

# 我が国の廃棄物処理の現状と課題

平成11年12月

科学技術庁 科学技術政策研究所

第3調査研究グループ

休井 正人



**Analysis of Waste Management in Japan**

**December 1999**

**Masato Kyui**

**Third Policy-Oriented Research Group  
National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)  
Science and Technology Agency  
JAPAN**

# 我が国の廃棄物処理の現状と課題

## 目次

I. 研究の背景と目的	1
II. 廃棄物問題	1
1. 廃棄物とは	
2. 廃棄物問題とは	
3. 廃棄物問題の対策	
4. リサイクリング	
5. LCA	
6. リサイクリングと地球環境	
III. 循環型社会	5
1. 循環型経済	
2. ドイツにおける循環型社会創設の動き	
3. 米国の動き	
4. 日本の動き	
IV. リサイクリングの現状と将来	12
1. 飲料缶	
2. 紙	
3. 家電製品	
4. 自動車	
5. 建設廃棄物	
6. 食品廃棄物	
7. プラスチック類	
8. 容器包装類	
9. 産業廃棄物と一般廃棄物	
10. リユース（再利用）	
V. 環境調和型社会の創造	47
1. 環境調和型社会のあり方	
2. 環境調和型製品	
3. 環境経営	
4. 消費者意識	
5. 環境教育	
VI. まとめ	51
1. 要旨	
2. 今後の調査研究	

## I. 研究の背景と目的

人間社会の基本活動である「生産」と「消費」は相互に強く結びつきつつ文明の発展とともに、その量的・質的な向上により、人間社会の豊かな生活環境を創造してきた。

しかしながら、「消費」の結果生じる「廃棄」というプロセスはこうした生産・消費活動の高度化に対応して進歩せず、文明化以前の方式（埋める、燃やす等）から大きな発展が見られていないというのが実状である。近年はこうした廃棄物の加速度的な増大が地球環境に大きな影響を及ぼし、人間社会の豊かな生活環境の維持・向上に対する大きな障害となりつつある。

近年人類存亡の危機として国際社会に突きつけられている CO2 排出／地球温暖化問題は地球環境を犠牲にした「生産」、「消費」そして「廃棄」活動によりその消費文明社会を拡大してきた人類社会に対して地球環境が反旗を翻したとみることができる。

人類が「生産」と「消費」という経済活動に基づいて将来に渡る持続的な発展を望むのであるならば、それにつながる「廃棄」も同等の経済活動として三者をリンクさせ、これら一連の活動を地球環境に負荷をかけない「閉じた」サイクルとして完結させることが、地球環境と「講和」するための大きな条件となる。

ここでは、日本をはじめとする先進工業国にとって今や大きな社会問題となってきた廃棄物処理問題を文明社会と地球環境の抗争の一つととらえ、その解決のために両者がいかに調和して文明社会がその持続的成長を図るべきかという見地から、廃棄物のリサイクルによる「循環型社会」確立のための施策について、その調査報告ならびに提言を行う。

## II. 廃棄物問題

### 1. 廃棄物とは

まず「廃棄物」ということばの意味、定義について調べてみると、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」（昭和45年公布）では以下の通り定義されている。

「この法律において「廃棄物」とは、ごみ、粗大ごみ、燃えがら、汚でい、ふん尿、廃酸、廃アルカリ、動物の死体その他の汚物又は不要物であつて、固形状又は液状のもの（放射性廃棄物及びこれによって汚染された物を除く。）をいう。」（同法第二条）

当法律は「廃棄物」の「処理」に関する規制を目的とした法律であるため、廃棄物の定義は自ずと上記のようになったと思われるが、廃棄物の「再生」あるいは「再利用」ということを念頭においてみると、その定義も違った形になると考えられる。

たとえば、我が国のリサイクル活動推進母体である（財）クリーンジャパンセンター（CJC）では「廃棄物とは、その占有者が廃棄を望んでいる不要物」と定義しており、「再生資源の利用の促進に関する法律」（平成3年）（通称 リサイクル法）では、

「この法律において「再生資源」とは、一度使用され、若しくは使用されずに収集され、若しくは廃棄された物品又は製品の製造、加工、修理若しくは販売、エネルギーの供給若しくは土木建築に関する工事に伴い副次的に得られた物品のうち有用なものであつて、原材料として利用することができるもの又はその可能性があるもの（放射性廃棄物及びこれによって汚染された物を除く。）をいう。」（同法第二条）

という形で「廃棄物」を「再生資源」と置き換えて、その有効利用をめざしている。

## 2. 廃棄物問題とは

生産と消費は経済活動の重要な要素であり通常は両者の量、速度には経済理論（需要と供給の関係）が作用し自然とバランスする。しかし廃棄物処理はこの経済理論があまり働かない活動であるために、消費活動に伴って発生する廃棄物の量、発生速度はそれに対する処理量、処理速度とは自立的なバランスを期待できない要素であるといえる。

廃棄物問題の元凶として「大量生産」、「大量消費」、「大量廃棄」という言葉がよく使われるが、「大量消費」に対応した廃棄物の「大量処理」のメカニズムが確立出来ないことが廃棄物問題となって現れてきたといえる。

なぜ「大量処理」メカニズムが確立できなかったかということを考えてみると、単に経済理論が作用しない活動であるということ以外に、従来の廃棄物処理はその大部分を「焼却」あるいは「埋立」というプロセスに頼っており、いずれも環境破壊という問題からその能力増強をはかることが出来なくなってきたということが最大の理由である。

## 3. 廃棄物問題の対策

廃棄物の発生量、発生速度がその処理能力を上回ることが廃棄物問題であるなら、その対策は①廃棄物の発生を減らす、あるいは②廃棄物の処理能力を高める、ことがその解決の手段であるといえる。

①についてはゴミの減量化という方向に社会全体で努力すべき面はあるものの、これだけで廃棄物問題に対応するとなると、消費減少→生活水準低下→経済活動縮小というルートをとどり、文明社会の持続的な発展を止めるということとなる。

②の廃棄物処理能力の向上は、上述の様に現状の処理プロセス（「焼却」あるいは「埋立」）については困難であり、これに変わる新たなプロセスが必要とされる。

リサイクルリング、すなわち廃棄物を再び有用物として利用するプロセスは廃棄物処理能力を向上させる有力な処理プロセスであり、これを広範囲に利用することは廃棄物問題の解決の大きな手段となりうるが、それを実現するためには以下に述べるような種々の解決すべき問題がある。

## 4. リサイクルリング

リサイクルリングとは上述の通り「廃棄物」を「有用物」として再生させる処理であり、鉄やアルミ等の金属、ガラス、製紙といった素材産業では廃棄物から回収された再生原料（スクラップ、カレット、古紙）が使われている。ただこうした再生原料は回収ルート、方法等により不純物の混入による品質のばらつきが大きく、使用者側にとってその使用量（比率）向上に対する障害となっている。又その市況（買い取り価格）の変動が大きく、回収／処理コスト以下になる時期には回収が進まず、リサイクルリングが滞るという問題もある。

経済的に見た場合、廃棄物からの選別、収集、運搬等のコストを考慮すると、再生原料は鉄鉱石や珪石、アルミナといった天然原料と比べてコスト競争力が劣るものが多い。現状の回収／運搬は大部分が公共あるいはボランティア的な事業によるためこうしたコストが表面に出ないが故にリサイクルリングが進んでいるといえるが、今後リサイクルリングを独立した産

業として育成するためには、こうしたコスト競争力を高めるための技術開発あるいは制度の改革が求められる。

今後回収技術、再生技術の進歩に伴いリサイクル対象廃棄物の増加ならびにそのリサイクル形態の多様化が考えられるが、経済活動としてリサイクリングが円滑に行われるためには以下の様な体制を社会全体として確立しておく必要がある。

- a) リサイクル可能な製品や物質の明確化
- b) リサイクル材回収ルート の 確立 (回収責任、費用負担の明確化)
- c) 廃棄物排出時におけるリサイクル可能材の分別システムの確立
- d) 再生原料の市場の確立 (安定した市況)

## 5. LCA

廃棄物問題は地球環境問題と一体であり、リサイクリングによる環境負荷の増減を客観的・定量的に評価することは、今後のリサイクリング政策を運用する上で不可欠なことであるといえる。

この手法として注目されているのが LCA (Life Cycle Assessment) である。LCA は製品やサービスがその原材料の採取から製品の製造・運搬・使用・再利用 (リサイクル)・廃棄などのライフサイクル全体を通して環境に与える影響を客観的に分析・評価する手段であり、簡単にいえば「環境へのやさしさを計るものさし」である。この LCA 研究を進めることによって環境負荷に対して科学的な価値判断を基準とする標準の確立や環境負荷データの蓄積が進み、さらには産業界や学会での各種環境情報の交換・公開のツールとしての利用が広まることが期待される。また LCA が実際の製品に適用されることにより、生産 (サービス) 者側にとってみれば提供する商品の環境負荷についての定量的基準が確立され、新商品開発・既存商品改良の指針としてばかりでなく、消費者に対する PR データとしても活用出来る。一方消費者にとってみれば商品選択の際の重要な要因として活用でき、環境基準の消費活動の重要な指針となる。

LCA は単純な製品から複雑なシステムまで、目的に応じて自由に対象を設定できるのが特徴であり、その用途はそれを利用する側の立場や目的によって様々なものが考えられる。注意すべき点の対象となる製品・サービスのもつ様々な側面のうち「環境」に関する側面のみが LCA 評価の対象となるということである。

LCA の考え方は 1969 年に米国のコカコーラ社がそのリターナブル瓶を対象としておこなったのが始まりといわれている。その後 1970~90 年代にかけて米国、欧州を中心として大きく進展した。

その基本的手順は以下の 4 つの基本的ステップから成っている。

- 1) アセスメント (評価) の目的と範囲の設定
- 2) 製品のライフサイクルの各段階における資源・環境収支の分析 (インベントリ分析)
- 3) インベントリ分析の結果を環境負荷として定量的・総合的評価 (インパクト評価)
- 4) インパクト評価の解釈を行い、結果のまとめ

LCA は国際標準化機構 (ISO)において環境マネジメント規格の一つとして、1993 年よりその標準化が進められ、一般原則 (14040) は 97 年に発行され、これに続く各種分析・評価手法 (14041~14043) について現在標準化が進められている。日本では通産省主導のもとで産官学のメンバーによる検討会 (LCA 日本フォーラム) が 1995 年に発足し、データベースの構築や評価手法に関する研究が進められている。最近ではグリーン購入ネットワークや「エコマーク」推進母体の日本環境協会、民間企業による研究も急速に拡大している。

LCA の本格的な適用はまだこれからであり、現状では解決すべき多くの問題・課題をかかえているが、個々のリサイクリングにこれを適用することにより、当該リサイクリングの地球環境に対する影響を定量的・客観的に評価することができ、その推進の可否に関する重要な判断基準とすることができると期待される。

## 6. リサイクリングと地球環境

一般的な考えとして「リサイクリングによるエネルギー消費」が地球環境に及ぼすマイナス効果は否定できない。

例えばリサイクルされたアルミ材はボーキサイトから精錬するのに比べて最大 97%ものエネルギー (大部分は電力) を節約できるというが、その主要なリサイクル源である廃棄アルミ缶の収集、運搬等に要するエネルギーを考慮すると、それほど節約にはならないという見方もあるし、牛乳パックから紙材料へのリサイクルにしても収集から製品化までのトータルのエネルギーを算定すると、パルプ材から高効率の製紙プラントによって生産された紙の方が、エネルギー消費は少ないという調査結果もある。こうしたエネルギー消費 (トータルでの) のメリットが少ないにもかかわらず、現実にはアルミや紙のリサイクルが進んでいるのは、前文で述べたが、リサイクル原料 (缶や牛乳パック) の収集、選別、輸送等に要するコストがこれらを利用する企業には実際にかからないために、リサイクル材が天然素材に対してコスト競争力がある、という単純な経済法則によるものであるといえる。

しかしながら別の見方をすれば、リサイクリングによってアルミの場合ば天然ボーキサイトの採掘、紙の場合は森林の伐採が抑制され、限りある天然資源 (一次資源) の消費の抑制を通じて地球環境保護に貢献するということがいえる。

有史以来自然界からの資源採取を続けてきた我々人類にとって「廃棄物」とは今や文明社会に眠る新たな資源であり、それを利用することは「持続可能な成長」という命題に対するひとつの有効な回答であるといえる。

### Ⅲ. 循環型経済

#### 1. 循環型経済とは

前章で述べたリサイクルをうまく組み入れた経済システムがこの「循環型経済」である。商品が消費者の手に届くまでの物質の流れを金属資源に例にとって見てみると次のような流れで表される。

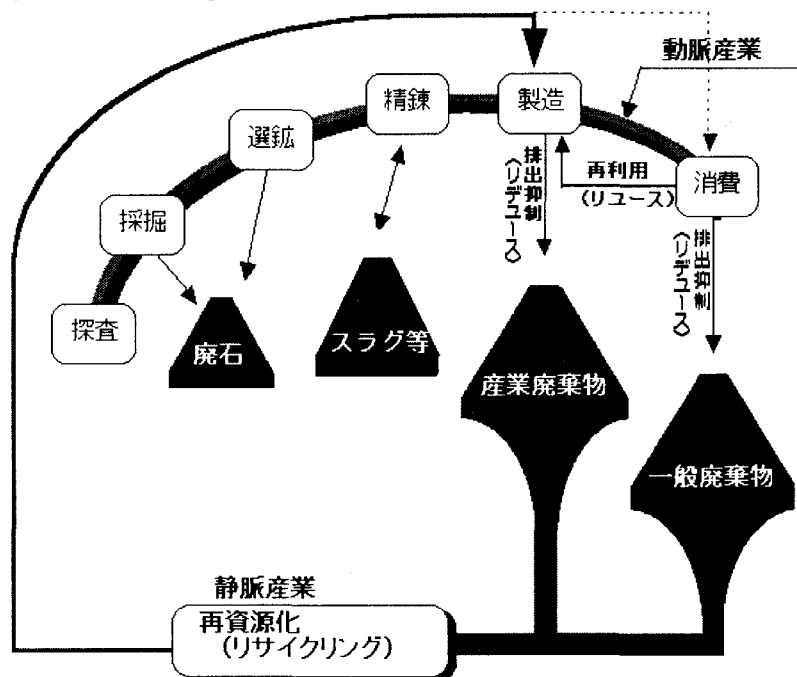


図 3.1.1 社会における物質フロー

資源の探査から始まって、発見した鉱脈を開発し、含有鉱石を取りだし（選鉱）、精錬することによって原料となり、製造して製品となり、それを消費者が購入し、やがて廃棄される。これらの一連の流れは従来、廃棄で物質の生涯は終わっていた。しかし、資源枯渇、省エネルギーの問題、そして増大する廃棄物問題に対処しなければならない現在、もう一つ新しい部門（つまりリサイクリング）を設けて、再び物質を有効に活用しようという考え方が「循環型経済」であり、これをベースとした社会が「循環型社会」である。

すなわち経済社会システムにおいて従来の資源採掘→製品生産→消費に至る産業を「動脈産業」と呼ぶと、消費（あるいは生産）によって生じた廃棄物を原材料として生産部門に再び戻す産業は「静脈産業」と呼ばれるべき産業である。

「循環型経済」はこの「静脈産業」による廃棄物の再資源化（リサイクリング：Recycling）と共に廃棄物の排出抑制（リデュース：Reduce）と廃棄物の再利用（リユース：Reuse）の3Rによって構成される。

Reduce は生産プロセスの改善や製品の長寿命化・アップグレードの容易化等により、Reuse は廃棄製品の部品の再利用、容器類の再利用（リターナブル化）等によって、いずれも排出される廃棄物の量を減らす効果がある。Recycling だけでは将来的に「静脈産業」におけるエネルギー使用（= CO2 発生）に伴う環境負荷の増大が深刻化し「循環型経済」が成り立たなくなる恐れがあり、Reduce と Reuse をあわせて推進する事が是非とも必要である。



## 2. ドイツにおける循環型社会創設の動き

こうした新社会創設にいち早く動き出したのがドイツである。同国では 1996 年 10 月に Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz(KrW-/AbfG) (循環型経済及び廃棄物法) が施行された。

まず、この法の第 1 章には、” この法は、天然資源保護のため循環型経済を促進し、環境を配慮した廃棄物の削減を保証することを目的とする。” とあり、省資源、省エネルギーそして環境調和までも包括した法であるのが特徴であり、従来からある廃棄物関連の日本の法と比べると、かなり大規模にそして国を挙げての行動であることがわかる。

廃棄物の処分法について、” 廃棄物は物質的及びエネルギー回収を目的として利用されなければならない” とされており、廃棄物を削減するだけでなく、それでも発生してしまう廃棄物をとにかくできるだけ利用することが規定されている。

また新しい考え方として、” 廃棄物を生み出す者及び所持する者は再利用する義務があり、廃棄物の削減より廃棄物の利用が優先される。” という規定があり、廃棄物を減らすより再利用、つまりリサイクリングを優先的に行うということが規定されている。

この法律のキーワードというべき 3 つの言葉を以下にあげる。

### (1) 廃棄物とは

” 廃棄物とは、その所有者がそれを手放す、手放したい若しくは手放さなければならない全ての流通物である。” つまり、社会にある全ての財を対象に、その所有者が無用となった財を廃棄するときに発生する物、そしていらぬから捨てたいと思う物、環境や健康に悪影響があるから廃棄しなければならない物を廃棄物と定義している。

