

# よりよい排出権取引制度の構築にむけて<sup>1</sup>

～ECBJ を用いた効率性の確保と価格の安定化～

一橋大学 佐藤主光研究会 環境分科会

神谷政廣 近藤琢馬 佐々木駿  
須郷佑哉 福永開

2010年12月

---

<sup>1</sup>本稿は、2010年12月11日、12日に開催される、ISFJ日本政策学生会議「政策フォーラム2010」のために作成したものである。本稿の作成にあたっては、佐藤主光教授（一橋大学）をはじめ、多くの方々から有益且つ熱心なコメントを頂戴した。ここに記して感謝の意を表したい。しかしながら、本稿にあり得る誤り、主張の一切の責任はいうまでもなく筆者たち個人に帰するものである。

# よりよい排出権取引制度の構築にむけて

---

～ECBJ を用いた効率性の確保と価格の安定化～

2010年12月

## 要約

2020年までに温室効果ガスを1990年比で25%削減する。昨年12月のCOP15において鳩山前首相が宣言した「鳩山イニシアティブ」は記憶に新しい。近年急速に環境問題に関する意識が高まってきており、伴って炭素税、排出権取引制度といった環境政策が議論の俎上に上がってきた。特に、排出権取引制度は市場メカニズムを利用した経済学的に効率的な削減が可能であり、こうした環境政策の結果少なからず悪影響を被るであろう企業の負担も比較的少ない政策として多くの学者から支持を集め、すでにEU、アメリカで導入され、日本でも東京において試行的に導入され、温暖化対策基本法案にも同制度が盛り込まれるなど実施に向けて秒読み段階となっている。

このような状況を踏まえて、本稿の目的はよりよい排出権取引制度の設計を行うことにあるが、その前に排出権取引に関する多くの論文が前提として掲げている、二つの前提条件に疑問を投げかけることから始める。それは取引費用が「ゼロである」、こと排出権価格が限界削減費用と一致する点で「一定である」ということである。この二つの条件は現実には当てはまらない。東京都で試行的に導入されている東京都排出権取引ではその取引において取引費用のかかる「相対取引」が主流であり、またある程度市場が形成されつつあるEU-ETSにおいても排出権のボラティリティは非常に高く、企業は多大な価格不確実性に直面しているのである。

こうした議論を前提として本稿では我々の提言する排出権取引制度のコアとして、これらの問題を解決するメカニズムを組み込むことを主張する。それこそが、排出権取引市場を整備し、かつ排出権クレジットの中央銀行的役割を担う組織であるECBJ(Emission Credit Bank of Japan)である。ECBJは取引費用の少ない円滑な取引を可能にする土壌を形成すべく統一取引所を開設、更には中央銀行としての性格を活かし、排出権価格が大きく変動した際にはその市場流通量をコントロールするオペレーションを行い、価格を安定化することによって前述の問題を解決の糸口となりうる。このECBJは我々の提言する排出権取引の一部ではあるが、その中心的役割を担うコアであるので、別に章立てて詳述した。細則設計に関しては日本の排出権取引の青写真の一つであるWWFジャパンの『脱炭素社会に向けたポリシーミックス提案』を参照し、その概要を観察した上で、更に改善できる点は積極的に改善した。

ECBJについてはその位置づけから細かい業務一つ一つに至るまで詳述し、更にその有用性については特にオペレーションについてシミュレーションを行うことによって証明した。そこではECBJがオペレーションによって市場に介入することで排出権価格のボラティリティが10%以上抑制されることが示されている。

以上の議論を踏まえて我々はECBJをコアとした排出権取引制度を提言する。その全容に関しては、改めて整理する形で最後に表としてまとめた。

## 目次

### はじめに

## 第 1 章 排出権取引制度の前提と実際

- 第 1 節 排出権取引のメリット
  - 1.1.1 効率性
  - 1.1.2 確実な排出量削減
- 第 2 節 現行の排出権取引制度の問題点
  - 1.2.1 取引費用の存在
  - 1.2.2 高い価格ボラティリティ
- 第 3 節 政策提言の方向性

## 第 2 章 先行研究と詳細な制度設計

- 第 1 節 先行研究
  - 2.1.1 排出権取引
  - 2.1.2 実施期間
  - 2.1.3 規制段階
  - 2.1.4 規制対象
  - 2.1.5 取引参加企業
  - 2.1.6 初期配分の方法
  - 2.1.7 新規参入の取り扱い
  - 2.1.8 海外クレジット
  - 2.1.9 炭素税
- 第 2 節 望ましい排出権取引制度
  - 2.2.1 ECBJ の導入
  - 2.2.2 細則設計

## 第 3 章 ECBJ の設立

- 第 1 節 排出権取引と ECBJ
  - 3.1.1 設立背景・理念
  - 3.1.2 位置づけ
- 第 2 節 取引円滑化機能
  - 3.2.1 統一取引所の設置
  - 3.2.2 モニタリング
  - 3.2.3 各種クレジットの認証・評価
- 第 3 節 価格安定化機能
  - 3.3.1 排出権価格変動要因
  - 3.3.2 価格安定化メカニズム
- 第 4 節 細則設計と炭素リーケージの予防
  - 3.4.1 排出権発行元・納入先としての機能
  - 3.4.2 炭素リーケージの抑制

## 第4章 むすび

### APPENDIX 民生部門・運輸部門での削減

先行論文・参考文献・データ出典

# はじめに

近年、世界では様々な異常気象が生じており、環境への意識も高まってきている。その中でも温暖化はその影響が地球規模にまで広がるために、国際的な取り組みも盛んに行われている。1997年には法的拘束力のある京都議定書が議決され、これにより各国は温室効果ガスの削減義務を負うこととなった。その後、2009年には第15回気候変動枠組条約締結国会議(COP15)が開催され、その場において鳩山前首相は1990年比25%削減することを宣言し、世界的な賞賛を受けた。しかし、この宣言を達成するには2005年比34%削減する必要があり、簡単に達成できる目標ではないことは明らかである。

温室効果ガス削減に向けた政策としては、炭素税と排出権取引制度が議論されているが、排出権取引制度の方がより高い政策効果を持つということが多くの先行研究により明らかになっている。しかし、それと同時にいくつかの問題点も生じている。

海外の事例に目を向けると、既に排出権制度を導入している国は数か国あり、特にEUは排出権取引制度をいち早く導入し、世界をリードしている。しかし、排出権取引制度の先進国であるEUにおいても、完全には機能していない点がある。

一方で、日本国内に目を向けると、排出権取引制度の導入を盛り込んだ温暖化対策基本法案が、2010年6月16日、通常国会の閉会に伴い廃案となった。廃案とはなったが、そもそもこの法案は、すべての主要国が削減目標に合意することを条件としていること、詳細な制度設計が示されていないことなど、問題点も多かった。また、東京都において試験的にはあるが排出権取引制度が導入された。しかし、この排出権取引制度にも、取引市場がないなどの問題があり、日本が世界から後れを取っていることは否めない。

これらの現状を踏まえると、今後環境の分野において日本が世界をリードしていくためには、逸早い排出権取引制度の導入が望まれる。本稿では、現状の排出権取引制度から生じている問題点を指摘し、それらを是正した排出権取引制度の構築を検討する。

第1章では、まず排出権取引制度の経済学的なメリットである効率性、確実な排出量削減について言及し、それを踏まえ、取引費用が存在する場合に効率性が達成できないこと、またEU-ETSにおいて価格ボラティリティが非常に高いという新たな問題点が生じていることに触れ、最後にそれらの是正に向け想定される方策と政策提言の方向性を述べる。

第2章では、先行研究で最善とされている排出権取引の制度設計を第1節で紹介する。その後、本稿のコアとなるECBJを導入する。残りの節で、先行研究の制度設計では議論されていない入退出、規模拡大・縮小の扱い、バンキング・ボローイングなどについて言及し、また先行研究では問題がある箇所を是正する排出権取引制度を提案する。

第3章では、初めにECBJの位置づけについて触れ、その後取引円滑化機能としての統一取引所の設置、モニタリング、各種クレジットの認証・評価について述べる。第3節では、価格変動の要因について言及したのちに、価格安定化機能としてのオペレーション業務、バンキング・ボローイングについて述べ、オペレーション業務によるシミュレーションを行う。このシミュレーションを通して、ECBJが有効であることを示す。最後に、細則設計と炭素リーケージの予防に関して第4節で言及する。

第4章では、これまでの議論を総括し、ECBJを軸としたより良い排出権取引の制度設計を提言する。

# 第1章 排出権取引制度の前提と実際

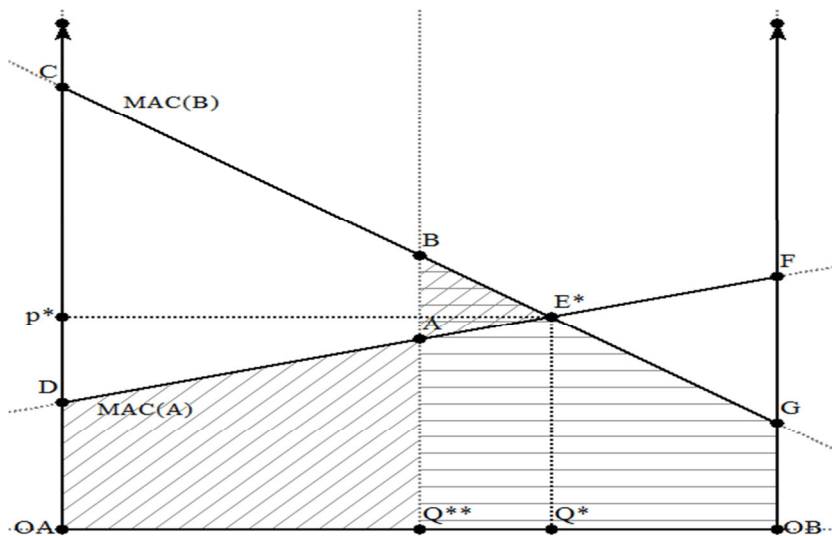
排出権取引制度は他の環境政策に比べて望ましい制度ではあるが、現在考えられている制度ではその利点を十分に生かすことができない。本章では現行制度の不備を指摘し、それらを取り除く方法について論じていく。詳細な制度設計に関してはあとの章にゆずり、ここではそれらのエッセンスのみを述べることにする。まず 1.1 節では排出権取引制度のメリットとして、効率性と確実な排出削減目標の達成の二点を挙げる。続く 1.2 節においてそうした排出権取引制度の不備を記す。ここでは効率性達成を妨げる要因としての取引費用の存在と、排出権取引制度導入の際に生じる排出権価格の高いボラティリティに言及する。これらを受け 1.3 節でそれらを取り除くあるいは緩和するための方策を簡単に述べて本章を終える。

## 第1節 排出権取引のメリット

### 1.1.1 効率性

排出権取引制度がない場合、企業は各々の削減努力によってその排出量を初期割当内に抑えなければならない。この時問題になるのが各企業の限界削減費用が異なるということである。このため仮に同じ量の削減目標が課されたとすると、限界削減費用の大きい企業による削減努力により経済全体の削減費用は必要以上に大きくなってしまふ。もし排出権取引制度があれば、限界削減費用の大きい企業は別の企業から排出権を購入するという選択をすることが可能になり、逆に相対的に限界削減費用の小さい企業はその余った排出権を他企業に売却し利益を上げることができる。このプロセスを繰り返すことで、市場全体でかかる削減費用の総量は最小化できる。以上の考えはグラフを用いて表すことが可能である（図 1.1）。

