

## 論 説

## エコエフィシエンシーとエコデザイン

— 環境に配慮した製品・サービスの革新的コンセプト —

Eco-efficiency and Eco-design

— An Innovative Concept of Products and Service Concerning Ecology —

小 田 克 郎\*・山 本 良 一\*

Katsuro ODA and Ryoichi YAMAMOTO

## 1. はじめに：Eco-efficiency とは何か？

人類が地球上で引き起こしている環境破壊に対して関心をもち始めてから既に長い年月がたっている。1960年代に、公害レベルが異常に高くなり、健康を害するようになったため、先進工業国では環境劣化に対する最初の取り組みが起こされた。大気、水質ついで廃棄物に対する規制基準が決められた。当時は、排出物の濃度を薄めることが最も安価な方法であった。1970年代にはEnd of Pipe（汚染末端）での規制が始まった。例えば、自動車業界では触媒型排気ガス抑制器が環境に優しい装置として開発された。1980年代にはリサイクルが新しい方法として台頭してきた。1990年代初めにIntegrated Technologies, Cleaner Production Methodsが現れ始める。これらでは代替プロセスを用いることにより既知の有害物質の発生を避け、消費エネルギーを押さえている。しかしこれらも基本概念は変わっていき、結果として汚染末端での洗浄によりエコロジーを進めているに過ぎない。一例として自動車を考えた場合、本来ならばエコインテリジェントな解決法により如何にして都市での人々の自動車による移動を脱物質化できるかを考えるべきである。それに対して環境に対して優しいと言われ未だに使われている触媒型排気ガス抑制器は毎年約3tの非再生可能な物質を自然界から持ち去っている。つまり、その時点までの環境対策、政策により確かに汚染は減少しているが、気候変動、資源枯渇などの地球規模の課題に対する解答は何も得られていなかった。ある物質的な価値を生み出すために、物質を自然界でもともとあった場所から移動することによりどのような負荷が環境にかかるかを何も考慮しないで、環境資源をいじり、環境に対して非可逆的な擾乱を与えていた。既に、1970年代にローマクラブが人口の爆発的増加、資源の枯渇、環境破壊の結果として経済成長に限界があると指摘していた。

そのような中で、1992年にリオデジャネイロで開催さ

れた地球サミットが開催された。そこで、Business Council for Sustainable Development（BCSD、後のWBCSD）が環境と経済の効率的な組み合わせとしてEco-efficiency（EF：環境効率）がビジネスに有用な概念であると提唱した。その目的は“人間のニーズを満たし生活の質を向上させる製品とサービスの提供を、そのライフサイクル全体にわたる環境への影響と資源の使用量を地球が耐えうる限度以下に抑制しつつ行う”である。また、この概念を用いる際に重要なこととして(1)指標やゴールを構築する、(2)技術、組織の形態、物の考え方の革新、(3)指標をモニターしつつもし必要ならば戦略を微調整する、を挙げている。著者らはEco-efficiencyとは例えば、

$$EF = \frac{\text{製品性能 or サービス or 顧客満足度}}{\text{ライフサイクルの環境影響}}$$

で定義されると考えている。

そしてこのサミットの後、人類にとって地球への環境負荷を如何にして低減するかが最大の挑戦すべき課題となった。しかし、その後も人口は増加し、資源はさらに消費され、廃棄され、貧しい人々がさらに増加し、それでいながら生物種、利用できる新鮮な水、肥えた大地、成層圏のオゾン層は減少して、人類はさらに危険で持続不可能な世界に生活している。

このような現実を踏まえて、1996年2月に開かれた経済協力開発機構（OECD）の環境大臣会議はEco-efficiencyを産業界、政府、一般家庭が汚染物排出や経済活動における資源使用を抑制する手段として有効な戦略として認めた。

OECDは、今後は製品がゆりかごから墓場あるいは新しいゆりかごまでのあいだに与える環境負荷を考えなければならない、生産者や使用者が資源や製品を購入する方法が大きなファクターになる、環境的だけでなく経済的にも我々の世界の脱物質化をしなければならない、そしてもし

