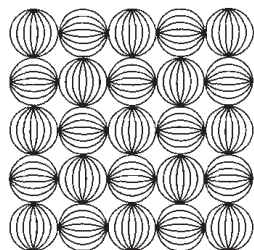


## 講演録



# 循環型社会への技術的対応と企業の役割

東京大学教授, 東大国際・産学共同研究センター長

山本良一

この講演録は、山本先生が2001年5月9日当社で行った講演の録音をもとに、編集事務局が原稿を作成して掲載するものです。

## 1 はじめに

ご紹介いただきました、東大の山本でございます。今日は1時間ほどでございますので手際よくまいりたいと思いますので、よろしくをお願いします。

私は今ご紹介がありましたように、エコデザインということを中心にやっております、製品、材料、プロセス、インフラストラクチャーから我々人生のライフスタイルまで、ありとあらゆるものを有限な地球の中で持続可能なものにしていくということがエコデザインということなのです。

このエコデザインは、先程ご紹介がありましたダイヤモンド社から出版した本に詳しく説明しております。このことをめぐって今日はなぜこれが必要かということをお話ししてみたいと思います。

一昨年から始まりましたエコプロダクツの展示会には、経済産業省が毎年1億円の補助金をつけて来ています。昨年の『エコプロダクツ2000』は12月14日から12月16日まで東京ビックサイトで開催いたしました。私が実行委員長で日本経済新聞と産業環境管理協会が共催でやっております。

昨年は300社が出展され、延べ7万人が来場されました。最終日には総理と環境大臣も来られまして1時間20分ほど私をご案内いたしました。

## 2 加速度的に進む環境変化

まず、我々はなぜ真剣に環境問題を考えなければいけないのか、最初はイントロをやらせていただきます。そのあと具

### “地球の1日の環境変化は巨大である”

熱帯雨林	55,000 ha消失
耕地	20,000 ha減少
生物種	100~200 種消滅
CO <sub>2</sub> 排出量	6,000万トン
From “Sustainable Development in Germany” EPA-Germany,2000	

新しく誕生する人口	35.6万人
この世に別れを告げる人口	14.2万人

**提言** 近代工業文明は地球の限界に直面していることは明白であり、21世紀前半に持続可能な文明へと転換するべきである。

体的、技術的な対応を皆様にご紹介したいと思います。

今日は5月9日ですが、今日一日だけで全世界で何が起こるのかといいますと、熱帯雨林は5万5,000ヘクタール消失し、農耕地は2万ヘクタール減少し、生物種は100種類から200種類が消滅し、炭酸ガスは6,000万トンが空気中に出ていっています。

これは、ドイツの環境庁が昨年まとめた報告書に記載されているデータですが、新たに、誕生する赤ちゃんの数は今日一日で35万6,000人です。すなわち、1分間に247人ずつ赤ちゃんが生まれているわけです。一方、この世に別れを告げる人口は今日一日で14万2,000人です。したがって、21万4,000人が増えるわけです。

これは一口に言うと人間だけが爆発的に増えていき、我々がたくさんの資源エネルギーを使い汚染物質を環境中に出すから、ほかの生物種を絶滅に追い込んでいるということを表わしているわけです。

その結果、何が起きているかということ、地球生態系の劣化

が始まっているわけです。この劣化の状況は危機的です。すでに危機にひんしているのです。

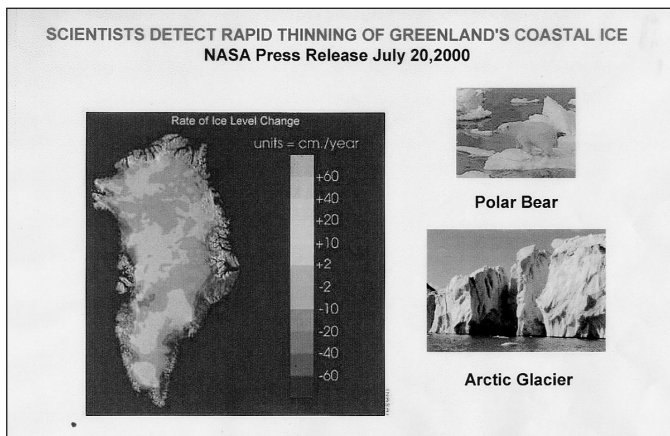
**“地球生態系の劣化は危機的な状況にある。”**

- (1) グリーンランドの氷は年間510億トン融解している(W. Krabill等)。
- (2) 北半球全体の海水の面積は'79-'96の間に34,300km<sup>2</sup>/年の割合で減少している。
- (3) 南極の棚氷は'50-'97の間に7,000km<sup>2</sup>崩壊、その後1年間に3,000km<sup>2</sup>減少し、崩壊は加速している(地球白書2001)。
- (4) 陸上氷河の60%が融解中である(北海道大、低温研)。
- (5) 中国の砂漠は78m<sup>2</sup>/秒の早さで拡大している。北京の北方70kmには砂漠が迫っている。
- (6) 1999年、北京の地下水位は2.5m低下。1965年以来、北京の地下水位は約59mも低下している。
- (7) 人類の永続的に利用できる太陽エネルギーを、大陸生態系に達する太陽エネルギーの20%とすると(9TW-年/年、Hans-Peter Durr教授)、現在の世界のエネルギー消費は40%オーバーしている。
- (8) 深層海流の大循環(2000万m<sup>3</sup>/秒)が温暖化によって減速しつつあり、熱のベルトコンベアが止まり大規模気候変動を招く恐れがあると警告されている。
- (9) 表面土壌の流出速度は254億トン/年である。

地球の限界、水谷広編、日科技連出版(1999)等による

OECDがエンバイロメンタル・アウトLOOKという、これから2025年にかけてどのように環境が劣化していくかという報告書を出しました。環境省も地球温暖化で日本ではどうなるのかという報告書も出しています。これらたくさんのデータがございます。1, 2の例をご紹介します。

昨年の報道ですが、温暖化によって北極圏の水が溶けてしまったということが『ニューヨークタイムズ』に掲載されて、私たちに衝撃を与えました。



ご覧のようにNASAが衛星観測においてグリーンランド全体の氷の増減を測定しています。これはGPSシステムで氷の上にGPSの発信機を置いて、それが沈むか上にあがるのかで氷の状況を見ているわけです。すると驚くべきことに中央部では氷が若干増えているのですが沿岸部では急速に融解しています。沿岸部では年間に1メートルぐらい溶けています。全体で年間510億トンの氷が溶けているということが昨年報告されて、我々に衝撃を与えたわけです。今、北極圏全体で1年間に海の氷が3万4,000平方キロメートル消失しています。これは北極圏で急速に温暖化が始まってしまっている

ためです。

一方、南極の棚氷が大崩壊の危機にひんしているということが報道されています。棚氷というのは海に突き出している氷です。50年間で南極の氷は7,000平方キロメートル崩壊したのです。ところが、1998年の1年間でさらに3,000平方キロメートル崩壊しました。南極の棚氷が加速度的に崩壊していることが予想されているわけです。

(04/07/99) MSNBC: Ice shelves breaking up at faster rate and (04/09/99) Science News Daily: Antarctic Ice Shelves Breaking Up Due To Decades Of Higher Temperatures. Two ice shelves on the Antarctic Peninsula are retreating faster than expected, having already lost nearly 3,000 square kilometers of their area in just the last year, U.S. and British scientists reported Wednesday. The researchers attributed the retreat to an increase in the peninsula's mean annual temperature of about 4.5 degrees Fahrenheit since the 1940s. The warming trend has caused the annual melt season to lengthen by two to three weeks over the last 20 years, the researchers at the National Snow and Ice Data Center and the British Antarctic Survey said. The NSIDC researchers said satellite photos show a continued retreat at two shelves: The Larsen B ice shelf has continued to

<http://www.tigerherbs.com/eclectica/earthcrash/subject/antarctica.html> 2001/01/23

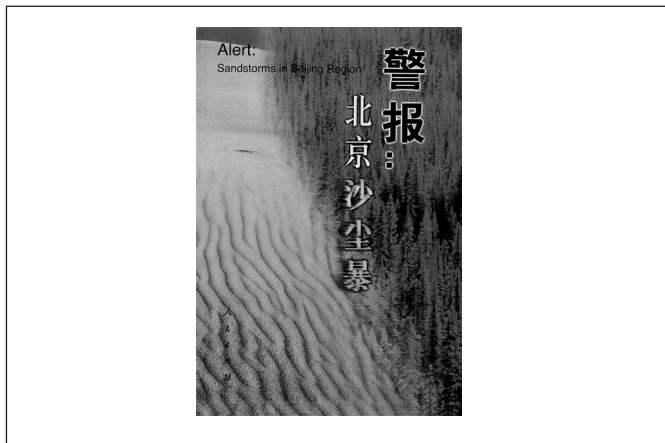
これはインターネットのうでで大論争になっています。南極の棚氷に割れ目が入って、夏に南極の気温が上がったときに溶けた水が流れ込むと、厚さ200メートルの氷がパリパリと割れてしまい、それが大氷山になるわけです。そして海に流れ出てそれが溶けてしまう。こういうことが今起きつつあるわけです。つまり人類は瀬戸際にきていると考えざるをえない。



