



研究レポート

No.148 December 2002

イノベーションによる地球温暖化ビジネス創出と国際競争力

主任研究員 生田孝史
上級研究員 濱崎 博

富士通総研（FRI）経済研究所

イノベーションによる地球温暖化ビジネス創出と国際競争力

主任研究員 生田孝史

上級研究員 濱崎 博

【要旨】

1. 京都議定書の発効が確実となっているが、我が国にとって、削減約束の達成は決して容易ではない。民間主導による地球温暖化対策の推進によって、イノベーションを促進し、ビジネス機会の創出と国際競争力の強化を図ることによって、相対的なコストを低減していくべきである。
2. イノベーションは、温室効果ガス削減によるコスト負担をオフセットし、逆に競争力を強める可能性がある。応用一般均衡モデル GTAP-E を用いたシミュレーションでは、イノベーションを仮定していないケースでは、実質的削減目標のある日本、EU のエネルギー多消費産業で生産量が減少し、削減目標のない国・地域への生産拠点の移転が生じる。しかし、イノベーションが生じれば、日本、EU において生産量が増加し、他の国・地域での生産量が減少する結果となった。
3. イノベーション促進と温暖化問題解決を両立するためには、削減対策を産業界の自主性に任せた市場メカニズムの活用とフリーライディング防止のための厳格な対策が必要である。我が国の温暖化対策は、他国と比べて、紳士協定による特殊性が際立ち、イノベーションの促進を妨げる政策となっている。
4. 温暖化関連ビジネスの国際競争力を比較すると、我が国は、国際的に競争力を持っている製造業における環境技術分野では競争力の強いものが多く、新エネルギーなどの新規産業創出に関する分野では、政策的なサポートの違いで遅れをとっている。一方、サービス分野では、欧米の後塵を拝している。
5. 欧米では、市場を活用したビジネスモデルの構築や国際的な連携が活発に行われており、排出量取引やファイナンス、コンサルティング、マーケティングサポートなどのビジネスアイデアが創出されている。温室効果ガスの削減を「経済的価値」として評価し、地域・民間主導で、温暖化ビジネスを支援するための市場整備が進んでいる。
6. 民間による積極的な取組みを促進するためには、温暖化対策によるビジネスチャンスに関する正確な認識を持ち、イノベーション促進のための早期取組みを実施しながら、市場整備に向けた民間ネットワークの早期構築や具体的な市場設計、さらには国際的なビジネスルール構築への積極的な関与が重要である。民間活力を支援するための政策としては、国際競争力という観点に立った温暖化対策戦略の構築、企業の排出削減行動に対するインセンティブの供与、民間の自主的取組みを支援するためのインフラ整備が求められている。

【目次】

I	京都議定書批准と我が国の現状	1
II	イノベーションと競争力	4
1	環境対策とイノベーション	4
2	イノベーションによる温暖化対策と国際競争力向上の両立可能性	5
III	温暖化政策におけるイノベーション	11
1	イノベーション促進のための政策的フレームワーク	11
2	イノベーションから見た各国温暖化政策比較	15
IV	温暖化ビジネスと国際競争力	18
V	イノベーション促進のための市場整備	22
1	サービス分野でのビジネス構築	22
2	ビジネスを支援する枠組み	27
VI	要約と提言	29
	参考文献	31

I 京都議定書批准と我が国の現状

2001年11月にモロッコで開催された気候変動枠組条約第7回締約国会議（COP7）における合意（マラケシュ合意）によって、京都議定書の発効が確実になり、国内対策は実行段階に移行することになった。具体的には、2002年3月19日に地球温暖化対策推進大綱¹が決定し、6月4日には京都議定書の締結が国会で決議され、地球温暖化対策推進法も改正されることとなった。米国は既に議定書からの離脱を表明したものの、EUや、非EU欧州諸国の一部が議定書に批准しており、ロシア等の批准手続きが順調に進めば、2003年夏までには議定書が発効する見込みである。議定書発効後のスケジュールについて見れば、現在、国際的に議論されている議定書の詳細な運用ルールは、2003年中に決定する見込みであり、温室効果ガスの削減目標の達成状況が問われる第一約束期間が2008年から（2012年まで）始まるが、2005年からは、第二約束期間（2013～2017年）に関する交渉が開始されるということとなっている。

このように、京都議定書が現実のものとなろうとしているが、我が国にとって、議定書における削減約束の達成は、決して容易ではない。議定書の規定では、我が国は第一約束期間における温室効果ガス排出量を基準年（1990年。ただし、HFCs、PFCs、SF6は1995年）比で6%削減することになっている。ところが、地球温暖化対策推進大綱によれば、現行の対策・施策だけでは、2010年度の温室効果ガス排出量は、約13億2,000万t-CO₂であり、基準年排出量（12億2,900万t-CO₂）と比べて約7%の増加である。すなわち、約束履行のためには、現行対策に加えて、さらに約13%の温室効果ガス削減を実現しなければならないのである。

図表1-1は、地球温暖化対策大綱で提示された追加的な対策による削減目標を図示したものである。現行対策から13%の削減とはいっても、代替フロンなどによる排出増を2%分見込んでいるため、実際には、15%の削減分を追加的に確保しなければならない。具体的には、エネルギー起源CO₂について7%²、森林吸収枠で3.9%、京都メカニズム（国際排出量取引、共同実施、クリーン開発メカニズム）による1.6%、その他（非エネルギー起源CO₂、メタン、N₂Oの削減及び革新的技術開発等）の部分で2.5%という削減を実現することが想定されている。

しかし、例えば、エネルギー起源CO₂の削減については、日本では既に省エネが進み、これ以上の削減には多大なコストの発生が懸念されている。欧米と比較すると、EUの削減コストが51US\$/t-CO₂、米国が89US\$/t-CO₂に対し、日本の削減コストは93US\$/t-CO₂

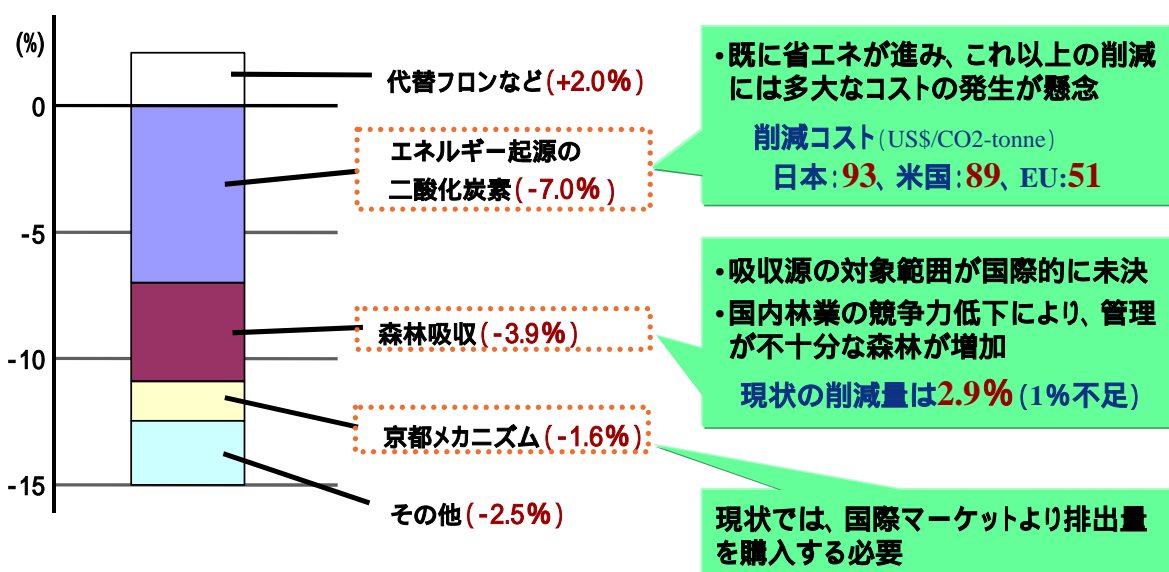
¹ 1998年6月に策定された旧大綱を見直したものの。我が国の京都議定書の約束履行を前提とし、100種類以上の個別対策・施策の提示、温室効果ガス等区分ごとの削減目標の明示、対策の進捗状況について評価・見直しを行う段階的アプローチの採用、が主なポイントとなっている。

² 大綱上では、1990年度と同水準に抑制することが目標となっているが、現行対策・施策ケースによる2010年度値見込みが7%増であるため、結果的にエネルギー起源CO₂で現行対策値より7%の削減を実現する計算になる。

と最も高い値となっている (Hamasaki (2002))。また、森林による吸収率 3.9%は、あくまで上限値であり、実際にその量を確保できる保障はない。吸収源としてカウントできる対象範囲が国際的に確定していないため、日本政府が想定しているだけの範囲を獲得できない可能性がある³に加えて、国内林業の競争力低下によって管理が不十分な森林が増加しており、削減量が見込み通り確保できないリスクがある。地球環境保全と森林に関する懇談会によると、森林管理の状況が現状のレベルのまま推移すれば、2.9%分 (2010 年度) しか削減できないということである⁴。このように、エネルギー起源、森林吸収部門で十分な削減が達成できなければ、議定書目標達成のために、京都メカニズムを用いて、国際マーケットから排出量 (クレジット) を購入することを余儀なくされるということになり、結果的に高い社会コストを支払うことになりかねない。

このような最悪のシナリオを打破するためには、企業の積極的な取組みが肝要である。すなわち、地球温暖化問題を単に企業の負担として考えるのではなく、民間主導による地球温暖化対策の推進によって、イノベーションを促進し、ビジネス機会の創出と国際競争力の強化を図ることによって、相対的な対策コストを低減していくべきである。

図表 1- 1 我が国の温室効果ガス追加的削減必要量



資料) 地球温暖化対策推進大綱など各種資料をもとに富士通総研作成

³ 京都議定書における吸収源のうち、森林経営について 1990 年以降に行われた追加的人為的活動による吸収量を計上できることになっているが、現在、この「追加的人為的活動」の定義が未確定であり、2003 年の COP9 までに国際的に検討される予定となっている。日本は、人為活動が行われた森林として、育成林、天然生林のうち、保安林、保護林及び自然公園を想定しているが、政府の主張どおり国際的に認知される保証はない。仮に、が全く認められない場合、十分な森林経営が実施されても、削減量は 3.5%程度にとどまる。

⁴ 脚注 2 に前述したとおり、森林経営の範囲が政府の主張より狭くなれば、当然、現状レベルの削減量は 2.9%より小さくなる。

以上のような問題意識から、本研究は、国内企業が温暖化対策を行ううえで、イノベーションを促進し、産業の新たな成長分野とするための取組みについての考え方、及び必要な施策について検討したものである。次章以下において、イノベーションによる競争力獲得について整理、定量評価した上で（章）温暖化政策をイノベーション促進という観点から国際的に比較検討しながら（章）温暖化ビジネスと国際競争力（章）及びイノベーション促進のための市場整備について言及し（章）民間の取組みと支援政策のあり方について（章）述べる。

