

2003年度 三田祭論文

# ポリシーミックス ポリシーミックス

～効率的な二酸化炭素排出削減を目指して～

**- Presented by  
Keio Univ.  
Onuma Seminar  
Energy Part -**

大矢 隼人  
河原塚 裕美  
小林 弘明  
松崎 翔太朗  
松村 亮佑  
安田 のり子

# エネルギーパート 三田祭論文

## ～目次～

### ～ 序論 ～

#### 第1章 進む温暖化

- 1-1 地球温暖化の現状
- 1-2 地球温暖化の影響
- 1-3 京都議定書

#### 第2章 我が国における環境政策

- 2-1 日本の現状
- 2-2 CO<sub>2</sub>排出削減に有効な環境政策
  - (1)直接規制
  - (2)補助金（助成措置）
  - (3)自主的取組
  - (4)排出権取引
  - (5)炭素税
- 2-3 日本での炭素税導入

#### 第3章 ポリシーミックス

- 3-1 ポリシーミックスとは
- 3-2 イギリスのポリシーミックス
- 3-3 イギリス型ポリシーミックスの理論分析
- 3-4 日本におけるポリシーミックスの構想

### ～ 結論 ～

—— 人類とエネルギー。

太陽から絶えることなく降り注がれるエネルギー。それは、ありとあらゆるものの状態を変化させる力である。そのエネルギーによって、全ての生物の活動は支えられてきた。

我々人類の祖先は約500万年前に誕生したと言われている。

人類には他の生物と異なる決定的な要因が二つあった。それは「言葉」の使用、そして「火」の使用である。地球上でこれらの能力を唯一持ち合わせることができた人類は、文明を発達させ、これまで繁栄することができた。

初期の人類は再生可能なエネルギーのごく一部を利用しているに過ぎなかった。自分達を取り囲む自然の歯車の中で生活を行っていたのである。

・・・しかし、この歯車が少しずつ狂い始めた。

18世紀後半に起こった産業革命を機に、工業は機械化が進み、人類は大量の石炭、石油を燃やし始めたのである。人口の増加と共に、人類のエネルギー消費は著しく増大することとなった。

次々と起こる技術の発展の中、人々の生活は快適を極めた。しかし、一方で地球は怪訝な顔をしてみせた。産業革命以降の人類の活動は、地球の環境保持能力を遥かに超えてしまっていたのである。

人々が求めた快適さ、便利さ、ゆとりと引き換えに、現在の地球には様々な環境問題が生まれた。言わば環境問題は人為的なものだったのである。そのことに人々が気づき始めたのは、つい最近のことであった。——

## ～ 序論 ～

地球環境の限界を目の当たりにし、21世紀は「環境の世紀」と呼ばれている。

社会全般の環境問題に対する取り組みの必要性は今後も高まっていくと思われる。

一口に「環境問題」といっても、公害問題、廃棄物処理問題、森林伐採、水質汚染・・・

このように、複雑多様化した環境問題が存在するが、その中で21世紀の最大の課題と思われるのは人類全てに関わる地球温暖化であろう。

一般に、気温、気候の変動は人間の実感としてはつかみにくいものである。

しかし、地球温暖化による気候変動は、長期的に見れば、海面の上昇、異常気象、生態系の変化、農林水産業へのダメージなど、甚大かつ大規模な影響をもたらす。

後世にも受け継がれざるを得ない問題であることを考えれば、温暖化防止のためには二酸化炭素の排出量を抑制、削減するべく今から何かしらの手を打たなければならない。

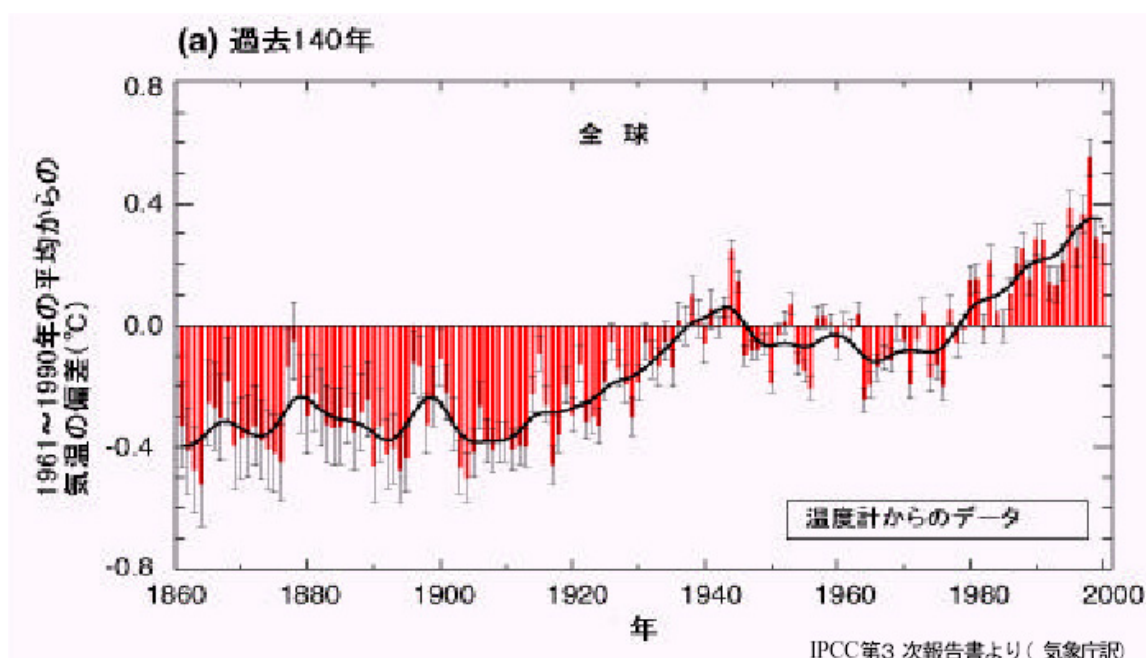
この論文では、日本での二酸化炭素排出削減に有効な政策手段の在り方を、理論を交えて考察、分析してゆく。

## 第1章 進む温暖化

### 1-1 地球温暖化の現状

地球温暖化とは、人間活動の拡大により、温室効果ガスの大気中の濃度が増加し、地表面の温度が上昇することをいう。地球の気温は、太陽光の日射エネルギーと地球から宇宙に放出される熱のバランスで平均気温 15 度とほぼ一定に保たれている。このバランスを保っているのが、宇宙に放出される熱を逃がしにくい性質を持った二酸化炭素などの温室効果ガスである。仮にこの温室効果ガスが存在しなかったとすると、地球全体の平均気温は -18 度にまで下がってしまうと計算されている。しかし、この温室効果ガスが増えすぎると、宇宙へ放出される熱が地表面に戻されて地球の気温が上昇するという現象が起こる。この温暖化現象が近年急速に進行している。1990 年代は過去 1000 年間で最も暖かい 10 年だったといわれており、また今年 9 月の北半球の平均気温は観測史上最高だったといわれている。平均気温の変化を見てみると、過去 100 年の間に地球全体の平均気温は 0.3~0.6 度上昇している。しかし、現在気温上昇のスピードはさらに加速しており、このままのペースで温室効果ガスが増え続けると、2100 年には平均気温が約 1.4~5.8 度の範囲で上昇すると IPCC の第 3 次評価報告書は指摘する。氷河期の気温でも今から 3~6 度低くだけであることを考えれば、その変化がいかに大きいものかが分かる。

(資料 1. 1)

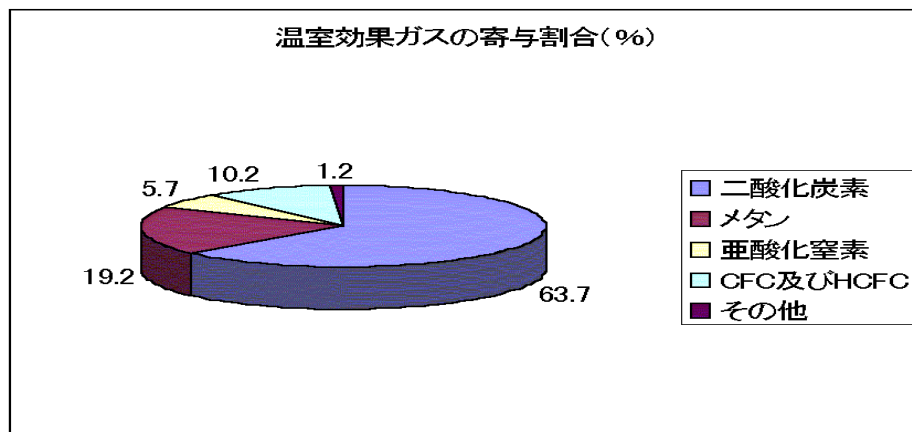


注)棒は各年の値を、曲線は各年の値の5年平均を示す。

次に、このような温暖化を引き起こす温室効果ガスにはどのようなものがあり、どの程度の割合で増加しているのかについて述べていく。1997年に採択された京都議定書では、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)、メタン(CH<sub>4</sub>)、亜酸化窒素(N<sub>2</sub>O)、ハイドロフロオロカーボン(HFC)、パーフルオロカーボン(PFC)、六フッ化硫黄(SF<sub>6</sub>)の6種類の物質が温室効果ガスとして定められている。これら温室効果ガスは大気中に極微量含まれている。温室効果ガスの中でも特に二酸化炭素の温暖化寄与度は高く、60%以上を占めている。日本だけで見ると二酸化炭素の温暖化寄与度はさらに高く 93%にもなる。このことから、当面日本では二酸化炭素の排出量を抑制していくことが最も重要であると考えられる。

大気中の二酸化炭素濃度が急激に上昇し始めたのは、産業革命の頃からである。18世紀後半までの二酸化炭素濃度は 280ppm で安定していたが、産業革命以降、濃度が急激に上昇し、現在では 360ppm にまで達している。このような変化の主たる要因は、18世紀後半の産業発展に伴い、私たち人間が石炭、石油などの化石燃料を大量に消費するようになったことである。化石燃料の大量消費には二酸化炭素など温室効果ガスの大量排出が伴う。経済発展や過度の利便性を追求して私たちが大量の化石燃料を消費することで、二酸化炭素など温室効果ガスを大量に排出してきた結果、温暖化が進行していくこととなったのである。つまり、温暖化は他ならぬ人間の産業活動によってもたらされているのである。

(資料1. 2)



## 1-2 地球温暖化の影響

前節で述べたように、2100年までの間に地球の平均気温は1.4~5.8度上昇すると、IPCCの第3次報告書は指摘しているが、この気温上昇に伴い自然環境や社会環境への様々な影響が予測されている。まず考えられるのは、海面水位の上昇であろう。気温の上昇により、海水の膨張、極地や高山の氷の融解が起こり、海面が上昇するといわれている。海面水位は1990年から2100年までの間に9~88cm上昇すると予測される。また、温暖化によりこれまでの降水パターンのバランスが崩れ、極端な洪水や干ばつなどが増加すると予測され

ている。2003年夏に見られたフランスやスイスでの記録的な猛暑や、中国での洪水・干ばつなどの異常気象の原因には、温暖化の影響があったのではないかと考えられている。その他にも、生態系への影響、食料生産への影響、人々の健康への影響が考えられる。一つ目の生態系への影響については、海面や温度の上昇で、生息域の変化や減少あるいは消滅等が起きたり、気温上昇や生息域の変化に適応できない生物が絶滅したり、絶滅した生物を食物にしている生物が絶滅するなど、連鎖的に生物多様性が損なわれる可能性が指摘されている。二つ目の食糧生産への影響としては、食糧生産は減少するだろうとの予測がされている。中緯度では、わずかな気温上昇は農作物にとって好影響となるものの、それ以上の温暖化が進むと悪影響となる。熱帯地方では、一部の農作物生産にとって気温が許容範囲の上限近くにあることから、わずかな気温上昇でさえも生産量は減少すると考えられている。そして最後の健康への影響としては、伝染病が広まると予測されている。生物、食糧、水によって媒介する伝染病の多くは気候の変化に敏感で、マラリアやデング熱は、気候の変化により伝染可能範囲が拡大するであろう。また、熱波の増加による死亡や疾病の増加が起これるとの予測もされている。

このように、地球温暖化は単に地球の気温が上昇するだけでなく、地球環境に様々な影響を及ぼす。今後、世界規模で地球温暖化を食い止める努力をしていくことが非常に重要となってくる。地球温暖化に対する国際的な協議はおよそ30年前から始まっているが、近年はさらに活発化している。次節ではこのような地球規模での温暖化に対する取り組みについて述べていこうと思う。