では内陸部はどうかというと、これはロシアのアラル海ですが、ご覧のように農業用水、工業用水のくみすぎでアラル海はもとの面積の3分の2を失い、干上がりつつあります。昨年、報道された北京に迫る砂漠ということで、すでに天安門から70キロに砂漠が接近しています。今この砂漠は、天安門を目がけて年間3.4キロメートルずつ前進しています。ということは、あと30年で北京は砂漠化するというお



それが出てきているわけです。



### “1999年の巨大自然災害による支払い 保険総額は244億ドルに達した”

ドルゴレッキーによれば全てのタイプの自然災害による経済的損失は年率12%で増加しているのに対して、世界のGDPは平均して年率3%で増加している。このままでは2065年に世界経済は破産すると予測。

UNEPは地球温暖化により2050年には3040億ドルの経済損害が生ずると試算。

**提言** 巨大自然災害と温暖化との関係は科学的に未解明ではあるが、予防の原則に立って長期的対策を立てるべきである。

## 3 自然災害と損害保険



地球の大規模自然災害に一番神経質になっているのは、損害保険会社なのです。膨大な保険金を払わなくては行けない。つまり金融不安で損保がつぶれるのではなくて、まさに自然災害、地球温暖化によって損保が倒産するのではないかということがささやかれているわけです。

損保のみならず、元請けがいるわけで、それを再保険会社といいます。その再保険会社が毎年レポートを出しています。これは1999年の巨大自然災害を適当にピックアップして書いたものです。地震を除いておりますが、膨大な保険金が支払われた自然災害が、全世界で起きているわけです。巨大ハリケーン、洪水、ひょう、大雨、土砂崩れなど全世界で起きています。これはどう考えても地球温暖化によるものしか考えられないのです。

アメリカのハリケーンの最大瞬間風速は秒速82メートル、日本の台風の瞬間風速は70メートルにも達しています。これはどんどん増えるだろうと言われていました。

皆様の自宅の住宅は最大瞬間風速60メートルしかもちませんから、こういうものが上陸してくると屋根が全部飛んでしまいます。

1999年の巨大自然災害による支払い保険総額は1年間でなんと244億ドルに達しています。昨年、COP6でオランダのハーグに集まった各国代表団に対して、損保会社のドルゴレッキー博士が次のような警告を発しました。

すべてのタイプの自然災害による経済的損失は、年率12%で急成長しています。一方世界のGDPは平均して3%程度しか成長していません。世界のGDPはゆっくりとした増加ですが、自然災害による損害保険金総額が12%の複利計算で増加していますから、どこかで追いつかれてしまうのです。それがいつかということ、2065年です。したがって、2065年には世界のGDPと自然災害による経済的損失が等しくなる、すなわち世界経済は破たんしてしまうのです。

今、このようなことが警告がされているのです。私たちは将来破産しないために、産業経済活動の抜本的見直しをやらなくては行けない。

## 4 地球温暖化と環境収容能力

今年になって、全世界の2,500人の科学者が集まるIPCCは第3次レポートを出しています。今、急速な温暖化が起きているわけですが、この温暖化がなぜ起きているのか、その原因が太陽からくる光の量が増えているばかりでは説明ができない。これは、まさに我々が熱帯雨林を伐採する、化石燃料を使って温暖化ガスを空気中にまき散らしているということが原因であるということ初めて認めたわけです。

今後どのくらい温暖化が進むのかという予測も上方修正がなされました。1990年に対してこのまま猛烈な経済発展を、

中国、インドあるいはアメリカの過剰消費を許すと2050年には3度、2100年には5度も温度が上がるという上方修正をしたわけです。

全世界で3度上がるということは北半球では4度も5度も上がるということなのです。南半球には陸地がありませんから、海の熱容量が大きいのです。陸地は熱容量が小さいですからよけいに温度が上がるのです。したがって2050年、今日会場にいらっしゃる方は私と同世代から上の方々だと思いますので、暑い地球を経験することはないと思います（笑）。体験せずに十億土のあなたへ旅立っていただくということになります。しかし、皆様の子供さんたちは確実にこの温暖化の環境を生きていかななくては行けないのです。このことをよく肝に銘じていただきたいのです。

**“地球の環境収容能力(Ecological Carrying Capacity)は有限である。”**

環境収容能力＝一定面積の生態系に無理なく永続的に負わせることのできる人間の経済活動による負荷の上限。

地球の温暖化ガス吸収量～200億トン、CO<sub>2</sub>換算/年  
 オゾン層破壊物質の除去量～4万4000トン、CFC11換算/年  
 EUの酸性物質排出の臨界量～7.5kg、SO<sub>2</sub>換算/人・年  
 デンマークの水の富栄養化物質排出の臨界量～29kg、NO<sub>3</sub>換算/人・年

Hanschild & Wenzel (Environmental Assessment of Products)による

**提言** 人類全体の産業・経済活動は既に地球のグローバル、ローカルな環境収容能力をオーバーしていると考えられている。Wachernagel等のエコロジカル・フットプリント分析によれば、1993年の時点で既に33%オーバーしている。全世界を持続可能にするためには環境負荷を持続可能水準以下まで削減しなければならない。

つまり、私たちは十億土のあなたへ行ってしまうから関係ないですが、我々の子供や孫は確実に恐るべき灼熱地獄を体験するにはいけないのです。

そこで、世界の科学者はこの10年間何をしてきたのか。我々全人類の産業経済活動が、まさに地球環境問題の根本原因であると。何が問題かという大量の資源エネルギーを使うこと、大量の汚染物質を環境中にまき散らすこと、この2つが地球環境問題の根本原因であると断定しているわけです。それをどのように言っているのかというと「地球の環境収容能力」という言葉で表しているのです。

環境収容能力というのはエコロジカル・キャリング・キャパシティといいまして、例えば地球の温暖化ガスの吸収量、1年間に森林とか海が吸収してくれる炭酸ガスの量は200億トンです。1年間CO<sub>2</sub>換算で200億トンは吸収してくれるのです。

ところがそれをはるかに超えて、私たちが化石燃料を使って炭酸ガスをまき散らす、あるいは森林伐採している。地球

の有限な自浄能力、自らを清める能力を超えて我々が汚染物質を出しているために地球環境問題が起きているのです。

しかも炭酸ガスはいったん空気中に放出されると、50年から150年をかけてゆっくりと吸収されます。だから今この会場にいる皆様方が空気を吸って炭酸ガスを出されていますが、皆様方が出された炭酸ガスはただちに吸収されなくて、ゆっくり50年から150年かけて吸収されていくのです。

その結果、地球全体が温暖化を起こしてしまうし、皆様方が出された炭酸ガスが私たちの子供や孫にたたるのです。まさに「親の因果が子に報い」のような状況になるわけです。

オゾン層の破壊も同じ原因で起きています。地球はオゾン層の破壊物質を除去してくれているのですが、それはCFC11に換算すると年間4万4,000トンです。それを超えて我々がフロンを垂れ流しにしている、企業は回収しない、これがオゾンホールを拡大している根本原因です。

いうまでもなくこれらはグローバルな話ですが、ローカルには酸性雨の問題があります。酸性物質排出の臨界量を超えて、酸性物質を垂れ流ししている、あるいは水の富栄養化、みんな同じ次元です。ですからグローバル、ローカルともに私たちが有限な地球の自浄能力を超えて環境汚染物質をまき散らしているがために、これらの地球環境問題が起きているのです。

さらには化石燃料、あるいは鉄、金属は枯渇性資源ですから我々が使い捨てにすれば子供や孫やひ孫がそれらを使うことができなくなるということです。

## 5 金属資源と環境汚染

**“日本の金属消費量は年間約1億1000万トンである。”**

非鉄金属の約50%は使い捨てられている。

	消費量(トン)	排出量(トン)	リサイクル率(%)
鉄	1億		
銅	350万	59.8万	66
アルミ	230万	166.2万	54
亜鉛	100万	36.4万	20
鉛	30万	27.7万	66
カドミウム	2000	1080	28
銀	3400		
金	350		

通産省「非鉄金属素材における循環型経済システムのあり方」に関する調査報告書(1999)による

**提言** 枯渇性資源である非鉄金属については特にリサイクルを強力に推進するべきである。

では、日本の金属の消費量はどのくらいかというと、年間1億1,000万トンです。鉄は1億トン、銅は350万トン、アル

ミが230万トン、亜鉛が100万トン、鉛が30万トン、金は350トンです。問題は銅、アルミ、亜鉛、鉛、カドミウムです。このリサイクル率は通産省で私が委員長として調べたのですが、1999年にレポートが出ています。銅は66%、アルミ54%、亜鉛20%、鉛66%、カドミウム28%がリサイクルされているのです。逆に言えば非鉄金属の50%は使い捨てられています。つまり地面に埋めているわけです。これはだれが悪いのか。まさに企業の経営者が悪い、技術者が悪い、我々学者が悪い、政治家が悪いのです。

