

No.40

March 15, 1994

The logo for EAJ Information features the letters 'E', 'A', and 'J' in a stylized, bold font, each contained within a circular segment. The 'E' is on the left, 'A' in the middle, and 'J' on the right. The circles are stacked vertically, with the 'A' and 'J' circles overlapping the 'E' circle.

Information

講 演

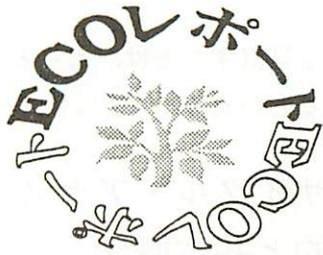
1993年12月14日(火)・第58回談話サロン(東京・弘済会館)

講師・題目

後藤 典弘 : 「環境負荷の低減とPLCA」

日本工学アカデミー

THE ENGINEERING ACADEMY OF JAPAN



環境負荷低減のための

製品ライフサイクル・アセスメント [PLCA] の意義と重要性

後藤典弘

—筆者紹介—

GOTOH SUKEHIRO

国立環境研究所社会環境システム部長

1 はじめに

平成元年（1989）5月、わが国政府は温暖化をはじめとする地球環境問題に全省庁で取り組むことを決め、環境庁長官を地球環境問題担当相に任命するとともに、施策の効果的かつ総合的な推進を図るため、「地球環境保全に関する関係閣僚会議」を設置した。そして、6月30日には、その第1回会合を開催し『地球環境保全に関する施策について』申し合わせを行った。

このなかで、わが国が講ずべき施策の基本的方向として6項目を示した。地球環境の保全は、人類共通の課題であり、世界的な枠組みでの施策の推進を目指す、といった項目とともに、

“6. 地球環境への負荷がより少ない方法で経済社会活動が営まれるよう努力する。また国民各界各層の理解と協力とが不可欠であることから、地球環境保全を進めるための普及・啓発を推進する”〔下線は筆者〕。

という「地球環境への負荷」に言及した項目が含まれている。

こうした新しい環境施策の方向は、従来の公害対策といったダウンストリーム（川下）の規制的アプローチのみならず、あらゆる経済社会活動の

営みを環境・資源面から見直していくというアップストリーム（川上）アプローチを推進することが必要だという政府の認識にもとづいている。実際、1972年のストックホルム国連人間環境会議以降の過去20年間のあらゆるデータが示すように、現行の地球規模に拡大した経済活動は、21世紀半ばに確実に100億人を超える途上国を中心とする地球人口の伸びと考えあわせると“持続不可能”であることが明らかになってきたからだ。この意味で、昨年（1992）ブラジルで開催された「地球サミット」で合意された、“アジェンダ21（「持続可能な発展」のための21世紀に向けての行動計画）”は、国際的な協調のもとに、全人類が実施すべき行動を網羅したものである。

2 「環境への負荷」と その低減方策

さる6月の衆議院解散に伴い、『環境基本法』の政府案は、若干の修正を含めほぼ成立する直前になって、残念ながら廃案となった。

この政府の環境基本法案は、現行の「公害対策基本法（1967）」ならびに「自然環境保全法（1972）」、さらには既述の地球環境保全に関する

基本施策等を統合し、これらを根幹とするものであり、文字どおり、21世紀の地域を見すえた責任ある先進国日本の環境施策の基本をなす法律である。

この法案は、環境が生態系の微妙な均衡により成り立っている有限なものであり、人類の生存基盤として、これを将来世代にも引き継ぐため保全することが必要であるとの認識にたっている。また、環境への負荷が人間のさまざまな活動から生じていることを認識し、すべての者の公平な役割分担のもとに、自主的かつ積極的に、経済社会システムのあり方や生活様式の見直しを行い、環境への負荷の少ない持続的発展が可能な社会を構築することが求められているとしている。そして具体的内容として、まず基本理念を明確にし、ついで環境保全施策に関し、環境基本計画の策定等をはじめ、環境保全のための経済的措置や“環境負荷の低減に資する製品等の利用の促進”等を規定している。この最後の製品等に関する規定は、

“第24条 国は、事業者に対し、物の製造、加工又は販売その他の事業活動に際して、あらかじめ、その事業活動に係る製品その他の物が使用され又は廃棄されることによる環境への負荷について事業者が自ら評価することにより、その物に係る環境への負荷の低減について適正に配慮することができるように技術的支援等を行うため、必要な措置を講ずるものとする。

2 国は、再生資源その他の環境への負荷の低減に資する原材料、製品、役務等の利用が促進されるように、必要な措置を講ずるものとする”〔下線は筆者〕。

のように、具体的には国の支援や促進策を推進することを述べている。ただし、これらの施策は、環境負荷の評価をはじめおもに事業者の自主的な行動を前提としたものとなっている。

われわれの市場経済を中心とする現代社会はいま、大量生産→大量流通→大量消費→大量廃棄のパターンで、物質的な豊かさを求め経済的発展をとげてきている。こうした生産・消費の基本様式やそれを支える社会経済システムをひとつひとつ見直していくことが、実は環境負荷の低減につながる。このなかで、資源や環境面から“ものの流

れ”にそって製品・商品を見直すことは、もっとも重要な方策の一つであるといえる。

3 製品ライフサイクル・アセスメントの目的と基本概念

すべての製品・商品には、その生産から最終廃棄物となるまで、つまりライフサイクル(=一生涯)の間に、なんらかの環境影響があり、また環境負荷をもたらす。

その引き起こされる影響や負荷が、どの段階(ライフステージ)でどの程度なのかを明らかにし、それにより事業者が自ら、より“環境にやさしい”材料の選択、生産等のプロセスの変更、製品設計の変更、新製品の開発などを行い、また負荷評価結果の公開により、“環境にやさしい”商品の選択や製品利用方法の改善等を消費者に促す、というのが製品ライフサイクル・アセスメント(以下、PLCA)の基本概念である。

3.1 なぜ製品ライフサイクル・アセスメントを行うのか

製品・商品の環境への負荷を事業者自らが評価するPLCAは、(1)事業者自らにとっても、また、(2)事業者以外の消費者や環境政策担当者等にとっても、以下のような理由から、持続可能な発展を目指す社会を構築するためには必要不可欠である。

(1) 事業者には、

①既存の製品について、生産から最終廃棄に至るどの段階で環境負荷が大きいのが明らかになり、生産や流通プロセスでの改善ができる。

②既存製品について、設計変更により環境負荷の低減が図れる。

③より“環境にやさしい”新製品の企画・設計・開発に役立つ。

④既存の製品・商品を競合する他の商品等と比較し、資源・環境面からの優位性を科学的に示すことができる。

⑤PLCAの結果を公開することにより、販売促進や広告などで事業者と消費者とのコミュニケーションを図り促進することができる。

(2) 一般消費者・環境政策担当者には、

①商品の購買時に、品質・価格以外に資源・環境面でのよさや使い方が分かり、環境負荷を少なくするような買い物や生活ができる。

②商品に“エコマーク”等の環境表示（ラベル）の認定や、その基準を定めるのに有用である。

③政策担当者が指針（ガイドライン）等を定めたり、新たな政策立案に役立つ。

わが国では、すでに現行の『廃掃法（廃棄物の処理及び清掃に関する法律）』〔平成3年改正〕の第3条2項には、製品等が廃棄物となった場合、その処理困難性についてあらかじめ自ら評価することが、事業者の責務として規定されている。ま

た、同じ平成3年に成立・施行された『リサイクル法（再生資源の利用の促進に関する法律）』では、第一種指定製品についての事業者の判断の基準となるべき事項を定める第13条に関連し、それぞれの指定製品について、該当の主務省令で事業者が“事前評価”を行うことを定めている。

3.2 製品ライフサイクル・アセスメントの枠組みとその実施手順

前節で述べたような種々の目的でPLCAを事業者が自主的に行うことが期待されるが、製品改良等が次第に継続的に行われるように、一般に、そのアセスメントの実実施手順は、ダイナミックなものであり、また繰り返しのきく性質のものでなければならない。諸外国で導入されつつある例を参考にすると、〔図1〕⁵⁾に示す実施手順がもっとも標準的なものと考えられる。

この図で、ステップ1の『目的の明確化と評価範囲の設定』は、欧米等では自明のステップとして述べられていない場合が多いが²⁾⁻⁴⁾、きわめて重要なものである。というのは、PLCAは詳細にやろうと思えばキリがないものであり、またこの手順を何回も繰り返す必要のある場合もあり、今回は何の目的（ある判断をするためどのような情報が必要なのか？）でどのレベルで実施するかを毎回初めに明確にする必要がある。さらに目的により必要となるデータの範囲や解析の精度を設定することが大切である。これにより、PLCAにかかるコストや時間を大幅に削減できる。

目的の明確化では、すでに述べた目的と関連し、例えば、〔図2〕¹⁾のようなケースが考えられる。

また、PLCAの対象範囲となる製品がどのようなタイプのものなのかを初めに明確にしておく

図1 製品ライフサイクル・アセスメント（PLCA）実施の基本的手順

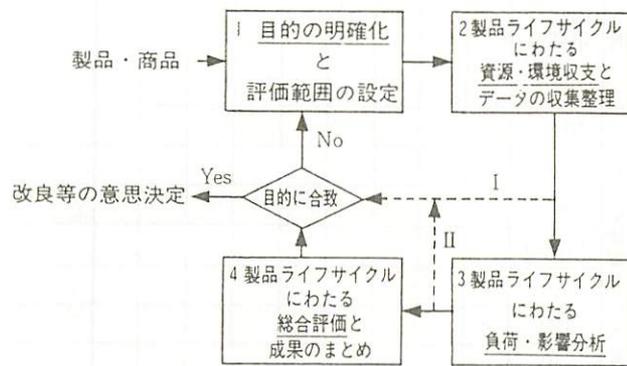


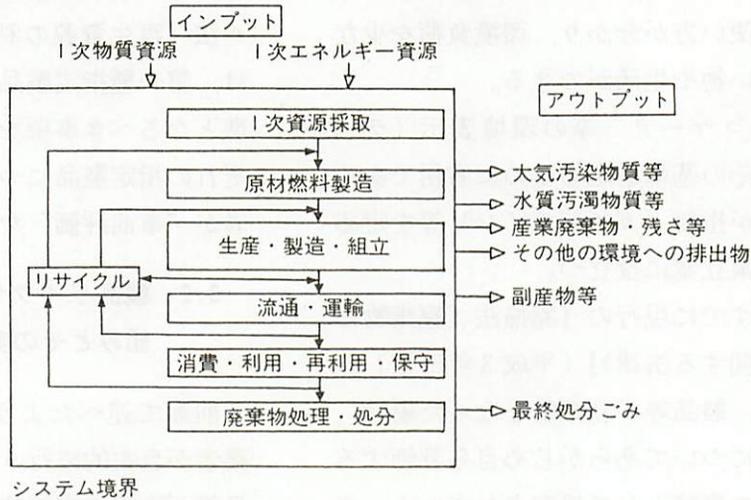
図2 PLCA実施の目的の明確化

- a. 複数製品の比較評価
製品A vs 製品B
- b. 製品改良効果の評価
製品A → 製品A'
- c. 基準値・目標値達成のための製品チェック
製品A vs 基準値・目標値
- d. 改善目標抽出のための製品の現状の影響分析
製品A → 改善目標
- e. 製品に係る各主体間のコミュニケーションの促進

表1 評価対象となる製品の分類及び例示

類	型	例
A	主に一様な物質・材料からできている製品・商品	すべての食料・燃料；衣料；陶磁器類；化成品類；食器類；金物類；建設資材；例えば、飲料、燃料油、紙製品、衣類、洗剤…
B1	包装材料製品	紙、プラスチック、せんい、木製、金属、複合材
B2	各種容器類	ガラス、金属、紙、プラスチック、木製、複合材
C1	C2型製品の部品・コンポ・機材類	電池類、タイヤ、パイプ及びダクト類、ワイヤ類、モーター類、ベアリング類…
C2	複合・耐久・大型製品類	本及び書籍類、家電製品類、事務機器、自転車・自動車等各種車輛類、各種機械・装置類、住宅・建造物類…

図3 製品ライフサイクルにわたる資源・環境収支の一般的枠組み



必要がある。〔表1〕⁵⁾は筆者の作成した分類表であるが、従来、何らかのPLCAが行われたものは、この表のAからC1までである（例えば、Aでは粉洗剤、B1ではプラスチック・フィルム、B2ではガラスびんとPETボトル、C1では自動車バンパーなどがある）。したがって、製品タイプを明確にすることにより、共有できるデータやその情報源等が分かるだけでなく、すでに行われた類似の製品・商品等のPLCAの結果との確かな比較が可能となる。

3.3 資源・環境収支→負荷・影響分析→総合評価

PLCAの実施では、〔図1〕のステップ2の『資源・環境収支』がもっとも重要である。ここでは、いま評価しようとしている製品について、まず関連しているシステムの境界を明確にし、製品のどういう単位（例えば、容器でいえば内容物1mlあたりなのか、500ml容器1つあたりなのか）について、どのような資源・環境項目の範囲（カテゴリー）をとろうとしているのかを明らかにしなければならない。次いで、〔図3〕⁵⁾に示すように、製品のライフサイクルにわたるそれぞれの段階のシステムを、また、その境界を明確にし、各段階のデータを収集整理する。これらのデータに基づき、各段階について製品単位あたりの物質・エネルギー収支式を算定し完成する。〔表2〕¹⁾に、こうして集めたデータを使って、各段階（プロセス）ごとに収支式に基づいて物質・エネルギーの出入りを算定し整理した例を示す。ここでは触れないが、これには膨大な作業を伴い、多くの前提

表2 収集・算定データの一覧表例

カテゴリー例	プロセス例 個別項目例	単位	資源採取	原材料の製造	製品製造・加工	流通・販売	消費・使用	リサイクル	廃棄物	輸送	合計
			大気汚染物質	NO ₂	g						
	SO ₂	g									
	CO	g									
	ばいじん	g									
	g									
水質汚濁物質	BOD	g									
	COD	g									
	SS	g									
	g									
エネルギー		kcal									
〇〇資源		kg									
固形廃棄物		kg									
										

表3 大気汚染物質の重みづけ係数表

項目	略号	重みづけ係数
※ 二酸化硫黄	SO ₂	1
一酸化炭素	CO	0.01
ばいじん	SPM	1.08
二酸化窒素	NO ₂	1.39
非メタン炭化水素	NMHC	0.8
カドミウム	Cd	124
塩素	Cl	3.67
塩化水素	HCl	0.72
フッ素	F	36.7
鉛	Pb	10.9