\*東京大学生産技術研究所 第4部

持続的発展可能な社会を構築したければ、早急に資源生産性を上げなければならない、などの点を強調している。今後は全く新しい脱物質化したサービス供給機器の世界を構築する必要がある。そのためには know-how, know-when, know-where, know-who についての高度の知識が必要である。サービスをどれだけ利用でき、どれだけ利用しやすいかに注目する経済形態にしていく必要がある。OECD としては積極的にこのような変革を推進していくことを宣言している。また、推進していく際の手段として Factor 10 が有効であるとした。

Factor 10 は 1992 年にドイツの Schmidt-Bleek により提唱され<sup>1)</sup>、2025-2040 年までに全世界のマテリアルフローを半分にすることを目的にしている。様々な資源の内、CO<sub>2</sub> 放出量を 2040 年までに半減することは、大気中の CO<sub>2</sub> 濃度を 350-450 ppm で安定化させることと対応している。現在 OECD 諸国では全世界の人口の 1/5 を占めているが、2050 年にはこの割合は 1/10 に減少する。それにも関わらず、これらの諸国は全世界の供給するエネルギーの約半分を消費していて、全世界で放出される CO<sub>2</sub> の約半分を放出していることになる。従って、放出する量を半分にし、資本生産あたりの放出量を全世界で公平にするためには OECD 諸国の人々は放出量を 1/10 にしなければならない。このように、Factor 10 には平等の概念が含まれている。

Eco-design とは Eco-efficiency を向上させるために行う製品設計方法である。Performance (製品性能) を Impact (環境に与える影響) で割った P/I を高めるような設計を行う。その方法として、P を高めるのと I を小さくする 2 通りがある。I を低くするには環境負荷の小さな材料の使用、物質集約度の軽減化、Eco-efficient な生産技術や物流システムの使用、使用時における環境負荷の軽減化、使用後のリサイクルや部品の再利用の最大化、健康や環境に対するリスクの減少をはかる、等のようにすれば良い。それに対して、P を高めるためには、寿命を延ばす、修理が容易な設計にする、機能の拡張性を高める、再利用ができるようにする、時間が経っても美しさや機能が失われないような設計にする、共有によって利用集約度を高める、等のようにすれば良い。

現実に Eco-design の手法を活用することで、Eco-design 自身が環境効率経営、持続可能社会へ向けて発展していくことが期待される。Eco-design の発展モデルの代表例としてオランダの H. Brezet が提唱した 4 段階モデルがある。

#### Step 1 : 製品改善

汚染防止や環境配慮の観点からの改善

タイヤの回収システムのシステム化、原材料、冷却剤の変更など

#### Step 2 : 製品再設計

部品の変更、無毒製物質の使用

リサイクル率を高め、分解性を改善する

部品の再利用、ライフ細工でのエネルギー使用量の最小化など

#### Step 3 : 機能革新

製品機能の発現のさせ方の変更

紙による情報の交換から、E-mail への変更

車に私有から“call a car”システムへの変更など

#### Step 4 : システム革新

インフラ、組織の変更

農業の工場ベースの食料生産への変更

情報技術に基づいた組織、輸送、労働における変更など

このモデルではそれぞれの Step で 2, 5, 10, 20 倍の資源生産性の向上を図っている。ここで、資源生産性とはサービスをそのサービスを得るために投入した物質質量で割った物で、Eco-efficiency に置き換えても良い。

以上のような Eco-efficiency という新しい概念がリオデジャネイロで開催された地球サミットから発せられて、特に西ヨーロッパとスカンディナヴィア諸国、そして遅ればせながら日本の企業と政府がそれまでとは異なった環境政策、ビジネスを推進するようになった。以下にそのいくつかの例を紹介する。

## 2. Eco-efficiency の例

### 2.1 フィリップス社における Eco-efficiency

オランダの Philips 社は資本金 400 億 \$、雇用人員 265,000 人で、300 以上の工場を世界中に持っている。1970 年にローマクラブに参加して、それ以来国際的な環境政策の必要性を積極的にオランダ政府に提案している。

