

京都メカニズムにおける CDM 業者

～ 経済発展と環境保護の両立～

慶応義塾大学経済学部

大沼あゆみ研究会

熊島大祐・藤田崇・馬上渉・水内格

目次

- 1 序論
- 2 地球温暖化と京都議定書
 - (1) 地球温暖化の現状
 - (2) 京都議定書の概要
 - (3) 京都メカニズムのメリット
- 3 CDM 業者
 - (1) 我々の提唱する CDM 業者とは
 - (2) 代理店との違い
- 4 CDM プロジェクトの規模の経済性
 - (1) 前提
 - (2) 実証分析
 - (3) 大規模プロジェクトの弊害
 - (4) 大規模プロジェクトと CDM 業者
- 5 CDM 業者モデル
 - (1) 個別企業の削減割り当て
 - (2) CDM プロジェクト費用と排出権購入
 - (3) 排出権市場の需要曲線と供給曲線
 - (4) CDM 業者がない場合
 - (5) CDM 業者がある場合
 - (6) 排出権の市場均衡価格が下がった時の生産面への影響
- 6 CDM 業者の存在意義と市場の活性化
 - (1) 自社プロジェクトが大規模な場合
 - (2) 自社プロジェクトが小規模な場合
 - (3) CDM 業者を必要としない場合
- 7 結論

1 . 序論

近年、人類はかつてないほどの技術進歩や生産拡大を経験している。電気の利用、作業の機械化、交通網の発達、そして近年の IT 化。これらの飛躍的な発明・発展の恩恵により、先進国の人々の生活はより便利なものとなっている。そして、この生活水準が世界的に広がるようになると、まだ経済発展を行えてない発展途上国では、先進国で見られるような生活水準を目指すようになり、工業化が世界中で広がっている。

しかし、このような工業化の波は大きな代償を地球環境にもたらしている。近代の工業化を支えるもの、エネルギー。その膨大なエネルギー需要を賄う原動力となっている化石燃料の利用は、大量の温室効果ガスの排出につながっている。工業化の進展による温室効果ガス排出の増加は、グリーン・ハウス現象により地球の温暖化を引き起こしている。地球温暖化の影響の詳細については下でみていくとして、地球温暖化問題の深刻さはもはや無視することができないような、大きなものとなっている。

そのような現状のもと、各国政府は対策を迫られている中、1997年に京都会議が開かれた。その中で CO₂ 削減のための排出権取引の枠組みが作られた。排出権取引は温室効果ガスの排出抑制だけでなく、技術革新への動機付けともなり、排出権市場での取引量の増加は、経済発展と環境問題の両立を実現させる持続可能な発展にとって多大な可能性を秘めている。しかし、どんなに優れた枠組みでも誰もそれに参加をしなければ有益な効果は期待できない。そこで我々は、「いかにして排出権取引の普及を促すことができるか？」という問題意識を持った。

本論文では、この疑問に答えるべく、排出権市場の総取引量の増加要因ともなり、新しい環境ビジネスともなりえる主体として、排出権取引を専門的に行う民間の CDM 業者を提唱していく。

2 . 地球温暖化と京都議定書

本論文は、京都メカニズムである CDM を活用したプロジェクトにおいて CDM 業者の存在を提唱するものであるが、ここではまず地球温暖化の現状と、京都議定書の概要を紹介しよう。(なお、後述の IPCC が発表した第 3 次報告書の SPM(政策決定者向け要約)には、過去の温暖化や将来予測などに関して多くの具体的な数値情報が紹介されていて、この日本語訳が気象庁の HP に掲載されている 参考文献 1。本章で紹介する温暖化に関する数値は、別に明記しない限りこれを参考にしている。)

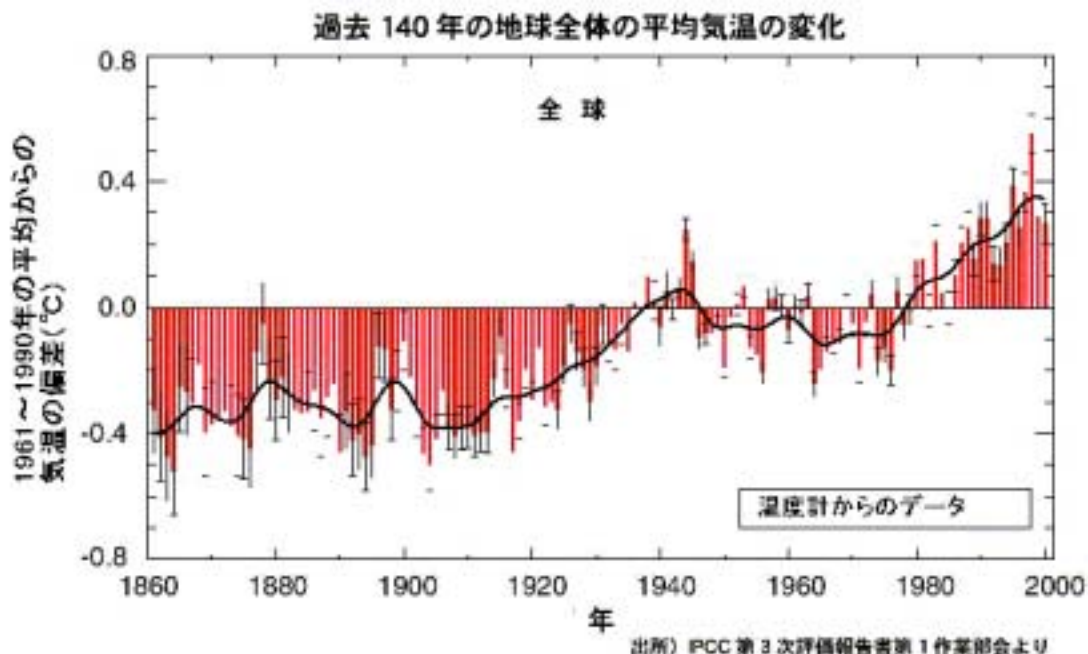
(1) 地球温暖化の現状

(a) 急激な気温上昇

温暖化は近年、非常に多くの人々の関心を集めている地球規模の環境問題である。まず

は過去の温度変化をみてみよう。地球全体の平均気温は過去 100 年間で 0.3～0.6 度上昇したが、このペースはそれまでの気温変化に比べて非常に早いものである。図 1 は、地球全体の平均気温の変化（過去 140 年間）を示すグラフである。

(図 1)



(b) 温暖化の影響

温暖化で最も危惧されている問題のひとつに、海面上昇がある。氷河の融解や海水の熱膨張によって、過去 100 年間に 10～25cm ほど海面が上昇した。さらに 100 年後には最大で 1m 近く上昇すると予想されていて、この場合インド洋や南太平洋の海拔の低い島国では国土の大部分が水没してしまう。

温暖化は海面上昇以外にも様々な環境問題を引き起こす。例えば、ある地域では台風や集中豪雨が増加する一方、乾燥が進むことで干ばつの危険性が増す地域もあり、多くの地域において異常気象の高頻度化が進むことが懸念されている。さらに温暖化による影響は生態系バランスの崩壊や穀物生産量の全体的な減少など広範囲に及び、最近では温暖化が世界の海洋を巡る水循環システムに対して深刻な影響をもたらすという報告もある。また、温暖化問題の重要な特質として、科学的に不確実な要素が強いことと、進行すると元の状態には戻れない危険性が高いという不可逆的な問題も含んでいることなどが挙げられる。(温暖化によって引き起こされる様々な影響は、参考文献 2 に示した環境省の『パンフレット STOP THE 温暖化』に詳しく紹介されている。本節はこれを参考にした。)

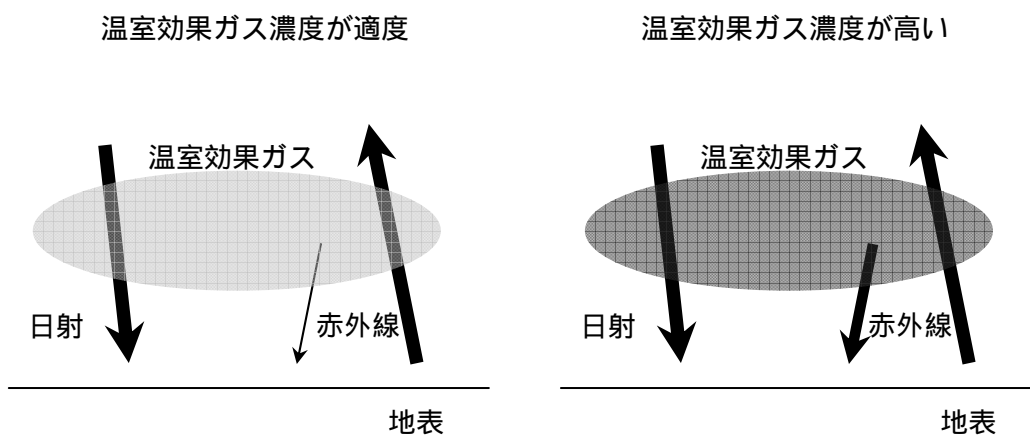
(c) 二酸化炭素が原因

地球規模での気温変動は、太陽活動ほかの自然的要因も考慮しなければならないが、近

年の著しい地球温暖化に関しては、人間が大量の温室効果ガスを排出したという人為的な要因が強く、後に紹介する IPCC 第三次報告でもこの点が強調されている。温暖化の大きな原因としては温室効果が挙げられる。温室効果とは、太陽の日射で加熱された地表面から赤外線形で放射された熱を、大気中のガスが吸収して再び大気や地上面を加熱する仕組みのことで、この働きをもつガスを温室効果ガスと呼んでいる。図2からわかるとおり、適度な濃度の温室効果ガスによって地球の気温は人間が活動できる温度に保たれているが、濃度が上昇するとこの働きが過度になってしまい、温暖化が進行する。