条件を含む。また、リサイクルの取り扱い、機密データの公開、資源・環境の2次以降の影響をどこまで算定するか、といった実務上の課題が多い。

ステップ3の『負荷・影響分析』は、ステップ2の物質・エネルギー収支の結果をふまえ、それが資源や環境面でどのような影響や意味合いをもっているかを分析するものである。例えば、前のステップから、製品1単位あたり製造段階で、大気汚染として、SO₂を50mg排出し、同時に、F(フッ素)を0.1mg含む排ガスを出すことが分かった場合、どちらが相対的に環境への影響が大きいのか、といったことである。単純にSO₂が500倍の量なので、それだけ影響が大きいといってよいのだろうか。環境庁の委員会では、[表3]¹⁾のような重みづけ係数を考え、同じ環境カテゴリーのなかでの汚染物質の影響の度合いに相対的な重要性を考慮している。そして、この重みづけ係数の算定には、当該する物質の環境基準(またはそれに準ずる)値の逆数をとることを提案している。

最後のステップ4の『総合評価』は、ステップ1～3までの結果を総合的に評価し、その結果を事業者自らが製品の改良に活かしたり、消費者が商品の選択に参考にする目的で、判断しやすく表現する過程である。このためには、ステップ2や3の詳細な定量的・定性的な分析結果を統合したり、また評価結果を分かりやすく表現する技術が必要となる。とくに、異なる環境カテゴリーの結果を統合することや、定性的な結果をどこまで評価に加えるべきかなど、困難な課題がある。

一般にPLCAの結果を事業者が内部で製品改良等の目的で利用する場合には、[図1]のPath IやIIで示してあるように、このステップ4は不必要である。しかし、例えば、商品の「環境にやさしい度合い」の表示や広報に使うとか、“エコマーク”のようなエコラベル制度の認定基準に用いるためには、この総合評価のステップは不可欠である。

4 製品ライフサイクル・アセスメントの実施とそれに伴う課題

1985年以来、世界中で包装材・容器等(表1の

分類ではB1およびB2)に関するPLCAが100件以上行われたといわれる。が、PETのようなプラスチックボトルとガラスびん、あるいはアルミ缶やスチール缶についての比較結果をみると、それぞれまちまちであり、ある場合には、プラスチックボトルの評価が高く、またある場合には、ガラスびんやアルミ缶が一番高い評価を受けることがある。用いる手法が違ったり、データ源が異なり、特定の地域にしか適用できなかったり、あるいは同種の手法とデータを用いても、分析や評価の前提条件が違ったりしているためである。

それでは、PLCAは不要なのかといえば、そうではない。事業者自らが製品に関する物質・エネルギー収支をとるために自分の製造プロセスの解析を行ったり他の事業者や消費者の活動を評価し、それを商品の改良やプロセスの改善に活かすことができれば、PLCAを実施する意義は十分ある。

一般に、PLCAは、あくまで製品・商品に関する環境負荷を評価するための手法である。手法が目的化してはならない。この意味で、どの製品に対して何の目的でいつPLCAを行うのかは、常に明確にしておかなければならない。でないとうりんと“みかん”を比較し評価するようなことになりかねない。

すでに述べたように、PLCAを効率的に実施し、かつ効果的にその結果を利用するためには多くの課題がある。以下に、こうした課題のいくつか重要なものについて簡単にふれてみよう。

4.1 実施手順等の手法の確立と標準化

世界的にいっても、本格的なPLCAは、まだ始まったばかりである。したがって、[図1]に示したような実施手順を含め、資源・環境項目の範囲や収支式のとり方、影響分析の方法、さらに総合評価のやり方やまとめ方等々、一般にPLCAの手法は、まだ確立しているとはいえない。

将来的には、すべての製品についての同一の手法が適用できるとは考えられず、[表1]にあげたような製品の類型ごとに、もっとも適切な分析・評価手法の確立が望まれている。また、PLCA

は、今までのところ主にヨーロッパや北米の先進工業国で大半の事例が実施されてきたが、今後はわが国を含め各地で行われるものを考慮し、手法の標準化が必要となるであろう。すでに、ステップ2を中心とするいわゆるLCAやLCI (Life Cycle Analysis or Life Cycle Inventory) の手法については、国際標準化機構 (ISO) が、産業界の環境管理や環境監査等とともに、その手法としての標準化について取り組みを開始している。

すでに〔図1〕のPath IやIIで述べたが、PLCAの一般的な実施手順では、『簡便法』ともいべき簡略手順が重要で、今後各国で事例を重ねるなかで、どういうときに簡便法が有効なのかを明らかにしていく必要がある。

4.2 基本データの整備/共有等

PLCAを実施していくうえで、実際上、もっとも時間やコストもかかり困難な作業は、ステップ2および3の分析に必要な、信頼できる、質の高いデータの収集・整備である。

とくに、例えば製造事業者であれば、製造等に関するデータは自らのものを収集できるとしても、①原料・エネルギー調達、②製品の流通、③消費、④リサイクル、⑤当該製品が廃棄物となったときの処理・処分等に関するデータは、通常簡単には入手できない。このうち、②以外のデータは、将来的には国や地域ごとに統計や標準値として、公的団体等でだれでもがアクセスできるデータベースとして整備され共有されるべきものである。

4.3 製品ライフサイクル・アセスメント結果の利用等

PLCAは既述のような各種の目的で行われるが、その結果は、原則として、当初の目的にそってのみ利用されるべきである。しかし実際には、ある製品・商品に対してのPLCA結果が発表されると、結果だけが一人歩きすることが多い。

当然のことながら、PLCAは一つの環境負荷の評価方法であって、いかに適切な手法を利用し信頼の高いデータを用いて分析評価しても、同時に数多くの仮定や前提条件を用いて評価結果を得ている。したがって、PLCAの結果をいかなる

局面で利用するにしても、その用いた仮定や前提条件を常に明確にしておくことが、きわめて重要である。

5 おわりに

ここでは、PLCAについて、製品・商品の環境負荷を評価する有効な手法の一つとして解説した。

冒頭述べたように、これは、いわゆる「持続可能な発展 (Sustainable Development)」をめざす地球社会で、われわれの経済活動に伴う環境負荷を次第に低減していくための努力の一環である。私見では、そのなかで、とくに、わが国を含めた先進工業国の産業界が自主的かつ積極的に行うべき環境保全への取り組みの一つである。幸い、すでに欧米のみならず、わが国でも産業界の一部で真剣な取り組みが始まっており、また『環境基本法』等の整備とあいまって、将来的には、有効なPLCAが広範に実施されるようになる見通しである。

本稿がPLCAの単なる入門的解説にとどまらず、産業界において実際にPLCAが実施され普及していくのに少しでもお役にたつことになれば、筆者の望外の幸せである。

〔引用文献〕

- 1) 日本エコライフセンター：環境への負荷の評価に関する予備的検討—特に製品に関する環境負荷評価を中心として—、環境庁委託研究報告書、平成5年6月(1993)。
- 2) SETAC : A Technical Framework For Life-Cycle Assessment, WORKSHOP REPORT, January 1991.
- 3) US EPA : Life-Cycle Assessment : Inventory Guidelines and Principles, Contract Research to Battelle and Franklin Associates, Ltd. #68-CO-0003, EPA/600/R-92/245, February 1993.
- 4) US EPA : Life-Cycle Design Guidance Manual Environmental Requirements and the Product System, Agreed Research Between National Pollution Center, University of Michigan, #817570, EPA/600/R-92/226, January 1993.
- 5) GOTOH, S. : A Comprehensive Methodological Scheme for Product Life Cycle Assessment (PLCA), Presented at the Symposium K (Ecomaterials) of IUMRS-ICAM-93, Tokyo, August 1993.

環境負荷の低減と PLCA

ごとう すけ ひろ
後藤 典 弘



1939年9月 東京生まれ
1962年3月 早稲田大学第1理工学部応用化学科卒業
1964年3月 〃 大学院理工学研究科修士課程(応用化学専攻)修了
1964年9月 米国ウィスコンシン大学工学部化学工学科研究及び教育助手
1971年4月 〃 大学院化学工学専攻 Ph.D.取得修了
1972年10月 京都大学工学部助手(衛生工学科)
1973年7月 通商産業省工業技術院公害資源研究所公害第四部第二課研究員
1973年8月 〃 総務部研究開発官付(資源再生班担当)併任
1975年1月 環境庁国立公害研究所総合解析部第二グループ主任研究官
1987年4月 〃 環境情報部長
1990年7月 機構改革で環境庁国立環境研究所社会環境システム部長 現在に至る

この間、筑波大学大学院環境科学研究科、東京大学教養学部基礎科学科第二、慶應義塾大学大学院理工学研究科、各(非常勤)講師。

国などの委員：国際協力事業団「タイ環境研究研修センタープロジェクト国内委員会」委員長、他環境庁や各県等の委員会・審議会などの委員・座長など多数。

著書：「産業廃棄物処理・処分の手引き」(共著)、「現代のごみ問題—文化編—」、「有限の地球と人間活動」(共著)他、また廃棄物処理および環境保全分野で内外の専門誌に論文等約200編。

司会(植之原国際委員会委員長) 皆さん、師走も押し詰まった中で、談話サロンに大勢お集まりいただきまして、どうもありがとうございます。

今夜の話題は、大変皆さんご関心をお持ちの話題でございますし、また平成6年5月には、アメリカのナショナル・アカデミー・オブ・エンジニアリングと日本工学アカデミーとの共同事業の一つといたしまして、インダストリアル・エコロジーのインターナショナル・シンポジウムがカリフォルニアのベックマンセンターで行われますが、それに対しまして日本からも応分の貢献をしなくちゃならないという立場にごさいます、今いろいろ委員会等もつくりまして、協力いただける方をお願いして準備をしているところでございます。今夜の話題もその中の一つに入っておりまして、皆さんにもいろいろ日本での現状等も踏まえてご認識いただけたらいいんじゃないかということで、この談話サロンの話題を決めまして、ここにおられます国立環境研究所の社会環境システム部長で

あられる後藤典弘(すけひろ)様にお話をさせていただくことにしたわけでございます。

お話をさせていただく前に、恒例によりまして、簡単に後藤部長のご経歴をご紹介します。

先生は、昭和37年に早稲田大学の第一理工学部の応用化学科をご卒業になられまして、それから引き続きまして理工学研究科の修士課程(応用化学専攻)を修得されました。それからアメリカのウィスコンシン大学の工学部化学工学科のリサーチアシスタントとティーチングアシスタントということで留学されまして、そして昭和46年の4月にPh. D. を取得されておられます。引き続きまして同大学のドクター・フェローとして滞在して研究を続けられました後、昭和47年10月に京都大学工学部助手衛生工学科担当ということで帰国されました。それから翌年に通産省の公害資源研究所に入所されて間もなく国立環境研究所に移られ現在に至っております。

そういうことで、これから長いご経験と最近の

いろいろな地球環境問題との絡みで、プロダクト・ライフサイクル・アセスメントを中心にして、お話をいただきたいと思っております。それでは、よろしくをお願いします。

後藤 ただいまご紹介いただきました国立環境研究所の後藤でございます。

今そこで名簿を受け取ったんですけども、大変、産業界並びにアカデミアといったらいいんでしょうか、大学の有名な先生方を前にお話しする機会を得まして、うれしく思っております。当初、工学アカデミーの桜井専務から、談話サロンでインフォーマルにお話をというように私は理解しております、20人か15人で、かなりインフォーマルな話をすればいいのかなと思っていたんですけども、だんだん近づいてきたら、ちゃんとしなさいというようなことだったので……。それときょうは、予定でいいますと7時から食事をして、その後にディスカッション。食事の前ですので、できるだけ簡単にお話ししたいと思います。

私も工学部の人間なもので、何もなしで話すというのは苦手なので、いろいろOHPを用意してまいりましたので、それに沿ってお話ししたいと思います。それからきょうは、たまたま最近、この問題について商業誌に解説みたいなことを書きましたので、そのコピーもお配りしてございますので、大体それに沿ったような内容でお話を申し上げたいと思います。

話の内容は、ここに書いてございますように、あるいは別掲のレジュメ(表1)に書いてございますように、大体こんな感じでお話し申し上げますけれども、タイトルは「環境負荷の低減とPLCAの動向」ということで、余り横文字やら片仮名英語を使いたくないんですけども、ちょっと今のところ適切な翻訳がございませんのでこのようにさせていただきました。このPLCAというのは、製品ライフサイクル・アセスメントの頭文字をとっていますが、多くの外国では、このPを取ってLCAという表現をしているんですけども、私はちょっと意図的なことがございまして、プロダクト・ライフサイクル、PLCAと言っております。

きょうお話しすることは大きく二つに分かれて

おりまして、前の方は環境負荷の低減ということであるわけですが、結論を先に言いますと、このPLCAというのは、これから環境負荷一後から環境負荷の定義をしますけれども一をトータルに低減していかなきゃならないことがもう必須でございまして、そのための一つの手段といいたいまいしょうか、手法なわけでありまして。それで、ライフサイクル・アセスメント、PLCAがどんなものなのか、あるいはその手法としてどのような問題があるのかということを中心にお話しするわけでありまして、その前に、何でこのPLCAと

表1 環境負荷の低減とPLCAの動向

1. はじめにー地球環境問題
 - 1-1 地球環境問題の3つの原因ー先進国の浪費/途上国の貧困/経済のグローバル化
 - 1-2 「地球サミットーAGENDA 21」ー人類存続の『持続可能な発展』の方向
2. 「環境への負荷」とその低減方策
 - 2-1 政府施策の基本方向ー地球環境への負荷が少ない方法で社会経済が営まれるよう
 - 2-2 『環境基本法』の成立までとこれから
 - 2-3 持続可能な社会=“リサイクル社会”に向かっている事業者・消費者の役割
3. PLCA=製品ライフサイクル・アセスメントの目的と基本概念
 - 3-1 なぜ製品ライフサイクル・アセスメントを行うのか
 - 3-2 製品ライフサイクル・アセスメントの枠組みとその実施手順
 - 3-3 資源・環境収支 ⇨ 負荷・影響分析 ⇨ 総合評価
4. 製品ライフサイクル・アセスメントの実施とそれに伴う課題
 - 4-1 実施手順等の手法の確立と標準化
 - 4-2 基本データの整備及び共有化等の動き
 - 4-3 製品ライフサイクル・アセスメントの結果の利用等
5. おわりにートータルな環境負荷を考えて
 - 5-1 現代のごみ問題ー“包装・容器・製品ごみ”, “流通・オフィスごみ”
 - 5-2 産業界の環境監査・環境管理・PLCAシステムの形成と国際標準化の動き
 - 5-3 SGS=SUSTAINABLE GLOBAL SOCIETYの形成に向けて

いいでしょうか、製品ライフサイクル・アセスメントみたいなことが必要になってきたかという背景を詳しくお話した方がよいかというふうに思いましたので、その部分をこの初めの1と2というところでお話をさせていただきたいと思いません。