図 1.1 排出権取引制度の費用効率性



ここでは企業 A と企業 B の二つの企業が存在しており、グラフの縦軸と横軸ではそれぞれ各企業の排出削減量と限界削減費用 (MAC; marginal abatement cost) が表されている。また各企業にはそれぞれ排出削減目標があらかじめ  $O_A Q^{**}$  ( $O_B Q^{**}$ ) として課されているとする。排出権取引制度がない場合、各企業は自らの努力のみで排出削減目標を達成しなければならないために、そのコストの総計は台形  $O_A Q^{**} AD$  + 台形  $O_B Q^{**} BG$  で表される。しかし排出権取引制度がある場合、企業 B は  $O_B Q^*$  だけ削減し、削減目標に足りない分  $Q^* Q^{**}$  だけ企業 A ( $O_A Q^*$  削減する) から削減量を買取することで費用最小化できる。また企業 A もこの分を排出枠として売却することで利潤最大化が可能になる。この時の経済全体の削減コストの総計は台形  $O_A Q^* E^* D$  + 台形  $O_B Q^* E^* G$  として表される。これは明らかに排出権取引制度がない場合に比べて総計コストが低く抑えられている (正確には  $\triangle ABE^*$  だけコスト削減になっている)。この均衡点において各企業の限界削減費用が均等になっていることに留意してほしい。

### 1.1.2 確実な排出量削減

排出権取引制度<sup>1</sup>では、あらかじめ総排出量を目録量として定め、その分だけの排出枠しか発行しないために、制度がきちんと機能する限り確実に削減目標が達成される。その他の環境政策、たとえば炭素税などの税金を課すような方法では目標達成のための適正な税率設定が困難である。この点において排出権取引制度は他のどの制度よりも優れている。

## 第2節 現行の排出権取引制度の問題点

### 1.2.1 取引費用の存在

前節の 1.1.1 で見たように、キャップ&トレード方式の排出権取引制度は経済効率性が確保される。しかしそれは取引時に不確実なコストが発生しない、すなわち (排出権取引) 市場が十分に機能していることが前提となる。この前提が現在日本で試行的に行われている東京都排出権取引制度においては成立しておらず、そのことが効率性確保の妨げになっていることを本小節では示す。

#### 1.2.1.1 取引方法

排出権取引市場には、相対取引と取引所取引という大きくわけて二つの取引方法があるが、現行の東京都排出権取引制度においては前者の相対取引という方法が主に用いられている。相対取引では取引の買い手と売り手が直接的に取引を行う。一方取引所取引では取引参加者である各企業が取引参加手数料を支払うことで匿名での競争売買を行い、取引を行うことができる。これらの取引方法はいずれも取引費用がかかるのだが、取引の形が標準化されていないために、相対取引は取引所取引と比較してその取引費用が大きくなってしまいう傾向にある<sup>2</sup>。

#### 1.2.1.2 取引費用がもたらす経済非効率

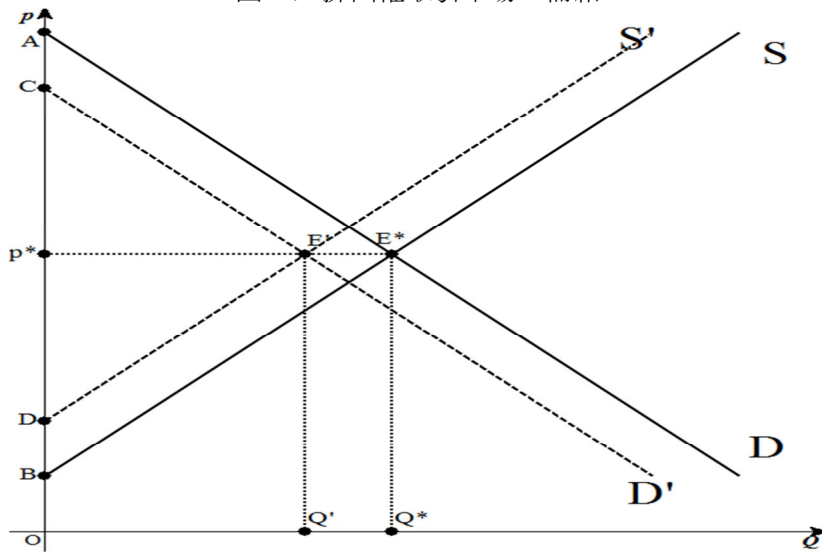
以下では、こうした相対取引においてより高くなる取引費用が経済厚生や排出権の取引量にどのような影響を与えるかを経済学的に分析し、その非効率を示すことで、取引所の設置の重要性を論じていく。まずは図 1.2 を用いて取引費用が存在する場合の排出権取引市場における取引量減少を示す。

<sup>1</sup> ここでは排出量取引の一般的な形であり、EU も採択しているキャップ&トレード方式を前提として考えている。キャップ&トレード方式の利点等は第 2 章において詳しく論じる。

<sup>2</sup> ここでは相対取引の取引費用として、取引相手の探索費用、交渉費用、契約履行保証費用の 3 つが想定されている。



図 1.2 排出権取引市場の需給

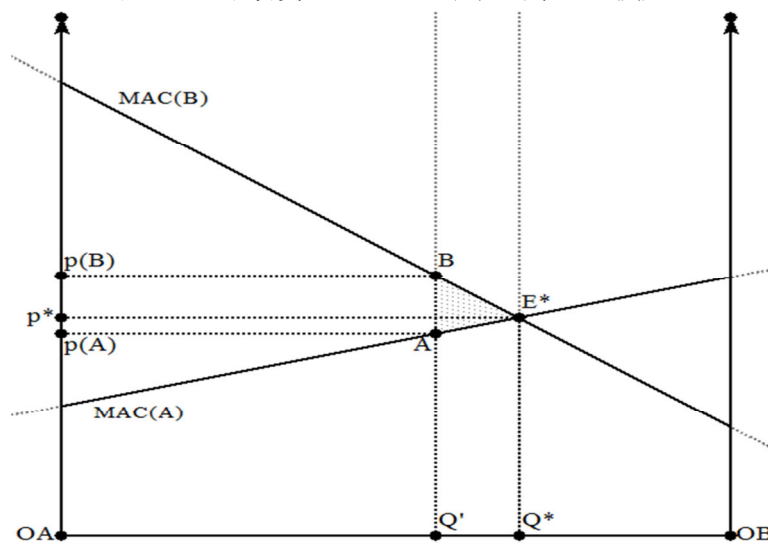


P：排出権価格  
 Q：排出枠取引量  
 直線 D：排出枠の需要曲線  
 直線 S：排出枠の供給曲線

取引費用が存在しない時、E\*で需給が均衡し、排出権価格は P\*、排出枠の取引量は Q\*となる。これに比べて取引費用が存在する時<sup>1</sup>、需要曲線が取引費用分下方シフトし、供給曲線が取引費用分上方シフトする。結果市場の均衡点は E'において達成され、排出枠の取引量は Q'になる。したがって、取引費用が発生することによって排出枠の取引量が Q\*から Q'まで減少してしまう。

次に 1.1.1 で使用したグラフを用いて取引費用がもたらす取引量減少による社会厚生損失を 図 1.3 を用いて示す。

図 1.3：取引費用がもたらす社会厚生損失



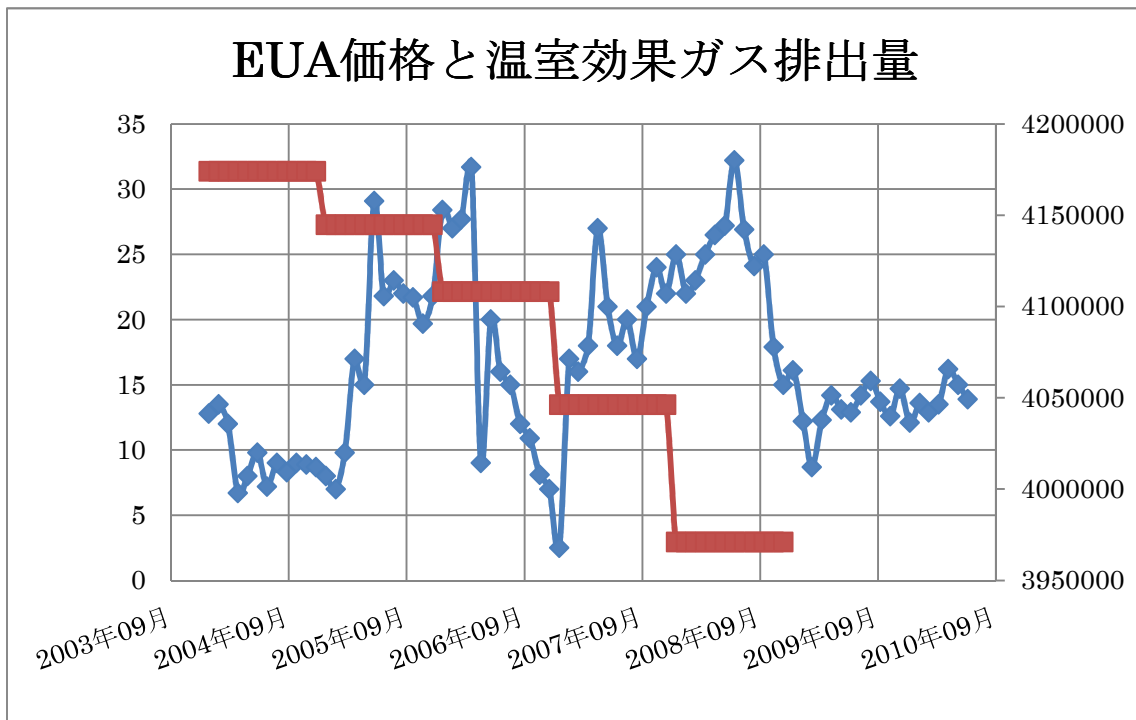
<sup>1</sup> ここでは取引費用が排出枠の買い手と売り手に両方に同じだけ負担されると仮定して分析している。仮にどちらかがより多く負担することになっても、排出権価格は変化するものの分析の結果（取引量の減少）は変化しない。

1.1.1 で論じた通り経済全体の削減コストを最小化するためには、各企業の限界削減費用が均等になるような均衡点  $E^*$  において削減がなされなければならない。しかし取引費用が存在し取引量が  $Q'$  に減少してしまうと、限界削減費用が均等になるまで取引が行われず、結果として死荷重  $\triangle ABE^*$  が生じる。これが取引費用の存在がもたらす経済非効率発生メカニズムである。このことが排出権取引制度の費用効率性確保を妨げてしまう。

## 1.2.2 高い価格ボラティリティ

第二の問題点として、多くの論文において「排出権価格＝限界削減費用」という等式の下で排出権価格は一定と仮定が置かれることが通例であるにもかかわらず、実際には排出権価格は非常にボラティリティが高く、取引参加企業が大きな価格不確実性リスクに直面しているということがある。排出権取引制度は 1.1.2 で述べたように総量規制政策であり、確実な削減目標の達成が見込まれる一方、炭素税などの価格規制政策とは異なり価格リスク<sup>1</sup>を抱えているのである。それでは実際に排出権取引制度を世界に先駆けて導入した EU における排出権価格の動向を観察してみよう(図 1.4)。

