(d_J+d_C)\}$$
$$+\frac{1}{\theta_C-\theta_J}\{d_C\theta_C+\frac{c_C}{\theta_C}(\frac{\theta_J^2}{c_J}+\frac{\theta_A^2}{c_A})(d_J+d_C)\}^2$$

P が十分大きい場合にはこの関係が成立する。以下ではこの関係の成立を仮定することとする。

需給均衡値は点 e で表現される。

比較静学

ここにおいて，我国政府による共同実施推進の開始が需給均衡値に与える影響を明らかにすることが可能となる。我国政府による共同実施推進の開始は s のゼロからの微少増加として捉えられる。s がゼロから微少に増加すると，他の事情が等しい限り国際的排出権取引において超過需要が発生する。この需要増を補って均衡を保つには m^* が増加するかあるいは z^* が減少しなければならない。よって s のゼロからの微少増加に伴って EE 線は上方にシフトする。一方，CC 線は s とは無関係に定まっているので s が変化してもシフトしない。

以上より，s のゼロからの微少増加に伴う EE 線および CC 線のシフトの様子が図 2 のように描かれ，新たな均衡点が e′ へと移動する。

よって，s のゼロからの微少増加が z^* および m^* に与える影響について

補題 1：s のゼロからの微少増加に伴って z^* は減少し，m^* は増加する。

という補題が得られる。

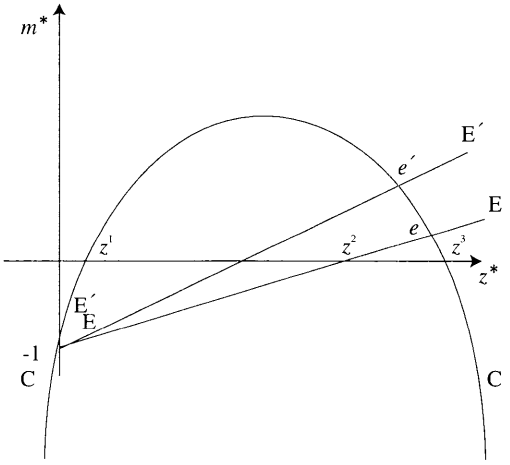
一方，(8) 式および (10) 式より，Q^* は z^* および m^* の関数として

$$Q^*=\frac{d_C(1+m^*)^2}{(\theta_C-\theta_J)z^*} \tag{15}$$

と表現されるので，z^* の減少および m^* の増加に伴って Q^* は増加する。

また，(4) 式および (6) 式から得られる J 国および A 国の生産量などを (9) 式に代入することにより，国際的排出権取引の均衡条件が z^* および m^* の関数として

図 2



$$\frac{\theta_j}{2c_j}(P-q^*\theta_J)+\frac{\theta_A}{2c_A}(P-q^*\theta_A)+(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m^*})z^*=E \tag{16}$$

と表現される。z^* の減少および m^* の増加に伴って国際的排出権取引における超過需要量は減少して q^* が増加することをこの式は表している。

以上をまとめることにより，s のゼロからの微少増加が均衡価格体系に与える影響について

補題2：s のゼロからの微少増加に伴って Q^* は増加し，q^* は減少する。

という補題が得られる。

また，需給均衡値を導出する以上の過程においてベースライン B は登場していないので，

補題3：需給均衡値はベースライン B とは無関係に決定される。

と主張できる。

5．排出権取引 vs. 技術移転：地球温暖化問題解決に向けての我国の役割

以上を基盤として，我国政府が我国企業への共同実施推進のための補助金供与を開始することが世界の経済厚生へ与える影響について考える。我国政府は我国の高い温暖化ガス排出削減技術の移転を推進して共同実施を促進すべきであるのだろうか，あるいは，国際的排出権取引への我国企業の参加を推進すべきであるのだろうか。我国政府による共同実施推進は世界経済にどのような影響を与えるのであろうか。また，共同実施を行わず柔軟性措置として国際的排出権取引のみを活用している国へはどのような影響を与えるのであろうか。本節ではこれらのことを明らかにする。

我国政府による共同実施推進と各国の経済厚生

まず我国政府による共同実施推進の開始が各国の経済厚生へ与える影響を明らかにする。各国の経済厚生の定義は以下の通りである。J国の経済厚生 W_J はJ国企業利潤からJ国政府の補助金支払い $s(B-(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m_J})z)$ を差し引いた値として

$$W_J\equiv\pi_J-s(B-(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m_J})z) \tag{17}$$

であり，一方，A国およびC国の経済厚生はそれぞれ π_A，π_C である。本研究のモデルでは，仮定により世界市場での財需要が無限に弾力的であるので，消費者余剰はゼロとなっている。

J国政府による共同実施推進の開始がJ国の経済厚生の需給均衡値 $W_J^*\equiv\pi_J^*-s(B-(\theta_J$

$+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m^*})z)$ に与える影響を調べるために，W_J^* を s で微分して $s=0$ で評価すると次式が得られる。

$$\frac{dW_J^*}{ds}|_{s=0}=(-\theta_J x^*-(B-(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m^*})z^*)+E_J)\frac{dq^*}{ds}|_{s=0}$$
$$-\frac{d_C}{d_J+d_C}(B-(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m^*})z^*)\frac{dQ^*}{ds}|_{s=0}-Q^*(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m^*})\frac{dz^*}{ds}|_{s=0} \tag{19}$$