なお、本レポートの執筆分担は以下の通りである。

、	、	章	生田
、	章		濱崎
章			生田・濱崎

II イノベーションと競争力

既に I 章において述べたように、京都議定書に定められた温室効果ガス削減目標の達成には、エネルギー効率化が高度に進んだ我が国は、多大な費用負担が発生する。現状のままでは我が国産業の国際競争力の低下が懸念され、エネルギー多消費産業を中心とした産業活動の海外への移転が促進される可能性がある。しかし、一方でマスクー法による我が国自動車産業の生産性向上など、環境対策に取り組むことにより産業の競争力が向上する例もあり、環境政策の設計によってはイノベーションを促進する可能性もある。このような問題意識に立ち、本章においてはイノベーションによる温室効果ガス削減と経済活動の両立の可能性に関して、一般均衡モデルを用いて定量的な評価及び検討を行う。

1 環境対策とイノベーション

過去数十年間にわたり、政府による新たなる環境対策に対して産業界による抵抗が繰り返されてきた。環境対策と経済活動の関連性に関して議論する際に、企業経営者など多くの人々は、静的な視点 (static view) でのみ環境対策の影響を評価し、産業競争力低下懸念から新たなる環境対策を否定した。例えば、1970 年米国において導入された大気浄化法 (1970 Clean Air Act) に関して、当時フォードの副社長であったリー・アイアコッカ (Lee Iacocca) は、「この規制は自動車の価格を高騰させる結果となり、1975 年には米国の自動車生産量は半減し、米国経済に深刻な影響を与える」として反対した。結局、大気浄化法は導入されたが、アイアコッカが予見したようなことは実際には起こらなかった。

環境規制が導入されるなど企業を取り巻く環境が変化した場合に、その影響を最小化させるように技術革新が発生する。逆に環境対策を行った結果、生産性が高まるなど収益が伸びた例も多数報告されている。環境対策を行うことは、静的な側面では外部不経済を内部化する結果となり、環境への負荷低減のためのコストが顕在化する。しかし、動的な側面では、生産設備の改善・新規導入、生産システムの効率化などにより生産効率の改善が起こるのみならず、こういった技術の海外への輸出等新たなる産業の創造へとつながる。つまり、イノベーションが促進される。

Anderson (2001) は、こういった環境対策によるイノベーションを以下のように定義している。

環境イノベーション = 環境改善 + 利益向上 + 雇用 + 輸出

2 イノベーションによる温暖化対策と国際競争力向上の両立可能性

ここでは、京都議定書の目標達成による国際競争力への影響及びイノベーションの効果に関して、定量的な評価を行う。本研究では、豪州ニューサウスウェールズ大学 (University of New South Wales) トロン博士 (Dr. Truong P. Truong) と富士通総研経済研究所が共同で開発を行った GTAP-E⁵を用いた。GTAP-E は、温暖化対策による影響を評価するために燃料転換や排出量取引を考慮し、GTAP(Global Trade Analysis Project)モデルをベースに改良を行ったものである。GTAP⁶は、米国パーデュー大学 (Purdue University) のハーテル教授 (Prof. Thomas Hertel) を中心として、国際貿易が世界各国経済に与える影響を評価する目的で作られた Center for Global Trade Analysis において開発された応用一般均衡モデルである。

データベースは、GTAP のデータベース (バージョン 4)⁷ を基本に、図表 2- 1、図表 2- 2に示す通り 8 つの国・地域、10 の部門区分をもとに作成した。

図表 2- 1 国・地域区分

国・地域	解説
USA	米国
CHN	中国
FSU	旧ソ連
JPN	日本
IND	インド
E_U	EU
NEX	純エネルギー輸出国
NEM	純エネルギー輸入国

図表 2- 2 部門区分

部門	解説
COL	石炭
OIL	原油
GAS	ガス
P_C	石油・石炭製品
ELY	電力
I_S	鉄鋼業
CRP	化学、ゴム、プラスチック
OMN	その他製造業
AGR	農業
SER	サービス業

資料) 富士通総研作成

⁵ GTAP-E に関しては、Hamasaki and Truong (2001), The Costs of Green House Gas Emission Reductions in the Japanese Economy - An Investigation Using the GTAP-E Model を参照。

⁶ GTAP に関する詳細な解説に関しては、川崎研一、「応用一般均衡モデルの基礎と応用-経済構造改革のシミュレーション分析」を参照のこと。

⁷ 1995 年データ

シミュレーションは、ケース1(イノベーションなし)、ケース2(イノベーションあり)の2ケースに関して行ない、2010年時点での温室効果ガス削減目標達成による経済影響を評価した。ただし、共同実施(JI)、クリーン開発メカニズム(CDM)、国際排出量取引(IET)といったいわゆる京都メカニズムは行わないとし、一方各国・地域はマラケシュ合意によって認められている吸収源削減枠は、無条件で達成するものと仮定した。また対象とする温室効果ガスはエネルギー起源の二酸化炭素のみとした。削減を行う国・地域は、EU、日本、旧ソ連とし、米国は削減を行わないとした。しかし、旧ソ連に関しては、現状のままでは第一約束期間における温室効果ガス排出量は削減目標を大きく下回るため、実質的には削減目標は存在しない。

(1) ケース1(イノベーションなし)

以上のような考え方をもとに実施したシミュレーション結果は以下のとおりである(参考「GTAP-Eにおけるイノベーションの考え方」参照)。実際に温室効果ガス削減に対して費用が生じるのは日本、EUのみで、日本では20.7US\$/t-CO₂、EUでは16.0US\$/t-CO₂の削減コストが必要となる。このように、高度にエネルギー効率の進んだ我が国における温室効果ガス削減には、同じく温室効果ガス削減を行う必要があるEUと比較して、より高い削減コストが必要となる。

図表2-3は、削減目標達成による各国・地域における部門別生産量への影響を示している。日本に注目すると、エネルギー部門に関しては、ガス部門はその生産量が約6%増加しているのに対して他のエネルギー部門はその生産量を下げている。このことより、炭素含有率の低いガスへのエネルギー転換が進むことが予想される。これに対しEUにおいてはガス部門の生産量は6.80%減少している。これはEUにおいては既にガスへのエネルギー転換が進んでおり炭素含有量の低いエネルギーへの転換以上にエネルギー消費量の抑制へと進んだことを示唆している。産業部門(エネルギー部門を除く)に関しては、鉄鋼業(I_S)、化学・ゴム・プラスチック(CRP)といったエネルギー多消費産業への影響が大きく、それぞれ0.80%、0.43%生産量が減少する。EUに関しても同様であり、鉄鋼業(I_S)、化学・ゴム・プラスチック(CRP)において、2.34%、1.32%生産量の減少が生じる。他の国・地域においては産業部門の生産量は増加しており、温室効果ガス削減費用負担の生じる日本・EUから削減目標のない国・地域へ、産業活動が移転することを示唆している。

以上より、実質的削減目標の存在する日本、EUにおいてはエネルギー多消費産業を中心に産業活動が停滞する結果となり、経済へ深刻な影響を与える。

図表 2- 3 各国・地域における部門別生産量への影響

(%)

	JPN	CHN	IND	USA	E_U	FSU	NEX	NEM
COL	-3.72	-1.67	-0.80	-2.07	-10.93	-2.59	-6.52	-2.32
OIL	-0.72	-0.40	-0.44	-0.38	-0.53	-0.40	-0.52	-0.52
GAS	6.09	0.24	0.26	-0.35	-6.80	-2.65	-3.57	-0.27
P_C	-5.06	0.42	0.46	0.52	-1.22	-0.67	-0.74	0.36
ELY	-0.12	0.27	0.05	0.25	-4.02	1.20	1.51	0.61
IS	-0.80	0.74	0.93	0.63	-2.34	3.70	1.67	1.62
CRP	-0.43	0.60	0.57	0.54	-1.32	1.29	0.77	0.58
OMN	-0.33	0.32	0.26	0.12	-0.57	0.36	0.26	0.18
AGR	-0.31	0.03	0.02	0.20	-0.57	0.26	0.11	0.05
SER	-0.04	-0.61	-0.29	-0.10	0.16	-0.17	-0.22	-0.27

資料) 富士通総研作成

(2) ケース 2 (イノベーションあり)

ケース 2 では、イノベーションによる効果を検討する。全要素集約的技術進歩率がイノベーションを示すとし、本ケースでは例として日本と EU の全要素集約的技術進歩率が各々 3%ポイント上昇する場合を仮定した。ただし、イノベーションは温室効果ガス削減による影響の大きいエネルギー多消費産業である、鉄鋼業 (I_S)、化学・ゴム・プラスチック (CRP) において生じるものとした。

温室効果ガス削減コストは、日本 20.8US\$/t-CO₂、EU16.4US\$/t-CO₂ とケース 1 とほぼ同じ結果であったが、図表 2- 4 に示す通り、イノベーションの生じる鉄鋼業 (I_S)、化学・ゴム・プラスチック (CRP) において、逆に生産量が増加する結果となっている。