### 1-3 京都議定書

温暖化に対する研究、調査は1970年代後半から活発化し、85年に国連環境計画による温暖化に関する初の国際会議が開催された。88年には気候変動に関する政府間パネル(IPCC)が設置され、その後、リオでの地球環境サミットなど様々な協議が行われ、97年には京都議定書が採択された。京都議定書は、国連気候変動枠組条約第三回締約国会議において採択された先進国の温室効果ガス削減目標等を定めた合意事項である。京都議定書はそれまでの国際交渉では例を見ない特色を備えており、気候変動という地球規模の問題への解決策の切り札とされている。最大のポイントは、京都議定書に参加している186か国の中のOECD諸国ならびに経済移行国の計35か国が温室効果ガス排出量につき制限を負った点である。また、京都議定書策定の際、各国により削減コストが大幅に異なることからこれに対する公平性を確保する措置として京都メカニズムという柔軟性措置がとられている点も京都議定書の大きな特徴といえる。以下、京都議定書の内容について簡単に述べていく。

#### <京都議定書の概要>

まず京都議定書の最大の特徴となっている温室効果ガスの削減目標だが、京都議定書で

は 1990 年の先進国全体の温室効果ガス排出量の 5.2%の削減を目標として定めている。1990 年を基準として 2008 年～2012 年の 5 ヶ年で達成しなければならない各国の削減割合は、以下の通りである。

－ 8 %…EU、スイス、ブルガリア等	
－ 7 %…アメリカ	－ 6 %…日本、ハンガリー等
－ 5 %…クロアチア	0 %…ロシア、ニュージーランド

京都議定書では、この目標値を排出削減量だけでなく、吸収源による温室効果ガスの吸収分も含めて達成すればよいとしている。各国は、1990 年以降に行った新規の植林、再植林に限って、その森林による二酸化炭素吸収分を削減量として数えられるのである。この目標を達成するため、また各国の公平性を確保するための柔軟な措置が京都メカニズムである。京都メカニズムとは具体的には、排出権取引、共同実施、クリーン開発メカニズムの 3 つの制度を指す。まず、排出量取引とはある先進国が目標を下回った場合、他の先進国から排出量を買うことができる制度である。排出権購入については上限を設けないこととし、排出権販売量については各国の排出枠の少なくとも 90%または直近の排出量のいずれか小さい方までしか売らないこととするように決定された。次に共同実施とは、附属書 I 国間で温室効果ガス削減事業を共同実施した場合、その削減量を両国間で享受することができるという制度のことである。京都議定書では発展途上国を含まないこととし、先進国間のみでの共同実施が認められた。最後にクリーン開発メカニズムとは、附属書 I 国と非附属書 I 国（おもに先進国と途上国）で温室効果ガス削減事業を行った場合、その削減量を先進国に譲り渡し、その国の削減量に加えることができるといったものである。これは、京都議定書において初めて提案され合意された制度である。先進国から発展途上国への技術、資金移転による南北格差の縮小と、環境改善を同時に行う国際的な取り組みとして期待されている。

#### < 京都議定書の発効 >

京都議定書の発効条件として 2 つのことが定められている。1 つめは、55 カ国以上の国が議定書を批准すること。2 つめは全先進国の 1990 年における二酸化炭素排出量合計値の 55%を占める先進国が議定書を批准すること。京都議定書は以上の条件を満たした後、90 日後に発効することになっている。1 つ目の条件は満たしているが、まだ 2 つ目の条件は満たしていない。2003 年 4 月現在、先進国では EU 諸国にスイス、中東欧諸国、カナダ、日本が批准しているが、まだ先進国排出量の 55%に満たない。すでにアメリカは京都議定書からの離脱宣言をしているため、今発効の鍵を握っているのは 17.4%の排出比率を持つロシアとなっている。

上でも述べたように京都議定書が発効となった場合、日本は 90 年比で温室効果ガスを 6 %削減することになっている。しかし、実際は、さらに 2000 年までに 8 %の増加となっ

ているため、合わせて 14%の削減をしなければならない。これは、決して容易な数値ではない。温室効果ガス（特に二酸化炭素）をいかに削減していくかが今後日本の課題となってくる。我々は、日本国内での政策に注目し、我が国における望ましい二酸化炭素削減方法について考えていく。

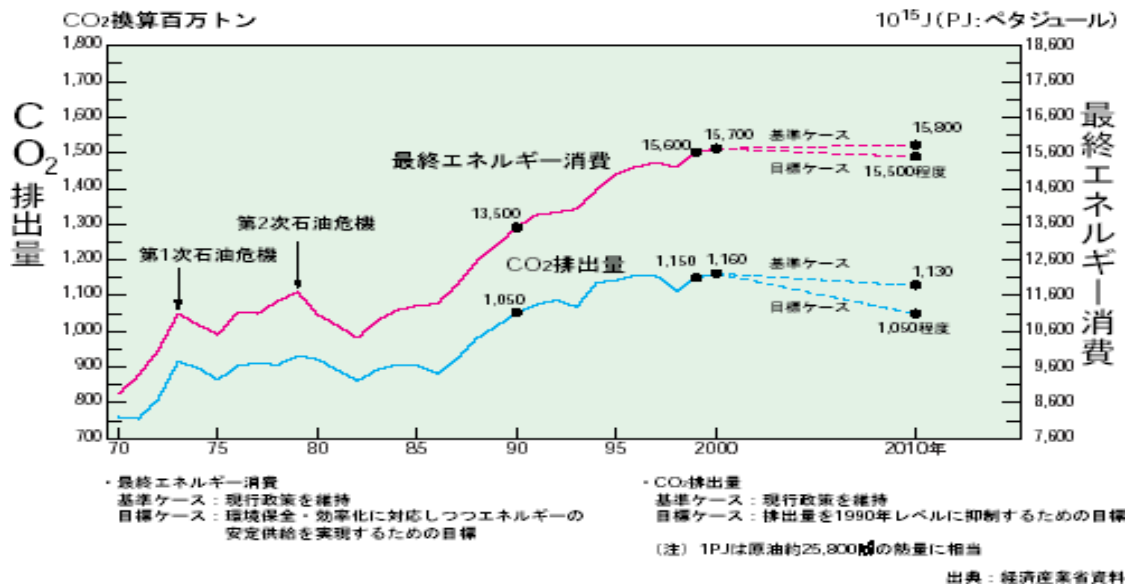


## 第2章 我が国における環境政策

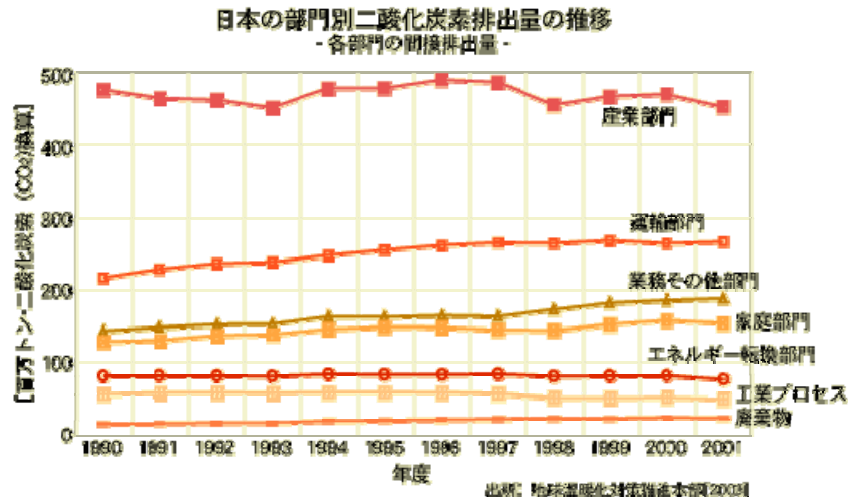
### 2-1 日本の現状

日本の現状を考察するにあたり、まず始めに日本におけるエネルギー排出量とCO<sub>2</sub>排出量の関係について考えていこうと思う。日本におけるエネルギーの使用量は、戦後の高度経済成長の時代を乗り越え、飛躍的に右肩上がりの増加をした。しかし、エネルギーを多用した経済の発展にともない、CO<sub>2</sub>の排出量も同様に急増してしまった。それを表したものが次のグラフである。

### 最終エネルギー消費とCO<sub>2</sub>排出量の実績と見通し



次に、CO<sub>2</sub>の部門別排出量の推移について考えてみる。以下のグラフからも分かるように、現在CO<sub>2</sub>を最も多く排出している部門は、「産業」部門である。しかし、産業部門の排出量は、1990年以降平行線をたどり、増加してはいない。それに対し、「運輸」部門、「民生」部門は、1990年以降、増加を続けていることが以下のグラフから見て取れる。運輸部門の排出量増加の原因は、自動車台数の増加や車の大型化など、自動車中心のライフスタイルが進んだことによるものである。また、民生部門は、業務部門と家庭部門に分けられ、前者の排出量増加は、OA機器の普及拡大などによるものであり、後者は世帯数の増加や家庭製品の保有率の上昇によるものである。



続いて、日本の1次エネルギー消費構造についてふれてみようと思う。2000年度の日本の1次エネルギー消費構造は、以下のグラフのようになっている。石油が52%、石炭が18%、原子力が12%、天然ガスが13%などとなっていて、石油が約半分の割合を占めている。その消費量は、約3億1400万klであり、この数字は、約10億7300万klを消費しているアメリカに次ぐ世界第2位の石油消費国になっている。また、その消費量のうちのほとんどを輸入に頼っており、中でも中東からの輸入がそのうちの約80%を占めている。

**【一次エネルギー供給の推移 (%)】**

	73年度	90年度	2000年度 (速報値)
一次エネルギー供給 (原油換算百万kl)	414	526	604
石油	77	58	52
石炭	15	17	18
天然ガス	2	10	13
原子力	1	9	12
水力	4	4	3
地熱	0	0.1	0.2
新エネルギー等	1	1	1

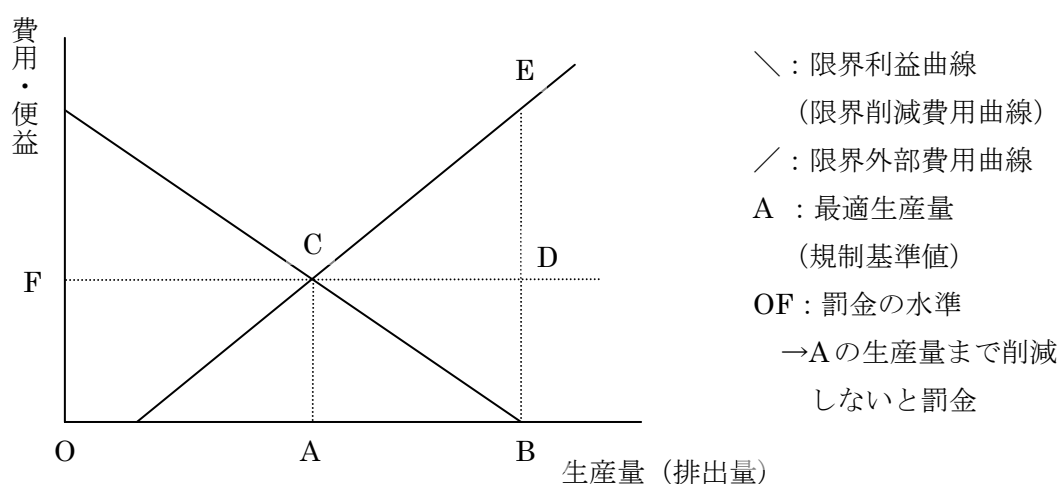
## 2-2 CO<sub>2</sub>排出削減に有効な環境政策

それでは、二酸化炭素の排出を削減するにあたって、日本で実行されてきた、もしくは今後実行され得る環境政策にはどのようなものがあるのだろうか。以下ではそれらの政策をモデルによる分析を行い、例を挙げながら見ていこうと思う。

### (1) 直接規制

規制的手法とは、法的手段によってある一定の規定を設け、その規定に到達しない場合（より多くの外部不経済を与えた場合）には処罰を行う（罰金を科す）という手法である。

ここでは、生産によって汚染を排出する産業の排出者が一定量以上の生産を行う場合に対して課税を行う例を考えてみる。



右下がりの曲線を限界利益曲線、右上がりの曲線を限界外部費用曲線とすると、その交点である点CのX座標である点Aが最適生産量となる。そこで、点Aを規制基準点として設定し、もしA量以上生産したら、単位量あたりFという額の罰金を課すというルールを作る。すると、生産者にとっては、A以上の生産を行ってもその生産によって得られる限界利益よりも罰金の方が高い金額になってしまう。合理的な生産者であれば、利益よりも費用が上回る行動は取らないため、生産量を点Aまで抑えることとなる。