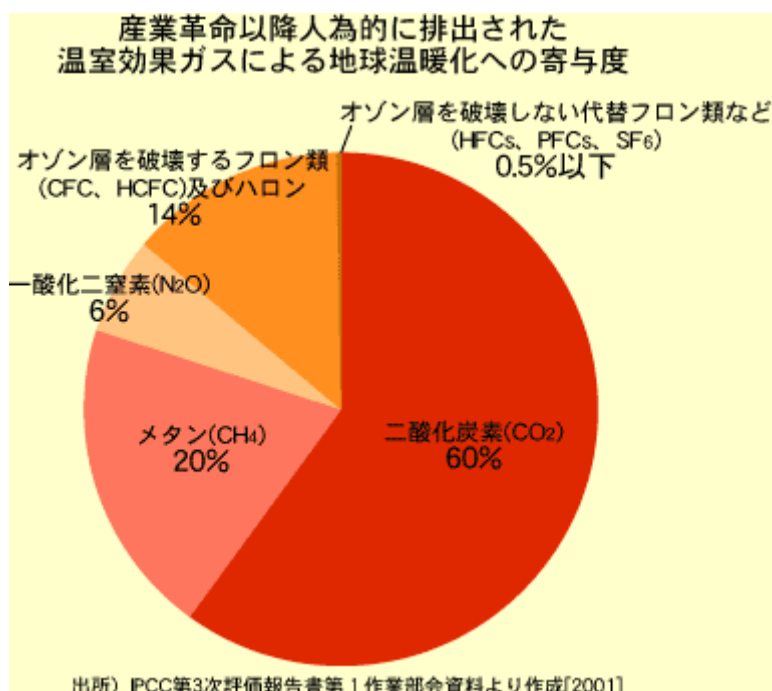
温室効果ガスとしては主に二酸化炭素やメタンが挙げられるが、図3によると温暖化への寄与度は二酸化炭素が最も高い。二酸化炭素は石油・石炭・天然ガス等の化石燃料を燃焼することで発生するが、特に産業革命以降、人間の活動が活発になるにつれてその排出量は急激に増加してきた。現在も世界全体の排出量は増加していて、森林や海洋に吸収されない二酸化炭素が大気に残ってしまい、大気中濃度は上昇し続けている。

(図 2) 温室効果のメカニズム



(温暖化のメカニズム 参考文献 3)

(図 3) 温室効果ガスによる地球温暖化への寄与度



(c) IPCC について

以上で紹介してきたように、地球温暖化は確かに進行していて、その主因は二酸化炭素であるということは、多くの科学者間で理解が一致している。しかし、現在の時点でどの程度温暖化が進行しているか、また将来どのように進んでゆくかに関しては、不確実な部分が多い。例えば世界の人口や経済の変動をどう予想するかによって二酸化炭素の排出量予想は大きく変わってくる。またどのような対策をとり、それがどれくらいの効果を発揮するかも、多くの不確実性が存在する。つまり、温暖化の正確な将来予測には多くの困難な問題が伴うといえる。

温暖化の将来予測に関しては、IPCC(気候変動に関する政府間パネル)の報告が引用されることが多い。IPCCとは、気候変動のリスクに関する最新の科学的、社会・経済的な知見をとりまとめて評価し、各国の政府にアドバイスを提供することを目的とした政府間機構である。IPCCには3つの作業部会があり、第一作業部会では気候変動の純粋な科学的評価を、第二作業部会では気候変動による環境・社会・経済への影響評価を、第三作業部会では気候変動影響の緩和策の策定を行っている。(温暖化への理解、IPCCについて 参考文献4)

(d) 温暖化の今後

このIPCCが1990年に発表した第1次評価報告(FAR)では、温室効果ガスがこのまま排出され続けると、生態系や人類に重大な影響を及ぼす気候変化が生じる危険性があること

が指摘された。続いて 1995 年に第 2 次報告(SAR)が、さらに 2001 年に第 3 次報告(TAR)が発表され、順次新しい調査や研究の成果が反映されてきた。これら IPCC の評価報告の内容を簡単に紹介してみよう。

科学的知見に基づいた第 1 作業部会による第三次評価報告によれば、最近 50 年間に観測された温暖化のほとんどは人間活動に起因していたことがより確実となった。将来予測としては、2100 年までに平均気温が 1.4 ~ 5.8 上昇、海面は 0.09 ~ 0.88m 上昇するという。また、現在の大気中 CO₂ 濃度 360ppm に対して、将来的に 450ppm に安定化させるには、数十年以内に排出量を 1990 年レベル以下とし、その後も減少させることが必要と考えられている。しかし報告書のこの部分では、どの程度の濃度までが許容されるかに関して明確な科学的根拠を示しているわけではなく、450ppm 以下に抑えれば安全であるとの主張ではない点に注意しなければならない。

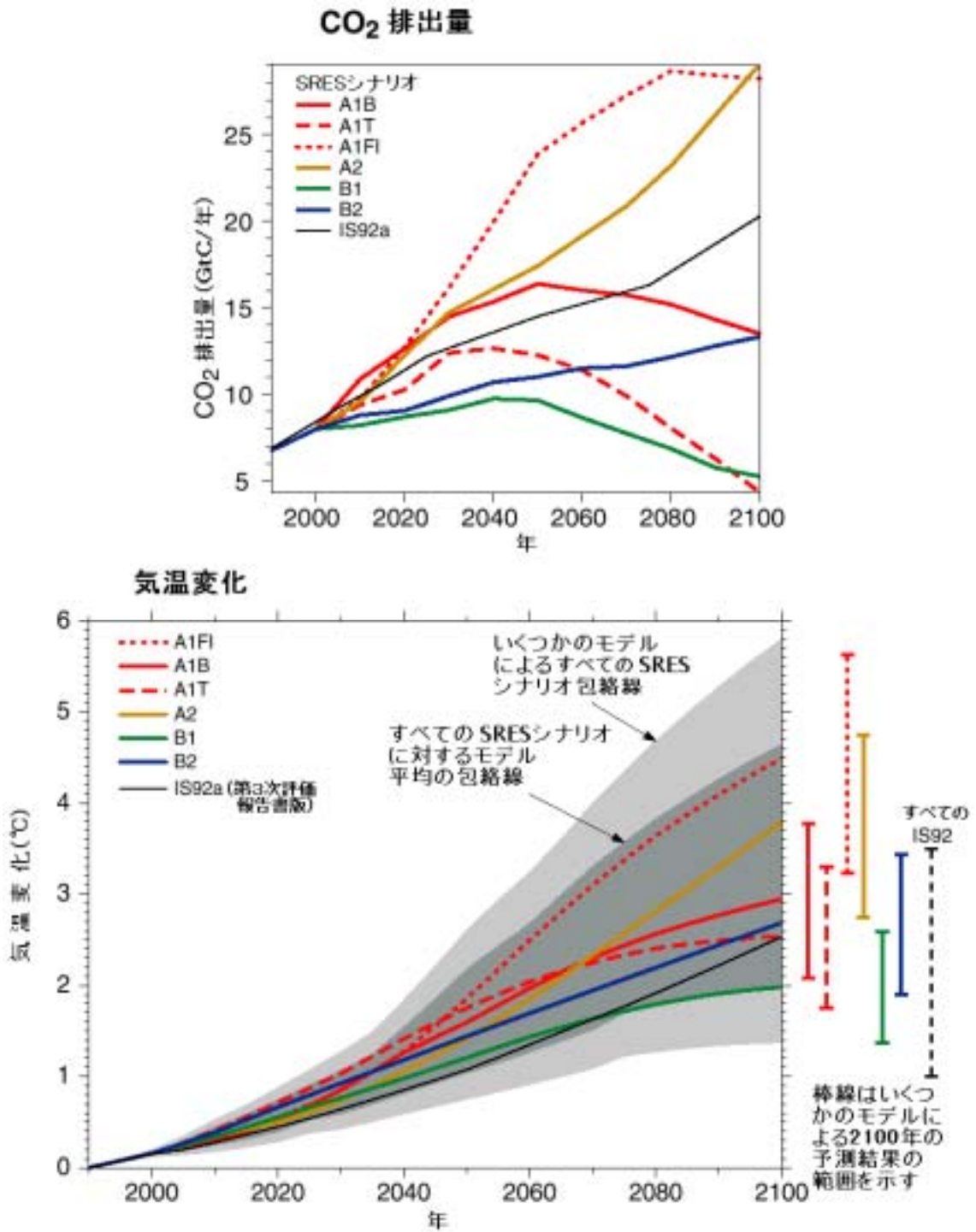
(e) SRES の二酸化炭素排出シナリオ

以上のような予測の根拠のひとつである、将来の二酸化炭素排出量の推移に関して、IPCC がどんな予測をしているかを紹介する。2000 年に新しい排出量予測として、排出シナリオに関する特別報告(SRES)が発表された。それまでの気候変動予測には主に 92 年作成の排出シナリオが使われていたが、このシナリオでは当然ながらその後起きた様々な社会変化は考慮されていなかった。このような状況に対応するため、SRES シナリオが作成された。

図 4 は SRES に基づくグラフであり、上の図では排出量を、下の図ではそれに伴う気温変化を示している。ここでは、6 つのシナリオ(A1 ~ B2)と、比較のための 92 年作成シナリオ(IS92a)が示されている。これらは、それぞれが異なった人口増加や経済成長の予測に基づいて算出されている。最も排出量を抑えた B1 シナリオでも、約 2 の気温上昇が起こってしまうことがわかる。

以上から、大気中 CO₂ 濃度を安定化させ地球温暖化を抑制するためには、人為的な二酸化炭素排出量を長期的に削減してゆくことが必要不可欠である。しかし経済活動を行う上ではどうしても二酸化炭素を排出してしまうため、排出抑制と経済発展の両立は容易ではない。経済を維持しつつ、二酸化炭素の排出量をいかに抑制させるかが、今後の課題となるだろう。

(図 4) 世界の CO2 排出量の予測とそれに伴う気温変化



(2) 京都議定書の概要

(1) では温暖化が非常に深刻な問題であることが分かった。このような状況を解決するために、京都議定書が定められた。以下では京都議定書の概要と、それに深く関係する国

連機構変動枠組条約について説明していく。

(a) 国連気候変動枠組条約

先ほど述べた 1990 年発表の IPCC 第 1 次報告が契機となり、1992 年に国連気候変動枠組条約が採択され、94 年に発効した。この条約は温暖化防止のための枠組みを決めたもので、先進国と移行経済国を合わせた附属書 I 国と呼ばれる国々が中心となって、温暖化防止のための政策をとることを決めた。しかし、削減の努力をすることを定めただけで、具体的な数値目標などは決められていなかった。

(b) 京都議定書

95 年には国連気候変動枠組条約の第 1 回締約国会合(COP1)が開かれた。そして 97 年、京都で開かれた COP3 において、京都議定書が採択された。

京都議定書の発効のための条件は 2 つあり、1 つは締約国が 55 ヶ国以上になること、もう 1 つは締約国全ての二酸化炭素の排出量が、附属書 I 国全体の総排出量の 55% 以上に達していることであった。2001 年に、世界の排出量の 3 割以上を占める米国が議定書から離脱し、京都議定書の発効が危ぶまれていた。しかし最新の報道によるとロシアの批准が確実となり、京都議定書は条件を満たして 2005 年初めにも発効する見通しとなった。