図表 2- 4 各国・地域における部門別生産量への影響

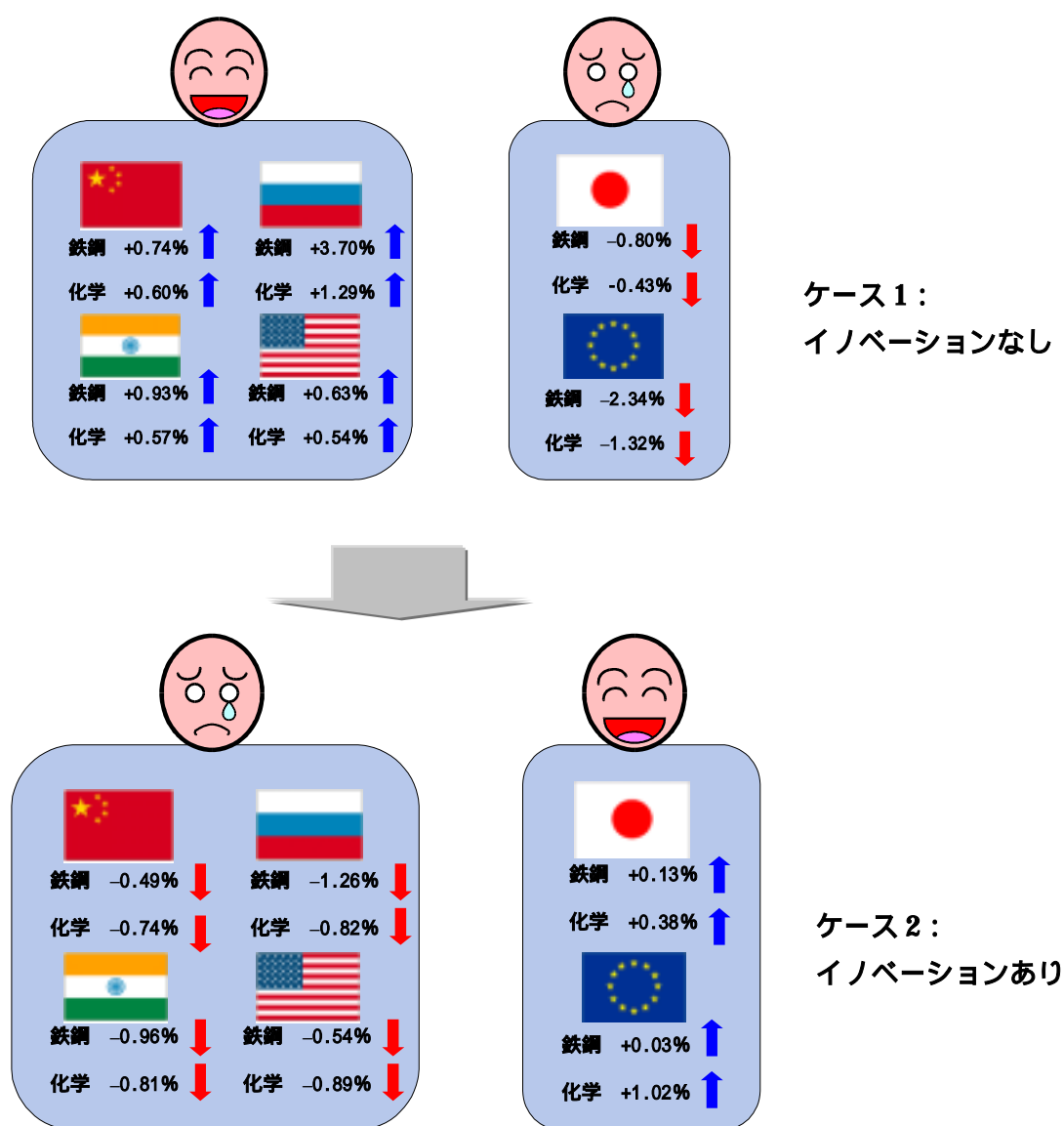
(%)

	JPN	CHN	IND	USA	E_U	FSU	NEX	NEM
COL	-3.96	-1.85	-0.90	-2.15	-11.25	-2.87	-6.79	-2.62
OIL	-0.89	-0.43	-0.47	-0.39	-0.80	-0.29	-0.51	-0.55
GAS	6.41	-0.23	-0.34	-0.34	-7.24	-2.89	-3.83	-0.63
P_C	-4.70	0.22	0.37	0.36	-0.88	-0.62	-0.81	0.13
ELY	-0.25	0.02	0.04	0.21	-4.17	1.24	1.56	0.37
IS	0.13	-0.49	-0.96	-0.54	0.03	-1.26	-1.41	-1.66
CRP	0.38	-0.74	-0.81	-0.89	1.02	-0.82	-1.49	-1.24
OMN	-0.20	0.49	0.37	0.20	-0.59	0.66	0.47	0.38
AGR	-0.23	0.08	0.05	0.30	-0.62	0.50	0.21	0.12
SER	0.14	-0.52	-0.22	-0.06	0.28	-0.12	-0.15	-0.20

資料) 富士通総研作成

以上まとめると、図表2-5のとおりである。イノベーションを仮定していないケース1においては、実質的削減目標のある日本、EUのエネルギー多消費産業では生産量が減少し、削減目標のない国・地域への生産拠点の移転が生じる。ただし、イノベーションが生じることにより、削減目標のある日本、EUにおいて生産量が増加し、他の国・地域での生産量が減少する。

図表2-5 イノベーションによるエネルギー多消費産業生産量への影響比較



(注) 鉄鋼は、鉄鋼業 (I_S)、化学は、化学・ゴム・プラスチック (CRP)を示す。

資料) 富士通総研作成

以上の2ケースのシミュレーションより、既存の技術のままでは、我が国産業は国際競争力を失い、温室効果ガス削減は経済へ負の影響を与える結果となる。しかし、イノベーションは、温室効果ガス削減によるコスト負担をオフセットし、逆に競争力を強め、生産量が増加する可能性があることが分かる。

我が国は既に京都議定書の批准を決め、温室効果ガス削減に向けて具体的かつ現実的な対応を行わなければいけない。こうした状況下、我が国政府は産業のイノベーションを促進し、温室効果ガス削減と経済成長を両立する温暖化対策を作成することが重要となっている。

< 参考 >

GTAP-E におけるイノベーションの考え方

GTAP-E における企業行動の考え方は、図表の示すとおりである。企業は規模に対して収穫一定であり、中間投入と生産要素投入の費用最小化原則に基づいて決定される。生産要素は、1) 自然資源、2) 土地、3) 労働、4) 資本・エネルギーとなっている。投入要素として、中間投入と生産要素投入と区別されており、レオンチェフ型関数で定式化されている。

$$QO_{jr} = e^{ao_{jr}t} \min\{QVA_{jr}e^{ava_{jr}t}, QF_{ijr}e^{af_{ijr}t}\} \quad (1)$$

QO_{jr} : r 国 j 産業の生産量

QVA_{jr} : r 国 j 産業における生産要素投入

QF_{ijr} : r 国 j 産業における i 財の中間投入量

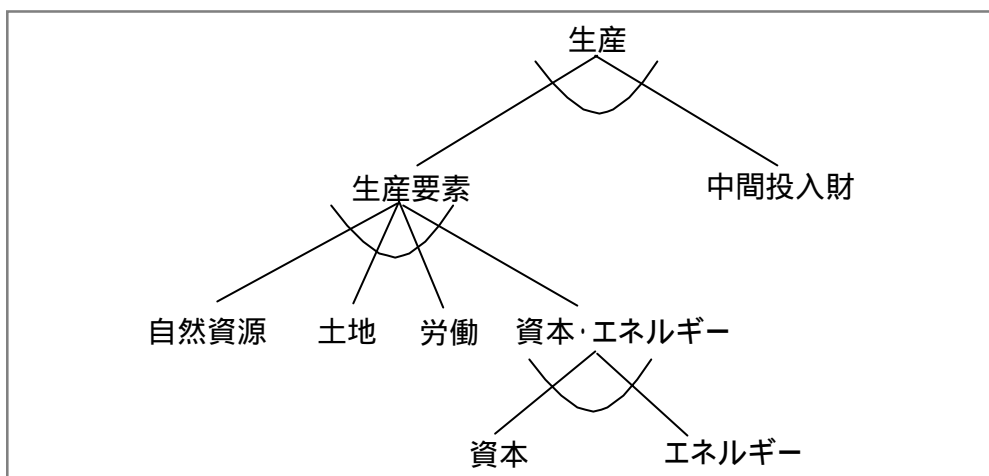
ao_{jr} : r 国 j 産業における全要素集約的技術進歩率

ava_{jr} : r 国 j 産業における生産要素集約的技術進歩率

af_{ijr} : r 国 j 産業における i 財の中間投入集約的技術進歩率

本研究においてイノベーションは式(1)の ao_{jr} で示し、ケース1を標準型とし、ケース2をイノベーションが生じた場合には ao_{jr} が増加する(本シミュレーションではLS、GRPの ao_{jr} を各3%ポイント引き上げる)ものとした。

GTAP-E 生産の構造



III 温暖化政策におけるイノベーション

章において、温室効果ガスの削減と経済成長の両立にはイノベーションが必要不可欠であると述べたが、ここではイノベーションを促進するためにどういった政策が必要であるか検討を加える。

1 イノベーション促進のための政策的フレームワーク

過去数十年間にわたり、各国政府は変化する環境問題に対応し、解決へ向けての環境政策手段を導入してきた。こういった環境政策は対象産業のビジネス環境を大きく変化させる結果となり、産業界による変化への適応によって生じる費用を最小化する努力の過程においてイノベーションが生じた。イノベーションにより、単に環境対策のコストが低減したのみならず、生産性の向上、新たなビジネスの発掘など経済成長へも大きく寄与する結果となった。しかし、新たな環境政策手段の導入を行えば自動的にイノベーションが生じるわけではなく、不適切な政策の導入は企業に対して環境対応に非常に高い費用を課すことにつながり、経済を停滞させる結果となる。

代表的な例として、米国とスウェーデンにおける紙・パルプ産業への規制があげられる。1970年代に米国は他の国に先駆けて紙・パルプ産業への規制を行った。その規制は十分な移行期間を設けずに企業に対して早急に「手に入る最も良い技術 (Best Available Technology)」の導入を義務付けた。この規制は、当時技術的に確立しているが非常に高いエンド・オブ・パイプ (end-of-pipe)⁸ 処理システムの導入を意味した。厳しい排出規制と導入期限を設定したため、技術は固定され、研究開発を行う時間も無く、米国においてイノベーションは生じることは無いまま、企業はただ重い費用負担を背負う結果となった。

一方、スウェーデンでは企業に対してより自由度の高い対策を導入した。当初比較的緩い規制でスタートし、政府と産業界での協議により目標の決定を行った。その結果、企業は通常の設備導入・廃棄サイクルに合わせた環境技術の導入が可能となり、エンド・オブ・パイプによる対応のみではなく、生産過程での改善が促され、イノベーションにより環境対策の費用の低減と産業競争力の強化へとつながった。(Porter and Linde, 1995)