#### <利点>

この規制的手法の利点として以下の2点が挙げられる。1点目は、大規模発生源や大量生産商品などの限定的な対象の規制に有効であるという点である。直接規制は、生産量を超えた生産を行うと必然的に罰則を与えられるので、大量に生産される商品の生産の抑制を促す。2点目は、直接規制や数量規制が日本では馴染みのある政策であるという点である。既に排ガス規制など様々な経験もあり、直接規制に対して、国民の嫌悪感は少ないのではないかと考えられる。

#### <欠点>

逆に欠点としては以下の4点が挙げられる。まず1点目は、規制値を超える排出削減の

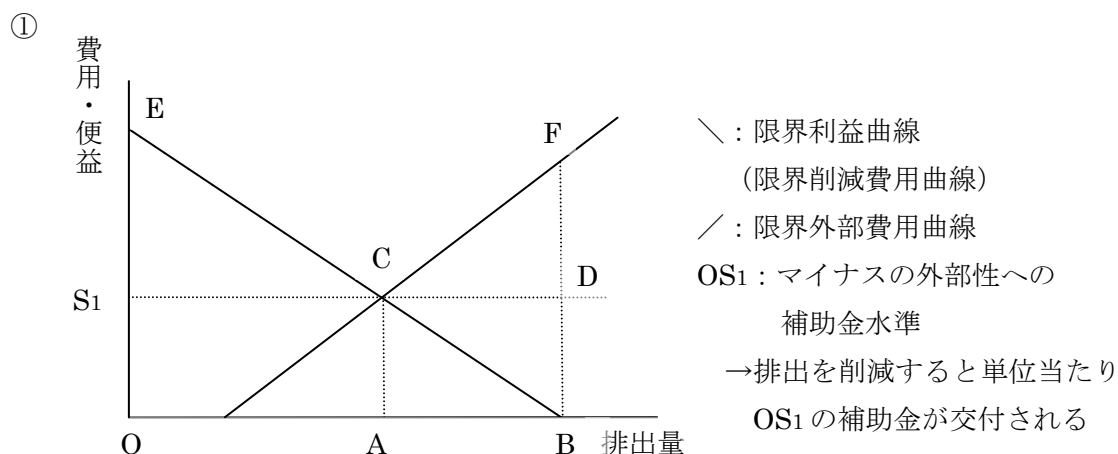
インセンティブが欠如しているという点である。決められた規制値以下で生産している生産者にとっては、それ以上に汚染物を排出する商品の生産を減らし、環境改善に貢献したとしても、それによるメリットは全くない。2点目は、排出を行うあらゆる経済主体一つ一つを規制することは困難である上、排出基準設定や、政策施行後の各排出源に対するモニタリング（調査）費用等、大きな行政コストがかかるという点である。3点目は、個別の排出源の限界排出削減費用に関わらず一律に規制を行うこととなるため、社会的に削減費用を最小化できないという点である。生産を行う企業には、排出削減の得意不得意があり、その商品の生産を減らすことが容易な企業もあれば、困難な企業も存在する。しかし、直接規制は一律の規制であるため、各企業に対し、柔軟に対応することができない。4点目は、規制の仕方によっては必ずしも総削減量目標を達成できないという点である。規制をかける対象を排出総量ではなく、使用するエネルギーの量や特定の排出オプションとする場合は、排出削減目標を達成できるとは限らない。

<実例>

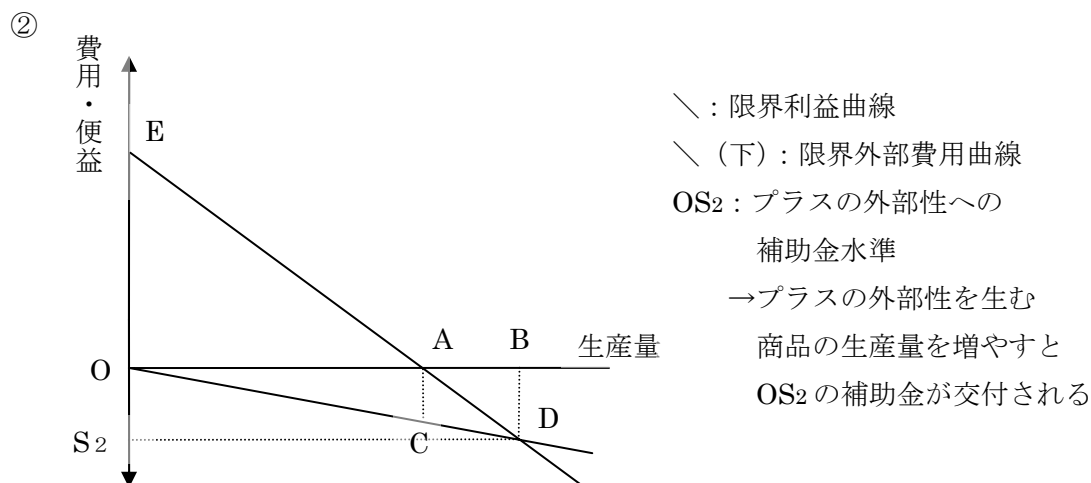
今までに取り入れられてきた直接規制の例としては、「自動車排ガス規制」があげられる。自動車の排出ガス規制は、大気汚染防止法により、自動車一台毎の排出ガス許容量が設定され、道路運送者両方によりそれが確保されるという仕組みになっている。ガソリン車、LPG車に関しては、一酸化炭素、炭化水素、窒素酸化物について、また、ディーゼル車に関しては、一酸化炭素、炭化水素、窒素酸化物、粒子状物質、黒鉛についてそれぞれ許容制度が定められている。その他にも、数量規制として、汚染物の排出量規制、騒音規制、建築基準法などが例として挙げられる。

(2) 補助金（助成措置）

補助金とは、簡単に言うと、企業などの事業者に経済的助成を行う措置である。また、外部性を内部化するための手段の一つでもあり、正の外部性のあるものを奨励することを目的とした補助金と、排出者達に排出を削減させる代償として「機会費用」を与える補助金の、大きく2つが考えられる。ここでは、以上の2点を、①負の外部性を削減させる代償としての補助金、②正の外部性を奨励する補助金の順にモデルを用いて考えてみる。



1つ目は、負の外部性を削減させる代償としての補助金である。企業は、排出量を一単位減らすごとにOS<sub>1</sub>の補助金を得られる。すると、企業は、限界利益が補助金の額と等しくなるAまで排出を削減することになる。



2つ目は正の外部性を奨励する補助金である。企業は、プラスの外部性を生む商品の生産量を1単位増やすごとにOS<sub>2</sub>の補助金が交付される。すると、企業は、生産にかかる限界外部費用が、補助金の額を上回ることはないぎりぎりの点Dまで生産を行おうとする。

<利点>

補助金の利点としては、以下の2点があげられる。1点目は、これまでも一定の効果をあげてきた実績があり、直接規制と同様馴染みがあるという点である。(具体的な例は後ほど述べる。)特に正の外部性を奨励する補助金は、資金援助をすることによって潜在的な技術の顕在化を促し、未発達な市場を活性化させる効果が見込まれる。2点目は、汚染削減に対する費用を補償してもらえるといる点から、対策実施者に受け入れられやすいという点である。補助金という制度は、汚染削減を達成するために、生産者に対し何らかの負荷をかける政策とは異なり、外部不経済を回避した者、外部経済を与えたものに対し報酬を与える制度であるため、受け入れられやすいと考えられる。

<欠点>

補助金の欠点としては、以下の5点があげられる。まず1点目は、外部不経済を減少させるための補助金は汚染者支払原則(PPP)に反するという点である。(※汚染者支払原則とは、汚染者が環境を受容可能な状態に保つために、公的当局により決められた措置を実施する際の費用は、その生産と消費の過程において汚染を引きおこす財及びサービスのコストに反映されるべきであるというものである。)2点目は、汚染者に公的資金から便益を供給するという、社会的不公平感があるという点である。汚染排出とは無縁の立場から見れば、国民全体のために使われるべき公的資金が一部の汚染者にのみ与えられるというのは納得がいけない場合もあるのだろう。3点目は、補助金政策が行われている産業の利潤が

増大することとなるので、企業参入の増加が起こり、逆に総排出量が増加する可能性があるという点である。補助金政策の対象産業における利潤は、製品の売り上げ＋補助金ということになる。この補助金を求めて新規参入が起こると、補助金によって個別の企業の排出量は抑えられたとしても、産業全体の排出総量がかえって増えてしまうことも考えられる。4点目は、多額の補助金を受けようとする者が虚偽の排出量を申請する恐れがあるという点である。補助金という政策の性質上、初期排出量を真実よりも多く偽った申請をし、排出削減を行うと、本来よりも多くの補助金を得ることができてしまう。これは、あってはならないことなのだが、情報の非対称性が排除できない以上、虚偽の申請の可能性がないとはいえない。最後に5点目は、削減効果をあらかじめ予想するのが困難であるという点である。補助金による政策も強制力がない政策でありまた、情報の非対称性も存在するため、削減効果を正確に予想するのは困難であるといえるだろう。

#### <実例>

補助金を利用した政策の具体例としては、「太陽光発電システム」に対する補助金があげられる。無尽蔵な自然エネルギーである「太陽光発電システム」は、クリーンな石油代替エネルギーとして有効であるため、今後の導入拡大に大きな期待が寄せられているが、現段階ではその設置費用が高額なため、なかなか受け入れられにくい。そこで国はシステム普及のために、“モニターとして太陽光発電システムのデータを提出する”という条件で設置費用の一部を負担している。その他にも、公害防止設備や産業立地の適正化などのために幅広く活用されている。

### (3) 自主的取組

#### <自主行動計画>

自主行動計画とは、政府や行政による排出規制を設けるのではなく、個別業界、個別企業が自ら排出削減の計画を立て、それに基づいて削減を行う政策である。

自主的取組の利点としては、以下の3点が挙げられる。まず1点目は、対策実施者の裁量に委ねられるので、抵抗感が少ないことである。これは、他者からある基準を設定され、強制的に削減させられる政策に比べ、自分自身で排出削減の目標を定められるためである。2点目は、排出削減オプションの選択の柔軟性が維持され、効率的に目標が達成できることである。企業によって生産工程には特徴や違いがあり、当然得意とする排出削減の方法も変わってくる。よって、自ら排出削減オプションの選択ができることは、各企業が排出削減費用を低く抑えられることにつながる。3点目は、環境問題に対する積極的な姿勢が社会的に評価されれば、企業イメージが向上し、やがては業績の向上にもつながることである。

逆に、欠点としては、以下の3点が挙げられる。1点目は、ただ乗りする者が出てきて、対策熱心な企業ほど不利になる可能性があるということである。他者から強制される政策ではないため、意識の低い企業は、自社は削減を行わずに今まで通り生産を行い、削減は

他者に任せてしまうフリーライダーが発生する恐れがある。2点目は、競争上不利になることを恐れ、目標値を余裕のある水準に定めてしまう傾向があるということである。3点目は、総排出目標が達成される保証はないということである。2, 3点目も、他者から強制されず、自分たちで基準を決めることができる自主行動計画ならではの欠点である。

今までに日本で取り入れられた自主行動計画の例としては、1997年に産業界での温暖化対策を進めるべく経済団体連合会(経団連)が発表した経団連自主行動計画が挙げられる。ここでは、「2010年度には産業部門及びエネルギー転換部門からのCO<sub>2</sub>排出量を1990年レベル以下に抑制するよう努力する」という目標を掲げている。自主行動計画には2001年10月の時点で、48業種の団体、企業が加盟しており、各業種、企業ともどもこの目標達成に向けて努力している。経団連での2000年度のCO<sub>2</sub>の排出量は4億8609トンとなっており、1990年度比で1.2%増加した状態となっている。

#### <自主協定>

自主協定は、政府と事業者（各企業、あるいは業界団体）との間で数量的目標を内容とする協定を締結するものである。自主的取組の中で、経団連の「自主行動計画」と「自主協定」についての相違を示すのであれば、それは、前者はあくまで自ら目標を定めて行動する一方的な宣言であり、政府や自治体との協定文書が無いのに対し、後者は政府や自治体と協定を締結し、認識・監視をされたうえでCO<sub>2</sub>排出削減を行うものだということである。自主協定では、協定内容を守れない場合には行政機関から何らかの形で罰則が与えられるため、削減に一律の基準以上の削減目標を達成しようとするならば、適度な拘束力を持つ自主協定の方が効果的である。このように、自主協定は自主的取組に信頼性・透明性・効果性を確保できると言える。