では京都議定書の内容を紹介しよう。議定書では、枠組み条約で附属書 I 国に指定されている国において、温室効果ガスの排出量削減の数値目標を設定した。具体的には基準年を 1990 年、目標年を 2008 年～2012 年とし、各国全体で基準年排出量の 5.2% の削減を求めた。GDP や 1 人あたり排出量、人口増加率、過去の削減努力なども考慮したため、各国の目標はそれぞれ異なり、日本は 6%、EU は 8% などと削減の率が決められた。また京都議定書において注目すべきこととして、対象ガスとして二酸化炭素をはじめ 6 つの温室効果ガスを設定したこと、吸収源としての森林が認められたこと、京都メカニズムと呼ばれる削減のための柔軟措置が認められたこと、などが挙げられる。

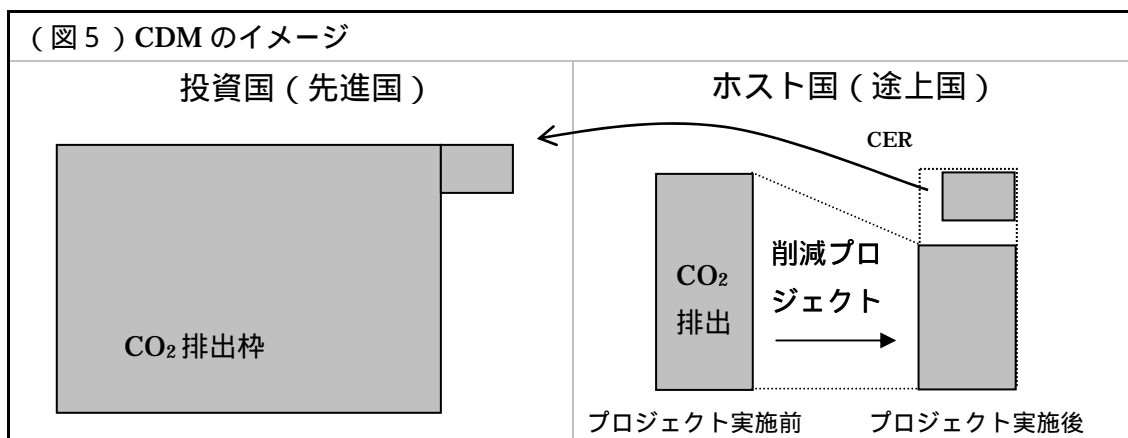
京都メカニズムとは、以下の 3 つのことをいう。

- ・ 排出権取引
- ・ JI (共同実施)
- ・ CDM(クリーン開発メカニズム)

京都メカニズムでは排出権の国家間・企業間での売買が認められていて、初期に割り当てられた排出権では不足する国は、排出権を余分に持っている国から購入することができる。これを排出権取引という。

また、初期に割り当てられた排出権の枠内だけで取引をするのみでなく、植林やエネルギー効率化のプロジェクトを行って吸収源を増やしたり排出量を削減したりした分を、新しく発生した排出権として認証することができる。例えば削減コストの高い国がプロジェクトの投資する主体となって、削減コストのより低い国に行って削減プロジェクトを行い、そこで発生した排出権の一部を投資した側に移転できる。このようなプロジェクトの中で、

附属書 I 国間で行うものを JI と呼び、附属書 I 国が投資国、途上国がホスト国となるのを CDM と呼んでいる。また、CDM プロジェクトで発生した排出権を CER という。図 5 は、CDM プロジェクトの概念図である。このように削減費用の低い場所で多くのプロジェクトが実施されることで、全体として効率的な削減が可能となる。(枠組条約、京都議定書について 参考文献 5)



(3) 京都メカニズムのメリット

以上の3つの仕組みによって構成される京都メカニズムであるが、その趣旨とは単純に言う、「もっとも削減費用が低いところで温室効果ガスの排出を削減していこう」というものである。ここで、一般的によく勘違いされる点は、京都議定書によって記されている排出権取引などの仕組みは、初期割り当て量においては温室効果ガスの排出量が制限されるものの、その後は排出量自体は削減されないという点である。なぜならば、京都メカニズムとは削減費用が低いところで削減しようとするものなのであって、いったん割り当て量が達成されると、その後は排出場所の移転が起きるだけで排出量は変わらないからである。

しかし、排出権取引の取引量が増加すれば、社会全体にとってメリットがある。人間が経済活動を行うのに当たって、二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスを排出するのは必至である。逆に言うと、温室効果ガスの排出量を増やすのをやめようと思ったら、人類の経済発展をやめようと言っているのと同じであったと言える。つまり、今までは経済発展を取るか、環境保護を取るかの選択問題であった。このことは、これから経済発展を行おうと思っていた発展途上国にとっては、自分たちの発展を妨げる問題で、南北問題として国際社会にも影響を及ぼしてきた。

そんな中、京都メカニズムは経済発展を続けながら、環境破壊もこれ以上は進めないために、社会全体の効率化を図った。国際社会において、温室効果ガスの限界削減費用が低い場所と、削減プロジェクトを行うための資本がある場所が一致するとは限らない。例えば、効率が悪い生産活動が行われていて限界削減費用は低い、削減プロジェクトを行うための資金や技術がない地域があったら、資本はあるが削減の余地が少ない地域に存在す

る企業がそこに渡り、安い費用で CDM や JI プロジェクトを行い、削減量を持ち帰った方が効率的である。このように、技術力に長けている企業が、非効率的な生産を行っている地域に行き効率化を計ることにより全体的な効率向上が実現し、環境に配慮しつつ経済発展を遂げることが可能となる。この模様は、上の図 5 に描かれている通りである。

また、排出権市場が形成され取引が普及すれば、個々の企業の温室効果ガス排出量削減のインセンティブの面でもメリットがある。排出権市場が形成されたら、温室効果ガスの排出量が割り当て量を下回った場合、余分の排出権を売却し利潤を得ることができる。つまり、環境に配慮する過程で効率性を向上させれば利潤が上がるので、企業はもっと効率性を向上させようというインセンティブが発生する。よって、従来の経済システムでは外部性としてしか扱われていなかった環境に目に見える形で価格がつき、経済システムの中に取り入れられることになるのだ。具体的にいうと、排出量を削減すると利潤があがるという枠組みができるので、企業は自社内プロジェクトや CDM・JI を通して排出削減努力を行うようになり、社会全体の効率性がレベルアップし、結果として環境を汚染しない経済発展をできるようになるのだ。

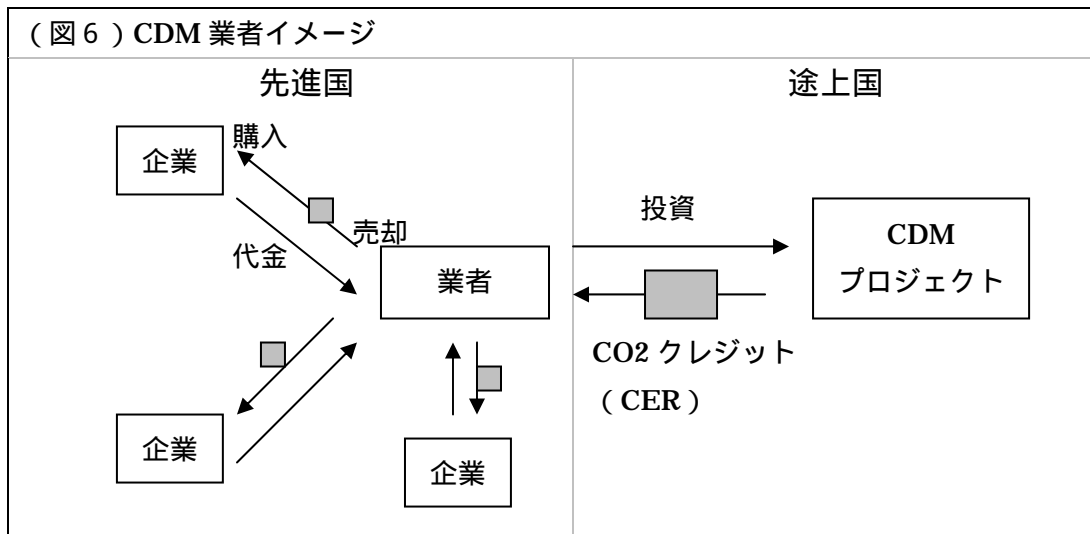
上で見てきたように、京都メカニズムの普及は、経済の効率性を向上させ、結果的に環境を汚染しない経済発展を可能とするため、社会全体にとって有益である。では、いかにして京都メカニズムの普及（具体的には排出権市場での取引増加）を促すことができるだろうか？本論文ではこの問題に焦点を当て議論を進めていく。

3 . CDM 業者

前章で、京都メカニズムの普及を促すことが社会にとって有益であることを検証してきた。そこで我々は、どうやったら排出権取引を増やせるかと考えていくうちに、CDM 業者の存在が京都メカニズムの促進につながるという考えに至った。そこでこの章では、我々の提唱する CDM 業者とはどんなものかを紹介する。

(1) 我々の提唱する CDM 業者とは

図 6 は、我々が想定する CDM 業者の役割を示した概念図である。業者はまず限界削減費用が安い途上国で大規模な CO₂ 削減プロジェクトを行い、そこで大量の排出権を取得する。そして、先進国において排出権を必要としている個々の企業に代金と引き換えに CO₂ クレジットを与えるというものである。別の見方をすれば、CDM 業者は CDM プロジェクトという生産活動を行って排出権(CER)という生産物を排出権市場に提供する生産者と言え、このとき企業は排出権の需要者となる。



CDM に基づいて CO2 削減プロジェクトが行われる時、先進国側では政府が主体になって投資を行う場合と民間企業が主体になって投資を行う場合とが考えられる。我々の提案する民間の CDM 業者は、途上国のプロジェクトで獲得した CO2 クレジットを、ほかの排出権を必要とする民間企業に対して売却する役割を想定している。よって対象は、政府主導ではなく民間主導の CDM に限定している。

(2) 代理店との違い

米国においても民間レベルでは既に排出権の代理店の実用化が始まっており、また欧州においても、既に英国、デンマークなどで国としての制度が立ち上っている。例えば英国では民間の独立系発電事業者の英カンブリア・エナジー、排出権コンサルティング会社の英レス・カーボン、国際投資会社の英インベスティック・バンクの三社が排出権共同購入会社「アイスクャップ」を設立した(参考文献 6 参照)。

