

卒業論文

# 「カーボンオフセットによる運輸部門のCO<sub>2</sub>削減」



大沼あゆみ研究会

桐生敬佑

「1%あるんですね？じゃあ僕はその1%を信じます。」

三浦和良

## 序論

年が明けて今年 2008 年は京都議定書の約束期間のスタートする年である。地球温暖化など環境問題に関する記事が紙上を賑わし、テレビでは環境問題について討論する番組が目立つようになってきた。21 世紀は環境の世紀とって過言ではないだろう。環境問題に関する国民の関心が高まってきている昨今であるが、しかし、国内で環境対策が浸透されてきているかという、そうは思わない。京都議定書約束期間に突入したにも関わらず、強制的な温暖化対策に着手できない状態が続いている。橋本賢氏の言葉を借りれば、日本は「排出権を誰かが買わねばならないが、誰が買うべきかを決められない」という状況にある。このままでは日本は目標値を達成できないばかりか、CO<sub>2</sub> 排出量は増加の一途を辿ってしまうだろう。

しかし、今世間で注目を集めている制度がある。それが、本論文のメインテーマであるカーボンオフセットだ。私は、カーボンオフセットは環境界の救世主に成りえるのではないかと考えている。そして、カーボンオフセットの特徴を捉え、自分なりの解釈をした結果、私は鉄道を代表する公共交通機関に導入することが望ましいのではないかと考えた。

公共交通機関を選択したのは、カーボンオフセットの特徴を考えた他にも理由がある。車を運転する機会が多い私は、以前から都市部の渋滞が気になっており、昨年も名古屋での交通渋滞緩和政策に関する論文を書いた。運輸部門の環境汚染に強く関心を持っているのである。加えて、春から鉄道会社に就職することもある、運輸部門の環境対策に強い使命感を感じている。

本論文ではまず運輸部門を中心に日本の CO<sub>2</sub> 排出の現状を捉え、次に既存の対策について検証していく。次に、カーボンオフセットについて詳しく説明した後、分析を通してカーボンオフセットを公共交通機関に導入する妥当性を検証していきたいと思う。

# 目次

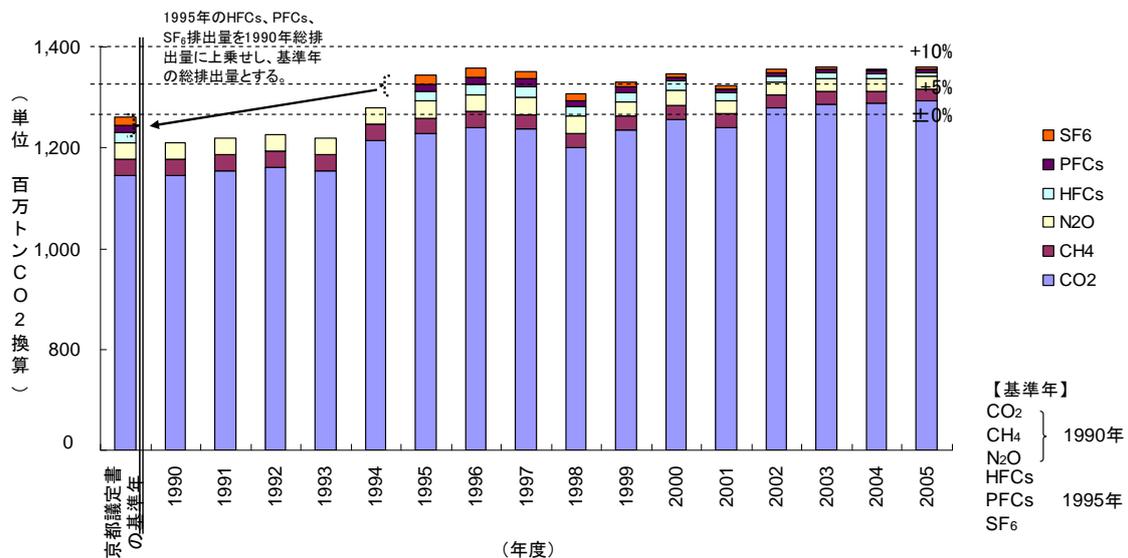
序論	・・・	3
第一章 運輸部門の温室効果ガス排出の現状		
1-1 国内温室効果ガス排出の現状	・・・	5
1-2 運輸部門における CO2 排出	・・・	7
第二章 運輸部門における温暖化対策		
2-1 国土交通省の定める運輸部門の温暖化対策	・・・	10
2-2 現状の主な自動車からの排出量削減施策	・・・	11
2-3 交通需要マネジメント(TDM)	・・・	13
第三章 ロードプライシングの是非		
3-1 ロードプライシングとは	・・・	15
3-2 ロードプライシングの効果	・・・	16
第四章 カーボンオフセット		
4-1 カーボンオフセットとは	・・・	18
4-2 カーボンオフセットの海外事例	・・・	19
4-3 カーボンオフセットの特徴	・・・	24
4-4 カーボンオフセットの問題点	・・・	24
4-5 問題点の解決策	・・・	26
第五章 公共交通機関にカーボンオフセットを導入		
5-1 なぜ公共交通機関か	・・・	27
5-2 公共交通機関へのカーボンオフセット導入方法	・・・	28
5-3 分析	・・・	30
結論	・・・	36
参考文献	・・・	37
終論	・・・	38

# 第一章 運輸部門における温室効果ガス排出

## 1-1 国内温室効果ガス排出の現状

1997年12月11日に京都市の国立京都国際会館で開かれた第3回気候変動枠組条約締約国会議(地球温暖化防止京都会議、COP3)で議決された京都議定書で、2008年から2012年までの期間に、先進国全体の温室効果ガス6種の合計排出量を基準年の1990年に比べて少なくとも5%削減することを目標として定められた。その中で日本に割り当てられた排出量は94%、つまり期間中に6%の削減を求められている。ところが、国内全体の排出量は2005年の時点で基準年比7.8%増となっており、削減どころか増加の一途をたどっている。したがって、京都議定書の削減目標を達成するためには1億6800万トン相当におよぶCO<sub>2</sub>削減量のギャップを埋めなければならない

(図1)国内温室効果ガス排出量の推移

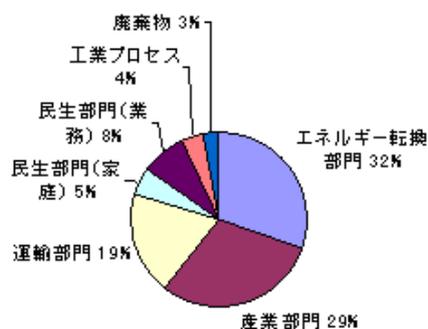


出典：温室効果ガスインベントリオフィス

次に、(図2)の部門別のCO<sub>2</sub>排出量をみると、全CO<sub>2</sub>排出量の61%は、工業プロセスと廃棄物焼却を除くエネルギー転換部門と産業部門から排出される。また、全CO<sub>2</sub>排出量のうち、運輸部門は19%、家庭・業務部門はそれぞれ5%、8%を占める。(図3)をみると、1990年2004年を比べると、産業部門では-3.4%の削減が進んでいるが、家庭・業務・運輸・廃棄物部門からの二酸化炭素排出量は最も急速に増加(家庭31.5%、業務37.9%、運輸20.3%、廃棄物59.6%)している。(図4)には温室効果ガスの排出に関する異なる予測がまとめて示されている。すべての予測は「現行対策(推進)ケース」、つまりすでに設定された政策・施策のみが考慮に入れられている。この予測によると、エネルギー転換部門や産業部門では削減が見込まれているものの、他の部門では大幅な増加が見込まれており、京都議定書の目標達成からは程遠い数値が示されている。本論文では、現状排出量の約20%

を占めており、排出予測でも大幅に増加が見込まれているため、対策が急務な運輸部門に焦点を当てたいと思う。

(図2)部門別二酸化炭素排出量(2005年)



出展:環境省

(図3)部門別国内排出量 1990年比増減率(2004年)

部門	[百万 t CO <sub>2</sub> ]	[1990年比増減率]
エネルギー転換	80.5	18.0%
産業	465.8	-3.4%
家庭	167.6	31.5%
業務その他	226.6	37.9%
運輸	261.5	20.3%
工業プロセス	53.2	-14.6%
廃棄物	36.2	59.5%
その他	0.0	-4.4%
合計	1285.8	12.4%
エネルギー起源 CO <sub>2</sub>	1202.0	13.5%

出展:環境統計集

(図4)温室効果ガス排出予測 1990~2010年

	排出量		2010年の予測（現行対策（推進）ケース）		
	基準年*	2002	環境省	経済産業省	予測の範囲
エネルギー起源の二酸化炭素（CO <sub>2</sub> ）	1,048.3	1,174.3	1,136.7	1,106.0	30.7
内訳					
エネルギー転換部門**	82.0	81.9	73.6	68.0	5.5
産業部門	476.1	468.0	446.7	441.0	5.7
家庭部門	129.2	166.3	158.5	156.0	2.5
業務その他部門	143.9	196.7	197.7	179.0	18.7
運輸部門	217.2	261.5	260.2	261.0	0.8
非エネルギー起源のCO <sub>2</sub> 、メタン（CH <sub>4</sub> ）、 一酸化二窒素（N <sub>2</sub> O）	138.9	128.2	127.3~134.1	133.0	6.9
HFC類、PFC類、SF <sub>6</sub> の排出	49.7	28.3	精査中	74.0	
合計	1,236.9	1,330.8		1,313.0	
	2002年比				
エネルギー起源の二酸化炭素（CO <sub>2</sub> ）	-10.7%	-	-3.2%	-5.8%	
内訳					
エネルギー転換部門**	0.2%	-	-10.2%	-17.0%	
産業部門	1.7%	-	-4.5%	-5.8%	
家庭部門	-22.3%	-	-4.7%	-6.2%	
業務その他部門	-26.9%	-	0.5%	-9.0%	
運輸部門	-16.9%	-	-0.5%	-0.2%	
非エネルギー起源のCO <sub>2</sub> 、メタン（CH <sub>4</sub> ）、 一酸化二窒素（N <sub>2</sub> O）	8.3%	-	-0.7%~4.6%	3.7%	
HFC類、PFC類、SF <sub>6</sub> の排出	76.0%	-		161.9%	
合計	-7.1%	-		-1.3%	