図 1.4 EUA 価格と温室効果ガス排出量



※ Point Carbon 社 Annual report より作成

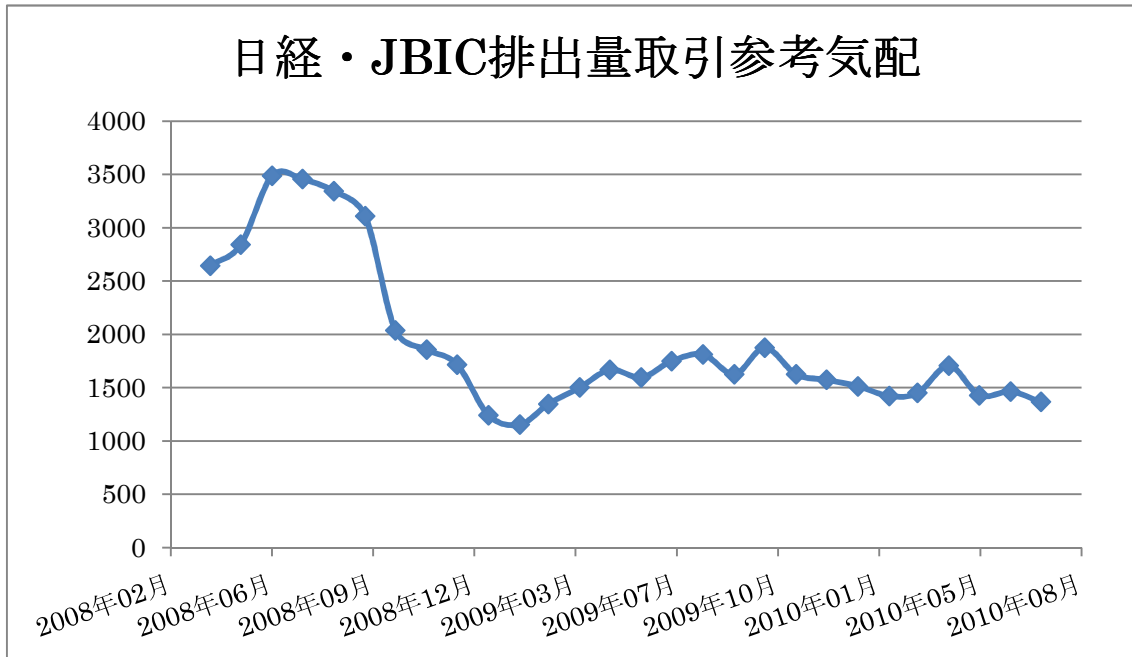
EU-ETS における 1 年物 EUA は取引開始直後の 2004 年は 6~9€ 台で推移していたが、2005 年 7 月には一時 30€ 近くまで高騰、しかし 2006 年 5 月ホットエア問題が顕在化すると価格が大暴落し<sup>2</sup>、2007 年 1 月には 2.5€ まで落ち込んだ。2008 年 7 月には 30€ を超える水準まで回復するも、リーマンショックによる経済不況の煽りを受け 2009 年 3 月には 10€ を割りこむまで再び下落、2010 年 5 月には 16€ まで持ち直したものの、その後はギリシャ

<sup>1</sup> 1t の CO<sub>2</sub> 排出にかかる費用が不確実であるというリスク

<sup>2</sup> 削減数値目標が緩すぎために、各国で排出枠に余剰が生まれ、市場に大量の排出権が出回ったことから排出権価格が暴落した。

危機や昨今の世界同時株安の影響を受けて再び下落の方向に進んでいる。グラフには京都議定書で削減義務のある EU15 カ国の温室効果ガス排出量も載せられているが、EUA 価格との明確な相関関係は見られない。また日本においても「日経・JBIC 排出量取引参考気配」が 2008 年 4 月より公表されており、基本的には EUA とほぼ同様の動きを見せている(図 1.5)。

図 1.5 日経・JBIC 排出量取引参考気配



※ 国際協力銀行 排出権市場動向レポートより

このように排出権は価格変動率が非常に高く、そのボラティリティは平均でも 40%を超え、高いときは 80%にも達する<sup>1</sup>。また投機目的の排出権を含んだ金融商品もすでに存在するために、裁定取引を目標とする投機マネーが排出権取引市場に流入し、結果価格ボラティリティはさらに上昇するだろう。

このことは取引参加企業の環境投資意欲を阻害し、更には将来の生産計画、削減目標達成のために必要な排出権購入費用予算の見積もりが困難となるといった必要以上の不確実性リスクを企業にもたらしてしまう。また排出権を資産として保有する企業にとってはその資産評価額が定まらず、突然資産額が目減りするといったリスクも存在する。

### 第3節 政策提言の方向性

以上排出権取引制度を現実に導入するに当たっての問題を見てきた。この議論を鑑みて、我々の提言する排出権取引制度の枠組みにおいてはこうした問題を是正するメカニズムが必要不可欠であると考え。そこで我々は ECBJ(Emission Credit Bank of Japan)という排出権取引市場を整備し、かつ排出権クレジット<sup>2</sup>の中央銀行的役割を担う組織を排出権取引制度に組み入れるべきことを提言する。具体的に ECBJ は取引費用の少ない円滑な取引を可能にする土壌を形成するべく統一取引所を開設、更には中央銀行としての性格を活か

<sup>1</sup> Joost L. M. Kanen, 大槻雅彦・上田善紹訳 (2008) 『排出権市場の価格メカニズム』金融財政事情研究会、より

<sup>2</sup> 現時点では排出権と同義であると考えておいて構わない。

し、排出権価格が大きく変動した際にはその市場流通量をコントロールするオペレーション<sup>1</sup>を行うことで同価格の安定化に努めるものとする。

次章においてまず日本における排出権取引の青写真一つである、WWF ジャパンによる排出権取引制度の提案を概観し、その上で ECBJ をコアとした我々の考える望ましい排出権取引制度を議論する。

---

<sup>1</sup> 排出権価格高騰時には市場に排出権を供給してその沈静化に努め（売りオペレーション）、排出権価格下落時には市場から排出権を購入して吸い上げ、排出権価格を下支えする（買いオペレーション）。

## 第2章 排出権取引の制度設計

この章では、まず『脱炭素社会に向けたポリシーミックス提案(WWF ジャパン 2010 年報告書)』において提唱されている排出権取引の制度設計を精査し、その後第一章で議論した通り ECBJ の提言をコアとした我々の考える望ましい排出権取引制度の枠組みを提言する。しかしながら、ECBJ に関してはその役割・業務が多岐にわたるためにここではその概要を述べるにとどまり、のちの第 3 章で ECBJ に関する詳しい議論を展開することとする。本章においてはそのほかの細則設計に関して議論を行うことを主眼とする。

### 第1節 先行研究

#### 2.1.1 排出権取引

排出権取引には、キャップ・アンド・トレード(C&T)方式とベースライン・アンド・クレジット(B&C)方式の 2 種類が存在する。C&T 方式とは、温室効果ガスの総排出量を事前に設定し、排出権取引の参加主体に排出枠を配分し、それぞれ割り当てられた排出枠を取引するという方式である。一方、B&C 方式とは、何も対策をしない場合の予測排出量に対して、対策を行ったことによって実現した現実の排出量との差を、対策の実施によって新たに生み出された排出量削減とみなし、その分だけ排出クレジットの発生を認め、そのクレジットを取引するという方式である。B&C 方式の場合、排出権取引参加企業の削減努力を排出枠という対価で報いるために、企業に削減インセンティブを付与することが出来るというメリットがある。しかし、B&C 方式には、ベースライン排出量を設定することが非常に難しいという欠点がある。ベースラインの設定次第では、削減努力が報われないという可能性もある。また、もう 1 つの問題点として、削減量が不明確という点が挙げられる。一方で、C&T 方式は、総排出量を事前に設定することにより、確実に削減目標を達成することが出来るという利点がある。2020 年に 1990 年比で 25%削減するという目標を確実に達成するために、C&T 方式を採用する。

#### 2.1.2 実施期間

実施期間については、将来にわたり継続して行われることを想定しており、2012 年から 2015 年を第 1 フェーズ、2016 年から 2020 年を第 2 フェーズとする。2020 年以降は、5 年を区切りとする。

#### 2.1.3 規制段階

規制段階に関する議論は、規制対象を上流にするか、下流にするかである。上流型排出権取引では、化石燃料の輸入・精製業者が参加主体となり、カバー率が高い、制度執行における行政費用が比較的少なく済むという利点がある一方で、参加主体が少ないために、過剰な価格転嫁など、参加主体の戦略的行動による非効率が生じる可能性があるという欠点がある。

下流型排出権取引では、化石燃料を燃焼し、エネルギーを消費する企業が参加主体となる。下流型排出権取引の利点として、参加主体に削減インセンティブを付与しやすい、取引参加主体の数が上流排出権取引に比べ多いことから、完全競争に近い状態になり参加主体の戦略的行動が抑制されるために効率的であるという点がある。一方で、参加主体が大企業・大規模事業所に限定されるために、カバー率が低くなってしまうという欠点がある。この欠点については、炭素税を導入することで補うことが可能である。炭素税に関しては、1-10 で述べる。

以上、各々の利点・欠点を検討してきたが、ただ削減するのではなく、将来的に技術進歩・改善が進むことが望ましいと考えられるため、企業にインセンティブを付与しやすい下流排出権制度を採用する。

## 2.1.4 規制対象

ここで問題となるのは、直接排出を採用するか、間接排出を採用するか、ということである。直接排出の場合、発電や熱の生産に伴う排出を、その電力や熱の生産者の排出として計算する。一方で、間接排出の場合は、発電や熱の生産に伴う排出を、その電力や熱の消費者の排出として計算する。直接排出の最大の利点は、電力や熱の生産者に対して直接的に排出削減のインセンティブを付与することが出来る点である。間接排出の場合、エネルギー転換部門の削減インセンティブは低下し、電力や熱の消費者が排出削減のインセンティブを負うこととなる。しかしながら、電力や熱の消費者が地道な削減努力をしたとしても、発電方式が変更されれば、消費者側での努力は無に帰してしまう。この点が間接排出の最大の欠点である。また、直接排出の場合、生産者が削減努力に伴う費用上昇分を価格に転嫁することで、価格が上昇し、電力や熱の消費者にも削減インセンティブを付与することが出来る。以上の議論から直接排出を採用する。

## 2.1.5 取引参加企業

温室効果ガス排出量に関しては、環境 NGO/NPO である環境ネットワークが分析を行っている。そのデータによると、2005 年時の第一種省エネ法対象事業所からの排出量は、約 5 億 8,000 万トンであり、日本の総排出量の 39%を占めている。しかし、この排出量には公開に応じなかった大規模事業所による排出量が含まれていない。そこで、環境ネットワークは、非開示の事業所のうち特に大口のものを業界統計など別の発表データで推定し、非公開の事業所を含めた予測排出量を算定しており、その算定によれば、非公開の事業所を含めると、第一種省エネ法対象事業所で、日本の全体の排出量の約 60%を占めるとされている。この試算に基づき、第一種省エネ法対象事業所を排出権取引制度の参加主体とする。

## 2.1.6 初期配分の方法

初期配分の方法としては、大別すると、無償配分と有償配分がある。また、無償配分には、グランドファザリング方式とベンチマーク方式がある。有償配分とは、オークション方式のことである。

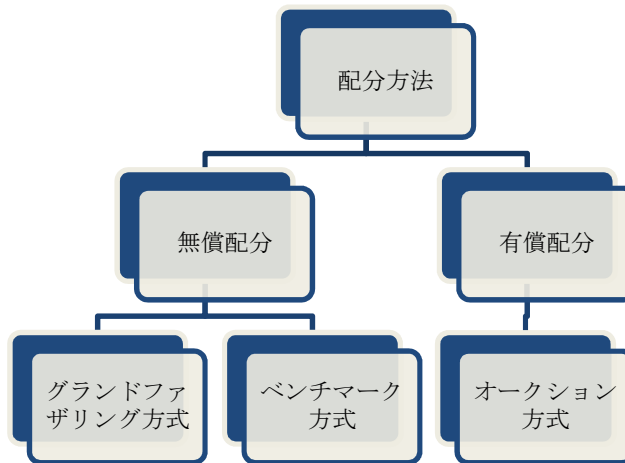
グランドファザリング方式とは、過去の排出量実績に基づいて排出枠を無償で配分するという方法である。この方式には、過去の排出量実績に応じて配分するために、過去に排出削減努力をしてきた企業ほど排出枠が少なくなってしまうために公平でない、さらに、排出枠を多く獲得するために、可能な限り排出量を多くするというインセンティブが企業に働いてしまうという欠点がある。この状態は、非常に非効率的であり、望ましくない。