環境活動をするためのドライヴィングフォースとしては、顧客（プライヴェート、企業、政府、機関）、法律/規制、価格/質がある。これらに対して今後企業はより積極的に消費者の立場に立ってかつビジネスの質を高めるようなマネジメントをしていく必要がある。Philips ではこのような立場に立って、EcoVision をビジネスに取りこんで環境マネジメントを始めた。ここでは 1998 年に Green flag-ship という環境をできるだけ意識して製造した一連の製品群の開発を始め、1999 年までには全製品の x % を、2001 年までには y % ( $y > x$ ; x, y は各部門によって異なった値を設定している) を Eco-design するようにし、さらに 2000 年には 1994 年に比べてパッケージ量を 15 % 削減することになっている。製造過程については 1994 年と比較して 2002 年には廃棄物を 35 %、水の使用量を 25 %、有害物質を第 1, 2, 3 分類でそれぞれ 98, 50, 20 % 削減し、エネルギー効率を 35 % 上げ、全ての事業所で ISO 14001 を取得することになっている。このように自社の製品に対して環境を意識した活動をするには企業内で自らが現在どこまで

環境を意識しているかを理解すること、プロセスを組織的にすること、道具あるいは手法を供給することが必要である。また企業の外に向かっては、製品の環境指標の基準の作製、外部評価、環境指標を単なる技術的なものから製品のライフサイクル全体を考えたものに変えていく必要がある。Philips ではこれまでにこのような姿勢で製品開発を行ってきている。その成功例として Typhoon Monitor A 280 BQ と呼ばれるモニターがある。このモニターの性能はその前のモデルに比較して大幅に向上しているが、材料費、部品数、製造時間、エネルギー消費量などは大幅に減少している。

このように、Philips では Eco-design をビジネスに取り込むことが可能であることを実証した。Eco-design はビジネスを抑制するのではなく、ビジネスの魅力を向上するものであることがわかった。

## 2.2 スウェーデンの食料事情と Eco-efficiency<sup>2)</sup>

食料の供給に関しても Eco-efficiency を考える必要がある。この場合は特に地域格差の問題が大きい。例えば、スウェーデンのように北方にあり全ての食料の自給自足の難しい国では、より南方にあるフランス、ドイツとは異なった特別の条件下にある。スウェーデンではエネルギーの 17% は食料供給連鎖のために消費される。この連鎖には Fig. 1 に示すように、耕作、造園、漁獲、食品精製から始まり、レストラン、輸送、廃棄物の輸送まで様々なステージが含まれ、それぞれのステージでエネルギーが消費されている。今後、持続的発展可能な社会を維持するためには 2030 年までに Fig. 1 に示すような割合で消費エネルギーを削減する必要がある。

食糧供給に伴う Eco-efficiency を向上するためには、エネルギー効率の改善、肥料に用いるリンの量の削減、資源消費量、環境負荷の少ない農業の推進（必要最小限だけの食料、肥料を与える）、殺虫剤の使用量の削減、食料の貯

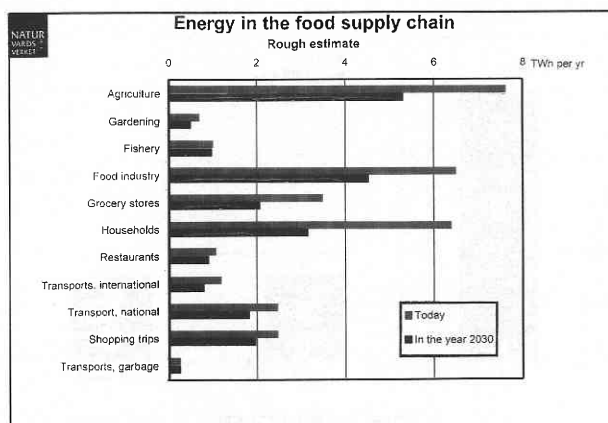


Fig. 1 現在および 2020 年に食糧供給連鎖中で消費されるエネルギー。

蔵能力の改善と廃棄量の削減等を推進する必要がある。ただし、Eco-efficiency だけではスウェーデンにおける食糧問題は解決できない。食料生産については、生物の多様性、土壌の生産能力が考えなければならないし、健康面については、食料の栄養学的な価値、多様な食べ方が問題となる。また近年、特に放射線を用いた防腐処置、品種改良をした生物等の新たなパラメーターを考えなければならないようなケースが現れだしている。栄養、経済的及び社会的な価値などを考慮に入れた新しい環境指標を見つける必要がある。