そもそも製品をリサイクルしやすいようには設計してないのです。これが最大の問題です。貴重な金属を孫、子の代まで子々孫々に至るまで大事に使うという発想が、根本的に欠落しています。従来は工業製品という名のゴミを大量に生産してきたのです。すべてがゴミになるのです。

企業が提供するあらゆる製品は、長寿命でなくてはいけなし、毒性物質があってもいけないし、リサイクル、リユースしなくてはいけないし、安全に最終処分しなくてはいけない。これは論理的に自明の理です。

### 世界の金属生産量は巨大である。これに伴う廃棄物量も巨大な規模に達している。

元素名	生産量 (100万トン/年)	関与物質総量 (100万トン/年)	地殻中濃度 (100万分の1)
鉄	571.0	1212.1	70700
アルミニウム	23.9	239.0	84100
クロム	13.7	121.9	185
銅	12.9	3870.0	75
亜鉛	8.0	344.0	80
マンガン	7.5	59.6	1400
シリコン	3.4	15.3	267700
鉛	3.0	283.1	8
ニッケル	1.2	246.0	105
マグネシウム	0.3	5.7	32000

出典 原田ほか、金属の関与物質量の概算(2001)

廃棄物量は全世界で見ても実はばく大な量です。例えば鉄を考えると年間5億7,000万トンが全世界で生産されています。アルミニウムは2,300万トン、銅は1,290万トン生産されていますが、皆様よく考えてください。明治時代は銅の鉱石の品位というのは5%だったのです。ということは、100グラムの鉱石を掘ると5グラムは銅だったのです。だから、95グラムの岩石を捨てるだけでよかったのです。ところが現在は、どんどん鉱石の品位は下がっているのです。品位の高い鉱石は全部掘り出してしまっていますので、現在、銅の鉱石の品位は0.5%なのです。ということは、100グラムの鉱石を掘ると99.5グラムを捨てなくてはいけません。この捨てることによって、ものすごい環境汚染が発生しています。

1,290万トンの銅を精錬するために、どのくらい捨てていると思いますか。全世界でなんと38億7,000万トンをどこかに捨てているのです。

今、鳥取県が大変苦しんでいます。鳥取県では人形峠でウランの鉱石が採取されていましたが、もう、ウランは採れません。ところが30年前に掘ったウランの残土が水に溶けて流されて下流の田んぼを襲っています。しかし、動燃は知らんふりをしているわけです。この前鳥取県の片山知事に会いましたら、たいへん鳥取県は困っているとのことでした。一度汚染してしまうと、何十年、何百年と浄化、復元にはかかるのです。

例えば、田中正造の足尾銅山銅毒事件の問題を皆様もご存じだと思いますが、あの問題は完全には解決していません。今もって足尾には植林をしているし、下流の村は田んぼの土壌改良をやっています。そして、古河機械金属はまだお金を払っているのです。これは、ボランティアに払っているそうです。70年、80年と続くわけです。ですから、この汚染の問題というのは、ものすごくインパクトのある、これはまさに環境不良債権なのです。世界の金属生産量は巨大です。これに伴う廃棄物量も、今巨大な規模に達しているのです。

## 6 リサイクルとリユース

次に、リサイクルという問題が出てくるわけです。今、リサイクルも批判はされているわけですが、その批判の論点はプラスチックが問題なのです。プラスチックの場合は、ポリエチレンやPETを1トンリサイクルするエネルギーと、1トン生産するエネルギーがかなり近いのです。ポリエチレンの場合はさらに近いのです。ですから、リサイクルしてもエネルギー的にはあまり得がないわけです。

プラスチックのリサイクルは集めてくるときに大量のエネルギーを消費してしまうと、何のためにリサイクルしたのかわからないという問題が発生してしまうのです。その問題の解決法は集め方を工夫するか、我々がリサイクル技術を向上させるか、さらには、そういうリサイクルすると環境影響が高くなってしまふ、あるいはコストが高つくような製品は最初から全面禁止にするか、こういう反社会的な材料を使ってはいけない、ということにならざるをえないのです。

それに対して鉄、アルミニウムはリサイクルするとメリットがあります。ただ、鉄を1トンリサイクルすると、現在の



日本の技術をもってしても、炭酸ガスが61キログラム放出されてしまうのです。全世界には130億トンの鉄があり、これを一度リサイクルすると、なんと30億トンの炭酸ガスが空気中に出ていくのです。

つまり、大量リサイクルを毎年やるということは論理的にナンセンスであるということになるわけです。ですからこの検討から得られる結論はただ一つです。すなわち私たちは金属資源についてはなるべく長寿命にするか部品をリユースする。どうしてもなくなったら金属資源は枯渇性資源ですから全面的にリサイクルする。

## 7 脱物質化

さらに環境ホルモンの問題があります。すでに生物がやられているわけで、人間がやられないわけではないだろうと。私も戦後生まれですが、私たちの体内にはすでに300種類の化学物質が入っているということが医学的には報道されています。お母さんが有機化学物質で汚染されると、それがへその緒を通じて子供に移るということも明らかになっております。環境ホルモンの問題はものすごく深刻な問題です。私たち自身が実験動物で実験されているのです。全面的な影響がこれから出てくるわけです。

は2050年までに10分の1に減らせという説を打ち出しているのです。

先進国は8分の1に減らし、中国、インドなどの途上国は2倍まで増やしていい、これが私の理論です。

どうしてそういう結論が得られるのかというと、これが「ファクター4」です。世界の人口の20%を占めるOECD諸国が資源エネルギーの80%を使っています。したがって我々は人口20%ですから、今の使用量を4分の1に減らさないと平等の原則に立てばだめだということです。

問題は資源エネルギーの消費量を減らして、私たちの生活があまりにも不便になればだれもそういう政策を支持しない。そこでテクノロジーとかエンジニアの出番になるわけです。科学技術者は脱物質化をしてもそれを上回るような性能を発揮する技術開発をやれということです。すなわち資源生産性、環境効率を4倍、10倍に高めるような技術開発をしなくてはいけないということになるわけです。

同じく「ファクター10」ということですが、ファクター10がどうしても必要かということは、人口が2倍、1人あたりの年間所得も5倍ぐらいいよめるから、環境影響あたりのGDPを10倍以上高めないと世界が持続可能経済には移れない、したがって環境効率を少なくとも10倍以上高めようという説です。

**“先進国の必要な脱物質化の大きさは巨大である。”**

研究者	環境効率・資源効率の倍率(ファクター)	先進国	途上国
Weizsaker	4	1/4	言及なし
Schmidt-Bleek	10	1/10	“
Cramer&Tukker	16	1/16	“
Weterings&Opshchoor	20	1/20	“
<b>山本 良一</b>	<b>8</b>	<b>1/8</b>	<b>2</b>

**提言** 先進国と途上国の1人あたりの年間資源消費量を同一にする(平等の原則)という前提で世界を持続可能にするためには少なくとも約10倍(ファクター10)の環境効率の向上が必要である。  
ファクター10を技術やシステム開発の目標にすれば国際競争戦略上間違いがない。

**脱物質化の必要度合いの計算・山本による**

$B/A = 16$  現在の途上国(A)と先進国(B)の1人平均の年間資源消費量の比 (人口20%の先進国が世界の80%のエネルギー資源を消費しているというデータより)

現在の時点で  $48A + 12B = 1.4S$  人類全体の資源消費は持続可能水準を40%オーバーしている。  
経済は持続不可能

(エコロジカルフットプリント分析、持続可能エネルギー分析より)

2050年の時点で  $78C + 12C = S$  途上国で更に30億人の人口増加を仮定。2050年には平等の原則の基き南北で同一の年間資源消費量(C)を仮定。  
経済を持続可能にする。

$$\frac{C}{A} = \frac{240}{126} \sim 2$$

途上国は2倍までの消費量を増加させて、持続可能経済へ移る。

$$\frac{C}{B} = \frac{15}{126} \sim \frac{1}{8}$$

先進国は  $\frac{1}{8}$  倍まで消費量を減少させて、持続可能経済へ移る。

そこで、どうやって問題を解決するのかというと、脱物質化しか方法はないということなのです。脱物質化というのは人類全体で使っている資源エネルギーの量を減らすしかないのです。環境に排出している大気汚染物質、水汚染物質、固形廃棄物の量を減らして地球の自浄能力の枠内に収める以外に問題を解決する方法は論理的にないのです。

そこで世界の研究者、例えばヴァイツゼッカー先生は先進国は直ちに4分の1に減らせと。シュミット・ブレイク先生

こういうシンプルな理論ではなくて、私の理論はもっとしっかりした理論です。先進国、途上国で今平均して16倍の資源消費量の差があります。したがって $B/A = 16$ です。48億人の途上国、12億人の先進国、人類全体で年間資源消費量は持続可能水準を40%オーバーしているのです。したがって、 $48A + 12B = 1.4S$ である。2050年の時点においては全世界を持続可能経済にする、そのときには途上国はさらに人口が30億人増える、だから78億人だと。2050年において

は1人あたりの年間資源消費を先進国と途上国を同じにする。そうすると78C + 12Cは持続可能水準まで落とすわけですからSになると。この3つの式を連立して解けば簡単にA分のC, すなわち途上国は現在の2倍まで増やすことができる。先進国はB分のCは126分の15で8分の1まで減らさなくては行けないということが論理的に出てくるのです。