現在、既に日本には排出権の代理店は存在している。ナットソースジャパンとポイントカーボン社がそうである。しかしこれらの企業は私達が想定している CDM 業者と相違する。これらの企業は国内外の取引仲介、排出権に関する市況情報、価格予測の提供、排出量獲得及び排出権戦略のコンサルティングを通じ、温室効果ガス排出量取引市場の中核的機関を目指している。

しかし私達が考える CDM 業者とは自らが途上国へ行きある特定のプロジェクトを行い、そこで得たクレジットを先進国側の排出権を必要としている企業に売却する、いわゆる CDM を取り入れた代理店であり、ただ仲介役や情報提供をする代理店の一步上を行く存在なのである。

4.CDM プロジェクトの規模の経済性

では、上で見てきたような CDM 業者は、実際にどのようなプロジェクトを行い、なぜ業者がやった方が有益であるかについて議論を展開していく。その際に、まず我々は CDM プロジェクトにおけるある特性に着目して検証を進めていった。その特性とは、CDM プロジェクトにおける規模の経済性である。

(1) 前提

最初に我々は CDM・JI プロジェクトに、大規模のものの方がより効率的であるという規模の経済の仮説が当てはまると考えた。例えば CDM や JI において手作業で行う植林作業などよりも、機械などの設備投資を行った大きな開発のほうが総費用は高いかもしれないが、より多くの温室効果ガスを削減できるため、相対的にみると平均削減費用は低くなるだろうと考えたからである。

この仮説を証明するために、我々は気候変動に関する国際連合枠組条約（UNFCCC）のホームページに公開されている、さまざまな CDM プロジェクトのデータを用いた。ただし、CDM プロジェクトと一言で言っても、その内容は植林作業からエネルギー効率化、廃棄物処理などと様々であるが、今回の分析では、もっとも一般的で数が多いプロジェクトの形態の 1 つであるエネルギー効率化プロジェクトのみを取り上げている。なお、ここで言うエネルギー効率化プロジェクトとは、例えばエネルギー効率の悪い発電所などが存在していたら、その発電所のエネルギー効率性を上げるなどのプロジェクトを通して、その地域でのエネルギー消費量を減少させ、その削減した排出量を自分の排出権として持ち帰るといったものである。

(2) 実証分析

モデルの計算のために以下の二つのデータを利用する。（UNFCCC ホームページより）

各プロジェクトの温室効果ガス削減量（計算時では t-CO₂ に換算して使用）

各プロジェクトの実施費用（内訳は調査費・人件費・設備投資費・その他プロジェクト実施費を含み、計算時ではドルに換算して使用）

各々のプロジェクトがどれくらい効率的に温室効果ガスを削減しているか確かめるため、各プロジェクトの実施費用をその予想削減量で割り、1 トンの CO₂ を削減するためにかかる費用を導出した。この費用をここでは、「単位削減コスト」と呼ぶことにする。

次に、CDM プロジェクトの規模による単位削減コストの変動を分かりやすくするために、プロジェクトの一覧をその予想削減量の大小に基づき三つのグループに大まか分け、それぞれのグループ毎で各プロジェクトの単位削減コストの平均値を求めた。その結果は図 7 の通りである。

(図 7)

削減量(t-CO2)	費用(ドル)	単位削減コスト(ドル/t-CO2)
400	179,152	447.88
834	169,731	203.51
1,425	216,922	152.23
1,425	299,927	210.48
2,998	219,188	73.11
3,300	158,005	47.88
3,350	181,055	54.05
3,800	529,119	139.24
4,200	483,372	115.09
4,669	666,509	142.75
5,799	183,377	31.62
8,333	191,847	23.02
11,786	478,126	40.57
12,450	216,678	17.40
16,910	204,545	12.10
	平均 (小規模)	107.26
40,848	768,646	18.82
43,000	742,570	17.27
50,250	4,631,000	92.16
51,000	140,400	2.75
55,100	808,433	14.67
60,600	632,000	10.43
69,921	697,871	9.98
75,987	169,731	2.23
76,765	701,000	30.00
85,801	23,000,000	268.06
91,854	26,980,000	15.02
225,000	700,000	3.11
240,000	3,100,000	17.10
290,500	7,500,000	22.64
	平均 (中規模)	37.45
682,700	39,548,000	19.60
1,093,000	973,105	0.89
1,450,000	2,400,000	1.66

6,730,102	839,906,633	124.80
10,020,432	97,500,000	9.73
21,619,840	200,000,000	9.25
	平均（大規模）	27.65

図7に記されている小規模プロジェクト、中規模プロジェクトと大規模プロジェクトの単位削減コストの平均値を比べてみると、プロジェクトの規模が大きくなるにつれ、単位削減コストが安くなっていることが見て取れ、これより一般的に見て大規模プロジェクトの方が効率的であることが伺われる。さらに、小規模プロジェクト・グループ内の単位削減コストの変動もグラフにしてみると、図8-1のようになる。

(図8-1)

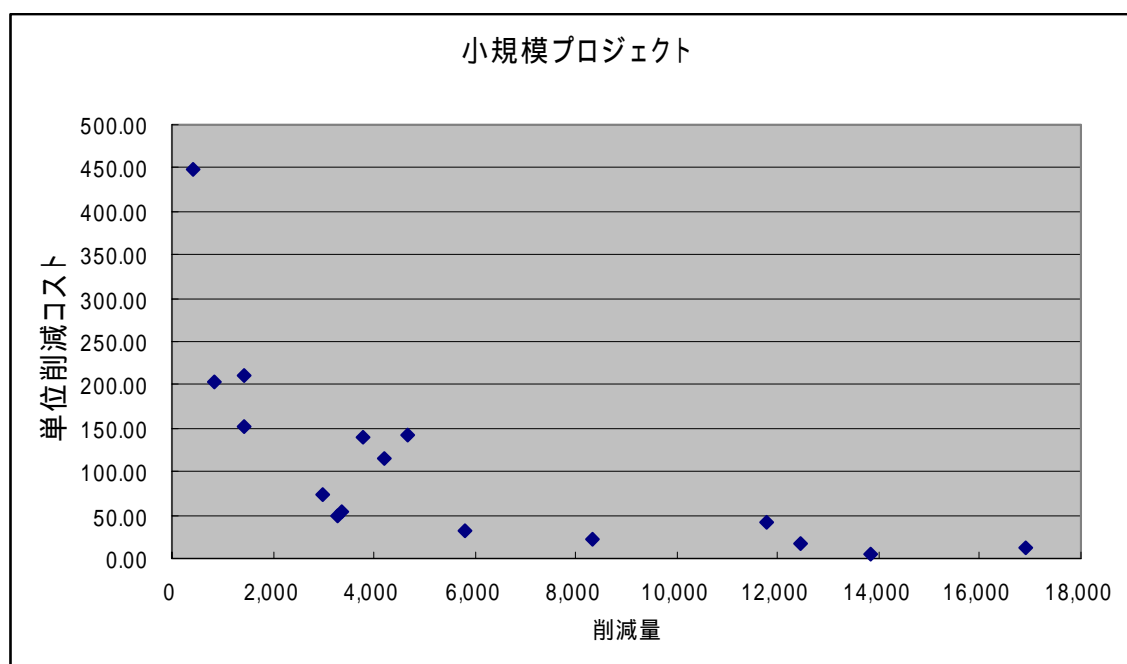
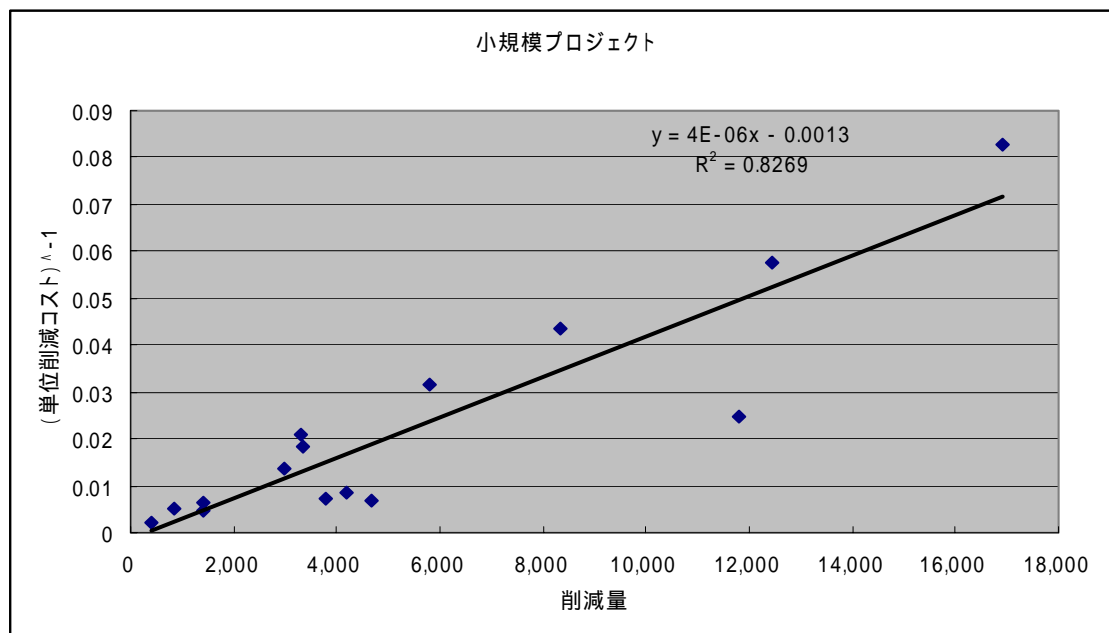


図8-1を見てみると、個々のプロジェクトにおいても削減量が大きくなるにつれ、単位削減コストが緩やかな曲線のもと、逡減している模様が観察できる。ここで、緩やかな曲線のもと逡減していると書いたが、より正確な検証のため、実際に削減量と単位削減コストはどのような関係にあるかを見ていこうと思う。まず、図7の小規模プロジェクトのデータにある単位削減コストの逆数をとり、削減量に回帰させることによって、以下のような最小2乗推定量を得た。(図8-2参照)

$$(\text{単位削減コスト})^{-1} = (4E-06)(\text{削減コスト}) - 0.0013$$

補正 $R^2 = 0.8269$

(図 8-2)