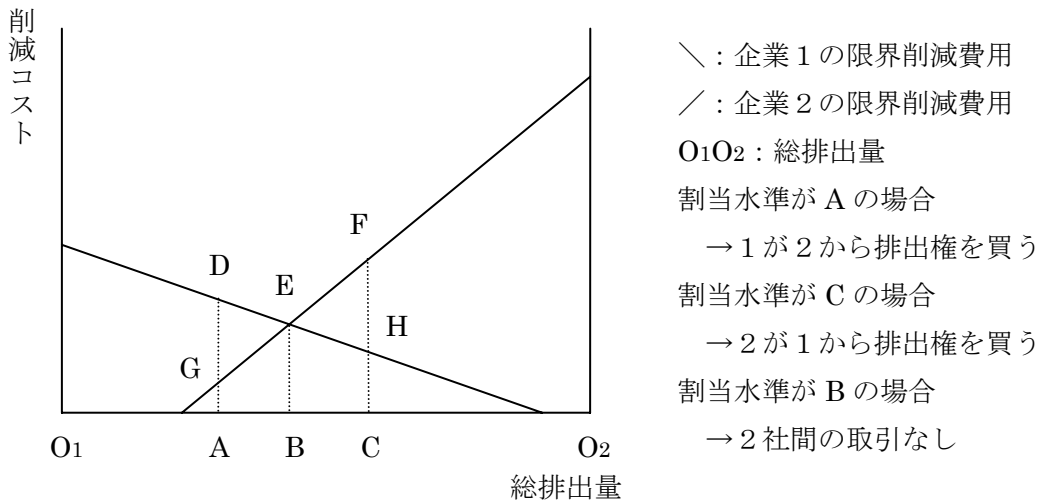
なお、自主協定を締結することは強制ではなく、あくまで各事業者の判断に委ねられる。協定における環境対策の内容も各事業者と政府との取り決めによって定めることができるため、直接規制と比較すると拘束性は少なく、柔軟性に富むものといえる。

#### (4) 排出権取引

排出権取引制度とは、排出量を枠内に収めて目標を達成する上で、排出削減の難易度が国や業界、企業などによって違うことが予想されることを背景に、目標を達成できそうにない企業等が、目標以上に達成できる企業から余った排出枠を買うなどして、排出枠の売買を行える制度である。

この排出権取引制度における理論を、二企業間の簡易なモデルで説明したいと思う。

＜二企業間の取引の場合＞



まず、縦軸に削減コスト、横軸に総排出量をとる。そして、容認されている総排出量は  $O_1O_2$  となっているとする。右下がりの曲線が企業1の限界排出削減費用、左下がりの曲線が企業2の限界排出削減費用である。そして、これら二つの企業に排出権が振り分けられているとする。この図の中で、より社会的費用を小さくするためにはどうしたらいいのか考えていく。まず、割り当ての水準がAだった場合はどうだろうか。点Aにおいては、企業1の限界削減費用がADなのに対し、企業2ではAGで済んでいるのが分かる。よって、この時は企業2の方が企業1よりも効率よく排出削減が行えるので、双方に利益がもたらされるようにADとAGの間で取引価格を定め、双方の利益が無くなるまで、つまりこの場合はB点まで、取引が行われる。では、今度は割り当ての水準がCである場合を考えてみる。点Cにおいては企業2の限界削減費用がCFなのに対し、企業1ではCHで済んでいる。よって、この場合は企業2が企業1から排出権を買うこととなる。ちなみに、割り当ての水準があらかじめBだった時は、二社の限界削減費用はBEとなっており変わらないため、取引は行われない。

このように、低い費用で排出削減が行える者に行えない者が、お互いのために取引を行えるのが排出権取引制度である。これはコースの定理における自主的な取引を市場取引で代替したものであるといえる。

以上の事に基づき、この排出権取引制度の長所と短所を考えてみる。

＜長所＞

排出権取引制度の長所として挙げられるのは、排出総量目標達成の保証ができることである。自らの能力のみで排出削減目標を達成できなかった者は、目標値以上の排出削減が行えた者から排出権を購入することで目標値を達成できるので、結果として社会全体の排出総量目標の達成にもつながる。また、このことは、削減費用の高い者が無理に排出削減を行う必要が無く、削減費用の低い者がより多くの削減をすることを意味しており、社会



的な排出削減費用を最小化できるともいえる。そして、CO<sub>2</sub>排出削減が経済的利益に結びつく（言わば市場で売りに出せる）ことは、特定の基準以上に排出削減を行う大きなインセンティブを与える。

<短所>

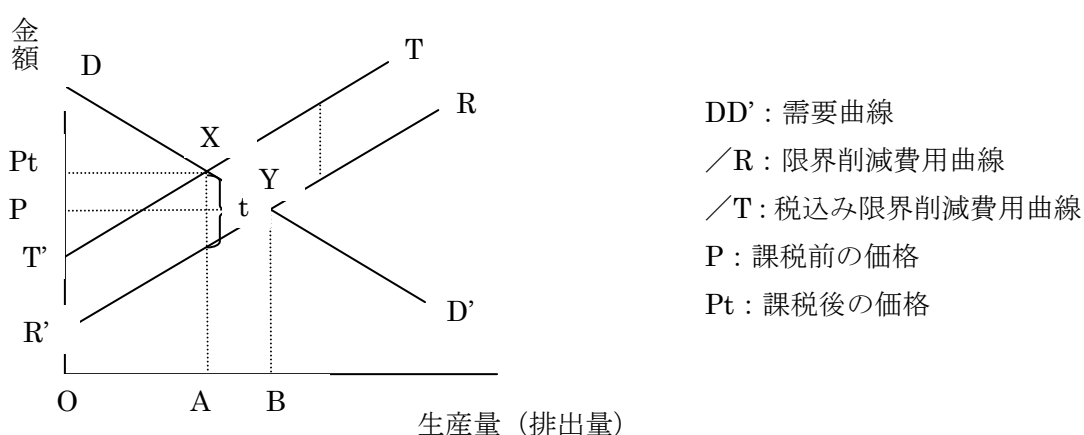
排出権取引の欠点としてまず挙げられるのは、排出権の公平な分配が難しいということである。排出権分配の方法には、従来の実績や効率等に基づいて排出枠を配分するグラントファザリングや、従来の実績に関係なく配分するためのオークション方式がある。前者は新規企業参入の妨げとなると懸念されており、後者は経済力のある排出主体によって買占めが起こる可能性があると言われ、いずれにせよ公平な排出権の分配は難しいとされている。そして、もう一つの大きな欠点として考えられているのは、日本においてあまり馴染みの無い制度であるという事である。また、各排出源の排出量を調査するために、多額のモニタリング費用がかかるとも懸念されている。

これらの点から、排出権取引にはまだまだ問題もあると考えられる。

#### (5) 炭素税

「炭素税」は「環境税」の中の一つとして捉えられている。汚染排出、エネルギー消費など環境に負荷を与える行為を抑制する為に賦課される税を一般的に「環境税」といい、「炭素税」は炭素を含有する化石燃料の消費、あるいはCO<sub>2</sub>の排出に応じてかけられる税である。

炭素税をもう少し詳しく述べると、「石油や石炭、天然ガスなどの化石燃料に、炭素含有量に応じた税金をかけ、化石燃料やそれを利用した製品の価格を引き上げる事で需要（消費）を抑制し、結果としてCO<sub>2</sub>排出量を抑えるという政策手段」である。この理論についても簡単なモデルを使って説明していきたいと思う。



まず、縦軸に金額、横軸に生産量をとる。そして、線 DD'を需要曲線（限界利益曲線にも置き換えられる）とし、線 RR'を限界削減費用曲線とする。この図において、炭素税が導入されていない場合は DD'と RR'の交点、価格 P、生産量 B で均衡しているのが分かる。では、そこで炭素税（税額 t）を導入するとどうであろうか。限界削減費用曲線は税額 t

だけ上方にシフトし、線  $TT'$  となる。すると  $DD'$  との交点は点  $C$  へと移動し、価格は  $P_t$ 、生産量は  $A$  となるのが分かる。このモデルにより、炭素税を導入すると生産物価格が上がり、生産量が減少した事が説明できる。

それでは、炭素税の長所と短所について考えてみる。

#### <長所>

炭素税の長所としてまず考えられるのは、民生・運輸部門を含め、社会全体の広範囲な参加を確保できることである。これは課税によって商品価格が上昇すれば、消費者の行動にも影響するためである。税制は、対策技術がない者、対策を行わない者にも費用を負担させることで外部不経済を内部化できるので、公平性も確保できる。また、各個人（企業）が自らの限界削減費用と税率が等しくなるまで削減を行うので、社会的に費用最小化が見込まれる。よって、直接規制などと違い、政府が各排出者の排出削減における情報を持つことを必要としない。さらに、排出に対し税金がかかるという仕組みは、削減費用を節約するための技術開発へのインセンティブともなり得る。他にも、既存の徴税システムを利用できる場合は、行政コストが少なく済むなど、多くの利点がある。

#### <短所>

欠点として考えられるのは、税率が不十分であれば、必ずしも削減目標を達成する保証はないということである。もし税率が低すぎれば、燃料や製品の消費量にほとんど影響しないことになり、一方税率が高すぎれば必要以上に削減を行わせることになる。そのため、こまめな税率の調整が必要となる。また、高率な課税が必要とされた場合は、産業部門において国際競争力が低下する恐れがあり、国民生活、及び経済活動にまで悪影響を及ぼす可能性がある。そして、上流に課税するか、下流に課税するかの問題もある。これは、換言すれば、「石炭や石油などを輸入した際に課税する」のか「生産活動を行った際に生じた  $CO_2$  排出量に応じて課税をする」のかということである。前者だけの場合は、生産時点での排出抑制インセンティブが無く、後者の課税が望ましいと考えられるが、正確な排出量を把握するのは非常に困難であり、後者での課税は現実的に難しいともいえる。

このように、炭素税にも幾つか欠点は見られるが、現在日本で最も関心が寄せられているのは、炭素税である。なぜなら、税制は従来にも数々の導入例があり馴染み深く、また社会全体で幅広い参加を確保できる点から、一番実現可能性が高いと考えられているためである。

このことを踏まえ、次節では炭素税導入の可能性について検討していく。

## 2-3 日本での炭素税導入

### (1) 諸外国の導入例

ヨーロッパでは炭素税の導入が既に始まっている。1990年にフィンランドが初めて導入したのを筆頭に、オランダ、スウェーデン、ノルウェー、デンマークが次々と導入し、その他ドイツ、イギリス、イタリアでも炭素税的なエネルギー税が導入されている。炭素税導入国での税率・課税対象は以下の通りである。

	税率	課税対象
ノルウェー	11,800～ 24,500	ガソリン、鉱物油、石炭及びコークス海上油井で燃焼されるガス
デンマーク	14,000	全てのCO <sub>2</sub> 排出源（ガソリン、天然ガス及びバイオ燃料を除く）
スウェーデン	22,000	石油、ガス油、重油、灯油、LPG、メタン、天然ガス、石炭及びコークス
フィンランド	3,500	あらゆる化石燃料
オランダ	2,600	燃料として使用されるエネルギー源

（単位：円／トン）

炭素税はまだ歴史の浅いものであり、効果については今のところあまりはっきりと分かっていないが、1991年に炭素税を導入したスウェーデンとノルウェーは、炭素税の評価を実施し、公表している。スウェーデンの自然保護庁が1995年12月にまとめた報告書によると、スウェーデンにおけるCO<sub>2</sub>排出量は、1987年比で、94年には19%減少したとされている。そのうちの60%は炭素税の導入によって達成され、残りの40%はエネルギー利用の効率化と地域暖房の集約化によってもたらされたものだと分析している。一方、ノルウェーの中央統計局の調査によると、炭素税の導入により、工場や自動車からのCO<sub>2</sub>排出量が大幅に削減されたとのことである。ノルウェーでは、工場などの固定発生源や自動車などの移動発生源からのCO<sub>2</sub>排出量は、全体の約25%を占めているが、炭素税が導入されたことにより、91年から93年にかけて毎年3～4%の削減に成功した。このように、スウェーデンとノルウェーのケースを見る限り、炭素税の導入はCO<sub>2</sub>発生量の抑制にかなりの効果があるように思える。

## （2）日本での炭素税導入の検討

我が国でも近年導入が検討されており、今年、環境省地球温暖化対策税制専門委員会のワーキンググループ（以下環境省WG）によって、温暖化対策税（主に温室効果ガス中のCO<sub>2</sub>に対して課税するのでここでは「炭素税」と呼ぶ）の具体案が提示された。京都議定書で日本は温室効果ガスを1990年比で6%削減することを義務付けられることになるが、CO<sub>2</sub>以外のガスや森林によって吸収されるCO<sub>2</sub>の量なども考慮して、この具体案では2010年までに1990年比で2%の削減を行うことを目標としている。課税対象は温室効果ガスまたは化石燃料とし、排出者に対する重量税という形での課税を提案している。

環境省 WG の試算によると、炭素税の価格インセンティブ効果のみで目標削減量を達成するには、炭素 1 トン当たり約 45,000 円(ガソリン 1 リットル当たり約 28 円)という非常に高い税率で課税しなければならない。これは、欧州での税率と比べてみても遥かに高い税率である。