この選択以外に人類全体を持続可能経済にもっていくやり方はないのです。これ以外のやり方ですと、アメリカ1国あるいは先進国が生き残ってほかは全部死ねという戦略になりますから、全世界で20億人、30億人死ねと、そういう選択肢を選ぶということになるわけです。

## 8 総物質需要量と経済成長

実は今までがイントロダクションです。これから本論に入りますが、本論に入る前に日本経済を分析しましょう。日本経済の現状を政府がどう要約しているのかというと、我が国の経済成長率は1990年代後半で先進国の中で最も低い。OECD全体で2.9%増えていますが、日本は1.3%です。それから、我が国の労働生産性の伸び率は先進国の中で最低です。資本生産性の指標でもあるROAも日本はほぼゼロ、ドイツが3、アメリカが5ですから先進国の中できわめて低いのです。労働生産性も低い、資本生産性も低い、経済成長率も低いということで、日本はどうなっているのだと。完全失業率は4%台の後半で推移しています。

ところが日本は金がないわけではないのです。貯蓄率は国際的に高い水準の14%なのです。バブル崩壊以降一貫して需要が不足して、経済低迷の主要原因は需要不足である。なぜものを買わないのかということを経済企画庁がアンケートで調べると、将来への多様な不安があるということです。特に雇用、老後、環境等々の不安があり金があっても買わないのです。これが日本経済の実情だと総括されている。

一方、唐津一先生はマクロ的にはそうなのですが、日本は世界のトップシェアを誇る製品がたくさんあると。しかも日本は資本金材、すなわち部品、材料、生産設備を輸出していて、その比率では世界一である。しかも、完成材はあまり輸出していなくて、車の輸出はせいぜい輸出総額の15%程度である。貿易依存度は日本は10%で、アメリカが8%、韓国・台湾は40%ですから、日本は国内消費でめしを食っているのです。ただ、海外生産が増加している、現地法人の売上が

52兆円で輸出額は45兆円だと、こういう分析がされていません。

したがってまだ日本は、世界的な技術力を持っているし、今のうちに抜本的な対策が取れる、まだ体力はあるという結論になります。

### “日本の資源生産性は国際最高水準にある。”

	GDP(兆\$)	国内の総物質需要量 TDO(億トン)	資源生産性 GDP/TDO
オーストラリア	0.023533	1.713	0.0137
オランダ	0.04105	3.811	0.0108
ドイツ	2.4466	34.922	0.0700
<b>日本</b>	<b>5.3389</b>	<b>26.321</b>	<b>0.2028</b>
アメリカ	7.3906	232.61	0.0318

1996年度の各国資源生産性。The Weight of Nations(WRI等、2000)による

提言 日本が年率2%経済成長するには、1000億\$の新しい市場の創出が必要。更に5000万トンの総物質需要量の増加を引き起こす。従って、マテリアルフローを減少しながらの経済成長を目指すべきである。

さらに環境の観点から分析したのがこの表ですが、昨年度、各国の資源生産性の報告書が出されました。GDPと国内での総物質需要量が報告されていますが、GDPを国内総物質需要量で割り出したもの、これがどれだけ資源を使って、どれだけGDPを生み出したか、これを資源生産性と呼んでいます。

実は、日本は世界一の資源生産性の高さを誇るのです。日本の資源生産性はアメリカの7倍、ドイツの3倍、オランダの20倍の高さなのです。これは先輩の方たちが、長年省資源で努力されてきた結果により、わずかの資源でより多くのGDPを生み出すことに成功してきたのです。日本は労働生産性、資本生産性では落ち込んでいるが、資源生産性では世界の最高水準にあると言えるわけです。

では、日本経済の問題は何かというと、今、小泉総理をはじめ内閣は年率2%の経済成長を回復しようとしています。そこで皆様よく考えてください。日本のGDPは年間すでに5兆ドルです。5兆ドルを2%成長させようとする、1年間に1,000億ドルの新しいマーケットをつくり出さなくてはならないのです。

ところが世界一の高さを誇る我が国の資源生産性をもってしても1,000億ドルの新しいマーケットを生み出すためには、5,000万トンの総物質需要量を増やさないと行けないことになります。そうすると世界第2位の大きさを誇る日本経済が2%経済成長するという事は、現在の我々の技術、産業構

造をもってすると5,000万トンのマテリアル・フローを引き起こしてしまうのです。これは地球にもものすごい負荷を掛けてしまうということになります。

そういう経済成長をやっているのかということが問題になります。今我々は全世界的に、環境的に追いつめられているときに、日本だけが、5,000万トンのマテリアル・フローを引き起こすような経済成長をとっているのか。これが突きつけられているわけで、もちろん我々はやってはいけない、やるべきではないのです。

「マテリアル・フローを減少させながら、経済成長を目指す」方向へ行かなくてははいけないのです。そういう技術開発をやらなくてははいけない。その方向の経済政策、産業政策をとらなければいけないのです。これは論理的に考えてそういう方向しかないわけです。

私たちの今後とるべき方向は、脱物質、サービス経済を実

### “工業経済からサービス経済へ”

- ・製品の交換価値より利用価値を重視する。
- ・製品の効用の最大化を重視する。
- ・システム機能の長期間にわたる最大化をはかる。
- ・メーカーは製品を売るのではなく、機能、性能、結果を売る方向にビジネスモデルを変える。
- ・製品はサービスを提供する機械であり、サービスこそが究極的な賛賞
- ・所有からサービスの享受へ、所有から利用へ。
- ・“モノ”消費を重視する経済から、“サービス”消費を重視する経済へ。
- ・ITによる環境負荷の低減、高品質のデジタル財の開発。
- ・高品質の公共財(教育、医療、保安、公園、娯楽等)を整備する。
- ・税、補助金のグリーン化

**提言** 経済の脱物質化(脱物量化、熟物縮化)を進める

現するしかないのです。工業経済からサービス経済へ大転換を図っていかなくては日本の将来はないのです。

それでは工業経済からサービス経済へというのはどういうことなのか、これは製造業をサービス業に変えていくということではないのです。製造業は不滅です。徹底的に有限な地球に配慮した物づくりということ、リファインしていかなくてははいけないのです。同時にビジネスモデルの全面的な変更、変革をしなければいけません。

どういうことかということ、枯渇性資源はもう売ってはいけない、ものを売ってもうけるという原始的なビジネスを早く脱却してはいけません。こういうことが今言われているわけです。すなわち製品はサービスを提供する機械であり、サービスの享受こそが最終的なぜいたくなのだと。所有からサービスの享受へ生産者も消費者も発想を転換していかなくてははいけません。

そういうことで経済の脱物質化あるいは脱物量化、熟物縮化を急速に進めていかなければ持続可能な経済の実現はできないのです。

### “脱物質化の障壁をエコデザインで乗り越える”

多くの工業製品が直接人間に向け、あるいは人間の大きさと関連して作られており、勝手にその大きさを小さくできないこと。

例 ノートブック、机、椅子、パソコン、PDA、キーボード、携帯電話、住宅、自動車、電車、テレビ、道路、交通信号機、……

産業エコロジー、グレーデル&アレンビー(後藤沢、トッパン)

2050年世界人口90億人に豊かなサービスを提供するためにはエコデザインを徹底的に発展させるしかない。

**エコデザイン** 製品のライフサイクル全体での環境効率(エネルギー効率、資源効率)を最大化する。

省資源、省エネルギー、長寿命化、修理容易化、機能拡張容易化、部品の再利用、リマニュファクチャリング、リサイクル、熱エネルギー回収、タイムレスデザイン

製品のサービスによる代替(レンタル、共有etc)。

様々なスケールによるゼロエミッション。

**提言** エコデザインが21世紀技術競争力を支配する  
エコデザイン技術を強力に推進すべきである

そこで、脱物質化というのはバリアがあるのではないですかという話になります。「脱物質化なんてできるわけじゃないの」と。それは考えてみればそうなのです。例えば皆様が座っていらっしゃるイス、机あるいはパソコン、テレビ、自動車、住宅、交通信号など、あらゆるものが人間のサイズに合わせて設計されています。人間のサイズを度外視して小型化するのは限度があります。どんどん自動車を小さくしたら乗ることができなくなってしまいます。

## 9 エコデザイン・エコプロダクツ

では、どうすればいいのかということ、エコデザインという考えが出てくるのです。エコデザインによってこのバリアを突破しようと。どうするのかということ製品のライフサイクル全体での環境効率、エネルギー効率、資源効率を最大にするような製品開発をやるということです。省資源とか寿命延長とか省エネルギーとか、修理の容易化、機能拡張の容易化、部品の再利用、リマニュファクチャリングのリサイクル、熱エネルギー回収などです。

さらにはタイムレスデザインと言われていますが、飽きのこない設計をやらなくてははいけません。すぐに使い捨てにされてしまうようならくでもない設計ではない、タイムレスデザインでなければならないのです。

では、タイムレスデザインなんてあるのかということあるわけです。レコードプレイヤーとかヘニングセンの照明器具など、さまざまな人間の感性により訴えるデザインがあって、なかなか捨てようとしても捨てられないような、情緒に訴え