### (2) 廃棄物の削減

” 再利用できないような廃棄物は、永続的に循環型社会から排除し、公共の福祉を確保するため削減しなくてはならない。” つまり、製品が廃棄物となった時、それが再利用できなければ製品として循環社会に乗れないということである。

### (3) 廃棄物の利用

本法律では廃棄物の利用形態として、エネルギー利用(Energetische Verwertung)と物質利用(Stoffliche Verwertung)の 2 つに分類している。

エネルギー利用の規定には” 廃棄物を代替燃料として投入することも含む。” とあるが、これはドイツ国内のゴミ処理は現在 73% が埋め立てであり、これを減らそうという意図もあると思われるが、単なる減量化のためだけの「単純焼却」(エネルギー回収しない焼却)は認めないということが基本である。

また物質利用とは、” 廃棄物から得た物質を原料の代替として使用すること若しくは廃棄物の物質特性を利用することを含む。” と規定されており、再生資源として廃棄物を利用するということである。例えばゴミに含まれている場合、燃やさないで金属を得ること、有機物が含まれている場合、堆肥化(コンポスト化)して土として利用することなどが具体的にあげられる。

このように、この法律には廃棄物を燃やしてエネルギーを利用するのか、物質として利用するのかという選択があることが重要なポイントである。

単純に考えると、「廃棄物の燃焼は物質を燃やしてしまうのであるから利用ではない。削減である。」といえるが、廃棄物を燃焼させて得られる熱以外に、燃焼後の灰から金属を得られれば”物質利用”（熱利用ではない）ともいえるし、乾留によって合成ガスを得てそのガスを利用すれば、やはり”ガス”という物質を廃棄物から得ていることになるので物質利用という範疇にも入るといえる見方もできる。いずれにしても一般的には“燃やす”という処理が最も低コストな方法であるので、焼却が廃棄物の削減ではなく利用という解釈であれば、大部分の処理は焼却という方向に向かう恐れがあり、この解釈を明確にする必要がある。

ドイツでは *Verordnung ueber die Vermeidung von Verpackungsabfaellen*（包装廃棄物回避に関する政令）という容器・包装材リサイクリング促進法が 1991 年 6 月に施行されているが、これの運用に関する連邦政府の解釈では、廃棄物を焼却して熱源として利用することは「廃棄物の利用」ではなく「廃棄物の削減」に該当するということであり、個々の廃棄物の種類毎にこうした解釈を規定していると考えられる。

このようにドイツは、廃棄物問題の解決について試行錯誤しつつ循環型社会の確立を目指しており、日本が学ぶべき点が多いと思われる。

### 3. 米国の動き

米国では廃棄物処理に関する規制は主に州政府によっておこなわれており、州によって規制方針、内容は大きく異なる。

例えば、飲料容器へのデポジット制の義務付けは現在 10 余りの州で行われている。先鞭をつけたのは、オレゴン州であり、今から 26 年前の 1972 年に州法が制定されている。連邦政府による規制の代表的なものとして有害・危険物質の不法投棄に対する責任を明確化するために 1980 年に制定された「スーパーファンド法」がある。これには不法投棄に対する政府による迅速かつ責任ある対応及び厳しい責任追及が規定されており、日本の産廃不法投棄に対する法的規制にも参考となるところが多いと思われる。

米国では廃棄物の収集・処理・リサイクルは民間処理業者が自治体と契約しておこなう方式になっており、Waste Management Inc. (年間売上高 130 億ドル、従業員 7 万人)や Browning-Ferris Industries Inc. (BFI 社：年間売上高 50 億ドル、従業員 2.5 万人)といった巨大廃棄物処理会社が出現しており、これらの企業が今後の環境産業拡大の推進力となると考えられる。新しい公共施設や住宅地域の開発に際しては、これらの廃棄物処理会社が事前にコンサルタントをおこない、運用開始後の廃棄物の処理・リサイクルがスムーズに進むように計画するところが最近増えてきている。

その一例としてミネソタ州のミネアポリス市の郊外に 1992 年にオープンした全米最大のショッピングモールであるモールオブアメリカ(Mall of America)をあげることができる。このモールはシアーズ、ブルーミングデールなど米国のトップクラスのデパート 4 店と、400 の専門店により構成され、約 1 万人の従業員と、1 日平均約 11 万人の来客数を誇る。総工費 6 億 2500 万ドル(約 720 億円)のうち 3 分の 2 は周辺環境対策費にあてられて

おり、徹底的な環境対策を講じた巨大ショッピングモールである。計画段階から前記の BFI 社がメンバーに入り、廃棄物処理とリサイクルのシステム作りに本格的に取り組んできた。地下には大型トラックが通行可能な巨大な配送経路が張り巡らされており、これが同時にリサイクルのための流通経路に使用されている。月間 800 トンのごみが排出されるが、その内訳は食品廃棄物（残飯）が 50%、紙類が 15%、そして瓶・缶・プラスチック類が 35% となっており、全体の 54% がリサイクルされている。 レストランやファーストフードから出る残飯はフォッグプログラム(Fog Program)という養豚場での飼料としてリサイクルされている。

このように米国では民間主体で廃棄物処理・リサイクルシステムの構築が進んでいる。営利企業による事業推進は収益・採算重視という方向に偏り、環境保護がなおざりにされる恐れがあるが、環境保護に関する政府の規制や監視システムが確実に機能すれば、環境ビジネス推進の面では効率的なプロセスであるといえる。

#### 4. 日本の動き

##### (1) 政府によるリサイクル体制整備

日本ではⅡ.1 節で述べた「再生資源の利用促進に関する法律」（通称リサイクル法、1991 年施行）ならびに容器包装リサイクル方法（97 年 4 月施行）、家電リサイクル法（2001 年 4 月施行）、さらには制定が予定されている「循環社会基本法（仮称）」（2000 年法案提出）、等に循環経済確立のための法体系整備が進められている。

上記リサイクル法ではメーカーに対して、その製品がリサイクリングしやすい設計・製造を義務付けており、その指定品目（第一種指定製品）として自動車、テレビ、冷蔵庫、洗濯機、エアコン、二次（充電式）電池が指定されているが、今後パソコン等も追加される予定である。又リサイクルに加えて Reduce（発生抑制）と Reuse（再使用）の促進も本法に新たに盛り込み、循環型経済システムの柱とする方針が明らかにされている。これはリサイクルでは一般的にエネルギー消費が大きいと、今後の量的な拡大には限度があると判断し、製品の省資源化とその補修や改造（アップグレード）による長寿命化によって資源利用率を高める“Reduce”と、使用済み製品を回収しその製品あるいは部品の再使用を図る“Reuse”を組み合わせる循環経路を太くした経済システムの構築を目指するというものである。（Ⅲ.1 参照）

ただこうした製品の使用期間の延長や中古品の利用は経済成長にマイナスに作用する恐れがあるため、技術開発や需要の拡大、新産業創出といった政策をあわせて進めるということである。

家電リサイクルに関しては、厚生省がメーカーに対して義務づけるリサイクル率を最近決定したが、エアコン（60%）、テレビ（55%）、冷蔵庫・洗濯機（50%）という数字は現状のメーカーのリサイクル体制ではかなり厳しく、又処理費用は消費者負担として販売価格に上乗せする事になっているため、これが消費不況を招き国民経済にとってマイナス要因となる恐れもある。

ゴミ処理に関しては、厚生省が自治体（都道府県）に対して、広域化処理の推進を求め

ているが、自治体にとっては財政難や立地難から、容易ではないという状況であり、広域化に対する論議をさらに深める必要があるが、ダイオキシン問題に関して政府の対策基本指針（4年以内に9割削減）が決定しており、対応を急ぐ必要がある。

廃棄物処理に関しては、今後とも政府、各省庁より次々と新政策が打ち出されると考えられ、それによって新しい廃棄物ビジネスが生まれてくることが期待される。

## (2) エコ・ハーモニー構想

(社)経済団体連合会(経団連)では「わが国産業の競争力強化にむけた第二次提言」を本年(1999年)7月に総理大臣あてに答申したが、そのなかの「産学官共同プロジェクト」構想の一つとして「エコ・ハーモニー構想(仮称)」が提案されている。

これは「経済と環境を両立させる社会の実現」をめざして推進すべき施策として「資源循環型社会」の推進をあげ、大量廃棄型社会から循環型社会への転換を進めるべきと提言している。そのための課題として以下の4つをあげている。

### ① 製品ライフサイクル全体にわたる廃棄物、有害物質の最小化

製品の製造にあたっては、そのライフサイクルを通じて環境負荷低減を図るという視点に立ち、廃棄物の発生抑制・再利用やリサイクルの促進、処理の容易性等を念頭に置いた製品開発・技術開発を行う。政府にはこうしたインバースマニファクチャリング関連技術の開発や設備整備に対するインセンティブ措置を講ずることが求められる。

### ② 使用済み製品の回収・リサイクルの促進とそのための環境整備

リサイクル製品の用途拡大を目指した技術(ガラスカレットの軽量骨材化技術等)や素材毎に廃棄物を自動識別・分別するための技術開発を行う。また製造工程から出される産業廃棄物減量化のため、工程の改善(工程内での再利用)や異業種連携による副産物の原料化(鉄鋼スラグの土木・建設分野での利用等)を目指した技術開発を進める。政府にはリサイクル市場を拡充するための、ハード・ソフト両面の整備、例えば廃棄物処理業の認可規制の緩和、ストックヤード、情報ネットワーク、物流・輸送施設の整備等が求められる。

### ③ 廃棄物処理施設の整備

環境負荷が低く、しかも効率的な廃棄物処理施設の整備に向けて、再資源化技術の向上、エネルギー高効率回収技術の開発が必要である。こうした技術を生かすために、一般廃棄物(自治体による処理)と産業廃棄物(排出者、処理業者による処理)の区分を転換し、混合処理を認める方向が望ましい。またPFI手法等を活用して官民が協力して、計画的に先駆的廃棄物リサイクル処理施設(ガス化熔融高効率廃棄物発電システム、ごみ固形燃料化(RDF: Refusal Derived Fuel)施設等)の整備を図ることが必要である。

### ④ 化学物質の自主管理の推進

化学物質についても循環を念頭に置き、全ライフサイクルを通じて自主的な管理を進める必要がある。そのため、バイオ活用型素材、環境調和型プロセス技術の開

発・活用を進めるとともにバイオレメディエーション（Bioremediation:微生物による環境浄化技術）、化学物質の測定・管理技術等の開発を進める必要がある。

また民間ではPRTR法（Pollutant Release and Transfer Register:汚染物質の排出・移動登録）の実施に先駆けた自主的調査、化学物質の自主管理を進めているが、政府においては、化学物質の安全性基準等の明確化および測定方法の確率と、リスク評価の充実、有害性データの整備等が求められる。

### (3) 地方自治体の動きーエコタウン事業ー

エコタウン事業は通産省が厚生省と協調して平成9年度から創設した「ゼロ・エミッション構想」実現のための補助事業である。「ゼロ・エミッション構想」とは、ある産業から出るすべての廃棄物を新たに他の産業の原料として活用し、最終的にあらゆる廃棄物をゼロにして新しい資源循環型社会の形成をめざす構想である。

エコタウン事業は、この「ゼロ・エミッション構想」を地域における資源循環型社会形成のための基本構想として位置づけ、あわせて地域の産業集積等を活かした産業政策の振興を通じた地域活性化、及び地域の独自性を踏まえた廃棄物の発生抑制ならびにリサイクルの推進を図ることにより先進的な環境調和型街づくりを行おうとするものである。

補助の対象としてはリサイクル関係設備の整備（ハード補助）以外に、FSやPR、講習会といったソフト関係も対象となるのが特徴である。（補助率はいずれも50%）

この事業をおこなうためには都道府県（または政令指定都市）が（市町村との連携も可）「エコタウンプラン」を作り、「ゼロエミッション構想」対象地域を設定して承認を受ける必要がある。以下に97、98年度に承認された地域と事業概要を紹介する。

#### a) 岐阜県（可児市地区）ー平成9年7月承認

岐阜県「地球環境村」構想を策定。

ペットボトル、廃タイヤ・ゴムくず等のリサイクル関係施設建設し、これを中核としてリサイクルならびに地球環境問題に関する研究・教育を行う施設を整備し、周辺には健康・福祉・医療・スポーツ等の各種施設を配備することにより良好な生活環境を保ち、自然環境の保全を図る。

#### b) 北九州市（響灘地区）ー平成9年7月承認

前年度に策定した「響灘開発機本計画」を踏まえ、臨海埋め立て地にペットボトルリサイクル、廃家電・廃自動車リサイクル事業をはじめとした総合的な処理システム、広域収集システムを構築し、環境産業を先端技術駆使により新しい素材産業として発展させることを目指す。民間企業、大学を含めた組織で運営する。

#### c) 川崎市（臨海地区）ー平成9年7月承認

川崎市臨海部の空洞化対策と中小企業のゼロエミッション化の推進を目的として「ゼロ・エミッション工業団地」を設置。廃プラスチックリサイクル（高炉還元剤として利用）設備を中核として、既存の廃棄物・リサイクル関連施設の機能的・有機的なシステム構築を目指す。地域住民、関係団体、企業、行政が一体となり、広域なゼロエ

ミッションを目指した環境調和型街づくり構想を推進する。

d) 長野県（飯田市地区）－平成9年7月承認

天竜川の治水対策事業によってできた平地をステージに環境調和型の「産業」、「都市」、「コミュニティ」をテーマとして「天竜峡エコバレープロジェクト」を展開する。

地域内で排出される廃棄物を燃料として電気・熱を供給する「エネルギーセンター」やリサイクル関連工場の誘致を目的とした「ゼロエミッション環境産業団地」を整備し、循環型地域の形成と環境産業の創造による新たな地域振興を目指す。

e) 福岡県（大牟田市地区）－平成10年7月承認

前年に閉山した三井三池炭坑を中心として蓄積された公害防止技術や付近の未利用地を活用して、石灰灰の資源化、金属類のリサイクル、農業・水産業からの排出物のリサイクルを目指すリサイクル産業団地を整備する。あわせて大牟田市に建設されるRDF発電所を中心として、環有明海地域における広域連携によりRDF生産のネットワークを形成する。

f) 札幌市－平成10年7月承認

公共、民間事業者が一体となってリサイクル関係事業に取り組むための「札幌リサイクル団地」が造成され、既に廃コンクリート再生施設、建設系廃材リサイクル施設、生ゴミリサイクル施設などが稼働しており、今後ペットボトルリサイクル施設や廃プラスチック油化施設などのリサイクル関係施設を拡大整備し、市内に整備されている廃棄物処理・リサイクル関係施設と連携をはかりつつ、環境負荷の低減に努めた都市づくりを推進する。

上述の各エコタウン事業では種々のリサイクル関係施設を中核とするものが多くみられるが、次の章では現在あるいは今後のリサイクリング対象の各品目毎にその現状、問題点、今後の展望について調査検討する。

#### IV. リサイクルの現状と将来

##### 1. 飲料缶

飲料缶は現在、スチール（鉄）とアルミニウムの2種類がある。一般的に内圧のかかる炭酸飲料（ビール、コーラ類）にはアルミ缶が使われ、内圧のかからない飲料（コーヒー、茶、ジュース類）にはスチール缶が使用されている。近年は窒素封入加圧によりコーヒーや茶飲料でもアルミ缶が使用されるようになったが、日本ではスチール缶が依然大きな割合になっている。（米国では飲料缶は100%アルミである。）

以下に我が国における飲料缶の生産量及びリサイクルの推移を示す。

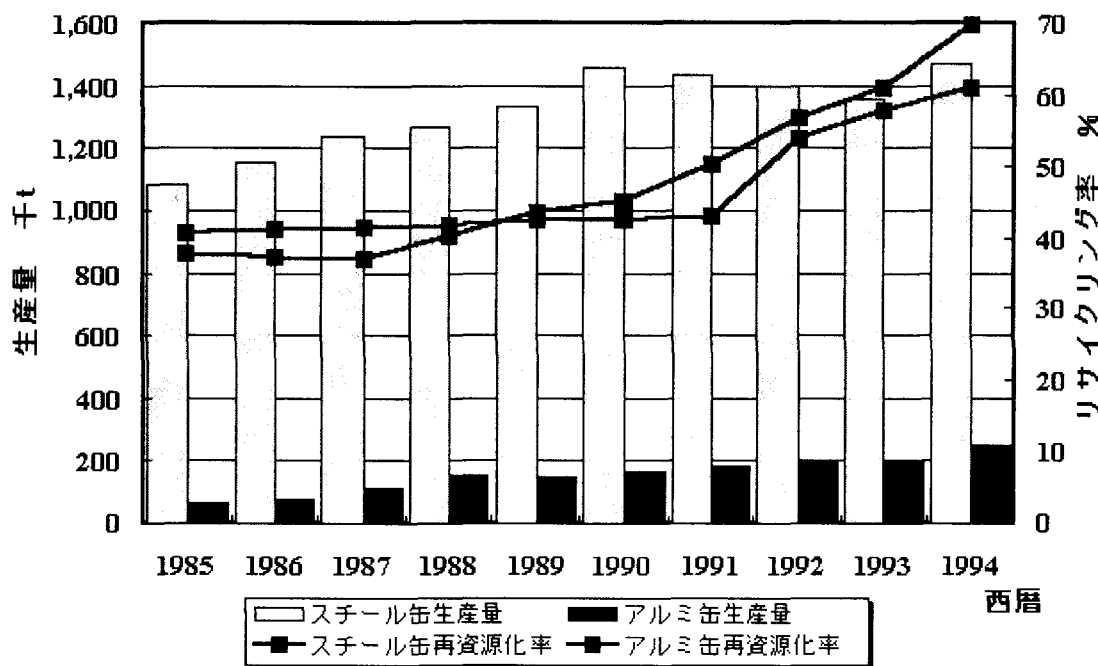


図 4.1.1 飲料缶の生産量とリサイクル率推移

(あき缶処理対策協会、アルミ缶リサイクル協会調査資料)