2-1 で述べたように、日本の一次エネルギー消費の約 7 割が石油や石炭などに依存している。炭素税によって石油や石炭の価格が大きく上昇すると、必然的にエネルギー集約型産業の生産コストは高くなり、国際競争力が低下することが懸念されている。このように、高額な炭素税は産業に多大な影響を与える恐れがあり、産業大国である我が国において炭素税だけによる CO<sub>2</sub> 排出削減の目標達成は非現実的であると言える。しかし、炭素税を他の政策と組み合わせることで、炭素 1 トン当たりの税率を数千円まで抑え、産業界の負担を軽減しつつも同じ効果を期待できるとの試算も出ている。

そこで我々は、日本での炭素税導入において、複数の政策を組み合わせるポリシーミックスが重要であると考えた。第 3 章では炭素税を中心としたポリシーミックスに着目し、その有効性について考えていく。

### 第 3 章 ポリシーミックス

### 3-1 ポリシーミックスとは

ポリシーミックスとは、ある政策目標を達成するためにいくつかの政策手段を組み合わせることである。第2章では、CO<sub>2</sub>排出削減のためのさまざまな政策について考察し、それぞれの政策には利点がある反面、欠点もあるということを述べた。しかし、これらの政策をいくつか組み合わせることで、それぞれの長所を活かし、短所を補うことができる、というのがポリシーミックスの優れた点であると言える。海外では複数の政策を取り入れている国が多く存在する。諸外国におけるポリシーミックス（炭素税と他の政策の組合せ）の事例は次の通りである。

#### デンマーク

- ・産業部門においてエネルギー効率改善に関する政府との協定の有無により、実質的に異なる税率が適用される。
- ・電力会社については、排出量取引を行う。

#### スイス

- ・燃料及び交通用油の大量消費など、国際競争力に大きな影響を受ける恐れのある者は、連邦政府と法的拘束力のある協定を締結することで税が免除される。

#### イギリス

- ・法的拘束力のある協定を政府と交わす企業は80%の減税措置が適用される。
- ・協定締結者間では、協定目標達成のために排出量取引を活用することが認められている。

この章では、イギリスにおけるポリシーミックスを例に取り、その理論分析を行った上で、今後日本で導入すべきポリシーミックスの構想について考えていきたい。

### 3-2 イギリスのポリシーミックス

イギリスでは、1997のCOP3の後、国内対策の検討が本格的に始められた。イギリスの京都議定書における温室効果ガス排出量の削減目標は、1990年比で12.5%削減であったが、この目標値は1999年時点で既に達成されている。2000年には、二酸化炭素排出量の20%削減を国内目標として設定し、それを達成する手段として2001年4月から気候変動税・気候変動協定制度が導入された。その後、産業界が中心となって2002年に排出量取引制度の骨格を作り上げ、現在は気候変動税・気候変動協定・排出量取引の3つを組み合わせたポリシーミックスを取り入れている。

#### 気候変動税

気候変動税は、産業と民生業務および公共部門の天然ガス・石炭・LPG・電力消費が対象となっている。具体的な税率は、LPGの場合は0.07ペンス/kwh、ガス及び石炭は0.15ペンス/kwh、電力は0.43ペンス/kwhである。民生家庭部門・運輸部門・エネルギー転換部門で消費する燃料及び電力や再生可能エネルギーによって発電された電力等は非課税と

なっている。また、既存の炭化水素油税の主な課税対象である石油等も対象外である。課税は下流で行われ、エネルギーの最終使用者が課税対象となっている。

徴税方法については、電力供給会社等のエネルギー供給会社が最終使用者から料金と併せて徴収し、税務当局へ納付するという形をとっている。なお、後に述べる気候変動協定を結び、80%の軽減を受ける企業は、供給事業者に環境政策当局が発行した証明書を示した上で軽減後の額を請求させる形でこれを支払うこととなっている。

気候変動税の導入によって年間総額約 10 億ポンドの税収が期待されるが、この税収を社会保険料の雇用者負担の 3%引き下げ、エネルギー効率を目的とした投資のための資本控除拡充への充当、エネルギー効率の向上と再生可能エネルギーへの助成などに回すことによって全て産業に還付され、税収中立を保っている。税収を経済に還元することにより、環境と経済の双方を改善するという意味で気候変動税は社会に二重の配当をもたらすといえる。

### 気候変動協定

気候変動税では、エネルギー産業の負担を軽減し、国際競争力を維持するため、協定による減税措置を行っている。政府とCO<sub>2</sub>排出削減または省エネの協定を締結した企業は、気候変動税の 80%の減免措置を受けられる。気候変動協定での目標排出削減量は、それぞれの業界における現状を勘案しながら個別に協議され、2年ごとに設定される。この目標を達成できなかった企業は、次の2年間については減税措置が受けられないこととなっているが、未達成期間について減税分を遡って徴収されることはない。協定による減税の制度は以下のようになっている。

第一期間：2001年～2003年・・・20%課税（80%免税）

↓第一期間の目標達成失敗

第二期間：2003年～2005年・・・100%課税

↓第二期間の目標達成

第三期間：2005年～2007年・・・20%課税

（出典：環境省資料）

なお、エネルギー集約型産業にとっては、次の2年間に税を全額支払うのは極めて大きなロスになると考えられるため、企業が最初の2年間の減税だけを狙って実際の対策を行わないという事態、いわゆるモラルハザードは起きないと想定されている。

2002年5月までに42の業界団体がこの気候変動協定を締結しており、参加企業は6000社にもものぼる。

### 排出量取引

気候変動協定を交わしている企業間においては、目標を達成するために排出権取引を行うことが認められている。目標期間のエネルギー使用量が目標を上回った場合は排出量を購入することができ、逆にエネルギー使用量が目標を下回った場合はその分を売却することができるのである。

以上述べてきたように、イギリスでの気候変動税・気候変動協定・排出量取引のポリシーミックスは、経済効率性、エネルギー集約型産業に対する負担の軽減、排出削減目標達成のための排出総量管理という複数の政策目標を達成しようとする試みである。

### 3-3 イギリス型ポリシーミックスの理論分析

#### 【自主協定と気候変動税での効果】

次にイギリスのポリシーミックスを理論的な側面から見ていこうと思う。その初めの段階として、まずは自主協定と気候変動税の二つの関係から見ていく。

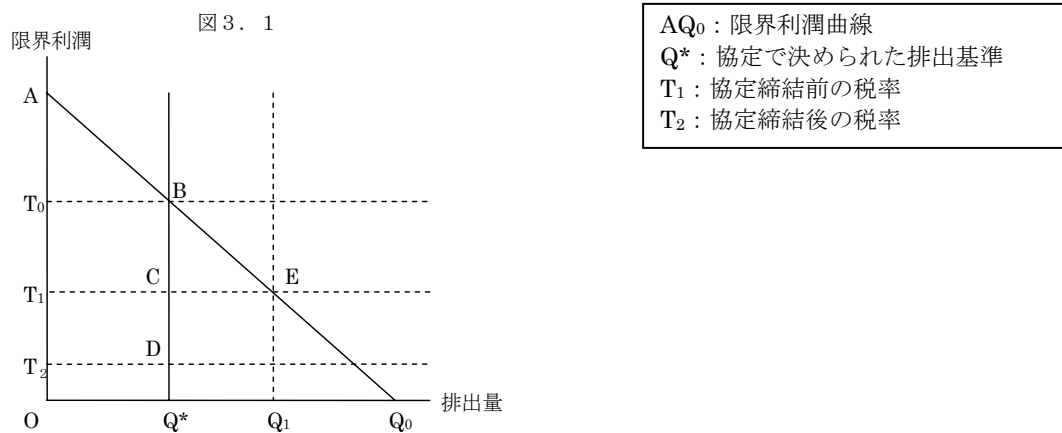


図3.1にあるように、ある企業の排出量と限界利潤との関係が曲線 $AQ_0$ によって表されたとする。このとき税などの政策が何もかけられていない状態では各企業は自己の利潤を最大化しようとして $Q_0$ の水準まで排出をする。ここで排出量を $OQ^*$ まで削減しようとしたときの各政策における違いを見ていく。

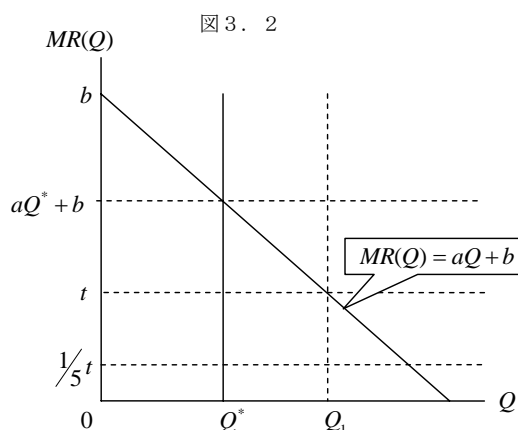
まず気候変動税のみで目標を達成しようとした場合、 $T_0$ の税率が必要となり、企業の利潤は $Q^*$ まで排出した利潤 ( $AOQ^*B$ ) から税の支払い分 ( $T_0OQ^*B$ ) を差し引いた分 ( $AT_0B$ ) が利潤になる。

次に気候変動税 (税率:  $T_1$ ) に加えて自主協定を取り入れ、協定で定められた水準 ( $Q^*$ ) を達成した企業は税率が5分の1 ( $T_2$ ) まで引き下げられる場合を考える。協定を締結しない場合、企業は限界利潤と税率 ( $T_1$ ) が等しくなる $Q_1$ まで排出を行い、企業の利潤は $Q_1$ まで排出した利潤 ( $AOQ_1E$ ) から税の支払い分 ( $T_1OQ_1E$ ) を差し引いた分 ( $AT_1E$ ) になる。逆に協定を締結した場合は協定に定められた水準が達成できないと税率が $T_1$ に戻されてしまうため、目標を達成しようとするインセンティブが強く働き、排出は $Q^*$ に抑えられる可能性がある。このときの利潤は $Q^*$ まで排出した利潤 ( $AOQ^*B$ ) から税の支払い分 ( $T_2OQ^*D$ ) を差し引いた分 ( $AT_2DB$ ) になる。企業が協定を結ぶか否かは各場合の利潤の大きさによって決められるため、 $AT_1E > AT_2DB$  ( $BCE > T_1 T_2 DC$ ) ならば協定は結ばず、 $AT_1E < AT_2DB$  ( $BCE < T_1 T_2 DC$ ) ならば協定を結ぶ。

以上のことから明らかなように、 $AT_1E < AT_2DB$  ( $BCE < T_1 T_2 DC$ ) となるように  $T_1$  を定めてやれば  $T_0$  よりも低い税率で目標である排出水準  $Q^*$  を達成できる。より低い税率で達成できることで、税率が  $T_0$  の場合に比べ企業の利潤も  $T_0 T_2 DB$  分多く、さらに企業の国際競争力への影響を抑えることができる。

### 【企業が自主協定を結ぶ条件】

このように  $AT_1E < AT_2DB$  ならば協定を結ぶということがわかったが、その条件は企業の限界利潤関数、税率、協定での排出基準とどのような関係があるのだろうか。ここでは限界利潤曲線は線形であり  $MR(Q) = aQ + b$ 、協定を結ばない場合の税率を  $t$ 、協定で決められた排出基準を  $Q^* > 0$ 、 $a < 0$ 、 $b > t > 0$ 、 $MR(Q) > 0$  と仮定し、企業が自主協定を結び、自主的に排出量を  $Q^*$  までに抑制する条件を求めていく。それらの仮定を簡単に図示すると下の図 3. 2 のようになる。



(1) 協定を結ばずに高い税率 ( $t$ ) で排出した場合

企業は  $Q_1$  まで排出し、このとき  $MR(Q_1) = t$  なので、 $aQ_1 + b = t$  より  $Q_1 = \frac{t-b}{a}$  と

なり、このときの利潤  $\pi_1$  (図 3. 1 での  $AT_1E$ ) は、

$$\pi_1 = \int_0^{\frac{t-b}{a}} (aQ + b - t) dQ = \left[ \frac{a}{2} Q^2 + (b-t)Q \right]_0^{\frac{t-b}{a}} = \frac{a}{2} \left( \frac{t-b}{a} \right)^2 + (b-t) \left( \frac{t-b}{a} \right)$$

$$= -\frac{1}{2a} t^2 + \frac{b}{a} t - \frac{b^2}{2a} \quad \dots \textcircled{1}$$