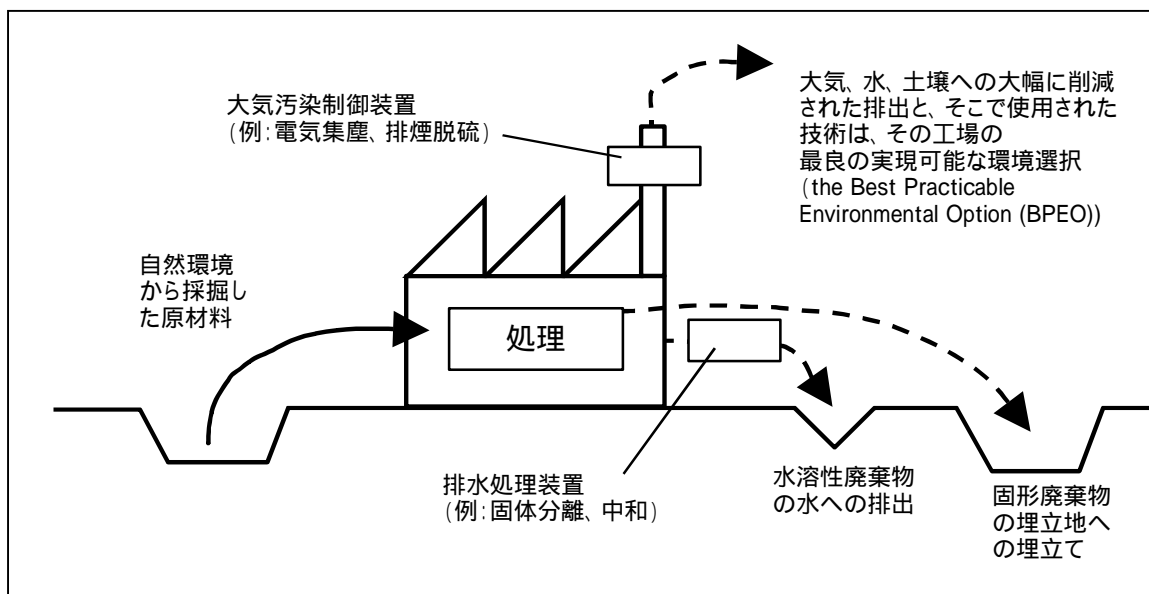
(1) 環境問題解決のための対策

汚染物質の削減方法には、大きく分けて、1) エンド・オブ・パイプ (End-of-pipe: EOP)、2) クリーン技術 (Cleaner Technology: CT) の2種類が存在する。

図表 3-1 は EOP の概要を示している。EOP は伝統的な手法であり、汚染物質が発生した後に汚染物質を除去する目的で既存の設備等に付加的に設備を加えるもので、代表的なものとして脱硫装置や集塵機などがある。既存の設備に付加することが可能であるため、比較的短時間で対応が可能である。

⁸ 既存の設備に付加的に設置する。

図表3-1 エンド・オブ・パイプ (EOP) の概要



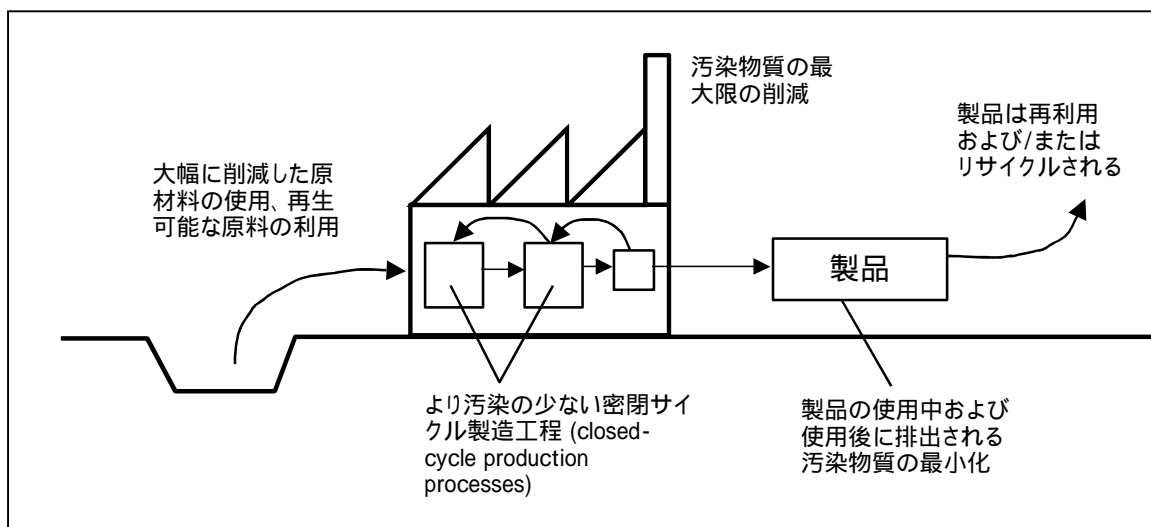
資料) 富士通総研作成

しかし以下のような限界が存在する。

- EOP 技術は排出物を収集し、環境への影響の少ない物質や再利用されやすいものへ変換するが、大量の廃棄、再利用が必要となる。
- EOP 技術の利用はそれ自体がエネルギーや資源を消費することになり、その結果汚染物質の排出量を増加させることになる。
- EOP 技術はより上流工程及び下流工程における環境影響を考慮しない。つまり、EOP 技術によって上流工程におけるエネルギー・資源の消費量を削減することは出来ず、また、最終製品物の使用時及び廃棄による影響も低減できない。

図表3-2はクリーン技術 (Cleaner Technology : CT)の概要を示している。CTは、発生した汚染物質に対応するのみではなく、プロセスにおける汚染物質自体の発生を抑制することを目的としている。最大限の資源利用、汚染物質排出・ロス最小化、製品使用・廃棄時の環境への影響の最小化といったライフサイクルの視点により、環境への対策を行う。

図表3- 2 クリーン技術 (CT) の概要



資料) 富士通総研作成

各企業が環境対策を行う際にこういった対策を講じる際には、1) 情報、2) 確実性、3) 管理能力、4) 資金の4つの要素が重要な意味を持つ。図表3- 3はこれらの4つの要素からEOPとCTの比較を行っている。この図表から分かることは、一般的には企業はCTにおいてイノベーションを目指すよりもEOPでのイノベーションを目指すやすい傾向にある。

図表3- 3 エンド・オブ・パイプとクリーン技術の比較

要素	エンド・オブ・パイプ (EOP)	クリーン技術 (CT)
情報	高い : 経済・環境に関する情報が大量に広い範囲で存在する	低い : 環境及び経済的能力に関して殆ど情報が存在しない。
確実性	高い : 技術は証明されており、広く用いられている。	低い : 多くの分野においてまだ開発されておらず、証明もされていない。また、あまり広く用いられていない。
管理能力	低い : 削減策の検討及び導入には管理努力は全く必要ない。	高い : 根本的なイノベーションの可能性を検討するには多大なる努力が必要である。
資金	低い : 技術は安くかつ既に証明済みである。リスクは低い。	おそらく高い : 技術はプロセスに統合されるため、既製品ではない。費用とリスクはおそらく高くなる。

資料) Parliamentary Office of Science and Technology (POST) (2000)より富士通総研作成

図表 3- 4は環境問題の企業の取組みを 3 種類に分類し、対応の種類、取組みを促進する要因（イノベーション・ドライバー）、イノベーションの方向性、イノベーションを生じさせる主体について比較をしたものである。今までの環境対策は規制を中心としたものであり、その多くは企業に対して短期間ででの対応を迫るものであった。図表 3- 3に示したとおり EOP は不履行によるリスクが低いため、多くの企業は EOP による対応を実施してきた。その結果、イノベーションも装置供給者によってのみ発生し非常に限定したものであった。

図表 3- 4 産業による環境への技術対応モデル

	規制された産業 (‘Regulated Industry’)	産業の緑化 (‘Greening of Industry’)	産業エコロジー (‘Industrial Ecology’)
対応の種類	技術を基本にした規制への対応	環境パフォーマンスの積極的な改善	競争優位を達成するための資源効率の向上
イノベーション・ドライバー	規制	市場機会及び政策的圧力	市場競争を促す”フレームワーク”政策
イノベーションの方向性	汚染物質の除去（エンド・オブ・パイプ）・廃棄物処理	プロセスの変更	クリーナーデザイン及びライフサイクルの考慮を含む新たな製品及びサービス
イノベーションの主体	装置供給者	企業の技術戦略への環境の統合	先進的な新たなサービスパッケージを提供する新市場参加者

資料) Parliamentary Office of Science and Technology (POST) (2000)より富士通総研作成

(2) 温暖化問題の特殊性

今までは環境問題全般に関して検討を行ってきたが、ここでは温暖化問題の特殊性に関して説明を行う。温暖化の主な原因である二酸化炭素の削減が困難である原因として、他の汚染物質とは異なる特殊性が存在することがある。他の汚染物質については、その削減策として、脱硫装置、集塵機など EOP 技術による削減が可能であるが、二酸化炭素に関しては、一度発生すると削減するのが非常に困難であり、EOP による対策はあまり有効的でない。また、二酸化炭素に関する問題は製品の製造工程のみでなく、その使用時及び廃棄時の排出も全体の排出量のうちの大きな割合を占めるため、ライフサイクルの視点より汚染物質の削減を目指す CT 技術でのイノベーションが有効となってくる。

(3) イノベーションを促進するための温暖化対策

以下、イノベーション促進と同時に温暖化問題解決を両立する温暖化対策のあり方に関してまとめる。

- 規制色が強く、企業に対して短期的な対応を強いる対策では多くの企業はリスクの低い EOP に頼ることになり、イノベーションは非常に限定的な範囲でしか生じない。そのため、産業界と政府との協議による目標設定が必要である。また、温暖化問題は対象となる部門が広範になるため、各部門に対して個別に規制を行うのでは非効率であるばかりでなく、イノベーションの可能性が高い部門におけるイノベーション促進を妨げる。個別規制ではなく、削減対策を産業界の自主性に任せた市場メカニズムの活用が重要である。

1) 政府と産業界との協議による温室効果ガス削減目標の設定

2) 市場メカニズムの活用

- 全ての環境対策に共通することであるが、フリーライディングの発生は努力した企業に対して逆に不利益が生じることになる。

フリーライドを許さない厳格な対策が必要

2 イノベーションから見た各国温暖化政策比較

(1) 各国の産業部門における温暖化対策

ここでは、京都議定書を批准した附属国各国の温暖化対策に関してイノベーションの観点より評価を行う。図表 3-5 は各国産業部門において導入されている温暖化対策を、1) 目標、2) 目標設定方法、3) インセンティブ、4) 罰則の側面より比較したものである。欧州諸国と比較して、我が国における対策は非常に独自性の高いものとなっており、完全な紳士協定である。

図表 3-5 各国産業部門における温室効果ガス削減対策比較

	目標	目標設定方法	インセンティブ	罰則
日本	業種による	自己申告	なし	なし
英国	業種によるが大部分はエネルギー効率	政府との協議	税の減税、政府による排出量の買い上げ	免税処置解消
オランダ	エネルギー効率	政府との協議	減税	免税処置解消
ドイツ	温室効果ガス排出量	政府との協議	減税	免税処置解消
デンマーク	省エネ活動の実施	政府との協議	減税・補助金	免税処置解消

資料) 各種資料より富士通総研作成

日本

経団連（現・日本経団連）が 1997 年に策定した「経団連環境自主行動計画」（2002 年度より「環境自主行動計画」に改称）が、産業部門における温室効果ガス削減に向けての中心的対策となっている。50 業種が参加しており、2010 年度に産業部門及びエネルギー転換部門からの二酸化炭素排出量を 1990 年度レベル以下に抑制することを目標としている。取組みの進捗状況に関しては毎年フォローアップが実施され、インターネット等を通じて公表されている。目標の設定は各業界団体に一任されており、目標の不履行による罰則のないいわゆる紳士協定となっている。