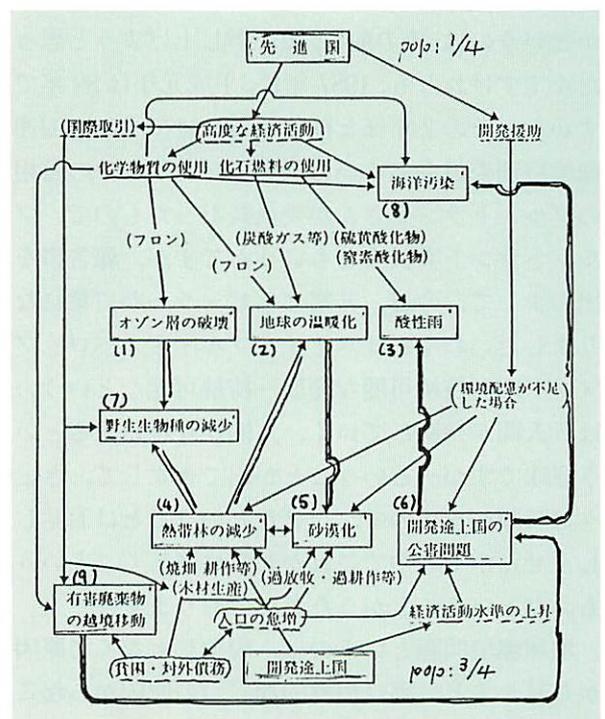
そういう次第でございまして、きっかけはここごろマスコミなどでいろいろ言われております地球環境問題というわけでありまして、歴史的にずっと見てみますと、もう20年も前から、こういうことをやらざるを得ないということは必然としてあったわけでございまして、そのあたりのことをお話しさせていただきます。

きょうの話は、日本工学アカデミーの会員の方々へのものなんですけれども、基本的にはPLCAもそうなんです、私も役所サイドの人間からいいますと、環境政策のため一つの手段でもあるわけでございまして、したがって、政府がこの環境問題にどういふふうに取り組んできたのかということはどうしてもお話ししなければなりません。日本はこの地球環境問題に政府が全省庁で取り組むという決意を、実は5年前、平成元年にしております。その点は後でお話し申し上げますけれども、そのときに役所サイドの中で、地球環境問題という言葉を使いながら、人によって随分内容が違うんじゃないかということがございまして、この(図1)は実は平成2年の環境白書からとった図面でありまして、政府の中でこの地球環境問題に対する認識というのがどういふものなのかということ、具体的には九つの地球環境問題を、5年前の平成元年でありますけれども、政府では差し当たって取り上げるということにいたしました。

ちょっと数だけ見てみますと、オゾン層の破壊だとか、地球の温暖化、酸性雨、熱帯林といましようか森林全体の減少、砂漠化、途上国の公害問題、それから野生生物の種が減少していくこと、更に海洋汚染、有害廃棄物の越境移動という、この九つの問題を取り上げてございまして。実はもっといろいろな問題も地球環境問題としてあるわけですが、とりあえずこの九つの問題を取り上げようということになったわけでありまして。とこ

ろが、この図面をお示しした理由は、この九つの問題は、現象的にはマスコミや何かでよく伝わっておりまして、例えばオゾン層の破壊について申し上げれば、CFCといましようか、フロン等で、特に極地のオゾン層がオゾンホールみたいになっているというようなことが言われているわけでありまして、実は、この九つの地球問題を並べてみたら、今度は現象じゃなくて原因サイドから考えてみたら、みんな根っこは同じだということがわかったと言ったらおかしいんですけども、この共通のものが政府の認識になったわけでありまして。

それはどういふことかといまいますと、この図面で一番上に先進国と書いてありますし下には開発途上国と書いてあります。今の地球の上で世界の人口は55億人おりますけれども、先進国はそのうちの23%ぐらい、4分の1弱の人口でございまして、それから途上国はその残りでありまして。この図面では先進国というのは、表現はいろいろありますけれども、ここでは高度な経済活動によって特徴づけられているということになっておりまして、一方、開発途上国は、どちらから言っても



出典：平成2年版「環境白書」

図1 「問題群」としての地球環境問題

いいんですけれども、一言でいいますと、貧困と
いまいしょうか、人口の急増による貧困によって
特徴づけられています。

何でこんなことがこの環境問題と関係あるのか
とといいますと、この九つの地球環境問題を取り上
げてみますと、この図面で矢印になっていること
でもおわかりになりますように、全部の問題が相
互に因果関係で結ばれている形になっておりまし
て、この問題の原因を除去することによって解こ
うと思ったときには、どれ一つとして単独に解く
ことはできないんです。これはもうこんな簡単な
図面を見ただけで明らかなんでありますけれども、
今例えば私ども、必死になって温暖化の対策とい
うようなことをエネルギー消費との関係でやって
おりますけれども、この図面全体から見ますと、
温暖化の問題の解決というのは単独ではできない
んです。そういうことがまず一つわかるというこ
とと、それから、この九つの地球環境問題、たま
たま取り上げた問題が、この先進国と途上国とい
うものの特徴づけられる構図の中に、構造的に
しっかり組み込まれているという問題なんです。

こういうわけでありまして、何で政府がこの問
題を取り上げるに当たってこういう認識に至った
かというのは、その前に、後で申し上げようと思
ったんですけれども、1987年に、平成元年は89年
ですから、その2年ほど前になるわけですが、国連
環境特別委員会あるいは別名、ノルウェーの首相
のブルントラントさんが委員長だったもので、ブ
ルントラント委員会ともいうんですが、報告書
を出しまして、今日、非常にポピュラーな言葉に
なりましたいわゆるサステイナブル・ディベロッ
PMENT即ち持続可能な発展—持続可能なというの
は、人間が持続していく、人間が存続し得るとい
う意味ですが—ということが出てきてまして、き
ょうは時間がないので、なぜだということはお話
しませんがその中でこれが非常に詳しくこういう
ものだということがうたわれております。

地球環境問題というのは、現象じゃなくて原因
から見ますと、実は根幹的な二つの原因から起こ
されてきているんだということなのです。ストック
ホルムの国連人間環境会議というのが1972年
に行われまして、そのときに国連の機関でUNEP

(国連環境計画) というのができたんですけれど
も、それが10年を記念しまして、1982年に
UNEPの本部があるアフリカのケニアのナイロ
ビで、いわゆるナイロビ会議というのをやった時
の(表2)に示しましたナイロビ宣言の中に明確
にうたわれておりまして、地球の環境は刻一刻と
悪化しているとされました。その原因は、先進国
のはっきり言えば資源浪費と一私ども先進国の人
間はそう思っていないんですけれども一途上国の
貧困によって起きているという、二つの原因を非
常に明確にしたわけでありまして。

表2 ナイロビ宣言

国連環境計画(UNEP)管理理事会特別会合
—1982年5月、ケニア・ナイロビにて
“ONLY ONE EARTH” → “OUR SMALL
PLANET”(地球化)
→「地球の環境は、先進国の浪費と途上国の貧
困により、ますます悪化している」
“4. 環境に対する脅威は、浪費的な消費形態の
ほか貧困によって増大する。両方とも人々に環境
を過度に利用させる可能性がある……”

ところが、これは11年前の話でございますけれ
ども、もうそのときに既に多くの環境の研究者は
言っていたわけですが、それ以降の世の中
の産業の進展等を踏まえまして、もう一つの原因
が明らかになってきておりまして、(表3)に示
しますように前の二つと合わせて三つの原因で地球
環境問題が出てきている。したがって、原則的に
言えば、この三つの問題を解決しない限り、我々
は地球環境問題を解決できない。即ちこのまま
では人類は存続できないということになるわけです。

表3 地球環境問題の根本的原因

- 1) 途上国を中心とする人口増大と圧力
- 2) 先進国を中心とする経済活動の地球規模の拡大
- 3) 大量のもの(資源・エネルギー・製品)や人を通してのグローバル化

GOTO(1990)

三つの根本的な原因というのは、途上国を中心とした貧困といたしましうか、人口圧力という言葉がございすけれども、それと先進国の資源的な浪費。ところが、過去10年や15年くらいにどういうことが起きたかといひますと、先進国が主導型になって、これもなかなかいい日本語がないんですけれども、英語で一言でいう、いわゆるグローバルイゼーションということが進んだわけです。これは産業活動、あるいは経済活動の地球化とでもいったらいいんでしうか、これが本格的になって来たわけです。

具体的に一つの例を挙げますと、例えばタイという途上国がありますけれども、タイは今、おもてから見ますと、一見すごく工業化が進んでいるというふうに見えますが一また実際そうなんですが一それはタイが意図してやったというよりも、むしろ先進国の産業活動が国際化した結果で例えば日本ータイにおける外国の投資、資本投資の日本は第1位でありますが一の投資の結果でタイのGNPはGNPというよりもGDPという言い方をしますけれども、半分以上は外国の企業の現地での産業活動の結果です。これはタイ1国だけじゃなくて、ほとんどの途上国までべったりと、いわゆる国際産業活動がひろがっているわけです。

これは経済的にはいいことだと考えられているわけですが、私ども環境の方から見ますと、一つの例を挙げますと、途上国の多くは環境に対する規制がございせん。そういうところに先進国、あるいはマルチナショナルな企業が進出して産業活動をやりますとそれは本国では規制されているものを、規制されていない形でもってやるというようなことになり結果的には地球全体の環境の質が非常に悪化していくことになります。この場合の地球環境といたったときの環境というのは、ただ単に従来の公害とか、そういう狭い意味じゃなくて、自然環境の破壊、あるいは資源、エネルギーというものの枯渇というような、人類の存続の基盤になっているようなものも含む意味であります。

地球環境問題はこういう認識に至りますと、一体我々は何をしたらいいのか、この問題を解くにはどうしたらいいのかといひますと、非常に厄介

な問題でありまして、とことん突き詰めていきますと、今の経済の仕組み、これはよしあしは別なんです。我々はそういう経済の仕組みを選択したわけでありすますが、それを市場経済と言ってもいいし、特にソビエトが崩壊して以来、世界じゅうには計画経済の国がなくなって、全部市場経済になったわけでありすから、どこに産業を立地しよう構わないわけでありすますが、結論だけから見ますと、統計等でも見られるようにいわゆる先進国、途上国の格差がどんどん広がっていくわけでありまして、途上国は永遠に経済的な意味では離陸できないという構図になっております。

これで先進国だけが富んでいくわけでありすけれども、どこまで続けられるか。ちょうど何かいろんなゲームがあつて、足元の地盤を崩していきながら、自分がその上に上がっていくというようなことを実はやっているわけでありまして、途上国が我慢できなくなるところがあるわけがございす。あるいは地球全体が我慢できなくなることがございまして、そういう点から見ますと、我々は今やっている経済的な活動そのものを根本的に見直さなければならぬ。これはおおむね市場経済に基づいた活動でありすから、その根幹になるようなものは何なのかといつたら、これは、マーケットにおいて消費者が物を選択することによって今の経済は成り立っているわけがございすから、人々の価値観とか、あるいはそこまでいなくてもライフスタイルとか、そういうこと自身も変えない限り、この地球環境問題はどうも変えられないことになります。

そればかりではなくて、いろいろ調べてみますと、実は我々、今世紀に入ってからなんでありますけれども、こういう市場経済だとか、そのベースになっているようなライフスタイルというものを支えている社会の仕組み、それは社会システムと言ってもいいし、もう少し具体的な言い方をすれば、例えば法制度だとか、そういうものがあるわけでありすけれども、そういうものすら変えていかないと、どうもこの問題は解決のめどがたたないということが非常に明確になってきたわけでありす。

ここで、この地球環境問題は、さっき申し上げ

ましたような原因で、このままではどうにもならなくなってきたのを時間軸で考えてみて、どのくらいのオーダーでままたらぬのかということを考えてみたいと思います。人類が存続し得ないといっているんですけれども、どのくらいのレベルで存続し得ないのかをちょっと考えてみたいと思います。

そのキーは実は人口なんです。経済成長率の予測だとか何とかというものも含めて、あらゆる世の中の予測というものはそのベースが人口であります。ここではマクロな人口を考えているわけがありますけれども、地球の上の人口がどうやって変化してきたかというのをちょっと見てみますと、徳川時代の初めころの地球の人口は5億人と推定されております。産業革命が起きたところに、10億人に至ったというふうに言われています。かなり最近では今世紀の最初の世界の人口というのは16.5億人。これはかなり正しいというか、間違いない推計だと思います。世界の人口というのは、今世紀に入ってダダダッと急にふえているわけでありまして、現在、先ほど言いましたように、1990年で53億人ありまして、その90年代に入りましてから毎年1億人弱の人間が地球上にふえておりまして、その九十数%が実は途上国でふえております。それがさっき言った途上国の貧困の原因でもあるわけでありまして。

それで、我々はほかのことはいろいろコントロールできるんでありますが、過去の30年くらいの人口問題をやっている人たちの経験からいいますと、二つのことがあります。一つは、人口は結論的にはコントロールできない。これは非常に難しい、宗教的な問題もありますし、非常に難しい問題がございまして、世界のいろんな人口計画、家族計画の機関が避妊具を配ったり、いろんなことをやっておりますけれども、結論的には全部失敗しております。そういう意味で人口の予測を見てみますと、例えば30年前に30年後の、すなわち今の人口を予測したものは、残念ながらぴたりと当たっているんです。

同じように、現在どこいらまでの人口が予測されているかといいますと、ついことしの6月ころ国連が出したのを見ますと、これは地域ごとに

全部、トータル・ファティリティー・レートから積算したものでありますけれども、はっきり将来のことがわかっておりまして、西暦2000年即ちあと7年先には63億人プラス・マイナス1.5億人ぐらいです。来世紀に入りましてどういうことになるのかといいますと、来世紀の最初の4分の1、2025年が実は84億人プラス・マイナス2億人ぐらいの計算。来世紀の半ば、2050年に世界の人口はほぼ確実に100億人を超えます。そのときになりますと、もしそのときまで先進国が安閑としておれば、先進国と途上国の人口の割合というものは、先進国がほぼ10%という状況になります。

さて、ここで問題は何なのかといいますと、では、ここから先、人口がさらにもっとふえていくだろうという、これはそうじゃなくて、地球は資源、エネルギー、エネルギーは太陽エネルギーを受けておりますけれども、基本的には閉じた系でありまして、有限なわけですし、スペースの上でも有限なわけがございまして、どこかで何か地球が支えられる人口のマキシマムというのがあるわけです。それはどのくらいかという議論が今まで随分ございまして、去年出た国連環境計画の報告書には、最終的には115億人という数字が出ております。これは多分、間違いなくかなりの数字なんです。

そうしますと、その115億人がいつごろ実態的にあるかということ、今申し上げましたように、来世紀の半ばには100億人を超えますので、少なくとも来世紀のおしまいくらいにはそういう飽和した状態になるだろうということが、この問題を少しでも研究している人のほとんどの人の合意であります。これを(図2)に示しました。