注：\* HFC類、PFC類およびSF<sub>6</sub>の基準年は1995年。その他のガスの基準年は1990年。

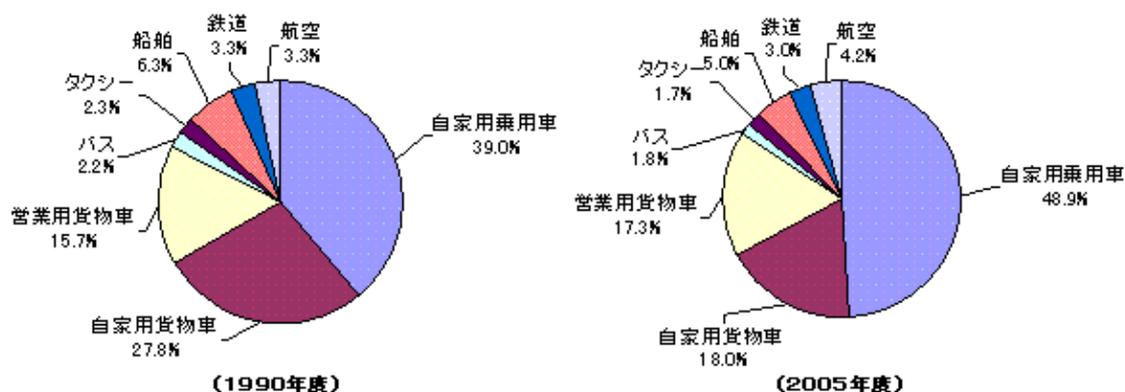
\*\*エネルギー転換部門の排出は需要側に配分されている。

出展：環境省（2004）、経済産業省（2004）、エコ研究所作成〔数値は英語原文作成時のもの〕

## 1-2 運輸部門におけるCO<sub>2</sub>排出

2005年度における国内排出量の約2割を占める運輸部門であるが、(図5)をみてわかるように5割近くを自家用乗用車が占めていることがわかる。1990年度と比べると39%から48.9%と割合が増えていることがわかる。これは高速道路などの道路整備が進んだことや、利便性の高さから高齢者や女性の免許保有率が増加していることが理由として考えられるだろう。

(図5)1990年度と2005年度の各輸送機関の排出量の割合



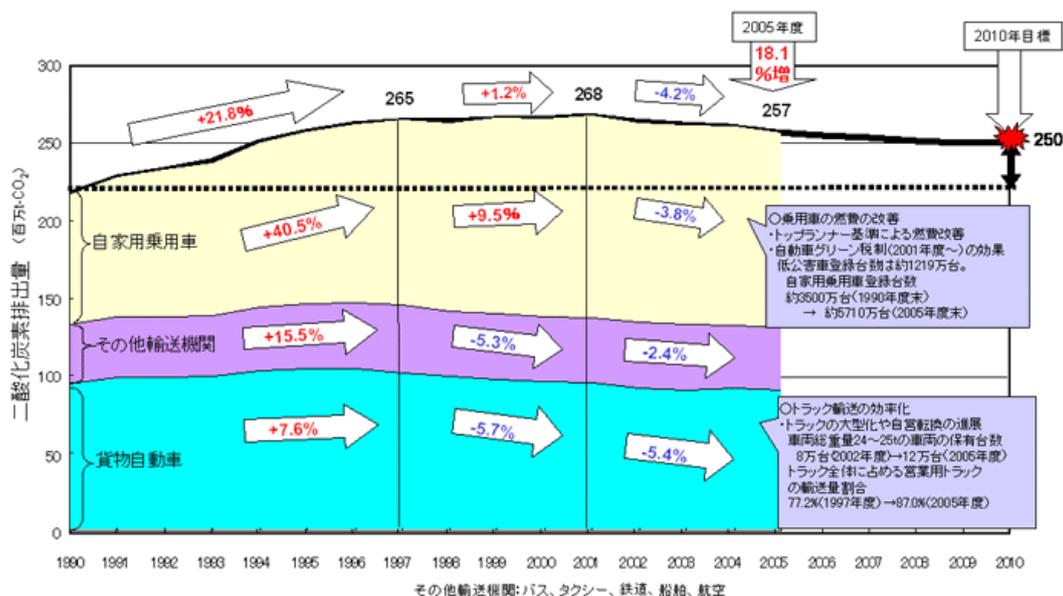
1990年度における排出量を2億1,700万トンCO<sub>2</sub>

2005年度における排出量は2億5,700万トンCO<sub>2</sub>

出展：国土交通省

(図6)をみると、1990年度から1997年度までの間に、運輸部門における二酸化炭素の排出量は21.8%増加したが、その後1997年度から2001年度にかけて、排出量はほぼ横ばいに転じ、2001年度以降は微減傾向を示している。国土交通省の2010年目標は2億5,000万トンCO<sub>2</sub>となっているが、環境省や経済産業省の予測をみると現状の対策のままでは2010年は2億6,000万トンCO<sub>2</sub>の排出が見込まれており、2005年からほぼ横ばいか微増傾向ということになってしまう。よって、目標達成のためには追加的な対策が必要である。

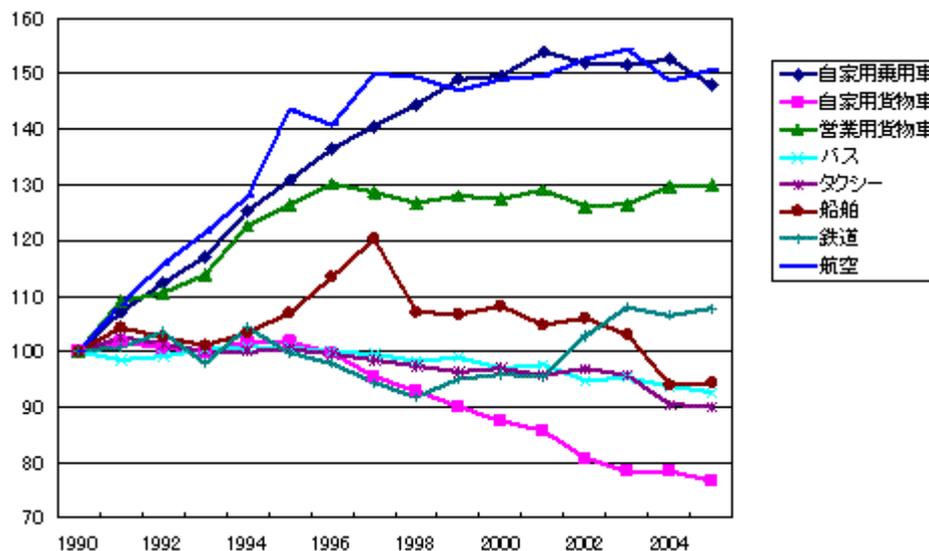
(図6)運輸部門における二酸化炭素排出量の推移



出展：国土交通省

(図7)は各輸送機関からのCO2排出量の推移であるが、増加が目立つのは自家用乗用車と航空である。先に述べた自家用乗用車利用増加に加え、航空の増加は、航空業界の規制緩和で新規参入など競争によって運賃が段階的に下がり、利用客が増加してことに伴って滑走路の新設や拡張等による空港の能力増強で、発着枠が段階的に引き上げられてきたことによりますます利用客が増加しているのが理由であろう。また、営業用貨物車からの排出量は1990年度と比較し増加しているが、逆に自家用貨物車については排出量が減少している。これは、自家用貨物車から営業用貨物車へ輸送がシフト(自営転換)したためと考えられる。

(図7)1990年度から2005年度における各輸送機関からのCO2排出量(1990年度比)



出展：国土交通省

以上のデータからわかるように、運輸部門は国内排出量のうち比較的大きな割合を占めており、近年排出量は微減傾向にあるものの、基準年と比べると依然増加率は高く、またこの先の削減も見込めていない。次章では、割合が大きい自動車利用対策を中心に現在どのような対策がとられているか検証していく。

## 第二章 運輸部門における温暖化対策

### 2-1 国土交通省の定める運輸部門の温暖化対策

2005年4月に閣議決定された京都議定書目標達成計画に記載された運輸部門における施策は、自動車単体対策及び走行形態の環境配慮化、交通流対策、物流の効率化、公共交通機関の利用促進、鉄道・航空のエネルギー消費効率の向上等である。

(図8) 京都議定書目標達成計画における施策の概要 (運輸部門)

施策項目	削減計画における二酸化炭素の排出削減量 (単位:万 t-CO <sub>2</sub> )	具体的な施策
自動車単体対策及び走行形態の環境配慮化	820	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ クリーンエネルギー自動車の普及促進</li> <li>・ エコドライブの普及促進(アイドリングストップ車の普及、EMS の構築・普及 等)</li> <li>・ 大型トラックの走行速度抑制</li> <li>・ サルファフリー燃料、バイオマス燃料</li> </ul>
交通流対策 (社会資本整備分野、交通規制分野等を含む)	510	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自動車交通需要の調整</li> <li>・ 高度道路交通システム(ITS)の推進</li> <li>・ 路上工事の縮減</li> <li>・ 交通安全設備の整備</li> <li>・ テレワーク等情報通信を活用した交通代替の促進</li> </ul>
物流の効率化	840	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 鉄道、海運の利用促進</li> <li>・ 自動車輸送の効率化(トラックの自営転換、大型化、積載率の向上)</li> <li>・ 国際貨物の陸上輸送距離削減</li> </ul>
公共交通機関の利用促進	260	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 鉄道等新線の整備、既存鉄道・バスの利用促進</li> <li>・ 通勤交通マネジメント</li> </ul>
鉄道・航空のエネルギー消費効率の向上	20	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 鉄道単体のエネルギー効率向上</li> <li>・ 航空機単体のエネルギー効率向上</li> </ul>
<b>合計</b>	<b>2,450</b>	

出展：国土交通省

以上のような対策が考案され、実行されている。排出割合が大きく、また環境負荷も大きい自動車利用への対策をピックアップしていく。

## 2-2 現状の主な自動車からの排出量削減施策

### ・クリーンエネルギー自動車の普及促進

クリーンエネルギー自動車普及のため、補助制度として 1993 年度よりエコ・ステーションの設置補助、1994 年度より天然ガス自動車の導入補助、そして 1996 年度より電気自動車の導入補助がそれぞれ通商産業省より（財）エコ・ステーション推進協会、（社）日本ガス協会、（財）日本電動車両協会を通じて行われてきたが、エネルギー問題、地球温暖化問題へのより積極的な対応が求められる状況から、平成 10 年度「クリーンエネルギー自動車普及事業」として、予算的にも拡充が図られた。「電気自動車」「ハイブリッド自動車」「天然ガス自動車」「メタノール自動車」の 4 車種を対象に補助金が交付されている。環境性能の低いガソリン自動車からクリーンエネルギーへのシフトを目指した施策であると言えよう。確かに、環境性能の高い自動車の普及率が上がることによって排出量は抑制されるかもしれないが、自動車の絶対数が増えることで渋滞が悪化するなどの問題も考えられ、運輸部門の排出量削減の根本的な問題解決は難しいであろう。