(注) 生産量については、アルミ缶はスチール缶の約6分の1（1994年）となっているが、これは重量での比較であり、個数では両者の比率は1:2程度である。理由はアルミの比重は鉄の1/3程度であり、缶の個数当たり重量比もこの程度になるためである。

上図に示したリサイクル率のカーブは1995年以降も伸び続けており、1998年（平成10年）のリサイクル率はスチール缶が82.5%、アルミ缶は74.4%という値を達成しており、こうした高いリサイクル率が達成されているのは消費者意識の向上（あき缶はリサイクルすべきものであるという認識が高い）ことと自治体等による回収システムが整いつつあることによるといえる。

但しこれらの数値はいわゆる回収率であり、回収された缶が同じ飲料缶として再生される率（CAN TO CAN率）はスチールで60%、アルミで80%程度である。すなわち回収された缶のうちスチール缶は40%、アルミ缶は20%程度が廃棄ないしは低品位の鋼材等になってしまうということである。その大きな原因は廃棄あるいは回収・運搬時における異物の混入等

による回収材の品質劣化であり、今後再生率（CAN TO CAN 率）を向上させるためには、以下の様な対応が必要と考えられる。

①廃棄方法の改善（消費者）

- －あき缶に異物を入れて廃棄しない。
- －アルミとスチールをきちんと分けて廃棄する。
- －収集・輸送しやすいように缶を押しつぶして廃棄する。

②収集・輸送体制の改善（自治体、収集事業者）

- －収集ステーションの整備（収集時に一般ゴミの混入を避ける必要あり）
- －輸送用車両の整備（空き缶は嵩が高く、普通のトラックで運ぶのは効率・採算が悪い）
- －保管場所の整備

③再生プラントの整備（再生事業者）

- －缶材料再生専用プラントの整備
- －異物の効率的な除去システムの開発、整備
- －再生コストの低減化

2. 紙

日本の紙の生産量はアメリカに次いで世界第二位、国民一人当たり消費量はアメリカ、スウェーデンに次いで第三位となっている。又リサイクルの現状は古紙回収率（消費された紙・板紙のうち回収された割合）及び古紙利用率（紙の生産量に占める古紙消費の比率）ならびに使用量の年度別推移は以下のようにになっている。

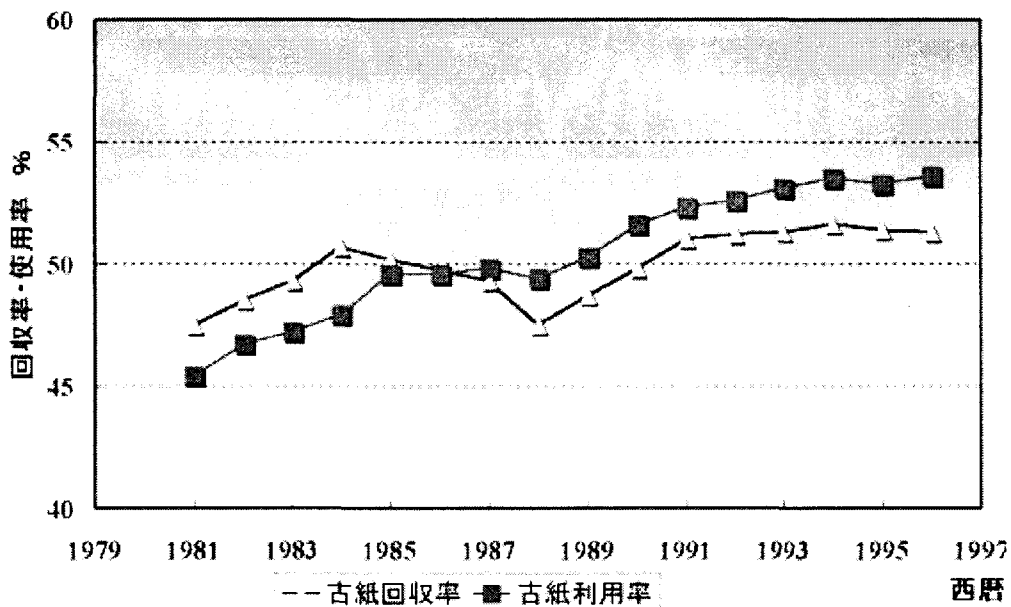


図 4.2.1 古紙の回収率・利用率

（紙・パルプ統計年報より）



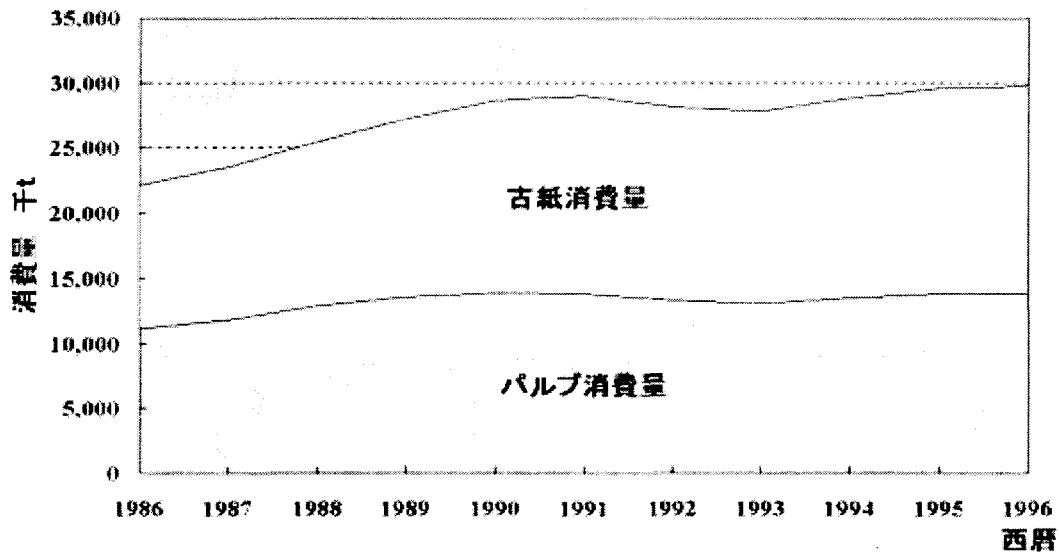


図 4.2.2 古紙の消費量の推移

(紙パルプ統計年報より)

上記の通り古紙の回収率・利用率とも近年は50%を上回っており、リサイクルの状況は悪くないといえる。しかしながら古紙を使用している製品は新聞紙、段ボール紙といった低グレードのものが大部分であり、その用途が限られているという問題がある。

その理由は古紙に含まれるインク類を取り除くことが技術的あるいはコスト的にまだ完全ではなく、高級品に使用できるレベルまで、天然パルプと同等なコストでは、再生できないということであり、今後の技術的課題であるといえる。

更に雑誌類は複数の紙質や接着用の糊が混入しており、現状では再生利用に不適として焼却されているものも多い。これについては燃料として利用、すなわちサーマルリサイクルに利用する方向で取り組む一方で、出版等関係業界とも協議して材料リサイクルを可能にすべく検討されている。

こうした点も含めて、紙のリサイクルも前文のアルミ・スチールの場合と同様に、回収・運搬時に出来るだけ異物が混入しないような体制・方法をとることが、今後のリサイクルの拡大・充実を図る上で重要と考えられる。

### 3. 家電製品

#### (a) 家電リサイクル法

特定家庭用機器再商品化法（通称「家電リサイクル法」）は平成10年6月5日に公布され、平成13（2001）年4月1日より施行されることになっている。この法律で対象となる「特定家庭用機器」は別途政令によって以下の4機種が規定されている。

- i) ユニット型エアコンディショナー
- ii) テレビ受信機（ブラウン管式）
- iii) 冷蔵庫
- iv) 洗濯機

これらの機器は、消費者が使用を終えて廃棄したものについて、その製造者が再商品化す

なわちリサイクリング（但し焼却による熱回収も認められている）を行う義務を有することとなった。（再商品化の費用は消費者が負担）

各製品のリサイクリング率は当面以下の値とし、対象となる物質は以下のものとすることが政府によって決められている。（厚生省生活環境審議会廃棄物処理部会特定家庭用機器処理基準等専門委員会報告－平成 11 年 4 月 20 日付）

表 4.3.1 リサイクル率（上記報告書による）

製品名	リサイクル率
エアコン	60%
テレビ（ブラウン管式）	55%
冷蔵庫	50%
洗濯機	50%

ここに示すリサイクル率とは製品重量に対する、リサイクル物質（下表）の合計回収重量の比率である。

表 4.3.2 リサイクル対象物質（上記報告書による）

リサイクル対象となる物質	
2001年4月から	鉄、アルミ、銅、鉛 すず、ガラス
2008年（目標）	プラスチック

(b) 廃家電製品の現状

前文で述べた特定家電用機器（エアコン、テレビ、冷蔵庫、洗濯機）の一般家庭からの廃棄量は年間約 60 万トン（平成 10 年度）であり、約 8 割は小売業者、2 割は自治体によって回収されている。これらの処理は以下ようになっており、おおよそ半分は直接埋め立てられ、のこりは一部金属分の回収が行われているものの、ほとんどは廃棄されているのが現状である。

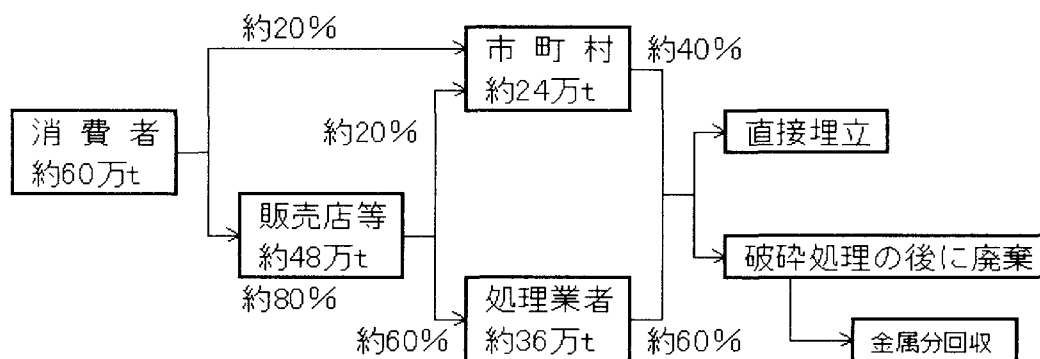


図 4.3.1 現状の廃家電品の処理形態（通産省資料）

(c) 処理施設の建設計画

家電リサイクル法が施工される 2001 年の廃棄量は台数にして以下の様な数字になると予想されている。

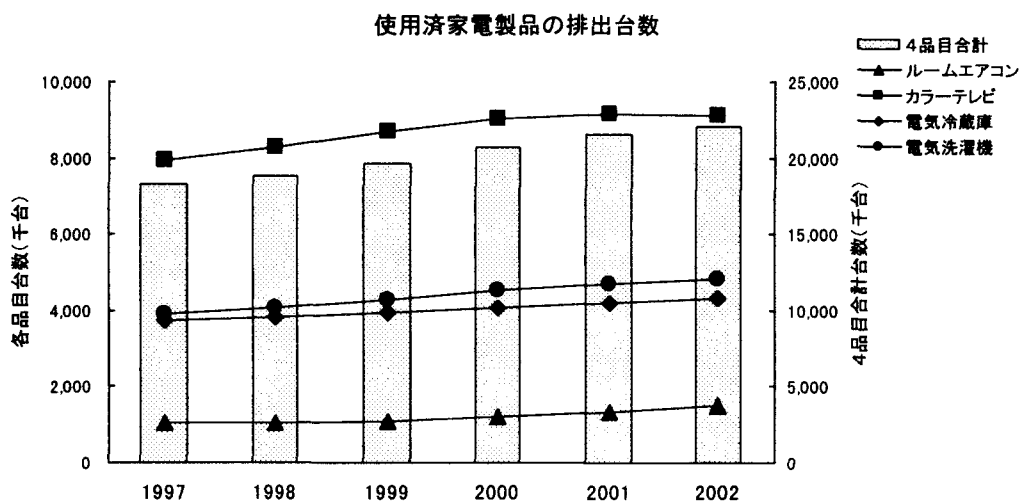


図 4.3.2 使用済家電製品の排出台数  
(通産省推計：H9年度調査)

但し中古品として再利用あるいは輸出されるケースもかなりあると見られるので、上記の台数が全てリサイクルルートにはのらないと見られるが（メーカー推定では廃棄台数の6割から多くて8割程度）、いずれにしても年間1千万台以上の処理量となる。

これに対応して、現在処理プラント（リサイクル施設）の建設が進められているが、2001年時点で稼働しているのは10ヶ所程度の見込みである。

- 家電メーカーの自社プラント : 5～6ヶ所
- 自治体（エコタウン） : 2～3ヶ所
- 民間処理業者 : 2～3ヶ所

しかしこれらの処理施設はほとんどが本州地域であり、北海道、四国地域には現在のところ処理施設建設計画は無く（九州は1ヶ所だけ建設予定）、これらの地域での処理をどうするかが問題となる。

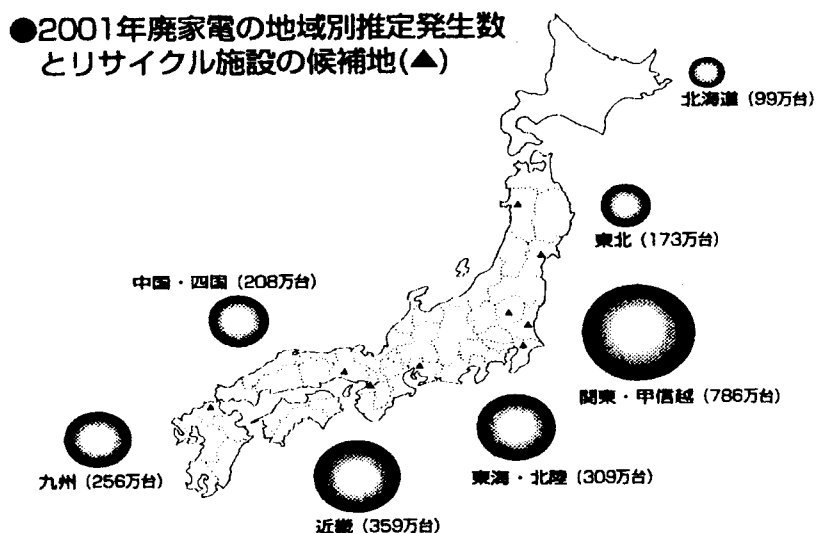


図 4.3.2 廃家電の発生予想量と処理施設計画（日刊工業新聞資料）

(d) リサイクルコスト

家電リサイクル法では対象廃家電のリサイクリング処理費用は消費者負担とすることが規定されており、メーカーがこれを製品価格に転嫁（上乗せ）することが認められており、通産省試算によればこの上乗せ価格は1台あたり¥3500～¥5000程度となっている。

しかしながら販売店にとってみれば、厳しい販売競争の中ではこの上乗せ分をそのまま販売価格に転嫁するのは困難な場合が多く、法律の主旨である消費者からの必要コストの徴収が完全に達成できるかどうか疑問との指摘もある。又処理責任を負うメーカーにとって、リサイクルコストは処理プラントの稼働率確保と同時に廃家電から有価物がどのくらい得られるかが大きな要素になる。得られた有価物、例えば鉄、銅、アルミなどの価格は経済情勢によって変動が大きく、最近のように相場が大きく下落し回収費用を下回るような時期もある。又テレビ回路や内蔵マイコンに多用されているプリント基盤の鉛や冷蔵庫・エアコンのフロンガスといった有害物質を安全に回収することも問題となる。

上述の試算コストは「20～30%程度のコスト割れ」とのメーカー側意見もあり、法律施工前に提示されるであろうメーカー側のコストが今後の家電リサイクルの動向を大きく決定付けると予想される。

(単位：重量比率%)

機種	年度	計	鉄	銅等	アルミ	プラスチック	ガラス	その他
カラーテレビ	1983年製品	100.0	8.9	2.0	1.0	9.8	45.5	32.7
	1993年製品	100.0	12.0	3.0	1.0	26.0	53.0	5.0
冷蔵庫	1983年製品	100.0	59.6	2.0	4.0	30.3	0.0	4.0
	1993年製品	100.0	49.0	4.0	1.0	43.0	0.0	3.0
洗濯機	1983年製品	100.0	52.0	3.0	2.0	37.0	0.0	6.0
	1993年製品	100.0	52.0	2.0	4.0	33.0	0.0	9.0
エアコン	1983年製品	100.0	53.5	19.2	9.1	14.1	0.0	4.0
	1993年製品	100.0	54.0	18.0	9.0	16.0	0.0	3.0