この欠点を克服できる方式が、ベンチマーク方式である。ベンチマーク方式とは、標準的な生産方法の下での基準排出量（原単位）を産業ごとに定め、それに応じて排出枠を無償で配分する方式のことである。この方式では、企業が過去に実施した削減努力も評価されるた

めに、公平であると言える。しかし、ベンチマークの設定には膨大な情報が必要となり、行政費用が高くなってしまいうという欠点がある。また、両方式について言える欠点として、政治的恣意性が入り込む可能性があるということが挙げられる。公平に配分するためにも、政治的恣意性は可能な限り排除できる方が望ましい。

次に、有償配分であるオークション方式を検討する。オークション方式とは、オークションを通じて、政府が規制対象となる企業に有償で排出枠を配分する方式である。オークション方式における利点としては、需要と供給のバランスによって価格が決定されるために費用効率性にかなう配分を行うことが出来る、政府が必要な情報量が少なく済む、配分決定の過程に政治的恣意性が入り込む余地がない、政府が財源を得ることが出来るといった利点がある。これらの分類が図 2.1 にまとめてある。

図 2.1 配分方法



以上の点に鑑みると、理論上オークション方式が 1 番望ましいことは間違いないであろう。しかし、オークション方式の場合、有償であるため、取引参加主体に大きな費用負担が生じてしまう。そのため、排出権制度を導入するに当たり、初めは、大部分を無償配分で行い、一部オークション方式を採用し、その後オークション比率を高めていくことが現実的である。

具体的には、第 1 フェーズにおいては、キャップの 90%を無償配分(可能な限りベンチマーク方式を採用)、オークション比率を 10%、第 2 フェーズにおいては、キャップの 90%は無償配分(全てベンチマーク方式)、オークション比率を 10%とする、第 3 フェーズ以降は、全量オークションとする。

### 2.1.7 新規参入の取り扱い

新規排出源用の無償配分枠として各時期にキャップの 5%分を確保しておき、ここから割り当てる。

### 2.1.8 海外クレジット

現在、京都議定書が採択した京都メカニズムにより、CDM(Clean Development Mechanism=クリーン開発メカニズム)による CER(Certified Emission Reduction)がクレジットとして発行されている。CDM とは先進国が発展途上国で温室効果ガス削減に取り組み、その対策によって削減された削減量をクレジットとして発行する制度のことである。

原則として、25%を全て国内で削減する。しかしながら、幅を示すために海外クレジット分と森林吸収分で10%削減できるケースも考慮する。

## 2.1.9 炭素税

炭素税とは、化石燃料の炭素含有量に応じて、使用者に課す税金のことである。1-3で述べたように、排出量取引制度部門ではカバーできない部門をカバーするために上流型炭素税を導入する。上流型炭素税を導入することで、費用上昇分は価格に転嫁され、排出権取引に参加しない主体に対しても、排出削減費用を負担させることが可能となるからである。ただし、排出量取引制度に参加している主体は、排出権取引の負担と炭素税の負担を負うこととなる。そこで、この問題を是正するために、排出権取引に参加している主体に関しては、炭素税を還付する。

## 第2節 望ましい排出権取引制度

### 2.2.1 ECBJ の導入

前章で議論した通り、取引の円滑化、排出権価格の安定を図り、排出権取引制度の頑健性を高めるための組織として ECBJ を導入する。ここでは簡単に概要を述べるにとどまり、詳細は第3章に譲る。

ECBJ は日銀の内部組織とし、政府とは独立した立場をとる。取引の安定・円滑化を図るための業務として、初期割り当ての実施、オークションの実施、モニタリング、バンキング・ボローイング制度の整備・監督、ペナルティの徴収、国内外クレジットの評価・認証、統一取引市場の構築・整備を担う。また、オペレーション業務、準備率規制を通じて市場に介入し、排出権価格の安定を図るものとする。

なお、ここで上げられた細則については次章節において議論するものとする。

### 2.2.2 細則設計

#### 2.2.2.1 実施期間

実施期間については、フェーズの区切りに関しては先行研究に異論はない。しかしながら、いくつかの相違点がある。まず、我々の制度設計では、第2フェーズにおけるオークション比率を30%とする。これは、急激にオークション比率を高めるよりも、段階的にオークション比率を高めた方が、企業も適応しやすいと考えたからである。また、グランドファザリングで配分する際に企業の過去の削減努力を考慮するために、本稿では2005年を基準年とする。

第1フェーズでは、2005年比15%、第2フェーズでは2005年比34%削減をキャップとする。これは、初めはキャップを緩く設定することで、企業負担を軽減し、導入のための行政費用を低下させることが出来るためである。その後、フェーズごとでの総量を、フェーズを構成する年数で除し、1年ごとの排出量を割り振る。また、本稿では、国内排出権を JPA(JAPAN Emission Allowance) と称することとする。

#### 2.2.2.2 規制対象

先行研究においては直接排出を採用している。しかしながら、直接排出の排出権取引の場合、民生部門の削減量をこれに上乗せし、国全体の削減量に計上することはダブルカウントになってしまう。詳細は後述するが、本稿では民生部門における削減量が重要なファクター



となる。そのために、民生部門との整合性を確保するために、本稿では、間接排出を採用する。また、既存の法律との整合性という点においても間接排出の方が優れている。

また、間接排出を採用する場合、電力会社を中心とするエネルギー転換部門の削減インセンティブが低下してしまうという欠点がある。この点を補うために、炭素税をエネルギー転換部門に関しては還付しないこととする。これにより、排出権取引参加による削減インセンティブと炭素税による削減インセンティブを付与することが出来る。

### 2.2.2.3 入退出、規模拡大・縮小の扱い

先行研究においては、新規参入に関して軽く言及されていたが、退出、また、規模拡大・縮小に関して言及していないため、その点に関して言及する。グランドファザリング方式で配分する場合、過去の実績がない新規参入企業の取り扱いが問題となる。そこで、グランドファザリング方式を採用している部門については、部門ごとに部門標準を定め、それにもとづいて配分し、期間に応じたオークション比率分に関しては自己負担で割り当てる。ベンチマーク方式を採用している部門に関しては、既存企業と同様の扱いとする。これは、既存企業の事業拡大にも当てはまる。これらに割り振るために、排出枠を一部取り置く必要があるが、後述する ECBJ が保有している排出権から割り当てるとする。

一方で、事業の規模縮小や廃止の場合には、新規参入・規模拡大の方法に則り、排出枠を没収することとする。

### 2.2.2.4 国内、海外クレジット

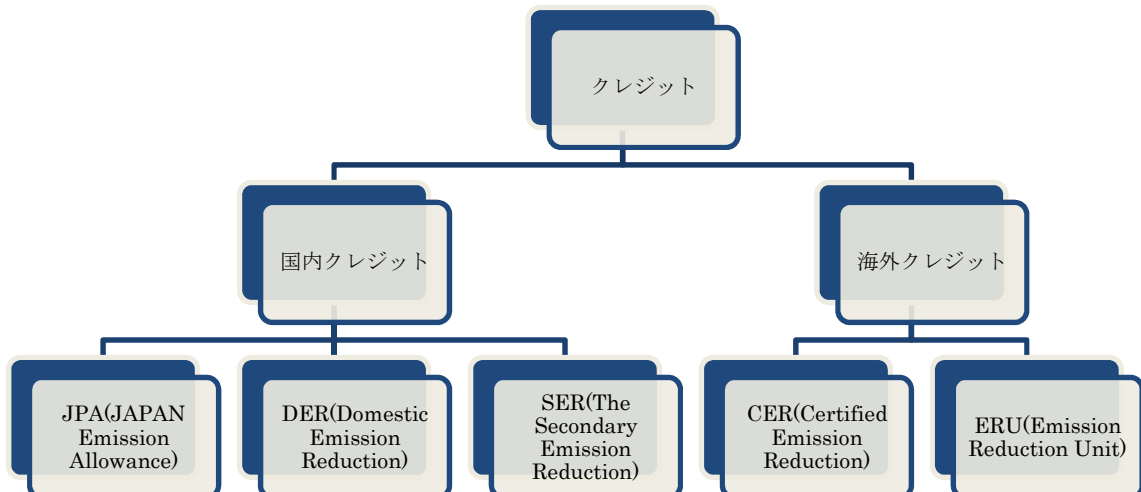
先行研究においては、CDM による CER に関してのみ言及されていた。しかしながら、京都メカニズムには CER のほかに、JI(Joint Implementation=共同実施)による ERU(Emission Reduction Unit)が発行されている。JI とは、先進国が共同で温室効果ガス削減対策に取り組み、その対策によって削減された削減量をクレジットとして発行する制度のことである。企業の選択肢を増やすためにも、海外クレジットは排出権制度に組み入れることとする。

### 2.2.2.5 もう一つのクレジット

排出権取引に参加しない企業に対し、削減インセンティブを付与するための制度として、国内クレジット制度とは異なるクレジット制度を導入する。このクレジット制度とは、部門ごとに、基準となるベンチマークを設定し、その削減量よりも削減することが出来た場合に、その削減量をクレジットとして発行し、そのクレジットを排出権同様取引することが出来る制度である。この制度を導入することで、排出権取引に参加しない企業に対して、削減インセンティブを付与することが出来る。ここでいう排出権取引に参加しない企業とは、省エネ法第 1 種対象事業所以外の全事業所を意味する。本稿では、このクレジットを SER(The Secondary Emission Reduction)と称することとする。

これまでにいくつかクレジットを紹介したが、図 2.2 にそれらをまとめている。

図 2.2 クレジットの分類



### 2.2.2.6 バンキング・ボローイング

バンキングとは、ある年度において、排出量を自己保有の排出枠未満に抑えることが出来た場合に、超過分を次年度の排出枠に充当することである。一方、ボローイングとは、ある年度において排出量が自己保有の排出枠を超えてしまう場合に、次年度の排出枠の一部を前借して達成とみなすことである。

基本的に、バンキング・ボローイングは可能とする。近年の経済情勢を考慮すれば、年度ごとに排出状況が大きく変わる可能性があり、毎年度規制を絶対としていては企業活動に支障をきたす可能性があるからである。ただし、排出枠を守るために、ボローイングは同一フェーズ内でのみ可能とする。一方で、バンキングはフェーズをまたいで可能とする。その1番の理由は、価格の暴落を防ぐことにある。実際、EU-ETS において、バンキングを認めなかったために、価格の暴落を招いてしまったという過去がある。この失敗を参考にし、価格の暴落を防ぐために、バンキングはフェーズをまたいで認めるべきであると考えた。

### 2.2.2.7 ペナルティ

ここで論じるペナルティとは、企業が自社の保有する排出枠を超えて排出してしまった場合に課す課徴金のことである。ペナルティに関しては、ペナルティをセーフティ・バルブとして活用するという考え方がある。ペナルティを設定すれば、排出枠を超えて排出を行う企業は、ペナルティを支払わなければならない。しかし、逆に捉えれば、ペナルティを支払えば排出することが出来る。そのため、排出権価格がペナルティよりも高ければ、企業は排出権を購入せずにペナルティを支払って排出する。つまり、ペナルティ価格を低水準に設定することで、ペナルティ価格が上限価格となり、排出権価格の高騰を防ぐことが出来るのである。しかし、この考え方では、排出枠を超過してしまう恐れがある。我々は、2020年に1990年比で25%削減するという目標を確実に達成することを前提としているので、この考え方には馴染まない。そこで、排出枠を維持するために、高水準のペナルティを課すこととする。ペナルティが高水準であれば、排出枠は守られる。具体的には、本稿ではペナルティ価格を排出権価格の2倍とする。このように設定することで、常に排出権価格よりもペナルティ価格の方が高くなり、企業はペナルティを支払うよりも排出権を購入することを選択するため、総量規制は守られる。