となる。

(2) 協定を結び、低い税率 ( $\frac{1}{5}t$ ) で排出した場合

企業は  $Q^*$  まで排出し、このときの利益  $\pi_2$  (図 3. 1 での  $AT_2DB$ ) は、



$$\begin{aligned}\pi_2 &= \int_0^{Q^*} \left( aQ + b - \frac{1}{5}t \right) dQ = \left[ \frac{a}{2}Q^2 + \left( b - \frac{1}{5}t \right)Q \right]_0^{Q^*} = \frac{a}{2}(Q^*)^2 + \left( b - \frac{1}{5}t \right)Q^* \\ &= -\frac{Q^*}{5}t + \frac{a}{2}(Q^*)^2 + bQ^* \quad \dots \textcircled{2}\end{aligned}$$

となる。

ここで  $\pi_2 > \pi_1$  つまり  $\pi_2 - \pi_1 > 0$  のとき、企業にとっては協定を結び排出量を  $Q^*$  までに抑制し、税率を引き下げてもらった方がより利潤が大きいことになり、企業は自主的に排出量を  $Q^*$  までに抑制する。そこで  $f(t) = \pi_2 - \pi_1$  とおくと式①、②より、

$$\begin{aligned}f(t) &= -\frac{Q^*}{5}t + \frac{a}{2}(Q^*)^2 + bQ^* - \left( -\frac{1}{2a}t^2 + \frac{b}{a}t - \frac{b^2}{2a} \right) \\ &= \frac{1}{2a}t^2 - \left( \frac{b}{a} + \frac{Q^*}{5} \right)t + \frac{a}{2}(Q^*)^2 + bQ^* + \frac{b^2}{2a}\end{aligned}$$

となり、企業が自主協定を結び、自主的に排出量を  $Q^*$  までに抑制する条件は  $f(t) > 0$ 、つまり、

$$\frac{1}{2a}t^2 - \left( \frac{b}{a} + \frac{Q^*}{5} \right)t + \frac{a}{2}(Q^*)^2 + bQ^* + \frac{b^2}{2a} > 0$$

であるとわかる。

#### 【企業が自主協定を結ぶ税率条件】

次に企業が自主協定を結ぶようになる最小の税率、 $f(t) > 0$  となる  $t$  のなかで最小のものを求めていく。その第1段階として  $f(t)$  の形状がどのようなものなのか調べていく。

まず  $f(t)$  の判別式  $D$  は

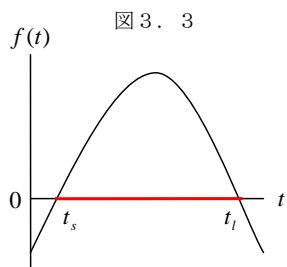
$$\begin{aligned}D &= \left( \frac{b}{a} + \frac{Q^*}{5} \right)^2 - 4 \frac{1}{2a} \left( \frac{a}{2}(Q^*)^2 + bQ^* + \frac{b^2}{2a} \right) \\ &= \left( \frac{b}{a} + \frac{Q^*}{5} \right)^2 - \left( (Q^*)^2 + 2\frac{b}{a}Q^* + \left( \frac{b}{a} \right)^2 \right) \\ &= \left( \frac{b}{a} + \frac{Q^*}{5} \right)^2 - \left( Q^* + \frac{b}{a} \right)^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= -\frac{4}{5}Q^* \left( \frac{2b}{a} + \frac{6}{5}Q^* \right) \\
&= -\frac{4}{25a}Q^* (6aQ^* + 6b + 4b) \\
&= -\frac{4}{25a}Q^* (6MR(Q^*) + 4b)
\end{aligned}$$

となり、 $a < 0$ 、 $Q^* > 0$ 、 $MR(Q) > 0$ 、 $b > 0$ より $D > 0$ であることがわかる。(③)  
また

$$\begin{aligned}
f(0) &= \frac{a}{2}(Q^*)^2 + bQ^* + \frac{b^2}{2a} \\
&= \frac{1}{2a} \left\{ (aQ^*)^2 + 2abQ^* + b^2 \right\} \\
&= \frac{1}{2a} (aQ^* + b)^2 \\
&= \frac{1}{2a} (MR(Q^*))^2
\end{aligned}$$

で、 $a < 0$ 、 $MR(Q) > 0$ であることから、 $f(0) < 0$ であることもわかる。(④)  
以上の③、④から $f(t)$ は下の図3. 3のように表すことができる。



この図から $t_s < t < t_l$ の区間で $f(t) > 0$ となっていて、 $f(t) > 0$ となる最小の $t$ の値は $t_s$ であることがわかる。 $t_s$ は $f(t) = 0$ の解なのでその解を求めると、

$$t = \frac{\frac{b}{a} + \frac{Q^*}{5} \pm \sqrt{-\frac{4}{5}Q^* \left( \frac{2b}{a} + \frac{6}{5}Q^* \right)}}{2 \frac{1}{2a}} = b + \frac{aQ^*}{5} \pm a \sqrt{-\frac{4}{5}Q^* \left( \frac{2b}{a} + \frac{6}{5}Q^* \right)}$$

で、さらに小さいほうの解なので

$$t_s = b + \frac{aQ^*}{5} - a \sqrt{-\frac{4}{5}Q^* \left( \frac{2b}{a} + \frac{6}{5}Q^* \right)}$$

となる。よって、 $t_s$ 以上の税を課した場合、必ず企業の利潤は協定を結んで税率を5分の

1に引き下げてもらったほうが大きくなるので、協定が結ばれ企業が協定を遵守する限り必ず、排出量は $Q^*$ に抑制される。

またこの税率を、税だけで $Q^*$ を達成しようとしたときの税率( $aQ^* + b$ )と比べると、

$$aQ^* + b - \left( b + \frac{aQ^*}{5} + a\sqrt{-\frac{4}{5}Q^* \left( \frac{2b}{a} + \frac{6}{5}Q^* \right)} \right) = \frac{4}{5}aQ^* - a\sqrt{-\frac{4}{5}Q^* \left( \frac{2b}{a} + \frac{6}{5}Q^* \right)}$$

だけ税率が低くなっていることもわかる。

### 【企業が自主協定を結ぶ条件の具体例】

何も政策が行われていない状態での企業の排出量を $Q_0$  (トン)とし、その排出量を12%削減することを目標としているとし、その排出量を $Q^*$ とする。この $Q^*$ を日本のワーキンググループの提案している45,000円/トンという税率で達成できると仮定した上で、この目標をポリシーミックスによって達成しようとした場合にはどれだけ税率が抑えられるかを見ていく。

何も政策が行われていない状態では企業は限界利潤が0となる排出量まで排出するので $MR(Q_0) = aQ_0 + b = 0$ という式が成り立ち、 $Q_0$ は

$$Q_0 = -b/a \quad \dots \textcircled{6}$$

と表すことができ、また $Q^*$ は $Q_0$ を12%削減したものなので

$$Q^* = -0.88b/a \quad \dots \textcircled{7}$$

と表せる。この式⑦より

$$\begin{aligned} t_s &= b + \frac{a}{5} \times \left( -0.88 \frac{b}{a} \right) + a \sqrt{-\frac{4}{5} \times \left( -0.88 \frac{b}{a} \right) \left\{ \frac{2b}{a} + \frac{6}{5} \left( -0.88 \frac{b}{a} \right) \right\}} \\ &= 0.824b + a \sqrt{649 \left( \frac{2^2}{5^3} \right)^2 \left( \frac{b}{a} \right)^2} \\ &= 0.824b + a \left( \frac{2^2}{5^3} \right) \frac{b}{a} \sqrt{649} \end{aligned}$$

で、 $a < 0$ 、 $b > 0$ なので $|a| = -a$ 、 $|b| = b$ となり、

$$t_s = 0.824b - b \left( \frac{2^2}{5^3} \right) \sqrt{649} \quad \dots \textcircled{8}$$

になる。

また、ここでは 45,000 円/トンという税率を課すことで、税のみでこの  $Q^*$  を達成できると仮定しているため、 $Q^*$  での限界利潤と税率が一致することになり、

$$MR(Q^*) = aQ^* + b = 45,000 \quad \dots$$

という式が得られ、この式に⑦を代入すると

$$b = 375,000$$

という値が得られ、また  $\sqrt{649} \approx 25.4$  なのでこれらの値を⑧に代入し、計算すると

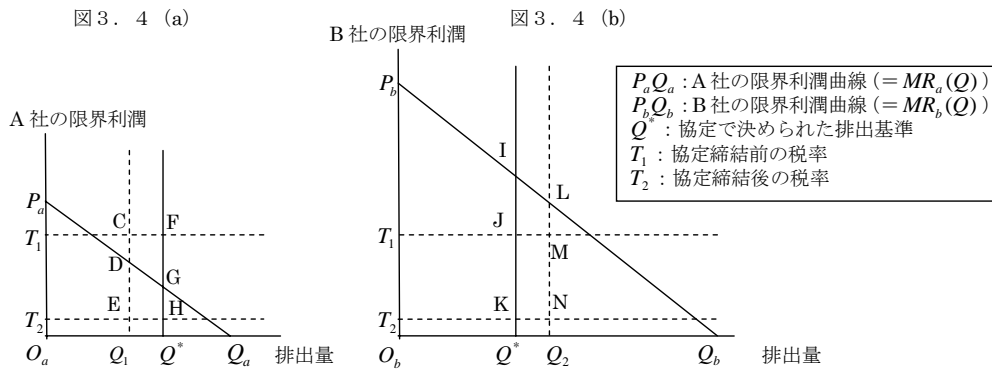
$t_s \approx 4,200$  という値が求まる。このことから、 $Q^*$  という水準を達成しようとしたときに、

税のみで達成しようとする場合の税率に比べ、ポリシーミックスでは税率を 1 トンあたり 4 万円以上も低く設定することができるとわかる。

【気候変動税・自主協定・排出権取引での排出権価格の決定】

ここからは、自主協定と気候変動税の二つに排出権取引を加えた上での効果を見ていく。それに先立ってまずは排出権取引において排出権の価格がどのように決定されていくのかを見ていこうと思う。そこで排出権に対する需要曲線と供給曲線を出すために、図 3. 4

(a), (b) のように排出量に対して限界利潤の低い A 社と、逆に排出量に対する限界利潤が高い B 社の 2 社の場合を例にとって考える。



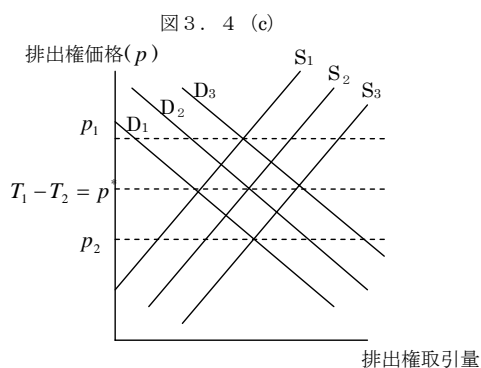
まずA社の場合、自主協定と気候変動税がかけられている状態で利潤最大化を行うと  $Q^*$  まで排出することになる。さらに自主協定を結んだことで排出権取引市場への参入も可能になり  $Q^*$  よりさらに削減すればその分の排出権を取引市場で売却することができる。このとき排出を削減することで失われる利益よりも排出権を売ることのでられる利益の方が大きいならば、A社は排出権を売却することでさらなる利益を得ることができる。例えば排出権の価格が  $T_1$  で、排出量を  $Q^*$  から  $Q_1$  まで減らすとする。このときA社は排出を削減することで  $DQ_1Q^*G$  の費用がかかる。しかし削減し排出権を売ることによって  $CQ_1Q^*F$  の収入が入り、さらに  $EQ_1Q^*H$  の税を払わなくて済むようになる。この場合費用と収入を比較すると収入の方が多いためA社は排出権を売ることを選ぶ。

このA社の例をもとに、排出によるA社の利潤関数を $TR_a(Q)$ 、追加1単位分の排出による限界利潤を $MR_a(Q)$ 、排出権の価格を $p$ 、協定締結後の税率を $T_2$ とおくと、排出を1単位分増やしたときに得られる利益は徐々に低下していくため、 $TR'_a = MR_a \geq 0$ 、 $TR''_a = MR'_a \leq 0$ となり、限界利潤関数 $MR_a(Q)$ は $Q$ についての減少関数となる。

このときA社の排出量 $Q_a$ は $MR_a(Q_a) = p + T_2$ となるまで削減され、 $(Q^* - Q_a)$ 分の排出権が取引市場へ供給される。よって排出権の供給量を $x$ とおくと $x = Q^* - Q_a$ より $Q_a = Q^* - x$ となり、供給関数 $p = MR_a(Q^* - x) - T_2$ が導き出せる。また $MR_a(Q)$ は $Q$ について減少関数なので $MR_a(Q^* - x)$ は $x$ について増加関数となり供給曲線は右上がりの曲線となることがわかる。