(出典)：(財)家電製品協会 環境総合ハンドブックH10.3

図 4.3.3 家電製品の素材構成 ((財) 家電製品協会資料)

#### 4. 自動車

##### (a) 使用済み自動車

現在、国内で発生する使用済み自動車は年間約 500 万台程度にのぼり、資源保護の観点からもその再利用は重要な課題となっている。不法投棄という問題はあるもののその回収率は概ね 100%で、再資源化率も約 75%に達している。平成 9 年 5 月さらなるリサイクリング向上および適正処理の促進のために「使用済み自動車リサイクルイニシアティブ」が通産省指針として発表され、リサイクリングのための具体的な数値目標が設定された。

それに応え、平成 10 年 2 月に自動車業界団体である（社）日本自動車工業会では「自主行動計画」を策定し、業界として環境保全に向けて継続的に取り組む姿勢が示された。

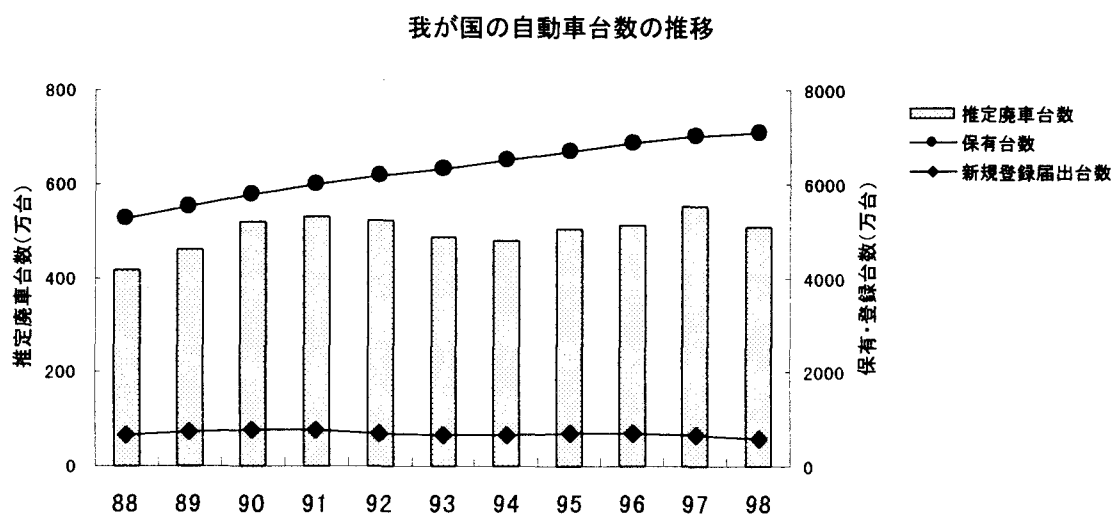


表 4.4.1 使用済み自動車台数の推移  
(自動車工業会資料)

##### (b) リサイクリングの流れ

回収された使用済み自動車は、まず解体事業者により再利用可能な中古部品や素材を回収したのち、シュレッダー事業者が鉄スクラップその他のリサイクリング可能な金属類を回収し、最後に残った樹脂、繊維類はシュレッダーダストとして埋め立て処理されているが、これが重量比で現在 25%、すなわち 1 トンの乗用車 1 台当たり 250 kg の量になっている。

前記の通産省指針では 2002 年以降の新型車のリサイクル可能率を 90%以上、リサイクル実効率を 85%（2015 年以降は 95%）以上とし、シュレッダーダストの埋め立て処分量を 96 年基準で 2002 年以降は 60%以下、2015 年以降は 20%以下を目標値として提示されている。これに対応して（社）日本自動車工業会では 96 年度から 4 年計画で「シュレッダーダストの減容・固化技術」の研究開発に取り組んでおり、シュレッダーダストからの金属類の回収、樹脂類の再利用、燃料ガスの回収等によって、最終埋め立て量を容積で 1/5、重量で 1/3 に減らすことを目指し、98 年 4 月より（財）日本自動車研究所（茨城県つくば市）で実証プラントによる実験が行われている。

●使用済み自動車のリサイクルフロー

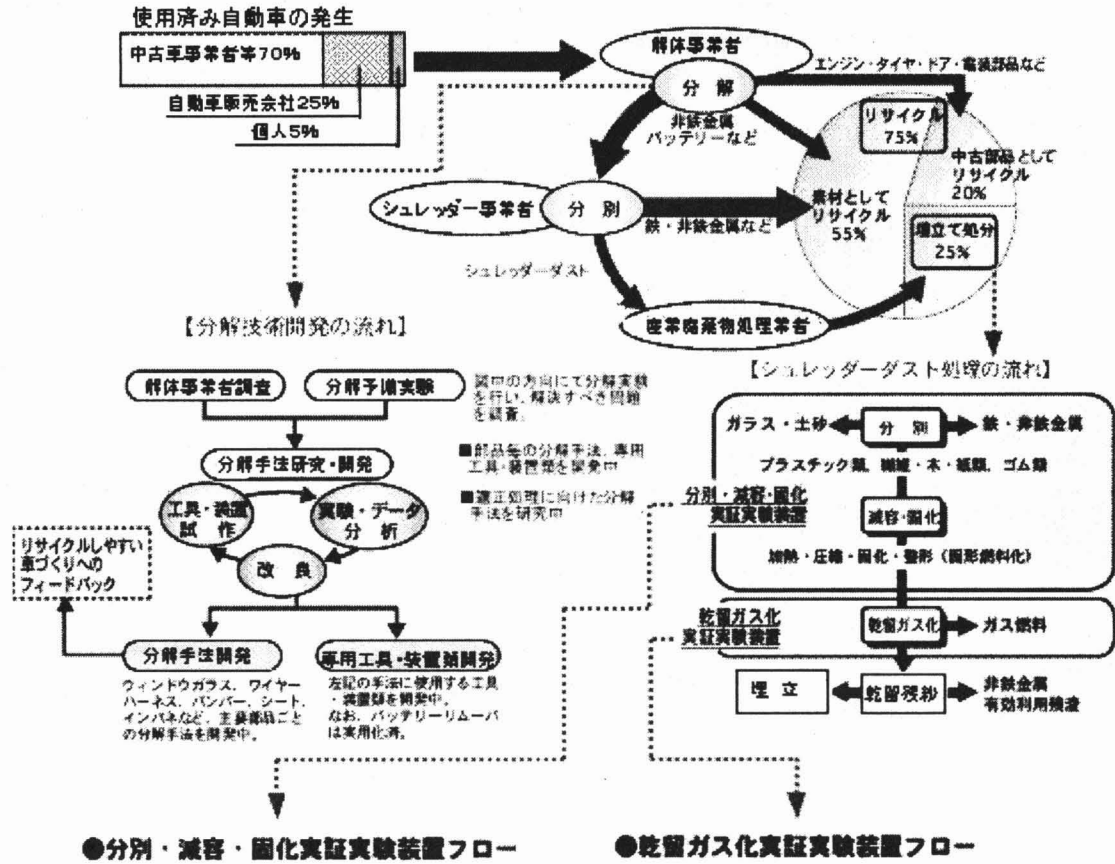
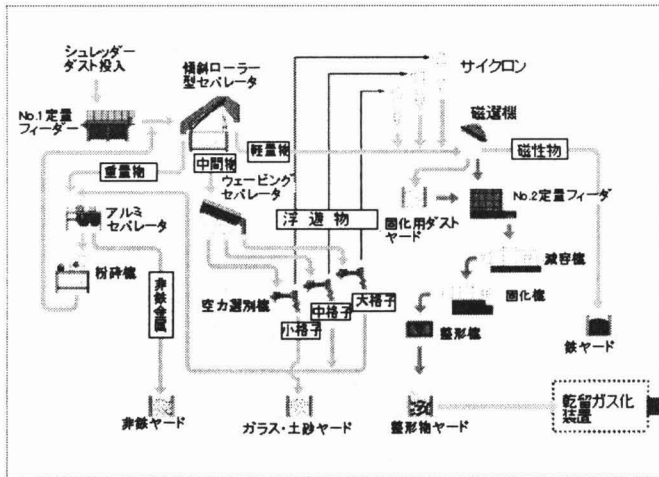


図 4.4.1 自動車のリサイクルの現状と今後  
(自動車工業会資料)

●分別・減容・固化実験装置フロー



●乾留ガス化実験装置フロー

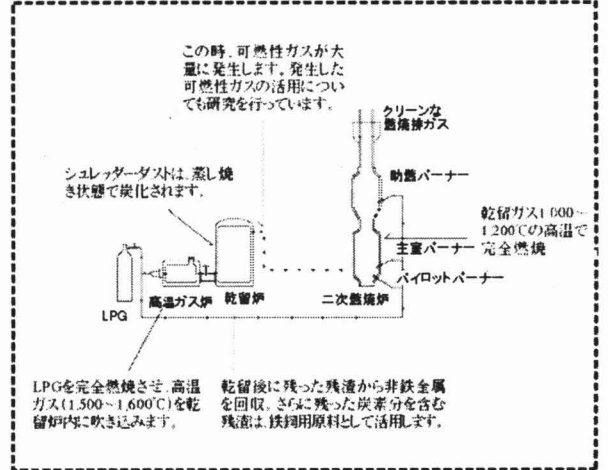


図 4.4.2 自動車リサイクルの技術開発課題  
(自動車工業会資料)

(c) 樹脂類のリサイクルリング

使用済み自動車のリサイクルリングにおいて、金属類の回収後のリサイクル技術はほぼ確立されているが、近年その使用量が増加している樹脂類については前述の通りシュレッダーダストとして処理されているのが実状である。又その減量化も前述の通り、油化あるいはガス化による燃料としての利用に主眼がおかれている。この理由は、従来の自動車のバンパーや内装に使われている樹脂の種類が再利用を考慮せずに選定されたものであり、回収しても廃棄しかできなかったためである。これは後述するプラスチック類のリサイクルリングと共通していえることであるが、プラスチック類の材料リサイクルリングを実行するための必要条件は、

- ① 再利用可能な種類（化学組成）を生産・使用する。
- ② 廃棄時には種類毎の分別収集を徹底する。

の2点があげられる。

① の条件については、使用目的により再利用可能なプラスチックを代替使用できない部品や、②についても同様に単一種のプラスチックでは製作できない部品などもあり、今後の新材料・新技術の開発を待つ必要があるものも多いが、各メーカーでは再利用可能な材料を、使用後に分別回収可能な形態で利用する部品の開発を進めており、これに伴って使用されるプラスチック類の構成は相当変化してきた。(図 4.4.3 参照)

図にあるとおり、近年はポリプロピレン(PP)が多用される一方 ABS 樹脂やポリカーボネイト(PC)がほとんど使用されなくなっている。汎用樹脂である PP はリサイクル性に優れ、10 回程度は物性がほとんど変わらずにリサイクル利用できるといわれており、今後もその利用率は増大すると思われる。ポリ塩化ビニル(PVC)はリサイクル利用が困難で、焼却すれば有害ガスを出すという問題からその使用比率は低減しているが、配線の被覆材やシート、アンダーコート材等、物性面で他に代替できない部品もあり、完全に無くすことは困難なのが実状である。(ABS 樹脂：Acrylonitrile (A)と Butadiene(B)、Styrene(S)の共重合体の熱可塑性樹脂)

又使用比率が増大している PP も、これらの車が廃棄されるのはまだ数年先 (2005 年以降) であり、そのときにこれらのプラスチック材料がどのようにリサイクル利用されるかはまだはっきりしない面が多い。例えばバンパー材に使用されていた PP が、同じバンパー材として再利用されるのか、別の低グレードの材料となるのか、材料としては再利用できずに燃料化されてしまうのかは、再利用のためのコストがどの程度になるかにかかっており、回収・再生のためのコストをいかに下げるかが、今後の課題である。

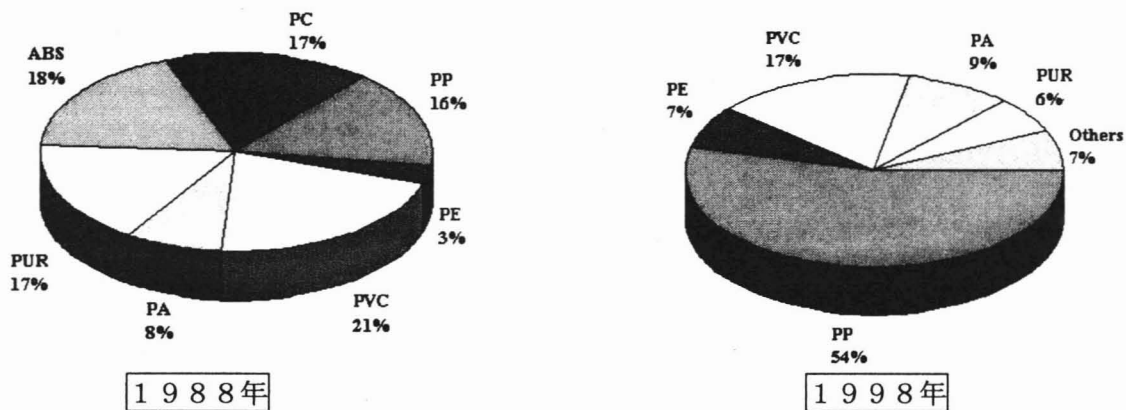


図 4.4.3 普通乗用車のプラスチック構成割合  
(自動車工業会資料)

(d) タイヤのリサイクル

タイヤの材料は重量構成比でゴム（天然ゴム及び合成ゴム）50%、カーボンブラック（炭素）26%、繊維及びブスチールコード 13%となっており、70%以上が高熱量の燃料として使用できる。燃焼は粒子径 3~4mm 程度に常温で粉砕してボイラーに投入する方式がとられているが、最近では液体窒素で冷凍して細かな粉状に粉砕し、再生ゴム原料として利用する技術も実用化されている。

日本における 1996 年の廃タイヤ総発生量は、1 億 100 万本、重量で 98 万 7,000 トンとなっている。このうち 90%以上のタイヤがリサイクルされているが、熱エネルギー源として再利用するサーマルリサイクルが約半分、廃タイヤを原形のまま、および加工して再利用するマテリアルリサイクルが約 40%となっている。（図 4.4.4 参照）

廃タイヤは消費者および事業者（トラック、バス、タクシー会社など）からタイヤ販売店または収集運搬業者にて回収され、中間処理業者および大口利用先で再生利用されている。

廃タイヤのリサイクル推進のためには、回収および処理ルート of 整備が不可欠であり、図 4.4.5 のようなルートで確実な回収が進められている。

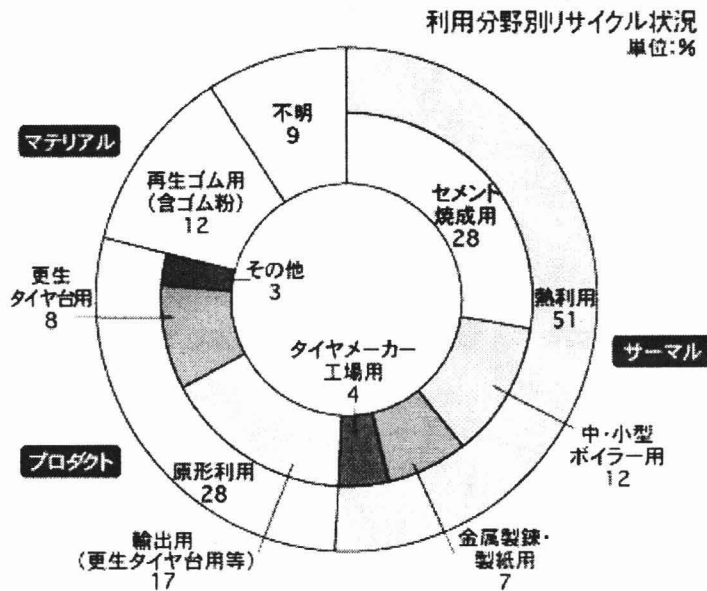


図 4.4.4 廃タイヤの利用分野別リサイクル状況 (1996 年度)  
((株)ブリジストン資料)

廃タイヤ回収ルート

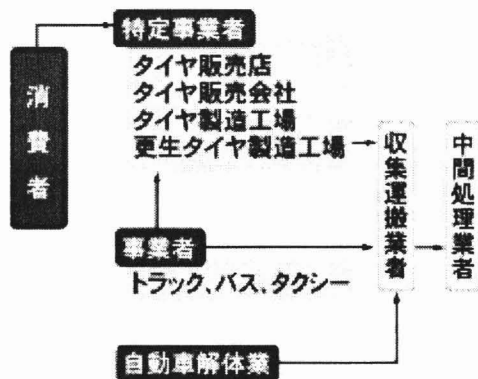


図 4.4.5 廃タイヤの回収ルート



## 5. 建設廃棄物

### (a) 建設廃棄物の発生量とその再利用

ビル、住宅等の建築物は今後解体・立て替えが増加すると予想され、2010年頃には戦後の高度成長期（1960～70年）に建設された建築物の解体がピークになると思われる。