るようなデザインもあるわけです。

さらには製品をサービスで置き換えていく。レンタル，共有化などです。さまざまな社会的投資を手厚くしていく。つまり，公共財を優遇して私的所有をなるべく少なくしていくことにより社会全体での脱物質化，あるいはエネルギーの使用を削減していくということで，エコデザインこそがまさに我々がやらなくてはいけないことであって，これが21世紀の技術競争を支配すると考えられるのです。

先程お話ししましたように，日本は資源生産性が世界一ということで，日本の得意とするところをさらに伸ばすことによってグリーンな国際競争力を高めることが重要です。それがまさに日本民族の世界に対する貢献であると。

どういうふうにするかですが，時間がないので技術的なことを詳しくお話しいたしません，まずコストを度外視して製品性能を高めて，環境負荷を下げる。すなわち環境効率を高める技術開発を徹底的にやるのです。

を高めながら環境に与える影響を減らしていく7つの戦略が書いてあるのです。環境効率は環境負荷，環境影響で性能あるいは顧客満足度，付加価値を割ったものです。

## Factor X の評価方法

環境効率 = 性能 / 環境負荷

性能向上率 =  $P_N$  (新製品) /  $P_0$  (旧製品) =  $P$

環境負荷削減率 =  $I_N$  (新製品) /  $I_0$  (旧製品) =  $I$

Factor X =  $P/I$

実際には  $P_1, P_2, \dots$  (性能向上がいくつもある)

$I_1, I_2, \dots$  (環境負荷低減がいくつもある)

試算 (1) Factor X =  $P_1 P_2 \dots / I_1 I_2 \dots$

(2) Factor X =  $(m_1 P_1 + m_2 P_2 + \dots) / (n_1 I_1 + n_2 I_2 + \dots)$

(3) Factor X =  $1 / I_1 I_2 \dots$

(4) Factor X =  $1 / \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + \dots}$

この式を見ていただくと環境効率は負荷で性能を割ったものですから，新しい製品と古い製品で製品性能が同じ場合は，環境負荷を75%下げることができればファクター4，環境効率は4倍に高まるわけです。環境負荷を90%削減に成功すればファクター10，環境効率は10倍に高めることができます。

ドイツの事例ですが，ダルムシュタットに建てられた省エネ・アパートは，従来のアパートに比べて冬場の電力消費を75%削減することに成功しています。したがってこれはファクター4です。エネルギー効率は4倍に高まっています。

シャープさんのテレビの事例ですが，1953年の国産第1号の白黒テレビに対して，一番新しい液晶テレビは46年間の歳月をかけて重量が10分の1に減っています。横幅も6分の1に減っています。消費電力も7分の1くらいになっているそうです。46年間で大体10倍くらい環境効率が向上しています。この白黒テレビは初任給の23か月分出さないと買えなかったのですが，今は初任給の1か月でこれが買えるのです。コスト生産性も23倍に高まっているのです。

横河電機さんの工業用レコーダーの事例ですが，体積が90%減っているわけです。消費電力も10分の1くらいに減っています。94年モデルと97年モデルの工業用レコーダーを比較しているわけですが，このエコデザインによって横河電機さんは環境効率が11倍に高まっていると主張しています。

リコーの省エネファックスの場合ですが，5年間の総消費電力を比べると7分の1まで低減できるということです。すなわちエネルギー効率を7倍に高めることに成功しております。

### “わが国では既にエコプロダクツが多数開発されている。”

#### 製品改善

Mg合金テレビ グリーンケーブル トリノチア 遠心力洗濯機 エコアイスmini  
カーカン TULC 700系のぞみ 209系通勤電車 省エネ長寿命蛍光灯  
省エネノートパソコンブック 高断熱真空ガラス BJプリンター エコカラット  
ハロゲンフリープリント基板 クロムレス亜鉛メッキ鋼板 TSOP 超寿命プリンター

#### 再設計

液晶テレビ 手回し発電ラジオ ハイブリッドカー エコセメント 熱発電時計  
自動発電時計 最製造コピー機 未来型実験集合住宅 自然換気システム  
電球サイズの蛍光灯

#### 機能革新

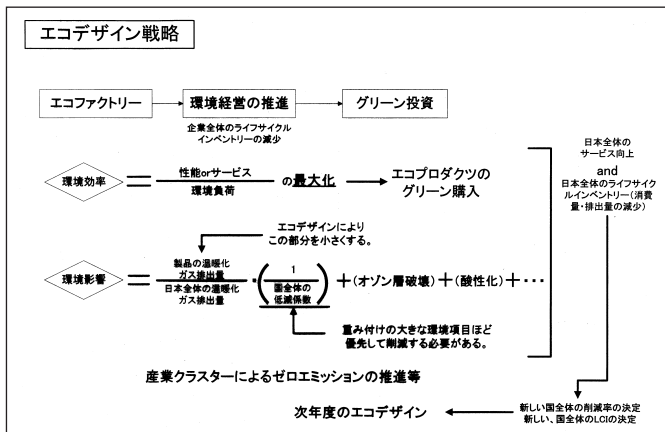
紙のリサイクルシステム 超平滑の汚れない便器 携帯用の足踏み発電機  
エコファンド 風力発電

#### システム革新

レンタル電気掃除機 ゼロエミッションビール工場 地域交通システムICVS  
パッケージレスの音楽配信システム

提言 これらのエコプロダクツを急速に社会的に普及させる必要がある。

実は，そうして開発された環境にやさしい製品，エコプロダクツが既に多数開発されています。少しご紹介します。



そういう中で，1992年に提唱されたのが「環境クオリティ，エコ・エフィシエンシー」という考えで，これは性能

す。

次は住宅の事例です。ミサワホームのゼロエネルギー住宅の環境効率の計算です。これはミサワホームが今まで生産してきた戸建住宅に対して、ゼロエネルギー住宅、すなわち太陽光発電住宅を、これは100年間で比較するわけです。

まず、性能の方は断熱性能を熱損失係数で評価する。そうするとこのゼロエネルギー住宅は熱損失係数が1.84倍に高まったということです。だから性能向上は1.84倍です。

環境負荷の方は100年間使った場合のライフサイクルエネルギーをとるわけです。一般住宅はどんどんエネルギーをたくさん使っているわけですが、ゼロエネルギー住宅はどんどん発電しますから100年間使っていくとどんどん下がってくるのです。

そうしますと、環境効率がどのくらい大きくなったのか、どう計算するのかというと、性能の方は1.84倍に高めることができ、環境負荷はこのときはライフサイクルエネルギーで見えますが12%まで削減することができた。0.12で1.84を割って15.3です。この計算では環境効率はミサワの従来住宅に比べてゼロエネルギー住宅は15倍に高まるという結論です。

**“エコデザインの技術進歩を環境効率(資源効率、エネルギー効率)の向上度で測る”**

4種のエコデザイン(HI.Brezetモデル)

製品改善 環境効率は旧製品と比較して約2倍

製品の再設計 5倍  
機能の革新 10倍  
システム改革 20倍

メーカーにおける実例

メーカー	新旧製品比較	環境効率
シャープ	液晶テレビと第一身白黒テレビ	10倍
トヨタ	ディーゼル車用新船線システム	5倍
リコー	省エネファックス	7倍
キヤノン	コピー機オンデマンド 定着技術	4倍
ミサワホーム	ゼロ・エネルギー住宅	11倍
横河電機	工業用レコーダー	11倍

**提言** 短期的にファクター4(4倍)、長期的にはファクター10(10倍)の環境効率の向上をすべての材料、デバイス、プロセス、製品、サービス、インフラ設計、生産の目標とする。1990年を基準にしてファクター10の技術は21世紀の標準技術となるであろう。

シャープ、トヨタ、リコー、キヤノン、ミサワホーム、横河電機というように、実は日本製品のベスト・プラクティスを見ますと、平均して1990年に比べて5倍くらい環境効率が、この10年間で高まったと考えられるのです。

皆様よく考えてください。我々は2050年までに全社会的にファクター8を実現しなくてはいけないのです。そうすると個別の製品はファクター8を超えて技術開発をしない限り、社会全体でのファクター8を実現できないわけです。ファクター15とかファクター20の製品、そういう環境効率の高い製品を開発した企業は格段の競争力を持つはずだとい

うことが断言できると思います。

# 10 芸術・技術・環境の融合

1919年を振り返りますと、グロピウスがワイマールにバウハウス設立しました。これは諸芸術を建築において統合しようとしたのです。すなわち芸術と技術をデザインによって統合するということをグロピウスがワイマールで始めたわけです。私たちは2001年において新たなバウハウスが必要になりました。芸術と技術と環境をデザインによって統合していくということが、この21世紀の大きな課題になると思います。

もう一つの課題はユニバーサルデザインです。ユニバーサルデザイン、すなわちバリアフリーです。ユニバーサルデザイン、エコデザイン全部を統合してグッドデザインであるという話もあるわけです。グッドデザインは安全性、バリアフリー、エコデザイン、価格の妥当性、芸術性を兼ね備えるということで、良いところ取りです。ただ、グッドデザインの方が非常に幅の広い考え方であることはまちがいありません。