これは不思議なことでも何でもございまして、たまたま生態学の教科書に出ていて、皆さんもよくご存じのように、無限の資源があったり、無限の環境の中では、生物というのはこういう幾何級数的に延びるわけです。微分方程式であらわされるように自己増殖するわけですが、有限な環境の中では、(図3)に示しましたようにいわゆるロジスティック曲線—ロジスティックというのは、ご存じのように、兵站業務とか後方支援とかというような意味がありますが—になるわけです。

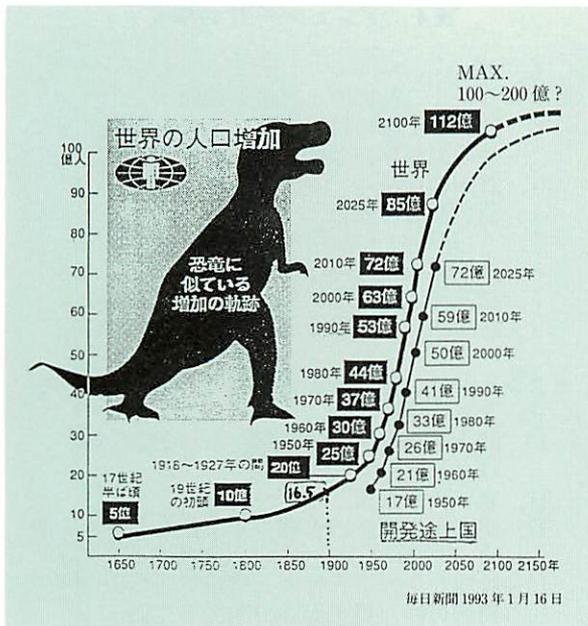


図2 世界の人口増加

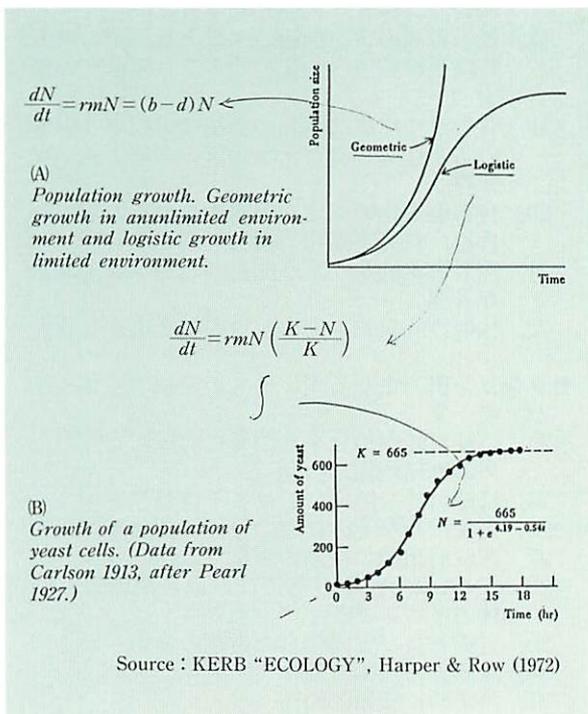


図3 (A)(B)ロジスティック曲線

ここでなぜこんなカーブをしているかと申し上げますと、地球上の人口、人間の数というの、やはりこれに従うだろうというふうに考えられているからであります。生物はこれに従うときに、今こうやって伸びているときは、あたかも環境で資源、生物で言えば食糧みたいなものが無限にあ

ると考えられているときにこういう伸び方をするわけでありまして、サチュレートするころにはどうするかといったら、人の排せつ物を食べるとか、あるいは最後には、グラフではスタティックに書いてありますけれども、共食いをするとか、それで動的な平衡で一定になる。生物の中には滅びてしまうというのもございます。

ただ、一つ、生物の場合でもはっきりわかっていることは、この立ち上がっているときの生物の社会の構造と、それから一定になったときの構造というのは根本的に違うということです。

ちなみに皆さんもご存じのように、20年前に出た「成長の限界」というローマ・クラブの報告書がございますが、これはごく簡単なコンピュータシミュレーション、いわゆるシステムダイナミクスによって五つの変数で世界の将来を予測したものです。これが(図4)ですが1900年から2100年までのこの200年間のシミュレーションをやった結果でありますけれども、時間がございませぬから人口だけを見ますと、この「成長の限界」で予測されたように今世紀にどんどん伸びていって、来世紀の半ばぐらいになって人口が減っていくと予測されているということは、人類が存続し得ない、滅びていくというシナリオであります。

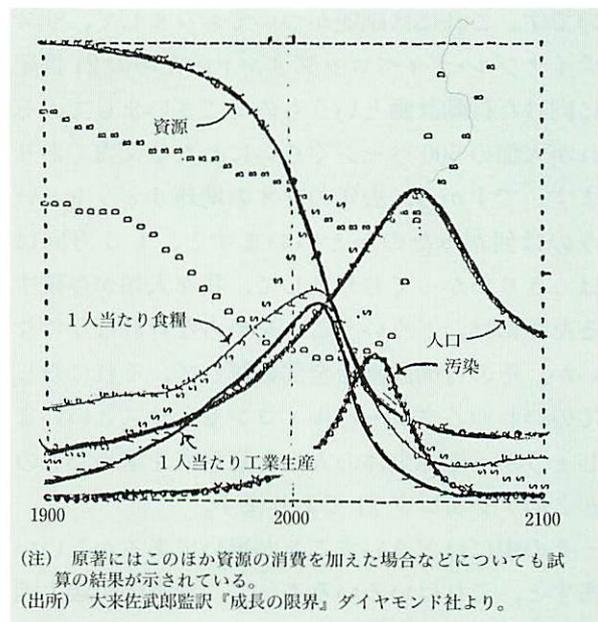


図4 成長の限界

こういうことが明確によくわかってきておりまして、そして先ほどちょっと触れました、ブルントラント委員会というのが1987年にアワー・コモン・フューチャーという報告書を出しました。その結論は、人類が存続するためには、それまで国際社会の中では開発か環境かという二者択一の議論がございましたが、それがマージされまして、サステイナブル・ディベロップメント、別な言い方をすれば、人類が持続して発展すること、(図2, 図3)の人口の曲線で言えば、一定になっても減びないで、継続して存続していくためにはそういう発展というのは、実は環境を守っている範囲においてしかあり得ないということをサステイナブル・ディベロップメントという概念で言ったわけでありまして。

このサステイナブル・ディベロップメントをベースにしまして、去年、地球サミットと言われるものが、ブラジルのリオデジャネイロで開かれまして、先ほど言いました1972年に最初に開かれた国連の人間環境会議、ストックホルムの会議の20周年を記念しまして開かれた会議がリオデジャネイロの地球サミットであります。地球サミットでいろんなことが議論されたんでありますけれども、一番大きなものは何なのかといいますと、(表4)に示しましたアジェンダ21というものです。これには副題がついておりまして、サステイナブル・ディベロップメントのための21世紀に向けた行動計画というものでございまして、それが大部の500ページぐらいにわたる文書であります。ですから、去年のリオの地球サミットというのは何だったのかといいますと、もう方向ははっきりわかっておりまして、我々人類が存続するためには、どういふことをやらなければならないか。その行動計画を全部網羅して、それに対してのいわゆるグローバル・コンセンサスといひましようか、地球全体の人の合意形成を求めたものがこのアジェンダ21であります。

その中にはどういふことが書いてあるかといいますと、これはいろいろあって、先進国が途上国に技術移転やら金を、資金を渡さなきゃならないなど、いろんなことが書いてあるんですけども、それ以外にこういうことも書いてあります。例え

表4 アジェンダ21の構成

1. 前文
- セクションⅠ 社会的・経済的側面
 2. 開発途上国の持続可能な開発を促進するための国際協力と関連国内政策
 3. 貧困の撲滅
 4. 消費形態の変更
 5. 人口動態と持続可能性
 6. 人の健康の保護と促進
 7. 持続可能な人間居住の開発の促進
 8. 意思決定における環境と開発の統合
- セクションⅡ 開発資源の保護と管理
 9. 大気保全
 10. 陸上資源の計画及び管理への統合的アプローチ
 11. 森林減少対策
 12. 脆弱な生態系の管理：砂漠化と干ばつの防止
 13. 脆弱な生態系の管理：持続可能な山岳開発
 14. 持続可能な農業と農村開発の促進
 15. 生物多様性の保全
 16. バイオテクノロジーの環境上適正な管理
 17. 海洋、閉鎖性及び準閉鎖性海域を含むすべての海域及び沿岸域の保護及びこれらの生物資源の保護、合理的利用及び開発
 18. 淡水資源の質と供給の保護：水資源の開発、管理及び利用への統合的アプローチへの適用
 19. 有害かつ危険な製品の不法な国際取引の防止を含む有害化学物質の環境上適正な管理
 20. 有害廃棄物の不法な国際取引の防止を含む、有害廃棄物の環境上適正な管理
 21. 固形廃棄物及び下水関連問題の環境上適正な管理
 22. 放射性廃棄物の安全かつ環境上適正な管理
- セクションⅢ 主たるグループの役割の強化
 23. 前文
 24. 持続可能かつ公平な開発に向けた女性のための地球規模の行動
 25. 持続可能な開発における子供及び青年
 26. 先住民及びその社会の役割の認識及び強化
 27. 非政府組織の役割の強化
 28. アジェンダ21の支持における地方公共団体のイニシアティブ
 29. 労働者及び労働組合の役割の強化
 30. 産業界の役割の強化
 31. 科学的、技術的団体
 32. 農民の役割の強化
- セクションⅣ 実施手段
 33. 資金源及びメカニズム
 34. 環境上適正な技術の移転、協力及び対処能力の強化
 35. 持続可能な開発のための科学
 36. 教育、意識啓発及び訓練の推進
 37. 開発途上国における能力開発のための国のメカニズム及び国際協力
 38. 国際的な機構の整備
 39. 国際的法制度及びメカニズム
 40. 意思決定のための情報

ば貧困の撲滅です。これはまさに大変なことなんで、こんな一言で言えるような話ではないんですけども、これは先ほど来申し上げておりますような、いわゆる途上国の貧困を解決しない限り、この地球環境問題は解決できないということでございます。もう一つは消費形態の変更という表現を使っておりますけれども、中身を全部見てみますと、実は先進国の今の経済のシステムを変えようということです。市場経済がベースになっていますから、人々の消費形態、ここでは英語でコンサプションパターンと書いてありますが、変更は自動的に、例えばプロダクションパターンを変えようということと同じわけになります。

このアジェンダ 21 でも、根本的には我々の生活の仕方、我々が環境にいろんな負荷を与えているわけですから、その環境への負荷というものをどうやって低減するかということが一番問題になるわけです。

こういうことに対して日本はどういうことをやってきたのかといいますと、冒頭申しましたように、平成元年に日本政府は全省庁でこの問題に取り組むというふうにしたときに、5月12日の閣議決定か、閣議了解か、わかりませんが、地球環境保全のための関係閣僚会議というものをつくりました。これは何でつくったのかといいますと、その年の7月にフランスでG7サミットがございまして、その第1の議題が地球環境問題だということがわかっておりましたので、先回りをしまして日本政府はそういうことをしたわけですが、その経済サミットの1週間前に第1回の会合をやりまして、日本政府はこの問題の解決のためにあらゆる施策をとっていくんだけど、その施策の基本は（表5）に示す六つのことを定めて、この関係閣僚会議で申し合せをしたわけです。

いろんなことが書いてあるわけですが、日本だけやってもしょうがないとか、解決できないというようなことで、協力してやるとか、いろいろ書いてあるんですが、一番大事なことはこの6番目に書いてございまして、役人の文書ですから大変注意深く書いてあるんですけども、すぐ経済をとめるというわけにはいきませんので、「地球環境への負荷がより少ない方法で経済社会活動が

表5 地球環境保全のための基本的な施策の方向

第1回「地球環境保全に関する関係閣僚会議」
(平成元年6月30日)

1. 地球環境の保全は、人類共通の課題であり、世界的な枠組みでの施策の推進を目指す。
2. 地球環境問題に関する科学的な知見の蓄積のため、地球環境に関する観測・監視と調査研究を拡充強化する。
3. 地球環境保全に資する技術の開発・普及を推進する。
4. 発展途上国の環境保全の努力に対する支援を拡充する。
5. 政府開発援助（ODA）の実施に際しての環境配慮を強化する。
6. 地球環境への負荷がより少ない方法で経済社会活動が営まれるよう努力する。また国民各界各層の理解と協力が不可欠であることから、地球環境保全を進めるための普及・啓発を推進する。

営まれるよう努力する」という表現を使っております。ですから、政府の基本方針はこのときに決まりまして、（表6）に示しますように国の役割だとか、地方公共団体の役割だとか、企業も一この企業の役割の中に、例えば地球に優しい製品や技術の開発なんていうところがございまして、一そういうことを決めました。

平成元年をスタートにしまして、日本は、中央政府でいいますと各省庁がいろんな競争をしておりますので、一斉にこの問題に対してそれぞれのやり方で取り組み出したわけです。どんなことを考えたのかといいますと、一つの例を言いますと、これは通産省の産業構造審議がその翌年の平成2年に、その部会が（表7）のような中間報告を出してございまして、先ほど言いました九つ取り上げた地球環境問題のそれぞれについて、どういう施策をとったらいいか、どういう対策をとったらいいかということはずうっと列挙してあるんですが、その中で共通した項目としてこんなことが書いてあります。価値観の創出だとか、ライフスタイルの検討だとか、今までもやってきたんだけど、なお一層の省資源、省エネルギーの努力だとか、あるいは産業活動と環境保全を融合しようというようなことが述べられています。これを通産省は地球再生プログラムというふう

表6 地球環境保全のための施策（平成元年5月）

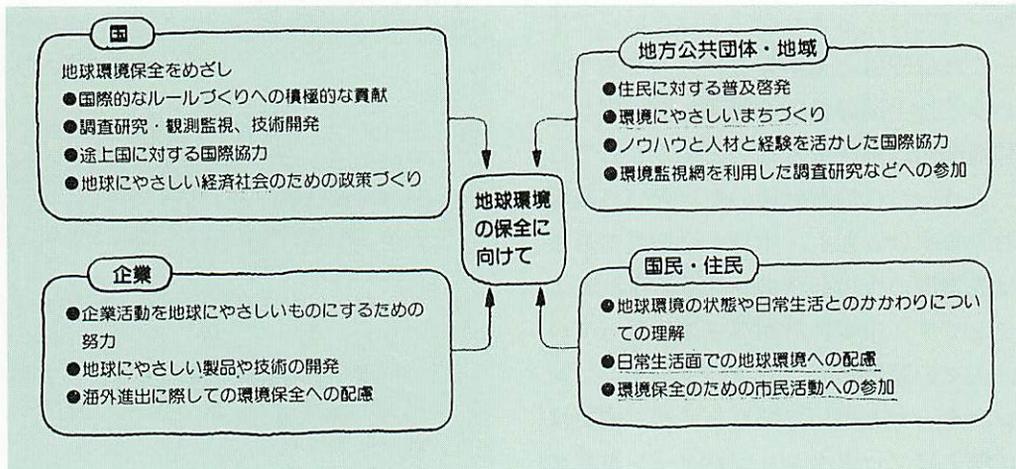


表7 地球環境問題の具体的対策
— 1 共通の対応 —

- (1) 新たな価値観，ライフスタイルの検討
 - (2) 草の根的な環境保全活動への支援
 - (3) 省資源・省エネルギーの一層の推進
 - ① 省エネルギーの推進
 - ② 省資源（資源のリサイクル）の一層の推進
 - (4) 地球規模の技術移転の促進による国際貢献
 - (5) 革新的な産業技術体系の構築（パラダイム・シフト）
 - (6) 産業活動と地球環境保全との融合化
 - ① 地球環境保全活動への積極的取り組み
 - ② 地球環境保全活動の産業化
- (出典) 地球再生プログラム—産業構造審議会90年代政策部会・地域振興と環境政策小委員会中間報告—平成2年6月