## 2.3 ヨーロッパの電気電子機器業界の考えている Eco-efficiency

ECOBILAN 社はヨーロッパの電気電子機器業界（EEE）が環境問題についてどのように関心を持ち、Eco-efficiency に対してどのように取り組んでいるかを調べた。また、ヨーロッパ製の PC について LCA を行った。

ヨーロッパの EEE 業界では、1980 年以来販売量は 6 倍に増えている。その間に商品が市場価値を持つ寿命は短縮化し、性能、価格の競争が激しくなっている。1990 年代前半までは環境は製品の評価基準ではなかった。それが、1997-8 年頃より EEE 業界にも政府等から規制がかかるようになった。製品を開発、設計する際にリサイクリングの促進、使用時のエネルギー消費量、および毒性物質の使用の抑制を行うようになってきている。その際に、“Design for Environment” のもとでの LCA の適応が始まっている。ここでその一例としてヨーロッパ製コンピューターの LCA についての結果を示す<sup>3)</sup>。Figure 2 には PC を 3 年間にわたって使用した場合に各ライフステージでどれだけの 1 次エネルギーを消費するかを示す。また、同じ PC を 3 年間にわたって使用した場合に各ライフステージで排出される廃棄物量とその種類を Fig. 3 に示す<sup>3)</sup>。このような LCA を行った結果、PC の Eco-efficiency の向上に、非常に効率的なのは、モニターの消費電力の低減化、寿命の延長、本体の消費電力の低減化で、ある程度効率的なのは、回収、リサイクルの徹底で、プラスチック部品に再生品を使う、パッケージのリサイクル、鉛フリーのはんだを使用することはあまり効率的でないことが判明した。

また、CRT モニターはコンピューター全体が及ぼす環境負荷の 50～60% を占めることもそれ以前の研究で判明している<sup>4)</sup>。

今後、ライフタイム全体にわたり与える環境負荷の導出方法の構築を進める必要がある。日本においては NEC が自社の PC にグリーンハウス効果、資源枯渇などを考慮に入れた LCA を行った結果、液晶モニター付きのノートブック型が全ライフサイクルにわたって環境に与える負荷はデスクトップ型の 1/10 に過ぎないことを報告している<sup>5)</sup>。