## 第3章 ECBJ の設立

前章で排出権クレジットの中央銀行的役割を担う ECBJ(Emission Credit Bank of Japan)を定義し、その役割を概観した。この章では、ECBJ の位置づけから具体的業務まで詳述し、その設立を以て我々の考える望ましい排出権取引制度のコアとすることを提言する。

### 第1節 排出権取引と ECBJ

#### 3.1.1 設立背景・理念

排出権取引制度に内在する諸問題については 1 章で議論した。現在考えられている環境政策の中で、排出権取引制度が最も効率的で企業の負担総額が最低限に抑えられることは岡川・濱崎[2005]などで示されている通りであり、疑いの余地は少ない。しかしながら、こうした経済分析ではいくつかの前提が置かれており、議論を現実に落とし込んだ時、これら前提すべてが満たされるとは限らないのである。そして実際に二つの前提—①取引費用はゼロとする②排出権価格は企業の限界削減費用と常に一致する—は現実では成立しない。企業は自らの望む排出権価格を提示する取引相手を自力で探さなければならず、更に高い価格変動リスクにも直面しているのである。故に、円滑な取引を行える土壌を整備し、価格の安定化に努めることで、こうした諸問題を是正し少しでも理想的な状態に近づけるためのスキームが必要となってくるであろう。

それだけではない。排出権取引を実際に行うに当たって JPA の配分や CER、DER、SER といった各種クレジットの評価・認証、モニタリングといった業務を担う統一組織が必要である。こうした業務には多大な行政コストがかかるほか、政治的問題も介在する可能性が高い<sup>1</sup>。そのため、こうした組織は政府とは独立している必要があるだろう。

以上の点を踏まえて、我々の考える排出権取引制度の頑健性を高めるべく、政府から独立した排出権取引の円滑化を担う統一組織であり、排出権価格の安定化のためにその中央銀行的役割を兼ね備える ECBJ を設立することを考えた。

#### 3.1.2 位置づけ

議論を始めるに当たって一つの前提を置く。それは、市場に出回る排出権(JPA、ERU、CER、DER、SER)は 1 トンの CO<sub>2</sub> 排出枠を購入できる一種の通貨(クレジット)として扱うということである。ECBJ はこうしたクレジットを独占的に発行、供給できる主体である<sup>2</sup>とする。当然、通貨の発行に際しては価値の裏付けが必要となるが、これは ECBJ が日本銀行の内部組織となり、同バランスシートの中で業務を行うことによって同組織による信用

<sup>1</sup> 特に、各企業・各産業にどの程度初期配分を行うのかは判断が難しく、政府による判断にゆだねるとすると、各産業界の利害の対立、関連団体による政治的圧力を引き起こし、議論が立ち往生する恐れがある。

<sup>2</sup> CER は世界共通であり国連が発行主体であるため、ECBJ が発行することはできない。

が付与されるとする。また日銀の組織の一部となることで、日銀の持つ決済システム、日本の中央銀行としてのノウハウを利用し、より効率性の高い排出権市場を構築することが出来ると考えられる。

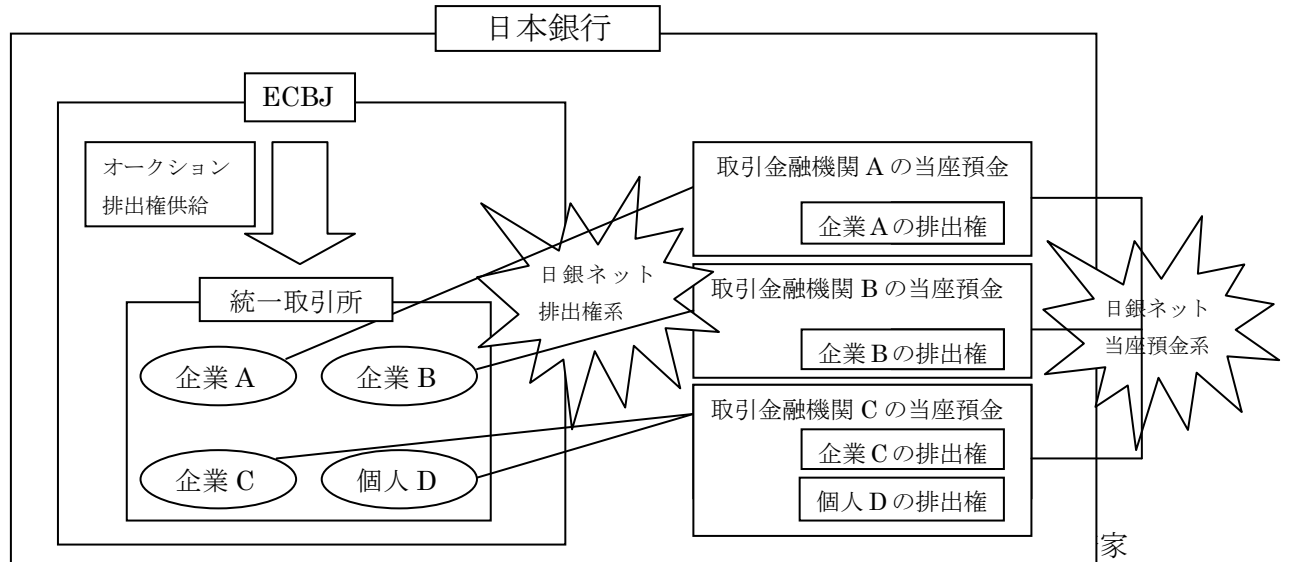
## 第2節 取引円滑化機能

ここから、ECBJ の具体的業務について述べていく。3.1.1.で示したとおり、ECBJ の役割は「取引円滑化機能」と「価格安定化機能」の二本柱であり、まずは取引円滑化について説明する。ECBJ の取引円滑化機能は主に 3 つ—①統一取引所の設置②モニタリング③各種クレジットの評価・認証—であり、各々について以下で詳しく見ていくことにする。

### 3.2.1 統一取引所の設置

まずは統一取引所の設置である。先にも見てきたとおり、統一取引所は取引費用を最小限に抑え、市場をより効率的な状態に近づけることが出来るという点で必要不可欠である。ECBJ は取引参加者が一堂に会する取引所を開設し、円滑な取引が行われるよう環境整備を整えるものとする。具体的なメカニズムは図 3.1 の通りである。まず、ECBJ は初期配分やオークションによって市場に排出権を供給する。取引参加主体は排出権の配分を受けるに際して予め ECBJ への登録が必要であり、自らの取引銀行の日銀当預内に排出権口座を設け、そこに排出権をクレジットとして保有するものとする。取引自体は排出権の BID/ASK 価格を提示し、板寄せによって価格を決定する<sup>1</sup>通常の有価証券取引と同等のものを想定するが、その決済は日銀ネットに排出権系を新設し、RTGS システムの利用を通じて即時に行われるものとする<sup>2</sup>。ECBJ はこうした取引を監視し不正を防止するほか、価格が急騰、急落するなど異常が生じた場合にはオペレーションによる介入を行う(オペレーションについては次節参照)。

図 3.1 取引メカニズム



といった主体を取引所から排除するものではない。ECBJ に登録さえすれば、取引参加意思

<sup>1</sup> 排出権の売り手・買い手が各々希望価格を提示し、両者が一致した所で価格が決定される。  
<sup>2</sup> 日銀では日銀ネットにおける RTGS(Real Time Gross Settlement=即時グロス決済)システムを用いて、取引一件ごとにその場で決済を行っている。現在日銀ネットには当座預金系と国債系が存在し、両者の相互リンクを通じて即時的な資金・国債の受け渡しが行われている。この日銀ネットに新たに排出権系を開設し取引をシステム化することで、当事者間での資金、排出権の受け渡しの効率化・合理化・安全化を図る。

のある主体は取引金融機関を通じて排出権取引市場にアクセス出来るものとする。また海外市場とのリンクという点に関しては既に EU-ETS においては取引所(ECX<sup>1</sup>)が存在している。将来的に世界レベルにまで市場が拡大すれば統合がなされる可能性も否定できないが、各地域によって流通可能な排出権クレジットの種類が異なる<sup>2</sup>ために、基本的には異なる市場となる。しかしながら、CER、ERU は両市場で取引可能であるため、これらのクレジットの動向を反映して EU と日本の排出権取引市場はある程度類似した動きを見せるであろうことが予測される。

取引所の設置によりもたらされる経済的効率性の改善に関しては既に第一章で検証済みであり、ここで再び議論することはしない。

### 3.2.2 モニタリング

次はモニタリングに関してである。元来、CO<sub>2</sub>を始めとする温室効果ガスの排出量というものは可視化が非常に難しい。現在企業は IR 活動の一環として毎年『環境報告書』を作成し、毎年の削減量や環境関連投資額を掲載しているものの、その形式は各社多様であり、比較が非常に難しい状況にある。こうした足並みの乱れは排出権取引制度の公正性を阻害するものであり、取引に際し情報の非対称性を増大させる要因となる。そこで ECBJ はこの状況を打開すべく画一的なフォーマットを作成、排出権納入義務のある企業はそれに基づいた排出状況の報告書を排出権納入と同時に提出しなければならないとする。ECBJ はその内容の妥当性を審査するとともに、1~2年の周期で立ち入り考査を実施し、排出目標達成の工程、設備状況、削減への取り組みについての評価を行う。また前章で述べたように、事業規模拡大・新規参入に際して産業ごとの業界水準を定める必要があるが、それはこの報告書及び立ち入り考査の結果に基づいて算定されるものとする。

そのほか DER、SER も ECBJ のモニタリングに基づいて発行されるものとするが、その議論は次節に譲る。

### 3.2.3 各種クレジットの認証・評価

上で述べたように、最後は各種クレジットの認証・評価である。企業が自身の排出枠として利用可能なクレジットは JPA、ERU、CER、DER、SER の 5 種類であるが、JPA 以外の 4 種類に関しては第三者の削減実績を自らの排出枠として加えるものであり、その削減実績をモニタリングして認証・評価する組織が必要となる。このうち世界共通である CER、ERU に関しては既に各々 CDM 理事会、共同実施委員会という組織が存在し、そのモニタリング、評価を行っているため、ECBJ が介入する余地はない<sup>3</sup>。残った DER、SER のみ ECBJ がモニタリングにより削減実績を評価・認証して発行するものとする。もちろん ERU、CER も国内で利用可能であるから、ECBJ はこれらを認証し、国内での価値を補償する必要はある。なお、現在国内クレジットに関しては第三者認証機関である国内クレジット委員会が存在するが、同委員会は ECBJ に編入されるものとする。

<sup>1</sup> European Climate Exchange の略

<sup>2</sup> EUA、JPA、DER、SER はその地域・国においてのみ流通可能。

<sup>3</sup>ただし CER の発行主体は国連、ERU の発行主体は共同実施受け入れホスト国であるため、仮に日本で共同実施が行われることがあれば ERU は ECBJ が発行することとなる。

## 第3節 価格安定化機能

次に、ECBJ のもう一つの柱である価格安定化機能について述べる。排出権の価格ボラティリティの高さとその弊害については先に述べた通りである。ここではその価格変動の主要要因を分析し、その上で ECBJ がいかなる手段を用いて価格統制を試みるかを議論する。