名づけまして、驚くなかれ、これが100年計画で、日本の政府が今まで考えたことのないような計画でございます。

同じようなことが、その年の暮れに、実は九つの地球環境問題の中の温暖化につきましても、政府全体としての20年計画の温暖化防止行動計画というものを策定いたしました。平成2年というのは1990年ですから、20年というのは2010年までのことです。途中の中間の2000年に見直しをすることにはなっておりますけれども、これは当時海部総理の前書きがある文書、計画でありますけれども、その中に基本的な事項として、こんなことが書いてあるんです。都市構造や交通体系と社会経済システムを幅広く見直して、環境倫理の確

表8 地球温暖化対策の推進に当たり配慮すべき基本的事項

- 1 環境保全型社会の形成
…都市構造や交通体系等社会経済システムを幅広く見直し、環境倫理の確立を図りつつ、国民のライフスタイルを環境に配慮したものへと改めていくことにより、地球環境への負荷の少ない社会を形成していくことが必要である。
- 2 温暖化対策と経済の安定的発展との両立
…温暖化問題の解決に当たっては、経済政策と環境政策の連携の強化や技術のブレークスルー等を通じ、持続可能な開発の考えに沿って経済の安定的発展との両立…
- 3 国際的強調
…各国の努力のみならず、国際的強調による取り組みが不可欠…わが国は、優れた技術力と環境保全の豊かな経験を背景に、国際協力を通じて世界の取り組みの先導的役割を果たしていく必要がある。…

出典：地球温暖化防止行動計画「地球環境保全に関する関係閣僚会議」平成2年10月23日決定

立を図り、国民のライフスタイルを環境に配慮したものに改めていく。さらに地球環境への負荷の少ない社会を形成していくということが既にうたわれております。これが（表8）です。

以降、いろんなことが産業界でもはじまり、例えば経団連がその翌年ですか、地球環境憲章を出したりしまして、これは政府の認識だけではなくて、この問題に当たっては、産業界でも社会を根本的に改革せざるを得ないということが共通の認識になってまいったわけであります。

一方、私、先ほどの紹介で通産省と言われたんですけれども、実は通産省には2年ほど勤めただけで、環境庁の研究所に移りまして、実は環境庁でやっているんですけれども、環境庁が、この問題をあわせまして法整備をやろうと思ひまして、いろいろな難産の末でありましたけれども、つい一月ほど前に環境基本法が成立いたしました。それで、ちょっと環境基本法について申し上げたいと思ひます。

見えなくても結構なんです、これは11月19日のこの間の「官報」で公布されたわけでありませう。これがどのくらいのことを考えた—これは基本法ですから—法律かといひますと、もちろん形の上では従来、昭和42年にできた公害対策基本法、それから5年後にできた自然環境保全法、それにさらに先ほど言ひました地球環境保全の基本施策というようなものを統合したものなんですけれども、今申しましたようなことが全部書かれております。どの法律もそうですが、第1条には目的が書いてありますが、第2条のところ、この法律において環境への負荷ということ定義してございまして、それだけじゃなくて、我々の環境というものに対する認識を第3条に、例えば微妙な均衡、生態系が微妙な均衡を保つことによって成り立っており、人類の存続の基盤である、限りある有限な環境がというようなことが書いてございませう。

基本的には、この法律は全部環境への負荷の低減ということでもって取りまとめられておりまして、例えば政府の責務だとかいろいろなことが書いてありますが、事業者の責務ということで、きょうお話ししますPLCAと直結するようなことが書いてございまして、この第8条に書いてありますが、事業者は基本理念にのっとり、環境の保全上の支障を防止するため、この環境の負荷を低減するために、物の製造、加工、または販売その他の事業活動を行うに当たっては、その事業活動に係る製品その他のものが廃棄物となった場合に、その適正な処理が図られるように必要な措置を講ずる責務を有するとか、それから同じくこの8条の3項には、事業者は一再度今言つたようなことが書いてありまして一物の販売、製造、加工、ま

たは販売その他の事業活動を行うに当たって、その事業活動に係る製品その他のものが使用され、または廃棄されることによる環境への負荷の低減に資するように努めるといふようなことがうたつてございませう。

ここで余り法律的なことをお話しするつもりもないんですけれども、直接PLCAに関係することは、国の責務の中で第24条といふところに、この表題がついていますが、環境への負荷の低減に資する製品等の利用の促進といふのが第24条なんですけれども、そこに、国は事業者がみずからその環境への負荷について製品等の評価をすることを技術的に、あるいはその他の支援を行うための必要な措置を講ずると、こういうふうにあるわけでありませう。このような次第でありまして、ここにこのPLCAといふようなものが出てきたわけでありませう。

どうも時間のマネジメントが悪くて、このあたりで終わりそうなんですけれども、もう少しお話ししますと、じゃ、具体的に環境への負荷を低減するといふのは、どういうやり方をしようかと考えているかといひますと、非常に簡単な話でございまして、これが来年の5月にアメリカの工学アカデミーが主催するインダストリアル・エコロジーといふ国際会議の表題にもなっていることでありますが、どういう認識なのかといひますと、一番環境への負荷が大きい人間の活動といふのは、実は経済活動、あるいは産業活動といふことです。どういう形で大きいのかといつたら、それは資源やエネルギー、物質やエネルギーを使うといふ中において大きいわけでありませう。

(図5)は、物質やエネルギーの流れから見た現在の近代的な社会の構造でありまして、ご存じのように、産業分類といふのが、1次産業、2次産業、3次産業といふふうにあるわけなんですけれども、第1次産業は自然界から物を取り入れて、その原料や材料や燃料といふようなものをつくるわけでありませう、それを使って2次産業、製造業といふようなところが製品をつくり、規模の経済から製品を大量につくりませうので、消費者に流通させるために流通の産業つまり3次産業がある。商品化しまして消費者が使つて、それがごみになつて

を、昔から言われていますように、リサイクルするということになるわけでありまして、それを社会の構造として取り込む。逆な言い方をすれば、もはや今までのように、資源やエネルギーというのは1回こっきり使っただけで捨てちゃうということはもうあり得ない。地球の人口が飽和したレベルにおいては、そういうことはあり得ない。最大限使って、もちろん熱力学の第2法則から効率100%はございませんから、効率ロスがございますけれども、その効率ロスとに当たるものだけを自然界から逆に取り入れようということでそういう閉じたといいましょうか、リサイクル構造を持った社会に変えていかないと、実はサステナブル・ディベロプメントはできない、持続可能な社会ではないということになるわけです。

もう一つ、構造的にリサイクル構造にする社会だけじゃなくて、資源やエネルギーを基本的にはこの幅であらわしていますけれども(図8)に示すこの幅を最小にするような社会を作る必要があります。これがよく西洋でウエイスト・ミニマイゼーション・テクノロジーとか、あるいはプロダクション・システムというようなことが言われている理由であります。

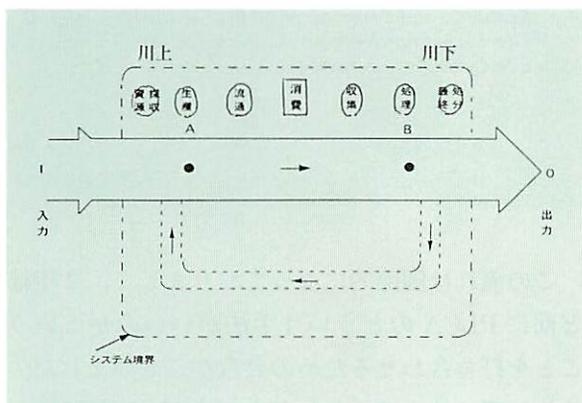


図8 リサイクル社会の基本模式図

残りが10分くらいになってしまいましたけれども、ここでライフサイクル・アセスメントのことに入ります。今の図面の中で、環境の負荷を低減するには何をやらなければならないのかということです。いろいろなやり方がありますが、企業の産業活動の一々全部、パフォーマンスすら変えていこうとい

うようなことも今考えられておりました、そのための基準づくりの動きがあります。環境監査なんていう言葉をお聞きになったと思いますけれども、そういう問題だとか、あるいは企業の環境管理システム、プロセスを全部変えていくとかです。

ですけれども、もう一つ非常に大きなものがございまして、それは何なのかといいますと、今の市場経済で言えば、先ほど言いましたように、企業が働いているというのはどういうことかといえ、多くは製品を世に送り出しているわけでありまして、その製品の製造の段階だけじゃなくて、製品は生まれてから死ぬまでいろんな段階がございますけれども、そのすべての段階において環境への負荷を惹起しているわけでありまして、それをできるだけ減少していこうというのが実はPLCAであります。

(図9)は、つくばにある通産省の工技院の機械技研の井上さんの図面でございますけれども、製品といってもいろんな製品、商品がございますけれども、縦軸に累積の環境負荷をとって、横軸にそのライフサイクルといったらいいんでしょうか、製品が設計されたり、生産される段階、それから市場に出て利用された段階、それから廃棄される段階というふうにとりますと、いろんな商品やら

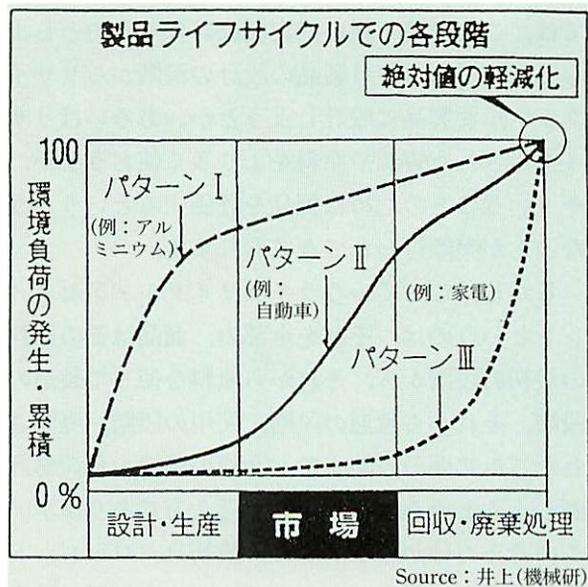


図9 製品ライフサイクルにおける環境負荷の発生と累積

製品がございまして、例えばアルミニウムの缶みたいなものだったら、つくるときに非常に負荷がかかって、使うときとか、それから廃棄した後はそんなにかからないとか、車のように、つくるときにももちろん負荷がかかるんですけども、それを10年間くらい使っている間にすごい環境負荷がかかるとか一エネルギーを相当使いますから。もちろん廃棄するときにもまたかかる。一あるいは電化製品だとかいうようなものは、小型だし、電力も余り使わないというようなこともありますけれども、廃棄した後に非常に環境の負荷が大きいというようなものがあるわけです。

こういうものをどうやって環境への負荷を全部評価して、それを最小にしていこうかということが、今までも実は行われてきておりまして、日本では、法律で言えば、廃棄物処理法というような中で、製品を設計している方はほとんど考えたこともないんですけども、使われて廃棄されてごみになったとき、ごみ処理をやる自治体では、とてもじゃないけれども煮ても焼いても食えないというたぐいの製品がございまして、そういうものは、廃棄物処理法の第3条一この廃棄物処理法も2年前に改正されたんですが一の後段のところには、事業者があらかじめその製品を評価しなさいというようなことが書いてありますし、やはり2年前にできましたリサイクル法という法律なんかでは、これは第1種の指定製品に係るものとしましては、できるだけ製品の設計の段階からリサイクルされた資源や原料をより多く使おうとか、そういうことのために製品を評価するというようなことが実際行われてきております。

しかし、ここでいうライフサイクル・アセスメントというのは、それを全部の、商品はその原料の最初の段階から、それから原料を使って製造の段階、それから流通の段階、使用の段階、廃棄されたごみ処理の段階まで、全部の環境の負荷を評価しようというのが基本的な考え方です。この考え方はかなり前から、最初ヨーロッパ、ドイツを中心に起きてきたんですが、今はアメリカとかいろんなところがやっています。ですから、西欧の言葉で、略語では同じLCAで、中身は

ちょっと違うんですが、ライフサイクル・アナリシスとか、ライフサイクル・アセスメントというものもありますし、それから更に露骨なクレードル・トゥー・グレイブ・アナリシス、掃りかごから墓場まで、商品の環境負荷の分析、それからライフサイクル・インベントリーというのはちょっと訳しにくい言葉ですけども、物質やエネルギーの収支を全部とるという、LCIといったようなものもありますし、あるいはエコバランスとかいう、収支式をとるためにバランス式というものもあります。また、マテリアル・フロー・アナリシス、さっきのちょうど物の流れということだとか、あるいは資源をどのくらい使うのか、環境に対する影響がどのくらいなのかということと言う意味で、リソース・アンド・エンバイロメンタル・プロフィール・アナリシス (REPA) というような言い方もされたりしております。これを列挙したのが(表9)です。

表9 Product Life Cycle Assessment(PLCA) :

- Life Cycle Analysis (LCA)
- Cradle to Grave Analysis
- Life Cycle Inventory (LCI)
- Eco-balancing
- Material Flow Analysis
- Resource and Environmental Profile Analysis (REPA)
- Life Cycle Improvement Analysis (LCIA)
- Life Cycle Assessment (LCA)
-
-
-

GOTO(1993)

この流れは国際的になっておりまして、2年ほど前にPLCAのどういう手法がいいのかということ打ち合わせるための会合がございました。それはアメリカで行われたんですが、SETACという協会がございまして、これはソサエティー・オブ・エンバイロメンタル・トキシコロジー・アンド・ケミストリーという協会ですが、その中にLCAのことを研究するのがありまして、手法的にもそういうものを標準化しようというような動きがございました。あとは、お渡ししました資料にこの手法の詳しいことは書いてございませぬので、ここで改めて申し上げることもないんで