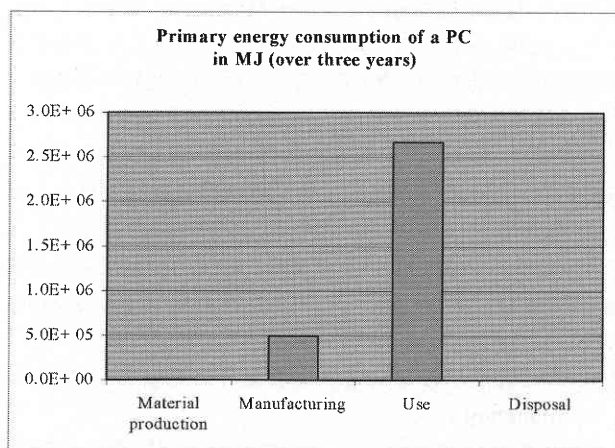


Fig. 2 PCを3年間に割って使用した場合、その各ライフステージで消費するエネルギー量。

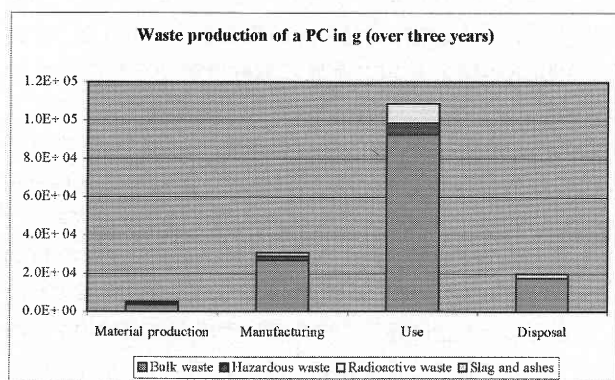


Fig. 3 PCを3年間にわたって使用した場合に各ライフステージで排出される廃棄物量とその種類。

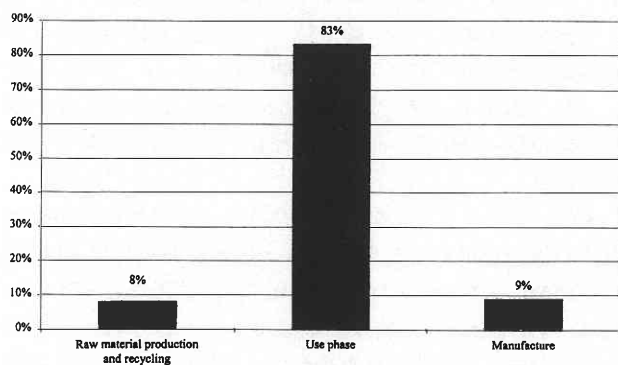


Figure 1 : Contribution of the three main phases of a car life cycle

Fig. 4 自動車が生産材料の生産やリサイクル時、使用時、製造時に環境に与える負荷。

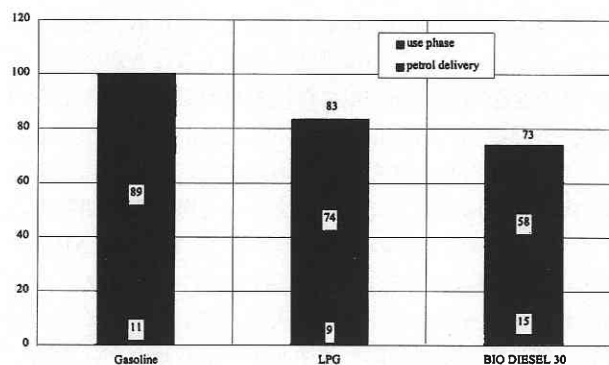


Figure 8 : Global warming potential

Fig. 5 ガソリン、LPG、バイオディーゼルで地球温暖化をどれだけ引き起こすかを比較した結果。

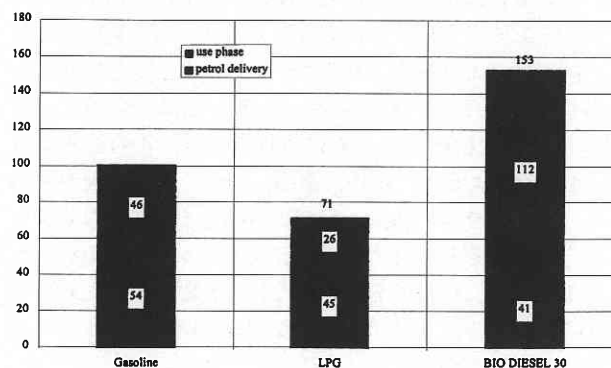


Figure 9 : Acidification

Fig. 6 ガソリン、LPG、バイオディーゼルで酸性雨をどれだけ引き起こすかを比較した結果。

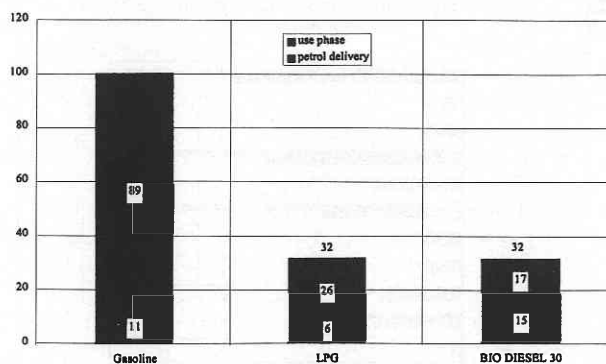


Figure 10 : Smog formation

Fig. 7 ガソリン、LPG、バイオディーゼルでスモッグをどれだけ引き起こすかを比較した結果。

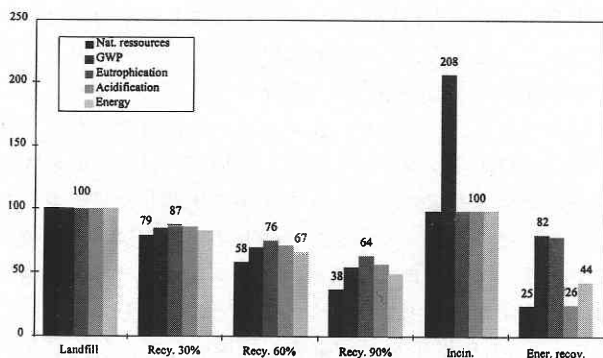


Figure 11: Results with the CML method

Fig. 8 ポリプロピレン製のバンパーの使用が終わった後埋め立て、30、60、90 %のリサイクル、焼却、エネルギー回収型焼却の6種類の方法で処理した際に引き起こす資源枯渇、地球温暖化、富栄養化、酸性雨、エネルギー消費。

## 2.4 自動車業界における Eco-efficiency<sup>6)</sup>

フランスでは自動車の排気ガスについて1970年以来、政府の規制が大きな成功を収めている。1975年以来フランスでの自動車の台数は大きく増加しているにもかかわらず全体の $\text{NO}_x$ 、HCの排出量は大幅に減少している。一方、燃料消費量に直接関わる $\text{CO}_2$ の排出量は自動車一台の燃料消費量が減少しているにもかかわらず着実に増加している。これは自動車の絶対数が増えているためである。そのため、ECでは1998年に $\text{CO}_2$ 排出量は2008年に販売される車では140 g/km、2012年には120 g/kmまで削減することとした(現在の排出量: 170 g/km)。このためには自動車の重量の軽減化が最も有効な方法である。しかしそれは車の安全性の向上とは矛盾する。このような矛盾を解決するためにもLCAを用いた環境負荷の定量化が必要である。