### 3.3.1 排出権価格変動要因

この節では排出権の価格変動要因について分析し、その価格算出式を回帰分析によって求めることを試みる。国際協力銀行「排出権価格の見通し等に関するアンケート(2010年2月公表)」によると、価格変動要因のうち①景気変動②環境政策・枠組み動向③資源価格動向の上位3要素を占める。①に関しては、景気の過熱/停滞に伴う生産活動の活発化/沈静化が排出権価格の押し上げ/押し下げ要因となり、②に関しては、国内における政策動向や国際的枠組みの進捗状況によって排出権への需要量が増加することとなる。③の資源価格とは主に天然ガス(LNG)価格であり、LNG 価格が上昇/下落すると、電力会社は CO<sub>2</sub> 排出量の多い石炭/少ない LNG を使って発電するようになり、その結果排出権価格が上昇/下落することとなる。本分析では排出権価格は日経・JBIC 排出量取引参考気配、①は日経平均株価、③は LNG の輸入価格を取った。②に関しては 2009 年 9 月末の「鳩山イニシアティブ」表明、12 月の COP15 の不調、2010 年 3 月の地球温暖化対策基本法案閣議決定、5 月の同法衆院通過、6 月の同法廃案などがあげられ、排出権価格にも多少の影響がみられるが、不定期でありその効果も個々で異なることからここでは外生的ショックとみなす。表 3.1 は回帰分析の結果であり、そこから導かれる価格算出式(☆)は以下のとおりである。表 3.1 を見れば明らかのように、この価格算出式は日経平均株価、LNG 価格双方に対して非常に当てはまりが良い。また日経平均株価と LNG 価格は互いに相関しておらず<sup>1</sup>、多重共線性は生じていない。

$$p_i = 0.278 \cdot N225_i + 0.22 \cdot LNG_{pi} - 2159 + u_i + \Delta_i \quad (\star)$$

ここで、時点*i*において  $p_i$  は排出権価格、 $N225_i$  は日経平均株価、 $LNG_{pi}$  は天然ガス価格、 $u_i$  は誤差項、 $\Delta_i$  は政治的ショックを表す。

表 3.1 分析結果

回帰統計									
重相関 R	0.923881								
重決定 R <sup>2</sup>	0.853556								
補正 R <sup>2</sup>	0.84184								
標準誤差	277.8303								
観測数	28								
分散分析表									
	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F				
回帰	2	11247568	5623784	72.85671369	3.72E-11				
残差	25	1929741	77189.65						
合計	27	13177310							
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%	
切片	-2159.07	342.0137	-6.31283	1.31822E-06	-2863.47	-1454.68	-2863.47	-1454.68	
X 値 1	0.278422	0.031338	8.884358	3.29842E-09	0.213879	0.342964	0.213879	0.342964	
X 値 2	0.021907	0.004173	5.250247	1.95313E-05	0.013313	0.030501	0.013313	0.030501	

<sup>1</sup> 両者の相関係数は 0.28

### 3.3.2 価格安定化メカニズム

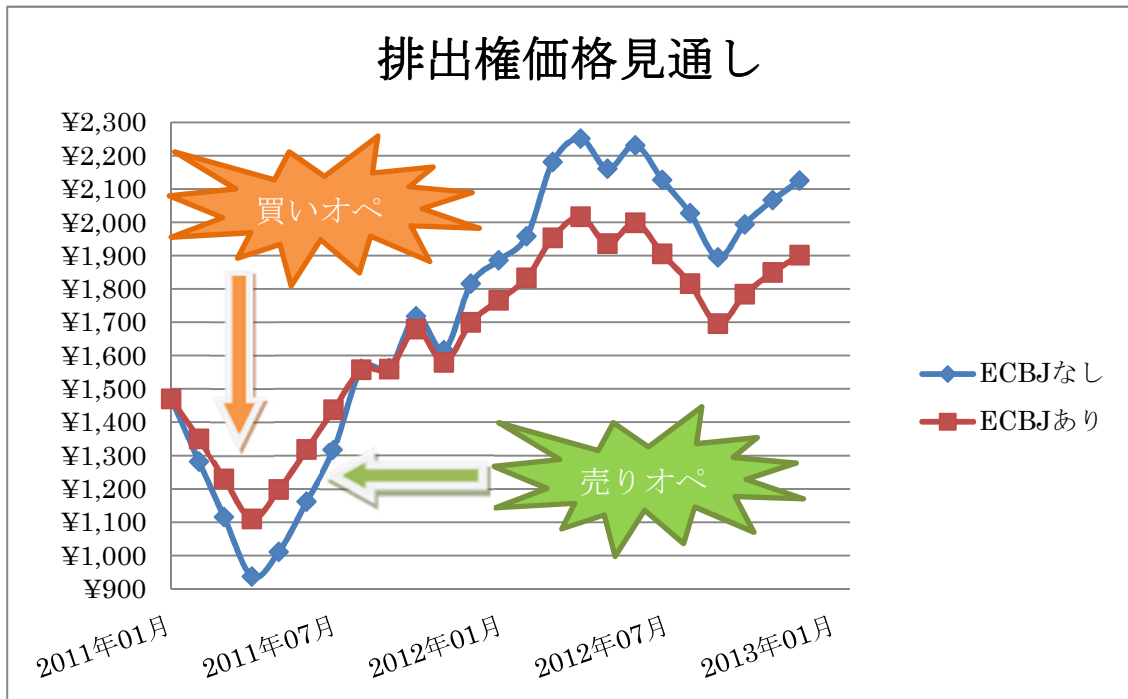
ECBJ による価格安定化メカニズムは二本柱である。第一にオペレーション業務、第二にバンキング/ボローイング業務である。各々について詳しく見ていくことにする。

#### (1) オペレーション業務

オペレーション業務とは ECBJ の排出権の中央銀行としての性質を利用し、排出権価格高騰時には一定価格で市場に排出権を供給する売りオペ、価格下落時には市場の排出権を買い支える買いオペを実行することを指す<sup>1</sup>。例えば平均変動額の 95%信頼区間である月次ベースで 120 円を超える価格変動に対して、その上限/下限価格でオークション/買い取り介入を行う。その結果月次ベースで見た価格変動を±120 円以内に収めることが出来る<sup>2</sup>。ここでは、前節導出した価格算出式(☆)を用いて簡単なシミュレーションを試みる。

シナリオとしては、期間を 2011 年 1 月から 2012 年 12 月までの二年間とし、目下株価低迷にあえぐ日本経済が 2003 年からの戦後最長の景気回復と同水準で回復に向かうと想定した。日経平均株価は 2003 年 1 月から 2004 年位 12 月、LNG 輸入価格は 2009 年 1 月から 2010 年 12 月(10~12 月は予測値)を用いた。ECBJ が存在しない場合の排出権価格は(☆)に依存し、ECBJ が存在する場合は①変動額が 120 円を超える場合には前月価格±120、②変動額が 120 円を超えない場合には(前月価格)×(ECBJ が存在しない場合の変動率)、とした。なお政治的ショックは無視しているが、ここでの分析の目的は ECBJ の価格統制能力を評価することであり、本質的な影響は全くない。結果は図 3.2 及び表 3.2 のとおりである。

図 3.2 シミュレーション結果



<sup>1</sup> 排出権が総量規制である以上、ECBJ は売りオペ局面の際、排出削減の裏付けのない JPA を際限なく発行することはできない。しかし、「2005 年比 34%削減」が国全体としての目標であること、森林吸収や民生(家庭・業務)部門での設備効率上昇による潜在的な削減余地があることを考えると、一定量(具体的には 2005 年比 15.9%削減分=204Mt-CO<sub>2</sub> ※数値の具体的根拠に関しては Appendix を参照)は市場に追加供給しても総量規制の目標を達成することが出来る。従って ECBJ は極力この枠内に JPA 追加発行高が収まるように政策運営を行う。万が一発行高がこの枠を超えるようなことがあれば、その超過分は政府購入によって賄うこととする。その財源は第 2 章で導入を議論した炭素税の収入分を当てる。

<sup>2</sup> ここでは介入の効果に関するシミュレーションを行うために、恣意的に 120 円を超える変動に対してオペレーションを実行するとした。しかしながら信頼区間の 95%までを変動額の許容範囲として定めてしまえば、介入を予測した投機マネーを呼び込んでしまう恐れがある。そのため実際の政策運営は市場動向を鑑みて臨機応変に介入を行う必要がある。

表 3.2 シミュレーション結果

日付	日経平均株価	LNG価格	排出権価格 (ECBJなし)	前月との 価格差	価格変動率 (前月/今月)	介入	排出権価格 (ECBJあり)	ECBJの有無 による価格差
2011年1月	8340	59669	1470.20826				1470.20826	0
2011年2月	8363	50789	1282.07781	-188.13	0.87203823	買い	1350.20826	-68.130454
2011年3月	7973	48160	1115.89973	-166.178	0.87038378	買い	1230.20826	-114.30854
2011年4月	7831	41806	937.166724	-178.733	0.83983059	買い	1110.20826	-173.04154
2011年5月	8424	37648	1011.18166	74.01494	1.07897735		1197.88956	-186.7079
2011年6月	9083	36129	1161.38503	150.2034	1.14854241	売り	1317.88956	-156.50454
2011年7月	9563	37086	1315.99259	154.6076	1.13312343	売り	1437.88956	-121.89698
2011年8月	10344	38312	1560.29815	244.3056	1.18564357	売り	1557.88956	2.40858762
2011年9月	10219	39983	1562.102	1.803847	1.00115609		1559.69063	2.41137216
2011年10月	10560	42783	1718.3835	156.2815	1.10004564	売り	1679.69063	38.6928742
2011年11月	10101	43963	1616.43806	-101.945	0.94067364		1580.0407	36.3973668
2011年12月	10677	45736	1815.65025	199.2122	1.12324146	売り	1700.0407	115.60955
2012年1月	10784	47593	1886.1227	70.47245	1.03881389		1766.02589	120.096806
2012年2月	11042	47598	1958.06511	71.94241	1.03814302		1833.38745	124.677661
2012年3月	11715	49210	2180.7572	222.6921	1.11373069	売り	1953.38745	227.369751
2012年4月	11762	51834	2251.327	70.5698	1.03236023		2016.59951	234.727488
2012年5月	11236	54394	2160.95895	-90.3681	0.95986009		1935.6534	225.305549
2012年6月	11859	49692	2231.40914	70.45019	1.03260136		1998.75833	232.650815
2012年7月	11326	51727	2127.59096	-103.818	0.95347416		1905.76442	221.826541
2012年8月	11082	50233	2026.92694	-100.664	0.95268638		1815.59581	211.331125
2012年9月	10750	48418	1894.72963	-132.197	0.93477944	買い	1695.59581	199.133816
2012年10月	10771	52689	1994.14129	99.41166	1.05246746		1784.55942	209.581862
2012年11月	10899	54369	2066.58306	72.44178	1.0363273		1849.38765	217.195406
2012年12月	11488	49563	2125.28858	58.70552	1.02840704		1901.92329	223.365286
		平均	1727.94518				1652.02052	
		HV	0.31639823				0.21942692	

景気の大きく落ち込む2011年2~4月に買いオペ、逆に大きく回復する2011年6~8月に売りオペが行われている。またグラフで明示してはいないが、2011年10月の売りオペはLNG価格の急騰、2012年9月の買いオペはLNG価格の急落を反映している。その他2011年12月、2012年3月の景気回復局面でも売りオペが行われている。ECBJがない場合とある場合とを比較すると、排出権価格の平均は前者が1727.94円、後者が1652.02円と統計的に有意な差は見られないが、HV(Historical Volatility)は前者が31.6%、後者が21.9%と価格変動が抑えられていることを見る事が出来る。また1000万トンの排出権需要を持つ企業を想定すると、価格上昇局面では最高で23.4億円の追加負担を回避することが出来(2012年4月)、実際に1000万トンの排出権をすでに持っている企業を想定すると、価格下落局面において18.6億円の含み損を回避することが出来る(2011年5月)。更に、価格が安定することで、企業の環境投資計画及び将来の生産計画が立てやすくなり、投機マネーの流入も抑制することが出来る。

## (2)バンキング・ボローイング

次はバンキング・ボローイングに関してである。制度概要は既に前章で説明したため、ここで繰り返すことはしない。将来の不確実性を少しでも和らげて価格変動を抑えるべく、ECBJはこれを認め、企業との排出権のやり取りを行うものとする。