### ・高度道路交通システム(ITS)の推進

ITS（高度道路交通システム：Intelligent Transport Systems）とは、最先端の情報通信技術を使って人と道路と車両とを一体のシステムと考えようとするものである。具体的には道路交通情報通信システム（VICS）、ETC にはじまる自動料金支払いシステム、赤信号を公共車両に対して減少させ運行支援する優先システム（PTPS）などが挙げられる。このシステムは渋滞緩和、交通事故の抑制、環境負荷の軽減などへの期待が寄せられている。現状では、ETC などは少なからず成果を挙げてはいるものの、公共交通機関やナビゲーションシステムは、集客や利用が滞っているため思うような成果を得ていない。これまで ITS が目覚ましい普及を示してこなかった理由として、財団法人社会経済生産性本部の交通政策特別委員会では主に以下の 4 点があげられている。

要因①：技術開発先行・ニーズ軽視の供給者側の姿勢

要因②：使い方や効果等に関する十分な情報提供の欠如

要因③：ITS の多様なニーズの認識の欠如

要因④：コスト負担についてのあいまいな原則

これらの要因への対応策として以下のことが提言されている

要因①への対応策

- ・「サービスを売る」姿勢で「知的交通サービスとしての」ITSの供給を
- ・政府または地方自治体は、ITSの信頼性、透明性を高めて国民的需要喚起を

要因②への対応策

- ・官民のコラボレーション（協働関係）によるITSの供給を
- ・ユーザーは、バランスのとれたETC機器の精密さの要求を

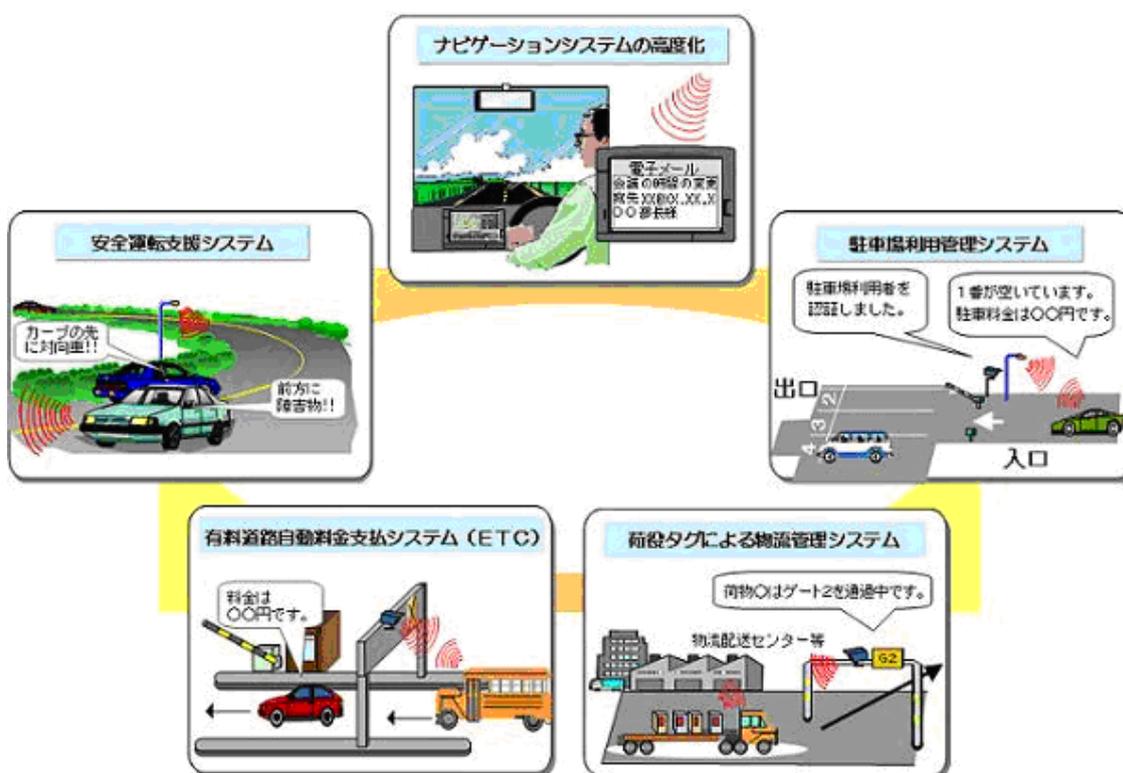
要因③への対応策

- ・政府は、インターモーダル輸送の最適化にITSの活用を  
～VICS情報への公共交通情報の追加を～
- ・政府は、ETC（Electronic Toll Collection System：自動料金支払いシステム）の積極的な活用を～ロードプライシングなど料金政策に活用を～

要因④への対応策

- ・歩行者ITSのコストは政府または地方自治体が負担を

(図9)高度道路交通システム(ITS)の例



出展：総務省

このITSによって、例えばロードプライシングなどの渋滞緩和策につながれば効果的

であるが、ITSによって自動車の利便性が更に向上すると、渋滞を避けて公共交通機関を利用して消費者なども自動車利用へ逆シフトすることが考えられる。よって、効果的な導入を慎重に考察していくことができないと、自動車利用削減への大きな効果は望めないと考える。

以上のような施策は供給面からの施策といえるが、自動車の環境負荷を低減させるための政策や、自動車利用を円滑化させるための施策であるため、消費者に自動車利用削減へのインセンティブを働かせるには到らず、運輸部門内の自動車による排出削減にはつながりにくいと考えられる。それでは逆に需要面からの施策とはどのようなものがあるのだろうか。次に、国土交通省の施策で、需要面から自動車利用者に公共交通機関へのシフトを促すインセンティブを与える施策を検証する。

### **2-3 交通需要マネジメント(TDM)**

交通需要マネジメント(TDM)とは Transportation Demand Management のことで、道路利用者に時間、経路、交通手段や自動車の利用法の変更を促し、交通混雑の緩和を図る方法である。つまり、需要過多となっている現在の道路利用状況を何らかの施策によって供給量に見合う値まで調整しようという方法であり、現在世界的にも注目を集めている。この TDM は4つの種類に分類できる。

#### ①交通経路の変更を促す施策

道路交通情報やロードプライシングなどにより、混雑地域の交通量を分散させる。

#### ②交通手段の変更を促す施策

駅前広場の整備、バスレーンの設置など公共交通機関を使いやすくすることにより自動車交通量を減少させる。パークアンドライドやパークアンドバスライドもこれに含まれる

#### ③自動車の効率的利用を促す施策

相乗りや共同集配などにより自動車交通量を減少させる。自動車1台あたりの乗車人員を増やすことにより、全体の自動車台数を減少させようとするもので、乗用車やバンを使用するカープール、バンプール、企業が運行するシャトルバスによる相乗りなどがある。物流でも貨物車の積載率を高めるため、共同でトラックを使用したり、物流拠点の整備、荷捌きの自動化・情報化などにより効率的な輸送が行われる。

#### ④交通発生時間の変更を促す施策

フレックスタイム制や時差通勤の奨励などにより、混雑が見込まれる朝夕の通勤ラッ

シュの時間帯以外の時間帯にシフトさせることにより需要量の時間的平滑化を図る

以上のように、TDM は需要面から自動車利用量をコントロールしようという施策である。TDM の中でも①～④の目的をすべて満たし、上述の間接的な施策とは異なって直接的な効果が望めると近年注目され、地方自治体などによって導入が検討されているロードプライシングという制度がある。次章ではこのロードプライシングの是非について検証していく。

## 第三章 ロードプライシングの是非

### 3-1 ロードプライシングとは

ロードプライシング (Road Pricing) とは、特定の地域に進入または通行する車から料金を徴収することにより、道路混雑の激しい地域やその周辺の自動車交通量を抑制し、交通渋滞や大気環境の改善を図る制度のことである。ロードプライシングでは、特定の地域に進入する際に、消費者に課金が課されるため、消費者は課金額を支払って進入するか、課金が設定されていない他の交通手段(公共交通機関や、自転車など)に転換するかを選択することになる。つまり、経済的に消費者の意思決定メカニズムに働きかけることができるため、直接的な効果が期待できるのである。

以上のようにロードプライシングは TDM の目的をすべて満たした優れた施策であると言えるが、経済学的にその根拠を検証してきたいと思う。

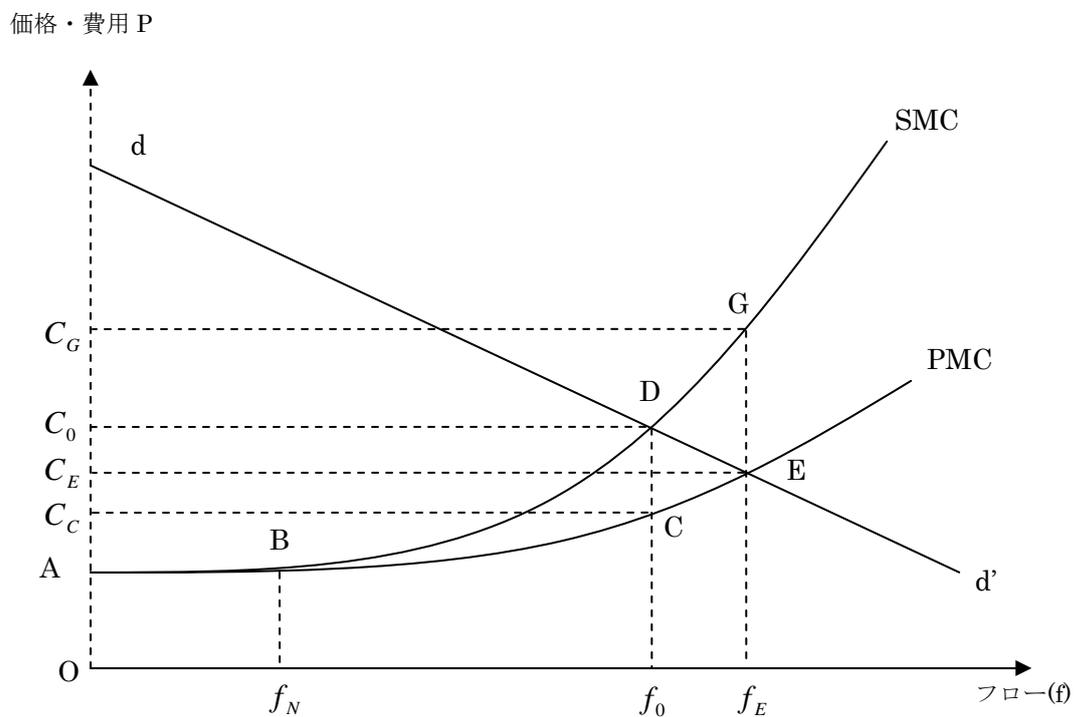
ミクロ経済学の市場の論理に従うと、道路の利用も需要と供給の関係として捉えることができる。道路を利用する自動車運転者は道路のサービスを需要し、また道路はそのサービスを供給している。そして、需要が供給を上回った時に発生するのが渋滞である。ここでの需要者の費用とは、燃料費やタイヤの磨耗、自動車の原価償却費などである。また、道路使用の費用はこれらの直接費用だけではなく、間接費用も含まれる。道路走行にかかった時間は閑節費用として捉えることができる。時間は1日24時間と限られた希少資源であるため、価値を持っていると考えられる。よって、渋滞が発生すると、所要時間が増えるため、間接費用(燃費の悪化等による直接費用も増加する)が増加することになる。今、単位時間あたり100台の自動車が行き交う道路があるとする。走行台数が100台、もしくは100台以下の時、所要時間は10分である。しかし、走行台数が101台に増えると、全車両の所要時間が11分に増加してしまう。このとき、最後の追加的な1台は他の車両の所要時間までも遅らせてしまう。これを渋滞によって生じる外部費用と捉えることができる。ミクロ経済学の観点からすると、この外部費用が発生するとき、最適な資源配分は達成されない。この外部費用を、課金することによって内部化するのがロードプライシングの仕組みである。

