



# 温暖化問題解決 のためのWWF シナリオ

2010年、2020年に向けての指標





# 温暖化問題解決のためのWWFシナリオ 2010年、2020年に向けての指標

槌屋治紀（システム技術研究所）

## も く じ

プロローグ	2
1．はじめに	4
2．利用効率の高い新技術	7
3．サービス経済	17
4．ライフスタイルの変革	25
5．新エネルギーの導入	30
6．CDMとJI	31
7．シミュレーション	33
8．シミュレーション結果	40
9．提言	42
参考文献	44
図版	
表1 WWFシナリオの構成	5
表2 二酸化炭素排出削減策	6
表3 IT革命の材料資源とエネルギー消費への影響	16
図1 自動車保有台数の変化	26
図2 ガソリン自動車の重量と燃費（1995年実績）	27
表4 新エネルギーの導入	31
表5 CDM / JIのプロジェクト・リスト	32
図3 AIMエンドユースモデルの概要	34
表6 基準のシナリオ	35
表7 計算の基本的な数値	35
表8 AIMで扱っている技術リスト	36
表9 WWFシナリオでとりあげた技術と政策	37
表10 WWFシナリオの二酸化炭素排出量（CDM / JIを含まない）	41
表11 最終エネルギー消費量（CDM / JIを含まない）	41
図4 WWFシナリオの二酸化炭素排出量（CDM / JIを含む）	42

## プロローグ

1997年12月に開かれた京都会議（国連気候変動枠組み条約第3回締約国会議 = COP3）から、4年がたとうとしている。京都会議では先進国が初めて数値目標と期限を定めて温室効果ガス排出の削減に取り組むことが決められたが、その過程で各国、どのくらいの削減が可能か、または削減すべきかということで、大いなる議論が沸き起こった。地球の温暖化により海面が上昇し、国土の島が水没してしまう危機にさらされている小島嶼諸国連合（AOSIS）は、いち早く、先進国は1990年レベルから20%削減すべきだと主張した。EUは15%という数字を掲げ、交渉をリードした。一方、米国や日本はいつまでも数値目標を明らかにせず、やっと提案が出てきたときも、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）に関しては0%という低い値であった。

京都会議の前の1997年秋、WWFをはじめ、複数の市民団体は、政府案が提示されるのに先立ち、民間から発想した削減シナリオをもとに、大幅な削減計画を提示した。WWFは『CO<sub>2</sub>削減のためのキーテクノロジー政策』<sup>1)</sup>を公表し、既存の最新技術を導入することにより、2010年までに1990年レベルから15%削減できることを示した。しかし政府はCO<sub>2</sub>に関しては0%達成（1990年レベル安定化）が精一杯とのスタンスを取り続け、京都会議で日本の削減目標値が6%に定められた後も、その立場を変えることはなかった。

CO<sub>2</sub>に関しては0%しか削減しないとすると、どのようにして6%削減目標値を達成するのだろうか。京都会議直後に温暖化対策推進大綱が採択されたが、そのなかでの削減計画は以下のとおりであった。

CO <sub>2</sub>	0%
CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O	- 0.5%
代替フロンなど3ガス	+ 2.0%
森林（吸収源）	- 0.3%
不確定要素を含む削減分、新しい技術	- 2.0%
排出権取引・共同実施	- 1.8%
吸収源を拡大	- 3.4%
計	- 6.0%

これによると、具体的な削減政策で裏付けられた削減量はたったの0.8%で、大きな部分を森林吸収源に頼っている。これがその後の政府交渉のベースになり、実質的な、技術による国内削減よりも、既存の森林の吸収量をカウントしようとする基本的スタンスが、すべての条約交渉における日本政府のポジションとして展開された。

CO<sub>2</sub>で0%しか国内達成できないというのは、一方で日本の交渉ポジションを融通性のないものにした。つまりCO<sub>2</sub>で0%以上の削減が見込めないため、吸収源で3.7%獲得することが日本

政府にとって至上の課題となってしまった。日本政府は交渉カードを持たず、他の要素を取り入れながら、各国と交渉する余裕はなかった。結果として日本は、京都議定書が環境保全に寄与する方向に交渉を持っていけないばかりか、逆に環境の観点からはマイナスになるような主張ばかり展開することにつながった。

こうしたなか、米国のブッシュ新政権は、京都議定書を全面的に否定し、離脱を表明した。世界の温室効果ガス排出量の4分の1を排出している米国が抜けるという事態に、議定書はいまや存亡の危機に瀕している。米国は京都議定書に代わる提案をするといっているが、ブッシュ政権が発表したエネルギー政策を見る限り、その提案が削減に結びつき、京都議定書に代わりうる案となる可能性は極めて低い。京都議定書は各国の利害を調整してようやく合意にこぎつけた妥協の産物である。これに少しでも疑義が差し挟まれると、バランスは一気に崩れてしまう。

当報告は、日本がきちんと国内でCO<sub>2</sub>削減が行えることを示し、それを踏まえて日本政府が環境に積極的な条約交渉ポジションを持てるようにするためにまとめられた。それはまた、日本がこれを率先して批准し、発効への道を開き、京都議定書の存亡の危機を救うことも可能にする。

当報告は、京都議定書の6%削減目標値よりも大幅に削減可能量があることを示した。まず、使用したコンピューターモデル、AIM（アジア太平洋地域統合モデル）の対策シナリオは、すでにマイナス2%が可能であることを示している。WWFシナリオではこれにさらに新しい技術を加え、10%の削減を試みた。その他にもクリーン開発メカニズムや共同実施などのメカニズムを利用することも現実的と思われ、クリーンな技術のプロジェクトなどをメカニズム利用として2%分計上してみた。

このように6%よりも大幅な削減量をはじき出そうとしたのは、第一に日本政府に交渉カードを持ってもらえるようにするためであるが、それより以前の問題として、京都議定書の削減数値目標は、温暖化防止のためには不十分であるからである。IPCC（気候変動に関する政府間パネル）はその第二次報告書（1995年）において、「CO<sub>2</sub>濃度を現在のレベルで安定化するためには、その排出を直ちに50～70%削減し、さらに削減を強化していく必要がある」と警告している。それに比べると、京都議定書で合意された、先進国平均で5.2%という数値はあまりに低い。

しかしまた同時に、削減数値目標は、社会経済構造を、低炭素のものに変えていくツールでもある。数値目標は、そこに至るためのアプローチ、つまり削減を実施することによって社会経済構造を変えていくことを伴うことが重要である。どのように変えていくかによって、その社会の方向性が決まっていく。この報告では、技術の導入によって社会構造を変え、人々のライフスタイルを変えていくことを可能とし、将来のさらなる大幅なCO<sub>2</sub>削減を実現しながら、低炭素社会を構築していくことをめざしている。

2001年7月

WWF気候変動日本担当シニア・オフィサー

鮎川ゆりか

# 1. はじめに

WWFシナリオ研究の目的は、日本における2010年、2020年における温室効果ガスの削減可能性を検討し、地球環境問題の解決に役立てることである。

温室効果ガスを削減することは、経済発展を阻害し、生活水準を切り下げるものであると思われる。しかし、私たちの生活を見なおしてみると、効率の低いエネルギー利用の技術や方法、過剰な物質資源消費やエネルギー消費など改善すべき余地はかなり多いことがわかっている。

エネルギー利用効率の低い技術から効率の高い最新の技術の利用へ転換してゆくことは、研究開発を刺激し、技術革新を促進させ、経済発展を生み出してゆくものである。また、過剰な物質やエネルギーの消費を減らしてゆくことは、わたしたちのライフスタイルを快適なものにすることを意味し、経済活動の縮小を意味するものではなく、より少ない資源消費で成立する社会を生み出すものである。WWFシナリオはこのような可能性を追求している。

WWFシナリオ研究では、現在すでに知られていて普及が始まっている技術、研究開発が進展して近い将来に普及すると予想される技術、人々の知恵や経験を生かしたサービスを活発にして、リースやレンタルなど経済のしくみを資源浪費的でない方向へ変えてゆく試み、税制や社会のしくみを改革して人々のライフスタイルを変えてゆくこと、海外で実現できるエネルギー・プロジェクトなどについて検討し、コンピュータ・シミュレーションにより、温室効果ガスの排出削減の可能性を定量的に評価した。

## 1) WWFシナリオの構成

WWFシナリオの主要な要素は、利用効率の高い最新の技術、サービス経済への転換、ライフスタイルの変革、CDM / JI (クリー

ン開発メカニズム / 共同実施) の4点である。その内容を簡単にまとめると、表1のようになる。

**表1 WWFシナリオの構成**

要素	シナリオの方針
利用効率の高い最新の技術	すでに多くの効率の高い技術があり普及するのに時間がかかっている場合が多い。また各種の技術革新が進行中であるが、コスト低下に時間がかかる。しかし、太陽電池の例では研究開発だけでなく普及促進がコスト低下の大きな要因になった。このメカニズムを積極的に利用して利用効率の高い技術の普及を実現する。
サービス経済への転換	「もの」の生産・販売・使用・廃棄というビジネスに代わって、「もの」のレンタルまたはリースによりサービスを提供し、修理・リサイクルを積極的に引き受けるビジネスを奨励する。これは人々の知恵や経験を生かし、材料資源を大切に長期に利用する循環型社会への方向と一致し、同時に新しい雇用の創出に寄与する。
ライフスタイルの変革	これまで、エネルギーや資源の過剰な消費を社会が容認してきた。今後は、税制、奨励策などを通じて人々のライフスタイルが資源浪費的でない方向へ変化するように働きかける。
CDM / JI	先進国と途上国間 (CDM)、先進国間 (JI) で、省エネルギーやクリーンな技術のプロジェクトを実施し、最も資金効率のよい温室効果ガスの削減を行う。

上記の基本的な考え方にそって、WWFシナリオでとりあげた二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) の削減策は、40点以上にのぼり、これらをエネルギー消費部門別に整理すると表2 (次ページ) のようになる。

## 2) シミュレーション・モデル

温室効果ガスの削減のシミュレーションを実際に計算する方法としては、環境省国立環境研究所 / 京都大学で開発されたAIM (Asia Pacific Integrated Model) エンドユースモデルを利用した。このモデルは、すでにIPCC (気候変動に関する政府間委員会) など国際的なシナリオ研究に利用されており、最終用途のエネルギー技術を評価できる「エンドユース型」モデルとして著名である。WWFシナリオは、多数の技術を設定して、それらが矛盾なく整合性のある形で組み込まれるように計算する必要がある、AIMエンドユースモデルはこの目的に適したモデルである。

表2 二酸化炭素排出削減策

	エネルギー転換 および産業部門	運輸部門	業務部門	家庭部門
利用効率の高い新技術	LED照明 アモルファスト ランス インバータ制御 モータ IT革命による紙 の電子化	ハイブリッドカー 燃料電池自動車	LED照明 Hf蛍光灯 高輝度誘導灯 燃料電池コジェ ネレーション アモルファスト ランス 自動販売機の省 エネルギー	効率の高い冷蔵 庫 内炎型ガステー ブル パッシブソーラー 燃料電池コジェ ネレーション LCDパソコン
サービス経済への転換	ESCO（インバ ータ制御モータ） リフォーム・ビ ジネスによる住 宅の長寿命化	レンタカービジ ネス カーメンテナ ンス	電気製品の修理 メンテナンス オフィスレンタ ルサービス 高効率照明の普 及サービス	電気製品の修理 メンテナンス 高効率照明の普 及サービス
ライフスタイルの変革		軽自動車・小型 自動車の奨励 エコドライブ・ ライセンス 環境定期券	過剰照明の抑制 過剰暖房の抑制 過剰冷房の抑制	待機電力の削減