## 第4節 細則設計と炭素リーケージの予防

ここでは、排出権の配分、納入の際に ECBJ が果たす役割と、排出権取引を語る上で避けられないであろう炭素リーケージの抑制策について議論する。

### 3.4.1 排出権発行元・納入先としての機能

本章で議論したオペレーション、バンキング・ボローイングも含めて、初期配分、オークション、事業拡大企業や新規参入企業への割り当て、排出権納入、事業縮小企業や倒産企業の排出権の没収など排出権の発行・納入に関する制度設計はこれまでに議論したとおりである。ECBJはこのすべてを担うこととなるが、こうした排出権のやり取りの具体的方法についてここで簡単に述べておくことにする。

基本的に取引参加企業と ECBJ の排出権のやり取りは取引参加企業が金融機関の日銀当預の中を持つ排出権口座を通じて行われる。ECBJ から排出権が配分される場合は取引企業の排出権口座に排出権が振り込まれ、逆に ECBJ に排出権を納入する場合は予め申告し認証を受けた分の排出権が口座から引き落とされる。このため、新規参入企業は必ずこのような排出権口座を開設しなければならない。また、オークションや 3.3.2 で議論したオペレーションに関しては 3.2.1 で議論した統一取引所を介して行われる。オークションでは決定した額を企業が ECBJ に振り込み、その分排出権が口座に振り込まれる。売りオペ局面も同様である。買いオペ局面では逆に ECBJ が購入額分取引企業の当座預金に振り込み、その分の排出権を口座から引き落とす。倒産した企業に関しては全排出権が口座から引き落とされる。更にここで、一定の準備率規制を導入する。各取引企業は自らが与えられた枠の 25% に相当する排出権を口座に常に保有することが義務化されるとし、その結果恣意的な企業設立、倒産直前に伴う排出権の流失を防ぐことが出来る。

### 3.4.2 炭素リーケージの抑制

上記のような排出権制度全体にかかわる役割とは別に、ECBJ は炭素リーケージの問題を防ぐべく、企業が積極的に環境投資を行えるような環境を整備する役割も果たす。こちらも柱は二本。一つは環境関連事業への低金利融資であり、もう一つは ECBJ をホストとする企業参加型の温室効果ガス削減プロジェクト事業の実施である。

前者に関して、ECBJ は取引所の手数料、売りオペ、オークション、課徴金収入の一部を原資として、企業の環境関連事業への投資資金や温室効果ガス削減の R&D 費用を低金利で融資するものとする。排出権取引は日本国全体の排出量の削減義務を一部の企業にのみ負わせるスキームであり、当然当該企業の金銭的負担が相当なものとなることは想像に難くない。そのため、企業には排出規制のない海外へ生産拠点を移すインセンティブが常に存在する。その結果地球全体として排出削減が実現しないことを炭素リーケージ問題と言うが、こうした動きはそれ以上に産業空洞化を招き、日本経済自体に損失をもたらす。この問題に対して企業の負担を少しでも軽減すべく、環境関連投資のインセンティブを付与する形で企業の支払った費用の一部を間接的に還流させることは決して企業保護として責められることではない。

後者に関して、ECBJ は率先して温室効果ガス共同削減プロジェクトを発案し、企業の参加を募る。企業は入札を通じて参加の意思表明をし、参加決定企業は共同出資によって当該プロジェクトの実行、運営を行う。このプロジェクトによって削減された温室効果ガス分は参加企業の削減実績に組み入れることが出来るものとする。またこの投資資金は前者によって優先的にファイナンスされるものとし、両者の相乗効果も期待できる。

こうした方策によって企業に積極的な環境関連事業への効率的投資を促し、排出権取引制度導入に伴う企業の負担軽減や海外移転による産業空洞化、炭素リーケージ問題を抑制するための布石とする。

以上が ECBJ の役割、業務の全容である。本章冒頭で述べたように、現実の排出権取引を出来る限り経済学的分析上効率的な状態に近づけ、その頑健性を高めるために当該組織の果たし得る役割は大きい。「取引の円滑化・価格の安定化」という二本柱を担うこの ECBJ は我々が提言する望ましい排出権取引制度のコアとなるものであるが、次章で改めてこれまでに展開された議論を整理し、以て本稿の結びとする。

## 第4章 むすび

---

ここで、これまでの議論をもう一度整理しよう。我々の目的は、「2020年までに温室効果ガス1990年比25%削減」という国際公約を達成するべく現在導入が検討されている排出権取引制度に関して、その問題点を抽出しより良い制度設計を提言することにあった。

第1章では排出権取引制度に内在する一般的な問題として、試行的に導入された東京都排出権取引制度、あるいは先駆的に行われているEU-ETSの動向を参照し、「市場メカニズムによる効率性の確保」という排出権取引制度が持つ最大の利点、更に「限界削減費用＝排出権価格」という同制度を扱う多くの論文における前提条件が満たされない可能性を指摘、両問題の解決策としてのECBJ設立に言及した。

第2章では視点を細かいところに落とし、WWFジャパンの『脱炭素社会におけるポリシーミックス提案』を参照、これから日本で導入されるであろう排出権取引の実態を観察し、その改善の余地に関して議論した。その際第一章の議論を反映させるべく、統一組織としてECBJを設立、我々が提言する排出権取引制度のコアとしている。

第3章では提言のコアとなるECBJの具体的な業務・役割を紹介し、シミュレーションを行うことで同組織の有用性について示している。

以上をまとめると、我々の提言する排出権取引制度の概要は次頁の通りである。ECBJという全く新しい概念の組織の提案を通じて、現在進行形の排出権取引の制度設計に一石を投じる結果となれば幸いである。

項目	制度内容
方式	キャップ・アンド・トレード方式
実施期間	第1フェーズ：2012年～2015年 第2フェーズ：2016年～2020年
キャップ	第1フェーズ：2005年比15%削減 第2フェーズ：2005年比34%削減
配分方法	①第1フェーズ 無償配分(原則ベンチマーク)90% オークション10%  ②第2フェーズ 無償配分(全量ベンチマーク)70% オークション30%
規制段階	下流
規制対象	間接排出
排出権取引参加主体	第一種省エネ法対象事業所
国内クレジット(DER)	導入する
海外クレジット(CER,ERU)	CER,ERU ともに認める
第2次クレジット(SER)	導入する
バンキング	無制限に認める
ボローイング	同一フェーズ内でのみ可能とする
ペナルティ	高額なペナルティを課す
新しい機関	ECBJ の設立

# APPENDIX

## A.1 概論

2008 年度において民生・運輸部門合計での CO<sub>2</sub> 排出量は 6 億 4000 万 t-CO<sub>2</sub>（間接排出ベース）と巨大な部門となっている。下図を見ても分かる通り、産業部門は企業努力によって CO<sub>2</sub> 排出量が削減されているのに対し、民生・運輸部門はニーズの多様化やモータリゼーションの進展に伴い 90 年度比では依然増加の傾向にある。従って、民生・運輸部門にはまだ削減余地が残されていると言える。この削減余地のうち、今後の科学技術の発展や家電の更新などにより、かなりの自然減が見込まれる。この削減分を ECBJ のオペレーション業務の財源として用いる。

年表		1990	2005	2008
産業部門		482	456	420
民生部門	家庭部門	127	174	172
	業務部門	164	237	232
運輸部門		217	267	236
民生・運輸部門合計		508	678	640
森林吸収		47	47	47

(単位 100 万トン)

## A.2 民生部門の削減余地

### A.2.1 家庭部門

科学技術の発展が進み、以前と比べて効率性の高い製品が開発されるようになってきている。2020 年度には家庭の設備更新に伴い、これらの製品が普及することである程度自然に家庭部門の CO<sub>2</sub> 排出量が削減されると見込まれる。本小節では 5 つの主要な削減項目を取り上げ、各々について見込まれる削減量を具体的に試算した。

#### ① 建て替えによる住宅の断熱性能向上

まず、住宅の断熱性能向上についてである。政府は断熱性を表す指標として Q 値を用いている。これは、壁・床・天井にどのような種類の断熱材がどれ位の厚さ(mm)使われているか、サッシ・玄関ドアがどれ位の断熱性能をもったものなのかをトータルに数値化したものである。Q 値はその値が低いほど断熱性能が高いといえる。

また、1980 年に政府が初めて省エネ基準を設け（旧基準）、これが 1992 年に改定され新基準、1999 年に次世代基準と次々に基準が改定されてきた。そして、この時の Q 値は各々 5、3.5、2.5、1980 年以前は 10 である。

国立環境研究所の中期ロードマップによると各基準における 2005 年から 2020 年までの世帯数の増減は次頁の表 A.1 のようになると予想される。

表 A.1 住宅ストックに占める割合

	2005 年	2020 年	増減
旧基準以前(1980 年以前(Q 値=10))	33762805(61%)	14972360(26%)	▲18790445
旧基準(1980 年、Q 値=5)	11623261(21%)	11517200(20%)	▲106061
新基準(1992 年、Q 値=3.5)	7748840(14%)	13244780(23%)	5495940
次世代基準(1999 年、Q 値=2.5)	2213954(4%)	17851660(31%)	15637706
計	55348860(100%)	57586000(100%)	2237140

(2005 年の世帯数は統計局『土地・住宅統計調査』より、2020 年は現在 H20 年と同水準と仮定)そして、以下の(1)~(3)のように変化が起きると仮定する。

- (1)旧基準以前から新基準への移行は完全に起きる
- (2)旧基準以前から新基準への移行でない分は次世代基準に移行
- (3)旧基準は次世代基準に移行する

その時住宅建て替えに伴う CO<sub>2</sub>削減量は以下の通り

表 A.2 住宅建て替えに伴う総削減量見込 (単位: kg-CO<sub>2</sub>)

	建て替えに伴う削減量	世帯数	総削減量
旧基準以前→新基準	1860	5495940	10222448400
旧基準以前→新世代基準	2139	13294505	28436946195
旧基準→次世代基準	750	106061	79545750
純増	▲554	2237140	▲1239375560
			37499564785

(削減量データ:積水ハウスより)

- ② 照明効率改善(LED 照明の普及によりすべての証明効率が 25%改善されると仮定)

LED 照明が各家庭に普及すると、1 軒当たり排出量は 1475kg-CO<sub>2</sub> から 1106.25kg-CO<sub>2</sub> へと減少する (368.75kg-CO<sub>2</sub> の削減)。故に、LED 証明普及による削減量は以下の式で計算される。

$$(\text{総削減量}) = (\text{2005 年世帯数}) \times (\text{1 軒当たり削減量}) - (\text{2005 年から 2020 年までの世帯数増分}) \times (\text{排出量})$$

従って、 $55348860 \times 368.75 + (-2237140) \times 1106.25 = 17935056000 \text{ kg-CO}_2$

(照明に関する市場変革プログラムによるシナリオを仮定)

- ③ 太陽光パネルの普及(経済産業省による目標『2009 年度の 10 倍』を仮定)

経済産業省の目標である『2020 年度までに 2009 年度の 10 倍』のペースで普及が進んだとすると、2020 年には 4840MWh(2009 年は 484MWh)の発電が太陽光発電によりなされることとなる。2005 年における太陽光発電量は 291MWh であるから、CO<sub>2</sub> 排出係数(1kWh 電力を作り出すのに排出される CO<sub>2</sub> の量): 0.561kg-CO<sub>2</sub>/kWh として削減量を計算すると、 $(484 \times 10 - 291)MWh \times 1000 \times 0.561 = 2551989 \text{ kg-CO}_2$  の削減が見込まれる。

- ④ 家電更新

更に、耐用年数の問題から家電の更新も行われると仮定する。家電は冷蔵庫、エアコンを対象とする。省エネ家電への移行がすべて行われるとすると、各削減量は下表の通りである。