すが、一言でいいますと、PLCA をどういうふう
に実施していくのかという一つのプロセスがござ
います。これを (図 10) に示しましたが、全体の
プロセスの目的は何なのかといいますと、先ほど
言いました商品や製品の一生涯、ライフサイクル
全部のステージについて、それがもたらす環境の
影響、あるいは環境への負荷をできるだけ定量的
に計算するわけです。そして、その計算した結果
を評価して、この商品はどのステージでもって
一番環境負荷が大きいから、それを減らすように、
少なくするように設計を考えようとか、あるいは
新しい商品を開発しようとか、そういうことを事
業者がみずから考える。すなわち、そういう意思
決定のための判断に資するための評価結果を得る
のが目的であります。

そのプロセス、アセスメントのプロセス自身に
は、基本的には四つのポイントがございまして、
第 1 には何の目的で、商品をどういうふうに変え
ようと思って、例えばこういう評価をやるのかと
いう、その評価の目的を明確にするという段階が
ございます。これは非常に大事な段階でございま

して、今まで西洋人が出してきたプロセスの中
ではここがよくオミットされているんですが、私
はこれは非常に大事だと思って言っています。そ
うしたら、ごく最近、ISO (国際標準化機構) の中
に TC 207 というのがございまして、そこでもこの
ライフサイクル・アナリシスアセスメントじゃ
なくてアナリシスですが一の検討をされてお
りませぬけれども、この 11 月にパリで会合がござ
いましたけれども、そこでは、私が言っているよ
うに、ここまで入っているプロセスになってお
ります。これと、第 2 にはさっき言いましたその
商品に資源をどのくらい使うのか。それから、環
境へ汚染物質をどのくらい出しているのかとい
うこと全部のバランス式をとる段階になります。
第 3 にはバランスだけでは環境への負荷がどの
くらいかということがわかりませんので、それを
影響分析までする段階になります。そしてその
結果をわかりやすく表現して、当初この評価を
する目的のための基準を設けていますので、そ
れと合うかどうか、合ったらば、よし、これで
この評価結果で製品を改良しようとか、すまい
とか、製品のどこを改良したらいいのかとい
うようなことの判断に資することになるわけ
であります。これが第 4 段階で全部が一般的
なサイクルとなります。これを (図 11) に示
しました。

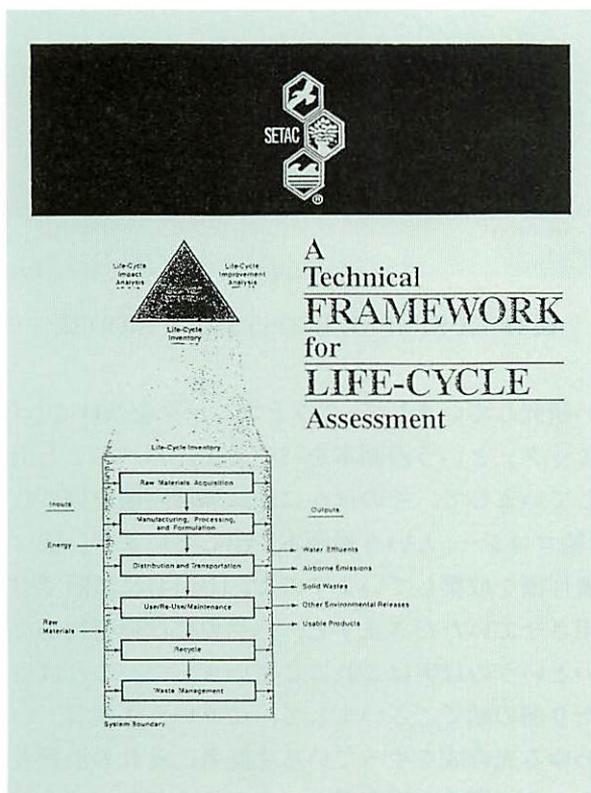


図 10 SETAC の PLCA 実施枠組み

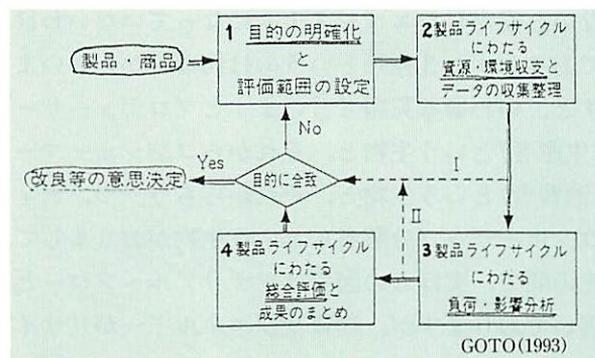


図 11 製品ライフサイクル・アセスメント (PLCA) 実施の基本的手順

こんなところで私の講演を終わりたいのですが、
最後に、私も工学部の出身ですけれども、環境の
分野に入ってから生態学の勉強も随分いたしました。
ご存じのように、(図 12) は有名なユジン・オ

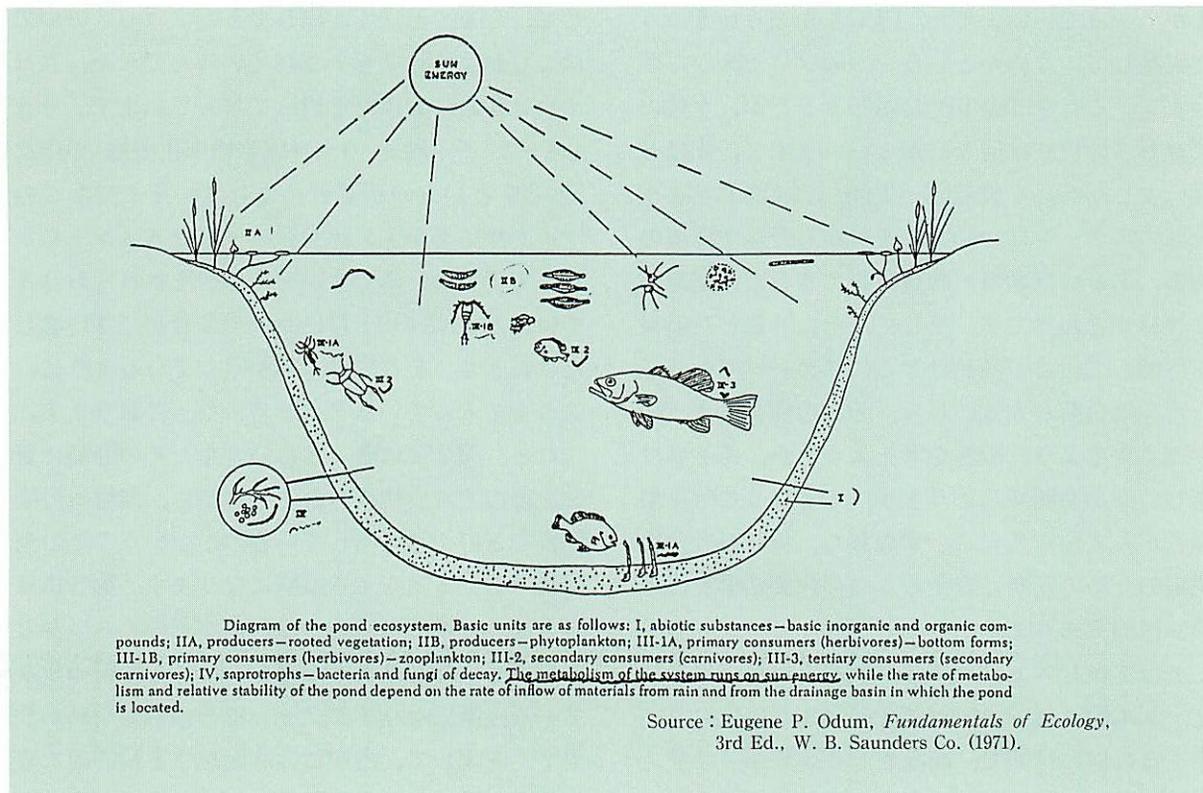


図 12 池を中心とした生態系

ダム (E. P. Odum) というアメリカの生態学者のかいた「ファンダメンタルズ・オブ・エコロジー」という教科書にある池を中心とした生態系，エコシステムのものでありますけれども，エコシステムの中には生物が実は3種類おりまして，そうしないと安定したエコシステムになっていないわけでありまして。3種類というのは何なのかといいますと，いわゆる英語で言いますとプロデューサー（生産者）という生物と，それからコンシューマー（消費者）という生物と，それからもう一つ，ディコンポーザー（分解者）という生物がおりまして，その間で，実はこの図ではマテリアル・フローと書いてありますが，物質及びエネルギーがリサイクルされているわけでありまして。ですから，プロデューサーとコンシューマーとディコンポーザーの間で物がリサイクルされているわけです。これを図式的に簡単に示したのが（図 13）です。

それを漫画であらわしますと，これは私の友人でもある，京大の環境保全センターの高月教授が大変な漫画家で，ペンネームをハイムーンというんですが，彼がごみのことを私と同様，20年ぐら

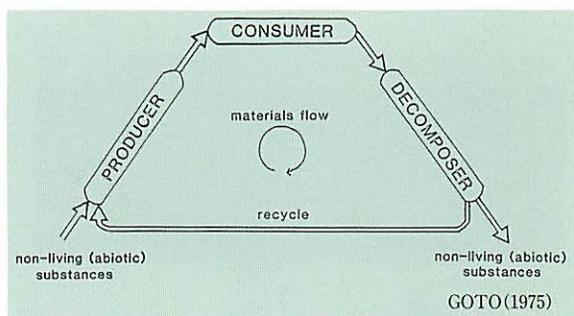


図 13 A SIMPLE ECOSYSTEM MODEL

い研究していきまして，ごみとコミックをかけて「ゴミック」という漫画本をパート1，パート2と出していまして，そのほかに地球環境問題を扱った「絵コロジ」という漫画本を出しています。彼は著作権を放棄していますので，（図 14）に無断で引用させていただきますと，自然界には廃棄物がないというのは実はこれとございまして，これは当たり前のごとでございまして，こういう生産者，いわゆる光合成をやっている生産者，その消費者，もちろん第2次消費者というものもあるわけですが，この鹿を食べるライオンだとかもいるわけですが，

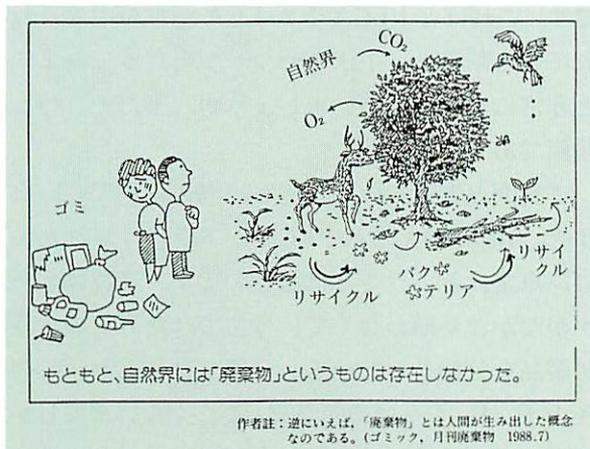


図 14 京大高月教授の「絵コロジー」でのリサイクル漫画

すべての生物即ち有機物質は、そのメタボリズムの間でもそうですし、死んでしまってもそうですが、それがバクテリアのような分解者に分解されることによって物質が循環しているわけでありませう。

そういう意味で、すべてのものは不必要なものがない、廃棄物がないというのが自然界なわけでありまして、実は人間の経済社会というのを、アメリカの工学アカデミーが今度やろうと言っているインダストリアル・エコロジーというのでは、我々は既にプロデューサー（生産者）は持っているし、消費者も持っているわけですが、それでは分解者はだれなのかといいますと、実はごみ処理をやっているのが分解者なんですけれども、それをちゃんとバランスよくして、そして物質をできるだけ人間生態系、人間社会の中で循環させる、エネルギーも循環させるというのが、実はインダストリアル・エコロジーなんです。そういうことを意図しているものでございます。その中においてポイントは何なのかといいますと、環境への負荷、人間生態系に対して自然生態系という対峙を考えますと、自然生態系に対する負荷をできるだけ最小にしようということになるわけでございますので、そういう意味で、その一つの手段として PLCA が非常に大事だということでございます。

これで講演を終わりたいと思います。どうもありがとうございました。

司 会 どうもありがとうございました。(拍手)

これで食事に入りまして、食事が終わるところから、いろいろ質疑応答に入りたいと思います。皆さん、いろいろご質問をお持ちでいらっしゃると思いますので、ちょっと8時までに終わるのは大変だと思いますけれども、できれば8時ごろには終わらないと、講師の方に対しましても、エコロジーがバランスとれないという感じになりますので、そういうふうなぐあいで行進させていただきたいと思っています。

〔休憩〕

司 会 もうそろそろ質問をお受けしてもいいということでございます。どなたでも……。

市 川 名古屋大学名誉教授の市川と申します。

大変いい話を伺いまして、一つ、私、頭が悪くて理解しかねましたことが一つございまして、お尋ねしてお教えいただければと思います。

目的に明確化ということ非常に高くうたわれたんでございますが、その言葉の具体的な意味を、例えば自動車をつくるというメーカーがあったとしますと、そのメーカーさんは、このライフサイクル・アセスメントをするに当たって、まず目的を立てると。この意味は、例えば自動車をつくるメーカーにとりましては、どういう具体的な意味でございましょうか。それをご教授いただきたいと思っています。

後 藤 時間がなくて何か説明をはしょってしまったので、もう一度少し今のところをご説明申し上げますと、ここで言っている目的というのは、例えば自動車工業で言えば、自動車をつくる目的ではなくて、プロダクト・ライフサイクル・アセスメントを実施する目的をはっきりさせるべきだということを行っているわけです。

それはなぜかといいますと、実は今までこの PLCA が行われたものは、主にお配りした資料(註1)にもちょっと書いてありますが、すべての製品についてできるわけではなくて、今まで一番多く行われたのは、例えば1985年ぐらいから世界中で、容器、あるいはパッケージといったらいいんでしょうか、包装材料なんかについて、この製品アセスメントが行われました。

それで一番有名なのは、例えば1985年か、もう

ちょっと前だったかと思いますが、ドイツのプラスチック工業会が、飲料容器のプラスチックボトルの方が、ガラス瓶よりも環境への負荷が小さいということを言いまして、ご存じのように、ドイツは緑の党なんかがあって環境保護者がいっぱいおりまして、とんでもないという話になりまして、それで、製品のアセスメントと当時言っていたわけですけども、製品のアセスメントについて、どうしてそうなるのかということ議論するようになったわけです。