なお本研究では、温室効果ガスのうち二酸化炭素のみをとりあげている。COP 3（地球温暖化防止京都会議）で定められた温室効果ガスは6種類あるが、そのなかで温室効果への寄与は二酸化炭素が最大であり90%近くを占めている。他の5つの温室効果ガスとしては、メタン（CH<sub>4</sub>）、一酸化二窒素（N<sub>2</sub>O）、HFC（ハイドロフルオロカーボン）、PFC（パーフルオロカーボン）、六フッ化イオウ（SF<sub>6</sub>）がある。

メタンや一酸化二窒素は、農業関連から排出されている。自動車や家庭用の冷暖房装置の冷媒、電気冷蔵庫の冷媒、発泡断熱材などにHFCが使用されている。半導体などの電気製品の洗浄にはPFCが使用されている。六フッ化イオウは絶縁ガスとして変電所などで利用されている。これらの温室効果ガスの排出削減が重要なことは当然であるが、ここでは取り扱っていない。本報告ではエネルギー関連から排出される二酸化炭素の排出のみをとりあげている。



## 2. 利用効率の高い新技術

各種のエネルギー利用効率の高い技術の開発が進行中である。ここでは、LED（発光ダイオード）、燃料電池自動車、燃料電池コージェネレーション、アモルファストランズなどの新技術が大量生産によって学習効果が働き、コスト低下が生じることを想定している。

研究開発によってコストが低下してきた技術を加速的に普及させる方法としては、政府の補助を、研究開発だけでなく、普及そのものに向けた方法が有効である。日本における太陽電池の普及策はこのような成功例として知られている。

太陽電池のコストは過去20年間に劇的に低下した。学習曲線を利用した分析によれば、日本においては、太陽電池の累積生産量が2倍になるたびにコストが82%に低下している。80年代には研究開発への補助が有効に働き、90年代には普及のための補助政策がコスト低下をもたらしている<sup>2)</sup>。この普及のための補助政策というメカニズムを利用することにより、量産効果を刺激し、学習曲線に見られるようなコスト低下が生まれ、新技術の加速的な普及が行える可能性がある。

研究開発から実用化段階になりつつあるエネルギー利用効率の高い技術を、広汎に適用する可能性を検討する。以下にはとりあげた技術の内容を示す。

なお、住宅の断熱化、高气密化などについてはすでに標準的な省エネルギー技術としてよく知られており、AIMではその技術リストのなかに含んでいる。そのためここではとくに説明のためにとりあげることはしていない。

## 1) ハイブリッドカー

エンジンとモータを組み合わせる自動車、燃費はガソリン自動車の2倍になっている。すでに1997年末にトヨタの発売したハイブリッドカー「プリウス」は、既存の自動車の2倍の燃費（1リッターあたり28km）と効率が高く、2000年末までに5万台を販売した。

ハイブリッドカーの開発は自動車会社の競争になっている。ホンダは2人乗りで1リッターあたり35kmの走行が可能な「インサイト」を発表し、ダイハツはハイブリッド軽自動車を発売する計画を発表している。

ハイブリッドカーは既存のガソリンで走行でき、燃料供給のインフラに新規投資を必要としない。このため急速に普及してゆき、2010年ころでも燃料電池自動車に対抗する存在になっていると考えられる。

ハイブリッドカーは自動車技術の革命であり、効率の高い燃料電池自動車が普及するまでは最も効率の高い自動車として有効である。WWFシナリオではハイブリッドカーが2010年には自動車の60%に達すると想定した。

こうした普及レベルを実現するためには、ハイブリッドカーの普及を促す政策が重要である。たとえば、自治体や政府では、ハイブリッドカーを優先的に採用し、公共駐車場優先策をとるなど、このような自動車が私たちの未来には重要なのだというメッセージを多くの人々に伝えることができれば加速的に普及を促すことができよう。

## 2) 燃料電池自動車

固体高分子型燃料電池から得る電力でモータを駆動する自動車、現在、この分野は自動車の世界では最も激しい技術開発競争が行われている。燃料は水素であり、水素を製造する様々な方法が競合するようになると考えられている。化石燃料も水素の供給源のひとつであるが、将来は太陽電池から作りだした水素が利用できる可能性があり、環境汚染の非常に小さい自動車として利用されるようになると考えられている。

燃料電池自動車を現状のガソリン自動車と比較すると、加減速時の効率が高く、回生ブレーキが利用できるため都市内交通では極めて

て効率の高い自動車になる。

自動車用燃料電池の開発は、PEM（陽子交換膜）、白金触媒（白金は10～20g程度になると予想されている）のコスト低下にかかっている。15年以上前には自動車の全体積ほどもあった燃料電池スタックが、1kWで1リットル以下になり、さらに小型自動車のボンネットの下におさまり、きわめてコンパクトになりつつあり、実用化は時間の問題である。トヨタは2003年に、ダイムラー・クライスラー車は2004年に量産車を発表するとしている。問題になるのは水素の供給方法であるが、天然ガスからメタノール、ガソリンなどが候補にあがっている。車上で改質して水素を得るか、あるいは燃料スタンドで水素をボンベや水素吸蔵合金に注入するかなど、システムとしての効率を上げる方法が模索されることになる。

WWFシナリオでは、2010年に乗用車の3%が燃料電池自動車になっていると想定した。2020年にはハイブリッド車に代わって乗用車の60%が燃料電池自動車になると想定している。

自動車用の燃料電池は30～50kW程度の規模になるが、これを家庭用のコジェネレーションに利用する場合には1～2kWの規模でよい。

燃料電池が量産されるようになると、家庭用や業務用に燃料電池を利用したコジェネレーションが実用化される可能性が高い。電力と温水や暖房熱を同時に供給でき、新エネルギー革命が始まると予想される。

### 3) インバータ制御モータ、高効率モータ

ファン、ブロー、ポンプなどの回転機械は流量制御にインバータを利用すると効果的である。これらの流体機械は、一定流速でモータを回転し、ダンパー制御により流速を調整していたが、インバータ制御により必要な回転数でモータを回し、必要な流量だけを送りこむようにすればエネルギー消費を30～50%小さくできることがわかっている。

すでに小型モータや家電製品に組み込まれるモータについては、インバータ制御は常識になっており、モータと制御装置が一体で利用されている。

しかし、大型のモータに関してはかなり事情が異なっている。と

くに250～400kWの規模の高電圧で利用されるモータをインバータ制御する可能性が産業分野に非常に大きく残されている。その市場規模は、200万kW以上とみなされている。

高効率モータは既存のモータに比較して効率向上は数%から5%程度とわずかであるが、年間稼働時間が3000時間を超える場合には経済性があり、代替するのが合理的である。高効率モータの技術は変化し続けているが、これを新規の場合だけでなく、既存のモータに代替させてゆくことが考えられる。

## 4) コージェネレーション

コージェネレーションは石油またはガスを燃料とし、ディーゼルエンジン、ガスエンジン、ガスタービンなどによる発電と排熱の利用により電力と熱を供給する。発電のみならば投入したエネルギーの30%程度しか利用されないが、もし熱需要があれば、排熱を回収して、エネルギー利用効率を80%近くまで、大きく向上させる技術である。燃料電池が量産化されるようになると燃料電池を利用したコージェネレーションが普及すると予想される。しかし、現在でもすでに石油やガスを利用するコージェネレーションは経済性があり、二酸化炭素の排出削減に有効である。

ホテル、旅館、病院、レストラン、スーパーマーケットなどの多くの分野で普及が進展しているが、潜在需要は非常に大きく普及を促進させることが必要である。

## 5) 照明技術

電力利用の用途の50～60%はモータであり、また20%程度は照明であるといわれている。実際に照明用電力の確かな消費量は不明であるが、照明は省エネルギーの対象として極めて重要である。

蛍光灯は白熱灯よりも効率が4～5倍高い。白熱灯の寿命は1000時間であるが、蛍光灯の寿命は6000～7000時間あり、経済性が極めて高い。すでに22Wの電力で100Wの白熱電球と同じ明るさで同じ演色性の電球型蛍光灯が販売されている。この電球は急速に普及し始めている。しかし、実際にはさまざまな形式やサイズの白熱灯が多く利用されており、電球型蛍光灯にすみやかに代替するための政策が必要である。

蛍光灯だけについても効率の高い技術が出現している。高周波インバータ蛍光灯は従来型に比べて20%も効率が高く経済性も十分である。しかし、既存の蛍光灯に代替する速度は遅々としている。工場やオフィスではもっと代替が進行してもおかしくないはずである。

無電極街路灯は電極のない電球であり、13MHZの高周波により蛍光灯を点灯させる新しい技術である。通常利用されている水銀灯に比較して効率は2倍であり、初期投資は高いが、寿命が6万時間を超えるのでメンテナンス費用が低下する。街路灯に利用できるものでありすでに製品化されている。

建物のなかで1年中8760時間、常に点灯している非常口誘導灯を効率の高いものにすることは重要である。ノートパソコンのバックライトに利用されている冷陰極線管タイプの非常口高輝度誘導灯は、従来の蛍光灯タイプに比較して電力消費は4分の1から7分の1であり、価格は同じである。消防法により認可されてから出荷が増加し、いまでは出荷台数の60%を占めている。非常口誘導灯は日本中で800万台、18万kWあり、2010年までに多くの部分の代替を進めることができよう。

蛍光灯よりも効率が高く、長寿命の照明技術になる可能性があるのが、LED (Light Emitting Diode、発光ダイオード) である。

すでにLEDを利用した交通信号灯や非常口誘導灯が生産されている。これらの製品はエネルギー消費が少なく、寿命が長いのですでに十分経済性を有している。

非常口誘導灯をLEDにすると、冷陰極線管タイプに比較してさらに電力消費は2分の1になる。すでに製品が発表されており、普及を促進する方法が必要である。

赤・黄・青の三色式の交通信号灯は全国で17万カ所の交差点に97万個使用されている。この交通信号灯も3個の白熱電球のうちひとつは1年中必ず点灯している。既存の白熱灯の交通信号灯は70~80Wであるが、同等の機能のLED信号灯は16~22VA (17W程度) である。電力消費は4分の1以下になる。

LEDの照明球としての効率は、現在ではまだ蛍光灯より高くないが、数年のうちに蛍光灯の2倍の効率になると期待されている。しかし、LEDは高輝度であるので、現在でも交通信号灯には利用可能

であり、工場内の信号灯にも利用が始まっている。このほかにも、電球の断線があると問題になるような工場内の検査装置などの画像処理用の分野では断線の心配のないLED照明は歓迎されている。照明の用途によっては早期に普及が始まり、学習曲線によってコストが低下してゆくと予想される。2010年ころには、ホテル、商店、レストランなどの分野の通常の照明に代替される可能性がある。照明の効率がよいということは省エネルギーであるだけでなく、それだけ発熱が少なく、冷房負荷を減少させるという予想外の効果がある。

## 6) アモルファストランス

高電圧を低電圧に変換して送電、配電するトランスには、ケイ素鋼鉄が利用されている。このケイ素鋼鉄に代わって、最近では、アモルファス金属を利用したトランスが普及しはじめている。負荷のないときに生じる鉄損（渦電流に起因する）を5分の1に、銅損（電流が流れているときに生じる）を3分の2に、両者の全損失を2分の1に低減させている。この効率向上の程度は負荷率によって変化する。負荷率が低ければそれだけ鉄損の減少が効果的であり、アモルファストランスはこの目的に適している。