フランスのPeugeot Citroën社は自社の製品についてLCAを行い、Eco-efficientな自動車の開発に必要なデータを集めている。その結果、まずFig. 4に示すように、自動車は全ライフサイクル中に与える環境負荷のうち75～95 %を使用時に与えることがわかった<sup>7)</sup>。これはエネルギー消費が原因である。酸化、富栄養化、スモッグについても同様であることがわかった。その他にも、いくつかのケーススタディーを行っている。以下に2つほど紹介する。

### (1) 使用エネルギーの種類による環境負荷の違い。

燃料としてガソリン、LPG、バイオディーゼル(菜種油を30 %混ぜたディーゼル)を使用した場合それぞれが地球温暖化、酸性雨、スモッグ、の環境負荷をどれだけ引き起こすか比較した結果をFig. 5-7に示す。棒中の数字は上の方が使用時、下の方が燃料輸送時に与える負荷量を示す。地球温暖化に対してはバイオディーゼルが有効(燃料輸送時)、酸性雨に

対してはLPGが有効、LPG、バイオディーゼルはスモッグ形成に対して有効であることがわかった。

### (2) ポリプロピレン製のバンパーを使用終了時にどのように処理すればよいか。

処理方法として土地に埋め立て、30 %、60 %、90 %のリサイクル、焼却、エネルギー回収型焼却を用いた場合それぞれが資源枯渇、地球温暖化、富栄養化、酸性雨、エネルギー消費をどれだけ引き起こすかをFig. 8に示す。その結果、消費エネルギー、資源、酸性雨を考えた場合にはエネルギー回収型の焼却が有効、地球温暖化、富栄養化に対してはリサイクリングの方が有効であることがわかった。

## 3. 日本における Eco-efficiency<sup>8)</sup>

日本においても西ヨーロッパ、スカンディナヴィア諸国に遅れてEco-designが法制化されるなどして、多くの企業、政府機関などで導入されている。また、多くの国内、国際の研究グループ、プロジェクトが通産省などの援助のもとで、走り出している。例えば、著者らは1998年と1999年にスウェーデンとの間で大学、企業、政府の研究者らを集めた研究集会を開いている。また国内においても、生産技術研究所の特別研究委員会の一つとして、多数の企業とともに研究会を積極的に行っている。