松下電器のエコデザインガイドブックに載っている分類ですが、ロングライフ、融合化、複合化、コンポーネント化、バージョンアップ、モデルチェンジの抑制つまりタイムレスデザイン、そしてリユース、フルユース、小型化、軽量化、エコマテリアルの利用というように分類しています。それで、具体的な製品を挙げております。

わが国では8つの「エコファンド」、社会貢献ファンドが販売されている。

提言 エコファンド、社会貢献ファンドに100兆円規模の投資がされるよう 大胆な優遇策を取るべきである。

具体的な材料や製品ばかりではなくて、金融商品もエコ商品がどんどんできてきているわけです。これは、投資信託です。『おなの森』『エコ博士』『エコ・ファンド』『日興エコファンド』『みどりの翼』『海と空』これら6つのものは環境先進企業の株式に積極的に投資するエコ投資、グリーン投資です。

『あすのはね』と日興証券の『グローブ』は社会貢献ファンドと言われていまして、環境のみならず女性問題とか社会問題に貢献する企業の株を積極的に買います。

三井海上の『海と空』という投資信託は地球温暖化問題の解決に努力する企業に投資する、という特徴のある投資信託になっています。グリーンな金融商品が出てきているのです。

さらにグリーンな火災保険も売られています。これは東京海上火災が売り出したもので、例えばビルが焼けます。その次にグリーンビルディングを建て替えるのなら、東京海上火災は従来の火災保険金プラス300万円をお支払いしましょうと、こういうグリーンな火災保険が売られています。

そこで各国政府はこのグリーンファンド、エコファンドを優遇するというのをもう始めています。例えばイギリスは年金基金を運用する場合には環境先進企業で運用しなさいという法律を昨年通しました。オランダはエコファンドで運用した場合に、運用収益は非課税にするということ打ち出しています。

日本は個人金融資産が1,400兆円とも1,200兆円とも言われているわけですが、このお金をエコファンド、エコ預金、グリーン債券に持ってこなくてははいけません。そこに投資をさせるように誘導しなくてははいけません。政府に対してはエコファンド、エコ預金、グリーン債券に投資した場合にはその運用収益は非課税にする、あるいはそういうものを買って子供に遺産相続をさせる場合には遺産相続税を減額するというのを提言しています。

## 11 エコプロダクツ展示会にみる各社の取り組み

**“エコプロダクツ・エコデザイン普及の動きが日本全国に拡大しつつある。”**

2000年12月16日エコプロダクツ展にて

- ・エコプロダクツ展(経済産業省)
- ・グリーン購入フェア(環境省)
- ・北九州エコタウン事業
- ・鳥取環境大学
- ・高知エコデザイン協議会
- ・大阪ATCグリーンプラザ
- ・大阪エコデザインネットワーク(NPO法人)
- ・滋賀県グリーン購入ネットワーク
- ・日本グリーンビルディング協会(名古屋)
- ・浜松テクノポリスエコデザインラボ
- ・国連大学 ゼロエミッションネットワーク
- ・エコマテリアル研究会
- ・インテスマニファクチュアリングフォーラム
- ・IICA日本フォーラム
- ・日本学術会議 エコデザイン学術連合
- ・日本グリーン購入ネットワーク

**提言** エコプロダクツ、エコサービスの100兆円規模の国内市場を創出するための各種施策を講ずる。エコプロダクツ開発のための強力な支援(マテリアルズサイエンスやバイオサイエンスも含む)が必要。

そこで、やっとエコプロダクツの展示会の話にきたわけですが、昨年総理、環境大臣が展示会に来られまして、全日本

的にエコプロダクツの開発や普及が進みつつあります。

例えば北九州ではエコタウン、鳥取県は鳥取環境大学、高知県はエコデザイン協議会というものがつくられました。大阪はATCグリーンエコプラザでエコプロダクツの常設展示場ができています。先々週、大阪ではNPO法人でエコデザインネットワークが設立されていました。浜松テクノポリスにはエコデザインラボがあります。名古屋には日本グリーンビルディング協会ができています。

各県、各市町村ともエコブランドの商品をつくってそれを売り込もうと、これを地域で村おこしにしようということが、動き始めています。

**EUはエコプロダクツの統合政策を提唱**  
エコラベル製品に低い付加価値税適用へ

持続可能な開発への製品開発関連政策の貢献に関するグリーン・ペーパー

手 法	ア ク シ ョ ン 案
経済的手法	・ 差別的な税率を調査中 (例えば、ヨーロッパ・エコラベル製品に低い付加価値税率) ・ 他の環境税、賦課金、取引税削減によって補完
生産者責任	・ 「生産者責任の原則」を、加盟国で立法化する
エコラベル	・ エコラベル製品範囲の拡大 ・ 公的資金援助の拡大 ・ 共同エコラベル標榜の見直し
環境宣言	・ 環境自己宣言についての共同ガイドラインを準備中
公共調達	・ 公共調達と環境に關するコミュニケーションの探求 ・ 公共調達ハンドブック作成 ・ 欧州委員会自身の公共調達のグリーン化
製品情報	・ 環境のライフサイクル情報のリンクと、データベース作成 ・ 中小企業のためのライフサイクル・インパクト評価ツールの普及 ・ 消費者へのキーデータ提供を、並行して義務付け/奨励
エコ設計ガイドライン	・ 欧州委員会は、エコ設計ガイドラインの作成、普及、適用を推進
標準化	・ 欧州委員会は、環境特性を製品規格に統合するメカニズム策定
支援的手法	・ 欧州のEMASとのリンク

**提言** エコプロダクツの消費税率を低減化すべきである

EUはエコプロダクツの統合政策を提唱しています。これはIPP (Integrated Product Policy) という統合的エコプロダクツ政策ということで、経済的な手法、生産者責任、エコラベル、環境宣言、公共調達、製品情報、エコデザインのガイドライン標準化などの政策を提言しています。注目すべきはエコラベル製品の付加価値税を下げるということを提唱しています。

**“エコプロダクツの使用により環境負荷を下げられる”**  
— NECのエコシンボル製品の場合 — NEC提供

エコシンボル  
 目的: 製品における環境配慮の先進性をアピールと、環境配慮型製品の顧客を社内で促進

◆エコシンボル登録製品数: **21製品群(282機種)**  
<2000年10月末現在>

**エコシンボル製品のCO2削減効果: 40%**

削減要素:  
 ・省エネルギー化  
 ・高断熱性  
 ・部品点数の削減 など

ボックスレス型PC  
 99%の部品を廃給  
 ほんたて受装

パーソナルルータ  
 従来製品比  
 38%低消費電力化

コンデンサ  
 鉛、ハロゲン等  
 有害物質を除去

従来製品 エコシンボル製品  
NECが製造したLCAソフトウェアで試算

これはNECさんの場合ですが、エコシンボル商品という



のをつくってしまっていて、NECの薦めるエコプロダクツを使うと従来製品に比べて炭酸ガスは40%下げることができると主張しています。

**“富士通は2003年度末までに新規開発の全ての製品(300製品群)についてエコデザインを行う計画である。”**

情報機器 53%(パソコン、ディスプレイ、POS他) 富士通環境本部提供  
 通信機器 23%(携帯電話他)  
 電子デバイス製品 24%(LCD、電子部品他)

エコデザインは次の2つのステップで行われる。  
 STEP1: 製品環境アセスメント(45項目)  
 環境関連法律遵守、環境保全性、省資源化、省エネルギー、再資源化、処理・処分容易性、情報開示、包装  
 STEP2: グリーン製品評価(16項目)  
 環境関連法律遵守、環境保全性、省資源化、省エネルギー、再資源化、処理・処分容易性、情報開示、包装

項目	評価基準
省資源	1) 全製品の再資源化可能率が75%以上 2) 25g以上の再資源化可能なプラスチックを25g以上の全プラスチック重量比で70%以上使用。
リサイクル	3) 素手、一般工員での分解可能。 4) 25g以上のプラスチック部品全てに材料表示。 5) プラスチック部品への最小限の塗装、めっき。 6) ココア(電気を使用する部品は、蓄電・取り外し、容易な構造を採用。 7) 包装部は全て再生紙を使用し、再生を妨げる表面処理をしてはいけない。 8) 発泡スチロール使用率が包装材重量の10%以下。 9) 保護袋の材料はポリエチレン製又は紙のみを使用。 10) 20g以上の包装用プラスチック部品全てに材料表示。
省エネルギー化	11) 省エネルギー法に適合。 12) 国際エネルギースタープログラムに適合・登録。 13) 節電機能の確保。
環境情報開示	14) 廃棄処分時の注意事項を表示。
規制化学物質	15) 製品、包装材料に法律で使用禁止している物質を含有していない(アズベスト、石棉、PCB等)。 16) 製品、包装材料に技術で規制している物質を含有していない(トトラクロロエチレン等)。

それに対して富士通は2003年度末までに、新規開発のすべての製品、300製品分についてエコデザインを行う計画であるということを発表しています。情報機器が53%、通信機器が23%、電子デバイスが24%ということで、ステップ1、ステップ2でエコデザインをやります。つまり製品環境アセスメント45項目でまずチェックして、次にグリーン製品評価項目16項目でチェックします。とにかく富士通は全部の製品についてエコデザインを実行するという打ち出して高く評価されています。