このアモルファストランスを適用できる分野は、エネルギー転換部門では柱上変圧器、産業部門では高電圧を利用する工場の入り口に設置されるトランス、業務部門では大型商業施設や大型ビルで使用されているトランスがある。

WWFシナリオではこうした分野で利用される可能性を調査して、旧式のトランスの代替と新規設置についてアモルファストランスが利用される可能性を見積もっている。

これらの市場は極めて大きい。アモルファストランスは、既存のケイ素鋼鉄型に比較してまだ高価であるが、量産規模が大きくなれば学習効果が生じてコストが低下してゆき、加速的に普及すると予想できる。

## 7) 自動販売機の省エネルギー

自動販売機は全国で254万台あり、平均すると定格電力603W、平均電力消費は342Wである。国立環境研究所の調査によると、ほ

とんど費用の増大をもたらさずに、54%の省エネルギーが可能となっている<sup>3)</sup>。

省エネルギーの方法は、モータの庫外設置、内箱の一体成形、内面および取りだし口の気密設計、過剰照明の排除、断熱の強化、高性能コンプレッサの使用などである。

自動販売機の寿命は7年程度であり、2010年までにはすべてをこのような省エネルギー型のものに代替できる可能性がある。ただし問題がないわけではない。自動販売機を保有するのは飲料を供給する維持管理会社であるが、実際には自動販売機の設置者が電気代を支払っている。維持管理会社が省エネルギー型の自動販売機を購入しても、その受益者は設置者になる。このため省エネルギーへのインセンティブが働かない。この関係を改善する話し合いの場所をつくり、両者が共通の利益を生み出せるようにしてゆくことが重要である。

## 8) IT革命と非物質経済

マイクロエレクトロニクスの技術革新は21世紀に入ってもしばらくは続くと予想されている。大規模集積回路の性能向上と低価格化がまだ継続中であり、この技術が社会システムのなかへ通信インフラの爆発的な拡大とともに様々な形で融け込みつつある。

いまやIT（情報技術）によって煙突型経済から情報化経済への「経済の構造変化」が生じているという分析が行われている。その例はインターネットの急速な拡大、電子メールの日常化、電子出版の増加、エレクトロニック・コマースの台頭などに見ることができる。確かにITは社会のエネルギー・資源効率を上げる可能性をもっている。

IT革命のもっとも重要な恩恵は、多くの人々に様々な情報が低コストで容易に公開されることである。これは長期的には直接民主制へと向かってゆく変化であり、環境やエネルギー・資源の問題に限っても関連する情報を誰もが簡単に入手できるようになることの意義ははかりしれない。この結果は予想を超えた意識革命をひき起こし、省エネルギー、リサイクル、ライフスタイルの変化という方向に進む可能性をもっている。80年代末の東西冷戦崩壊の背景には、西側からの豊富なテレビ映像の大きなパワーがあったことは誰にも認められている。これと同じことがインターネットにもあり、IT革命は人々に公開される情報の質と量を高め、人々の意思決定を補助

するものになる。

先進国ではものの生産が成熟段階にあり、これ以上の経済成長を望むと、それは物質材料の生産に関係しない分野になっていくと考えられている。すなわち「非物質化経済」あるいは電子的な「摩擦なしの経済」への進行である。鉄やセメントや紙をあまり消費せず、人々に有益と思われるサービスを生産する活動である。その活動は、人々の生活を豊かにし、しかも雇用を吸収し、所得の再配分に貢献するものでなくてはならない。ITに期待されているのはこうした役割である。

通信による輸送の代替、エレクトロニクスによる紙資源の代替、通信とコンピュータ処理による高速化、効率的な資源やエネルギーの利用に関する新しいビジネスの発生などが期待される。

1998年12月に、ワシントンの非営利団体・気候エネルギーセンターは、「オンラインショッピングが二酸化炭素排出の減少に役立っている」というレポートを発表した。報告によると、インターネットによる書籍販売で有名なアマゾン・コムが1冊の本を売るためのエネルギーは、大型書店の16分の1であり、書店の陳列スペースが不要なため建物の費用と維持費が少なくすむ。また、インターネットによる通信販売ビジネスは、ショッピングセンターへマイカーでゆくよりもエネルギー消費が少なくすむ、レンガやタイルのビルを構えて品物を販売する旧来のビジネスと違って、店や倉庫が小さくでき、照明や暖冷房も不要になるという。

BtoB（企業間）、BtoC（企業から消費者）の電子市場の将来は、宣伝されすぎのきらいがあるが、仕事やショッピングの方法を大きく変化させる可能性がある。個別受注生産、部品・材料の電子的調達、電子入札、ワンツーワン・マーケティングなど、ビジネスの新しい可能性が潜んでいる。そしてその内容にはエネルギー消費の節減につながるものが含まれている。

日本でも郵政省の研究によると、サテライトオフィスとTV会議システムにより、在宅勤務が増加し、オフィスワークが変化して、21世紀初頭ころには交通需要の減少が生じると見込まれている。米国ではインターネットの普及によってビジネスマンが飛行機に乗る回数が減少しているという声が聞かれる。空車のトラックが貨物需要の情報を入手してトラックの積載率を向上させる貨物トレード・ビジネスがインターネット上に開かれている。ある団地では電気自動車を共同利用する実験が行われており、その予約にはITが重要な役割を演じている。輸送と通信の代替関係は古くから議論されてきたが、これまでは代替ではなく相乗的であり、通信により輸



送が増大するという結果になっていた。これが今度こそ変化しそうである。たしかに電子メールが交通需要を減少させている。

コンピュータを活用して紙資源の消費を代替する可能性がある。カタログ、マニュアルなどの印刷物、書籍、新聞などがトラック輸送に代わってインターネットなどの通信により電子的な形で運ばれる可能性が高くなってきた。

電子出版が進展すると、PDA（パーソナル・デジタル・アシスタント）や小型携帯端末が専用の電子読書機になり、新聞、ニュース、マンガ、小説などが、インターネットを通じて供給され、紙の必要量が減少してくると予想される。

一度しか読まれない新聞、雑誌、書籍など紙による情報伝達が、電子出版に置きかわる可能性がある。実際、雑誌の返本率は40%にも達しており、書店には次から次へと出版される新本を陳列する棚のスペースがないという。出版社は、絶版本を復活させるオンデマンド出版やマンガの電子出版を手がけ始めた。ブリタニカは紙の百科事典を廃止し、インターネットで自由に検索できるようにしている。いずれは紙の出版は高価な本に限られてくるものと予想される。テキストや映像をインターネットで伝送し、この情報を小型の電子読書機によりページをめくるように読むことができる。電子新聞または電子書籍である。

紙の新聞・書籍の場合と電子読書機を利用する場合の投入エネルギーを比較してみると、電子新聞や電子書籍は紙を節約し、エネルギー効率を40～220倍に高める可能性がある。しかし、電子読書機には新聞のような一覧性がないことや、技術的にはバッテリーの環境に与える影響、液晶ディスプレイのコントラストの向上などの問題をクリアしなければならない。

IT革命はこのような電子出版だけでなく材料資源やエネルギー消費に関する効率向上の広汎な可能性を秘めている。インターネット・ショッピングの増大は小売店の減少を引き起こし、照明、暖冷房のエネルギー消費が不要になり、倉庫も規模を縮小できる。

IT革命にも問題はある。輸送の小口化はバルク輸送と比較して省エネルギー的なのか分析する必要がある。また電子メールの便利さは、ジャンクメールのように必要限度を超えた情報のやり取りを増大させる可能性がある。そしてIT技術により時間を節約した結果が、高速度の経済を生み出す可能性もある。

**表3**には、IT革命の資源やエネルギーへの影響を整理している。

このようにIT革命は、可能性と問題を含んでいる。WWFシナリオでは、紙の電子化が進展することに注目している。2010年には、電子新聞、電子書籍により紙資源消費が100万トン減少すると想定している。

## 9) LCDパソコン

パソコンのディスプレイはCRT（陰極線管）またはLCD（液晶ディスプレイ）の2種類がある。電力消費を見るとCRTパソコン

**表3 IT革命の材料資源とエネルギー消費への影響**

IT革命による社会の変貌	材料資源への影響	エネルギー消費への影響
資源、エネルギー、環境についての広汎な情報の提供	資源リサイクルの増加 省資源ライフスタイルへの移行	省エネルギー意識の普及
SOHO（Small Office Home Office） サテライト・オフィス TV会議システム	オフィス建築・設備投資の減少	交通需要の減少
電子市場（BtoC、BtoB）	店舗・倉庫などの建築・設備投資の減少	交通需要の減少 小口配達の増大
電子書籍、電子新聞、音楽・映像の電子配信	紙の消費減少	輸送需要の減少
電子メール	紙の消費減少	交通需要の減少
ジャンクメール		電力消費のムダ増加
配送システムのコンピュータによる細かい管理	材料歩留まりの向上 在庫回転率の向上	輸送効率の向上 積載効率の向上
ワンツーワン・マーケティング	見込生産ロスの減少	大量配送の減少 小口配達の増大
コンピュータ制御による効率の高い製品		エネルギー消費の減少
エネルギースター計画	電力節減用電子回路の増加	電力消費の減少
待機するコンピュータ・通信機器の増大	材料資源消費の増大	電力消費の増大
時間の短縮による生産消費活動の速度の増大	材料資源消費の増大	新規交通需要の増大 新規輸送需要の増大

は120W、LCDパソコンは20W以下と6倍の電力消費の違いがある。現在では、LCDはCRTよりも高価であるが、LCDは発熱が少ないので夏の冷房需要を減らし、机上の占有面積が小さいのでオフィスのなかで有効に活用できる可能性があり、LCDを導入する企業が増加している。

年間の使用時間が長い場合や、数多くの台数を狭い空間で使用する場合には電力設備が減少するので、LCDが経済的に有利になる場合も生じている。LCDの生産の増加が進めば、コストが低下してゆき、CRTに対して電力消費の面だけから比較しても経済的に有利になってくると考えられる。

### 3. サービス経済

現代社会では、「もの」の生産・流通・消費にもとづいて経済活動が営まれている。しかし、最近では、「もの」の生産ではなく「サービス」によって生み出される価値が大きくなってきている。

「もの」の生産・販売・使用・廃棄というビジネスに代わって、「もの」のレンタルまたはリースによりサービスを提供し、修理・リサイクルを積極的に引き受けるビジネスを奨励する。この傾向は材料資源を大切に長期に利用する循環型社会への方向と一致し、同時に新しい雇用の創出に寄与する。

このような「サービス経済」への移行は、「もの」に依存した部分が減少して、資源やエネルギーの消費が少ない新しい経済活動を生み出す可能性をもっている。ここではこうした動きに焦点をあてて考えて行きたい。サービス経済の例として、リフォーム・ビジネス、レンタカー・ビジネスなど、以下のような例をとりあげる。

#### 1) リフォーム・ビジネスの奨励

建築リフォーム・ビジネスは、修理材の需要は増加するが、建築物の長寿命化、新規建築需要の減少という点で、材料資源の消費を減少させる可能性がある。建築物のライフサイクルアセスメントを

行ってみると、床面積100m<sup>2</sup>の木造住宅は、建設時に炭素換算で約5トンの二酸化炭素を放出している。もしリフォームによりこの材料消費が5年間だけ延期されれば、延期の期間に応じた二酸化炭素の排出は減少する。ここでは2010年にこうしたリフォーム需要が年間10万戸発生することを想定している。リフォーム・ビジネスは、単純に住宅を生産して販売することよりも、複雑な個別の需要に応じなければならない。このためサービス経済化という面が大きな要素である。こうしたビジネスをうまく成長させられるかは、社会の成熟度と関係があり、私たちがこれから対処していかなければならない問題を提起するものでもある。