このロードプライシングを図によって理解すれば以下のようなになる。(図10)は横軸には当該道路の生産物としてフローをとり、縦軸には費用をとる。フローと私的限界費用(PMC)の関係をABCEを通る曲線で表し、また混雑が生じてPMCに外部費用が加えられた社会的限界費用曲線をABDGを通る曲線で表す。需要曲線は $dd'$ である。

現在、市場に任されたこの道路では、 $dd'$ とPMCが交わる $f_E$ までフローが実現される。この点では、PMCとSMCが乖離しており、過大利用となって効率的な配分は達成されない。 $f_E$ のとき、消費者は $C_E$ の費用しか負担していないが、実際には $C_G$ までの限界費用が

発生している。 $C_G - C_E$ の外部費用を限界社会的費用として社会が負担していることになり、効率的な資源配分は達成されない。効率的な資源配分は道路を使用する消費者が限界費用をすべて負担する点で達成される。つまり、 $f_0$ のとき効率的な資源配分が達成されるのである。では、どのように $f_0$ を達成すればよいのだろうか。その手段がロードプライシングによる課金である。 $f_0$ におけるSMCとPMCの差DCに等しい額をロードプライシングとして課せば、PMCはこの分だけ上方にシフトしたのと同じ効果を持つため、 $dd'$ とPMCは点Dにおいて均衡し、社会的に最適なフロー $f_0$ が達成されるのである。

(図 10)ロードプライシング



### 3-2 ロードプライシングの効果

経済学的に効果が期待できそうなロードプライシングであるが、実際に導入した際にはたして本当に効果があるのか考えていきたいと思う。上述のように、ロードプライシングとは課金によって道路交通需要をコントロールし、最適な交通量を目指す制度であるが、課金によっていったいどれほどの需要曲線の変化が起こるのだろうか。原油高によりガソリン価格が高騰している昨今であるにも関わらず、自動車保有台数や自動車交通量は増加の一途を辿っている現状を考えると、課金による効果に疑問が残る。それを知るためには、自動車交通需要の価格弾力性が良い指標となる。需要の

価格弾力性とは、価格が1単位変化した際に需要量がどれほど変化を示すかを表す指標だ。この弾力性の値が正の場合価格が上昇すると需要量も増加する。逆に値が負の場合価格が上昇すると、需要量は減少する。また、その絶対値が1以上だとその財は価格弾力的で贅沢品の要素が強くなり、絶対値が1より小さいと非弾力的で必需品に近くなる。非エネルギー生産物に対する需要の価格弾力性についての研究は、きわめて少ないが、輸送需要の自己価格弾力性に関する推定に関しては例外で研究結果があった。OECDによると、自動車交通の価格弾力性は、短期で-0.09~-0.24、長期で-0.22~-0.31である。この数字をみると、より長期になれば自動車交通の費用が上昇すると、乗用車での移動が減少するかもしれないが、自動車交通は非弾力的だとみて間違いないだろう。また、自動車の所有に対する需要の価格弾力性は-0.1と推定されており、こちらも非弾力的である。

以上のことから考察すると、自動車交通の価格弾力性は非弾力的で、ロードプライシングによる課金がなされた場合でも、自動車利用者はよほどの課金額でない限り課金額を払ってでも自動車利用を選択するだろう。これは、自動車利用者が金額的な理由というより、その快適性や利便性の高さを理由に自動車を利用しているからだろう。つまり、ロードプライシングによって課金するだけでは需要量の変化は少なく、自動車利用によるCO<sub>2</sub>排出を削減するには不十分ということになる。よって、より根本的な意識面からの改革が不可欠なのではないだろうか。次章では、現在世界的に注目され、消費者の環境意識改革に大きな効果を持つだろうと考えられる、カーボンオフセットについて検証していきたいと思う。

## 第四章 カーボンオフセット

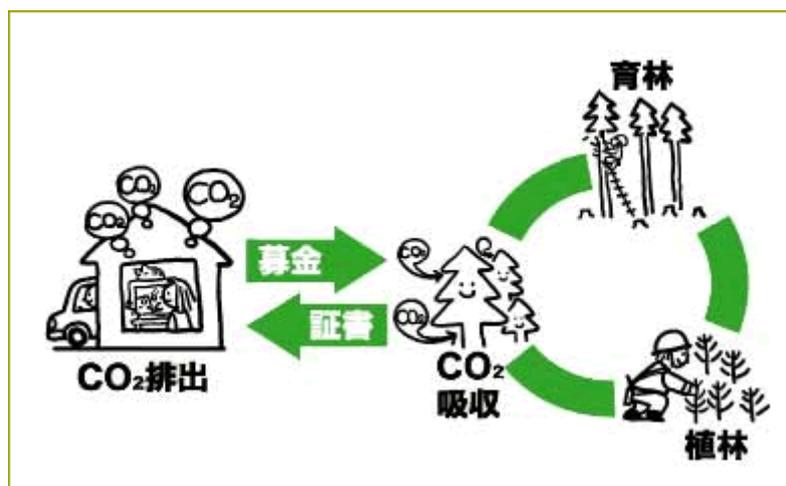
### 4-1 カーボンオフセットとは

現在世界的に注目されているカーボンオフセットという仕組みがある。カーボンオフセットという言葉の定義だが、米国のNPO団体“Climate Trust”によれば、「ある行動とは別の活動によって、ある行動の排出量と同量の二酸化炭素発生量を減らすこと」とある。

(原文：The "official" definition of a carbon offset is, "carbon offsets are the process of reducing a ton of carbon dioxide emissions in another location for the emissions you cause in either your home, office, commute, travel or other activities that use energy and cause emissions.)

例えばある個人が交通手段として自動車を利用したとする。この時に排出したCO<sub>2</sub>の量を算出し、他の植林事業などによって相当量のCO<sub>2</sub>を吸収させることによってカーボンニュートラルを達成しようという仕組みだ。ここで、自動車を利用した個人が植林事業を行うには多大な費用がかかってしまう。そこで、他のCO<sub>2</sub>削減事業を行っている団体に料金を支払うことで、最小の費用でカーボンニュートラルを達成することができる。実際には、(図11)のように、CO<sub>2</sub>削減の料金を払うことによって、削減の証書がもらえる仕組みになっている。このとき、CO<sub>2</sub>削減事業としては、植林のように直接CO<sub>2</sub>を削減する事業から、風力発電などのクリーン発電事業に投資するような間接的にCO<sub>2</sub>を削減する事業まで様々な方法がある。

(図11)カーボンオフセットの仕組み



出展：カーボンオフセット HP

このカーボンオフセットは新しい仕組みでその歴史は浅く、2005年に英国の航空会社“British Airways”が飛行機の運航に伴うCO2排出の対策費の一部を搭乗者に負担してもらう仕組みで開始した。その後“スカンジナビア航空”などが取り入れたことにより英国を中心に欧州で活発化し、W杯やサミットでも実施されたことにより現在全世界に注目されている。DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs、英国の環境食糧農林省)によると、英国のカーボンオフセット市場の市場規模は2006年の6,000万ポンドから2009年には2億5,000万ポンドまで成長すると予想しており、今後さらなる市場規模の拡大が見込まれる。国内では、環境省が「カーボンオフセットのあり方に関する検討会」を開き、仕組み作りを急いでいる。

#### 4-2 カーボンオフセットの海外事例

上述のように非常に歴史が浅いカーボンオフセットであるが、欧州を中心に実際に実施されている例をあげて検証していきたいと思う。また、国内でもすでに実施に到っている団体もあるので、その事例もみていきたいと思う。

##### ① 英国航空会社“British Airways”の事例

英国航空会社である British Airways(以下 BA)は、2005年9月12日から英国政府支援のもとカーボンオフセットを実施している。BAのカーボンオフセットは、搭乗客が環境団体“Climate Care”の持続可能なエネルギー事業に寄付を行うことで、航空機の利用に伴うCO2排出量を相殺しようというものである。BAは自社のウェブサイトで、乗客自らが、航空機から排出されるCO2排出量削減にかかる対策費相当分の寄付を申し込める仕組みを作った。搭乗客1人当たりの寄付金額は渡航距離によって異なり、成田空港からロンドン・ヒースロー空港を往復する場合の、乗客1人の対策費は17.43ポンドで、日本円にすると約3612円(1ポンド=207.25円として計算)となる。BAのチーフ・エコノミスト兼環境問題担当主任のアンドリュー・センタンス博士(Dr. Andrew Sentence)によると、BAは2000年以降、航空機からのCO2排出量を8%削減することができたが、フライトによって生じるCO2を削減するという更なる強力な取り組みを希望する乗客のためにこのカーボンオフセットの制度を設立したとしている。BAはこの取り組みにより年平均1600トン程度の排出削減量を取得しており、Climate Careはこれまで、南アフリカ共和国への省エネ照明器具5万個の配布や、インドで再生可能エネルギーである練炭を燃料とするストーブの利用促進プロジェクトなどを進めてきた。

また、スカンジナビア航空でも同様の仕組みを作り、カーボンニュートラル社とパートナーシップを組んで2007年3月14日からカーボンオフセットの制度を開始している。他にもヴァージン航空(英)がカーボンオフセットの機内販売に近々着手、カンタス航空(豪)、