この事は何を意味しているか。図 7 と図 8-1 で見てきた削減量と単位削減コストは、補正範囲 82.69%の値で反比例の関係にあるのだ。

さて、今回の実証分析は、小規模プロジェクトだけに焦点を当てて行ってきたが、個々の CDM プロジェクトにおける単位削減コスト逡減の傾向は、小規模プロジェクト内だけに限らず、中規模・大規模プロジェクト内においても同じように観察される。つまり、CDM プロジェクトにおいて、プロジェクトの規模が大きくなるにつれかかる費用が相対的に少なくなり、より効率的になると言える。なお、今回の実証分析では、現在一般的に最も頻発に行われているエネルギー効率化プロジェクトのみを対象に分析を行ったが、このような規模の経済性は他事業におけるプロジェクトにおいても同様に観察される。

(3) 大規模プロジェクトの弊害

以上より、CDM・JI プロジェクトを行う際には、より大規模なプロジェクトを行ったほうが、単位削減コストが下がることを見てきた。しかし、大規模なプロジェクトを行うためには、プロジェクトの大きさに見合うような資金が必要である。そして、大規模プロジェクトの多くは機械技術を多く導入した複雑なものが多いことに留意すると、必ずしも期待したような削減量が得られるとは限らない。つまり、ある企業が独自で大規模プロジェクトを行う時には、多額の投資が必要な上に、その投資が期待した見返りを生まないかもしれないという大きなリスクが発生するのだ。

さらに、図 7 からも見られるように、一つの大規模プロジェクトから得られる削減量は莫大なものであり、ある一社が必要としている排出量を大きく上回り、必要以上の排出権が余分に存在する可能性も高い。したがって、個別の企業は大きなリスクを背負いながら必要以上の排出権を獲得するよりも、より少ないリスクで必要な量だけの排出権を獲得す

るようなプロジェクトを行うのである。

以上の二点より、企業が独自で CDM・JI プロジェクトを行う場合、大規模的なものは行いにくい状況にあると考えられる。

(4) 大規模プロジェクトと CDM 業者

自社の超過排出量分だけの権利を得ようとする個別企業に対して、図 6 に示されているように、CDM 業者はある一社の排出権を獲得しようとするのではなく、あらかじめホスト国で CDM プロジェクトを行うことによって排出権を獲得した後に、それを必要としている企業に売却していくという形を取っている。このように、多くの排出権をプールしたのち排出権市場で売却することによって、業者においては排出権が余ってしまうというケースは発生しない。このように多数の企業を対象に排出権の売買を行うため、業者はより安いコストで多くの排出権を得ようとし、大規模なプロジェクトに踏み込むことができる。

まとめると、規模の経済性が証明された CDM プロジェクトであるが、より効率的である大規模プロジェクトの実施をするに当たって、各企業が個別で行うと以下の二つの弊害が存在する。

大規模プロジェクトを行うには、多額の資金が必要である。

多額の資金を運用して大規模プロジェクトを実施しても、期待していた削減量が得られないというリスクが存在する。

このような弊害が存在する中、各企業にとっては、排出権の調達を CDM 業者に委託することは有益である。同時に、CDM 業者にとっても、CDM プロジェクトの規模の経済性による削減費用と市場価格の差異から生じる利潤によって有益なものとなる。したがって、各企業が CDM プロジェクトを行って排出権を取得するよりも、大規模プロジェクトを行うことができる業者に委託する方が、効率的になると言える。

5.CDM 業者モデル

前章で見てきたように、規模の経済性の特性を持つ CDM プロジェクトであるが、CDM 業者が存在してプロジェクトを活発に行う（京都メカニズムが促進される）と、結果として経済の発展と環境保護を両立させることを、モデルを用いて示す。ではまず、モデルの前提から説明してゆく。

(1) 個別企業の削減量割り当て

現在、京都議定書で各国の二酸化炭素削減の数値目標を定めているが、個別企業の削減量割り当ては行っていない。つまり国全体での削減量は決められているが、国内でどの企

業がどれだけ減らすかという内訳は決められていない状況にある。

各地域の CDM プロジェクトの実現可能性を調査するために費用や削減量が試算されている。しかし企業の削減目標が個別に設定されていない現状では、企業が生産のために排出権を獲得する義務はない。つまり排出権取得のために、CDM プロジェクトを行ったり排出権市場から排出権を購入したりする必要は今のところない。現在個別企業が行っている CDM プロジェクトや排出権取引は、義務付けられているからではなく、その実施によって得られる企業イメージの向上などの理由で、個々の企業が主体的に行っているものである。

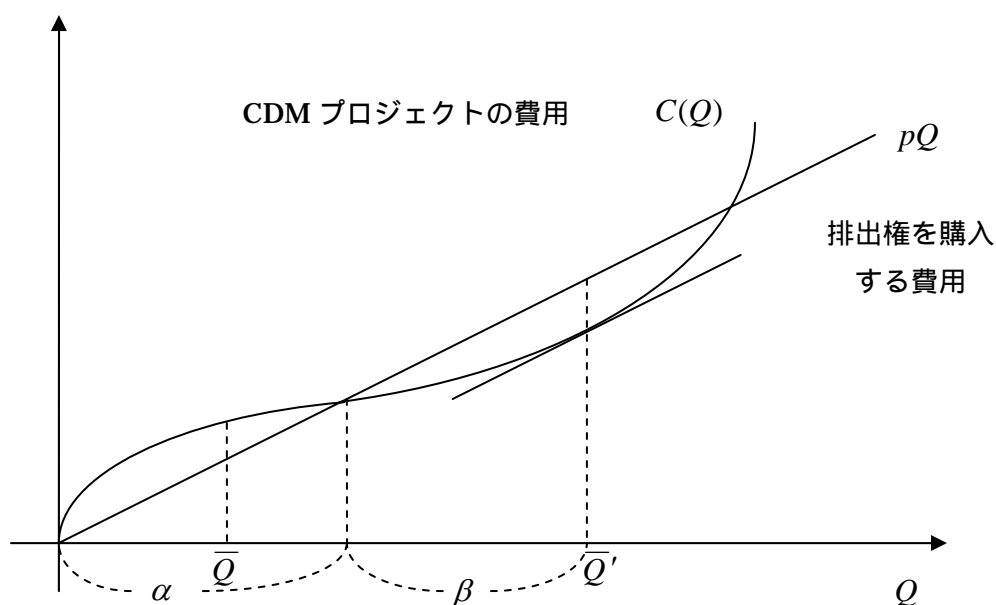
以上から、企業がより多くの二酸化炭素を排出したい場合は何らかの方法で排出権を取得しなければいけない状況を前提として、その中で我々の提唱する CDM 業者がどのような役割を果たすかをみてゆく。

以下に、このモデルの変数や前提条件を示す。

- ・ 排出権の量を Q 、1t あたりの排出権価格を p
- ・ 生産活動をする上で二酸化炭素を排出するため、排出権を取得しなければならない民間企業を、単に「企業」と呼ぶ。
- ・ 排出権市場は完全競争。よって、個々の CDM 業者をミクロ的に見れば、プライステーカー（価格決定力がない）であり、市場価格を付けたプロジェクトで生み出した排出権は、全て売却できる。

(2) CDM プロジェクト費用と排出権購入

(図9) 曲線 $C(Q)$ と、直線 $p\bar{Q}$ のグラフ



CDM プロジェクトを行って Q の削減を行う (Q の CER を獲得する) のにかかる費用を $C(Q)$ と表し、前章で見てきたような CDM プロジェクトの規模の経済性により、費用曲線の形状を図 9 のように考える。ここで、企業が取得する必要のある排出権の量を \bar{Q} で表す。このとき、自社で $C(\bar{Q})$ の費用をかけて CDM プロジェクトを行うか、市場価格 p で排出権を購入 (その場合の費用は $p\bar{Q}$) するかで、費用が少ない方を選択することになる。排出権を市場から購入する時にかかる費用は、原点を通る傾き p の直線 pQ で表される。図 9 のように、直線 pQ を費用曲線が上回っている範囲 α に \bar{Q} があれば、企業は市場から排出権を購入する。一方、 \bar{Q} が α の範囲を超えるところにあれば、自社で CDM プロジェクトを行う。(排出権を購入するか自社で CDM を行うかのどちらか一方を選ぶだけでなく、両者を組み合わせてより費用を低くできる場合もある)

(3) 排出権市場の需要曲線と供給曲線

(a) 排出権の需要者：家電製品メーカー

まず、排出権市場の需要曲線を導くために、排出権を需要する企業 (生産面) の代表として、ある家電製品メーカーを考える。この企業は、家電製品を生産する際に二酸化炭素を排出するため、生産に伴って排出権を必要しなければならない。図 10 に描かれているこの企業の費用曲線が、なぜこのような形状になるかを説明していこう。