同じものについて、何回もいろんな手法でライフサイクル・アセスメントが行われました。そうしますと例えばあるシンクタンクなんかやった結果ですと、いや、やっぱりガラス瓶の方が環境負荷が低いという結果が出てきたりするわけです。それはなぜなのかといいますと、きょうお配りした資料の最後の方に書いてあるんですけども、このPLCAを実施すると、いろんな問題が出て来ますけれども、使った手法が違うとか、データが違うとか、それから分析の精度が違うとか、そういうようなことで、まだ手法的にも成熟したものではありませんのです。

それで、もとに戻りますと、なぜその目的の明確化が大事なのかといいますと、基本的にはこのPLCAというのは何回もやってみないと、これが本当のところだというのが、今の段階ではなかなかよくわからないのであります。ですから製品を改良しようとかとういうような意思決定といましようか、判断の材料とはなかなかかなりにくい

です。これほどPLCAとかLCAが世の中で言われている割には、手法を一つ一つ当たってみますと非常にもろいといましようか、まだそういう段階であります。

ご質問の趣旨でいいますと、例えば車でいいますと、今までのところPLCAがアプライされたのは、車全体ということはないのです。これはデータがなかなか揃わなくて、今まで(表10)のように製品を分類をしているわけですけども、このAとB₁, B₂ くらいの包装材、ここくらいまでしかLCAとかPLCAが適用された例はございません。唯一、車との関係でいいますと、そのような複合材、これには家電製品だとか、自動車だとか、時には住宅なんか一つの商品でございまして、考えられているわけでありましてけれども、こういうものはまだ適用された事例がございません。それはなぜかといったら、極めてデータがとりにくいとか、手法的にもこういう複合材といったらいいんでしょうか、耐久消費財ですけども、そういうようなものはなかなか評価しにくくてできないわけです。

車との関係で言えば、その部品になっている部分。一番多いのは、例えばスウェーデンのボルボだとか、ドイツの自動車会社なんかやっているのは、日本の車会社も最近みんなやっていますけれども、バンパーです。私はバンパーというのは鉄でできているものだとばかり思っていましたら、最近はなんだか鉄でできているバンパーはないのでして、アルミどころじゃなくて、全部ブ

表 10 評価対象となる製品の分類及び例示

類 型	例
A 主に一様な物質・材料からできている製品・商品	すべての食料・燃料；衣料；陶磁器類；化成品類；食器類；金物類；建設資材；例えば飲料，燃料油，紙製品，衣類，洗剤…
B1 包装材料製品	紙，プラスチック，せんい，木製，金属，複合材
B2 各種容器類	ガラス，金属，紙，プラスチック，木製，複合材
C1 C2型製品の部品・コンポ・機材類	電池類，タイヤ，パイプ及びダクト類，ワイヤ類，モーター類，ベアリング類…
C2 複合・耐久・大型製品類	本及び書籍類，家電製品類，事務機器，自転車・自動車等各種車輛類，各種機械・装置類，住宅・建造物類…

GOTO(1993)

プラスチックになっているとのこと。プラスチックにするだけではなくて、こういう考え方を適用した結果、同一素材にする上、重合度を変えて、それをラミネートするとか、そういうふうにすることによってリサイクルされやすい。即ちトータルで見た環境への負荷が小さいというようなことがわかってきて、車との関係で言えば、現在やられている PLCA はこのレベルくらいです。ようやく複合材の部品のレベルになったようなものだというのでございます。余りお答えになったかどうかわかりませんが、ポイントは、とにかく自動車をつくる目的の意味ではなくて、冒頭申しましたように、PLCA というのは一つの環境負荷を評価する手法、道具でありますから、その道具を使う目的を非常に明確にしてから、この分析なり、評価をする必要があるということでございます。

市川 ありがとうございます。

平尾 自在研究所の平尾と申します。自動車工学が専門でございます。今のようなことを仲間の中で、ブレンストーミングをやったことがございます。そのときの結論は、例えば日産さんが新しい車種のラインをおつくりになる。そのときにあわせて、一方はいわゆる生産ライン、それからもう一方は、切符の清算所というのがありますが、最後に料金を清算する、その清算ラインの様なものをつくる。それで自分のところで売った車が廃車になったら、全部適当な値段で下取りをして、その清算工場で全部、部品とか材料に清算していく。そして使えるものを今度はつくる方のラインへ全部移していく。それでコストバランスがとれる。いかにリーズナブルな最終的なものになるかと。それで、どうしても使えないものは捨てるということになります。

ですから、生産ラインと、それから清める方の清算ラインと、やっぱり同時につくるというところへ最終的にはいくんじゃないだろうか。そうすると、もう初めからどうやって全体としてうまくコストのバランスがとれるかということを徹底的にやらざるを得ないということになる。そんな結論を一度出したことがございます。それで今、使い捨てのフィルムではそれに似たことがあるやに、

ちょっとテレビで拝見しました。

後藤 今の先生のお話して、先ほど座っていて植之原さんとも話していたことをちょっと申し上げますと、きょう PLCA の話をするのに長々と負荷の低減というお話をしましたけれども、その理由は、(図5)で先ほど説明しましたように、今の社会というのは物の流れで言うとワンウェーです。ここが生産者で、ここが消費者で、ここが実は分解者なんです。本当は、今先生がおっしゃったみたいに閉じた形になる必要があるわけで、望むらくは、今生産をやっている企業が同時にこの分解者の部分を一別会社でもいいんですけども一担うということにすれば、自然界でいうところの、いわゆる生産者、消費者、分解者でもって物質が循環するような社会、役所の言葉では環境保全型資源循環型社会というのが環境白書に書いてある言葉なんですけれども、余り長いから私は一言でリサイクル社会と言っているんですけども、そういう社会にしたいわけです。

このことはもう十何年も前からどこでも言われていることですが、実はなぜできないのかと言えば、私ども、こういう問題を扱うとき、三つくらいのレベルから物を考えていますが、一つには技術的にそういうふうなことができるかということです。これにはいろいろ問題がありまして、例えば生産技術に対応して考えてみますと、今のこの分解者がやる分解だとかリサイクルの技術というのは非常におくれていましたけれども、過去20年くらいの世界各国のいろんな技術開発などで、私の個人的な意見を言えば、技術的には生産技術と比肩できるかどうかわかりませんが、かなりの技術的な問題がクリアできてきたというふうに思います。

もう一つのレベルは何なのかというと、経済性であります。そのコストの問題がどうしても解決できない。さらにこのコストの問題は解決できても、まだ世の中ではそれが進まないということもあります。それは社会システムで、日本だけではありませんけれども、例えば工業規格などが今の日本の JIS を初めとしておおむねバージンの原料を使って物をつくることを想定した場合の規格になっています。そういうものも変えていかな

きゃならないんですね。ですけれども、そういうふうに一連のものを考えますと、一番の問題は経済性なんです。

経済性で、じゃ、もう少し詳しく考えてみると、今言いましたように、もしこの生産のシステムが同時に分解のシステムを将来的に抱えるようになると仮にしましたときに、それについては今の社会のシステムだと極めて悲観的なんです。なぜかといいますと、今どういうことをしているのかといいますと、何か具体的な例をとった方がいいのですが、私がよく例にとるのは、ビール会社が、ビールの容器に十何年前までは、ほとんどが今日の食事の時に出了ようなリターナブルボトルを使っていたわけです。ところが、十何年前に味では勝負できないということがわかりまして、業界の言葉でいうところのいわゆる容器戦争に突入したわけです。それ以来日本は非常に特殊な国で、4社しかビール会社がないんですけれども—4社が全体として出した容器の種類が、累計しますと二百五十何種類あるそうです。それで一つの例外もなく全部使い捨ての容器なのです。

どうしてそうなるのかといいますと、経済性なんです。私がビール会社に勤めていたら全く同じことをするんですけれども、容器をとってみますと、今このビール会社がいわゆるデポジットとは呼んでいないんですけれども、デポジット制度をやって、このリターナブルな瓶をもどしているわけです。それにビール会社がどれだけ金をかけているかという、年間870億円かけているんです。

もしワンウェイの容器にしますと、容器自身の製造コストもありますが、容器だけをとって見ますと、この流通のところ、ボトリングしてから流通するところは、もちろん行って、もしリターナブルなボトルだと返ってくる部分があるわけですが、この行くときの流通の経費というのがあるわけです。それももちろん価格に上乗せしなければなりませんから、吸収しなきゃならないコストです。ところが、それをリターナブルボトルを使いますと、それが戻ってくるときに瓶商や何かを煩わせたり、或いは自分の会社でやっているところもありますけれども、そういう形で戻すのに、返っ

てくる方の逆流通のコストがあるわけです。それがさっき言いましたように、今の流通のボトルだけで870億円かかっているんです。

ワンウェイのものを使ったらどうかというと、この流通経費はかかるんですけれども、一たん消費者に渡してしまえば、現在の法律で言えば、あとは公共がやるところのごみ処理に入るわけで、ごみ処理の経費に転嫁することができるわけです。ですから企業経済で、経済学者の言葉で言えば外部化できるわけですね。事ほどきような仕組みになっていまして、すべてのものをワンウェイ化した方が、経済の方からの利益マキシマムということを見ると、どうしてもそうなるんです。

ところが、今先生がおっしゃったような形で、これを今度は逆にしようと思うと、ビール瓶とかビールの容器じゃなくて、一般的な製品、家電製品でも何でもいいんですけれども、そういうことをしますと、今、コスト分析をやってみますと、この生産系のコスト分析は、この製造のコストなんていうものは半分以下かもしれません。ほとんどが流通コストなんです。

ところが、世の中で余り知られていないんですけれども、じゃ、これがごみになった後の、今公共がやっている、これはマーケットの中に入っていない勘定であります。ごみ処理の経費をもう少しと分析してみますとどういう話になるかは非常に興味ある話なんです。なぜリサイクルが行われないかという理由なんです。ごみ処理は通常、三つのステージから成り立っています。一つは何なのかといたら収集するところなんです。これはよく注目していただくと、こちら側のこの生産者のところで、この3次産業に対応する、全くここに鏡を置きますと鏡対象になってくるんですね。この流通というのは物を、商品を広げていく部分でありますけれども、それがごみになったとき、消費者のところではばばらになっていますから、それを集めるという作業はちょうど3次産業の逆になっているんです。その部分と、この2次産業、物をつくるというところの逆をやって、分解するというのは、例えば焼却をするとか、そういうのがここにございます。それから生産系の1次産業でいうところの自然界から資源を取り出

して原料をつくるというようなところが、実はごみ処理の方ではどうなっているかといいますと、埋め立てだとか、焼却してガスにして大気に出してしまうというようなところがごみ処理でやっているわけです。ですから、これも鏡対象になっているんですね。

そういう観点から、このごみ処理にかかる経費をこの三つのステージに分けて考えてみますと現在、驚くなかれ、東京都は公に出している数値でもってごみ1トン処理するのに、4万5,000円かかっているんです。これには設備投資が入っておりませんで、その減価償却まで全部入れますと倍になりまして、9万円くらいかけているんです。1トンのごみ処理するのにです。その中身を分けてみますと、この収集にかかるコストが、そのうちの大体50%くらいなのです。途上国などにいきますと、ごみ処理というのは収集しかやっていないので、あとはどこかに行って捨てちゃうだけです。ですから、ごみ処理経費のほとんどはこの収集にかかる経費なんです。これは非常にレイバー・インテンシブといいましょうか、人件費のかかる部分であります。そして、焼却だとか何とか後の処理にあとの40%、その他があと10%から20%くらいというような形になっていますね。

そうしますと、そういうことを踏まえて、もしこれをリサイクル社会にしてこれをやろうとすると、生産の方で一番かかっている経費の大きいのは、この流通の部分でありますから、それに対応するごみ処理の方で、これはリサイクルも含むごみ処理というふうに考えますと、ここの部分になります。今では、微々たるリサイクルをやっていますが、例えば古紙を回収することについても、回収のところが一番金がかかっているわけです。この回収のところを、じゃ、今の生産系の会社が持てるかといえ、これは持てないんです。持てないというのは、ここの消費者がこれに相当な協力をしない限り持てないということです。

実は3年ほど前に、ドイツでは物すごいことをやり出したわけです。包装廃棄物についてだけではありますけれども、法律でもって政令を出して、容器でも何でも、一たん消費者の手に渡ったあとでも、つくったり流通させた人が回収の責任を負

う。回収をして、しかも何%リサイクルしなさい、又ごみに捨てちゃだめですという割合まで、何年何月までにこれだけのパーセンテージのリサイクルをしなさいという政令を出したわけです。それが今フランスでもやり出しまして、ECでも暫定ディレクティブという指針が出ておりまして、恐らくヨーロッパ中、ECの中でやるようになると思います。それはまさに今おっしゃったような社会を目指しているわけでありまして、そうしたら、この事業者は、そのドイツの場合どうやったかといいますと、会社がみんなで金を出し合まして、そしてこの回収・リサイクルをやる会社をつくったわけです。DSD といいます、デュワレス・システム・ドイチュランドというのの頭文字なんです。なぜデュワレス・システム、英語でいうデュワル・システムと行っているのかといいますと、これがごみ処理の公共がやっている1次のシステム、それに重ね合わせたデュワルなシステムというので、金を出してやり出しているわけです。

ですけれども、これは一大社会実験でありまして、2年前からやり出して、今経営的に物すごい問題になって、政府が今度はこ入れすることになっています。ですから、我々は、この今の市場経済の中で、この方向に行かざるを得ないんですけれども、それをどういう形で行くか。どういうフェーズでもって進めていくかということに、今、特に世界中の先進国では、政治的な決断だとか、行政的なアレンジメントだとか、そういうことをみんな必死になってやっているわけです。

平尾 今おっしゃったとおりなんですけれども、やはり経済発展と環境負荷とはやっぱりトレードオフ、どうしてもトレードオフのあれに、さっきお話にもありましたけれどもなるんだと思うんです。ですから、例えば一番いいのは、孫子の代まで使える自動車をつくっていただいて、みんなが100年は使うんだというふうにすればいいんですが、多分、自動車会社がみんなつぶれちゃうということになるんだと思うんです。それをやっぱり2年か3年かで買いかえるから、資源もエネルギーもたくさん要って、今度は廃棄物もたくさん出るわけです。ですから、私なんかは戦前派なものですから、冷蔵庫でも洗濯機でも使える間は使

うんだと言って、もう30年も使っていますけれども、みんなが30年使ったら、やっぱり経済がおかしくなる。それで、今は不況になったら消費を奨励する様な環境負荷をふやす方向の政策が出ざるをえなくなります。

ですから、おっしゃることはわかるんですが、本当にその方向へ行けるんだらうかと心配になります。その前にみんな首くくって死ななきゃならんようなことになれば、環境問題もヘチマもないことになっちゃいます。ですから、そここのところはどうか考えておられるのか、何かごまかしがあるんじゃないかなという気がしてしょうがないんです。本来やれないことをやる姿勢というものが何かとられているんじゃないだらうかという気が何となくして、その点どうでしょうか。