また、日本の企業がこれまでにに行っているEco-designとして例えば、東京電力が行っている電力の供給および使用におけるEco-efficiencyの向上例がある。まず、供給面では、東京電力での火力発電は従来は石油、LNGを燃料としたボイラーによる発電方式が主流であったが、1986年に富津火力でガスタービンと蒸気タービンを組み合わせたLNGコンバインドサイクル発電方式を導入して熱効率を従来の40 %から50 %以上に向上した。その際のEco-efficiencyを調べるために、エネルギー消費量と発生する $\text{CO}_2$ 量とで比較してみると前者では1.33倍、後者では1.88倍の向上となっている。一方、使用面では、蓄熱式空調システムがある。このシステムは夜間にヒートポンプによって作った冷温熱を蓄熱層に蓄え、昼間にその熱を利用して空調などを行うシステムで、電力のピークシフトにも役立つ。また、熱源機の定格運転による効率向上や外気温の低い夜間運転による冷却効率の向上によって省エネルギーが実現できる。さらに、蓄熱を行う夜間は燃料構成の違いなどにより $\text{CO}_2$ 排出量が小さくなる。非蓄熱式の空調システムと比較した場合、エネルギー消費量では1.15倍、排出 $\text{CO}_2$ 量では1.33倍、Eco-efficiencyが向上している。

その他でも、例えば、輸送ではグリーンエネルギー車や500系、700系ののぞみは輸送のEco-efficiencyを約2倍に高めていると思われる。家電メーカーや事務機メーカー、コンピューターメーカーが進めているEco-designでは1990

年と比較して約5倍の向上を達成していると思われる。

テレビの技術的進歩についてしてみると、最近の液晶テレビは1953年の国産第1号テレビと比較して奥行きは1/9、重さは1/13、消費電力は1/6に減少しており、これらの数値だけから考えても資源生産性、Eco-efficiencyが10倍以上に向上していると考えられる。これは技術開発がランダムに行われてきても、Factor 10が実現されたことを意味し、今後、技術開発のベクトルをEco-designの方向に向ければ、2050年までに10倍以上の向上を達成することは容易である。

さらに、ソニーが開発している10年使用可能なリチウムイオンバッテリーは、従来のマンガン電池に比べて2000倍も資源生産性の向上が達成できていると同社では計算している。これはFactor 10を大幅に越えている。

もう一つのアプローチとして、ゼロエミッションプロジェクトがある。これは、工場や会社単位であらゆる産業廃

棄物を原材料に再利用していくことにより廃棄物をゼロにしていこうとする。1つの工場や会社で全て再利用して行く事が達成できない場合は、産業クラスターを作ろうという試みである。日本のビールメーカーは、ほとんどの会社で既にゼロエミッションを達成していて、日本で飲む国産ビールは全てゼロエミッション工場で生産したビールである。次にゼロエミッションを達成しているのは事務機械産業であり、富士ゼロックスやキャノンなどが一部の工場で廃棄物を限りなくゼロに近づけることに成功している。

Eco-designの進歩を示す重要な指標として、脱物質化がある。具体的には、ダスキンのマットやモップのレンタルクリーンケアサービス、日立のエスコ事業（省エネサービス）が知られている。また、インターネットによる音楽提供、有毒化学物質のレンタル、巡回図書館、農薬販売から病虫害防衛システムへの販売転換、カーシェアリングサービスなども脱物質化Eco-designとして知られている。

以上のような事例を含めてTable 1に日本で達成されているEco-designをH. Brezetの方法により分類してリストアップしてみる。明らかに現段階ではStep 1の製品改善やStep 2の再設計が主流を占めているが、最も進んだStep 4のシステム革命も一部では達成されていて今後、主流はこちらにシフトしていくと考えられる。

#### 4. Eco-efficiencyの今後

今後、Eco-efficiencyの向上を図っていく上で、まず考えなければならないのは先進国と発展途上国との間や、自然環境等にある地域間格差を意識する必要がある。また、企業と政府の協力関係をより推進する必要がある。今後の検討課題としてあげられるのは、