第1項は排出権取引への影響を，第2項および第3項は共同実施への影響を表している。共同実施への影響のうち，第2項は調整パラメターの変化の影響，第3項は排出削減量の変化の影響である。

各項の符号は様々である。第1項における $(-\theta_J x^*-(B-(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m^*})z^*+E_J)$ は国際的排出権取引におけるJ国の超過需要量である。補題2より $\frac{dq^*}{ds}|_{s=0}<0$ が成立するので，国際的排出権においてJ国企業が排出権需要国であれば第1項全体は正となり，排出権供給国であれば負となる。一方，補題2より $\frac{dQ^*}{ds}|_{s=0}>0$ が成立するので，第2項の $-\frac{d_C}{d_J+d_C}(B-(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m^*})z^*)\frac{dQ^*}{ds}|_{s=0}$ は負となる。また，補題1より，$\frac{dz^*}{ds}|_{s=0}<0$ が成立するので，第3項の $-Q^*(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m^*})\frac{dz^*}{ds}|_{s=0}$ は正となる。これらの三効果が複合してJ国の経済厚生への効果を構成する。

一方，J国政府による共同実施推進の開始がC国の経済厚生の需給均衡値 π_C^* に与える影響について調べるためにC国企業の需給均衡利潤 π_C^* を s で微分して $s=0$ で評価すると

$$\frac{d\pi_C^*}{ds}|_{s=0}=(-B+E_C)\frac{dq^*}{ds}|_{s=0}+\frac{d_C}{d_J+d_C}(B-(\theta_J+\frac{\theta_C-\theta_J}{1+m^*})z^*)\frac{dQ^*}{ds}|_{s=0} \tag{20}$$

が得られる。この式における第1項，第2項は，それぞれ，国際的排出権取引への影響，共同実施への影響を表している。第1項における $-\theta_C y^*+E_C$ は国際的排出権取引におけるC国企業の排出権供給量であり，C国が排出権供給国という仮定により正である。また，補題2により $\frac{dq^*}{ds}|_{s=0}<0$ が成立するので，第1項は負となる。一方，補題2より $\frac{dQ^*}{ds}|_{s=0}>0$ が成立するので，第2項全体は正となる。両効果が複合してC国の経済厚生への効果を構成する。

同様に，A国企業の需給均衡利潤 π_A^* を s で微分して $s=0$ で評価すると

$$\frac{d\pi_A^*}{ds}|_{s=0}=(-\theta_A y^*+E_A)\frac{dq^*}{ds}|_{s=0} \tag{21}$$

が得られる。

$-\theta_A y^*+E_A$ はA国企業の排出権の超過需要量である。補題2により $\frac{dq^*}{ds}<0$ が成立するので，A国が排出権需要者であれば $\frac{d\pi^*{}_A}{ds}|_{s=0}>0$ となり，排出権供給者であれば $\frac{d\pi_A^*}{ds}|_{s=0}<0$ となる。このことは次の補題としてまとめられる。

補題4：s のゼロからの微少増加に伴って，A国の経済厚生は，排出権需要者であれば増加し，排

出権供給者であれば減少する。

共同実施推進による世界全体の経済厚生の変化量とその国際配分

これらの関係を基盤として，我国政府による共同実施推進開始によって世界全体の経済厚生が増加するのかどうか，する場合にはその増加量が共同実施参加国および不参加国の間でどのように配分されるのかを明かにすることができる。

世界全体の経済厚生 W は，各国の厚生の総和として

$$W \equiv \pi_J + \pi_A + \pi_C - s(B - (\theta_J + \frac{\theta_C - \theta_J}{1+m_J})z) \tag{18}$$

と定義されるので，J 国政府が共同実施推進活動の開始が世界全体の経済厚生の需給均衡値 W^* に与える影響 $\frac{dW^*}{ds}|_{s=0}$ は，(18) 式～ (20) 式の総和である。したがって

$$\frac{dW^*}{ds}|_{s=0} = -Q^*(\theta_J + \frac{\theta_C - \theta_J}{1+m^*})\frac{dz^*}{ds}|_{s=0} \tag{22}$$

が得られる。

補題 1 より，$\frac{dz^*}{ds}|_{s=0} < 0$ が成立するので，

命題 1：我国政府による共同実施推進の開始によって世界全体の経済厚生が増加する。

という命題が得られる。

この命題 1 は，我国政府が共同実施を推進し始めることが，世界にとって望ましいことを意味している。

共同実施推進に伴う経済厚生の増加が共同実施参加国および不参加国の間でどのように配分されるのかについて調べると以下のことがらが明らかとなる。

まず，A 国が温暖化ガス排出権供給国であるならば，補題 4 により A 国の経済厚生が減少する。一方，(22) 式より世界全体の経済厚生は増加しているので，この場合，A 国以外の諸国の経済厚生の総和は必ず増加する。したがって，