エアフランス(仏)などもウェブサイトからのカーボンオフセットを開始するなど航空業界で世界的な広がりを見せている。

(図 12)British Airways



出展 : <http://www.airliners.nl/>

## ② 2006年 FIFA ワールドカップドイツ大会での事例

世界中で人気を集めるサッカー最大の国際大会として、テレビの視聴率ではオリンピックを凌ぐ世界最大のスポーツイベントであるワールドカップだが、その華々しい面の裏側には、深刻な CO<sub>2</sub> 排出がある。2006年ドイツ大会ではおよそ1ヶ月の大会期間中に、世界中から集まった観客やチームの移動、ホテルやレストランなどの利用によって、CO<sub>2</sub> 排出量が通常よりも10万トンほど増加するとみられていた。そこで、国際サッカー連盟(FIFA)は、「グリーン・ゴール」と題した取り組みを実施。太陽光発電を利用したエネルギー供給を目指すほか、大会期間中に増加したCO<sub>2</sub>の排出量を、発展途上国で温室効果ガスの削減プロジェクトを支援するカーボンオフセットに取り組むことで、事実上ゼロにする と発表した。途上国でのプロジェクトに対する支援は京都議定書に定められた CDM を利用したもので、さらに FIFA は、WWF など世界の40の環境 NGO が支持する「ゴールドスタンダード」の基準をクリアした CDM プロジェクトを支援することで、ドイツ大会は地球温暖化防止に確実に貢献したという初のワールドカップになった。FIFA が今回ドイツサッカー連盟、ドイツテレコムなどの大会後援企業と共同出資する削減プロジェクトは、次期ワールドカップ開催国の南アフリカと、2004年度末に大津波の被害を受けたインドでの取り組みである。南アフリカのプロジェクトは、近くの工場から廃棄されていたおがくずを使ったバイオマス発電と、汚水処理施設から発生するメタンガスを使った発電を行なうというもの。また、インドでは、津波の被害に遭った1,000世帯の家庭に、牛を1頭ずつ配

り、その牛の排泄物から出るメタンを発電に利用して調理に使ってもらう。このようなプロジェクトが FIFA 出資の元に行われる。合計支援額 120 万ユーロ(約 1 億 8,700 万円)により、FIFA は大会期間中に増加した 10 万トン分に相当する排出削減クレジットを利用したことになる。

(図 13)グリーンゴールのイメージ



出展：WWF

② カーボンオフセット年賀の事例

日本郵政公社(現日本郵政株式会社)は、平成 20 年用寄附金付お年玉付年賀葉書としてカーボンオフセット年賀を発行した。販売価格は 1 枚 55 円で、そのうち 5 円が寄附金となり、地球温暖化防止を推進するプロジェクトを支援し、温室効果ガス排出削減に貢献する。欧州で急速に広まるカーボンオフセットの仕組みを、年賀葉書という日本で最大規模のコミュニケーションツールに取り入れ、送る側は 5 円/1 枚の寄附金によって温暖化防止に貢

献でき、受け取る側も京都議定書の第一約束期間の開始となる年の年頭に、温室効果ガス削減を啓発するメッセージを受け取るという、双方にとって有益なコミュニケーションツールとしての役目を備えている。このカーボンオフセット年賀の発行数は1億枚。1枚につき5円分を環境プロジェクトに寄付するため、完売すれば5億円の寄付金が集まることになる。日本郵政グループでは、2007年8月中旬時点のCO2排出権取引価格の3200円前後を基に約15万6000tのCO2がオフセットできると試算。これは、日本のCO2削減目標である「マイナス6%」の約0.2ポイント分に相当する。日本郵政グループは民営化以前から地球温暖化問題に取り組んできた。郵便物配達の際に生じるCO2の影響も少なくないからである。全国に約2万4000ヶ所ある郵便局職員の地域との結びつきを生かして、従来の地域環境活動とグローバルな視野に立ったカーボンオフセット年賀という商品のつながりを、全国の郵便局員が「広報員」として広く伝えていくことができれば、日常の業務を通して大きな啓発効果を生む可能性がある」と期待されている。

(図14)カーボンオフセット年賀



出展: 日本郵便

#### ④ CO2 ゼロ旅行の事例

大手旅行代理店のJTBは2007年4月から旅行業界として初めてカーボンオフセットを取り入れた団体向け旅行企画「CO2 ゼロ旅行」を販売開始した。旅行の際には、自動車や電車、飛行機などどのような手段を選んでも必ずCO2が排出される。このCO2を(図15)のようなグリーン電力証書の仕組みを使ってオフセットしようというのが「CO2 ゼロ旅行」である。持続可能な社会をめざして、地球に優しい旅行スタイルという選択肢を旅行者に

提供することで、CO2削減に貢献してもらおうとJTB 関東が開発した。旅行中に使用する電力を移動距離と移動手段、参加人数、日数から割り出し、その電力と同量の自然エネルギーを購入することで、旅行中のCO2排出を相殺する仕組みである。4月から販売されたこの「CO2ゼロ旅行」は2007年11月末までにおよそ3000人の申し込みがあり、その多くが修学旅行や社員旅行などの団体客だという。修学旅行の場合には出発前に説明の時間を設けることによって環境学習の効果も生まれている。また、このような環境教育効果は利用客だけでなく、販売する側の社員にも波及しているという。どういうことかという、こうした環境を切り口とした商品を売るには社員の意識が高くないと顧客離れを起こすことになる。他の製造業と比べると環境意識が高いとはいえない旅行業の社員からは、地球温暖化に詳しいわけでもないのに、CO2ゼロを謳った商品を売る自信がないという声も当初は聞かれたという。そこで、JTB 関東では社内外に向けたエコ行動イベントを開催し、環境活動を試みた。こうした準備期間を経てCO2ゼロ旅行の販売に至ったが、お客様と一緒に勉強しようという気持ちで販売を通して環境問題を学び、使い捨ての割り箸をやめて「マイ箸」を持つ社員が出てくるなど、啓発効果も見えてきた。カーボンオフセットにはこうした環境教育効果の役割があることも重要な意義の1つと捉えられるだろう。

(図 15)グリーン電力証書



### 4-3 カーボンオフセットの特徴

現在世界的に注目を集め、日本国内でもその仕組み作りを検討されているカーボンオフセットであるが、その特徴はどのようなところにあるのか。混同されがちな炭素税と比較して特徴を捉えたいと思う。カーボンオフセットと炭素税は、排出した CO<sub>2</sub> 分の金を支払うといった意味では同じである。ではどのような相違点があるのだろうか。(図 16)はカーボンオフセットと炭素税の主な相違点である。カーボンオフセットの一番の特徴は参加が任意であるということだ。炭素税は CO<sub>2</sub> 排出量に応じて一律の課税がなされるため、いかなる排出者も金額を支払うことになるが、カーボンオフセットの場合は完全に任意の参加となっているので、消費者はオフセットに参加するかどうかを選択できる。現在の日本において炭素税の導入は産業界からの反対が強く、年金問題等で揺れる政治情勢的にも導入の可能性は極めて低いと考えられるが、カーボンオフセットであれば実施は任意のため導入に反対するものはいないと考えられるので、現実的である。税の不明瞭な使途と比べると、削減事業に直接支払うこともカーボンオフセットの優位性としてあげられるだろう。また、カーボンオフセットは自らの行動に対する CO<sub>2</sub> 排出量を算出し、その排出量に見合った削減量をクレジットとして購入することになる。つまり、消費者が自分の行動に伴う CO<sub>2</sub> 量を把握することができるので、温暖化防止を啓発する効果があり、環境意識の改革が望めるだろう。炭素税は課税によって供給曲線をシフトさせ、その経済効果で削減するが、カーボンオフセットは根本的な環境意識改革からの削減と言ってよい。

(図 16)カーボンオフセットと炭素税

カーボンオフセット	炭素税
参加は任意	一律に徴収される
参加者が自主的に削減事業団体に支払う	国や(地方自治体の場合もある)が徴税する
使途は払う側に選択権がある	使途は国が決める
削減事業に支払われるが、本当に削減が進むかは不明瞭	国が使途を決めるため、国民はその使途を把握できない
任意のため供給曲線のシフトはなく、意識改革からの削減	課税により供給曲線をシフトさせ、その経済効果で削減
自身の行動に対する具体的な CO <sub>2</sub> 排出量を数字で把握できる	自身の具体的な CO <sub>2</sub> 排出量を数字で把握することはできない

### 4-4 カーボンオフセットの問題点

カーボンオフセットの特徴を捉えたところで、カーボンオフセットの問題点について

考えたい。現在カーボンオフセットが導入されている英国などの例を見ると、カーボンオフセットには以下のような問題点が生じると考えられる。

- ① カーボンオフセットが排出削減につながらない。
- ② CO<sub>2</sub>削減事業の不透明性
- ③ 将来価値の計算

これらの問題点に関して、一つずつ検証していく。

#### ① カーボンオフセットが排出削減につながらない

イギリスの金融グループ HSBC は、2005 年にカーボンニュートラルをオフセットにより達成したと発表した。しかし、実際の排出量は 2004 年の 585,000 トン CO<sub>2</sub> から 2005 年には 663,000 トン CO<sub>2</sub> に増加しており、オフセットが免罪符となり実際の排出削減につながっていないと指摘されている。この事例のようにカーボンオフセットの特徴を誤って捉え、自身が排出した CO<sub>2</sub> をオフセットによって帳消しできるから、オフセットは CO<sub>2</sub> 排出の免罪符であると考えられてしまう可能性がある。すると、削減努力を怠るといったことが起こり、全体の排出量は削減されないどころか増加してしまうだろう。この問題を防ぐために、できる限りの排出削減努力を前提とし、どうしても削減が困難な CO<sub>2</sub> 排出をオフセットの対象とするような仕組みが必要である。

#### ② CO<sub>2</sub>削減事業の不透明性

2006 年には市場規模が 60 億円を超え、拡大の一途を辿っているオフセット市場だが、それに伴って削減事業を取り扱う企業も世界的に増えてきている。そこで生じる問題が削減事業の不透明性である。現状だとオフセット料金を 100 円支払った際に、実際に 100 円分の CO<sub>2</sub> が本当に削減されているのか消費者に情報は入らない。あるロックバンドがアルバム制作・流通で排出される CO<sub>2</sub> を、The Carbon Neutral Company を通じてインドで 1 万本のマンゴーを植栽するという植林プロジェクトでオフセットしたと発表した。しかし、実際には植栽された樹木の約 40%が管理不足で枯死してしまい、想定していたクレジットは発生しなかった。この事例のように、オフセットしたと考えられていた CO<sub>2</sub> が実際にはオフセットされていなかったということがありえる。さらに、削減される CO<sub>2</sub> 量の算定方法も事業者によってばらつきがあり、明確な基準が存在していない。よって、現状の不透明性のままでオフセットが導入されると、オフセット量を過大報告するような悪徳業者が参入してくることが予想されるため、導入には不透明性を解決する策が必須である。