英国

英国は 2001 年 4 月より産業部門における化石燃料の使用に対して気候変動税 (Climate Change Levy) の課税を始めた。その一方、業界団体と政府間において 10 年間で 10～12% 程度の温室効果ガス排出量の削減に関する協定を結び、目標を達成することにより企業は 80% の気候変動税の減税処置を受けることが出来る。さらに、2002 年 3 月には企業の温室効果ガス排出量削減を政府が買い取る英国排出量取引スキームオークションを実施し、34 の企業から二酸化炭素 1 トン当たり £ 53.37 で買い取る事となった。同時に英国政府は排出量取引スキームを作成し、1) 政府との気候変動税協定締約産業、2) 英国排出量取引スキームオークション落札企業、さらには 3) 英国国内での温室効果削減プロジェクト実施企業間での排出量取引を可能なものとした。

オランダ

オランダにおける産業部門からの温室効果ガス削減策としては、大企業を対象とした「ベンチマーキング協定」と中規模企業を対象とした「長期省エネルギー協定」がある。ベンチマーキング協定は、関係機関の代表である「ベンチマーキング委員会」が協定実施全般に責任を持ち、参加企業は、減税を受けることが出来る。モニタリングは第三者機関によって行われるなど透明性を高めている。長期省エネルギー協定は、政府と企業もしくは業界団体間の協定であり、1) 2004 年までの省エネルギー計画の策定、2) 2002 年末までのエネルギー管理システムの導入、を行う必要がある。

ドイツ

ドイツでは産業界と政府間で「気候変動防止に係る連邦政府とドイツ産業界との協定」を締結し、2005 年までに 1987 年比で 20% 二酸化炭素の排出量もしくはエネルギー消費量を目標とする。目標達成により企業は減税処置を受けることが出来る。

デンマーク

エネルギー多消費の企業もしくは業界団体と政府間で協定を締結し、省エネルギー計画

の検討、投資を通じて省エネルギー努力を行うことにより炭素税の軽減を受けることが出来る。ただし定量的な目標があるわけではなく、1)採算性のある省エネルギー投資の実施、2)省エネルギー余地の探索、3)従業員への普及啓発、4)エネルギー管理システムの構築と改正義務などの実施が求められる。ただし、エネルギー庁が不遵守であると認めた場合には、炭素税の軽減が取り消される。

(2) 各国の温暖化対策とイノベーション

図表 3- 6は各国の産業部門における温暖化対策をイノベーションの観点より評価したものである。紳士協定による我が国の温暖化対策は、他国と比較してイノベーションの促進にとって必ずしもプラスとはいえない。一方、英国はイノベーションを促す政策対応となっている。まだ温暖化対策が導入されて間もないため際立ったイノベーションは起こっていないが、英国では既に削減が困難とされている民生部門での温室効果ガス削減⁹がビジネスとなるなど、脱炭素時代の新たなビジネスが芽生え始めている。

図表 3- 6 イノベーションより見た各国温暖化対策比較

	政府との協議	市場メカニズム	対策の厳格性
日本	×	×	×
英国			
オランダ			
ドイツ			
デンマーク			

資料) 各種資料より富士通総研作成

⁹ Battle McCarthy Carbon Club (<http://www.battlemccarthy.demon.co.uk/SDC/carbon.htm#CLUB>)

IV 温暖化ビジネスと国際競争力

ここでは、温暖化ビジネスに関する日本の国際競争力について考えてみよう。温暖化ビジネスといっても、多種多様である。技術分野については、産業、民生、運輸部門における省エネルギーや、新エネルギーの供給、あるいは吸収源対策に関連した分野で様々なビジネス展開が行われつつある。また、サービス分野については、企業などに対するコンサルティングサービス、及び金融（資金供給）サービス、排出削減クレジットなどを対象とした市場運営・管理ビジネス、モニタリング、あるいは情報管理、教育・啓蒙などの分野でのビジネスチャンスが期待できよう。

温暖化ビジネスに関する競争力について、一般的に日本が強いと考えられているのは、例えば、産業部門での省エネルギー技術やクリーン自動車の分野である。特に産業部門については、過去2回の石油危機を経て、省エネルギーを率先して行ってきたことから技術開発も進み、GDP当たりのエネルギー消費量ならびにCO₂排出量は、世界でもトップレベルの低水準にある。また、最近では3割以上の省エネ効果を持つ高性能工業炉や、廃棄物焼却灰などを最大限活用したエコセメント技術などが注目を集めており、産業部門での省エネ技術は国際的に高く評価されている。

また、クリーン自動車については、大手自動車メーカーの間で開発競争が進んでいるが、日本は低燃費ガソリン車、ハイブリッド車、天然ガス車、電気自動車などの分野ではトップランナーに位置している。図表4-1は、米国のACEEEが公表した2002年の環境負荷の低い自動車ランキングである。これは、燃費と排出基準の両者で環境スコアを算出、比較しているものだが、上位10社を日本メーカーの車種が独占しており、米国市場では、日本車が環境負荷の低い自動車としての評価を獲得しているといえてよいであろう。

特に顕著なのがハイブリッド車の商業化における日本の先行である。トヨタは、1997年12月にプリウスを市場に投入したが、2002年3月にはハイブリッド車の累計販売台数が10万台（3割は欧米で販売）を突破し、全世界のハイブリッド車の9割をトヨタが確保するに至っている。現在、次の技術として燃料電池車の開発競争が進んでいるが、トヨタとホンダが2002年12月に限定的ではあるが市場に投入しており、クリーン自動車開発において、日本車は高い国際競争力を保持しているといえよう¹⁰。

技術分野でも新エネルギーの国際競争力の現状を見ると、太陽光発電と風力発電では正反対の結果となっている。2001年における世界の太陽電池生産量は396MWであるが、日本はその43%を占め、国際競争力が高い。なかでもシャープは世界生産量の約19%のトップシェアを保ち、京セラ、三洋電機、三菱電機を加えた4社が国際生産量ランキングのトップ10に入っている（図表4-2参照）。PV Newsによれば2001年の日本国内の太

¹⁰ 欧州でも、日本のハイブリッド車技術などに対する評価は高いが、乗用車部門において、ガソリン車に比べてCO₂排出量が少ないディーゼル車の普及率が高く（新車の4割以上のシェア）この分野では日本車は競争力が高いとはいえない。

陽電池市場規模は 120MW と推定されており、国内メーカーによる生産量が 171MW であることから、50MW 程度が輸入に回されていることになる。

一方、風力発電については、日本は欧米企業の後塵を拝している。風力発電プラントの国内最大メーカーは、三菱重工であるが、世界のマーケットシェア(2000年実績)はわずか 2.6%に過ぎず、国際競争力が高いとは言えない(図表 4-3 参照)。

このように新エネルギー分野については、日本は太陽光発電で競争力が高いのに対して風力発電では競争力が低いというように、強弱が表れる結果となっている。両者とも、近年、世界的に急速に市場が拡大している。1996 年から 2001 年まで 5 年間で、太陽光発電が 4.4 倍(生産量ベース)、風力発電が 5.3 倍(導入量ベース)にそれぞれ増加している(図表 4-4 参照)。しかし、世界全体の風力発電の導入量は 2001 年に 6,824MW というように、太陽電池生産量の 17 倍以上の規模である。現在、太陽光発電による kWh 当たり発電コストは、風力発電の 4~5 倍高いことが、導入量の違いに反映されているといえよう。温暖化対策への効果ならびにマーケットサイズという観点から見れば、新エネルギー分野で最も拡大している分野で、日本企業は競争力が劣っているということもできよう。

図表 4-1 環境負荷の低い自動車 2002 年ランキング

メーカー	モデル	仕様	排出基準	燃費(マイル/ガロン)		環境スコア
				都市	ハイウェイ	
ホンダ	インサイト	1.0L 3, オートCVT	SULEV	57	56	57
ホンダ	シビック GX	1.7L 4, オートCVT(CNG)	SULEV	30	34	52
トヨタ	RAV4 EV	電気	ZEV	3.7*	2.9*	52
トヨタ	プリウス	1.5L 4, オートCVT	SULEV	52	45	51
ホンダ	シビック HX	1.7L 4, マニュアル	ULEV	36	44	42
トヨタ	エコー	1.5L 4, マニュアル	LEV	34	41	41
日産	セントラ CA	1.8L 4, オート	SULEV	27	33	40
ホンダ	シビック	1.7L 4, マニュアル	ULEV	33	39	40
三菱	ミラージュ	1.5L 4, マニュアル	LEV	32	39	39
トヨタ	カローラ	1.8L 4, マニュアル	LEV	32	41	39
シボレー	プリズム	1.8L 4, マニュアル	LEV	32	41	39
サターン	SL	1.9L 4, マニュアル	LEV	29	40	38

注) * 電気自動車の燃費はマイル/kWh

資料) ACEEE “The Greenest Vehicles of 2002” (<http://www.greenercars.com/12green.html>)を元に富士通総研作成

図表 4- 2 太陽電池メーカー2001 年生産量ランキング

メーカー	国	販売量 (MW)	シェア (%)
シャープ	日本	75	18.9
BPソーラー	アメリカ/オーストラリア/インド	58	14.7
京セラ	日本	54	13.6
シーメンスソーラー	アメリカ	39	9.8
アストロパワー	アメリカ	26	6.6
RWE	ドイツ	23	5.8
三洋電機	日本	19	4.8
イソフォトン	スペイン	18	4.5
三菱電機	日本	14	3.5
フォトワット	フランス	14	3.5

資料) PV News 2002 年 2 月号を元に富士通総研作成

図表 4- 3 風力発電プラントメーカー2001 年販売実績ランキング

メーカー	国	販売量 (MW)	シェア (%)
ベスタス	デンマーク	1,648	24.1
エネルギー	ドイツ	1,036	15.2
NEGミーコン	デンマーク	874	12.8
エンロン	アメリカ	865	12.7
ガメサ	スペイン	648	9.5
ボーナス	デンマーク	593	8.7
ノルディックス	ドイツ	461	6.7
マデ	スペイン	191	2.8
三菱重工	日本	178	2.6
レパワー	ドイツ	133	1.9

資料) BTM Consult (2002), “World Market Update 2001”

図表 4- 4 太陽光発電と風力発電の市場規模（世界）と発電コスト

	1996	2001	2001/1996	発電コスト（日本）
太陽光発電	89MW	396MW	4.4 倍	住宅用（平均）： 66 円/kWh 非住宅用（平均）： 73 円/kWh
風力発電	1,292MW	6,824MW	5.3 倍	大規模： 10～14 円/kWh 中小規模： 18～24 円/kWh