それに対してリコーさんは、リコーの環境ラベルを付けてエコプロダクツを販売しています。この4つの基準を満たすもので、リサイクル設計がされていること、部品ユニットの再使用率が重量で40%以上、製品の重量90%以上が再資源化可能など、こういう認定基準でそれを通過した製品についてはリコーのこういうマークをつけて消費者に薦めるということをやっているわけです。しかもその客観的な環境情報のデータを公開しています。これは公開するばかりではなくて認証まで受けています。これはスウェーデンの認証機関から認証まで受けているのです。つまりどれだけのエネルギーを使い、どれだけの資源を使ったか、どれだけの汚染物質を出したのかを、全部社会に公表しているのです。

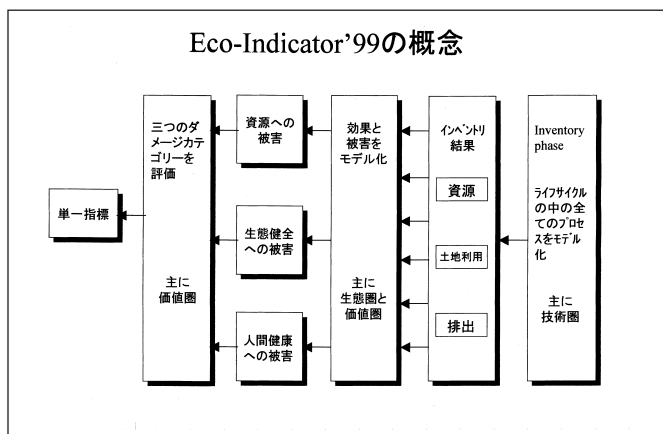
私が大変感心しているのは、このINAXのグリーン購入法特定調達商品リストというものです。これは今お話ししますが、政府はグリーン購入法施行をしたわけですが、INAXはいち早く我が社の製品のどれが政府調達にしてもらえるのかということ、パンフレットをつくって全国に配布しているのです。



製品のいろいろな値段とか物性、形状が書いてありまして、エコマークに合格したのをマークを付ける、また、今度の政府調達の基準に合格したものをこういうふうマークを付けているわけです。このマークの付いているものは政府調達にさせていただけますということを宣伝に使っているのです。

## 12 環境影響 (LCA)

皆様にお話ししたいのは、LCAという手法です。こういう物質を出すと地球温暖化をさせてしまう。これを出すとオゾン層を破壊してしまう。これを出すと酸性雨、これを出すと水の富栄養化、光化学オキシダントというように科学的にわかっています。



これを全体として環境にどれだけ影響を与えるかということも、指標づくりが積極的に進められています。最後には1つの指標でトータルに環境に与える影響を表そうと、これは非常に難しいのですが、条件付きでそういう指標があった方が製品開発とか製品の選択において便利なのです。

例えば、スチールとリサイクルしたアルミ、バージンアルミ、バージン銅、ガラス、PP、PUで、環境影響を比

較しますと、バージンのアルミ、バージンの銅、バージンのポリプロピレン、バージンのポリエチレンは非常に環境影響が高いのです。こういうことは学問的にきちんとわかってきつつあるわけです。

1999年にオランダのグループがエコインジケータ1999で計算した。1キログラムあたりのさまざまな材料の環境影響の度合いを指標で表しています。これは鉄鋼材料を100としたときにほかはどのくらいかという値です。ABSは440、HBPは350、バージンアルミニウムは790です。クロムは1,000です。だから、市民は一目でどの材料がどのくらい環境影響があるかということが大体わかるのです。

## 13 グリーン調達

そこで各社はグリーン調達に乗り出しているわけです。例えばNECの化学物質のグリーン購入基準ですが、PCBとかPGEとかアスベストが製品に入っていたらNECはそれは購入しないのです。あるいは製造段階でその会社で使用禁止物質に指定している、四塩化炭素やポリプロエタンを使い生産したということがわかれば、あなたの企業からは購入しないと。これはまさに部品、部材、デバイスの「グリーン調達」なのです。

実はそれを徹底的にやっているのは家電メーカーであり、自動車メーカーであり、今はゼネコンが始めています。ある大手電機メーカーのエコマテリアル選定ガイドでは、Aは積極使用、Bは使用してもよろしい、しかしC、DはAかBに置き換える、としています。これは総合判断でこのA、Bに属する材料がエコマテリアルと考えられているわけです。ということはC、Dに分類された素材を生産しているメーカーはもう市場を失っていくということなのです。

自分の会社の製品を環境調和型製品にしようと思えば、それを構成している部品、部材、デバイスからグリーンなものにしないとイケないのです。これが非常に重要な問題になっているのです。そのために、家電メーカー、事務機械メーカー、コンピュータメーカー、自動車メーカー、ゼネコンは全力を挙げてこういうエコマテリアル、エコデバイスの調達を始めています。これは非常に大きなインパクトを産業界に与えています。例えば、日立製作所はなんと6,000社に対してグリーン調達を実行する。松下電器は3,600社に対して実行しています。

## 14 使い捨て型社会経済から循環型社会経済へ



そこで、今日の眼目ですが、使い捨て型社会経済から循環型社会経済への明治維新に匹敵するような大社会構造変革が今行われつつあるのです。

先程、司会の方からご紹介がありましたように、4月に6本の法律が施行されました。私はこの6本の環境関連の法律というのは「錦の御旗」であると考えています。明治維新における戊辰戦争で言えば「鳥羽・伏見の戦い」にある。鳥羽・伏見の戦いでは劣勢の官軍が「錦の御旗」をなびかせたとたんに、幕府軍は総崩れになったわけです。山崎のとりでを守る津藩や淀城を守る淀藩が全部政府軍に寝返ったのです。

ですから、使い捨て型社会経済の陣営に入っている企業は確実に滅亡の道をたどると思います。これは、賊軍の汚名も待っている。アンリツの社長さんはそうではないと思いますが、あくまでも悪党消費者を当て込んで地球破壊型の製品を今後とも生産し続けようとするれば、これはまさに会津と同じように朝敵の汚名を被るわけです。これが明確になったのが重要で、私は2001年というのはまさに戊辰戦争であると考えています。

そこで、これが政府によるグリーン購入の実体ですが、私は政府の特定調達品目検討委員会の委員長として、今年も昨年と同様にさらに政府特定調達品目を広げる、品目を広げ、基準を厳しくしていく。ご覧のように紙、印刷物、文具、機器、OA機器、家電製品、照明、自動車、インテリア家具、作業用手袋、設備公共工事、役務と101品目について基準が決められていまして、これは私は大変なことだと思います。

“政府によるグリーン購入が2001年4月開始。”

分野	特定調達品目	判断の基準
紙類	複写用紙、印刷用紙、衛生用紙(トイレットペーパー)	古紙配合率、白色度等
納入印刷物	納入印刷物	
文具類	シャープペンシル、ボールペン、はさみ、のり、ファイル、バインダー等4品目	再生材料(再生プラスチック、間伐材等)の使用等
書籍類	いす、机、機、扉等品目	
OA機器	コピー機、コンピューター、プリンター、ファクシミリ等7品目	エネルギー消費効率等
家電製品	冷蔵庫、エアコン、テレビ受像機、VTR等4品目	
照明	蛍光灯照明器具、蛍光灯	
自動車	低公害車(天然ガス車、ハイブリッド車等)、その他自動車	排ガス、燃費等
制服作業服	制服、作業服	ペットボトル再生樹脂の使用等
インテリア製品	カーペット、カーテン、毛布	
作業用手袋	作業用手袋	
設備	太陽光発電システム、燃料電池、太陽熱利用システム	
公共工事	①再生資材等(再生木質ボード、タイル、混合セメント等) ②建設機械(排ガス削減型、低騒音型)	
医療	省エネルギー診断	

提言 (1) 特定調達品目の数を更に増やすべきである。  
(2) グリーン購入の内容を年度末に詳細に国民に公開すべきである。

よく考えてみてください。例えば、A社の製品がどれ一つとして、政府の決めた調達基準を合格できないという事態に陥った場合を考えてください。これは社長はすぐに辞職です。というのはA社のブランドイメージは完全に傷が付きます。それほど環境品質の劣った製品しかつくり出せないのかと。政府のみならず一般消費者も見向きもしなくなることは間違いないでしょう。

日本人というのは論理ではなかなか動かないが、情緒では容易に動きます。日本は集団運動しますから。政府御用達にならないような製品は日本の社会では生き残れないと思います。

そこで、公共工事でも使用する再生木質ボード、タイル、混合セメント、コンクリート、小径丸太材、建設機械に至るまで指定されてしまったわけです。例えば建設機械だったら燃費がよくて騒音の小さいものを使えと言われていたわけです。だから、公共工事においてはこれしか使わせないわけです。これではない地球破壊型の製品を使おうとすればそんな企業はもう公共事業の受注から外されてしまうのです。