命題 2：共同実施不参加国が温暖化ガス排出権供給国であるならば，共同実施推進の開始によって，共同実施参加国の経済厚生の総和が増加する一方で，共同実施不参加国の経済厚生は減少する。

という命題が成立する。

一方，A 国が排出権需要国であるならば，補題 4 により A 国の経済厚生が増加する。一方，(22) 式より世界全体の経済厚生増加水準が $-Q^*(\theta_J + \frac{\theta_C - \theta_J}{1+m^*})\frac{dz^*}{ds}|_{s=0}$ となっているので，この

水準をA国の経済厚生の増加水準$(-\theta_A y^* + E_A)\frac{dq^*}{ds}|_{s=0}$が上回らない限り，J国とC国の経済厚生の総和，A国の経済厚生がそれぞれ増加すると結論づけられる。したがって，

命題3：$-Q^*(\theta_J + \frac{\theta_C - \theta_J}{1+m^*})\frac{dz^*}{ds}|_{s=0} > (-\theta_A y^* + E_A)\frac{dq^*}{ds}|_{s=0} > 0$が成立する場合には，共同実施参加国の経済厚生の総和，共同実施不参加国の経済厚生がそれぞれ増加する。

という命題が成立する。

6．おわりに

本研究では，我国が国際的排出権取引に積極的に参加すべきか，あるいは，共同実施を行って温暖化ガス排出削減技術の移転に努めるべきかについて，三国から構成される国際経済モデルを構築して理論分析を行った。得られた結論は以下のように要約される。

(1) 我国政府が共同実施推進を開始することによって世界全体の経済厚生が増加する。

(2) 共同実施不参加国が温暖化ガス排出権供給国である場合には，我国政府による共同実施推進開始に伴って，共同実施参加国の経済厚生の総和が増加する一方で，共同実施不参加国の経済厚生が減少する。

(3) 共同実施不参加国が温暖化ガス排出権需要国であり，かつ排出権需要量が少ない場合には，我国政府による共同実施推進の開始に伴って共同実施参加国の経済厚生の総和，共同実施不参加国の経済厚生がそれぞれ増加する。

財の需要関数の一般化，CDMや国内対策を考慮に入れた分析への拡張などが今後の課題である。

（経済学部助教授）

参 考 文 献

Bohm,P. (1994) 'On the Feasibility of Joint Implementation of Carbon Emissions Reductions', in "Climate Change: Policy Instruments and their Implications", Proceedings of the Tsukuba Workshop of IPCC Working Group III (ed. A. Amano), Center for Global Environment Research, Environment Agency of Japan, Tsukuba.

Bohm,P. (1997) 'Joint Implementation as Emission Quota Trade: An Experiment Among Four Nordic Countries' in *Pollution for Sale*, S. Sorrell and J. Skea (eds.), Elgar, Cheltnharm.

Bohm,P. (1998) 'Determinants of Benefits of International Carbon Emissions Trading: Theory and

Experimental Evidence', in *Emissions Trading-Proceedings of Conference on Greenhouse Gas Emissions Trading* (Sydney May 21-22, 1998), ABARE, Canberra.

Dudek, D. and J. Weiner (1996) 'Joint Implementation, Transaction Costs, and Climate Change', OECD/GD (96) 173, Paris.

Fujita,Y. (1998) "Who Benefits from the Emission Cuts?" 1998年環太平洋環境與資源経済学会報告論文

Haites,E. (1998) 'International Emissions Trading and Compliance with Green Gas Emissions Trading: Defining the Principles, Modalities, Rules and Guidelines for Verification, Reporting and Accountability', United Nations Conference on Trade and Development, Geneva.

Smith, V.L. and A.W. Williams (1982) 'The Effects of Rent Asymmetries in Experimental Auction Markets', *Journal of Economic Behavior and Organization*, 3 (1), March, 99-116.

Welsch, H. (1993). "An Equilibrium Framework for Global Pollution Problem," *Journal of Environmental Economics and Management.*

明日香壽川（1999）「地球温暖化対策国際協力プロジェクトの経済性評価と日本の政策対応のあり方」『環境経済・政策学会　年報第4号』

茅陽一（1999）「京都議定書へのわが国の対応」『環境経済・政策学会　年報第4号』

共同実施等検討委員会（1998）『排出権取引・共同実施／CDMの論点整理』（財）地球産業分化研究所，（株）三菱総合研究所

藤田康範（1999a）「排出権取引とCDM（Clean Development Mechanism）の複合効果」『三田学会雑誌』92巻第2号

藤田康範（1999b）「CDM採用のための諸条件の検討」『三田学会雑誌』92巻第3号

通商産業省（1995）「共同実施活動ジャパンプログラム評価ガイドラインについて」『報道発表資料』 htm://www.miti.go.jp/past/c60119c1.html

山口光恒・朝岡美恵，内田公三，羽山正孝，森嶋昭夫，森田恒幸（1999）「地球温暖化への取組み：京都議定書を受けて」『環境経済・政策学会　年報第4号』