注）太陽光発電は太陽電池生産量、風力発電は導入量（設備設置容量）

資料）PV News、BTM Consult、資源エネルギー庁資料を元に富士通総研作成

また、このような日本と欧米における競争力の違いは、各国の政府支援分野の違いを反映しているとも言える。日本はこれまで太陽光発電設備の設置について補助金を導入するなど、積極的な普及政策を取ってきた。一方、欧米では、自然エネルギー買取り制度や税制上の優遇措置などが、大型プラントである風力発電の普及を促すこととなった。日本でも、近年、風力発電市場が拡大しており、2001年導入量は217MWと2000年（74MW）の3倍弱であるが、世界シェア（導入量ベース）は2001年末現在で3.2%にすぎない。しかも、その99%は、欧州で製造された風力発電タービンが輸入されているという状況である¹¹。

このように、技術分野については、風力発電の例があるものの、日本が国際競争力を持つ温暖化ビジネスの例が少なくない。強いて言えば、製造業で国際的に競争力を持っている産業における環境技術分野では競争力が強いものが多く、新エネルギー分野など新規産業創出に関する分野では、政策的なサポート次第で競争力に差がついてしまっているということになるかもしれない。

一方、サービス分野については、マーケットが拡大しているものの、日本企業が高い国際競争力を獲得しているケースが多いとは言い難い。例えば、温暖化に関連したコンサルティング、ファイナンス、市場運営などに関するビジネスアイデアは欧米から輸入されるものが多く、外資系のコンサルティング会社や、ファイナンス・ブローカレッジ会社などが日本に進出してきていることを考えると、現状では、サービス分野において、欧米の後塵を拝しているといえよう。これは、欧米企業が、市場メカニズムを用いた温暖化対策に関する検討と取組みを率先して行ってきたことによるものである（章に後述）。

¹¹ 国内トップメーカーである三菱重工は、2001年実績では国内市場の0.7%のシェアしか確保していないが、アメリカでは10.8%のシェアを保有しており（輸出分が99%以上）、国内市場では競争力がないがアメリカ市場では競争力があるとも言える。

V イノベーション促進のための市場整備

現在、先進国を中心にビジネスチャンスの模索が積極的に行われている。このような動向は、地球温暖化対策が世界共通の問題であるという認識から、率先して事業化への取り組みを行い、ノウハウを蓄積することによって国際競争力を確保する、あるいはビジネスモデルを構築して競争優位を確立するという考えに基づいている。日本との比較で見た場合、欧米では、風力発電など一部の新規産業創出や、サービス分野でのビジネスアイデア提案力が勝っているように見受けられ、特に、市場を活用したビジネスモデルの構築や国際的な連携が活発に行われている。その背景には、温室効果ガスの削減を「経済的価値」として評価するという認識が進んでいることと、国家レベルの動きに関わらず、地域・民間主導で、温暖化ビジネスを支援するための市場整備が進んでいるということがある。以下では、海外先進事例を参照しながら、温室効果ガスの経済的価値化が進行しているサービス分野でのビジネス構築と、ビジネス支援の枠組みに関して述べる。

1 サービス分野でのビジネス構築

(1) 排出量取引

排出量取引とは、排出削減量をクレジットとして認定し¹²、経済的価値を持たせて取引を可能とすることで、排出削減を図る事業者が、自らの排出量削減とクレジットの売買を経済原則に則って選択することが可能となり、全体での削減コストを低減するというものである。制度としての排出量取引は、1990年に米国が大気浄化法（Clean Air Act）の酸性雨対策として、二酸化硫黄の排出量取引を導入したのが最初である。温室効果ガス削減への排出量取引システムの導入は、1997年のCOP3で策定された京都議定書に京都メカニズムの一方策として明記されたことから、具体化の動きが加速された。排出量取引の市場拡大に伴って、ブローカー、プロジェクト開発コンサルティング、監査関連ビジネス、及びファイナンス分野でのビジネスチャンスが増大することが期待されている¹³。

排出量取引は、政策主導によるものと、ボランタリーベースで行われるものに大別することができる。前者については、京都メカニズムの一つとして国際的な温室効果ガス排出量取引システムが2008年から始まるが、欧州ではEUが2005年から域内排出量取引を実施する予定である。また、それに先駆けてデンマークで1999年から、イギリスで2002

¹² 厳密には、排出量取引には、キャップ・アンド・トレード方式（排出枠が設定されている主体の間で排出枠の一部移転を認める方式）と、排出削減プロジェクト等の実施による排出削減量をクレジットとして認定して、クレジットの取引を認める方式がある。

¹³ Pew Center (2002)では、これらのサービス事業者が排出量取引市場の成長に果たす役割を以下のように整理している。ブローカーの機能としては、参加者の取引コストの削減、義務化されていない市場での需給創出と市場参加者教育、適正取引価格や取引方法の提示である。プロジェクト開発コンサルティングは、ブローカーと類似した機能を持つが、定量化、モニタリングなどを通じて、よりクレジット供給側に近い立場で、プロジェクトの構築と市場形成を行う。また、監査関連ビジネスは、事前審査と事後監査を通じてプロジェ

年4月から国内の排出量取引が開始されている¹⁴。これらのケースでは、削減義務を課せられた事業者等が最低の費用で義務を履行するために取引を行う（排出削減のための設備投資費用を行うより排出量クレジット価格が低ければクレジットを購入する）ものであり、政策誘導によって市場が形成されることになる。一方、後者は、事業者等が自主的な目標を達成する手段として取引を行うものである。以下では、民間主導でビジネスアイデアを創出するという観点から、後者の自主的な取引を中心に述べることにする。

Pew Center (2002)のレポート¹⁵によれば、自主的な温室効果ガス排出量取引は、1996年頃から始まっており、これまでの取引実績は、世界全体で件数にして約65件、取引量にして5,000万~7,000万t-CO₂とされている¹⁶。同レポート中の取引実績の例26件を見ると、北米の事業者が関与しているものが約7割を占めており、北米において自主的な排出量取引に強い関心があることを示唆している（図表5-1参照）。

排出量クレジットの価値に対する政策的な裏付けなしに自主的な排出量取引を行っている事業者には、いくつかの動機が考えられる。例えば、買い手にとっては、将来の規制（排出枠割り当てなど）リスクの回避、自主目標を履行する環境に優しいイメージ作り、投機目的、ポートフォリオの多様化などの動機が考えられ、一方、売り手にとっては、資産の現金化、プロジェクトや技術への資金供給、企業ブランドの認知向上などの動機が考えられる。いずれにせよ、排出量取引を実施している事業者の多くが、今後、取引市場が拡大することを見越し、率先して経験を蓄積することによって、取引技術あるいは企業イメージの向上などの点で、優位に立とうと考えていることは間違いない。

排出量取引の方式としては、相対取引で行われるケースが一般的であったが、自発的な取引の場においても、市場取引の試みが始まっている。例えば、カナダでは、CleanAir Canadaという排出量取引のパイロットプログラムが2000年9月から行われている。このプログラムは、独立した非営利団体によって運営されているが、そもそもオンタリオ州独自のPERTプログラムから移行してきたもので、州政府がパートナーとして関与している。以下では、民間主導型の取引プログラムの例として、米国のシカゴ気候取引所（CCX：Chicago Climate Exchange）について紹介することとする¹⁷。

クトの信頼性を確保し、ファイナンス分野は、資金供給とリスク管理機能を持つ。

¹⁴ デンマークとイギリスの制度は大きく異なる。デンマークの制度が発電部門のCO₂排出のみを対象として排出枠を義務づけしている（キャップ・アンド・トレード方式）のに対し、イギリスの制度は、大半の産業部門の温室効果ガス全体を対象にし、排出枠の割当はなく、原則として国内の全ての主体が取引に参加できる（自主協定を結んだ企業はベースライン・アンド・クレジット方式、直接参加企業はキャップ・アンド・トレード方式）。

¹⁵ Pew Center on Global Climate Change (2002), "The Emerging International Greenhouse Gas Market".

¹⁶ 同レポートでは、1,000t-CO₂未満の小規模取引及びグループ内取引を除外しているため、実数はこの数値より大きい。また、Cohn & Drazilov (2002)によれば、取引件数約70、取引量約8,500万t-CO₂としている。

¹⁷ このほか、民間主導の取引プロジェクトとしては、Partnership for Climate Action(Environmental Defense, Alcan, BP, DuPont, Ontario Power Generation, Pechiney, Shell, Suncor, Entergy, PEMEX 等が参加：北米主体)や Emissions Market Development Group(Arthur Andersen, Credit Lyonnais, Natsource, Swiss Re が主導：欧州主体)がある。

図表 5- 1 事業者間排出量取引の実績

削減活動	買い手		売り手		年	取引量 (t-CO2)
	業種	国	業種・プロジェクト	国		
農業	産業コンソーシアム	カナダ	保険会社	アメリカ	1999	2,300,000
	電力	オーストラリア	州機関	オーストラリア	1998	198,018
省エネルギー	政府	オランダ	電力	ルーマニア	2001	1,536,140
	電力	カナダ	病院ネットワーク	カナダ	1999	34,437
	電力	カナダ	電力	アメリカ	1998	10,000,000
	学生団体	アメリカ	エネルギー会社	北米	1998	10,000
燃料転換	電力	カナダ	電力	フィンランド	2000	50,000
	エネルギー会社	北米	エネルギー会社	アジア	2001	460,000
漏出ガス 回収/利用	エネルギー会社	北米	エネルギー会社	北米	2000	650,000
	電力	アメリカ	埋立ガス隔離PJ	カナダ	2000	309,664
	電力	カナダ	埋立ガス隔離PJ	アメリカ	1999	2,500,000
	エネルギー会社	北米	エネルギー会社	北米	1999	260,000
	エネルギー会社	北米	エネルギー会社	北米	1999	250,000
	電力	カナダ	電力	カナダ	1999	80,894
	産業コンソーシアム	カナダ	埋立ガス隔離PJ	カナダ	1998	210,000
	電力	カナダ	重機	カナダ	N/A	367,500
	政府	オランダ	電力	ルーマニア	2001	612,631
	政府	オランダ	電力	ポーランド	2001	583,500
再生可能 エネルギー	製造業複合体	日本	電力	オーストラリア	2001	2,000
	政府	カナダ	電力	カナダ	2000	31,104
	電力	カナダ	電力	ドイツ	2000	24,000
	電力	カナダ	紙・パルプ	アメリカ	1999	89,912
	電力	カナダ	再生可能エネ開発者	アメリカ	1999	75,000
	電力	カナダ	電力	カナダ	1999	20,000
	産業コンソーシアム	カナダ	保険会社	アメリカ	1999	2,300,000