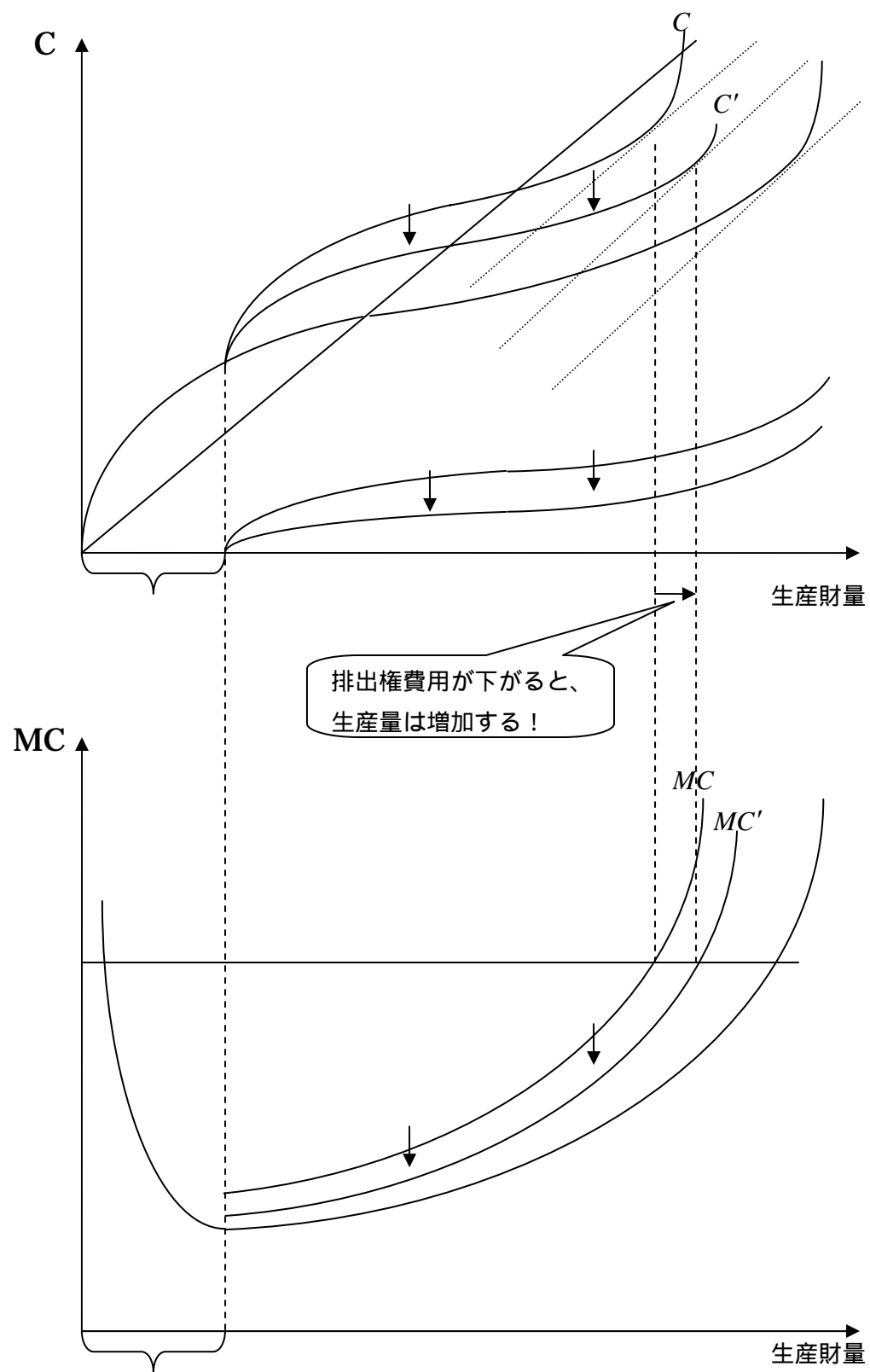
まず横軸は、排出権の量ではなく企業の生産する家電製品の量であり、製品を生産する量に応じてかかる費用が、この費用曲線で表されている。ここでは費用の内訳を、家電製品の生産にかかる材料や労働等の費用 (とする) と、排出権の取得にかかる費用 (とする) の 2 つを考える。

の曲線は、二酸化炭素排出が制限されていない時の費用曲線である。これは通常のミクロ経済学で仮定されている生産物の費用曲線と同じように、S 字の曲線になる。

一方 の曲線は、原点からある程度の範囲 (図では) までは 0 の値をとる。なぜなら、企業は当初からある程度の排出は認められているため、 の範囲内では排出権の取得をする必要はないからだ。 の曲線は の範囲内を超えると、 と同じような形の S 字曲線となる。これは、横軸に生産物の量を、縦軸にその生産物量に応じて必要となる排出権の量をとったグラフを考えると、これは S 字曲線となるが、この排出権量を示す S 字曲線に排出権価格 p をかけて縦方向に拡大したものが、 曲線である。ここで、排出権価格が上がれば 曲線は上にシフトし、排出権価格が下がれば 曲線葉下にシフトする。

以上のようにして考えた と の費用を、垂直方向に足した曲線 C が、この企業の直面する費用曲線である。また、この費用曲線の各点における接線の傾きを表したものが、図 11 の限界費用曲線 MC である。

上：(図 10) 下：(図 11)



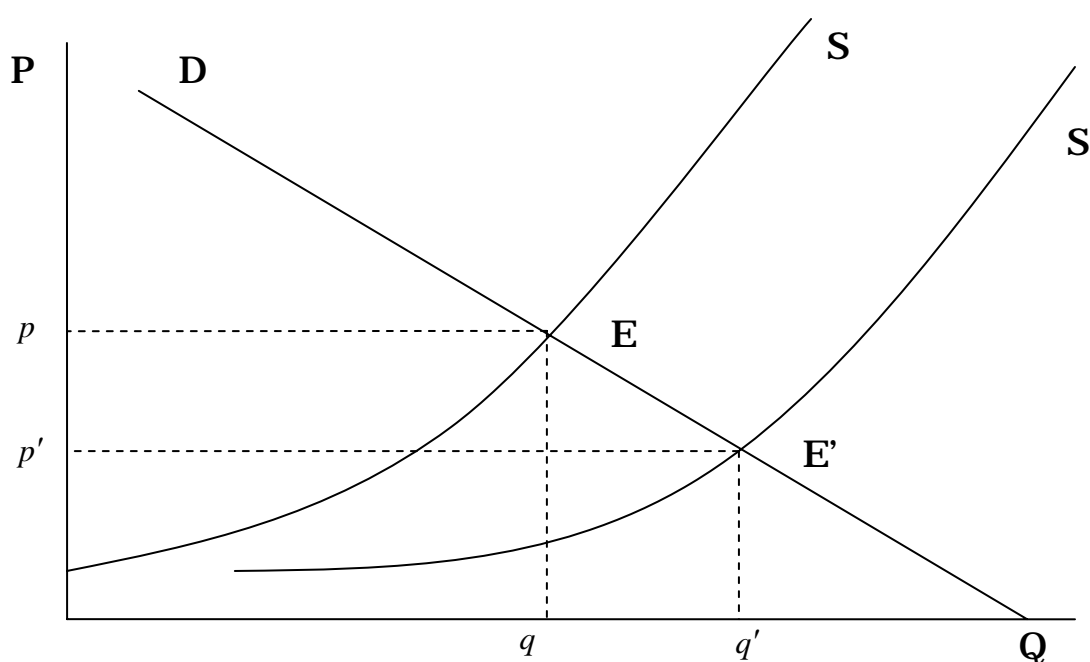
それでは、家電製品の費用や限界費用を表す図(図10と図11)から、排出権市場の需要曲線を考えてみよう。

(b) 排出権の需要曲線

まず、需要曲線について考察する。ここでは排出権の価格が変化したときに、企業の排出権の需要量がどう変化するかを見て、排出権の需要曲線がどのような形状をしているかを探る。

仮に何らかの理由で排出権価格が下がったとすると、企業の費用曲線は下方にシフトする。すると限界費用曲線も下にシフトし、家電製品の価格が一定ならば、 $p = MC(Q)$ となるような Q は右に移動する。つまり家電メーカーの利潤が最大となるような製品生産量は増加する。さらに、生産量が増加するにつれて必要な排出権も増えるので、その結果として排出権の需要量は増加する。以上の動きをまとめると、「排出権の価格が下落 家電製品の費用・限界費用曲線が下にシフト 家電製品の生産量増加 排出権需要が増加」である。このことから、排出権市場の需要曲線は通常の財と同じように右下がりであることがわかる。このようにして得られた需要曲線は、下の図12のD曲線で表せる。

(図12) 排出権市場の需要曲線・供給曲線



(c) 排出権の供給曲線

次に、排出権市場の供給曲線を考えよう。CDM業者が、排出権市場における供給者と考えられることから、排出権の市場価格によってCDM業者がどれだけプロジェクトを行うかを考えればよい。排出権の市場価格は高ければ高いほど、CDM業者に対してより積極的に

プロジェクトを行うインセンティブを与える。相対的には、市場価格が高いときは多くプロジェクトを行って多量の排出権を供給し、価格が低いときにはプロジェクトは多く実施されず、少量の排出権を供給すると言える。よって供給曲線は右上がりになり、先ほど需要曲線を描いた図 12 に、今度は供給曲線（曲線 S）を描きこむことができた。

以上で、排出権市場の需要曲線と供給曲線のおおまかな形状を知ることができた。

(4) CDM 業者がない場合

各企業に削減量が割り当てられたとき、CDM 業者がない状況について考察してみよう。再び図 9 を用いる。大量の排出権を必要とする一部の大企業は、必要な排出権量 \bar{Q} が α の範囲を超えるため自社でプロジェクトを行うほうが費用は低くなる。しかし、さほど多くの排出権を必要としない企業では、必要な \bar{Q} は α の範囲内におさまり、排出権を市場価格で購入した方が安くなる。

削減量の個別割り当てをするとき、大企業だけではなく数多く存在する中小企業にも削減量は割り当てられる。つまり、図 9 でいえば α の範囲内におさまる少量の \bar{Q} を需要したい企業が多く存在することになる。これを言い換えれば、多くの企業は CDM プロジェクトを行わずに、単に市場から排出権を購入して済ませるということになる。以上から、CDM や JI のプロジェクトが活発には行われず、もともと各国に割り当てられた排出枠内での取引が行われる。これは、ネットの（純）総排出量を増やさずに取引される排出権を増やせる CDM・JI 等が、活発には行われなことを意味する。

このことを、先ほど考察した排出権市場の需給曲線（図 12）で見してみる。CDM 業者が存在しないなら、CDM 事業はあまり活発には行われないので、排出権自体の供給量に大きな変化は見られない。つまり供給曲線は S のまま、または動いたとしても小さな動きである。

(5) CDM 業者がある場合

次に、CDM 業者が存在する場合について考える。CDM 業者の側から見ると、図 9 の曲線 $C(Q)$ は、 Q 量の排出権を CDM プロジェクトで生産するのにかかる費用である。また直線 pQ は、 Q 量の排出権を市場価格 p で売却した時の収入曲線と捉えられる。さらに、この 2 つの線の垂直距離の差が CDM 業者の利潤となる。このような費用・収入曲線から、CDM 業者は正の利潤を得ることができ、 $p = MC(Q) = C'(Q)$ となる点（図 9 では \bar{Q}' で表されている点）で利潤最大になる。

このように利潤を出している CDM 業者が存在する場合、図 12 で示された排出権市場の供給曲線 S はどのように変化するだろうか。まず、このモデルでは排出権市場を完全競争市場とみていたことから、新規参入・退出が自由なので、超過利潤を得ている CDM 業者の産業では新規参入が進む。すると、かつては少数の業者が行っていた CDM プロジェクトが、多数の業者によって活発に行われるようになる。このように、新規に排出枠（CER）を生み出す CDM プロジェクトがより多く実施されることで、市場に供給される排出権量は増加

する。このことから、排出権の供給曲線は右にシフトし、図 12 ではシフトした後の供給曲線を S' として描くことができる。

図 12 を見ると、排出権市場の均衡点における価格と取引量の変化を知ることができる。供給曲線が S だったときの価格は p 、取引量は q であったが、供給曲線が S' にシフトした後はそれぞれ p' 、 q' となった。つまり、供給曲線が右にシフトしたことで価格が下がり、取引量は増加した。