#### ③ 将来価値の計算

カーボンオフセットによって出資された削減事業によって、すぐに CO<sub>2</sub> が削減されるわけではない。(図 17)は環境省の「カーボンオフセットのあり方に関する検討会」資料に掲載さ

れた将来価値計算の例である。この資料によると、オフセットが完了するには、エネルギー効率向上プロジェクトで6年、再生可能エネルギープロジェクトで12年、植林事業では100年もの年数を必要とする。上述の例のように、途中で木が枯れるようなことがあると、その分はオフセットされない。仮に2005年の大晦日にNYまでの片道フライト(0.77トン)のオフセットを5.77ポンドで購入した場合、実際にオフセットが相殺されるには2106年までおよそ100年を要することになる。

(図17)将来価値の計算(例)

プロジェクトタイプ	オフセットに要する年数	計算のベース	全てのオフセットに占める割合
エネルギー効率向上	6年	省エネ電球の寿命	50%
再生可能エネルギー	12年	風力タービンの寿命	20%
植林	100年	木の寿命	30%

出典：環境省「カーボンオフセットのあり方に関する検討会」資料より

#### 4-5 問題点の解決策

これらの問題は、英国下院環境監査委員会報告書及び英国でのヒアリングによって抽出された問題点であり、環境省もカーボンオフセットのあり方に関する検討会にて、これらの問題の解決策を模索していた。そして、2008年1月22日の検討会で、オフセットによる排出削減の効果などを第三者機関が検証する仕組みが必要だとする指針がまとめられた。その指針では、上記①の問題点に関して、各自の排出削減努力が前提であり、どうしても削減が困難な排出がオフセットの対象になると規定している。また、②・③の問題点に関して、オフセットの取り組みによって確実なCO<sub>2</sub>の排出削減効果が生まれるかどうか、同一の削減が複数のカーボンオフセットに重複して使われないかなど一定の基準を満たしているかを第三者機関が審査することによって解決されるだろう。ただし、明確な審査の基準が策定されないとならない。環境省は2008年秋をめどに第三者機関による検証の基準などを策定するそうだが、はたして削減効果を算定する基準などを明確にできるのだろうか。今後のカーボンオフセット市場に大きな影響を与えうる決定となると考えられるので、慎重に仕組み作りを行ってほしいものである。政府は7月に開かれる北海道洞爺湖サミットも、会議開催に伴うCO<sub>2</sub>排出分を何らかの投資でオフセットする方針だという。その際にどのような事業に投資されるのか注目してみたい。

## 第五章 公共交通機関にカーボンオフセットを導入

### 5-1 なぜ公共交通機関か

上述の地球温暖化問題、とりわけ国内運輸部門の CO2 排出量削減のための施策として、私は公共交通機関にカーボンオフセットを導入することを強く推したい。排出割合が圧倒的に大きく、排出量削減が急務の自動車利用を抑制するような施策ではなく、公共交通機関での施策を導入するというのは一見時代に逆行していると思われるかもしれない。しかし、私の考える施策は、現実性を考え、公共交通機関だけを視野に入れているのではなく、運輸部門全体、はたまた国内全部門での排出削減を視野に入れた施策である。どういうことか詳しく説明しよう。

まず現実性を考えたときに、自動車利用を抑制するというのは現実的ではない。なぜかという、上述のように、自動車利用を課金による経済効果から抑制しようとしても、価格弾力性の低さから大きな効果は望めないし、効果を出そうとすると課金額がとて大きくなってしまふ。そのような大きな課金額を設定することは困難だと考えられるので、現実的ではないだろう。逆に、(図 18)を見るとわかるように、公共交通機関でオフセットを実施したとき、鉄道やバスは環境性能が非常に高く、CO2 排出量が少ないためオフセット価格も低くなる。さらに参加は任意であるために、導入に反対ということはまずないと言っていいだろう。よって現実的である。

(図 18) 1 人 1km あたり移動するために排出された平均 CO2 量(2004 年度)

交通手段	CO2 排出量(g)
自家用自動車	175g
航空	111g
バス	53g
鉄道	19g
自転車	0g
徒歩	0g

出展：国土交通省；運輸部門の地球温暖化対策について

さらに、第三章で自動車利用を抑制するためには根本的な意識面の改革が必要不可欠だと述べた。公共交通機関にカーボンオフセットを導入することで、利用者は自分の移動に伴う CO2 排出量を数値で把握することができる。例えばそのときに、もし自動車などの他交通手段で移動したときに生じる CO2 量も表示できるシステムを作れば、利用者の環境意識に呼びかけることができるのではないだろうか。鉄道などの公共交通は自動車と違っ

て老若男女すべての人が利用するものであるから、このカーボンオフセットの環境教育効果が幅広い層に波及することが望める。

また、カーボンオフセットの特徴と照らし合わせたときに、カーボンオフセットはそれ以上削減が困難な CO2 排出に対して行われるべき施策であるが、公共交通機関を考えると、鉄道は一番 CO2 排出が少ない交通手段であるし、飛行機や船舶の場合は代替手段が無い場合が多い。よって、カーボンオフセット実施が見合っていると考えられる。乗客のオフセット参加者からオフセット料を徴収し、政府の定める第三者機関の基準を満たした削減事業に投資することで確実な削減が望めるだろう。

## 5-2 公共交通機関へのカーボンオフセット導入方法

ではどのように導入するのか、私なりの意見を述べたいと思う。ここでは公共交通機関を代表して鉄道への導入を考える。英国の事例を見ると、ウェブサイトからの申し込みという方法が主流となっているようだが、この方法だと認知率が上がりにくいのではないだろうか。よって、切符を購入する際にオフセット金額を提示し、乗客がオフセットに参加するか否か選択できるシステムが望ましい。このとき、同じ距離の移動に自動車や航空機など他の交通手段を利用した場合の CO2 排出量を表示できるようにすれば環境教育効果も上がるだろう。参考として、以下に東京から大阪まで移動する際に生じる CO2 量とそのオフセット額を「日本カーボンオフセット」のオフセット料金を参考に計算してみた。

[鉄道を利用したケース]



東京駅 —————▶ 新大阪駅

距離 552.6km

CO2 排出量 10.4kg

オフセット価格 約 50 円

〔飛行機を利用したケース〕



東京羽田空港 → 大阪伊丹空港

距離 514km  
CO2 排出量 57.1kg  
オフセット価格 約 274 円

〔自動車を利用したケース〕



東京 IC → 梅田 IC

距離 530km  
CO2 排出量 92.75kg  
オフセット価格 約 445 円

このように、同じ東京、大阪間を移動する場合にも、交通手段によって CO2 排出量に大きな差がある。鉄道の切符を購入する際に、このオフセット料金 50 円を同時に支払うシステムを作り、その際に飛行機を利用した場合や自動車を利用した場合の上記 CO2 排出量を表示すれば、利用者の環境意識も高まるだろう。実際にヴァル研究所の提供する交通経路情報サービスの「駅すばあと」では、2007 年 12 月 7 日からチーム・マイナス 6%の一環で「CO2 駅すばあと」というサービスを提供している。これは出発地と目的地を入力すると、従来の経路・運賃・所要時間・距離に加えて CO2 総排出量が探索できるようになっている。CO2 総排出量計算機能は、交通エコロジー・モビリティ財団が発行している「運輸・交通と環境 2005 年版」のデータをベースに、探索結果の経路に対する CO2 総排出量を計算・表示し、さらに同じ距離について自家用乗用車を利用した場合の CO2 総排出量を計算・比較することができる。よって、鉄道などの公共交通機関が自家用乗用車に比べどれほど CO2 削減効果があるか一目でわかるようになっている。このようなサービスを切符購入の際に提供するのが望ましいのではないだろうか。

こうして徴収されたオフセット料を政府の定めた第三者機関が承認する CO2 削減事業に投資することによって確実に CO2 削減が進み、国民の環境意識も向上するだろう。

### 5-3 分析

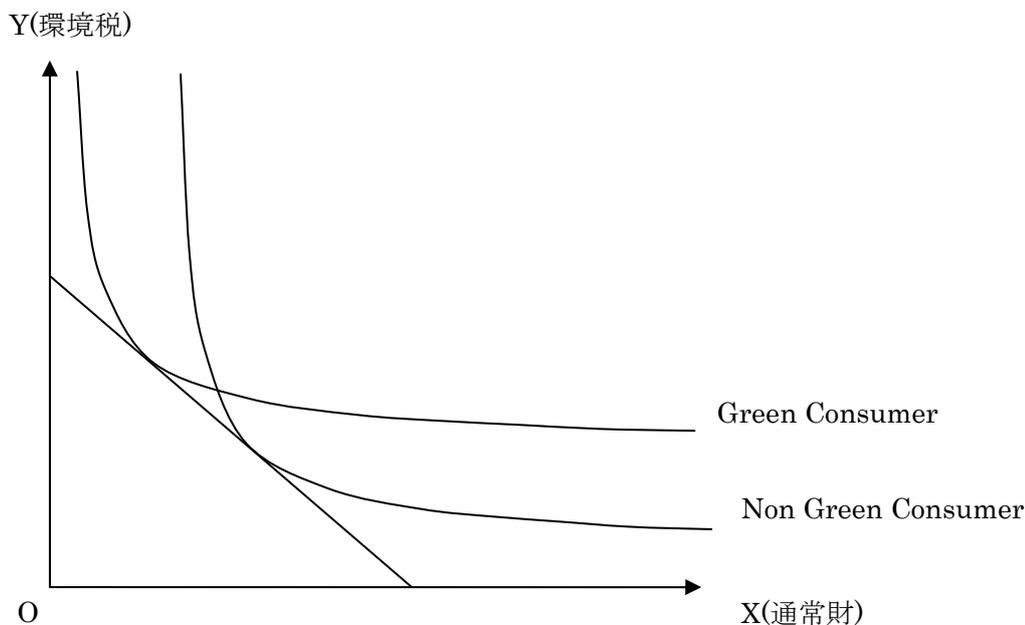
カーボンオフセットを鉄道に導入した際に、どのような効果が得られるか、仕組みの似ている炭素税を導入した際の効果と比較して分析を行う。