## 2) 自動車のメンテナンス・ビジネスの奨励

自動車のメンテナンス・サービスを成立させるようなしくみを検討する。

現在では自動車の故障が減少し、車検の期間も長くなり、自動車の整備についての関心が薄れてきている。公共の道路を利用する自動車は、その運転者が自分のクルマを最良の状態で行き回すように維持するべきである。

たとえば、よく知られているのは、タイヤの空気圧が0.5kg/cm<sup>2</sup>減のまま、50km走ると、約150ccの燃料を浪費する（『豊かな環境を次の世代へ』（社）日本自動車工業会）。このまま1万km走行すると、30リットルの燃料をムダにすることになる。この150ccの燃料浪費は、年間の燃料消費を1万kmとし、小型車の燃費を12km/リットルとすると、1年間の燃料消費は833リットルであるから、3.6%に相当する。

そこで、自動車の走行状態を定期的にチェックするメンテナンス・サービスが考えられる。自動車のメンテナンスを良好に行うことは、タイヤの空気圧だけでなく、ホイールアライメントの調整、積荷重量の点検（余計な荷物はトランクから下ろす）、空気抵抗の減少（車体表面の清掃）、エンジンオイルの交換、ブレーキシューのチェックなど、燃料消費の向上に寄与し、安全性の向上にもなる。

ユーザーがガソリンスタンドなどで自動車メンテナンス・サービスを受けると、そのサービスごとにガソリンスタンドからポイントを得るしくみなどが考えられよう。ポイントがたまると、ユーザーとガソリンスタンドに一定の報奨が補助金の形で支給されるか、税制の優遇を受けられるなどが考えられる。実際の補助金額は小さく

ても、人々に奨励していることを伝えることが重要である。

自動車のメンテナンス・サービスは、たとえば「エコドライブ整備士」などの自動車に関する知識をもつ専門家を養成して、その活動を利用するもので、サービス経済の奨励の方向につながるものである。

ここでは、2010年に年間800万台がこのサービスを受けるものとし、3%の燃費向上が得られるものと計算した。

### 3) カーシェアリングとレンタカービジネスの奨励

自動車を共同利用する試みが、ヨーロッパでは進展している。1991年には、ドイツをはじめとする各国のヨーロッパ・カーシェアリング協会が結成された。

ドイツのカーシェアリングは次のように行われている。

まず、年間会費240マルクを払って会員になる。ハンドブックとパーソナルキー（あるいはカード）が渡される。自動車の予約はいつでもできる。電話かインターネットが利用できる。1時間前ならたいてい確保できる。車種はミニバスから小型自動車までの各種から選べる。予約した車のあるステーションまでゆき、ステーションの金庫から車のキーを受け取り利用する。ステーションは無人で住宅地の近くにある。使用後は再びステーションにとめる。金庫に車のキーを返却する。

スイスのカーシェアリングは、「エネルギー2000計画」のなかでも成功をおさめたものとして知られている<sup>4), 5)</sup>。すでにスイスでは2万人が利用し、600地点に900台の自動車がカーシェアリング用に利用されている（1998年現在）。

最初は電話で予約するだけだったが、現在ではインターネットでも予約できる。予約は24時間いつでも可能である。予約が入るとこのデータは予約センターから自動車へと転送される。予約した人は、スマートカードで自動車に乗りこめる。すべてのデータは車上コンピュータに記録され、自動的に予約センターに戻されるようになっている。

当初の市場調査で、多くの潜在的な顧客からは、カーシェアリングの原理には疑いをいだかれなかったが、「必要なときにいつでも車が利用できるのか」という質問が最も多かったという。また「ク

クルマのある場所が近くの便利なところか」という質問も多かったという。

開始してから11年間で、スイスでは70%の人がカーシェアリングという言葉を知ったことがあり、50%の人はそれがどういうものか知っている。

カーシェアリングを利用した人は、クルマを保有するのをやめて、年間走行距離が72%に低下したと報告されている。彼らは公共交通などを利用するようになったのである。

クルマを所有していると、すでに費用の多くを支払っているので使わなければ損だと考えやすい。毎回の使用ごとに費用を払うとなると人々の考えは変わってくる。

日本でも、電気自動車とITを利用してこのようなカーシステムを実験している例がある。(財)自動車走行電子技術協会が、横浜みなとみらい地区で電気自動車を利用して共同利用実験を開始した。ユーザーはビジネスマンを対象にして、電話やインターネットで予約申し込みができ、貸し出し返却は無人数化されている。日本電動車両協会は、京都市内で小型電気自動車を利用する同様のシステムの実験を開始している。ユーザーは、ステーションにある端末に会員用ICカードをかざして予約を確認し、さらにカードをキー代わりに利用して運転できるようになっている。

こうした試みは、結局は既存のレンタカービジネスを刺激する結果になると思われる。レンタカービジネスは、自動車の燃費を向上させて利用者に対するサービスを提供する結果になる。また自動車のメンテナンスを専門的に行うことにより長寿命の資源利用サービスの提供になるものと考えられる。

#### 4) 家電製品の修理・メンテナンス・サービス

家電製品は現在では、多くの場合量販店によりディスカウントにより販売されている。ここでは家電製品を販売することが主であり、一度販売した電気製品を修理する場合には、費用が高かったり、修理ができるまで長い時間がかかったりするために、消費者は修理を依頼するよりも、新製品を買ってしまうほうが簡単なのである。

しかし、ほんの一部の部品を交換するか、修理すれば、製品を長持ちさせることができる場合が多いのが事実である。

すでに、こうした問題をビジネスチャンスにして修理ビジネスを

成功させている企業がある。この企業は、消費者が壊れたテレビやビデオを持ち込むと、まず無料で依頼者の目の前で裏蓋をあけて故障診断を行い、故障箇所を見出し、修理の費用と時間を見積もる。そこで依頼者が納得すれば修理が始まる。一般には修理の期間は2日以内であり、これを超えた場合には一日あたり200円のペナルティーを支払う約束になっている。消費者は修理期間が長ければ修理を依頼しないことが多いから、修理時間が短いことは極めて有効である。修理費用は製品の種類にもよるがおおよそ3000円から1万2000円程度である。

出張修理も行っているが、移動距離と時間の限界があり、10km圏内に限られている。このような家電修理店の特徴は、地域密着型であることである。すでにこの家電製品修理ビジネスは成功し、全国各地にフランチャイズ展開を行っている。修理ビジネスは、ローテクノロジーのように思われるが、実際にはそうではない。まず膨大な種類の電気製品に関する知識と経験、修理交換部品の入手方法などの情報が必要である。この企業では、修理内容をコンピュータで管理しデータベース化して、これを次の修理に役立てている。そして主要な交換部品については在庫をもち、すぐに対応できるようにしている。こうして見ると修理ビジネスはかなり高度な情報サービス産業であることがわかる。とくに高齢化社会では外出もままならないが、電気製品は不可欠の道具になっている人々が増えている。そこに大きな市場が生まれている。また、地域ごとに電気製品に関する長い経験と深い知識を持つ人材が有効に活用される可能性がある。このような仕事は、これまで手間ひまがかかりビジネスにならないと思われていた。しかし、問題を解決するのがビジネスであるとすれば、ここにこそ新しいビジネスの可能性があると見える。

リサイクルや修理の活動を、経済活動のひとつとして成長させることが重要である。これに関して政府のできることは、消費者が修理を頼みやすくするようなシステムづくり、修理業者に対する優遇税制、修理技術者の養成、修理知識の情報収集の援助などのバックアップ体制であり、政策的優遇策である。このサービスがビジネスとして軌道にのれば、材料資源の有効利用だけでなく、高齢者の雇用を吸収することができる。

## 5) オフィスの断熱性能の向上

オフィスにおける暖房の費用は建物の断熱性によって決まってくる。ところが貸しオフィスでは、建物の所有者は建築を安上がりに

しようとするので断熱性の向上には資金を投じない。このためオフィスの借り手は、暖房用のエネルギーを多く消費することになりやすい。これはエネルギー費用を支払う側が省エネルギーについて工夫をする余地がないことを意味している。

建物の所有者に省エネルギーのインセンティブが働くようなくみが必要である。これには建物についての省エネルギー基準がどのようになっているかを明示して、借り手側がその情報を評価できるような制度が必要である。

これもサービス経済化によって解決される可能性がある。建物の所有者は、建物から生じるサービスを知識と経験を利用してもっとも低コストで提供し、そのサービスに応じて借り手から報酬を受けとる。すると建物のライフサイクルコストのなかで占める運用経費が極めて大きいことが理解され、建物の保有者と借り手が共同で省エネルギーに向かうことができるようになる。社会の制度としてこのような利害関係を話し合う場所をつくり、そこで実現可能な案を協議することから開始するべきである。

## 6) ESCO (モータの効率的利用サービス・ビジネス)

ESCOはEnergy Service Companyの略で、省エネルギーの実施をビジネスにする企業である。現在のところ、米国ではESCOが対象にしている分野は、公共の建物の照明の高効率化、断熱性の向上などである。対象とする建物について省エネルギーの計画を提案して、実際に省エネルギー工事を行い、省エネルギーにより節約された費用の一部を報酬として受け取るビジネスである。

日本でもこのビジネスがようやく立ち上がろうとしている。

日立製作所は、インバータ制御のモータを工場に貸し出して、その省エネルギー分の一部を受け取るビジネスモデル特許を出願して、HDRIVEという新規ビジネスを立ち上げている。

一般にモータを、ファン、プロア、ポンプに利用している分野では、ダンパー制御(閉め切り型)に比較して、インバータで回転数制御を行うと、30~60%の省エネルギーになることはよく知られている。

すでに10~20kWの低圧モータ(200~400V)の分野では、インバータ制御のモータが製造・販売されている。インバータが数万円、インバータと工事費が3年程度で回収できる。さらに数kWクラス



や家電製品にはかなり普及している。モータとインバータが一体になったものもある。

これに対して250～500kWの産業用高圧モータ（3000Vクラス）のインバータ化は進展していない。しかし、この分野はインバータ制御モータ市場の80%を占めると予想されている。日立のHDRIVEはこの高圧モータ分野をビジネスの対象にしている。

鉄鋼業のみでも該当するモータは2000台あり、石油精製所では2000～3000台あると推定される。全産業では、ファン、ブローア、ポンプのみで、ほぼ1万台の需要が見こめる。この分野では、投資回収年数は5～10年と長いので省エネルギーが進展しないと思われていた。

HDRIVEは、ここに新しい概念を持ち込んでいる。モータとインバータ制御システムを独自に標準化・規格化してコストを下げ、ユーザーの詳細な要求をこの組み合わせで実現してコストを下げる。またシステム全体を売り切りとせず、日立側の資産として管理し、リサイクルしたり、設計の自由度をあげるようにする。もちろん初期投資の資金も提供する。これにより、省エネルギーのビジネスモデルをつくりあげている。ハードウェアを販売するのではなく省エネルギーのサービスを販売するというビジネスモデルである。

この分野の産業用電力は4～12円/kWhと安く、投資回収は難しいが、10年で回収、寿命は15年と見ている。おおよそ、現状で100の電力消費があるとすると、これをHDRIVEの省エネルギーで70にできる。利益分の30を工場と日立でわけあう。ESCOの方式と同じである。特許出願した部分はハードではなく、このようなことを可能にするモータ電力の計量方式にあるという。