- (a) どのような消費形態が持続的か？
- (b) どのようにして他の政策と組み合わせられるか？
- (c) 概念をどのように全世界に発信するか？
- (d) Eco-efficientな製品、サービスの研究、開発、利用をどのように刺激するか？
- (e) 市場をどのように開拓するか？
- (f) 主要な政策決定機関をどのように取り込んでいくか？

である。製品の製造やサービスを提供する段階だけでなく、消費する段階でも同等に取り扱うことが重要である。政府、企業、投資家、消費者が一体となって消費形態を変えることにより製品を改善していく姿勢が望ましい。また、もう一つ忘れてならないのはLCAデータの蓄積、環境指標等を開発していかなければならないことである。

今後、強く意識しなければならないのは、“Eco-efficiencyは原理だけではなく、実行すべきものである”と言うことである。

(2000年1月24日受理)

Table 1 日本において達成されてきたEco-design.

##### 製品改善 (Step 1)

Mg 合金テレビ  
グリーンケابل  
遠心力洗濯機  
超音波洗濯機  
再商品化率 80% のエアコン  
省エネ長寿命蛍光灯  
省エネノート型パソコン  
エコシンボル製品  
グリーンウェアー製品  
BJ プリンター  
ハロゲンフリープリント基板  
エコカラット  
クロムレス亜鉛メッキ鋼板  
エコパッケージデザイン  
生分解性高分子  
エコ素材文具

シャボン玉石鹸  
トリノチェア  
カートカン  
TULC 缶  
宅配用牛乳瓶  
BG 無洗米  
高断熱真空ガラス  
700 系のぞみ  
209 系通勤電車  
エコロジカル寝具  
エコアイス mini  
ヘルツフリーポンプ  
エコキャップ  
TSOP  
長寿命プリンター

##### 再設計 (Step 2)

液晶テレビ  
焼酎のはかり売りシステム  
古紙再生ハニカムボード  
スプリングドライブ  
レンズ付きフィルム  
ゼロエネルギー住宅  
屋根材型太陽光発電システム  
ソイルセラミックス  
未来型実験集合住宅  
エコクリスタル  
オシログラフリーダー

手回し発電ラジオ  
ハイブリッドカー  
エコセメント  
電球サイズの蛍光灯  
熱発電腕時計  
自動発電腕時計  
再製造コピー機  
自然換気システム  
現場循環移動プラント  
エコデザインのソフト

##### 機能革新 (Step 3)

紙のリサイクルシステム  
超平滑の汚れない便器  
携帯用の足踏み発電器

風力発電  
エコファンド  
通販生活

##### システム革新 (Step 4)

レンタル電機掃除機  
ゼロエミッションビール工場  
パッケージレスの音楽配信サービス

地域交通システム ICVS  
エコマネー

## References

- 1) F. Schmidt Bleek and Co-workers, A series of Articles in "Fresenius Environmental Bulletin", Special Edition 8/93 Birkhaeuser, Basel, Boston, Berlin 1993.
- 2) Cecilia Pettersson: "Eco-efficiency: Trends and potential for the food supply chain" OECD report: Eco-efficiency: Sectorial Trends and Potentials.
- 3) Third report from Atlantic Consulting and IPU for DGXI of the European Commission, LCA report: EU Ecolabel for Personal Computers, January 1998.
- 4) Report from Ecobilan: End of Life of Cathodic Ray Tubes in France, January 1997.
- 5) M. Takewa et al., NEC Corporation, Life Cycle Assessment: An Approach to Environmentally Friendly PCs, in: Proceedings of the IEEE 97 conference, pp.125-130.
- 6) Bruno Costes and Pascal Feillard: Proc. 4th International Conference for "Towards Sustainable Product Design".
- 7) Eucar LCA working group, Life cycle analysis - Data and technologies, European Council of Automotive Research, 1996, February 1996.
- 8) 山本良一, "戦略環境経営 エコデザイン ベストプラクティス 100" ダイヤモンド社, 1999.