次に、B社の場合を考えると、排出権取引を行う前は協定を結び排出量を $Q^*$ で抑えている。そしてこのとき排出権を買い排出量を増やすことで得られる利益が排出権を買うことによる費用よりも大きいならば、B社は取引市場に参入し排出権を購入することでさらなる利益を得ることができる。例えば $T_1$ の排出権価格で排出権を購入し、排出量を $Q^*$ から $Q_2$ まで増やすとする。このときB社は排出権を購入する費用として $JQ^*Q_2M$ の費用がかかる。しかし排出量を増やしたことで $IQ^*Q_2L$ の利潤が得られる。ただし排出量が増加したことで $KQ^*Q_2N$ の税が余分にかかる。この場合排出権購入と税増加による費用と排出によって得られる利益を比較すると、利益の方が多いためB社は排出権を買うことを選ぶ。

このB社の例からわかるように、排出による限界利潤を $MR_b(Q)$ 、出権の価格を $p$ 、協定締結後の税率を $T_2$ とおくと、 $MR_b = p + T_2$ となるまで排出権を市場から購入することがわかり、その量 $x$ は $x = Q_b - Q^*$ となる。よって $MR_b = p + T_2$ と $x = Q_b - Q^*$ より排出権の需要関数 $p = MR_b(Q^* + x) - T_2$ が導き出される。また $MR_b(Q)$ は $Q$ について減少関数なので $MR_b(Q^* + x)$ も $x$ についての減少関数となり需要曲線は右下がりの曲線となることがわかる。そしてA社とB社の例からもとめたように産業全体の供給曲線と需要曲線を図に表すと図3.4(c)のようになる。



ただしイギリスにおいては排出権制度への参入・退出を自由にしているということに注意しなければならない。どの企業も協定を結ぶことができ、逆に一度協定を結んだ企業も協定を解除することができ、協定を解除すれば低い税率の適用は解除されて、元の税の枠組みのほうに入る。この場合、企業は排出権を需要する側の企業は高い税率の枠組みで排出

する場合にかかる限界費用( $T_1$ )と排出権の枠組みで排出する場合にかかる限界費用( $p+T_2$ )とを比較し、より費用の低い方の枠組みで排出をしようとする。そのことを踏まえた上で図3.4(c)の排出権取引市場の需給関係を見ていくと、例えば供給曲線が $S_1$ に、需要曲線が $D_3$ にあるとすると $p_1$ に価格が一時的に決まる。このとき排出権価格と税率を見ると、 $T_1 < p_1 + T_2$ で排出権市場での費用の方が高くなるため、排出権を需要する側の企業では排出権を買うよりも高税率で税金を払って排出した方が低い費用で済む企業も出てくる。そのような企業は協定を解除し、排出権市場から退出していく。一方、排出権を供給する側の企業では排出権の価格が高いためさらに排出量を削減し、排出権を供給しようとする。この場合、需要側では退出していく企業が出てくるため需要量は減り需要曲線が左にシフトする。同時に供給量は増やされるため供給曲線は右にシフトしていく。これらに伴い排出権価格も低下し、 $T_1 = p + T_2$ つまり排出権価格が $T_1 - T_2$ になったとき需要側の退出・供給側の供給量を増やすインセンティブがなくなり両曲線ともシフトしなくなる。

また、供給曲線が $S_3$ に、需要曲線が $D_1$ にあるとすると $p_2$ に価格が一時的に決まる。そうすると、 $T_1 > p_2 + T_2$ で排出権市場での費用の方が低くなるため、今まで高税率で排出してきた企業の中には協定を結び排出権を購入したほうが低い費用で済む企業も出てくる。そのような企業は新たに協定を結び排出権市場に参入してくる。一方、排出権を供給する側の企業では排出権の価格が低いため排出権を売るよりも自分で排出した場合の利益の方が利益が大きくなるため、排出権の供給を減らそうとする。この場合、需要側に新たな企業が参入してくるため需要量が増え需要曲線は右にシフトする。同時に供給量は減るため供給曲線は左にシフトしていく。これらに伴い排出権価格も上昇し、 $T_1 = p + T_2$ つまり排出権価格が $T_1 - T_2$ になったとき需要側の参入・供給側の供給量を減らすインセンティブがなくなり両曲線ともシフトしなくなる。

よって上の2つの例のように長期的には $p = T_1 - T_2$ の状態均衡し、またこの制度の中では排出権価格は実は税率によって決まっているというメカニズムになっている。そしてこのメカニズムは $p = T_1 - T_2$ という状態が実現している限りは、排出権を需要・供給していても、高税率の税制の中においても限界排出削減費用が均等化されるという仕組みを持っている。

#### 【気候変動税・自主協定・排出権取引での企業の利潤】

上で述べたように $T_1 = p + T_2$ となることをふまえ、今度はその状態で企業の利潤がどのようなになるのかを見ていく。

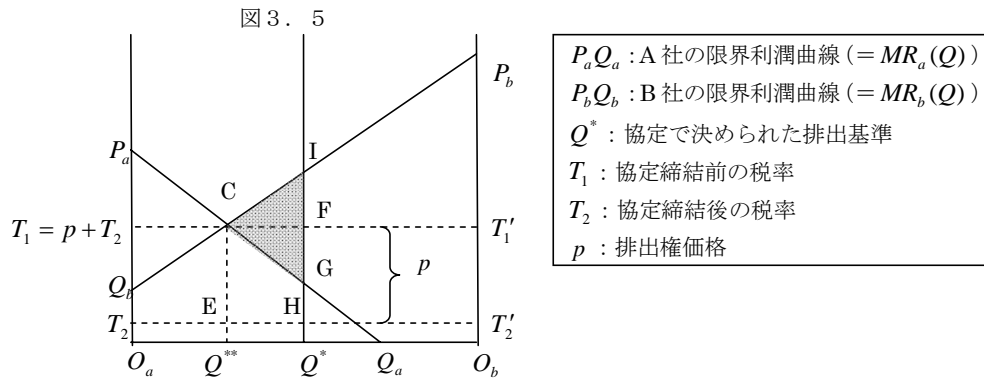


図 3. 5 は図 2. 3 (a) と、図 2. 3 (b) の y 軸に対して線対称な図を、両者の  $Q^*$  の位置が一致するように加えたものである。A 社の排出量は  $O_a$  から  $O_b$  に向かって増え、B 社の排出量は  $O_b$  から  $O_a$  に向かって増える。また各社の協定で決められた排出基準は、A 社は  $O_a Q^*$  B 社は  $O_b Q^*$  になる。

まず排出権取引を行う前の利潤を考えていくと、A 社は  $P_a T_2 H G$ 、B 社は  $I H T_2 P_b$  の利潤を得ている。ここから排出権取引を行うと A 社は排出量を  $Q^*$  から  $MR_a = p + T_2$  となる  $Q^{**}$  まで削減し、削減した分の排出権を売る。このときの A 社の利潤は  $Q^{**}$  まで排出した利益 ( $P_a O_a Q^{**} C$ ) から税の支払い ( $T_2 O_a Q^{**} E$ ) を引いたもの ( $P_a T_2 E C$ ) と排出権売却の利益 ( $C E H F$ ) を足したもののなので  $P_a T_2 H F C$  となり、取引前に比べ  $C G F$  分の利潤が増えている。

また B 社は排出量を  $Q^*$  から  $MR_b = p + T_2$  となる  $Q^{**}$  まで排出権を買い、排出量を増やす。このときの B 社の利潤は  $Q^{**}$  まで排出した利益 ( $C Q^{**} O_b P_b$ ) から税の支払い ( $E Q^{**} O_b T_2$ ) と排出権購入による支出 ( $C E H F$ ) を引いたものなので  $C F H T_2 P_b$  となり、取引前に比べ  $C F I$  分の利潤が増えている。

このことから、自主協定・気候変動税に加えて排出権取引を加えたことによって、排出に対する限界利潤が均等化され効率性が向上したことで CGI の利潤が増加したことになる。

### 【供給曲線】

以上のところで各企業がどのように排出するのを見てきたがここでは産業全体の供給曲線がどのようになるのを見ていく。

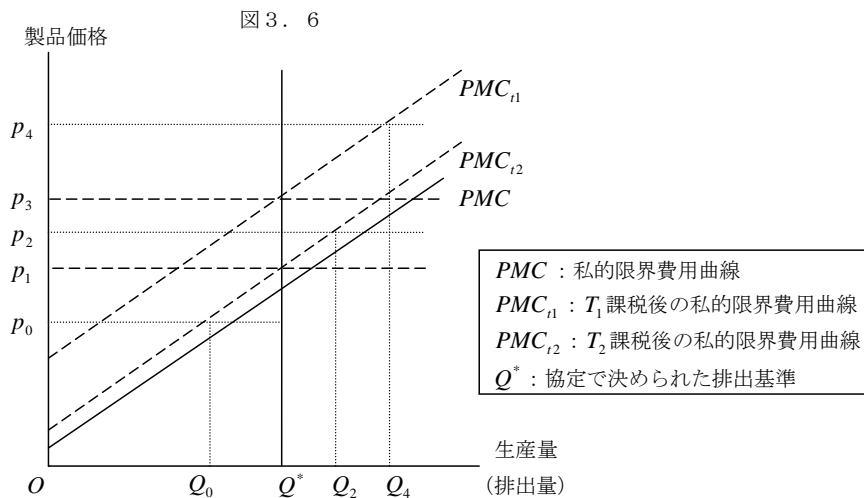


図 3. 6 において、排出量と生産量の間には比例関係があるとすると、排出量に対する限界利潤曲線が直線で表されるのと同様に、生産量に対する供給曲線も直線で表せる。ここで税などの政策が何もとられていないとき企業は私的限界費用 ( $PMC$ ) が価格 ( $p$ ) と等しくなるまで生産を行うため供給曲線は  $PMC$  と一致する。しかしイギリスのような政策が行われた場合そのようにはならない。そのことを見ていくため価格が  $p_1$  以下の場合、 $p_1 \sim p_3$  の場合、 $p_3$  以上の場合に分けて考えていく。

<  $p_1$  以下の場合 >

例えば価格が  $p_0$  にあるとき排出に対して  $T_2$  の課税が行われるため  $p_0 = PMC_{t_2}$  となる点  $Q_0$  までしか生産を行わない。このようなことが排出量が  $Q^*$  になるまで続くので、価格が  $p_1$  以下の場合、供給曲線  $p = PMC_{t_2}$  となる。

<  $p_1 \sim p_3$  の場合 >

次に価格が  $p_2$  のときを考える。このとき  $p_2 = PMC_{t_2}$  となる点  $Q_2$  まで生産してしまうと協定で定められた点を越えてしまい税率が  $T_1$  に戻されてしまう。  $T_1$  に税率が戻されてしまうとかえって利潤が減ってしまうため  $Q^*$  までしか排出を行わない。また排出権を買うとしても  $Q^*$  から追加的に排出する利益よりも排出権価格のほうが高いため、やはり利潤を増やせない。よって利潤が最大となる排出量は  $Q^*$  であり、価格が  $p_1 \sim p_3$  の場合供給曲線は  $p = Q^*$  となる。

<  $p_3$  以上の場合 >

価格が  $p_4$  のとき、税率が  $T_1$  になったとしても  $Q_4$  まで排出した方が利潤が大きいため協定を結ばずに  $Q_4$  まで排出する。よって価格が  $p_3$  以上の場合の供給曲線は  $p = PMC_{t_1}$  になる。

以上のことから供給曲線は



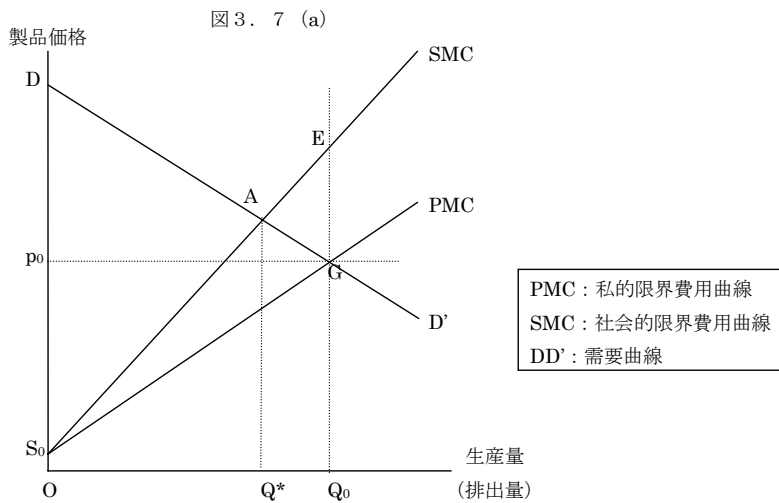
$$\begin{aligned}
 p &= PMC_{t2} & (p \leq p_1) \\
 p &= Q^* & (p_1 \leq p \leq p_3) \\
 p &= PMC_{t1} & (p_3 \leq p)
 \end{aligned}$$