生産の予想としては全国にある一万台の需要のうち、約50%、210万kW程度を2020年までにとらえようとしている。このような新しいビジネスモデルは日本経済の新しい試みになると思われる。

## 7) 効率の高い照明灯配布計画

照明の効率化の可能性は非常に大きいものがある。白熱電球を蛍光灯に代えて、3分の1から5分の1の電力消費に低下させ、寿命は6倍で6000時間になる。

日本で行った場合、白熱電球（60～100W相当）に対して、電球形蛍光灯は1個約1500～1700円であり、利用時間が1000時間に達するころに電球形蛍光灯が経済的にも有利になる。

レストランや商業施設では、演色性を重視して蛍光灯を利用しない場合が多い。実際には白熱電球なみの演色性の蛍光灯も販売されている。このような効率の高い電球を多くの人に知らせるのに、効率の高い照明灯配布計画は有効である。海外では以下のような例がある。

### **フライブルグの電球配布計画**

1996年にドイツのフライブルグ・エネルギー・水道供給公社は、電力を供給している10万5000世帯のすべてに電球型蛍光灯（白熱灯の5分の1の電力消費）の無料引換券を配布した<sup>6</sup>。このための資金は市民が払う電気料金のほんのわずかな値上げですんでいる。結局、この節電電球を使用すると、利用時間が白熱灯の寿命の1000時間に達する前に投資した資金は回収され、同時に節電が行われる。

### **インドのコンパクト蛍光灯計画**

開発途上国の照明効率化計画としては、インドのカルタナカ州のCFL（コンパクト蛍光灯）計画がある。電力会社がCFLメーカーに投資し、製品のCFLを電力委員会が卸し売り価格で買い上げ、無料で2～4個/戸を配布する。各戸は毎月の電気料金のなかからCFLのコストの一部を支払う。残りのコストは、電力会社と電力委員会が支払う。電力会社は、新規発電所建設の資本を節約でき、また発電所建設の遅れや停電から生じる産業用電力への費用（ペナルティ）を浮かすことができる。また電力が余れば、家庭用よりも産業向けにより高価格で売ることができる。CFLの生産は180万個/年で、コストは15億円だが、その何倍もの利益になる。ボンベイでも同様の計画（BELLE）がある。

### **メキシコILUMEX計画**

メキシコでは、ILUMEX計画がある。メキシコでは、家庭用の電気には補助が大きく、最低水準では1.8セント/kWhであり、CFLはそのままでは経済的ではない。GEF（地球環境基金）、国連、世界銀行の合同プロジェクトとして計画されている。規模としては150～200万個のCFLを生産し、その予算は2000万ドル。メキシコの家庭用の電気料金は、利用量が大きければkWhあたりの料金が大きくなるので、有利な家庭もある。各戸は1個6ドルで購入するか、最初に1.65ドルを頭金として払い、残りは2カ月ごとの電気料金から払ってゆく。ほぼ1.5～2年でもとがとれるとしている。

WWFシナリオでは、家庭分野、業務分野（レストランなど）、工場などに電球型蛍光灯、hf型高効率蛍光灯（通常の蛍光灯より20%効率が高い）やLED照明を普及させるために、高効率蛍光灯配布計画を検討した。

この計画は、自治体、電気製品販売店、電気製品修理ビジネス、ESCOなどの分野の人々に参加してもらい、資金を集めて効率の高い照明電球をメーカーから大量に一括購入する。そしてこの効率の高い照明電球を、家庭、商店、工場などに割引価格で販売する。割引購入券の配布の方法は、自治体、電気製品販売店などを利用する。大量の一括購入により割引が可能になることを利用する。

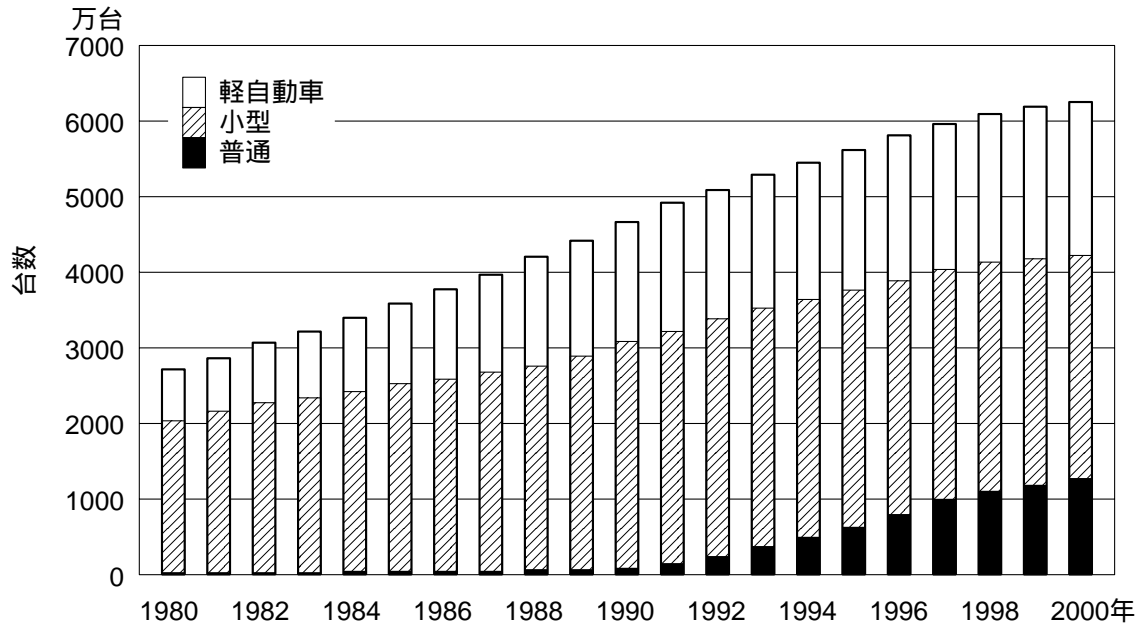
## 4. ライフスタイルの変革

現代社会は、過剰なエネルギーや過剰な物質の消費を社会的に容認してきた面がある。今後は、エネルギー利用効率の高い社会に移行してゆくことを社会の目標として掲げるようにしたい。そこで、税制、奨励策などにより、社会がめざしている目標を明らかにして、人々のライフスタイルが資源浪費的でない方向へ変化するように働きかける政策が必要である。具体的には、以下のような方法を検討した。

### 1) 軽自動車・小型乗用車の奨励

1990年代後期になって、2000cc以上のエンジンをもつ普通乗用車の保有台数が急速に増大している。1992年には、普通乗用車（2000cc以上）、小型乗用車（661～1999cc）、軽自動車（600cc以下）の保有台数は、それぞれ、282万台、3113万台、1730万台であった。ところが2000年には、1323万台、2882万台、2103万台となっている。この8年間に、普通乗用車は1041万台増加して4.7倍になり、小型乗用車は231万台減少して0.92倍に、軽自動車は373万台増加して1.2倍になった。小型乗用車が減少し、普通乗用車が急激に増大したことがわかる（**図1**）。

図1 自動車保有台数の変化



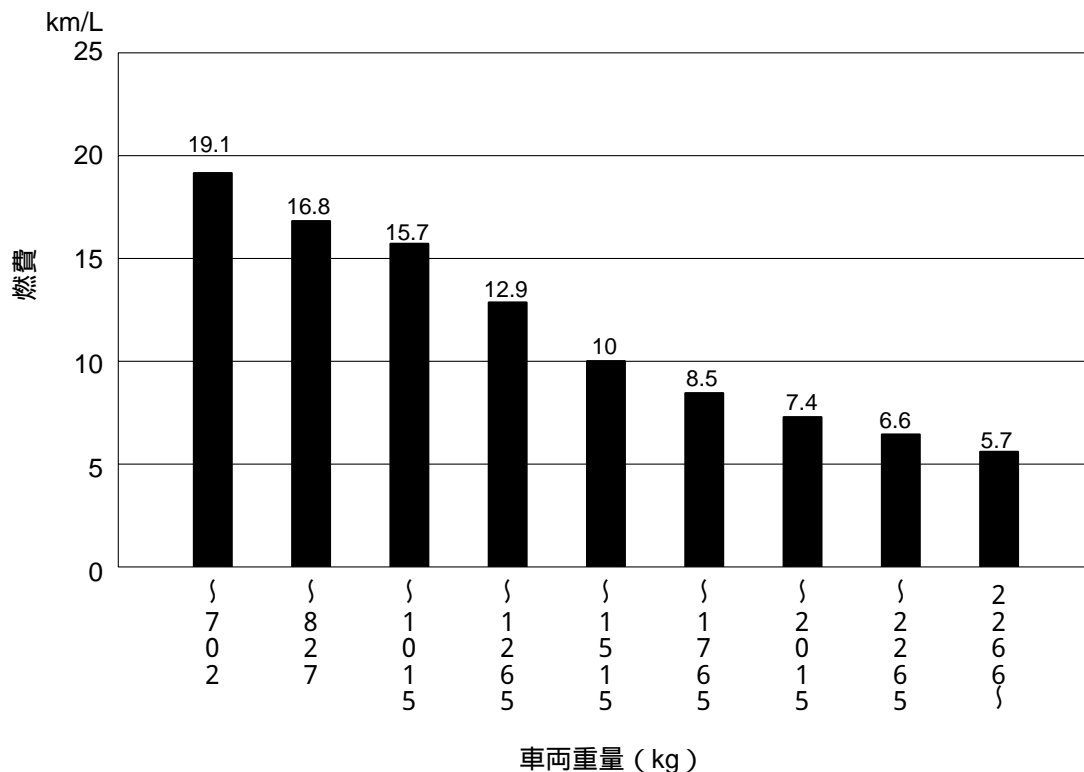
90年代後半には経済成長率が低下し、所得の向上がそれほどなかったにもかかわらず、急速に多くの人々が大型の普通自動車に乗るようになった。この原因は89年に行われた税制にあると考えられている。普通乗用車の税金が低下したので多くの人々がこのより大型の自動車を購入したわけである。乗用車の平均乗車人員は1.2～1.3人であり、乗車する人口が増加したわけではない。これは税制がライフスタイルを省資源的な方向へ誘導できなかった例と考えられる。

自動車の燃料消費は、エンジンなどの条件が同一ならば、車体重量に依存する。図2に示すように、大型で重い自動車は、同じ1kmを走行するのにより多くの燃料を消費する。

そこで、ここではライフスタイルの変革を促す政策として、自動車の税制を80年代末のものにもどし、積極的に普通乗用車(大型)の保有台数を減らし、かわりに小型乗用車や軽自動車の保有台数を増加させる政策が必要である。実際には人々の好みが変化して、簡単にはもとへ戻らないという面もありうるが、過去には税制の変化に対して人々が敏感に反応したという事実から、逆方向への変化が可能であると感じられる。

さらに、本格的な「燃費別のグリーン税制」を実施すべきである。燃費のよい自動車を購入・使用する場合には、取得税と保有税(最初の数年だけでなく使用期間全体にわたって)について軽減措置を

図2 ガソリン自動車の重量と燃費（1995年実績値）



とり、どんな種類の自動車を選択するのがよいかを人々に知らせることが重要である。

## 2) 環境定期券

ヨーロッパで行われている公共交通機関の奨励策に、バス、電車、地下鉄など公共交通機関のどれにでも利用できる地域環境定期券を発行する方法がある。フライブルグ市では、この定期券は誰にでも貸与でき、週末には同じ定期券で大人2人と子供が乗車でき、乗り放題にしている。

さらに、エコ通勤の奨励策として、自動車駐車場の収入で企業における公共交通利用者の定期券購入を補助する。定期券のまとめ買いには大幅な割引を行い、エコ通勤を奨励する。