後藤 ここから先は私見と言った方がいいかもしれませんが、別に役所全体の考えでもないんですが、私は、10年来大学で地球環境システム論というのを講義しているんです。一言でいいますと、過去20年くらいの間に、先ほど環境と開発と申すでしょうか、経済的な発展というのはトレードオフだとおっしゃいましたけれども、その議論がずっと15年間続きましたが、先ほど言いましたブルントラント委員会のサステイナブル・ディベロップメントというのは、実はそうじゃないんだ、それをトレードオフで考えているうちは、人類滅亡の図式しか、考え当たらないんです。

先ほど人口のときに115億という数字を出しましたけれども、それはUNEPの報告書の中にあると言ったんですが、例えば今、地球上の陸地の面積の中で、耕地面積、可耕面積と言ったらいいんでしょうか、可耕面積というのがありまして、それで今まで人類が耕してきたのはちょうどその半分くらいなのです。したがって、今の段階の農業のやり方でいいますと可耕地面積が2倍になる。今人口が55億ですから、115億というのはちょうど2倍なんですけれど、2倍になったら、地球上で耕せるところはもうそれで全部ですという話なんです。

それだけじゃなくて、今私が言っていることは持続可能性のことを言っているわけなんです、大体物によって違うんですけれども、例えば海産

物のとれるものについても養殖なんかをやって、だんだんいわゆるフィッシュキャッチというものが上がってきているんですけれども、部分的にあらゆるいろんなことをやっても、とれるのがマージナルにだんだん悪くなってきているんです。それから農業生産、いわゆる食糧生産についても、農薬やら肥料やらの単位面積あたりの投入量に対しての生産性の伸びというのが全部頭打ちになってきている。そのことが、地域によって違うんですけれども、大体1970年代から80年代、過去20年間のうちに起きている。そういうデータが全部積み重なっているんです。

ですから、今もはっきりわかっていることは、冒頭の私の話で言いましたように、どれだけ楽観的にみても、22世紀の始めか、前半くらいまでに、今のままのやり方だと、我々は基本的にはやっぱり生きられないということが明確なんです。そのことは何を意味しているのかといいますが、冒頭のご質疑の点に戻るんですが、何かごまかしがあるんじゃないかとおっしゃったんですが、そのごまかしの部分というのは何なのかといいますが、実はごまかしじゃないんですけれども、そのトレードオフだと考えているのは何なのかといいますが、時間軸でかんがえますと、人類はこの地球上に大体300万年とか生きてきているとかと言われてはいますが、地球全体が持っている生産性というのがあるわけです。太陽のエネルギーを受けて生産をして、それとある面では同じことでありますけれども、自浄能力というのがあるわけです。そのサステイナブル・ディベロップメントというのは、その環境負荷の範囲でしか発展はできませんよという言い方をしているわけです。全体のトータルな有限性、時間軸で見ますと、今ここ数世代のうちに、めちゃくちゃに一ブルントラント委員会でのサステイナブル・ディベロップメントではそういう表現をしておりますけれども、一次の世代が生き延びる資源を使っている。だから、もう少し平たい言葉で言いますと、ちょうどサラリーローンをやっけて前借りしているようなことでもって、今の生活自身が、あるいは今の経済のやり方自身が実は矛盾にみちているということです。

別な言い方をしますと、先ほど植之原さんとお話していたんですけれども、私もここ20年環境問題をやっていて、最初は本当に何かうさんくさいという、ほかの方もほとんどそうでしょうけれども、ある面ではそういうところがありました。極端な言い方をしますと、本当に私見でありますけれども、過去10年くらい、私は確信を持って言えるんですけれども、これはやはりものすごい必要以上の浪費をしているんです。

平尾 まあ、浪費かどうかは……。

後藤 いやいや、浪費かどうかわからないというのは、なぜわからないかという、我々が苦手な社会科学の問題なんですけれども、例えば具体的に、さっき日本で使っている資源の量をいいましたけれども、1人当たりの使っている資源の量で比べますと、途上国、例えばインドネシアの国民が1年間に使う資源の量に比べますと、46倍なんです。

それから、具体的な数値を上げますと、例えばエネルギー消費の例ですと、1970年に世界のエネルギー消費というのは、石油換算で大体51億トンだったそうです。ところが20年後の1990年は81億トンです。それで、22%の先進国の連中が、その81億トンの82%を使っているんです。それで、残りの78%の途上国の人間が残りの18%をつかっているんですね。1人頭でどのくらい違うのかというと、これは途上国と先進国の平均値なんです。途上国と先進国の明確な定義はOECDであるんですけれども、その平均値だけでいいますと、先進国の1人当たりの国民が使っているエネルギー量というのは、途上国の平均値の1人当たりが使っているエネルギーの16.2倍です。この格差はどんどん開いているんです。

ですから、御存知かどうか知りませんが、もう一つ、きょうは時間がなくてお話できなかったことに、貧困と環境破壊との関係が過去20年くらい非常に明確になってきたことがあります。よく森林の破壊、特に熱帯林の破壊を、先進国の日本が、例えばマレーシアからいっぱい木材を買うからだとかいうようなことがいわれていますけれども、実はそれは全く一面なんでありまして、実はほとんどはその途上国の人口増大でもって、

森林の破壊や砂漠化というものが進んでいるんです。

ですから、そういうことをかんがえますと、冒頭言いましたように、環境というものが基本的な我々の経済発展の、さっき言った開発か環境かいったときのベースなわけにありますから、タコが自分の足を食っているような話でありまして、それで、その問題を解決しない限り、やはり問題は解決しません。

平尾 今おっしゃたことはみんなそうだと思うんです。私もその通りだと思うんです。それではもう一つは、我々、生まれたからにはみんな死ぬんです。ですから、我々の生活活動は、死を見ていかに生きるべきか、いかに死ぬべきか、これを考えるわけです。ですから、そういう面で見れば、人類の発生起源がある以上は必ず死滅が来るわけです。それで、そのときに、実はこれは梅原猛さんといろいろ討論したことあるんですが、そういう前提で、人間は、人類はいかに生きるべきかと。これがほかの動物と違う点は何か。これは石器時代から、人知を絞って環境に挑戦して、現在の文明を築いてきたんです。その結果、今グローバルの環境が狭くなって、今の問題が起こっているとおもいます。そのときにいかに人類が生き延びるべきかということのを頭に置くというのは、我々がかつて不老長寿の薬を求めていたのと同じ考えではないかと。それよりも人間らしく……。

後藤 潔く……。

平尾 潔くというか、いかに人類が生を楽しみ、いかに人類らしく滅亡するか。それはそのほかの人間以外の種はテクノロジーを持っていませんから、環境の変化があれば、座して死を待つだけです。人類は、今までの歴史から見ても、知恵で環境に立ち向かって、環境を整えて大発生をしてきたわけです。生物は大発生をすれば、次は必ず滅びるといのはまた一つの法則なんです。ですから、その滅び方の問題を考えようじゃないか。実はそういうブレイクストミングをやったことがあるんです。

100億人の世界ということではどうなるかといえど今おっしゃったとおりのことが大体予想できるわけです。そのときに、多分、文明を享受した人

類から滅亡していくでしょう。最後に、今でもどこか地球上で石器時代と同じような生活をしている人がいるんだろうと思うんです。そういう人が場合によると生き残るかもしれません。そうすると再び人間は石器時代からやり直す。これはやっぱり個体が、私なら私が、あと何年生きるか知りませんが、あと子供がまたやり直す、あるいは孫がやり直すのと同じように、本当にあとなくなっちゃうというのはいかにもつらいから、石器時代に戻るといところでどうだろうかという、こういうプレーストーミングの結論を出したことがあるんです。

後藤 二つのことをちょっと一私は議論するつもりはないんです。それはなぜかという哲学の問題ですから。

平尾 ですから、私は哲学者を入れるべきだと思うんです。

後藤 はい。二つのことを申し上げたいのは、現在、環境の分野のそういうことを真剣に考えている人がおります。例を挙げますと、千葉大の先生加藤尚武という方が、丸善ライブラリーで「環境倫理学のすすめ」(1991)という本を書いていて、ごらんになった方もおられると思うんですけれども、大変興味あることです。我々の環境の分野でも二派ございまして、人間中心的な、英語でも流布されていますアンソロポセントリック (anthropo-centric) な考え方をするか、それともエコセントリック (eco-centric) な考え方をするかという二つの考え方がございまして、アンソロポセントリックに考えていたのが今までの考え方で、特に今先生がおっしゃった考え方は、少なくともヨーロッパ、もう少し別な言い方をしますと、ユダヤ・キリスト文明と言った方が正解だと思いますけれども、いわゆる人間がほかの生物と違うという考え方でありまして、これは基本的には現在、西洋人のほとんどが信じている終末論、ノストラダムスを始めとした終末論につながるものです。ですから、西洋の社会でローマ・クラブの「成長の限界」が非常に現実味を持って受けとめられたのはそういう理由だろうというふうに、我々環境の分野の人間は解釈しています。

ですけれども、我々は果たして本当にそうなん

だろう。もう少し例えばアジア的な考え方がいいか悪いかわかりませんが、そういう一神教的な考え方で人間が本当にほかの生物と違うんだろうかということです。人間は万物の霊長だとか、人間自身がほかと違うんだとは人間が考えているだけの話でありまして、もちろん我々はほかの生物にそういうことを聞くわけにはいきませんが、しかし、もう少しサイエンティフィックに考えて、例えば西洋のエコロジー、先ほど私が言いましたようにエコロジーの勉強を結構しまして、おもしろいことがわかりました。エコロジーというのが生物学の分野で学問として成り立ったのは、1886年にドイツのヘッケルという人がエコロジーという学問を始めて、学問として体系づけたわけですね。ところが、西洋人はそこから100年かかって、はじめて人間も含むエコロジーというものに概念が到達するのです。1960年代になってアメリカで、さっき言いましたユジン・オダム (E. P. Odum) だとかいうような生態学者が、初めてヒューマン・エコロジーという言葉を使ったわけです。それまで西洋の伝統の中では、人間は神のある使命を持った、ミッションを持ったものですから、基本的には人間はそれ以外の生物と違うわけで、それまで西洋で言っているエコロジーというのは人間以外の生物についてのエコロジーなんでありまして、そういう言い方からすると、たかだかここ20年くらい前になって、アメリカの生態学者が初めてヒューマン・エコロジーについて、今まで人間以外の生物について考えていたエコロジカルなプリンシプルも、全部人間も同じになるんじゃないか、それに従うんじゃないかということを書いてきたわけで、私ども、もし今たまたまそういう議論が出ましたから、私は議論するつもりはないんですけれども、私の立場はどういうものなのかと言えば、エコセントリック (eco-centric) な、アンソロポセントリック即ち人間中心じゃなくって、もう少し地球の上に生きている生物全体としての立場に立ちたいと思います。

なぜそういう立場に立たざるを得ないのかというと、実をいいますと、私どもの研究所でも20年来いろんな研究をしてきまして、本当におもしろいことがいろいろわかりました。具体的なことを

言いますと、地球上に生きている生物、これは動物、植物、微生物も含めてでありますけれども、全部がつながっている。したがって、人間だけが生きているわけじゃありません。で、人間自身の生というのは生かされている。私どもの研究所はつくばにございまして、つくばの近くの霞ヶ浦に通って、霞ヶ浦の富栄養化の研究をずっとやっておるんですけれども、2代目の私どもの所長になられた佐々学先生がユスリカというものを一生懸命研究されておまして、ユスリカというのは、今まで何の役にも立たないというので分類もされてない。ですから、彼がやったことはほとんど新種の発見なんです。

ところが、何かおもしろいことがわかったかといえますと、霞ヶ浦の富栄養化の原因のかなりが一実には富栄養化というのは新しい現象なわけですが一何で起きたのかがわかったのです。霞ヶ浦はずっと長い間あったにもかかわらず、富栄養化を今まで経験していなくて、近代に至って富栄養化されたわけですが、それは、あそこに栄養分が入り込むというだけじゃなくって、あらゆる農薬だとか、いろんなそういうものが入ってまして、底生生物のユスリカのエサや幼虫のようなものを全部殺しているんですね。それで生態系を変えているのです。

なぜそれが我々に物すごい影響があるのかといえますと、実は計算をしてみますと、夏、湖の近くを自転車で走りますと、物すごい蚊が一蚊じゃないんですけれども一ユスリカというものが口に入ったりなんかしますけれども、爆発的に発生するのです。それがずっと続いてきたのに、富栄養化と同時にそれがなくなってきた。見てみましたら、その富栄養化と全く逆比例してユスリカの幼虫もなくなってきたし、それが羽化もしないんです。もし羽化していたらとって全部計算してみると、あれは全部いわゆるBODなり何なりを

食って生きているわけでありますから、あの広大な湖から、計算したら何千トンのオーダーのいわゆる汚濁物質を、羽化することによって除去しているのであります。そのことによって実は今まで富栄養化が起きていなかったんです。

ですから、そういう言い方をしますと、私の立場は少なくとも今申し上げたような地球全体の生態系に立っての人類の発展ということになります。平尾 だから、要するに人知の及ばないところがあるわけですね。

後藤 そのとおりです。

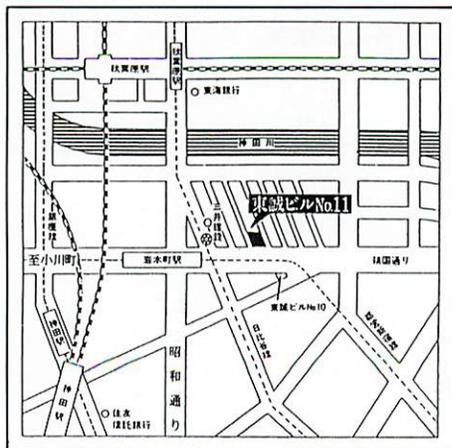
平尾 ですから、どういうことがあっても、それがこうやれるということは思い上がりだと思わんです。ですから、今おっしゃたのはまさに一方的な考え方。それで、梅原さんとの議論もまさにそういうことなんです。

後藤 ですから、私はきょう、その議論をするつもりはございませんので一。

司会 もう時間も過ぎておりますので、ここへきて議論を始めますと夜を明かすことになると思いますので、次の機会までにまたそれぞれのところでいろいろ議論していただきまして、やはり自然から学ぶこともよし、いろいろなことで何とか知恵を出して、少し子孫が長生きできるような世の中にしたいと思っておりますので、いろいろ考えていただきたいと思えます。

きょうは本当にありがとうございました。(拍手)

(註1) 添付参考資料：当日配布の雑誌 PPM 1993年11月号、後藤典弘「環境負荷低減のための製品ライフサイクルアセスメント(PLCA)の意義と重要性」



1994年3月15日

編集 日本工学アカデミー
発行

〒101 東京都千代田区岩本町3-8-16

東誠ビル 8階

TEL. 03-5820-6771~2

FAX. 03-5820-6773