分析に入るにあたって、消費者を二つのタイプに分類したいと思う。つまり、環境意識が高く、CO2 削減のためにお金を支払ってもよいと考える消費者と、環境意識が低く、CO2 削減のためにお金を支払いたくないと考える消費者に分ける。前者をグリーンコンシューマー、後者をノングリーンコンシューマーとする。グリーンコンシューマーとは、商品を購入する際に少し価格が高くても環境に配慮した商品を購入したり、スーパーで無駄なレジ袋を使わないためにエコバックを持ち歩いたりするような、環境意識の高い消費者のことを指す。国民の環境意識が非常に高いヨーロッパでは、グリーンコンシューマーの割合は 30~50%であると言われているが、環境 NGO の NPO 法人環境市民によると日本国内におけるグリーンコンシューマーの割合は 1%に達したくらいである。しかし、この数字は常に環境財を購入するという選考をする消費者の数字なので、潜在的なグリーンコンシューマーを入れると割合は上昇すると考えられる。

グリーンコンシューマーの選考を経済学的にみると、(図 19)のようにノングリーンコンシューマーに比べて、環境財による効用が高い。よって、同じ予算制約線の中で、より多くの環境財を消費する。よって、CO2 削減による効用も高いと考えられるため、本論文ではグリーンコンシューマーは CO2 削減のための支払い意思額が高く、カーボンオフセットに参加すると仮定する。逆に、ノングリーンコンシューマーは支払い意思額が低く、カ

ーボンオフセットには参加しないと仮定する。以後グリーンコンシューマーを G、ノングリーンコンシューマーを N として表す。

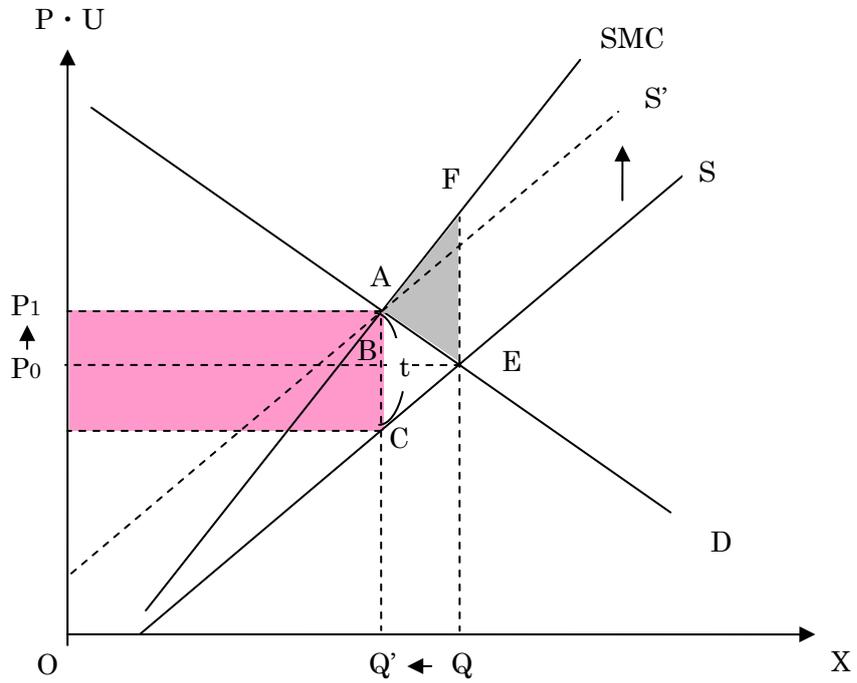
(図 19)グリーンコンシューマーの選考



まず炭素税を導入した際の一般的なモデルは(図 20)のようになる。今、需給が E で均衡しており、生産量は Q、価格は  $P_0$  となっている。しかしこの均衡点では過剰生産となっており、外部費用が発生して、三角形 AEF の社会的損失が生じてしまう。そこで、社会的最適である均衡点 A を達成するために  $t$  の税率をかける。すると、生産者はこの税額を価格に上乗せするので、供給曲線は  $S'$  までシフトする。こうして均衡点 A が達成され、生産量は社会的最適の  $Q'$  まで減少し、価格は  $P_0$  から  $P_1$  へと上昇する。税額は AC となるが、このとき消費者負担額は AB となり、生産者負担額は BC となる。そして、政府の税収はピンクの四角形の部分で表され、CO2 削減量は  $Q-Q'$  となる。

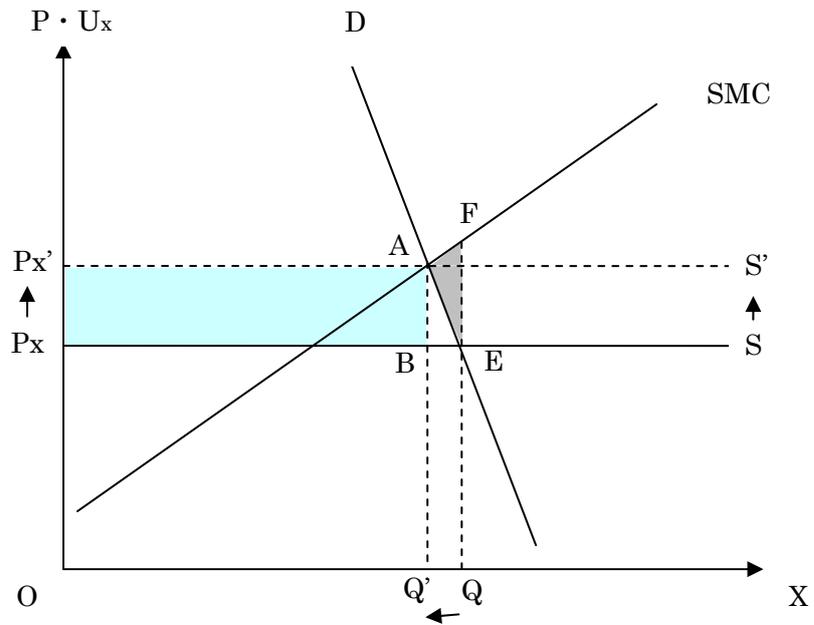
次に、鉄道市場に炭素税を導入した場合のモデルを考える。(図 21) は鉄道市場に炭素税を導入した場合のモデルである。(図 20) のモデルと異なる点は、鉄道市場では需要の価格弾力性が非弾力的であると考えられるため、需要曲線の傾きは急になる。また、鉄道運賃は国土交通省が上限を指定しているので一定となり、供給曲線は横軸に平行の直線となる。税額は AB となるが、この場合は消費者が全額を負担することになる。このとき、政府の税収は水色の四角形  $AB P_x P_x'$  となり、三角形 AEF の社会損失は解消される。CO2 削減量は  $Q-Q'$  で表される。

(図 20) 炭素税導入モデル



x : 利用量    U : 限界効用    P : 料金

(図 21) 炭素税を導入したときの鉄道市場



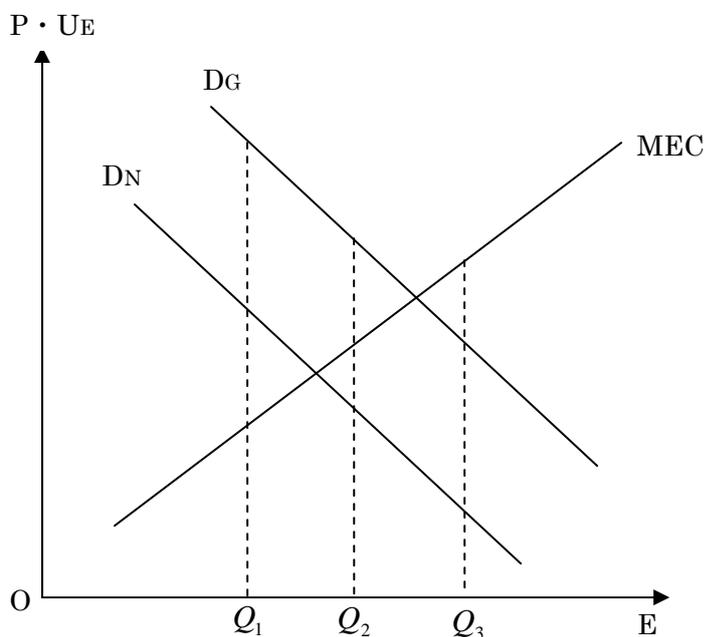
X : 鉄道利用量    Ux : 鉄道利用による限界効用    P : 運賃

炭素税を導入した際の効果を(図 22)の CO2 削減市場モデルでみてみる。G の需要曲線を DG、N の需要曲線を DN で表すとする。このとき、同じ削減量でも G のほうが支払ってもよいと考える金額が高いため、需要曲線は G の需要曲線のほうが上になる。

Q—Q'の削減量が(図 22)の  $Q_1$  にあたるとき、均衡点が DG と DN より下にあることを考えると、税額が低いため本来最適と考えられる削減量より少なく、カーボンオフセットによる任意参加の削減にしたほうが効果が得られると考えられる。Q—Q'の削減量が(図 22)の  $Q_2$  にあたるとき、均衡点は DG より下で、DN より上となる。このとき、削減量は確かな効果が望まれるが、G はもう少し支払ってもよいと考えるのに対し、N は支払った金額分の効用を得られない。G の割合によってはカーボンオフセットで任意参加にしたほうが、削減効果が得られるだろう。Q—Q'の削減量が(図 22)の  $Q_3$  にあたるとき、均衡点は DG と DN の両需要曲線より上になり、カーボンオフセットの任意参加より確実な削減量が見込まれることになるが、消費者の負担感覚が大きくなってしまう。

以上のことから、炭素税を導入する際には、適切な税率が設定されれば強制力がある分確実に削減が進むことになる。しかし実際の需要曲線を正確に算出するのは難しいため、適切な税額の設定も難しいものになるだろう。確実な削減を見込むために高めの税額を設定すると、産業界からなどの強い反発が考えられる。

(図 22)炭素税を導入したときの CO2 削減市場



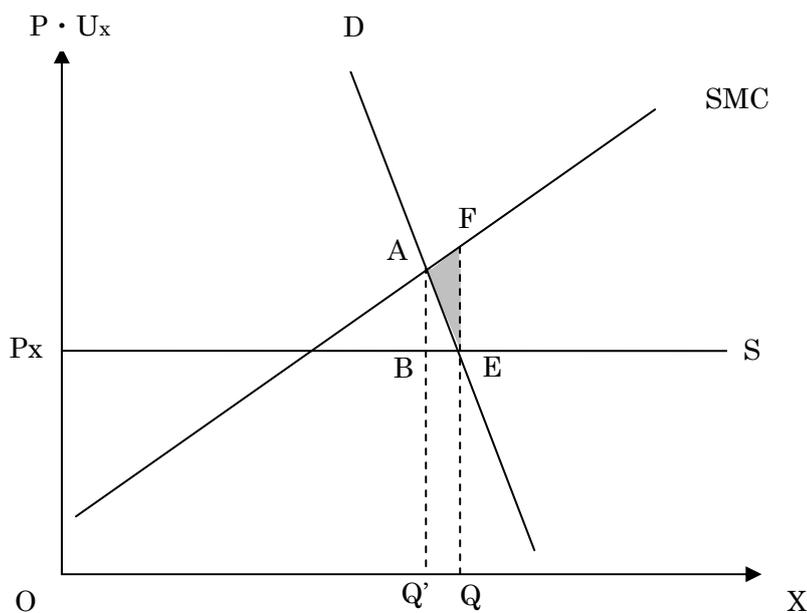
E : CO2 削減量 UE : CO2 削減による限界効用 G : Green Consumer  
N : Not Green Consumer