となる。

【余剰の比較】

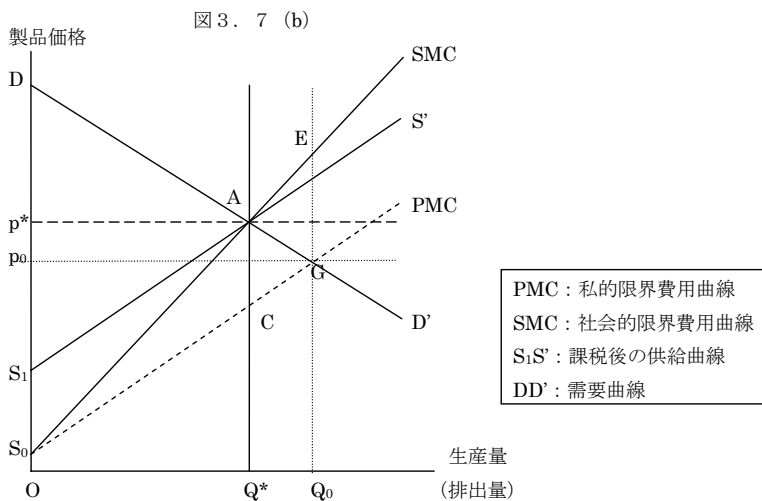
ここからは需要曲線と限界外部費用を含んだ社会的限界費用曲線を加え、各政策での生産者余剰・消費者余剰・税金・外部不経済・総余剰を比較していく。

<何も政策が行われていない場合>



供給曲線であるPMCと需要曲線が交わる ( $p_0, Q_0$ ) で均衡し、社会的最適点である $Q^*$ は達成されず、このときの生産者余剰は $p_0 S_0 G$ 、消費者余剰は $D p_0 G$ 、外部不経済は $S_0 G E$ になり、総余剰は $D S_0 A - A G E$ となる。

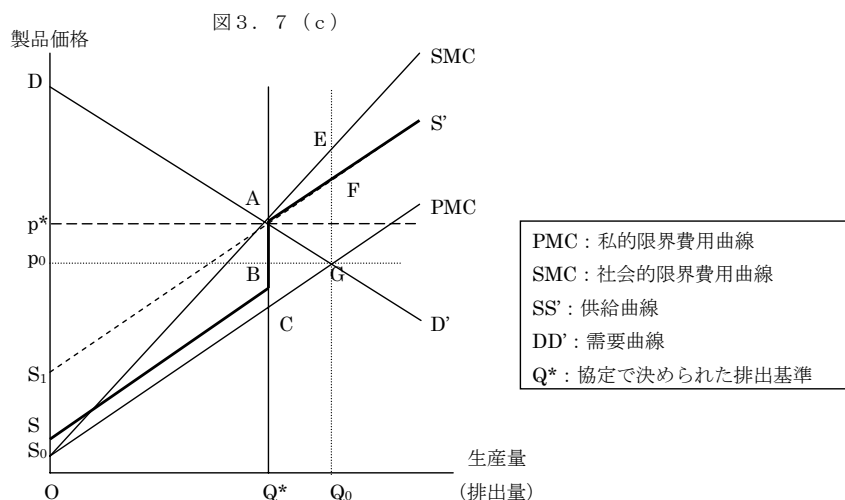
<気候変動税のみで最適点を達成した場合>



気候変動税が課税されたことで $S_1 S'$ が供給曲線になり ( $p^*, Q^*$ ) で均衡し、社会的最適点

が達成される。このときの生産者余剰は $p^*S_1A$ 、消費者余剰は $Dp^*A$ 、外部不経済は $S_0CA$ 、  
 税収が $S_1S_0CA$ になり、総余剰は $DS_0A$ となる。

<気候変動税・自主協定・排出権取引のポリシーミックスで最適点を達成した場合>



ポリシーミックスにしたことで供給曲線が $SS'$ になり  $(p^*, Q^*)$  で均衡し、社会的最適点が  
 達成される。このときの生産者余剰は $p^*SBA$ 、消費者余剰は $Dp^*A$ 、外部不経済は $S_0CA$ 、  
 税収が $SS_0CB$ になり、総余剰は $DS_0A$ となる。

以上の3つを比較すると以下の表のようになる。

	均衡点	生産者余剰	消費者余剰	税収	外部不経済	総余剰
政策なし	$(p_0, Q_0)$	$p_0S_0G$	$Dp_0G$	なし	$S_0GE$	$DS_0A$ -AGE
税のみ	$(p^*, Q^*)$	$p^*S_1A$	$Dp^*A$	$S_1S_0CA$	$S_0CA$	$DS_0A$
ポリシー ミックス	$(p^*, Q^*)$	$p^*SBA$	$Dp^*A$	$SS_0CB$	$S_0CA$	$DS_0A$

この結果を均衡点・生産者余剰・消費者余剰・税収・の観点から税のみとポリシーミック  
 スを比較していく。

まず均衡点を比較するとどちらも $(p^*, Q^*)$ に均衡する。これはポリシーミックスの場合  $Q^*$   
 で供給曲線が垂直になることで排出量が  $Q^*$ よりも多い点では両者の供給曲線が一致するこ  
 とからくると考えられる。

次に生産者余剰から見ていくと、税のみで最適点を達成する場合に比べポリシーミックス  
 を行うことで $S_1SBA$ の余剰が多くなる。これはポリシーミックスの場合、均衡価格は変わ  
 らないが低い税負担で生産できるためその分余剰が大きくなることによるものだと考えら  
 れる。このことから温暖化政策として税だけがとられる場合よりもポリシーミックスの場  
 合のほうが企業の負担は低く、供給曲線・需要曲線の形状によっては何も政策がとられて  
 いなかったときよりも企業の利潤が増える可能性もある。その場合には外部不経済の減少

と企業の利潤の増加が同時に起こり、経済を後退させることなく環境改善を行える。そして産業界にとっても抵抗が少なく受け入れられやすいと言える。

消費者余剰を見ていくと、上で述べたように均衡価格はどちらも変わらない。また政策が変わっても需要曲線は変わらないと考えられるので消費者余剰も変わらない。よって企業にとっては低い税率であっても消費者には高い税率と同じだけのインパクトを与えられる。

税金を見るとS1SBA分減っている。これは排出量が $Q^*$ までの企業には低い税率が適用されるため均衡排出量が $Q^*$ の場合には低い税率での税金しか入らないためである。また生産者余剰の増加分とも一致し、政府の減収分が企業に転化されていることもわかる。しかし税金は減少してはいるものの、その税金を外部不経済を含まない、死荷重を発生させている税制の減税にまわせば死荷重を軽減でき、二重の配当を得ることもできる。

### 3-4 日本におけるポリシーミックスの構想

以上のように理論分析を行ってきたが、イギリス型ポリシーミックスは、税の負担を軽減できることから生産者に受け入れられやすく、また税金を効率的に利用すれば二重の配当を得ることも可能な点から、日本における炭素税導入の形としても望ましいと思われる。

「乾いた雑巾を絞る」という言葉があるが、産業部門は今までも社会から排出削減を迫られ、規制を受けては迅速な対策、技術革新を行ってきたのである。よって、もし炭素税を導入しCO<sub>2</sub>排出削減を図るのであれば、生産コストが今後さらに増大することとなり、産業（特にエネルギー集約型産業）の存続が危うくなる。高い税率をかけるともなれば国際競争力を失う恐れもある。それでは炭素税導入により排出削減は行えても、経済にマイナスの影響を与えかねない。そこで、産業に負担をかけずに、CO<sub>2</sub>排出削減を行うためにはイギリスのようなポリシーミックスが効果的であると考えた。

それでは、このポリシーミックスを日本で円滑に導入するにはどうしたらよいのだろうか。我々は、経団連での自主行動計画（2-2参照）の産業と民生業務部門を協定化し、自主行動計画に参加している企業をそのまま協定に組み込めばよいと考えた。そうすることで企業の取り組みを評価する意味も持てるうえ、手間もかからずに済むのではないだろうか。現在の自主行動計画は、削減目標を立てているにも関わらず、個々の企業の排出削減内容は不透明なままで容認しており、目標を達成するのは難しい状況である。そこに協定を取り組むことができれば適度な拘束力を持たせることができる。また、ポリシーミックスに参加する企業や団体を新たに募るよりも、既存の経団連自主行動計画のシステムに協定を含んだポリシーミックスを導入する方が小さい導入コストで済むということである。

このように、イギリス型ポリシーミックスを日本の産業構造に合わせて改良すれば日本での二酸化炭素排出削減に有効な政策手段となり、京都議定書における削減目標の達成に大きく貢献できるだろう。

## ～ 結論 ～

近年、地球温暖化は深刻な問題となっており、対策の必要性が高まっている。それにも関わらず、その要因となる温室効果ガスの排出量は年々増え続けている状況にある。そこで我々は、日本で温暖化対策を行うにあたって、より導入実現性の高い政策についての考察をしてきた。

2-1で見たとおり、日本のCO<sub>2</sub>排出量の半分近くは産業部門が占めており、京都議定書の目標を達成するにあたって、産業部門が排出削減に貢献することは必須である。しかし、社会全体のエネルギー需要が増える中、産業部門はCO<sub>2</sub>排出量を横ばいの状態でとどめており、産業部門が今までも排出削減のための努力を行ってきたこともうかがえる。炭素税の導入が現在検討される中、これ以上産業に負担をかけさせないためにもポリシーミックスが必要であると我々は考えた。

産業に税の軽減措置が施せるようなポリシーミックスを考える際、日本にとって最も参考になると思われたのがイギリス型のポリシーミックスであった。実際に理論分析を行ってみると、排出権取引が行われることによって社会的排出削減費用は最小で抑えることができ、また、自主協定によって税が軽減されることから企業にとってはより軽い負担で、税政策のみの場合と同様の削減効果を得ることができるなど、複数のメリットをイギリス型ポリシーミックスの中に見出すことが出来た。このポリシーミックスは日本でも受け入れられやすいと我々は考え、実際日本で導入するのであれば、自主行動計画を協定化することで導入コストを低く抑えられるのではないかと考えた。

ただ、この政策でカバーできる部門は限られており、2-1で見た運輸部門、民生家庭部門のCO<sub>2</sub>排出量が増加しているという状況に対しては、この政策では対応できない。よってそれらの部門に関しては今後別の政策を今後考えていく必要があるだろう。しかし、今後このような政策が取り入れられれば、産業部門においては大きな排出量削減が期待できる。

日本では、現在の排出状況と京都議定書の削減目標値を照らし合わせると、早急に対策を講じる必要がある。そのための政策の第一歩としてイギリスで実施されているポリシーミックスを日本に合う形で導入することは、確かな削減効果を得られるという意味で意義のあるものであろう。

## 【参考文献】

- 天野明弘 『地球温暖化の経済学』 日本経済新聞社 1997.11  
石弘光著 『環境税とは何か』 岩波新書 2001.6  
石坂匡身著 『環境経済学～環境問題と政策体系～』 中央法規 2000.3  
環境省地球環境局編 『地球温暖化を考える』 全国地球温暖化防止活動推進センター  
2002.2  
柴田弘文著 『環境経済学』 東洋経済新報社 2002.6  
松橋隆治著 『京都議定書と地球の再生』 日本放送出版協会 2002.9  
三橋規宏著 『環境経済入門』 日本経済新聞社 1998.4

## 【参考 URL】

- Department for Environment, Food & Rural Affairs <http://www.defra.gov.uk>  
International Energy Agency <http://www.iea.org>  
環境省 HP <http://www.env.go.jp>  
財団法人地球環境戦略研究機関 HP <http://www.iges.or.jp>  
社団法人日本経済団体連合会 HP <http://www.keidanren.or.jp>  
経済産業省 HP <http://www.meti.go.jp>  
東京電力 HP <http://www.tepco.co.jp>  
財団法人省エネルギーセンター <http://www.eccj.or.jp>  
財団法人日本エネルギー経済研究所 HP <http://eneken.iecej.or.jp>  
独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 HP <http://www.nedo.go.jp>  
内閣府経済社会総合研究所 HP <http://www.esri.cao.go.jp>  
財団法人茨城県中小企業振興公社 HP <http://www.iis-net.or.jp>  
広島市 HP <http://www.city.hiroshima.jp>  
EIC ネット <http://www.eic.or.jp>  
富山県教育情報通信ネットワーク <http://www.tym.ed.jp>  
環境 goo <http://eco.goo.ne.jp>  
新潟県 HP <http://www.pref.niigata.jp>  
宮崎県 HP <http://www.pref.miyazaki.jp>  
全国地球温暖化防止活動推進センターHP <http://www.jccca.org>

*Special thanks to : Prof Ayumi Onuma*