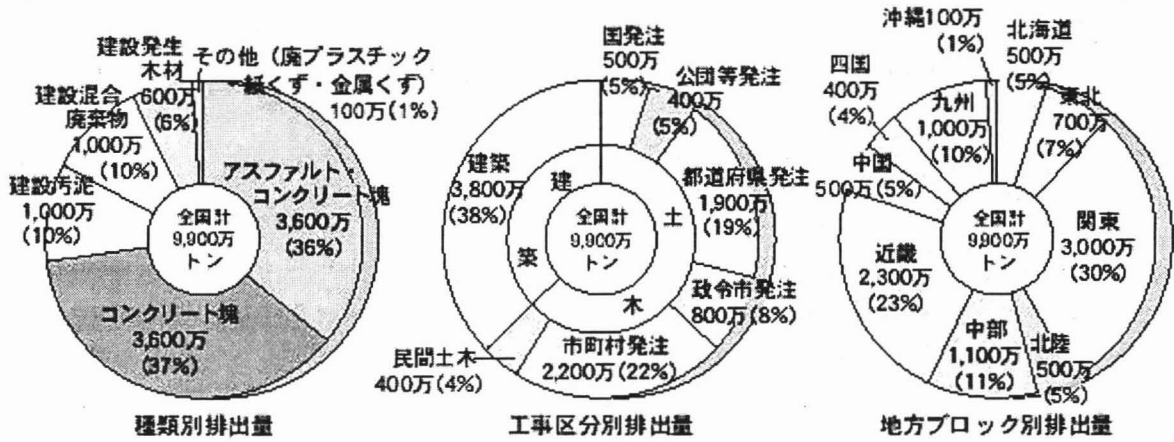


図 4.5.1 建設廃棄物の排出状況（平成7年度：建設省資料）

図に示す通り 1995年度の建設廃棄物の量は1億トン近くになっており（但しこの年は阪神・淡路大震災の復旧工事が全体の20%程度を占めている）、そのリサイクルの状況は以下のようになっている。

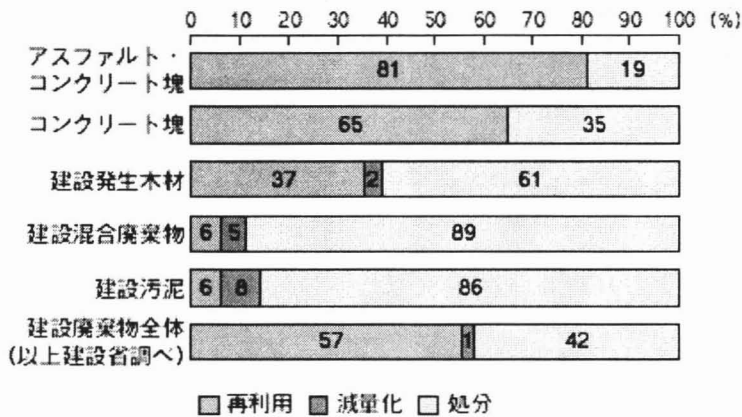


図 4.5.2 建設廃棄物の処理（平成7年度：建設省資料）

上記に対して建設省による2000年度のリサイクル目標（リサイクルプラン21）では以下の様な目標値が設定されている。

品目	1995年度実績 (%)	2000年度目標 (%)
コンクリート塊	65	90
アスファルト・コンクリート塊	81	90
建設汚泥	13	35
建設混合廃棄物	11	50
建設発生木材	40	90
建設発生土	32	70

図 4.5.3 建設廃棄物のリサイクル目標値 (%)

上記の各品目の具体的なリサイクリング内容について少し考察してみる。

(b) コンクリート塊のリサイクリング

この廃棄物の大部分は解体されたビルや掘り返された道路等から発生しているがそのリサイクリングは、細かく粉砕して骨材、すなわち砂利や砂類の代用として再使用するという方法が大部分である。しかしながらこの方法では元々の骨材にモルタル部分が付着したものになり、強度等の物性が落ちるため、その利用が限られる（ビル建築用には不適、もっぱら道路の路盤材として利用）という問題がある。骨材とモルタル部分を化学処理で分離させることは可能であるが、コスト面での制約から実用に至っていないのが実状である。又モルタル部分を再びセメント材として利用することも実験室レベルでは可能であるが、コスト的にはとても利用できるレベルではない。今後のリサイクル率の向上にはこうした技術を採算面で引き合うレベルにまで実用化するための機器、プロセスの開発が必要である。

(c) アスファルト・コンクリート塊のリサイクリング

これは主に舗装道路工事から発生する廃棄物であり、現場で粉砕してアスファルト等を添加して路盤材として再利用、あるいは粉砕せずに表層のアスファルト部分だけを再生して利用する路上再生と、はがした路盤材を再生プラントに搬入して、粉砕・品質調整して路盤材として再利用するプラント再生の2種類の方法がある。いずれにしても道路工事からの廃棄物は再び道路用の材料として再利用するというのが現状であり、今後もこの方向でリサイクル率の向上が図られると思われる。

(d) 建設混合廃棄物のリサイクリング

これは建設現場から排出されるさまざまな物質が混合された廃棄物で、建設廃棄物のなかではもっともリサイクリングが困難なものといえる。というのも、それらに混じる物質は、土砂類から鉄、アルミ、銅といった金属類、プラスチック、紙から木材類と実に多岐に渡っており、解体建築物によってこれらの量、割合も異なっているため、その分別作業が大変なものとなる。このリサイクリングの向上は、排出段階における分別採取の徹底が重要なキーとなるので、建設（解体）現場における有効な分別作業プロセスの確立ならびにその徹底が期待される。

(e) 土のリサイクリング

いわゆる一般的な残土は年間6～7億トン（4億立米前後）発生しているが、これは建設廃棄物には該当しないため大部分は内陸部に廃棄されているのが実状である。

これに対してセメント分を含んだ泥状の建設汚泥は産業廃棄物としての処理が必要であるが、処理（脱水、有害物質除去）をされた後に上記の一般残土と一緒に廃棄されるものが大部分であるのが実状である。砂状に固化させてコンクリートの骨材として再利用する技術も確立されており、コスト的な問題が改善すれば今後リサイクリング率の向上が期待される。

## 6. 食品廃棄物

年間の食品廃棄物量は1900万トンに上る（96年度厚生省調べ）。このうち、食品メーカーが出す食品廃棄物は300万トンで、リサイクル率は48%と比較的高い。一方、スーパーや百貨店、外食産業、ホテルなどが出す生ゴミは600万トンにもなるが、リサイクル率は1%にも満たず、これらのゴミはほとんど100%近く焼却されている。（農水省調査）

だが、生ゴミなどの食品廃棄物でも、燃やせばダイオキシンが発生することになり、政府は99年3月、「ダイオキシン対策推進基本指針」を決定し、その中でダイオキシンの排出量を減らすため、ゴミの再資源化を進める方針を示している。

これに対応して、外食産業やホテル、食品メーカーが出す生ゴミや残飯のリサイクルを進めるため、農水省は大企業を対象に、出した食品ゴミのうち一定割合以上を肥料や家畜飼料にするよう義務づける「食品廃棄物再商品化法案」（仮称）を、来年の通常国会に提出し2002年度の施行を目指す。

法案によると、食品メーカーやスーパー、百貨店、外食産業、ホテルなどの大企業2000—3000社が適用対象になる。各企業は生ゴミや残飯、売れ残り、食品廃棄物について、自社で独自に行うか、他業者に委託するかして収集し、肥料や飼料に加工し直すことが義務づけられる。この経費は企業がすべて負担する。現段階では、リサイクル率の達成基準を食品メーカーで50%以上、それ以外のスーパーや外食産業では10—20%程度とする方針であり、基準に満たない企業には勧告等の行政処置、さらには罰金等の刑事罰も課し、基準を上回る企業には、補助制度などを適用してリサイクル施設の整備を促進させる。

食品廃棄物のリサイクルは、これまで補助金や税制優遇措置で企業の自主的な努力を後押ししてきたが、法律で義務づけることになる。生ゴミ減量や焼却の際に発生するダイオキシン防止のほか、リサイクルで飼料の輸入を抑え、食糧自給率の引き上げという効果も期待される。

一般家庭から出される家庭ゴミは年間約5000万トンにのぼり、このうち1000万トンが食品廃棄物であり、大部分は焼却されているのが実状である。こうした家庭ゴミは排出・収集時の悪臭や衛生上の問題がある上、他のゴミと一緒に排出されるため、自治体の収集後に分別・再利用することは極めて困難である。そこで自治体では各家庭での生ゴミ処理を推進するために、自家用生ゴミ処理機の設置促進を進めている。97年度に生ゴミ処理機購入の補助金を交付している自治体は300程度であったが、98年度には650を超え、99年度には1000を超えると予想される。電気機器メーカーを中心として、安価でコンパクトな処理機の開発・販売も進んでおり、一般家庭からの食品廃棄物の発生も今後減少することが期待される。

## 7. プラスチック類

プラスチック廃棄物は今までに述べた家電、自動車廃棄物や、工場等からの産業廃棄物、家庭からの一般廃棄物（家庭ゴミ）、さらには病院等からの医療廃棄物として様々なルートで排出され、その形態、物質的（化学的）な種類も極めて多くなる。そのリサイクリングには多くの困難が伴い、検討課題も多いため本節で再度議論する。

## (1) プラスチックの特徴

プラスチックとはいわば「現代が生んだ機能性物質」といえる。

耐久性に優れ、加工しやすく、軽いという特性は、その生産量の増加、コストの低下に伴い従来からの素材であった木材、紙や金属の代わって、日用品から産業機器にいたる広範囲にその用途を拡げてきた。しかしながらこうした特性が、そのリサイクルを難しくしている原因ともなっている。

埋めても腐って土に戻らない、燃やせば高温を発したり、有害ガスを放出することもあり、安易に廃棄処分が出来ない。又化学的に安定しているため、化学分解して元の石油に戻すには非常にコストがかかり、経済的に再利用することも困難というのが現状である。

## (2) プラスチックのリサイクル

現在、プラスチックのリサイクルは大きく分けて、下記の3つの考え方がある。

### a) サーマルリサイクル

プラスチックは石油から作られた高分子の炭化水素化合物であり、これを燃焼させた場合の発生熱量は極めて大きく、重量当たりの発生熱量は原料である石油をはるかに上回る。

従って極めて高熱量の燃料として利用できるが、高熱量であるが故に焼却炉を痛めてしまう場合もあり、ものによっては有害な塩素系ガスをだすものもあるので、燃焼設備、燃焼プロセスの改善が必要である。

一般廃棄物、いわゆる家庭ゴミを固形燃料化（RDF：Refusal Derived Fuel）にしてこれを発電に使用するゴミ発電の計画が各地で進められているが、この場合燃料の単位（重量あるいは体積）あたり発生熱量を規定の範囲に保つ必要があり、熱量の高い廃プラスチックを適当に混合して、規定のRDFを生産するというプロセスが考えられている。

### b) ケミカルリサイクル

ケミカルリサイクルの考え方は2つあり、1つは「油化還元」という方法で、廃プラスチックを高温下で分解して油に戻すという方法である。技術的にはそれほど困難ではないが、コストがかかるという難点がある。

現在、(社)プラスチック処理促進協会は通産省並びに NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）からの補助をうけて、民間企業と共同でこのプラスチック油化プロセスの実証試験を行っており、本年（99年）末に実証プラントが完成する予定である。これは後述する容器包装リサイクル法（2000年4月施行）に対応すべく進められているもので、図に示すように多種類の一般廃プラスチックを一括して油化处理できるプロセスである。

#### (図 4.7.1)

もう一つは、高分子化合物であるプラスチックを構成する単位分子（モノマー）に戻すという考えである。例えばポリエチレンをエチレンに分解する、あるいはポリスチロールをスチロールに分解して、再びこれらプラスチックの原料として利用するという方法である。これはプラスチックの種類によって異なるプロセス、設備を用いる必要がある上、その種類によって違いがあるがコスト面での難点もやはり大きい。

最近、このケミカルリサイクルにもう一つ新しい考え方が出てきている。それは製鉄にお

ける鉄鉱石（酸化鉄）の還元剤としての利用である。具体的には廃プラスチックを高炉内に投入すると、高温状態においてプラスチックが炭素と水素に分解し、これらが鉄鉱石を還元するということである。従来はこの還元剤にカーボン（炭素）が利用されていたが、プラスチックの方が発生するCO<sub>2</sub>量が少なく、地球環境対策面でも効果が大きい。(図 4.7.2)

### 次世代廃プラスチック液化プロセスフロー図

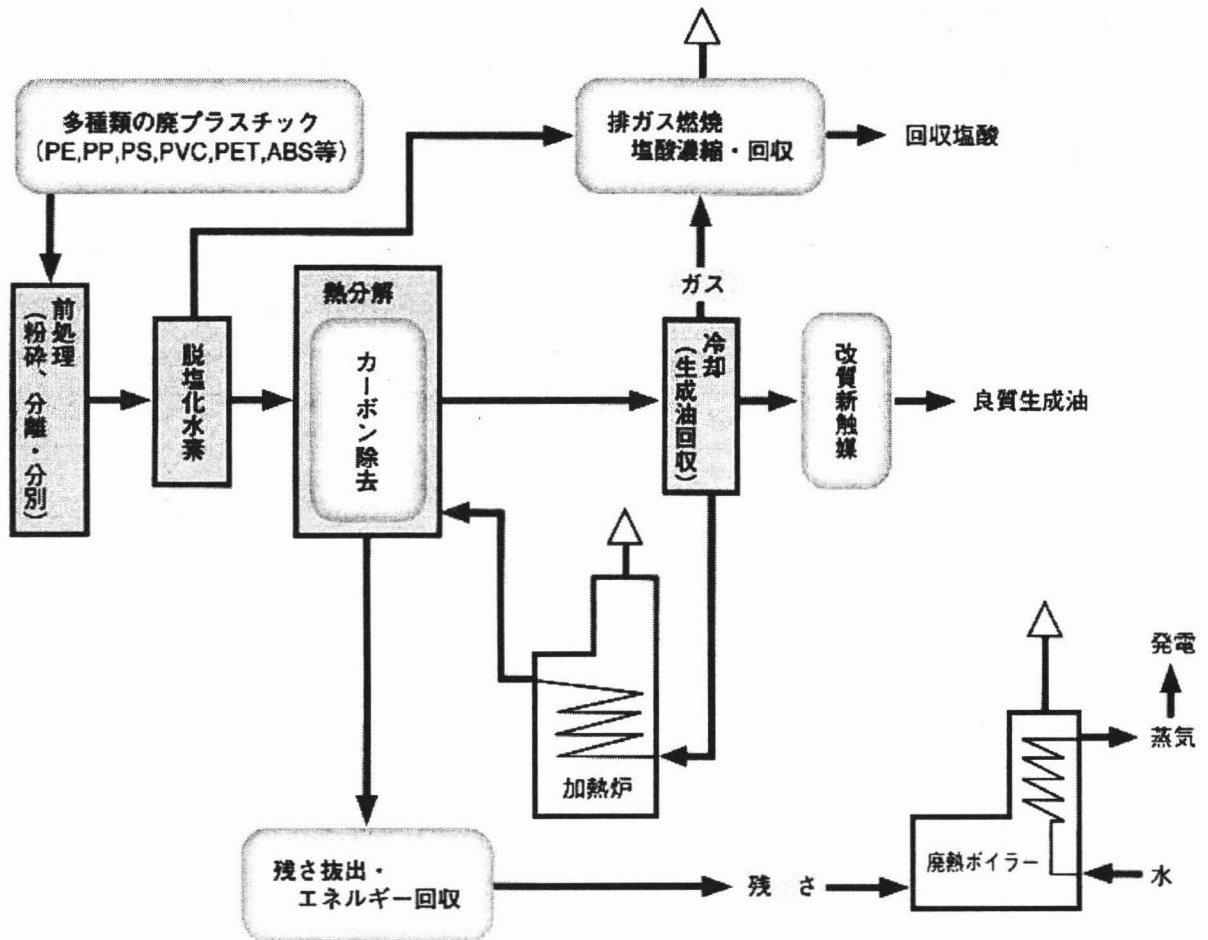


図 4.7.1 プラスチックケミカルリサイクル（油化）フロー  
(プラスチック処理促進協会資料)

#### c) マテリアルリサイクリング

3番目の考え方は「元のプラスチックへ戻す」ということであり、素材としての「Re-Use」ということである。プラスチック再生加工業は、昭和40年代に誕生し、現在ではメーカー数も100社近くにものぼっており、その再生加工製品として、コンテナ、各種のくい、ベンチやフェンス、遊具、シートなど包装運搬、土木建築、住宅、公園、道路、鉄道、農漁業資材まで多岐にわたっている。しかしながら、こうした再生加工用の材料はプラスチック工場から出る廃材や大規模事業所から大量に産業廃棄物として出る廃プラスチックが大部分である。ゴミとして出される一般廃棄物は、安定した量が確保できない上にその選別・洗浄に多くの労力を要し再生品の

商品としてのコスト競争力が出せないため、利用が困難というのが実状である。一般廃プラスチックのマテリアルリサイクル向上のためには、こうした再生利用のための選別・洗浄といった前工程が不要となるような収集システム、具体的には材質ごとの分別収集や他のゴミとの混入・汚染防止のため、専用搬送機器の開発といった対応が必要と思われる。