以上より、CDM 業者が存在するとき、排出権取引量は増加(京都メカニズムの促進)し、排出権価格の下落することが証明できた。

(6) 排出権の市場均衡価格が下がった時の生産面への影響

排出権の市場均衡価格が下がると生産量はどのように変化するか。それは先ほど排出権の需要曲線を求めたときと同じである。排出権の市場価格が下がると図を見ればわかるように家電製品の費用曲線と限界費用曲線が下にシフトする。(図 10, 11 で $C \rightarrow C'$ 、 $MC \rightarrow MC'$)。このことで家電製品の最適生産量が増加する。つまり排出権の価格が下がることで経済の規模が拡大するといえる。ということは、CDM 業者の参入することによって CO2 の排出量を一定に保ちつつ経済を拡大するというプラスの効果を生むということが言える。

6 . CDM 業者の存在意義と市場の活性化

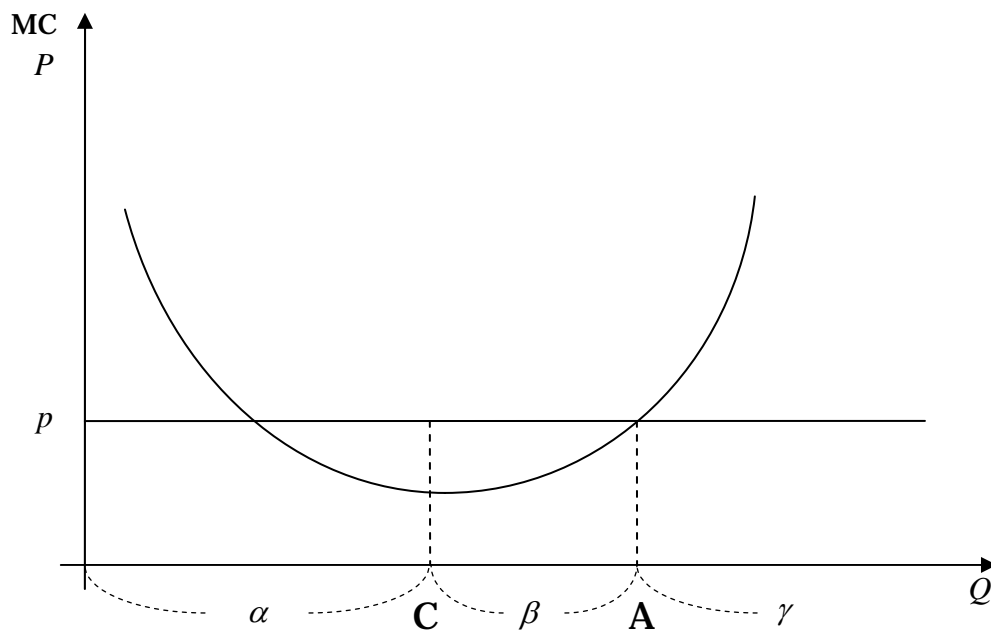
CDM 業者が参入することにより、排出権の市場価格が減少し、そのことが間接的に経済発展につながるということは、モデルの説明で分かってもらえたと思う。しかし、このモデルでは各企業が自社プロジェクトで CDM を行った場合、どのようになるかということは考慮されていない。したがって、ここでは各企業が自社プロジェクトを行った時にはたして排出権を市場から購入する企業はあるのだろうか、ということを検証していく。もしないとすると、CDM 業者の存在意義をなくなってしまうからである。

(1) 自社プロジェクトが大規模な場合

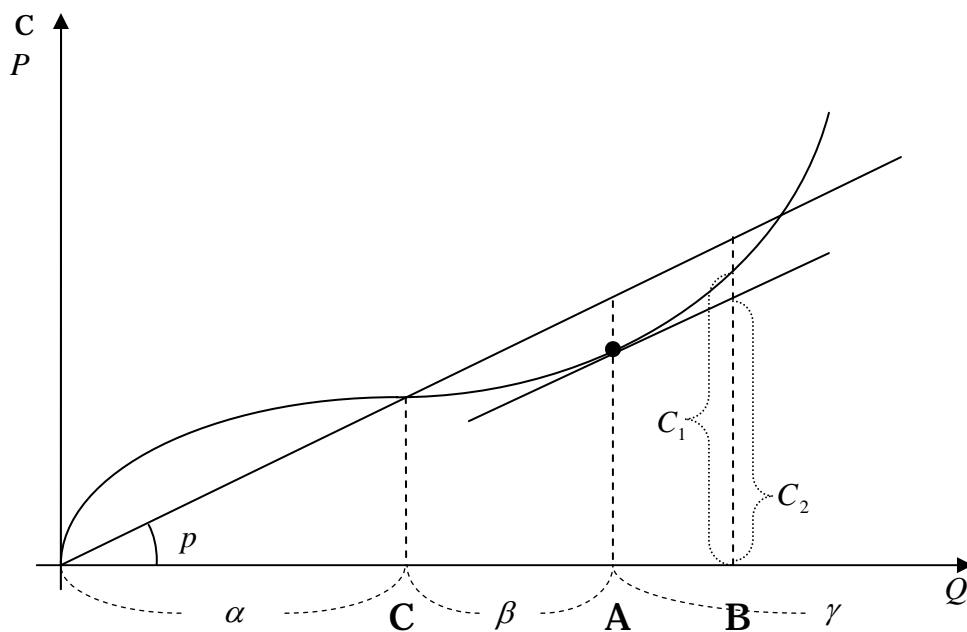
自社プロジェクトがとても大規模な場合について考える。つまり国家規模などで CDM を行った場合の話である。ここでいう大規模というのは必要削減量 B が の範囲にあるということである。このような場合どのようにして B まで削減するのだろうか。まず自社プロジェクトによって A 点まで削減する。この A 点というのは図 13 を見てもらえばわかると思うが、自社プロジェクトによる限界費用が市場における排出権の価格と等しくなる点である。(ところで、図 13 は費用曲線が収入を表す直線を下回る部分が存在するよう仮定して描いてある。これは、1t あたりの削減費用が排出権市場価格を下回るような CDM プロジェクトが実際にあることから、この仮定は妥当であるだろう。)つまりここから先は自社プロジェクトの限界費用が市場価格よりも高くなってしまいうということである。したがっ

て A 点より先、つまり B - A は排出権は市場より購入するのである。そうすると費用の合計は図 14 の C2 となる。もしすべて自社プロジェクトで削減したとすると費用は C1 となるので C1 - C2 だけコストの削減になる。また市場も B - A の排出権を売却できる。

(図 13)



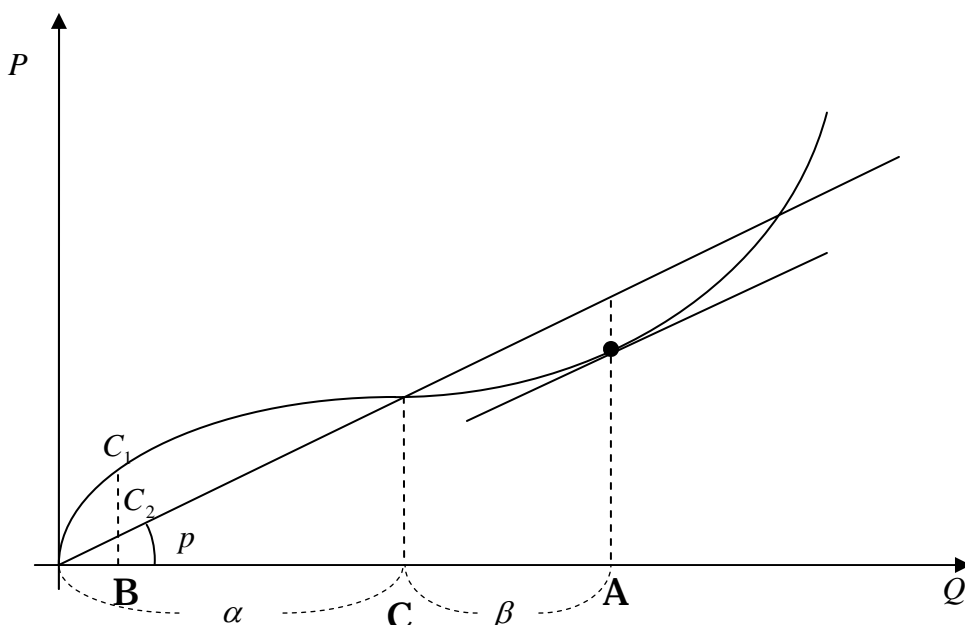
(図 14)



(2) 自社プロジェクトが小規模な場合

次に自社プロジェクトが小規模な場合について考える。小さな企業などが CDM プロジェクトを行った場合ということである。ここでいう小規模というのは企業の必要削減量 B が図 15 の の範囲内にあるということである。この場合の費用について考えてみる。図 15 を見ればわかるが自社プロジェクトによる費用は C_1 である。もしこれを市場で購入すると費用は C_2 となる。この場合企業は当然自社プロジェクトは行わずすべて市場から購入するのである。したがって市場は B の排出権を売却できる。

(図 15)



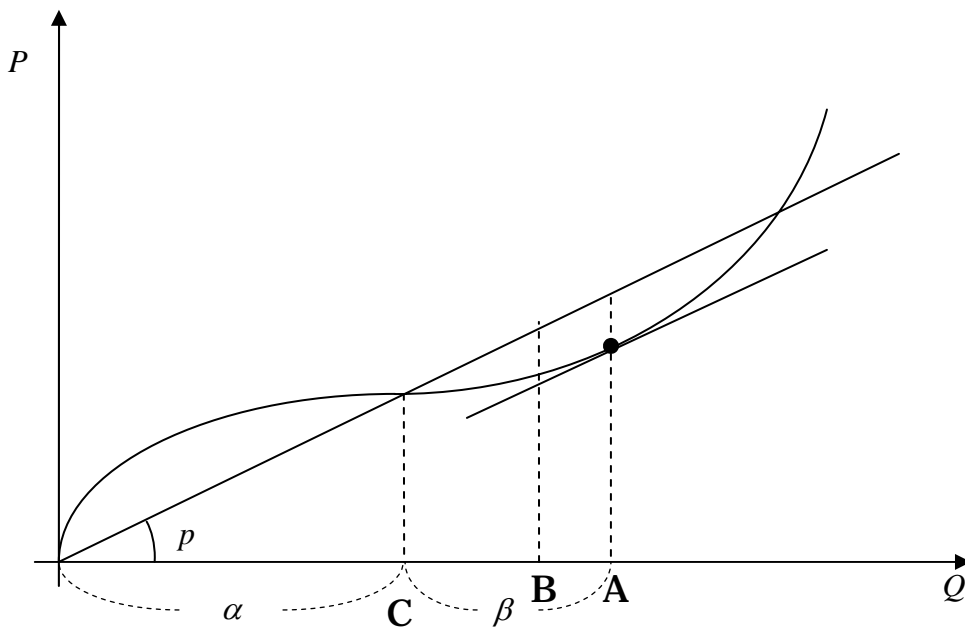
(3) CDM 業者を必要としない場合

最後に市場を利用しない場合について考えてみる。市場を利用しないというのはすべての削減を自社プロジェクトで行うということである。ではこれはどのような場合に起こるのであろうか。それは企業の必要削減量 B が図 16 の の範囲内にあるときである。ここでいう の範囲というのは費用が市場から購入するよりも安くなる C 点から限界費用が市場と等しくなる A 点までである。つまりこの範囲においてはすべて自社プロジェクトで行うことで費用を最小限に抑えられるのである。では必要削減量が の範囲にあるとは具体的にどのような場合なのだろうか。