通勤者の増加は駅周辺の商店街への買い物客を増加させる副次的な効果がある。

ここでは、日本において、このような環境定期券を以下のようにして実現することを検討した。

まず、電車、地下鉄などの鉄道の通勤定期券を週末や休日に、家

族で利用できるようにする。週末に出かける方向は通勤の方角とは反対になることが多いから、通勤に利用している距離と同じだけの距離の半径の圏内であれば、子供を含む家族で割引あるいは無料で利用できるものとする。ただし、この距離を超えた部分は個人の負担とする。こうすれば、自動車の利用が減少し、鉄道会社は休日の利用により収入を増やす可能性がでてくる。

この結果、どの程度のエネルギー節約が可能かは計算が難しいが、以下のようにした。

300万人が1年に10回、環境定期券を利用して100kmの往復の自動車走行分を減らす。結局、300万台の自動車の走行距離が2000km減少することになる。

### 3) エコドライブ・ライセンス

スイスの「エネルギー2000計画」では、燃費を向上させる運転技術を教えるコースを実施している<sup>7)</sup>。実施場所はベルトヘルム運転安全センター、スイス郵便公社、シュバイツ旅行クラブ、スイス道路交通協会の4カ所である。路上運転とシミュレータを使って、次のような「エコドライブの4原則」を教えている。その内容は、  
できる限りハイギアを使い、低い回転数で運転する、 加速はすみやかに、ハイギアへは早めに移行し、ローギアへは遅めに移行する、 いつも同じように慎重に運転し、不要なブレーキをかけない、 不要なギアチェンジをしない。

この「エコドライブ」は、1993年から始まり2000年までに1万5700人が受講した。受講者はスピードの低下なしに10～15%の燃料節約になっている。計画全体の効果は総計で年間1900万リットルの節減になっている。エコドライブは、安全で、経済的で、環境によいことが実証されている。

日本の場合、乗用車ではAT車の普及率が90%を超えるので、ギアチェンジに関しては貨物車や業務用のマニュアル車にしか適用できないが、加速とブレーキに関してはAT車にも適用できる。日本では、このようなギアチェンジに注目したエコ運転は積極的に報道されていないが、重要である。

交通エコロジー・モビリティ財団やJAF（日本自動車連盟）は以下のような「誰にでもできる10のエコドライブ」を提案している。

無用なアイドリングをやめる、 経済速度で走る、 点検整備

をし、タイヤの空気圧を適正にする、空ぶかしはやめる、急発進、急加速、急ブレーキをやめ、適切な車間距離をとる、早めにシフトアップする、渋滞をまねく駐車違反をやめる、エアコンの使用を控えめにする、相乗りにつとめ、公共交通機関の利用を心がける。

ここで提案する「エコドライブ・ライセンス」は、エコドライブをする人々を奨励しようとするもので、以下の内容である。

免許の交付時または更新時に、エコドライブ講習会、実技練習、実技テストを行う。実技テストは実車またはコンピュータゲームのような運転シミュレータを利用する。合格者にはライセンスを発行する。エコドライブの講習とテストの内容は、上記のような各種の運転技術を組み合わせたものにする。

エコドライブ・ライセンスの保有者には、公共の駐車場を優先的に使用できたり、割り引きが得られるようにする。

このエコドライブ・ライセンスは、乗用車だけでなく企業の自動車にも有効であり、燃料節約になることがわかれば、事業主はエコドライブ・ライセンスの取得を社員に奨励すると思われる。

ここでの効果は、エコドライブにより、2010年に800万人が燃費を6%向上させるものとした。

#### 4) 過剰な照明・冷房・暖房の抑制

ホテル、レストラン、デパートなどでは、過剰な冷房、過剰な暖房、過剰な照明が指摘されている。このような過剰なエネルギー消費を抑制するには、いくつかの方法が考えられる。

ひとつは、前述したESCO、省エネルギー診断士、電気製品修理サービスなどの専門家によるエネルギー診断を利用することである。もし、こうしたビジネスにたずさわる専門家がエネルギーの過剰な消費を見つけたら、その改善策を提示できるようにする。

省エネルギーの対象としては、公共の建物、大型商業施設、工場などどこであってもかまわない。そしてその案が実施されたら、提案者には報酬を出すようにする。このような方法によって、照明、暖房、冷房などの過剰な消費を抑制することができるようになると予想される。

## 5) 待機電力の削減

調査によれば、日本の平均的な家庭では、20～35Wの待機電力があることがわかっている。平均的な電力消費が200～350Wの水準にあることから10%前後の電力消費が待機電力から生じていることになる。

テレビ、エアコン、オーディオ機器、電子レンジ、電動歯ブラシ、洗浄便座などの製品は、使用されていないときにも電力を消費する。この待機電力は、気がつかないうちに一年中、8760時間、電力を無駄に消費する。

待機電力があることによって、電気製品がスイッチを入れれば即座に動作する。人間はほんのわずかの便利さを得るだけである。これはライフスタイルの問題であるといってもよい。待機電力のある製品を生み出す原因は、電気製品の設計になる。

電気製品の価格を引き下げようとする、製品の価格競争のためユーザーが支払う電気代に無頓着に設計が行われやすい。一つの電気製品に1Wの待機電力があれば、20台で20Wになる。待機電力のレベルとして許されるレベルは0.1W以下であろう。この待機電力を防止する有効な方法は、法的に0.1W以上の待機電力のある製品の製造・販売を禁止することである。こうすれば電気製品を設計する技術者は、価格競争に陥ることなく待機電力のない製品を設計できるようになる。

## 5. 新エネルギーの導入

新エネルギーの導入に関しては、総合エネルギー調査会の見とおしが知られている。しかし、この目標は過去、次々と大きな数値に置きかえられている。技術の進展によって見とおしが出てきたから、数字が大きくなってきたということもできるが、実際には新エネルギーの普及を抑制してきた面もある。すでに現実には2000年の風力発電の普及は13万kWを超えた。最近ではこの表の風力発電の規模が、2010年には300万kWに改定されるといわれている。「政府見とおし」が現実には追い抜かれているわけである。ドイツの風力発電



表4 新エネルギーの導入

	政府見とおし 2010年度 基準ケース	政府見とおし 2010年度 対策ケース	WWFシナリオ 2010年	WWFシナリオ 2020年
太陽光発電	23万kW	500万kW	1000万kW	3000万kW
風力発電	4万kW	30万kW	800万kW	1600万kW
太陽熱	109万kリットル	450万kリットル	133万kリットル	200万kリットル
バイオマス			70万kリットル	208万kリットル

(政府見とおしは1998年発表)

kリットルは、一年間に供給される熱の量、発熱量の石油換算値

はすでに500万kWを超えている。

太陽光発電に関しては、コストの低下が続いており、このまま進むと累積生産量が100万kWを超えるころには既存電源に対しても経済性を獲得して、広汎に普及すると予想される。設置可能な土地では食料よりも土地生産性(単位面積あたり年間収入)が高くなる場合があり、非常に普及する可能性を持っている。

バイオマスについての政府見とおしは、黒液・廃材利用(2010年度基準ケース517万kリットル、対策ケース592万kリットル)がある。ここではそれ以外に木材などを利用するバイオマス発電を想定した。日本におけるバイオマス発電はきわめて低調であり、北欧に比較するとほとんどないに等しい。今後はこの分野の技術革新を刺激することが重要である。

## 6. CDMとJI

CDM(Clean Development Mechanism、クリーン開発メカニズム) / JI(Joint Implementation、共同実施)とは、先進国と途上国間(CDM)あるいは先進国間(JI)で、省エネルギーやクリーンな技術のプロジェクトを通し、最も資金効率のよい温室効果ガスの削減を行うものであり、COP3において京都議定書を実施するための柔軟性措置として決められたものである。

CDM（クリーン開発メカニズム）は、先進国が開発途上国に技術支援をして、温室効果ガスの削減ができれば、これを先進国の得点として評価するものである。JI（共同実施）は先進国同士で温室効果ガスの削減を行うものである。

CDMとJIの詳細は決まっていないが、同じ資金を投下して温室効果ガスを削減するのであれば、先進国よりも途上国で実施した方が資金効率が高い場合があることが知られている。

そこで、WWFシナリオでは実際に海外とのプロジェクトを実施した場合の試算を行った。日本における温室効果ガス排出を2%削減するには、どの程度のプロジェクトの規模になるかを知るためである。

その内容を以下に示す。ここでベースラインとは、もしCDMやJIが行われない場合にどうなるかを示すもので、削減量を決定する

表5 CDM / JIのプロジェクト・リスト

プロジェクト	規模	ベースライン	削減量(万トンC)
天然ガス発電所	200万kW	石炭火力発電所	143.6
既存発電所の改修	300万kW	既存石炭発電所	39.6
燃費のよい小型自動車	100万台	既存自動車	16.0
ハイブリッドカー	100万台	既存自動車	40.0
CNG自動車	20万台	既存自動車	7.2
インバータ制御モータ	100万kW	既存モータ	22.6
高効率モータ	50万kW	既存モータ	3.1
蛍光灯	150万kW	白熱灯	61.9
LED誘導灯	5万kW	蛍光灯	5.5
太陽光発電	100万kW	石炭火力発電所	37.7
風力発電	100万kW	石炭火力発電所	66.1
バイオマス発電	50万kW	石炭火力発電所	82.6
バイオガス発電	20万kW	石炭火力発電所	28.6
太陽熱	50万トンガス換算	ガス	30.0
合計			584.6

基準になるプロジェクトである。ベースラインに対してどれだけ温室効果ガスを削減できるかを計算してこれを評価している。

各プロジェクトは2003年から開始して、その蓄積が結果として2010年には表5のような効果を生み出すものとした。

以上のうち経済性の高いものは省エネルギー関連である。太陽光発電は、途上国では年間日照時間が日本よりも長い国があり、日本で実施するよりも経済性が高い場合が多い。

全体で、炭素換算で580万トン規模になり、これで2010年に日本の排出量にマイナス2%の削減として計上できることがわかる。2020年にも同等の規模のCDM/JIが行われるものとした。

## 7. シミュレーション

WWFシナリオの計算を行うには、国立環境研究所/京都大学が開発したAIMエンドユースモデルを利用した。ここでは、シミュレーションモデルAIMについて簡単に紹介し、その基準ケースとWWFシナリオの内容を示す。

### 1) AIMモデルの概要

AIMは、アジア太平洋地域を中心に、温室効果ガスの発生および削減対策とその結果としての気候変動による環境影響を評価する目的で、国立環境研究所と京都大学のプロジェクトチームにより開発されているものである。

AIMエンドユースモデル(エネルギー最終消費についてのモデル)は、エネルギーサービスとその機器に関して詳細な条件設定を行い、それを前提にして省エネルギーが進んでいく様子をシミュレートすることができる。