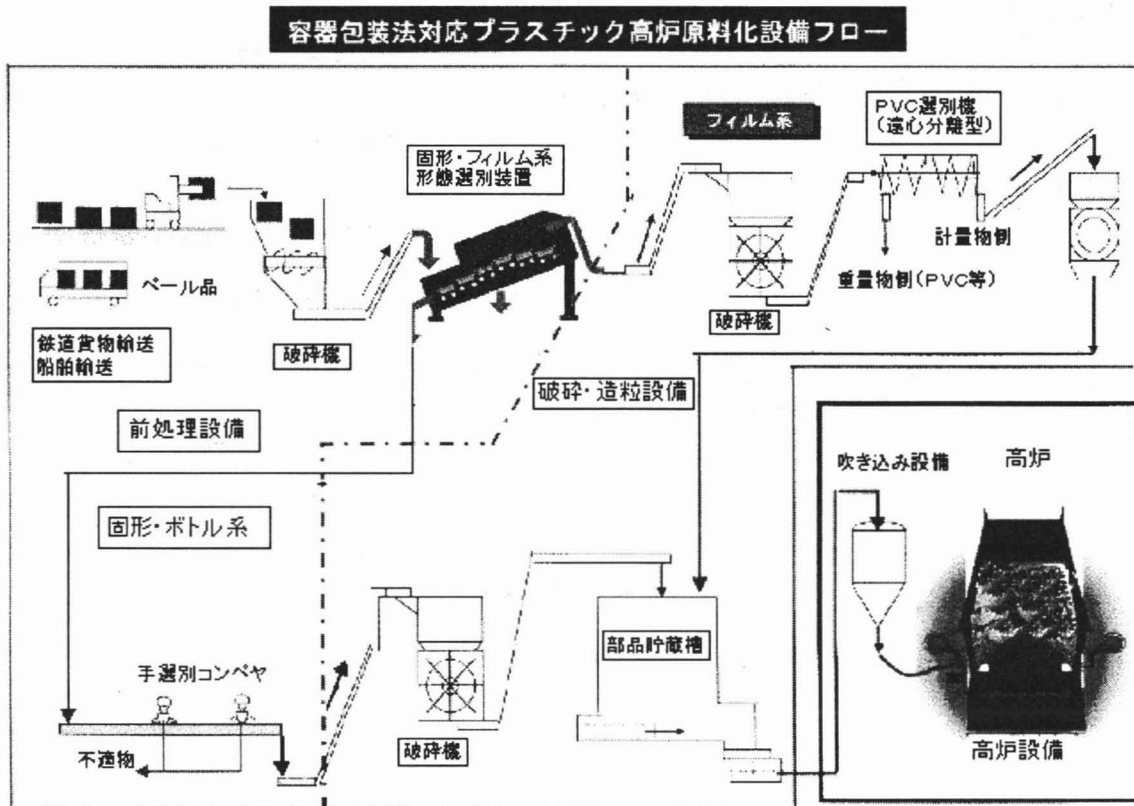


図 4.7.2 プラスチックケミカルリサイクル（高炉投入）フロー  
（民間鉄鋼会社資料）

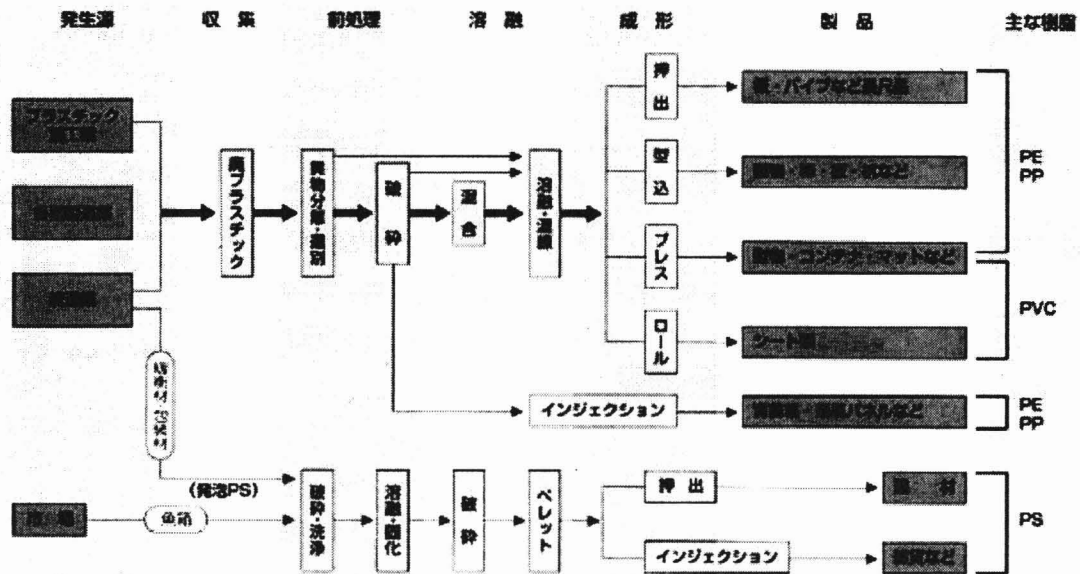


図 4.7.3 プラスチックマテリアルリサイクルフロー  
(プラスチック処理促進協会資料)

(3) プラスチックのリサイクルの問題点

このようにプラスチックのリサイクルはコストの問題が大きな障害となっているように思える。つまり消費市場からの影響もあるが、再生されたプラスチック又はその原料が、新規に石油等から作られる物に対して価格競争力が無ければリサイクルは進まないということである。

これは今までに述べた種々の製品・原料のリサイクルに共通していえることではあるが、プラスチックのリサイクル技術は現在のところ実験室レベルで実現されているものが多く、今後の工業化に際して、このコストの条件が大きく影響すると思われる。一般的にリサイクルコストの多くはエネルギーコストであり、これは環境負荷と深く関わる要因であるので、低コストで行えるリサイクルプロセスが地球環境上も好ましいといえる。

またコストに影響する要因でもあるが、収集時の清浄性の確保ということも大きな問題である。特にマテリアルリサイクルをおこなう場合、この清浄性ということがそのリサイクル品の市場競争力を大きく決定する要因となるので、収集体制・プロセスの決定において強く留意する必要がある。

さらに自動車のリサイクルのところでも述べたが、使用される、すなわち市場に出回るプラスチックの種類をできるだけ少なくすることは、今後のリサイクル技術の開発、体制の整備といった面からも望ましく、業界側での今後の対応が必要とされる。

## 8. 容器包装類

消費生活の拡大・向上にともなって食品・日用品の容器・包装材の利用は拡大の一途をたどっている。従来はこれら容器・包装材は鉄・アルミ等の金属やガラス、紙類が大部分であったが、近年はプラスチック製の容器や包装用シートも増加している。これらの大部分は一般家庭ゴミとして廃棄されているが、その増加はゴミ処理活動の大きな障壁となりつつあり、その対策が急がれる事態となっている。

### (1) 一般廃棄物の排出・処理状況

一般廃棄物（家庭ゴミ及び事業系ゴミ）の排出量は図 4.8.1 のように近年はほぼ横這いとなっている。またそのうち容器包装材の占める割合は図 4.8.2 のように平成 8 年度において、容積で 60%、重量で 25%を占めている。

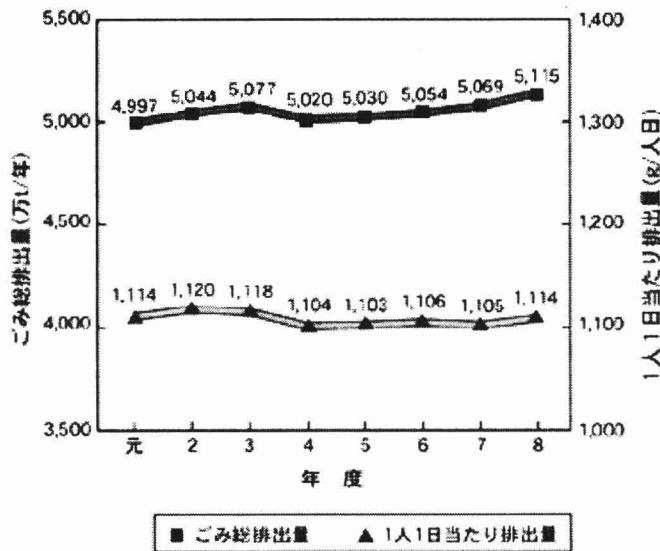


図 4.8.1 ごみの排出量の推移（厚生省調査）

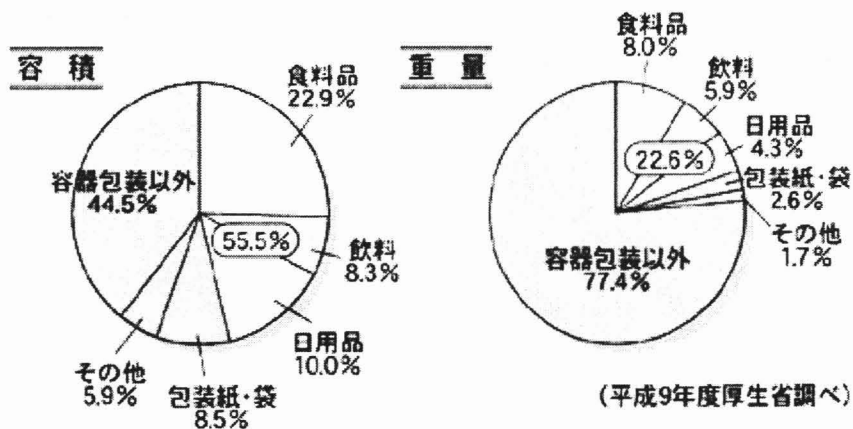


図 4.8.2 一般廃棄物に占める容器包装材の割合（厚生省調査）



## (2) 容器包装リサイクル法

「容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律」（通称：容器包装リサイクル法）は平成7年6月16日に公布され、平成9年4月より施行されている。その基本的考え方は容器・包装廃棄物に関わる「消費者」、「市町村」、「事業者」の3者がそれぞれの立場で容器包装のリサイクルに参画し、ごみの減量化とリサイクルの実現を図るということである。

各々の役割分担は以下の通りである。

### a) 消費者

決められたルールに則った分別排出をする義務を負う。

平成9年4月における当法律の対象廃棄物はびん・缶・飲料用紙パック・ペットボトルの4種類であるが、平成12年4月からは段ボール・その他の紙製容器包装・その他のプラスチック製容器包装が追加になる。

当面は多くの市町村では、容器包装廃棄物を以下の7種類に分別する予定である。

(但し収集時の実際の区分は各市町村で決定するため若干の違いあり)

「無色のガラス製容器」

「茶色のガラス製容器」

「その他のガラス製容器」

「PET(ペット)ボトル(飲料・種類・醤油など)」

「鋼製容器包装(スチール缶など)」

「アルミニウム製容器包装(アルミ缶など)」

「飲料用紙製容器」

また、リサイクルの輪がうまく回転するように、リサイクルされた商品をできるだけ使用するようにこころがけるといことも求められる。

### b) 市町村

「容器包装廃棄物」を分別収集し、リサイクルできるような「分別基準適合物」にする義務が生じる。「分別収集計画」を各市町村で策定し、これに基づいて容器包装廃棄物の分別収集を行う。

収集された容器包装廃棄物は、省令で定める「分別基準」によって、それぞれの素材に応じて洗浄、圧縮、一定量の梱包、保管等が行われ、この段階で容器包装廃棄物は「分別基準適合物」となり、再商品化の対象となる。

市町村は法律施行に備えて、分別収集・保管に必要な設備、施設を整備することが求められる。

### c) 事業者

市町村によって分別収集され、分別基準適合物となった容器包装廃棄物を自らが製造・販売した量・金額に応じて、再商品化(リサイクル)する義務が生じる。

対象となる事業者は以下の3つの区分に分けられる。

「特定容器利用事業者」

「特定容器製造等事業者」

「特定包装利用事業者」

「特定容器利用事業者」とは、事業において販売する商品にこれら「特定容器」を用いる(使

用する) 者を指し、中身製品の「製造・加工・販売」業が対象となる(輸入業を含む)事業者である。(クリーニング業で商品返却の際に用いるポリエチレン製袋、宅配便で用いる段ボールケースなど「サービス」業において「特定容器」を用いる場合は対象外)

「特定容器製造等事業者」とは、これら特定容器を製造する者を指す(輸入業を含む)。特定包装は、容器包装のうち上記の特定容器を除いたものになる。これは事業者がそれを利用する段階で容器・入れ物としての形をなしていないものを指し、具体的には包装紙、ラップ、シュリンクフィルム包装の1部など商品を「包む」ものことになる。(商品表面積の半分以下の場合には「包む」に当たらない。従って、ラベル、シールなどは特定包装の対象とはならない。)

「特定包装利用事業者」とは、事業において販売する商品にこれら「特定包装」を用いる者を指す(輸入業者を含む)。スーパーやデパートなどの流通業がこれに該当する。

事業者の「再商品化」については次の3つの方法から選択する。

①指定法人への委託(第3者機関にリサイクルを委託)

財団法人「日本容器包装リサイクル協会」と契約を結び、委託料を支払うことで「再商品化」を行ったとする方法。協会は各地の再生処理業者に依頼し、実際のリサイクルを行う。

②独自ルートによる再商品化(再商品化の認定)

事業者が自ら再商品化を行うか、指定法人以外の再生処理業者に委託し、「再商品化」を行ったとする方法。

③自主回収(店頭からのリターナブルなど)

ビールびんのリターナブルなど、事業者が直接消費者から回収するルートを使って「再商品化」を行ったとする方法(委託も含む)。事業者は主務大臣に申し出て、認定を受けなければならない。

おおむね90%以上の回収率を達成している場合にはその容器について再商品化義務は免除される。回収率がおおむね90%に満たない場合は、その量は再商品化から控除される。

上述の関係を図示すると以下のようなになる。

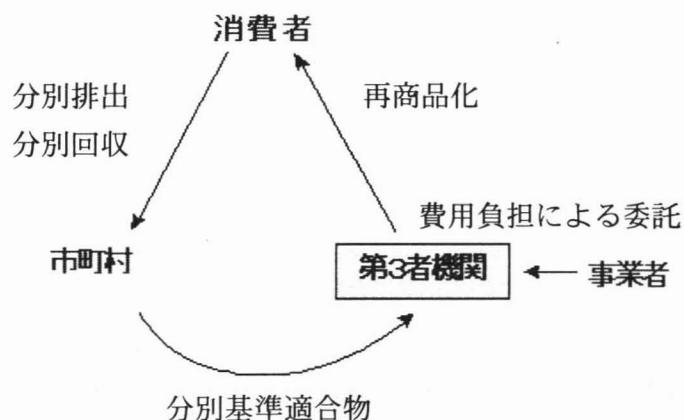


図 4.8.3 容器包装リサイクル法の基本的考え方

(3) 容器包装リサイクル法の実施状況

前述した容器包装リサイクル法による分別収集及び再商品化の実施状況は施行初年度（平成9年度）について、以下のようになった。（厚生省調査）

表 4.8.1 平成9年度の分別収集・再商品化等の状況

品目名	分別収集量			再商品化量		分別収集実施市町村数		
	見込み量①（計画量）	平成9年度年間分別収集量②（実績）	達成率②/①	再商品化量③	再商品化率③/②	9年度分別収集予定市町村数④	実施市町村数⑤	実施率⑤/④
無色ガラス	406,133トン	292,775トン	72.10%	275,119トン	94.00%	1,662	1,610	96.90%
茶色ガラス	299,536トン	243,916トン	81.40%	228,170トン	93.50%	1,666	1,610	96.60%
その他ガラス	118,536トン	107,533トン	90.70%	95,190トン	88.50%	1,609	1,535	95.40%
ペットボトル	21,180トン	21,361トン	100.90%	19,330トン	90.50%	716	631	88.10%
スチール缶	526,701トン	464,662トン	88.20%	443,506トン	95.40%	2,465	2,411	97.80%
アルミ缶	148,885トン	112,527トン	75.60%	107,455トン	95.50%	2,473	2,420	97.90%
紙パック	23,028トン	6,644トン	28.90%	6,419トン	96.60%	1,173	993	84.70%

（注：紙パックについてはいわゆる集団回収分のかなりの分が集計されていないため、達成率は実際よりもかなり低くでていると考えられる）

また平成10年度の分別収集予定は以下となっている。（実績は平成11年11月現在未集計）

表 4.8.2 平成9年度の分別収集・再商品化等の状況

品目名	分別収集量		実施市町村数	
	平成9年度実績率	平成10年度見込み量（計画量）	平成9年度実施数	平成10年度実施予定数
無色ガラス	292,775トン	486,025トン	1,610	1,966
茶色ガラス	243,916トン	358,012トン	1,610	1,971
その他ガラス	107,533トン	140,443トン	1,535	1,918
ペットボトル	21,361トン	44,590トン	631	1,159
スチール缶	464,662トン	590,858トン	2,411	2,631
アルミ缶	112,527トン	170,535トン	2,420	2,643
紙パック	6,644トン	30,072トン	993	1,366