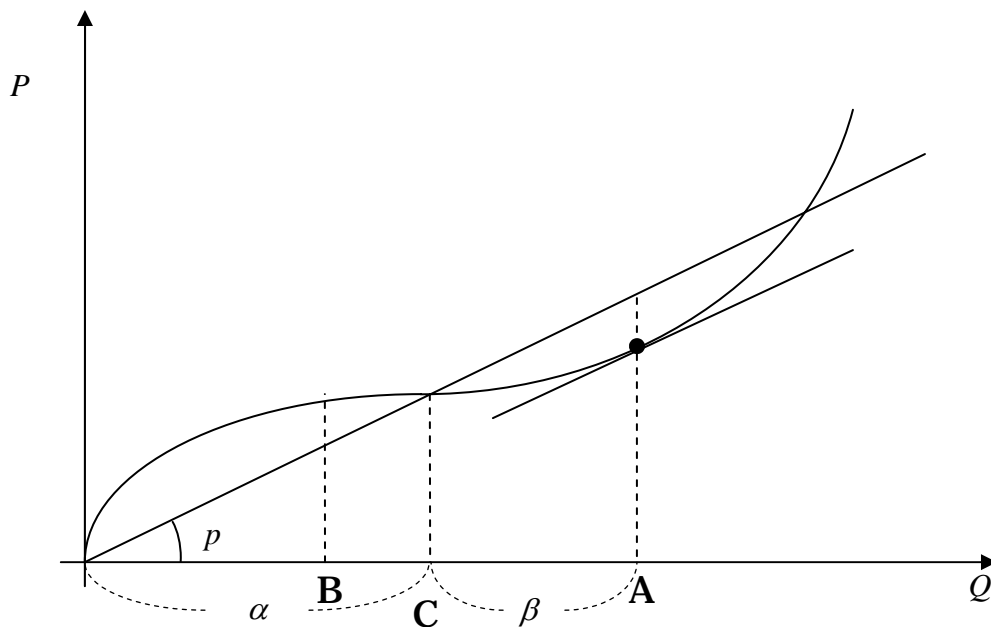
必要削減量が A を超えるのは (1) のように国規模のような大規模な場合、必要削減量が の範囲にあるのは (2) のように小さな企業の場合である。となると、 の範囲内にあるのは国規模よりも小さく小企業でもないとなるのでここでは大企業などが当てはまるとでもしておこう。大企業などの必要削減量が の範囲内にあるというのはあくまで仮定

であるが、 の範囲内にある企業などは積極的に自社プロジェクトを行い排出権市場を利用しないということになる。

(図 16)



(図 17)

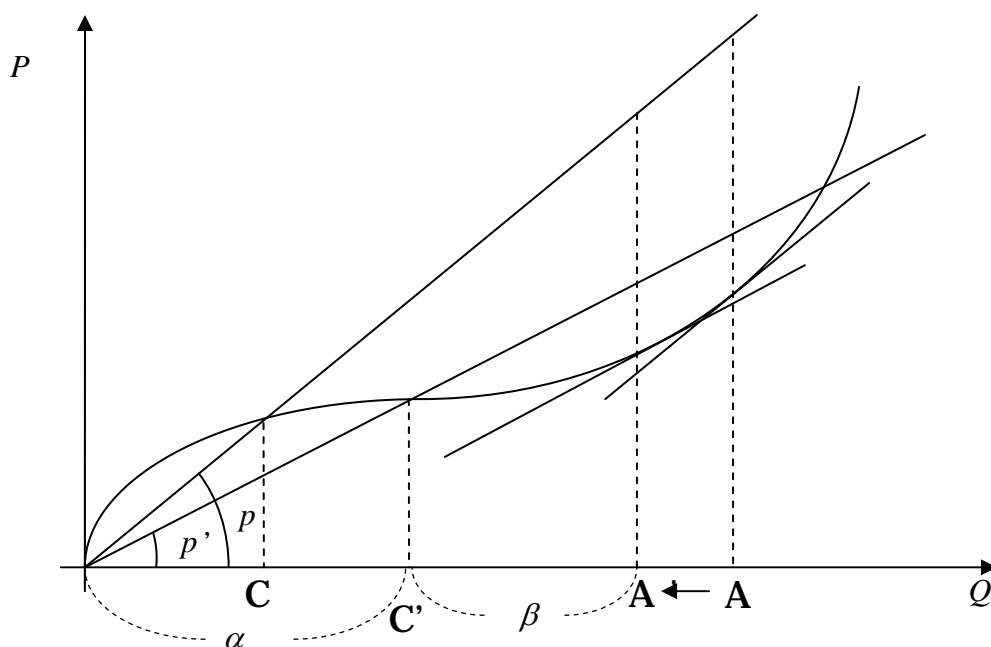


まとめてみると、(1) (2) の場合は排出権市場は利用され、(3) の場合は自社プロジェクトによってすべて削減し、市場は利用しないということになる。つまりすべてに

企業や国家が排出権市場を利用するわけではないが、必要としている企業等は存在するのである。したがって、今後 CDM プロジェクトが盛んになりすべての企業等が自社プロジェクトを行おうとした場合でも、排出権市場は存在すると考えられる。したがって自社で削減を行って、それを市場価格で売却するというビジネスは成り立つと考えられるので、CDM 業者は存在できると考えられる。

また前にも述べたように、CDM 業者が参入すると市場への排出権の供給量は増加し、結果として排出権の市場価格は低下する。このとき、図 18 のように市場の価格の直線の傾きは p_1 から p_2 へと変化する。図 13 でみると、 p が下へシフトするので限界費用曲線と価格の交点が左下にシフトする。ということは、図 18 のように A の点も左へシフトすることである。(1) の場合市場からの購入量は $B - A$ であった。 A 点が左にシフトすると、 $B - A$ は大きくなるので市場からの購入量は増加するのである。(2) の場合購入量に変化はない。(3) の場合はどうなるか。 A 点が左にシフトすると図からも明らかのように α の範囲は縮まる。これは今まで α の範囲内に納まっていた企業の一部が外にはじかれる、ということになる。 α の左にはじかれた企業は、(2) のようにすべての排出権を市場から購入することになる。また右にはじかれた企業は、(1) のように $B - A$ を市場から購入するようになる。いずれにしろ、市場からの購入量は増加するのである。つまり CDM 業者の参入は市場の活性化ということになるのである。

(図 18)



7. 結論

本論文では、近年深刻な問題としてクローズアップされている温暖化問題に着目し、その対策としての京都メカニズムに焦点をあわせて、そのより有効的な実施方法として、CDM 業者の存在を提唱した。京都議定書に記されている京都メカニズムは、経済全体の効率化を図ることを目的にしており、効率化を図った企業はその排出権を売買することによって、利潤が生まれる形態になっている。従来の経済システムにおいては、環境保護を促進させるためには、経済活動を犠牲にしなくてはならなかった。しかし、経済全体の効率化を図ることを目的としている京都メカニズムにおいては、排出量をこれ以上増やさないで、かつ経済発展をも可能にした。

このような背景のもと、いかに排出権市場における取引量を増大させることができるかという問題に対して、CDM 業者の存在を提唱した。CDM 業者が存在することによって、CDM プロジェクト数が増加するため、排出権自体の供給量が増える。また、排出権の供給量が増えることによって、市場メカニズムによって排出権価格は下落する。そのため、排出権を生産活動において必要としている諸企業は、製品を製造するときの限界費用が低下するため、その生産量も増やすことになる。つまり、CDM 業者の存在は、京都メカニズムの普及による環境悪化の阻止と同時に、経済全体の生産活動の発展をも促し、経済発展と環境を両立させた新しい社会体系の実現につながるのである。

参考文献・URL

「2. 地球温暖化と京都議定書」

- 参考文献 1 : 気象庁 HP 『IPCC 第三次報告書～第一作業部会報告書 気候変化 2001 科学的根拠～政策決定者向けの要約(気象庁訳)』
http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/ipcc_tar/spm/spm.htm
- 参考文献 2 : 環境省 HP 『地球環境局 パンフレット STOP THE 温暖化』
<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/stop2004/index.html>
- 参考文献 3 : 気候ネットワーク HP 地球温暖化のメカニズム
<http://www.jca.apc.org/kiconet/index.html>
- 参考文献 4 : 地球産業文化研究所 GISPRI HP
<http://www.gispri.or.jp/kankyo/ipcc/ipccinfo.html>
- 参考文献 5 : 『地球環境問題と企業』山口光恒 岩波書店
第5部 地球温暖化問題 p143-198

「3. CDM 業者」

- 参考文献 6
<http://bizns.nikkeibp.co.jp/cgi-bin/search/wcs-bun.cgi?ID=290682&FORM=biztechnews>

全体を通して

- 呉金易 畢 『環境政策の経済分析』 日本経済評論者
- 和気洋子・早見均編著 『地球温暖化と東アジアの国際協調』 慶應義塾大学出版会
- <http://www.jccca.org/>
- <http://www.env.go.jp/>
- <http://www.soumu.go.jp>
- <http://www.nikkei.co.jp/news/kaigai/20040930AT2M2902D29092004.html>
- <http://www.ghg.jp/poitcarbon/>
- <http://www.tokyotanshi.co.jp/info/insj.html>
- <http://www.natsourcejapan.com/>
- [http://gec.jp/gec/gec.nsf/jp/Activities_Feasibility_Studies_on_Climate_Change Mitigation Projects for CDM and JI FS199903](http://gec.jp/gec/gec.nsf/jp/Activities_Feasibility_Studies_on_Climate_Change_Mitigation_Projects_for_CDM_and_JI_FS199903)
- <http://unfccc.int/2860.php>