政府特定調達品目検討委員会の委員は十数名いますが、断固として我々はやるということに対して異論を唱える委員は1人もいません。これは恐るべきことです。政府の委員会で全会一致です。ですから、我々は全力を挙げて製品の品目を拡大します。あらゆる品目を入れていこうとしています。

グリーン購入ネットワークという団体がつくられています。私は5年間代表幹事をしまして、現在は顧問になっておりますが、5年前に設立されたときは73団体で出発しました。現在はなんと2,500団体です。日本の主要企業1,900社と3,300の自治体のうちの370くらいの自治体が入ってグリーン購入を実践しています。

私たちはグリーン購入の市場規模をGPNの会員団体に、昨年ほどのくらい買ったかという緊急アンケート調査した結

果、オフィスで使用する物品は767億円、制服、事務服、作業服は68億円、自動車は495億円、部品、原材料、包装材は4兆5,100億円ということで、去年だけで4兆6,000億円がグリーン購入されたと推定しています。アンケートの回答によれば、今年は15%増額するとのことで、GPNの会員だけで今年5兆3,395億円がグリーン購入されると予想しています。まさにエコデザイン競争に後れをとれば市場を失うということをお断言できると思います。

私はこれに満足してなくて、100兆円マーケットということをお断言しているのです。例えばプレハブ住宅を考えてみてください。あれは年間60万棟建てられています、平均価格が3,000万円です。ということは18兆円のマーケットです。グリーン購入ネットワークでは戸建て住宅のグリーン購入ガイドライン作成を検討しています。どの住宅メーカーが環境共生住宅を建てられるかというところで大戦争が起こるわけです。18兆円のマーケットを支配するのはどこの企業か。積水ハウスなのか、大和なのか、あるいはミサワなのか大戦争がもう始まっているのです。

さらに、こういう動きを加速しているのがエココマースの急速な普及です。エココマースは何かというと、eコマースというのはご存じだと思いますが、eコマースにエコロジー

**“エコ・コマース(eコマース+エコロジー)が急速に拡大しつつある”**

- エコプロダクツ、グリーンな商品の売買等
- ・エコシティ21 (<http://www.ecocity21.com>)  
エコプロダクツ等の販売
- ・環境goo (<http://eco.goo.ne.jp>)  
環境情報一般
- ・エコ展 (<http://www.ecoten.com>)  
エコリサイクル材
- ・東商エコ・ショップ  
(<http://serv1.tokyo-cc.or.jp/member/ecoshop/>) エコショップのリスト
- ・グリーン購入ネットワーク情報プラザ (<http://sv2.jca.or.jp/gpn>)
- ・アジア太平洋トレードセンター  
([http://www.sphere.ad.jp/ate/atc\\_hp/index.htm](http://www.sphere.ad.jp/ate/atc_hp/index.htm))  
エコプロダクツ常設展示(大阪)



**提言** 企業が環境情報を積極的に公開するようにし、経営と製品の環境情報に基づいてエコ商品、株式債券等の売買を行うように政策誘導する。

を組み合わせたのがエココマースなのです。すなわちインターネットのうえで、どういう製品、どういう材料、どういう企業とあらゆる環境情報を自由に集めて、消費者が一番環境先進的な製品を購入していく。あるいは環境先進企業に投資をしていくというのが、エココマースでして『エコシティ21』というホームページが2月3日にできました。さらに『環境goo』というNTT-Xのホームページがございませうが、これも同じようなウェブサイトを6月にスタートさせます。さらに、グリーン購入ネットワークの情報プラザもで



きています。こういう関連のウェブサイトが十いくつできておりまして、市民は容易に環境情報を集めることができます。『エコシティ21』ではエコプロダクトが1,000種類自由自在に買うことができます。楽天と同じようなものです。

情報を共有しながら私たちは地球環境問題という非常に厳しい問題を乗り越えていかななくてはいけないのです。そのためにはエコデザインをして、環境にやさしい経営をしている会社を応援しなくてはいけないのです。

とにかく私はほかのエコロジストと違って申し上げているのは、循環経済を実現するためにはまずエコ商品を買って買って買いくると。エコ商品を大量に買うことが重要です。

企業というものは消費者が買うものをつくるのです。消費者が買わなくなればその企業はつぶれるわけですから、これによってしかメーカーを動かすことはできないのです。エコ商品が売れて売れてしょうがないという状況になれば、いかに愚かな経営者といえども、エコデザインを実践する。あるいは、環境調和型経営にまい進するということになるのです。

私は幻想是一片たりとも持っていません。すなわちエコ商品を買って買って買いくる。それによってしか日本経済を使い捨て経済から循環経済にしていくことはできないのです。以上です。どうもご静聴ありがとうございました。

(拍手)

## 15 質疑応答

(進行) どうも山本先生ありがとうございました。先生のご厚意によって、5分くらい質問を受け付けますということになっております。どなたかご質問ございませんでしょうか。それでは一つだけ、非常に厳しいお話しでしたが、私どもが一番メインになっております、先程先生にご覧いただいた測定器。あのあたりですと、エコファクターを何年くらいでクリアしないと売れなくなりますか、ということをご直感的で結構でございますので、お願いいたします。

(山本) 測定器の方がどのくらいグリーン調達されるかわかりませんが、2、3年でそういう状況になると思います。まず、今年はグリーン調達が始められたばかりで、省庁、国会、裁判所、独立行政法人、特殊法人これが全面的に今グリーン調達を始めたわけです。それには、全国3,300の自治体がグリーン調達を始めた。さらには大企業が企業としてグリーン調達を始めている。例えば日立製作所は6,000社

に対してグリーン調達をやる。松下は3,600社に対してやる。トヨタ自動車は230社に対してやる。しかも、公共事業を受注しようという会社はISO14001を取ってこいと言われて始めています。おそらく1、2年そういう状況が続きます。来年の今ごろになると2001年度どのくらいグリーン調達をしたかという実績が出てくるわけです。

例えば環境庁は低公害自動車を何台買ったか。今度小泉首相は——政府は全力を挙げて低公害自動車を買うと所信表明演説で言明したわけです。ですから来年の今ごろは「なんだ、かけ声だけかけてあまり買ってないじゃないの」と。グリーン購入ネットワークの会員団体は5兆円くらい買ったかもしれないけど、国会とか裁判所とかはあまり買っていないのではないかと厳しい批判が出るわけです。これは情報公開がありますから、我々は省庁などがどこの製品をどれだけ買ったのかかわかってしまうのです。ですから、これは非常に厳しいことで、来年の今ごろになると各省庁とか自治体は、どこが一生懸命やっているのか一目瞭然になってくるわけです。そこになって初めてものすごいポジティブ・フィードバックがかかるわけです。ですから2年くらいかかると思います。

2年くらいたったときには今度は最終製品のみならず、部品、部材、素材からはじめて役務と称するサービスですね、物流とか印刷とかビルのメンテナンスとか、あるいはエネルギーとか、あらゆるものがグリーンであるかどうかを基準にして見られている。という状況になるのです。

そうすると、当然工作機械から測定器などというのは例外なしに入ってくるのです。皆様、アメリカは国防総省までがグリーン調達をもう始めているわけです。攻撃型原子力潜水艦のグリーン調達もやっているのです。皆様お笑いになりますが、例えば原子力潜水艦の場合には海水汚染防止が徹底していなければだめなのです。ですからどういう塗料を使うか、潤滑油をどうするかとかあらゆるところを徹底的にチェックするわけです。これからは環境にやさしい戦車、環境にやさしい機関銃なども出てきます(笑)。

これがヨーロッパではスイス陸軍が今年の4月からグリーン調達を始めているわけです。ですから、「エンバイロメンタリー・フレンドリー・ウエポン」ということが、まじめに開発され始められているわけです。

ですから、測定器なども当然そういう目で見られるわけだし、最終的に引き取って利用するリサイクルをしていただかないと。以上です。



## 講演者紹介

### 山本良一

東京大学国際・産学共同研究センターセンター長  
(Tel 03-5452-6501 Fax 03-5452-6508)

#### 研究室

〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1  
東大生研F棟209号室  
(Tel 03-5452-6301 Fax 03-5452-6305)

#### 専門

エコデザイン学  
(Ecomaterial, Ecodesign, LCA),  
材料科学

#### 略歴

生年月日 1946年8月30日(茨城県, 水戸市)  
1969年 東京大学工学部冶金学科卒業  
1971年 同上 工学系研究科大学院  
修士課程修了  
1974年 同上 工学系研究科大学院  
博士課程修了工学博士  
1974-76年 Max-Planck 金属研究所客員研究員  
1976年 東京大学工学部金属材料学科助手  
1978-80年 British-Columbia 大学  
中間子研究施設  $\mu$  SR 国際共同研究  
1979年 東京大学工学部金属材料学科講師  
1980年 Jlich 原子核研究所客員研究員  
1980年 東京大学工学部  
金属材料学科助教授  
1989年 東京大学工学部  
金属材料学第二講座教授  
1989年 東京大学  
先端科学技術研究センター教授  
1992年 東京大学生産技術研究所教授  
1999年 東京大学  
国際・産学共同研究センター教授  
同センター長  
2001年 大学院工学系研究科・  
マテリアル工学科教授(併任)