(4) PETボトルのリサイクリング

現在、容器包装リサイクル法で分別収集・再商品化の対象となっている唯一のプラスチック材がこのPETボトルであるが、このリサイクリング状況について少し詳しく調べてみる。

まず、その用途別使用量の近年の推移を下図に示す

表 4.8.3 PETボトルの用途別使用量

用途		1995年	1996年	1997年	1998年	1999年 （予測）
第2種指定品目	清涼飲料	118,831	149,088	194,748	258,793	304,000
	しょうゆ	13,491	13,581	13,222	12,900	12,650
	酒類	9,788	10,233	10,836	10,234	10,500
種指定品目合計		142,110	172,902	218,806	281,927	327,150
その他	洗剤、シャンプー	14,472	12,052	12,807	10,657	9,000
	食用油	1,373	1,160	1,461	1,511	1,500
	調味料	9,674	11,031	10,565	11,489	12,350
	化粧品	3,354	3,020	3,590	4,787	5,000
	医薬品、その他	1,847	3,258	4,500	3,528	3,000
総合計		172,830	203,423	251,729	313,899	358,000

PETボトル協議会調べ（単位：トン）

一方、廃棄 PET ボトルの分別収集については、容器包装リサイクル法の施行された平成 9 年からの推移は以下のようなになる。

表 4.8.4 PET ボトルの分別収集の進捗状況

	平成9年度実績	平成10年度実績見込	平成11年度計画
再商品化計画	17,500トン	30,400トン	46,600トン
市町村分別収集計画	21,180トン	44,590トン	59,263トン
収集	21,361トン	47,500トン	—
PETボトル回収率	9.8%	16.8%	18.1%
同上計画市町村数	716 (実施済631)	1,159 (実施済988)	1,449
協会との契約(財)日本容器包装リサイクル協会			
契約自治体数(全国3235市町村)	413 (組合も含む)	765 (組合も含む)	997 (組合も含む)
同上数量	14,214トン	32,799トン	49,620トン
引取量	14,014トン	35,664トン	—
契約特定事業者数	198社	211社	***社
同上数量	15,986トン	32,799トン	49,621トン
契約再生処理業者数	29社	28社	38社
同上数量	14,000トン	35,664トン	—

厚生省および(財)日本容器包装リサイクル協会資料より(1999年6月現在)

生産量と回収量ならびに回収率(回収量/生産量)の推移は下図のようになる。

表 4.8.5 PET ボトルの生産と回収の推移 (PET ボトルリサイクル協会調べ)

	回収量トン	生産量トン	回収率%
1993年	528	123,798	0.4
1994年	1,366	150,282	0.9
1995年	2,594	142,110	1.8
1996年	5,094	172,902	2.9
1997年	21,361	218,806	9.8
1998年	47,620	281,927	16.9
1999年	※59,300	※327,150	18

(備考)

- ・※印の数値は予測値
- ・生産量は第二種指定PETボトル(清涼飲料、醤油、酒類)

再生PETボトルは再び容器として、また、また台所用水切り袋、換気扇フィルター、また繊維としてワイシャツやワーキングウェア、Tシャツやポロシャツ、エプロンに使われたり、クリアファイルといった事務用品、そのほか、室内カーペットや乗用車カーペット、贈答用箱の中仕切り等いろいろなものに利用され 1998 年度の用途別内訳は下図のようになっている。

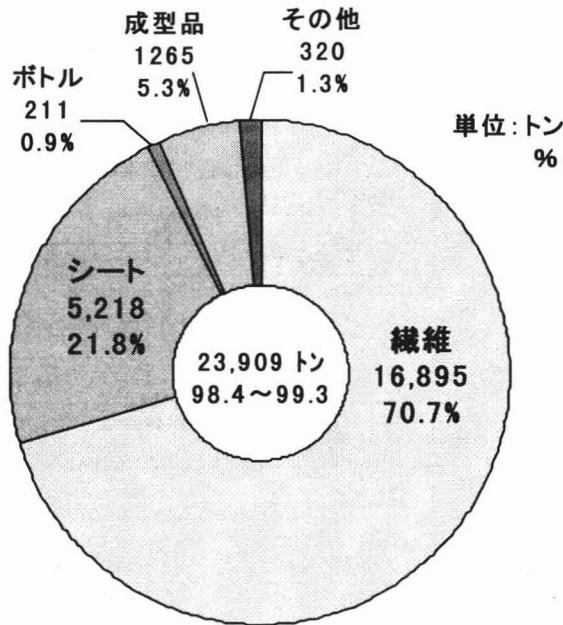


図 4.8.4 PET ボトル再生樹脂の用途 (1998 年度)  
(PET ボトルリサイクル協議会調べ)

前述の回収量 (1998 年度は 47,620 トン) と比較して、再生品への利用量が少ない (約 50% 程度) が、これは収集 PET ボトルのかかなりの量が処理待ちでストックされていることを伺わせる。再生処理施設の能力としては 99 年現在、全国で約 72,000 トン/年あるということであるが、再生品の利用 (売却) 先が十分確保できないため稼働率が低下しているという恐れがある。

一方自治体・地域住民の収集意欲は年を追う毎に高まる一方と思われる、回収量の飛躍的な上昇が見込まれる。これに対応するためには設備の増強とあわせて使用する製品分野の拡大が不可欠と考えられる。図に示す通り、現在約 7 割が衣料品を中心とした繊維製品に再利用されているが、今後もこの割合で消費拡大を続けることは困難と考えられ、カーテンや室内内装品といった衣料品以外の繊維製品やシート製品の需要拡大が望まれる。また衛生面や安全面の問題から飲料・食品用ボトルへの再生は現在のところ行われていないが、将来の回収量の増大に対応するには、是非とも解決すべき課題であると考えられる。

今後の技術課題として、再生 PET 材の品質向上ということがあげられる。

そのためには以下のような改善が必要と考えられる。

- i) 回収 PET ボトルからの効率的かつ確実な異物除去
  - ①キャップ部 (金属、プラスチック製)、ラベルの自動除去装置の開発
  - ②内部残量物の除去、洗浄装置の開発
  - ③キャップ部を単一種のプラスチック材とする (金属キャップの廃止)
  - ④ラベル添付用接着剤を剥がしやすい (接着剤がボトル側に残らない) ものとする
- ii) 回収 PET 材の搬送・保管のための減容化
  - ①再生ボトルの減容化装置の開発

### iii) 回収 PET 材の効率的・低コストな結晶粒状化

通常、回収 PET 材はフレーク状に破碎した後に、120 度C程度で熔融処理して非結晶の粒子状にして再生材の原料とするが、これは低品位な製品（卵パック等）にしか利用できない。繊維やボトルなどの高品位製品に利用するためには、この非結晶粒子から水分を除いて結晶粒子にする必要があり、このコストが前記の衛生面の問題とあわせてボトルへの再生利用の障壁となっている。

機器の開発についてはメーカー側で進められているが、この効果的な利用のためには再生利用しやすい無色透明なボトルに統一するなどの対応が必要であり、ボトルの製造業者、利用業者を含めた業界全体としての対応が強く求められる。

また、今後回収量の拡大にともないメーカーが負担する再商品化の費用も増大するため、その負担をどうするのか（製品価格に転嫁するのか）問題もクローズアップされると考えられる。

（財）日本容器包装リサイクル協会が決定する再商品化委託単価は PET ボトルについては 99 年度：¥95,135/トン、2000 年度：¥88,825/トン、総額では 99 年度：約 44 億円、2000 年度：約 80 億円となる）

### (5) 発泡スチロールのリサイクリング

発泡スチロールは PS（ポリスチレン）というプラスチックをブタンガス等の発泡剤によって膨らませたもので EPS（Expanded Poly Styrene）ともよばれる。

一般に発泡スチロールと呼ばれるものには、製法と用途の異なる次の 3 種類がある。

- a) 魚箱や緩衝材に使われる「ビーズ法発泡スチロール」
- b) 食品トレイなどに使われる「ポリスチレンペーパー」
- c) 断熱建材に使用される「押し出しボード」

これらは EPS のもつ、「衝撃緩衝性」、「防水性」、「保温・保冷性」、「軽量性」や「加工性」といった長所を利用しており、食品から産業機械、住宅にいたる広い分野で使用されている。

その生産量は年間 2 1 万トン余り（98 年度）に上り、前述の PET ボトルと同等の量を占めている。その用途別内訳ならびにリサイクル量推移は以下のようになっている。

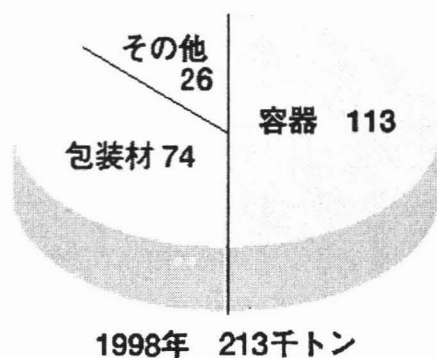


図 4.8.5 発泡スチロールの用途別生産量  
（発泡スチロール再資源化協会資料）

再資源化量 トン/年

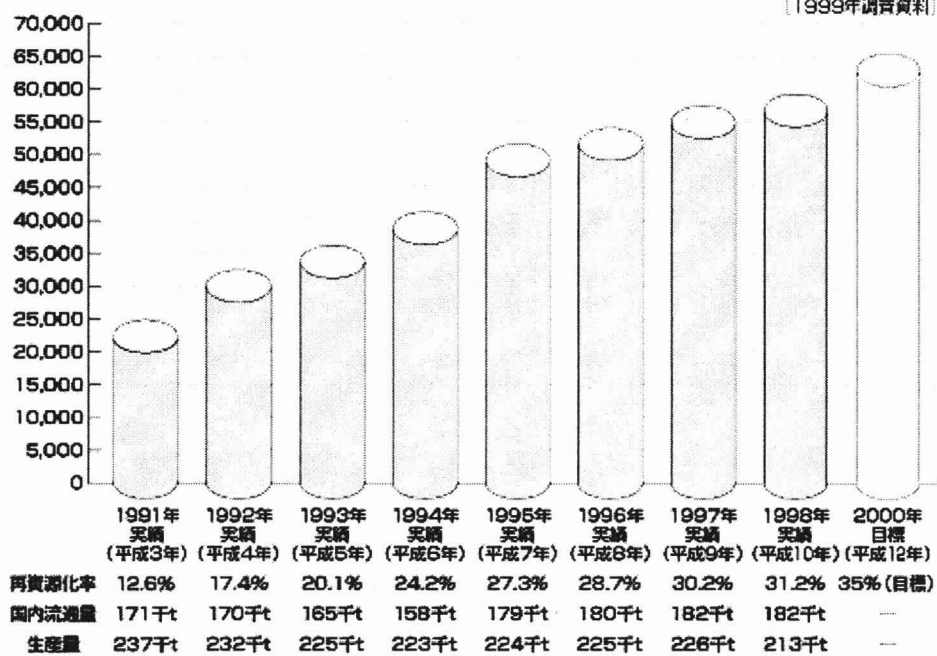


図 4.8.6 発泡スチロールの再資源化量推移

(発泡スチロール再資源化協会資料)

リサイクルの内容別内訳 (98年度実績) は以下のようにになっている。

再生利用と処理・処分 (回収対象量182千t)

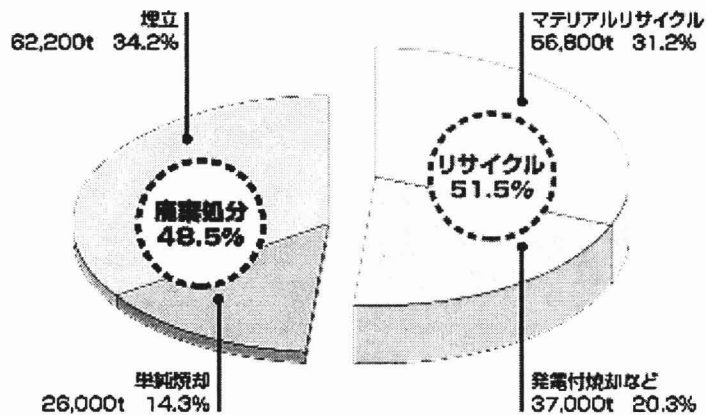


図 4.8.7 発泡スチロールの再資源化内訳

(発泡スチロール再資源化協会資料)

このように回収率は30%程度で、そのうちマテリアルリサイクル率が30%程度であり、発泡スチロールのリサイクルは、まだ不十分といえるが、逆にいえば拡大の余地も大きいといえる。現在、家電業界(緩衝材)と卸売り市場(魚箱)が主な回収ルートになっており、一般家庭からの食品トレー類の回収拡大が今後の主要課題とおもわれる。

回収された発泡スチロールは溶剤や、加熱脱ガスによって減容されて図4.8.8のようなフローで再生される。発泡スチロール再資源化協会(JEPSRA)では各地にエプシープラザと名付けた処理工場(99年9月現在、全国126箇所)を設けて使用済み発泡スチロールの受け入れ・再資源化を行っている

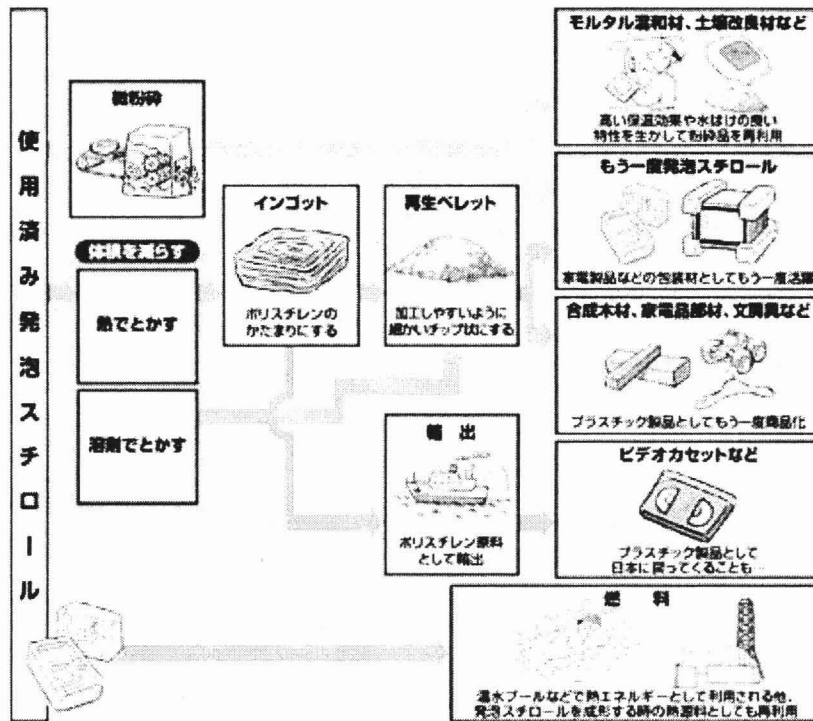


図 4.8.8 発泡スチロールの再資源化フロー

(発泡スチロール再資源化協会資料)

## 9. 産業廃棄物と一般廃棄物

1～8では品目別の廃棄物について述べてきたが、ここでは一般廃棄物と産業廃棄物の分類で区分して検討してみる。

### (1) 産業廃棄物と一般廃棄物

産業廃棄物とは産業活動によって生じた、廃棄物処理法で規定された種類の廃棄物で表 4.9.1 に示す19種類の廃棄物のことである。一般廃棄物はこの産業廃棄物以外のすべての廃棄物をさすが、これとは別に爆発性・毒性・感染性などの性状を有して、人の健康や生活環境に被害が生じるおそれがある廃棄物は、特別管理産業廃棄物（又は特別管理一般廃棄物）として特に厳しく規制されている。（表 4.9.2）