資料) Pew Center on Global Climate Change (2002) “ The Emerging International Greenhouse Gas Market ” を元に富士通総研作成

CCX は、2001 年 6 月に設立された自発的な温室効果ガス取引のパイロットプログラムである(図表 5- 2 参照)。ジョイス財団の助成を受けたノースウェスタン大学がこのプログラムを構想し、運営・管理は Environmental Financial Products L.L.C. が行っている¹⁸。実際のプログラムは 3 段階のフェーズに分けて行われる。2002 年は米国中西部 7 州¹⁹を対象にプログラムを開始し、2003 年には米国全土にカナダ、メキシコを含めた北米地域に拡大し、2004 年には北米以外からのプログラム参加を可能としてグローバルな取引を行うことを予定している。ちなみに 2001 年のプログラムデザインフェーズには、企業、自治体、NPO など 51 主体が参加している。すでに、この初期のデザインフェーズから、米国内の主体に加えて、カナダの企業や北米に生産拠点を持つ EU 企業、さらにはメキシコ市、ブラジル企業など、多種多様な主体が参加している。CCX のコンセプトに対する関心の高さを示唆するものとなっている。

¹⁸ プロジェクトリーダーの Richard L. Sandor 氏はノースウェスタン大学ケロッグ校の客員研究生であるとともに、Environmental Financial Products L.L.C. の CEO である。

¹⁹ 具体的にはイリノイ、インディアナ、アイオワ、ミシガン、ミネソタ、オハイオ、ウィスコンシンの 7 州。この地域は、面積で全米の 11%、人口で同 20%、GDP で同 19%、温室効果ガスで 20% のシェアを占める。

図表 5- 2 シカゴ気候取引所の枠組み

<p>【基本コンセプト】自発的な温室効果ガス排出削減・取引パイロットプログラム</p> <ul style="list-style-type: none"> - 参加主体は排出削減協定を締結(基準年1999年)し、排出枠割当 - モニタリング、実証、トラッキング、報告の要請 - 対象となる国内外地域の排出オフセットプロジェクトから削減クレジットを取得可能 		
<p>(プロジェクトの例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・再生可能エネルギー(風力、太陽光) ・エネルギー使用合理化プロセス革新 ・炭素吸収(植林など) ・低温室効果ガス排出燃料への転換 ・農業・埋立地メタンの回収・利用 ・自動車燃費改善 		
2001年 6月設立	デザインフェーズ	ノースウェスタン大学がプロジェクト構築(ジョイス財団助成) Environmental Financial Products L.L.C.が運営・管理 参加51主体 エネルギー業界17、産業界7、森林製品企業4 自治体2、オフセット提供者13、サービス提供者8
2002年	フェーズ1(1999年比2%削減)	アメリカ中西部7州の参加者による協定・取引
2003年	フェーズ2(同3%削減)	北米規模(米国、カナダ、メキシコ)に参加者拡大
2004年	フェーズ3(同4%削減)	北米外からの参加可能

資料) CCX 資料 (<http://www.chicagoclimatex.com>) を元に富士通総研作成

CCX に参加する温室効果ガス排出主体(エネルギー産業など)は、温室効果ガス排出削減協定を結び、排出枠の割当を受ける。排出枠は、1999 年を基準年として 2002 年に 2% の排出削減、2003 年以降、1% ずつ削減比率が増加するように設定される。参加主体には、排出実績のモニタリング、実証、トラッキング、報告が求められる。また、排出枠を遵守するために、対象となる国内外地域における温室効果ガス削減プロジェクトからクレジットを獲得(購入)することが可能となっている²⁰。参加主体の多くは、削減クレジットの売買の経験を積み、排出削減行動に対する最適な投資判断を行うという考えがある。このような取引の場を、民間主導で構築しているという点で、CCX の取組みは非常に注目されているのである。

²⁰ ブラジルにおける CDM プロジェクトも対象となっている。

(2) ファイナンス分野

地球温暖化対策の進展のため、ファイナンス分野のビジネスチャンスが拡大することが期待されている。例えば、環境省が発表した金融業における環境配慮行動に関する調査研究報告書(2002年)によれば、温室効果ガス削減の支援に関連して、企業融資、プロジェクトファイナンス、株式価値評価と投資銀行業務、排出量取引やブローカー業務、

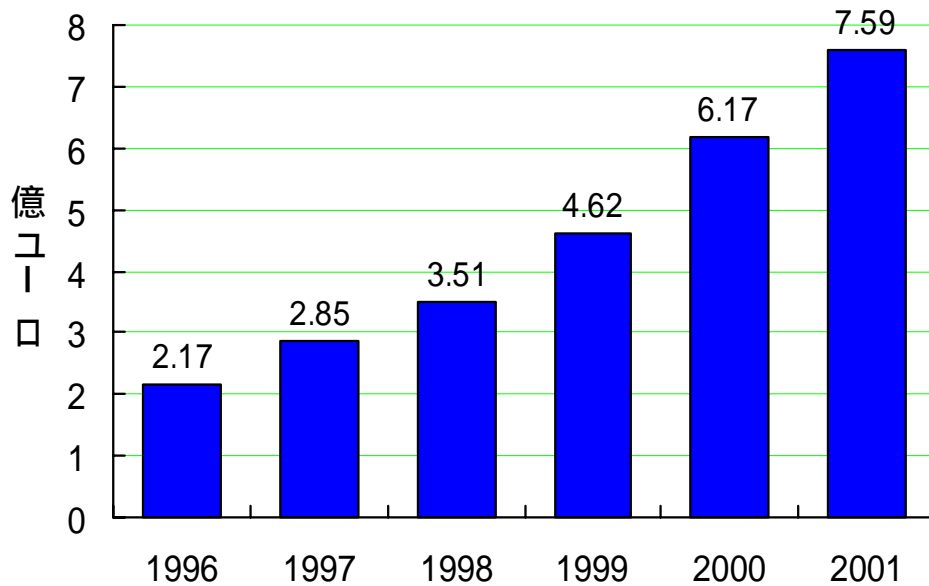
炭素削減投資ファンドといった形態で、金融機関の事業機会が増大するとしている。以下では、温暖化対策関連事業に対して資金供給を積極的に行う金融機関の一例として、欧州のトリオドスバンク(Triodos Bank)について紹介する。

トリオドスバンクは、1980年にオランダに設立された環境分野と社会的事業へのファイナンスに特化した金融機関²¹であり、93年にベルギー、95年にイギリスに進出し、業容を拡大している。顧客へのサービスは、要求払預金、定期預金、社会責任型投資信託に限定しており、顧客からの調達資金をもとに、投融資を行っている。2001年末の融資対象の内訳は、自然・環境分野が24%、社会的事業分野が18%、文化・社会分野が38%、国際開発が4%、住宅分野が16%となっており、社会面・環境面・文化面において付加価値を創出するような事業だけを支援している。融資に際しては、これらの社会的付加価値の審査を行っている。2001年末の総資産は7億5,900万ユーロ(約870億円、1ユーロ=115円)というように決して規模は大きくないが、1996年末の総資産(2億1,700万ユーロ)に比べると5年間で約3.5倍に拡大している(図表5-3参照)。このような急成長は、環境分野をはじめとした社会的事業へのファイナンスに対する顧客の関心が年々強まっていることを示唆している。

トリオドスバンクの地球温暖化対策分野でのファイナンスサービスは、通常の再生可能エネルギープロジェクトや省エネルギープロジェクトへの投融資のほか、例えばイギリスのFuture Forestが実施している森林管理や再生可能エネルギープロジェクトによる炭素オフセットプログラム(後述)に対するベンチャーキャピタルファンドがある。また、Face Foundationと共同でCO₂クレジットの登録・取引のためのプラットフォーム機関Triodos Climate Clearing Houseを設立するなど、地球温暖化対策において活発な事業展開を行っている。

²¹ このような金融機関はethical bankと呼ばれている。トリオドスバンクの他、ラボバンク(Rabobank)、ASNバンク、コーポレイティブバンク(Co-operative Bank)などが代表的である。

図表 5- 3 トリオドバンクの総資産の推移



資料) Triodos Bank 資料 (<http://www.triodos.co.uk/AnnualAccounts2001.pdf>) を元に富士通総研作成

2 ビジネスを支援する枠組み

以上、排出量取引とファイナンスの分野について海外の事例を紹介した。これらのビジネス模索の動きは、京都議定書への批准を巡る政治的な思惑を超越したものである。特に、議定書離脱を表明した米国における排出量取引をめぐる自主的な取組みと、市場構築などのインフラ整備の動きは、温暖化問題が今後重視されるという認識、すなわち、空気（炭素）が「カネ」になるという認識に基づくものである。また、地域独自の動きも、このような国家レベルの交渉にとらわれないビジネス模索の契機を与えている。政策誘導型の例で見れば、米国マサチューセッツ州における発電所を対象にしたCO₂排出規制と取引システムの導入は、州の独自政策である。さらに、米国北東部6州とカナダ東部5州の間では、2001年8月に域内排出量取引を許容する温暖化対策アクションプラン²²が締結されており、域内に新たなビジネス機会を提供するものという考え方ができよう。

また、前節でとりあげなかったが、事業者の温暖化対策をサポートするサービス分野のビジネスとして、国内で注目を集めているコンサルティングビジネスの一つがESCO事業

²² アクションプランは、具体的には9つのアクションアイテムからなる。域内排出登録簿の作成と排出量取引の検討というアクションアイテムにおいて、域内排出量取引の許容を言及している。他のアクションアイテムは、地域標準温暖化ガス排出目録の作成、省エネによる排出削減プランの作成、市民意識の向上、州政府による率先行動、電力部門における温暖化ガス削減、エネルギー総需要の削減、気候変動による社会、経済、環境面での悪影響の抑制・適応、運輸部門の温暖化ガス排出増の抑制、である。

である。ESCO 事業とは、需要家の省エネルギーの取組みを代行するビジネスであり、省エネルギー対策を通じた経費削減による利益を需要家と ESCO 事業者の間で配分するものである²³。温暖化対策による利益を創出するビジネスであるといえよう。ESCO 事業は、米国では 1970 年代後半からすでに普及しているアイデアであるが、日本で認知されたのは 90 年代末であり、今後の市場拡大が期待されている²⁴。

このほか、企業等のマーケティング面でのサポートとして、民間主導で温暖化影響度認証やブランド化支援も行われている。例えば、米国の NPO である Climate Neutral Network は、製品や企業の温暖化抑制実績の認証事業を展開しており、ソルトレイクシティの冬季オリンピックのプロジェクト認証も手がけている。さらに、前述した Future Forest が実施している炭素オフセットプログラムとは、企業や家庭などが排出した CO₂ と同量の CO₂ を吸収・削減するために、植林や再生可能エネルギー発電への投資を支援するビジネスであり、必要オフセット量の算定や投資アドバイスなどを行っている²⁵。これらの事業は、企業の温暖化対策をサポートし、その取組みを認証することで、企業価値の向上につなげるものである²⁶。