次に、カーボンオフセットを導入したときの効果を検証する。(図 23)は鉄道市場にカーボンオフセットを導入したときのモデルである。炭素税とは違い、カーボンオフセットは乗客が任意で参加を選択するので、鉄道会社が運賃に上乗せするという事はない。よって供給曲線のシフトは起こらない。つまり、削減量は  $G$  の割合によることになる。(図 24)はカーボンオフセットを導入した際の  $\text{CO}_2$  削減市場を表したモデルある。 $D$  はオフセット料を支払い、 $N$  はオフセット料を支払わないので、オフセット金額は  $D_G$  と  $D_N$  の差である  $HI$  となり、この金額を  $P_E$  と表す。オフセットの参加者数を  $h_G$  とすると、削減量は  $h_G \times P_E$  となる。

ここで、炭素税導入効果を振り返ると、炭素税を導入した際の削減量は  $Q-Q'$  だったが、この削減量はすべての  $\text{CO}_2$  排出が削減されたわけではなく、社会的最適な  $\text{CO}_2$  排出量までの減少量である。オフセットの場合、オフセット価格の  $P_E$  は総排出量の削減費用を全乗客の人数  $h_{G+N}$  で割ったものとなる。よって、 $G$  の割合が  $0\%$  のときは  $h_G \times P_E = 0$  になるし、 $G$  が  $100\%$  のときは  $h_G \times P_E = \text{総排出量}$  となる。つまり、オフセットの削減量は  $G$  の割合によって炭素税の際の  $Q-Q'$  より小さくも大きくもなりえる。

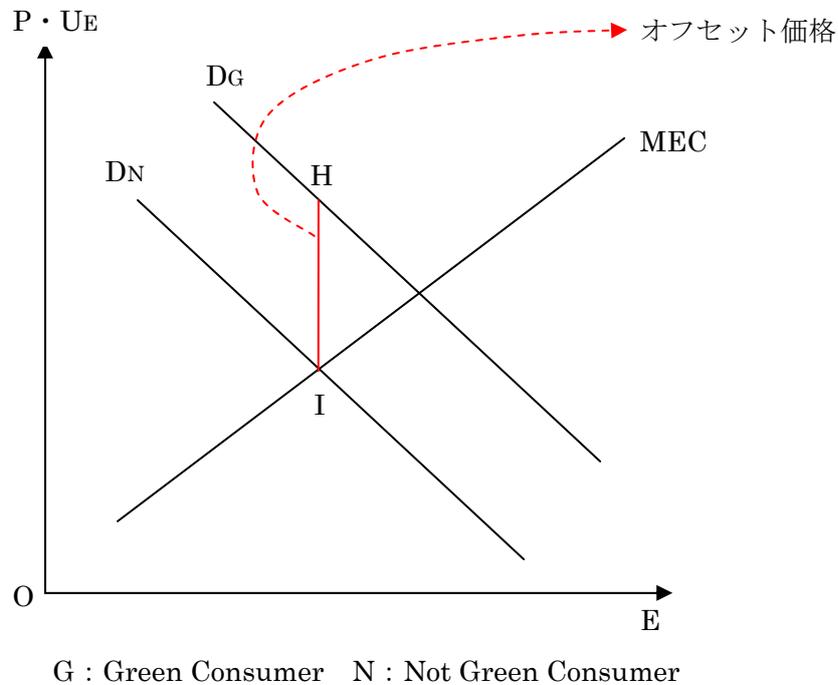
以上のことから、 $Q-Q' < h_G \times P_E$  となる  $h_G$  の人数が参加すれば、カーボンオフセットのほうが炭素税より削減が進むということになる。

(図 23)カーボンオフセットを導入した際の鉄道市場



$X$  : 鉄道利用量  $U_x$  : 鉄道利用による限界効用  $P$  : 運賃

(図 24)カーボンオフセットを導入した際の鉄道市場



こと CO2 排出削減ということに焦点を当て、現在の日本のグリーンコンシューマー率を考えると、適切な税額の炭素税で強制力を持たした施策でないと削減効果を出すのは難しいということになる。しかし、手軽にオフセットに参加できる仕組みを作れば、グリーンコンシューマーとまではいかないにしても、環境のことを考えているような潜在的グリーンコンシューマーはオフセットに参加すると考えられるので、実際のグリーンコンシューマー率よりはオフセットの参加率は増えるだろう。また、カーボンオフセットにはそれ自体に環境教育効果があるため、年々グリーンコンシューマー率は上昇していくと考えられるし、環境教育効果自体も便益と考えられる。さらに、カーボンオフセットに参加することによって、個人の参加者は自己満足感が得られるという便益があるし、社員の出張の際に排出される CO2 を企業がオフセットに参加して削減すれば企業の CSR になるという便益がある。これらの例のような便益を総合的に考えると、カーボンオフセットの導入は炭素税導入と違って副次的な便益も多く、運輸部門の CO2 対策として大きな効果を持つということが言えるだろう。

## 結論

国内 CO2 排出の現状に始まり、運輸部門に特化して運輸部門の CO2 排出対策について論じてきた。その中で、現実的に考えると、自動車の価格弾力性の低さから、価格面からの需要コントロールで自動車利用を削減するのは難しいという結論に達し、より根本的な意識面からの改革が必要であるとした。その意識改革の効果を持つのがカーボンオフセットという新しい仕組みであった。私はこのカーボンオフセットの環境教育効果は日本国民の環境意識改革のために大きな効果を持つと考え、詳しく検証した。カーボンオフセットの特徴を捉えた上で、「まずは削減努力が必要不可欠であり、それ以上削減するのが困難な CO2 排出に対してオフセットすべき」という意識の元、公共交通機関への導入を考え、導入の妥当性を検証するために、欧州などで導入されている炭素税と比較分析を行った。分析結果としては、オフセットは任意参加であるために、グリーンコンシューマーの割合が少ない日本の現状を考えると、強制力のある炭素税のほうが絶対的な効果を保証できるものであるかもしれないが、しかし、カーボンオフセットの副次的な便益、つまり、環境教育効果やカーボンオフセットを商品として消費する個人の満足から得られる効用、企業の CSR 効果などを総合的に考えると、老若男女が利用する公共交通機関へのカーボンオフセットの導入は非常に意義のあるものであるという結論に達することができた。

既に京都議定書の約束期間に突入しており、世界各地では地球温暖化によるとみられる被害が次々と報告されている。温暖化対策は急務である。欧州と比べ環境意識が依然低い日本だが、CO2 削減のための具体的な施策に踏み切らないといけない。確かに環境意識の低い日本でカーボンオフセットを導入しても、短期的には効果は少ないかもしれない。しかし、上述の通り長期的な視点でみると、カーボンオフセットは救世主と成りえるのだ。具体的な削減量もそうだが、何より環境教育効果をいう面は日本の特効薬となるだろう。

私はこの公共交通機関でのカーボンオフセットが、国民の環境意識を変え、運輸部門内だけでなく、全部門に効果が波及し、日本の CO2 排出を救うと信じている。導入のために、政府には素早く、慎重な仕組み作りを期待したいところである。

## 参考文献

「地球温暖化の経済学」 天野明弘 著 日本経済新聞社

「環境関連税制 その評価と導入戦略」 天野 明弘 著 有斐閣社

「環境税の理論と実際」 諸富 徹 著 有斐閣社

「交通経済学」 山内 弘隆・竹内 健蔵 著 有斐閣アルマ社

「運輸・交通と環境 2006年版」 国土交通省総合政策局環境・海洋課 監修  
交通エコロジー・モビリティ財団 発行

環境省HP <http://www.env.go.jp/>

国土交通省HP <http://www.mlit.go.jp/index.html>

総務省HP <http://www.soumu.go.jp/>

温室効果ガスインベントリオフィスHP <http://www-gio.nies.go.jp/index-j.html>

カーボンオフセットHP <http://www.carbonoffset.jp/index.html>

British Airways HP [http://www.britishairways.com/travel/home/public/ja\\_jp](http://www.britishairways.com/travel/home/public/ja_jp)

WWF HP <http://www.wwf.or.jp/>

日本郵便 HP <http://www.post.japanpost.jp/index.html>

日本カーボンオフセット HP  
[https://www.co-j.jp/auth\\_mng.php?page=member/index.php&action=/index](https://www.co-j.jp/auth_mng.php?page=member/index.php&action=/index)

日経エコロミーHP <http://eco.nikkei.co.jp/>

財団法人 社会経済生産性本部HP <http://www.jpc-sed.or.jp/>

NPO法人環境市民HP <http://www.kankyoshimin.org/>

CO2 駅すぱあとHP <http://www.team-6.jp/cgi-bin/exp/exp.cgi>

## 終論

今回の論文を書くにあたって、テーマを決める当初はカーボンオフセットという制度を知らなかったが、大沼先生からいただいた助言でカーボンオフセットという制度を知り、調べていく上で非常に興味を持つことができた。しかし、新しい制度が故に、カーボンオフセットに関する文献は全く見つからなく、非常に苦労した。よって、カーボンオフセットに関してはすべてネット上で情報を検索することになった。ネットで調べていてカーボンオフセットが世間的に高い注目度をあびているということがわかったので、私自身高いモチベーションで論文を作成することができた。今まさにタイムリーに進んでいることなので、今後の動向に注目したいと思っている。

本論内でも述べたが、私自身運輸部門の企業に就職するので、運輸部門の環境問題と常に隣り合わせで働いていくことになる。学生時代から興味を持ったことなので、長い目で考えていきたいと思っている。

最後に、私が本論文を書くにあたって、アドバイスをいただいた院生の方々やヒントを与えていただいた HP の作成者の方々、参考文献の筆者の方々、そして互いに励まし合い、パワーを与えていただいたゼミ員達に感謝の意を示したい。そして、何よりも2年間にわたり環境経済学の知識だけでなく、論理的な物事の考え方、人間関係の大切さなど、これから生きていく上で大切になっていくであろう様々な事を教えていただいた大沼先生にはいくら感謝しても感謝しきれない程の思いである。大沼研究会で学んだ事をこれから先も生かして、環境問題と向き合っていきたいと考えている。大沼先生、2年間ありがとうございました。