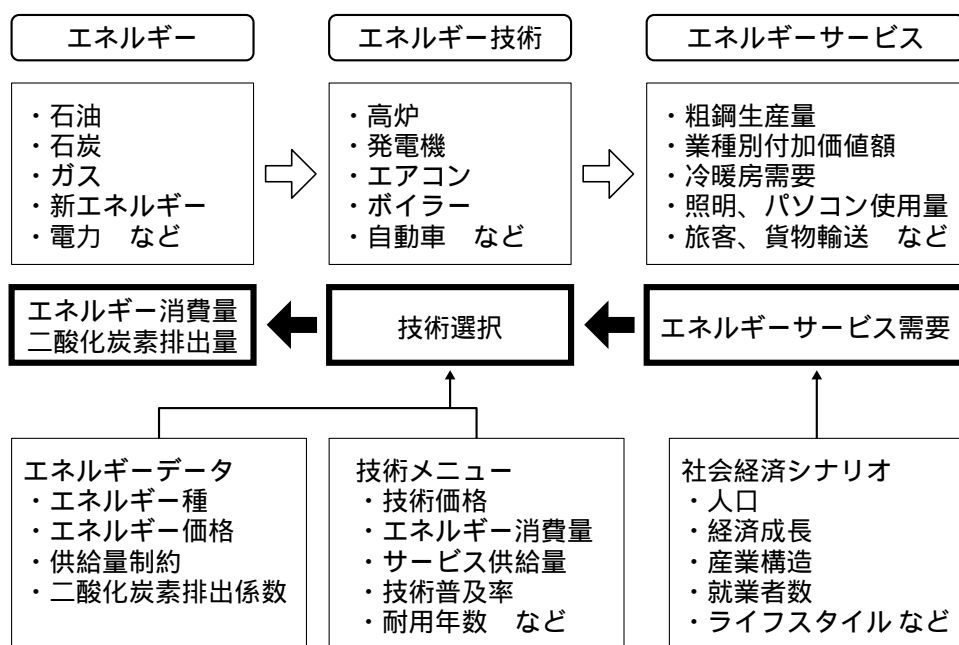
これは、いわゆる「ボトムアップ型」のモデルであり、将来必要となるエネルギーサービス量を部門ごとに外生的に積み上げ、それぞれの部門のエネルギーサービスを満たすのに最も経済効率的な技

術を選択する。そしてその結果決まるエネルギー効率をエネルギーサービス量と掛け合わせることによって、最終的なエネルギー消費量が決まる。技術導入の初期コスト、運転時のエネルギーコストを勘定して個々の技術が選択されるため、炭素税等によりエネルギー価格が政策的に引き上げられる場合や補助金等により初期投資を引き下げた場合に、どの程度まで排出量を抑制できるかを数量的に評価できる。このモデルでは、マクロ経済の成長率や部門ごとの産出量などを外生的に与える。対策のいかんによらず、各部門がそれぞれで極めて経済合理的な技術選択を行う。そのため、本モデルでは、将来のエネルギーサービス量を減らすことなく、すなわち将来の生産活動や生活に変化なく、技術的な効率改善のみによってどこまで二酸化炭素を削減できるかがシミュレーションされる。また逆に、望ましい水準の技術的な効率改善を動機づけるために必要な対策について、シミュレーションによって明らかにすることもできる。他方、エネルギー価格の上昇が直接的にエネルギー需要を抑制したり、貯蓄を減少させたりする関係は、モデル分析の場外に置かれる。

同モデルの基本構造は図3のとおりである。

将来の社会や経済の発展の方向には、多くの不確実性が含まれている。そこで、AIMエンドユースモデルにおいては、いくつかのシナリオを検討している。そのうちの一つのシナリオを、WWFシナリオの基準ケースとして採用した。それは表6のような内容のシナ

図3 AIMエンドユースモデルの概要



リオである。

基本的なシナリオの設定数値は、表7のようになっている。

このシナリオでは、環境技術の開発と普及によって、経済発展と低炭素社会の両立が達成され、リサイクル技術や大気汚染対策技術の導入が進展する。2010年まで原子力4基の新設を見込んでいる。

表6 基準のシナリオ

	内容
基調をなすテーマ	・技術革新により、脱マテリアル化と経済発展の両立をめざす。
人口・世帯・労働	・出生率の低下はやや緩和される（国立社会保障・人口問題研究所による人口推計の中位ケースと同程度） ・2030年の平均世帯人員は2.42人。 ・高齢者や女性の社会進出が進む。
経済・産業	・投資は環境保全を目的とするものが優先され、環境関連産業が伸長する。経済構造の核に環境保全をすえる形で経済の発展も重視するので、ある程度高い経済成長率が達成される。
ライフスタイル	・技術開発によって資源効率を向上させることにより、サービス需要を下げることなく、環境調和型ライフスタイルへ移行する。
国土・交通	・都市はコンパクトにまとまり、職と住が近接する。 ・都市内交通はLRTや都市モノレールによって担われる。
エネルギーシステム	・燃料電池の普及が進む。 ・天然ガス火力発電所や燃料電池の普及により、天然ガス中心のエネルギー構成となる。

表7 計算の基本的な数値

	2010年	2020年
経済成長率（年平均）	1.60%	1.40%
人口（百万人）	128.4	126.4
粗鋼生産量（万トン）	9120	8265
第3次産業シェア	65.4%	67.1%
世帯数（百万世帯）	49.4	49.7

## 2) ケース設定

AIMエンドユースモデルでは、基準ケースに加え、用意した技術リストを適用して二酸化炭素排出量の削減を図る「対策ケース」の計算を行うことができる。これにWWFシナリオを加えて、以下のような3種のケースの計算を行った。

### 基準ケース（技術一定ケース）

エネルギー消費技術の使用シェアが将来にわたり変化しないと想定したケース

### 対策ケース

省エネ投資が行われるケース。初期投資コストが高い技術の導入が進むとき、その結果として、どの程度二酸化炭素排出量が削減されるかが示される。

### WWFシナリオ

ここで説明した各種の技術と政策を盛り込んだ内容を計算する。

## 3) AIMにおいてすでに取り扱っている技術

表8に示した内容はすでにAIMにとりあげられており、これらを適用した「対策ケース」では2010年の二酸化炭素排出は90年比でマイナス2%になる。

表8 AIMで扱っている技術リスト

	省エネルギー・新エネルギー技術
産業部門	次世代コークス炉、乾式コークス消火設備、乾式高炉炉頂圧発電、スクラップ予熱、堅型セメントミル、改良型キルンバーナー、高炉セメント、コンバインド発電、高性能ナフサ分解装置、電力回収タービン、高効率黒液ボイラ、高性能工業炉など
家庭部門	省エネ断熱基準、省エネ型エアコン、省エネ型冷蔵庫、Hfインバータ蛍光灯、電球型蛍光灯、省エネ型TVなど
業務部門	省エネ型エアコン、ガスタービンコージェネ、省エネ型空調搬送動力、未利用エネルギー利用、センサー付き照明など
運輸部門	低燃費ガソリン車（直噴式エンジン、CVT）、低燃費ディーゼル車など

#### 4) WWFシナリオの温室効果ガス削減リスト

WWFシナリオでは、表9に示した技術と政策を検討して、シミュレーションを行った。なお一部の技術はすでに部分的に実際に普及中のももあり、これらは「対策ケース」で評価しており、それに追加する形でWWFシナリオの計算を行っている。

**表9 WWFシナリオでとりあげた技術と政策**

技術 / 政策	2010年における実現内容	2010年 CO <sub>2</sub> 削減量 (万トンC)	2020年における 実現内容	2020年 CO <sub>2</sub> 削減量 (万トンC)
1) エネルギー転換部門				
柱上変圧器	8,000万kVAにアモルファストランスの導入	132	15,750万kVAに導入	259
2) 産業部門				
モータのインバータ制御	200万kWのファン、ブローア、ポンプのインバータ制御	75	400万kWのファン、ブローア、ポンプのインバータ制御	152
工場の変圧器	5800万kVAにアモルファス変圧器を導入	96	1億2492万kVAに導入	206
高効率モータの導入	3000万kWに効率+5%upのモータ利用	85	6000万kWに利用	170
高効率照明の導入	現状の蛍光灯に対して20%効率の高いIHF蛍光灯800万kWの導入	111	1200万kWに導入	165
LED照明の導入	現状の蛍光灯に対して2倍効率の高いLED照明200万kWの導入	137	600万kWに導入	413
建築リフォームによる住宅の長寿命化	毎年、木造住宅10万戸がリフォームを行い、寿命をのばす。材料製造用エネルギーが毎年46万トンCだけ減少する。	46	年間15万戸のリフォーム	69
小計		550		1175
3) 輸送部門				
乗用HB車の導入	乗用車ストックの60%が既存自動車の2倍の効率のハイブリッド車になる	1008	乗用車ストックの30%がハイブリッド車	504

貨物HB車の導入	貨物車ストックの20%が既存貨物自動車の2倍の効率のハイブリッド車になる	66	貨物車ストックの30%がハイブリッド車	98
乗用FC車の導入	乗用車ストックの3%が既存自動車の2.5倍の効率の燃料電池自動車になる	60	乗用車ストックの60%が燃料電池自動車	1210
普通車の税制を80年代末にもどす	排気量2リッター以上の車が1300万台から300万台へ減少する(92年レベルへ)	240	排気量2リッター以上の車が300万台に減少	240
軽自動車の優遇税制	乗用車ストックのうち800万台が小型車から軽自動車へ移行する	192	800万台が軽自動車に移行	192
エコドライブ・ライセンス	800万人が免許取得・更新時にエコドライブ・ライセンスを取得し、燃費を6%向上させる	38	1600万人が取得する	77
自動車メンテナンスの奨励	800万台がメンテナンスによりタイヤ空気圧のチェックなど燃費3%の向上	19	1600万台が利用する	38
環境定期券	通勤定期をもつと休日に家族と一緒に割引が利用できる。300万人が年に10回クルマから電車へ。自動車利用が2000km減少。	48	600万人が利用する	96
レンタカーの奨励	カーシェアリング、レンタカーのビジネス奨励により自動車利用の減少	19	600万人が利用する	38
小計		1692		2494

#### 4) 業務部門

高効率変圧器	商業施設、ビルなど1400万kVAにアモルファストランス導入	23	2600万kVAの導入	43
コジェネレーション	300万kWのガスエンジンまたは燃料電池コジェネ、電力消費の80%を供給する。	151	900万kWの導入	453
無電極街路灯の導入	高周波による水銀灯の2倍の効率の無電極電球、20万kWを街路灯に導入	14	50万kWの導入	34
LED交通信号灯	17万カ所の交差点の98万個の信号をLED(発光ダイオード)化	9	すべての交差点の信号をLED化	9
白熱灯のLED化	ホテル、喫茶店などの照明200万kWをLED照明に代替	120	400万kWに導入	239



蛍光灯のLED化	ホテル、喫茶店などに2倍の効率の照明200万kW	69	400万kWに導入	138
誘導灯のLED化	高輝度非常口誘導灯18万kWの70%にLED誘導灯を導入、効率は4倍になる	16	100%に導入	23
LCDパソコン	2000万台のCRTパソコン(120W)からLCDパソコン(20W)への代替	80	4000万台がLCD化	159
貸事務所の断熱性向上	10万件のオーナーとテナントの関係の改善	50	同左	50
待機電力の低減	パソコン、コピー、FAXなどOA機器の待機電力削減(100万件)	13	待機電力の削減(200万件)	26
IT革命で紙の電子化	カタログ、新聞、書籍の紙100万トン電子化	50	カタログ、新聞、書籍の紙300万トン電子化	150
自動販売機の効率向上	254万台の自動販売機の電力消費を54%削減	77	電力消費の70%を削減	100
潜熱回収型温水ボイラーの導入	排気ガス中の潜熱を回収しガスボイラーの効率を15%向上、ホテル・旅館・飲食店の給湯需要の20%を対象	7	62kW規模、20万台の導入	14
エレベータの省エネルギー	10万台の油圧式エレベータに代わり機械室レスエレベータの普及	11	3.7kWの代表機種換算で20万台の導入	22
ビルのエネルギー管理システムの普及	ビル内の照明、エアコン、熱源を制御するコンピュータシステムの導入、6%の省エネルギー	38	業務用エネルギー需要の15%に適用	56
小計		727		1518