いずれにせよ、現状では、これらのサービス分野での新たなビジネスアイデアは、欧米で創出され、それが日本に紹介され、導入の検討が行われているという構図になっている。これは、経験の蓄積の違いに起因する部分が大きく、国内企業においても、早期取組みを通じて、これらの分野におけるビジネスチャンスを積極的に模索していくことが望まれている。

²³ 具体的には、ESCO 事業者は需要家から省エネルギーに関する包括的なサービス（省エネ診断、改修計画立案、設計・施工管理、運転管理、資金調達、会計分析など）を一括して請け負い、省エネルギーによる経費削減分で初期投資、金利返済などを賄い、残りの利益を需要家と ESCO 事業者の間で配分し、契約期間終了後は全て需要家の利益となる仕組みとなっている。

²⁴ ESCO 市場は 2000 年度実績で 82 億円だが、2002 年度 334 億円、2003 年度には 447 億円となる見込み（日経エコロジー-2002 年 7 月号）

²⁵ Future Forest は 1997 年から炭素オフセットプログラムを開始しており、オフセット目的でこれまで 25 万本以上の植林を欧州、アフリカ、南北アメリカで行ってきた。オフセットプログラムに参加している企業は 100 社以上であり、日本では化粧品・婦人服メーカーのアイディールコムズが、2002 年から国内で初めて参加している。

²⁶ 企業のマーケティング支援ツールとして、Climate Neutral Network では“Climate Cool”、Future Forest では“Carbon Neutral”というブランドを用いており、認証企業に対してラベルの使用などを認めている。

VI 要約と提言

これまで述べてきたことを要約すると次のことがいえよう。欧米と比べて我が国は、新規産業の創出や市場整備の対応が遅れている点が多く、イノベーション促進による国際競争力の強化という観点から、効果的な地球温暖化対策が行われてきたとは言い難い。2003年初にも京都議定書が発効することからみても、今後、世界は脱温暖化への道を歩むことは明白であり、現状のままでは我が国は、温暖化関連ビジネスの輸入国となる可能性がある。さらには、今後、アジア各国においても温暖化に取り組む必要が出る可能性があることを考慮すれば、先進国市場におけるビジネス模索だけでなく、今後のアジア市場の拡大を見越した対応を行う必要があるものと考えられる。国の政策は、2004年までは現行政策の拡大・強化にとどまり、抜本的で強力な対策はとられないということになっている。すなわち、温暖化問題に関連したビジネス機会の創出と国際競争力確保のためには、まず民間主導でイノベーション促進への早期取組みを図ることが求められるのである。

温暖化対策におけるイノベーション促進のための積極的な民間の取組みと支援政策のあり方について、提言としてまとめると次のとおりである（図表6-1参照）。

民間が積極的な取組みを促進するためには、第一に、温暖化対策によるビジネスチャンスに関する正確な認識を持つ必要がある。すなわち、温室効果ガスが経済的価値（カネ）として評価されつつあり、しかもその市場は今後拡大していくということと、ビジネスチャンス模索の国際競争がすでに始まっており、早期に競争力を強化しなければ温暖化関連のビジネス機会を喪失してしまうということ、を認識しなければならない。次のステップは、このような認識に基づいて、イノベーション促進のための早期取組みを実施することである。そのためには、まず、事業活動を炭素換算で評価し、主要経営指標として位置付けることで、社内での温室効果ガスの経済的価値の認識を高め、温室効果ガス削減を主体とした製品開発及びマーケティングに反映させていくということである。そして、今後拡大すると思われる市場原理を活用したサービス分野での関連サービスでのビジネスチャンスを模索することが求められよう。

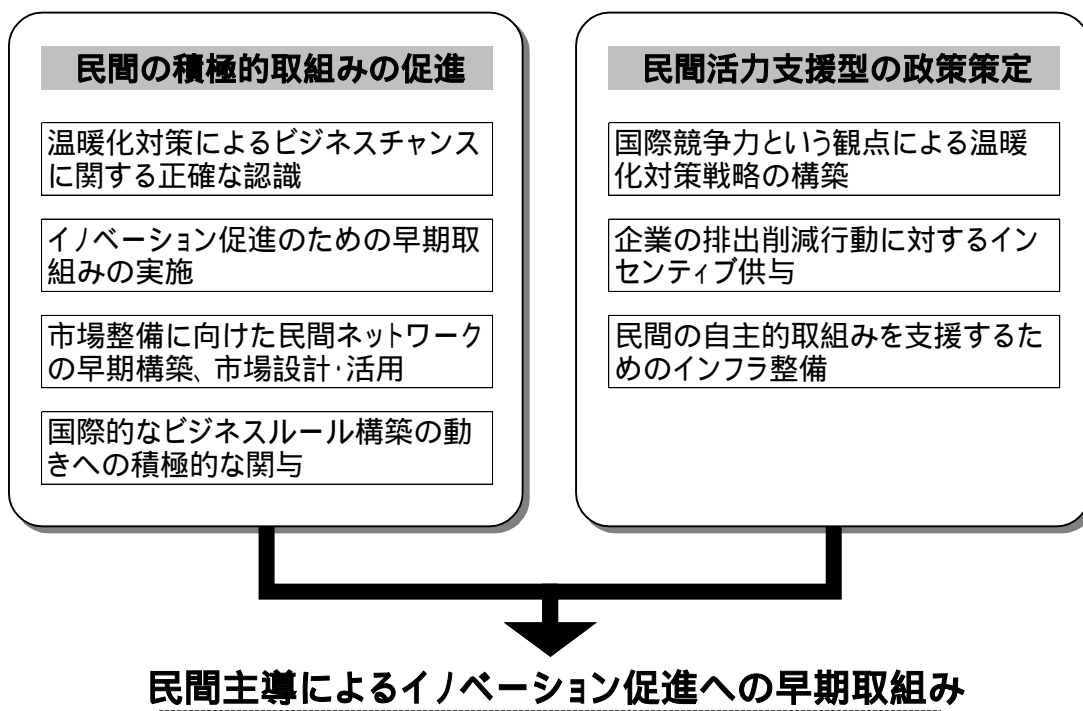
また、市場整備に向けた民間ネットワークの早期構築を図りながら、国に先駆けて具体的な市場設計やその活用方法を検討することも重要である。このようなネットワークの構築には、地域レベルで自治体やNPOなどを巻き込んでいくことも考えられるが、その際においても、企業がイニシアチブを持つことが期待されよう。さらには、国際的に様々な動きのあるビジネスルール構築に対して、積極的に関与することによって、国際競争力を確保することも肝要である。

このように積極的な取組みを行おうとする民間活力を支援するための政策を策定するためには、まず、国際競争力強化という観点から温暖化対策戦略を構築することが必要である。この際の政策評価軸は、イノベーション促進への貢献度と市場構築への貢献度の2つが主軸となる。そして、市場拡大をうながすためには、企業の温室効果ガス排出削減行

動に対するインセンティブの供与が重要である。その際には、イノベーションへの貢献とともに、実際のパフォーマンスを重視したインセンティブのあり方を検討すべきであり、例えば初期投資に対する補助よりも、削減実績に応じたランニングコストに対する助成のほうが入さわしいと考えられる。

加えて、民間の自主的取組みを支援するためのインフラ整備に対する政府の役割は重要である。例えば、国家登録簿（レジストリー）の早期作成、CDM/JIの承認手続きの作成、クレジットの法的及び会計的取扱いの決定、我が国企業の長期的国際競争力を視野に入れた積極的な国際制度設計への参加、その他、人材育成、情報提供、企業のリスク低減などに関する支援措置の検討、が求められる。

図表 6- 1 民間主導による早期取組みのための方策



資料) 富士通総研

【参考文献】

- Berkhout, F., J. Hertin, et al. (2001). "Socio-economic futures in climate change impact assessment: using scenarios as 'learning machines'." Norwich, Tyndall Centre for Climate Change Research.
- BTM Consult ApS (2002). "International Wind Energy Development: World Market Update 2001"
- Burniaux, J.-M. and T. P. Truong (2002). "GTAP-E: An Energy-Environment Version of the GTAP Model", GTAP Technical Paper No.16.
- Esty, D. C. and M. Porter (2002). "Ranking National Environmental Regulation and Performance: A Leading Indicator of Future Competitiveness", The Global Competitiveness Report 2001-2002. Oxford, Oxford University Press: 78-100.
- Hamasaki, H. (2002). "The Economic and Environmental Impact of the US Withdrawal from the Kyoto Protocol", 5th Annual Conference on Global Economic Analysis, Taipei, Taiwan.
- Hamasaki, H. and T. P. Truong (2001). "The Costs of Green House Gas Emission Reductions in the Japanese Economy - An Investigation Using the GTAP-E Model", 4th Annual Conference on Global Trade Analysis, Indiana, the US.
- Hamasaki, H. and T. P. Truong (2002). "The Costs of Green House Gas Emission Reductions in the European and Japanese Economies under Mixed Emission Trading Regimes", 5th Annual Conference on Global Economic Analysis, Taipei, Taiwan.
- Hertin, J. and F. Berkhout (2001). "Ecological modernisation and EU environmental policy integration", Brighton, University of Sussex.
- Imperial College Centre for Energy Policy and Technology and the Fabian Society (2001). ." Innovation and the Environment: Challenges & Policy Options for the UK".
- New England Governors/Eastern Canadian Premiers (2001). "Climate Change Action Plan 2001".
- Pew Center on Global Climate Change (2002). "The Emerging International Greenhouse Gas Market".
- Porter, M. and C. van der Linde (1995). "Green and Competitive: Ending the Stalemate", Harvard Business Review September-October 1995: p120-134.
- Parliamentary Office of Science and Technology (POST) (2000). "Cleaning Up? -Stimulating Innovation in Environmental Technology-", London, the UK.
- PV Energy Systems, Inc. (2002). PV News February 2002.

Triodos Bank NV (2002). “Annual Accounts 2001”

川崎研一（1999）「応用一般均衡モデルの基礎と応用 -経済構造改革のシミュレーション分析-」、日本評論社

環境省（2002）「金融業における環境配慮行動に関する調査研究報告書」

自主協定検討会（2001）「自主協定検討会 報告書」

総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会（2001）「今後の新エネルギー対策のあり方について」

地球温暖化対策推進本部（2002）「地球温暖化対策推進大綱」

地球環境保全と森林に関する懇談会（2002）「森林吸収の具体的考え方について」第2回懇談会資料