表 A.3 家電更新による総削減量見込 (単位 kg-CO<sub>2</sub>)

	2005 年	2020 年	純増	1 台当たり削減量	総削減量
エアコン	58875600	60529200	1653600	158	8935245600
冷蔵庫	115298050	131146600	15848550	183	15578209000
					24513454600

(経済産業省『家電出荷推移』より、削減量は三菱電機 HP より同社製品を参照)

## ⑤給湯器

環境に優しいエコ給湯器の普及も忘れてはいけない要素である。現在、電気で沸かすエコキュート、ガスで沸かすエコジョーズ、都市ガスやLPガスをその燃料とするエネファームの3種類が主に販売されている。

表 A.4 給湯器に普及による総削減見込 (単位 kg-CO<sub>2</sub>)

	販売台数予測	1台当たり削減量	総削減量
エコキュート	1000万台	565	565000000
エコジョーズ	2000万台	252	504000000
エネファーム	140万台	1500	210000000
			1279000000

(販売台数予測は燃料電池新聞『家電用燃料電池の需要予測』より)

以上①～⑤より

①+②+③+④+⑤=92740627374t-CO<sub>2</sub> (2005年比-53%)

すなわち、9274万t-CO<sub>2</sub>の削減を見込む事が出来る。

## A. 2.2 業務部門

業務部門においても、家庭部門と同様の設備更新が行われることが見込まれる。ここでは、それらのうち5つを家庭部門と同様に試算した。内容が家庭部門と重複するため、詳しい計算は割愛する。

①建築物の断熱性能向上→412万t-CO<sub>2</sub>

②照明効率改善→1078万t-CO<sub>2</sub>

③太陽光パネルの普及→911万t-CO<sub>2</sub>

④家電更新→2945万t-CO<sub>2</sub>

⑤給湯器→1192万t-CO<sub>2</sub>

①+②+③+④+⑤より、6538万t-CO<sub>2</sub>の削減が見込まれる。

### A.3 運輸部門

最後に、運輸部門である。ここでは自動車を対象とし、主にエコカーの普及とガソリン自動車の燃費効率の改善による自然削減量を計算する。

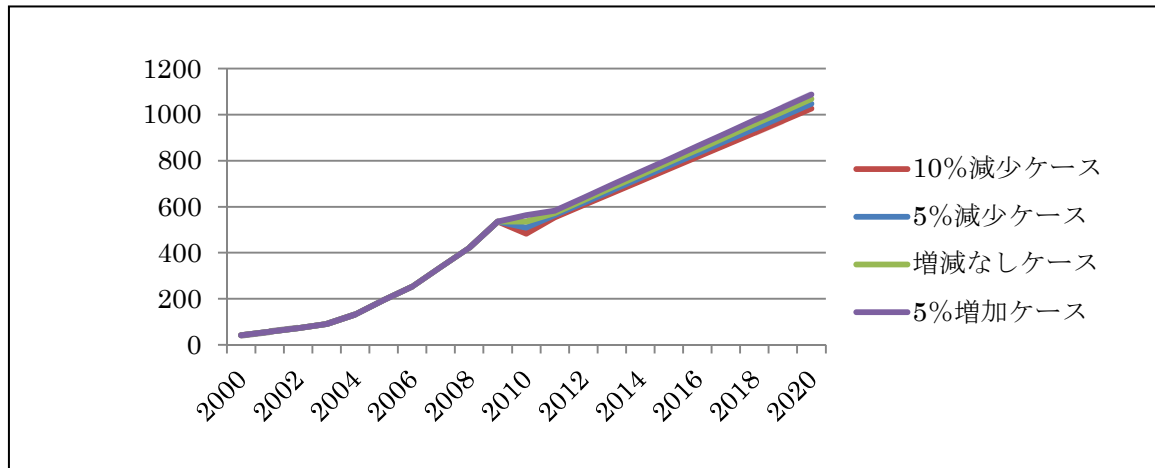
ここでは、自動車における CO<sub>2</sub> 排出量削減を以下のように計算するとする。

総排出削減量  
 = 保有台数 × 2.3 × (2005 年の燃費 - 2020 年の燃費)  
 × (2005 年の 1 台あたり年間走行距離 - 2020 年の 1 台あたり年間走行距離)  
 (※ 2.3 はガソリン 1L 当たり 2.3 キロの CO<sub>2</sub> を排出するという排出係数を表している)

#### A.3.1 エコカーの普及

エコカー補助金廃止後の 2011 年度から 2020 年までのエコカー販売台数を最小 2 乗法を用いて予測すると次の様になる。

図 A.1 エコカー販売台数の予測 (単位：千台)



2009 年までは国土交通省『交通白書』

前図の通り 2020 年度のエコカー販売台数は、販売台数 10% 減少ケースでは 1026 千台、5% 減少ケースでは 1047 千台、増減なしケースでは 1067 千台、5% 増加ケースでは 1088 千台となっている。グラフを見ると一見差はないようであるが、この最大 6 万台分の影響幅は、一台の自動車が出す CO<sub>2</sub> の量を鑑みると大きな差である。

次に、国内エコカー普及台数を試算する。全国自動車工業会の資料によると、自動車性能の向上により 2020 年における車の耐用年数は 16 年となる見込みである。しかしながらこの数字は 2005 年までに購入されたほぼすべての車が新車となることを意味しており、2005 ~ 2020 年までに販売されたエコカーはほとんど既存のガソリン車と入れ替わったと考えて差し支えない。

以上の議論から 2020 年度に国内に存在するエコカーの台数は以下の通りである。

表 A.5 2020 年度におけるエコカー普及台数予測 (単位：千台)

(販売量)10%減少ケース	5%減少ケース	増減なしケース	5%増加ケース
10121.06	10301.99	10480.14	10509.21

これが 2020 年における 2011 年から 2020 年までに新規に購入されたエコカーの保有量となる。

最後に、エコカーの普及により削減されるガソリンの使用量を計算する。エコカーの燃費はプリウスの平均燃費(35.5km/L)を基準とし、ガソリン車の平均燃費が 2005 年度時点におけ



る 13.7km/L から 16.1km/L に改善（全国自動車工業会見込）したとする。すると、エコカーの普及によって 1 km 走行当たりで削減されるガソリンの量は以下ようになる。

表 A.6 1km 走行当たりで削減されるガソリン量見込 (単位：L)

(販売量)10%減少ケース	5%減少ケース	増減なしケース	5%増加ケース
332318.89	338513.29	344710.26	350906.37

エコカー普及による CO<sub>2</sub> 削減量については最後にまとめて計算する。

### A.3.2 ガソリン車の燃費改善

次に、ガソリン車の燃費効率について考える。ガソリン車を「総自動車普及台数—エコカー普及台数」とし、前節で述べたように平均燃費効率が 13.7km/L から 16.1km/L に改善するものとする。ガソリン車の燃費効率改善によって 1km 走行当たりで削減されるガソリンの量は以下ようになる。

表 A.7 1km 走行当たりで削減されるガソリン量見込 (単位：L)

(販売量)10%減少ケース	5%減少ケース	増減なしケース	5%増加ケース
2451.92	2444.46	2436.99	2429.53

### A.3.3 平均走行距離の試算・総排出削減量の決定

最後に、2020 年における乗用車の 1 年間の平均走行距離を試算し、これに前節までで計算したガソリンの削減量を掛けることによって運輸部門における CO<sub>2</sub> 総削減量を計算する。

国交省（2006）資料を活用し、最小 2 乗法を用いて推定すると平均走行距離は年々減り続け、2020 年には 1990 年比で 2 万キロ減ると予想されている。この背景の 1 つとして、自動車に対する意識の変化があると考えられる。例えば、余暇の過ごし方としてドライブを楽しむ人は年々減少している。また、自家用乗用車を保有せずに必要に応じて借りる動きもみられる。また、1 台の車を複数の人たちで共同利用するカーシェアリングも徐々にではあるが広まりつつある。

ここで、2008 年度の走行距離は 8900 キロ、2020 年の走行距離は 8100 キロに減少する事から走行距離の減少分は 800 キロとなる事が分かる。

以上をもって排出削減量を試算する上での条件は整った。シナリオごとの排出削減を試算すると下のようなになる。

表 A.8 運輸部門における総削減量 (単位：万 t-CO<sub>2</sub>)

-10%	-5%	増減なし	5%
5663.5	5778.9	5894.3	6009.6

本稿では悲観シナリオであるエコカー販売台数 10%減少シナリオを採用する。

## A.4 森林吸収

京都議定書において、日本の森林吸収の上限が 4767 万 t-CO<sub>2</sub> と規定されているため、この分を削減として組み入れる。

以上 A.2~A.4 から得られた削減量を合計すると、排出権取引の枠組みの外で 204Mt-CO<sub>2</sub> の削減が見込まれる。これらを第 3 章 3 節で議論した ECBJ のオペレーションの財源として見込むこととする。

## 先行論文・参考文献・データ出典

### 《先行論文》

諸富徹(2010)「脱炭素社会に向けたポリシーミックス提案」

### 《参考文献》

Joost L. M. Kanen 著 大槻雅彦・上田義紹訳 2008『排出権市場の価格メカニズム—欧州に見る排出権取引の実態—』金融財政事情研究所

Neil Bruce (2000) “Public Finance and the American Economy” Addison Wesley

岡川梓・濱崎博 2005「地球温暖化防止のための国内制度設計の評価」『日本経済研究』

NO.52,2005,10

国立環境研究所『中長期ロードマップを受けた温室効果ガス排出量の試算』

西條辰義(2006)『地球温暖化対策—排出権取引の制度設計』

日本銀行金融研究所 2004『新しい日本銀行—その機能と業務—』有斐閣

前田章 2009『排出権制度の経済理論』岩波書店

諸富徹・鮎川ゆりか(2007)『脱炭素社会と排出量取引—国内排出量取引を中心としたポリシーミックス提案』日本評論社

### 《データ出典》

Point Carbon『Carbon 2007,2008,2009』

Welcome to ECX『EUA-CER-Daily-Futures-Spot-Historical data』

<http://www.ecx.eu/EUA-CER-Daily-Futures-Spot>

(アクセス日時：2010年8月22日)

Yahoo® FINANCE『Historical Price』<http://finance.yahoo.com/q/hp?s=^N225>

(アクセス日時：2010年9月5日)

温室効果ガスインベントリ『日本の温室効果ガス排出量データ(1990～2008)』

<http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/nir-j.html>

(アクセス日時：2010年9月5日)

国際協力銀行『排出権市場動向レポート 2010』

[http://www.joi.or.jp/carbon/report/pdf/201007\\_01.pdf](http://www.joi.or.jp/carbon/report/pdf/201007_01.pdf)

(アクセス日時：2010年8月25日)

国土交通省『交通白書』<http://www.mlit.go.jp/statistics/file000004.html>

(アクセス日時：2010年9月5日)

国内クレジット制度 HP <http://jcdm.jp/>

(アクセス日時：2010年11月9日)

経済産業省『エネルギー白書』<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/index.htm>

(アクセス日時：2010年9月16日)

経済産業省『家電出荷推移』

(アクセス日時：2010年8月10日)

積水ハウス HP

(アクセス日時：2010年8月10日)

統計局『土地・住宅統計調査』

(アクセス日時：2010年8月10日)

統計情報サービス『財務省貿易統計』<http://toukei-is.com/h/?p=3050103&f=00>

(アクセス日時：2010年11月7日)

日経 JBIC 排出量取引参考気配』 [http://www.joi.or.jp/carbon/pdf/index\\_all.pdf](http://www.joi.or.jp/carbon/pdf/index_all.pdf)

(アクセス日時： 2010 年 9 月 5 日)

燃料電池新聞『家電用燃料電池の需要予測』

(アクセス日時： 2010 年 8 月 10 日)

三菱電機 HP

(アクセス日時： 2010 年 8 月 10 日)