#### 5) 家庭部門

LCDテレビ	2000万台のCRTテレビ(150W)がLCDテレビ(50W)へ代替	55	4000万台がLCDテレビになる	110
LCDパソコン	1200万台のCRTパソコン(120W)がLCDパソコン(20W)へ代替	25	2400万台がLCDパソコンになる	50
高性能電気冷蔵庫	現状の2倍の効率の電気冷蔵庫が全世帯に普及する	268	現状の2.5倍の効率、全世帯に普及	322
燃料電池コジェネ	家庭用の燃料電池コジェネ(燃料:都市ガス)が200万戸に普及	81	1000万戸に普及	407
待機電力の低減	全世帯の待機電力20W分を削減	155	全世帯の30W分を削減	233

潜熱回収型給湯器	排気ガス中の潜熱分を回収する給湯器で2000万戸の温水需要を15%節減	58	ガス利用の全世帯に普及	87
パッシブソーラー	200万戸の暖房需要と温水需要の40%を節減	32	300万戸に普及、60%を節減する	72
内炎型ガステーブル	ガステーブルの効率が18%向上。全世帯の70%に普及する	23	全世帯に普及	33
小計		698		1314

6) 新エネルギー(すでに進展中のものを含めて以下の規模になる)

太陽光発電	1000万kW	189	3000万kW	566
風力発電	800万kW	330	1600万kW	661
太陽熱	133万kリットル	96	200万kリットル	144
バイオマス	70万kリットル	50	208万kリットル	150
小計		665		1520
WWFシナリオ合計		4463		8280

## 8. シミュレーション結果

AIMモデルの「技術一定ケース」では、1990年レベルを基準にして2010年の二酸化炭素排出量が13%増大することを示している。また「対策ケース」ではすでに住宅の断熱化、電気機器の効率向上、産業技術の交代など各種の技術を織り込んで、2010年の二酸化炭素排出量をマイナス2%にできることを明らかにしている。

WWFシナリオを計算すると、CDM/JIを含めずに、二酸化炭素排出量が1990年レベルを基準にして2010年にマイナス10%、2020年にはマイナス24%になった。

表9、表10には、各部門別に温室効果ガス削減量と最終エネルギー消費量を示した。

WWFシナリオは、上記に示した国内の二酸化炭素排出量の削減にCDM/JIを加えることにより、2010年にマイナス12%、2020年

表10 WWFシナリオの二酸化炭素排出量（CDM / JIを含まない）

	1990	1998	2010	2020
産業部門	140	136 ( 97 )	123 ( 88 )	107 ( 76 )
家庭部門	38	41 ( 109 )	33 ( 86 )	26 ( 69 )
業務部門	34	39 ( 116 )	31 ( 92 )	28 ( 84 )
運輸部門	59	72 ( 122 )	56 ( 94 )	44 ( 74 )
エネルギー転換部門	15.7	17 ( 107 )	15 ( 96 )	12.3 ( 78 )
合計	287	305 ( 107 )	257 ( 90 )	217 ( 76 )

単位：百万tC、( )内の数字は1990年比（1990年 = 100）

表11 最終エネルギー消費量（CDM / JIを含まない）

	1990	1998	2010	2020
産業部門	7548	7823 ( 104 )	7594 ( 101 )	6903 ( 91 )
家庭部門	1797	2078 ( 116 )	1975 ( 110 )	1841 ( 102 )
業務部門	1484	1865 ( 126 )	1734 ( 117 )	1763 ( 119 )
運輸部門	3171	3893 ( 123 )	3018 ( 95 )	2382 ( 75 )
合計	14001	15659 ( 112 )	14321 ( 102 )	12889 ( 92 )

単位：GJ、( )内の数字は1990年比（1990年 = 100）

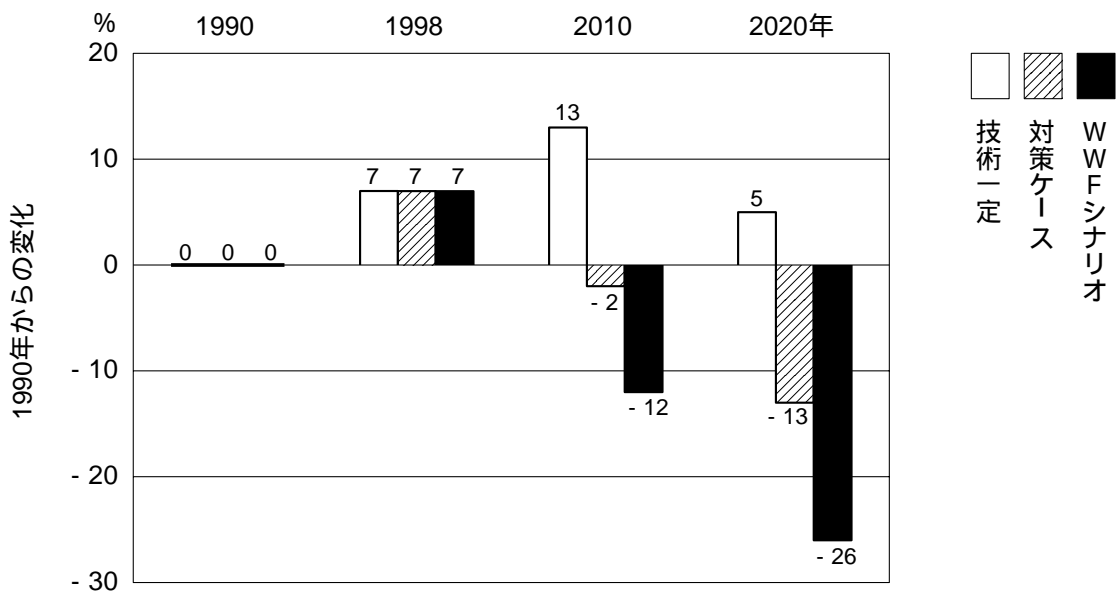
にはマイナス26%の二酸化炭素排出削減の可能性を示している。

2010年の二酸化炭素排出量をみると、1990年に比較して、産業部門88%、家庭部門89%、業務部門93%、運輸部門94%、エネルギー部門94%になっている。2010年には、産業部門76%、家庭部門72%、業務部門85%、運輸部門74%、エネルギー部門76%になっている。

2010年には運輸部門があまり減少していないが、2020年には燃料電池自動車など効率の高い自動車が利用されるようになり、74%に低下している。業務部門の減少が比較的少ないのは、サービス経済への移行が進むため産業部門の減少に対応した面がある。

以上のシミュレーションによる主要な結論は以下ようになる（**図4**参照）。

図4 WWFシナリオの二酸化炭素排出量（CDM / JIを含む）



効率の高い技術の普及、サービス経済への移行、ライフスタイルの変革に配慮した政策とCDM / JIの実施により、2010年には、日本の温室効果ガスを1990年比でマイナス12%に削減することが可能である。

マイナス12%のうち、10%は国内で実施可能な政策であり、2%は海外諸国との協力によるCDM / JIである。

## 9. 提言

二酸化炭素排出量の削減には、新しい技術の積極的普及、サービス経済への移行、ライフスタイルの変革、CDM / JIの4種の政策が有効である。ここで検討した各種の政策を実施すれば、温室効果ガスを日本政府がCOP 3で決められた目標以上に削減する可能性がある。

なお、本報告では各種の技術や施策の導入を想定してシミュレーション計算を行って、二酸化炭素の排出削減の可能性を示した。しかし、その具体的な詳細な実現方法や導入費用については取り扱っ

ていない。むしろ、このシナリオを実現するとこのような削減が可能という案を示したものである。

WWFシナリオの提言は以下の各項である。

自動車の税制を再検討して、普通乗用車の税制を80年代末の状態にもどす。同時に、グリーン税制の本格的な適用によって、軽自動車、小型自動車が多く利用されるようにする。

太陽電池の普及に成功したように、省エネルギーと新エネルギー技術の研究開発だけでなく、新技術の普及策に補助金をあてる。ハイブリッドカー、燃料電池自動車、LED照明などの新しい効率の高い技術の研究開発だけでなく、普及策を政策的に援助する。

ESCO、高効率照明の普及、電気製品修理サービス、カーメンテナンス、レンタカーサービスなどの新しいサービス経済を奨励するための政策を充実させる。

エコドライブ・ライセンス、環境定期券などのライフスタイルの変革を促すような政策を実施する。

過剰な照明、過剰な暖房、過剰な冷房を抑制するためのESCO活動がサービス経済のなかに組み込まれて成立するようなしくみを政策に反映させる。

それぞれの電気製品の待機電力をゼロか0.1W以下にするための法的規制を検討する。すでに待機電力を減少させる技術はあり、電機業界のビジネスルールとしてこの規制を行うことが有効と思われる。ルールがなければ製品の価格競争に陥り、待機電力を減少させる方向には進展しない。

温室効果ガスを削減することは、人類が21世紀を賢く生き延びられるかどうかの試練の一つになってきている。COP 3の成果である京都議定書を実施するだけでなく、さらに温室効果ガスを削減してゆくことが必要であり、それにはここに示したような政策が有効である。

## 参考文献

- 1) WWFジャパン (財団法人世界自然保護基金日本委員会) 『日本におけるCO<sub>2</sub>削減のためのキーテクノロジー政策』1997
- 2) 榎屋治紀「学習曲線による新エネルギーのコスト分析」日本太陽エネルギー学会誌、Vol. 25, No. 6、1999年11月
- 3) 乙間末広ほか「飲料用自動販売機のエネルギー消費量と二酸化炭素排出量及びその対策に関する評価」エネルギー・資源、Vol. 19, No. 3、1998年5月
- 4) Mobility At Your Convenience, Car Sharing-the Key to Combined Mobility, Energy 2000
- 5) Synthesis Report, EST, Environmentally Sustainable Transport, OECD
- 6) 今泉みね子 『ドイツを変えた10人の環境パイオニア』白水社、1997年
- 7) Eco-Drive Under Test, Evaluation of Eco-Drive Courses, Energy2000

## 本報告およびWWF温暖化防止キャンペーンに関する問い合わせ・連絡先

### 鮎川ゆりか

WWFジャパン  
東京都港区芝3-1-14  
日本生命赤羽橋ビル6F  
TEL. 03-3769-1711  
FAX. 03-3769-1717

Jennifer Morgan  
Director,  
WWF Climate Change Campaign  
WWF US  
1250 24th Street NY  
Washington DC 20037-1175  
TEL. +1-202-822-3455  
Fax. +1-202-331-2391

Website :  
<http://www.panda.org/climate>  
<http://www.wwf.or.jp/>

## 温暖化問題解決のためのWWFシナリオ

### 2010年、2020年に向けての指標

---

2001年7月10日発行

### 発行 WWF温暖化防止キャンペーン

WWFジャパン  
東京都港区芝3-1-14日本生命赤羽橋ビル6F  
TEL. 03-3769-1711  
FAX. 03-3769-1717

---

DTP編集レイアウト：荒川俊児 印刷：アクティブサービス



WWFの使命は、次の3つの活動によって、地球の自然環境の悪化をくい止め、人類が自然と調和して生きられる未来を築くことです。

世界の生物多様性を守る

再生可能な自然資源の持続可能な利用が確実に行なわれるようにする

環境汚染と浪費的な消費の削減を進める



## WWF 温暖化防止キャンペーン

WWF ジャパン

東京都港区芝3-1-14 日本生命赤羽橋ビル6F

TEL. 03-3769-1711

FAX. 03-3769-1717