この分類を図で示すと以下のようなになる。

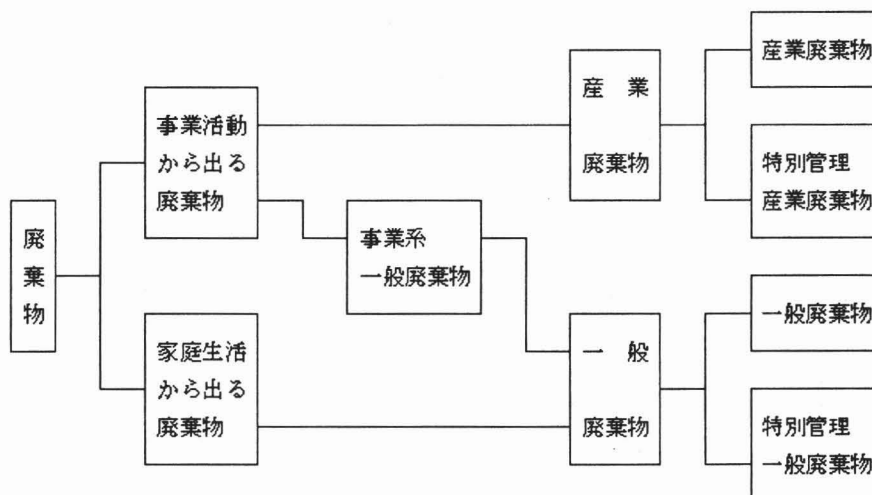


図 4.9.1 廃棄物の分類



表 4.9.1 産業廃棄物の種類

	廃棄物の種類	廃棄物の内容(具体例)
すべての事業活動に伴って発生したものの	(1) 燃え殻	石炭がら, コークス灰, 重油灰, 木炭, 木炭灰, すず, 産業廃棄物の焼却灰, 炉掃出物, 廃カーボン類, 廃活性炭
	(2) 汚泥	ナイト廃汚泥, 廃水処理汚泥, 道路側溝・排水路汚泥, 研磨汚泥, 廃消化剤, 廃白土, 廃ショットブラスト
	(3) 廃油	料, タールピッチ, 廃絶縁油, 廃インク (引火点が70℃以上のものに限る)
	(4) 廃酸	酸洗工程廃液, 酸性メッキ廃液, 写真定着液 (pH値が2を超え, 7未満のものに限る)
	(5) 廃アルカリ	アルカリ洗浄廃液, アルカリ性メッキ廃液, 写真現像液 (pH値が7以上, 12.5未満のものに限る)
	(6) 廃プラスチック	ず, 乾燥ペイント, 廃タイヤ, 廃発泡スチロール, FRP, 廃イオン交換樹脂, 写真フィルム
	(7) ゴムくず	天然ゴムくず, エポナイトくず, 廃ラテックス
	(8) 金属くず	空缶, 切削くず, 研磨くず, 金属スクラップ, 鉄骨鉄筋くず, 足場パイプ
	(9) ガラスくず及び陶磁器くず	空瓶, ガラスくず, 陶磁器くず(タイル等), 耐火レンガくず
	(10) 鉱さい	スラグ, ノロ, 廃鑄物砂, 不良鉱石, 金属スラグ
	(11) がれき類(建設廃材)	れに類する不要物(セメントコンクリートがら, アスファルトコンクリートがら, 瓦, レンガ, スレート, タイル, 断熱材, 石材)
	(12) ばいじん	電気集塵機・サイクロン・湿式集塵機の捕集ダスト
特定業種の事業活動に伴って排出したもの	(13) 紙くず	塗工紙, 壁紙, 襖紙, 障子紙, 梱包紙 ※建設業(工作物の新築・改築・除去に伴って生じたもの) 裁断くず・製本くず・印刷くず ※パルプ・紙・紙加工品の製造業, 新聞業・出版業・製本業・印刷物加工業
	(14) 木くず	廃木材, おがくず, パーク類, 加工木くず, 木切れ, 型枠, 足場材, 工事等の残材, 梱包材 ※建設業(工作物の新築・改築・除去に伴って生じたもの), 木材・木製品の製造業, パルプ製造業, 輸入木材の卸売業
	(15) 繊維くず	木綿・羊毛・絹・麻等の天然繊維くず, レーヨン, アセテート, カーペット, ロープ(合成繊維が50%以上の場合は廃プラスチックになる), 壁布, 作業服 ※建設業(工作物の新築・改築・除去に伴って生じたもの), 繊維工業(衣類その他の繊維製品製造業を除く)
	(16) 動植物性残渣	鳥・獣・魚の骨・あら・甲殻, 野菜くず, 羽毛, 製品くず, 卵のから, 貝殻 ※食料品製造業・医薬品製造業・香料製造業
	(17) 動物の糞尿	牛・馬・豚・めん羊・にわとり等の糞尿 ※畜産農業
	(18) 動物の死体	牛・馬・豚・めん羊・にわとり等の死体 ※畜産農業
(19) 産業廃棄物を処分するために処理したもので, 上記(1)～(18)以外のもの(例えば, 汚泥のコンクリート固形化物)		

表 4.9.2 特別管理廃棄物の種類

廃油	揮発油類, 灯油類, 軽油類(引火点が70℃未満の燃えやすいもの)
廃酸・廃アルカリ	pH2.0以下の酸性廃液, pH12.5以上のアルカリ性廃液
感染性廃棄物	感染性病原体を含むか, その恐れのある産業廃棄物。 【例】血液の付着した注射針
廃PCB等 PCB汚染物	廃PCB, PCBを含む廃油 PCBが塗布されたもの(PCB感圧紙など), 染み込んだもの, 付着した もの, 封入されたもの
PCB処理物	廃PCB等を処分するために処理したもの
廃石綿等	* 建築物から除去された石綿吹き付け材・石綿含有保温材, 除去工 事から生じる石綿が付着しているおそれがあるプラスチックシート・廃 防じんマスクなど * 大気汚染防止法の特定粉じん発生施設で生じた石綿で, 集じん設 備により集められたもの及び当該事業場から生じる石綿が付着した おそれのある廃防じんマスク, 集じんフィルター, 作業衣など
特定有害産業廃棄物	水銀, カドミウム, 鉛, 有機燐化合物, 六価クロム, 砒素, シアン, PC B, トリクロロエチレン, テトラクロロエチレン, ジクロロメタン, 四塩化  1, 2-ジクロロエタン, 1, 1-ジクロロエタン, シス-1, 2-ジクロロ エタン, 1, 1, 1-トリクロロエタン, 1, 1, 2-トリクロロエタン, 1, 3 -ジクロロプロペン, チラウム, シマジン, チオベンカルブ, ベンゼン, セレン又はその化合物を基準を超えて含む汚泥・鉱さい・廃油・廃 酸・廃アルカリ・燃え殻・ばいじんなど

(2) 廃棄物の全体状況

平成8年度における産業廃棄物の発生量や約4億トン、一般廃棄物は約5000万トンとなっている。焼却・脱水等により、最終処分場に搬入される量は各々約7000万トン、1300万トンとなっている。

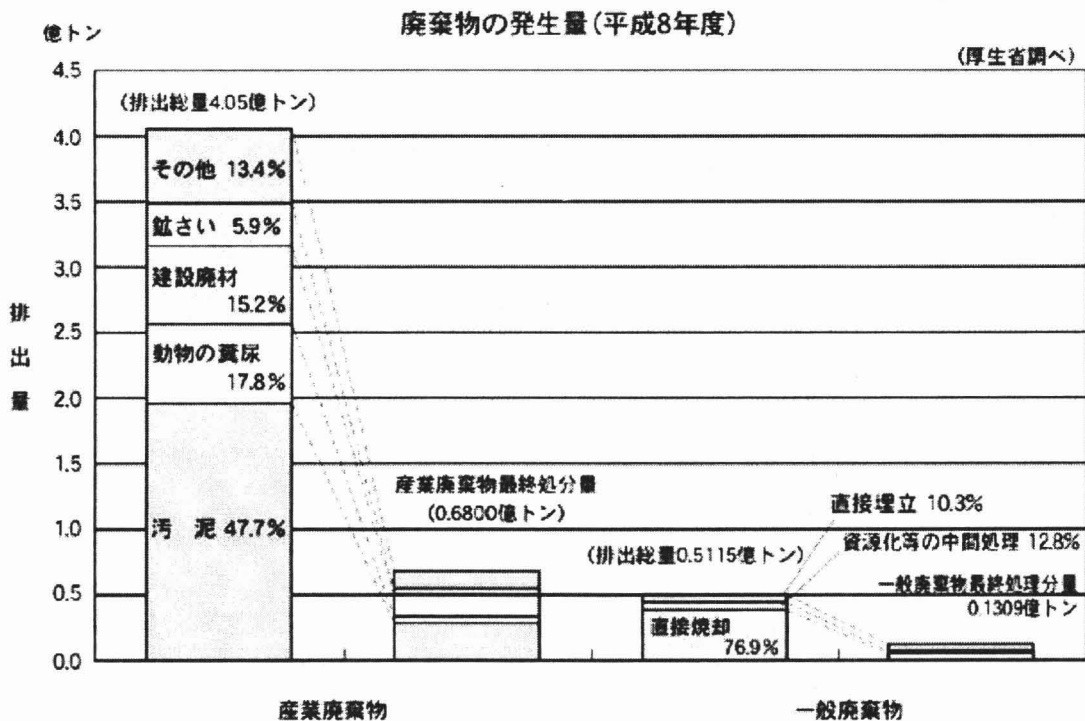


図 4.9.2 廃棄物の発生量 (平成8年度)

(3) 産業廃棄物

前述の産業廃棄物の事業別、種類別内訳は以下の通りである。

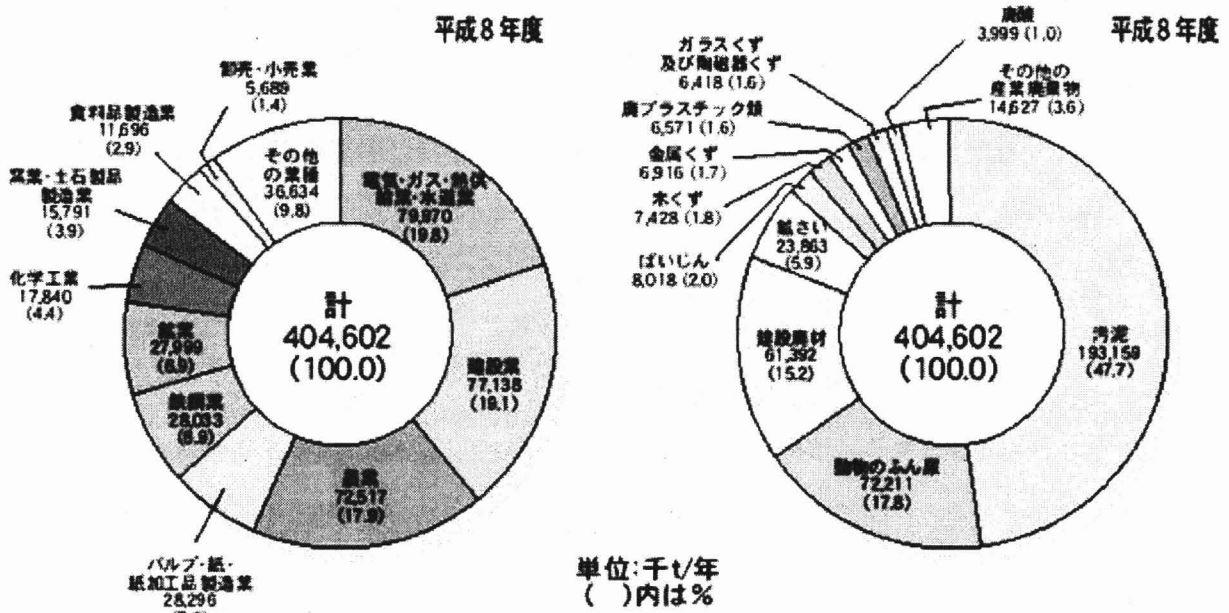
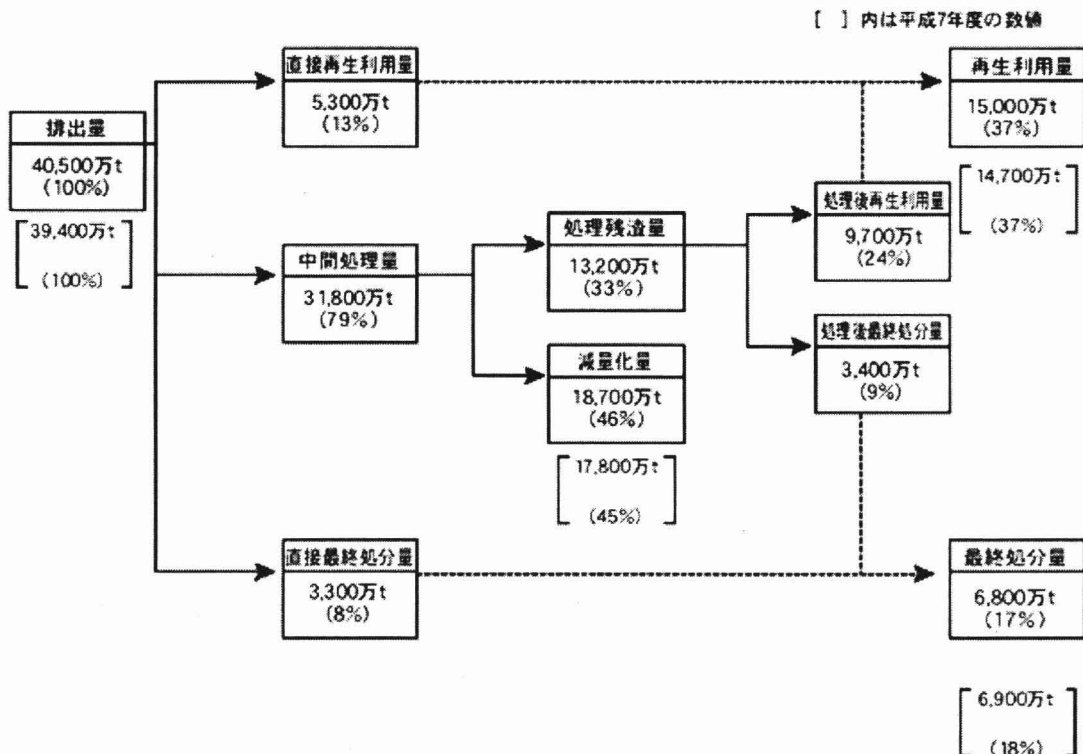


図 4.9.3 産業廃棄物排出内訳 (平成8年度:厚生省調べ)

これらの廃棄物の処理内容内訳は以下のようになる。



\*各項目は、四捨五入してあるため収支が合わない場合がある。

図 4.9.4 産業廃棄物の処理状況 (厚生省調べ)

(4) 一般廃棄物

一般廃棄物の処理量ならびに内訳（処理方法）の推移は以下のようになっている。

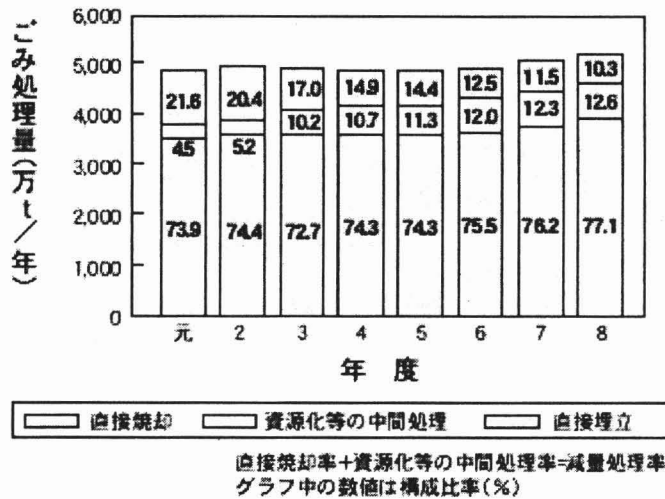


図 4.9.5 一般廃棄物（ごみ）処理量推移（厚生省調べ）

またそのリサイクル率は以下のような推移となっている。

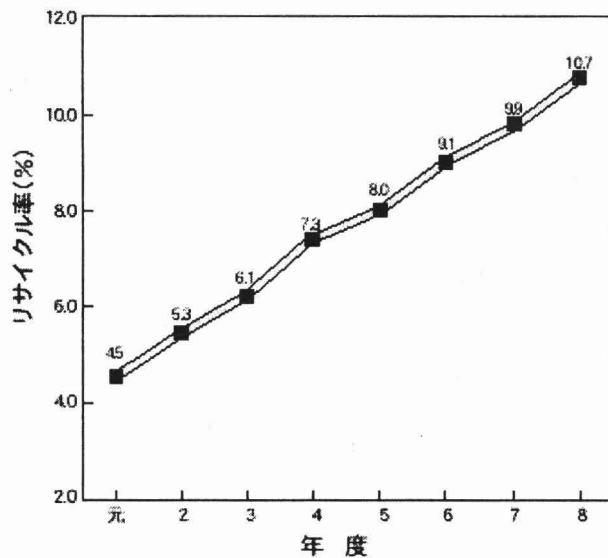


図 4.9.6 一般廃棄物（ごみ）のリサイクル率推移（厚生省調べ）

一般廃棄物で缶、ボトルを含む容器包装類は重量で 25%前後を占めており（IV.8 節、図 4.8.2 参照）、リサイクルされているのは大部分がこの容器包装類であり、上記リサイクル率の向上はこれらの収集・リサイクル量の向上を示している。

(5) 最終処分場問題

一般廃棄物に関するおおきな問題は、①焼却時に発生するダイオキシン等の有害物質、②焼却灰、未焼却ごみを処理する場所（最終処分場）、の 2つがあげられる。①については焼却設

備の改善（高温燃焼、ガス化溶融方式）によって対応が進められている。②については年を追うごとに処分可能容量が減少しているが、その残余年数は近年増加している。（図 4.9.7）

しかしながらこれは、最終処分場の容量の余裕が増えたということではなく、近年のごみ減量化・リサイクルならびに①の焼却後の灰の減量化・リサイクル（焼却灰固化による資源化等）により、最終処分場に持ち込まれる量が減少しているためである。今後ともごみの減量化・リサイクルを拡大して、最終処分量を更に減少させなければ、いずれは残余年数がゼロになることになり、一般廃棄物に関する最終処分場の問題は依然として未解決といえる。

産業廃棄物については問題がより深刻で、1998 年現在残余年数は 2 年程度しかなく、現状のまま推移すれば 2008 年には底をつく予測である。（図 4.9.8）特に首都圏では既に残余年数 1 年を切っており、緊急の対応が求められる。中期的には全体の 4 分の 1 を占める建設廃棄物が今後飛躍的に増加することが見込まれるため（IV.5 参照）、そのリサイクリングを今後強く押し進める必要がある。

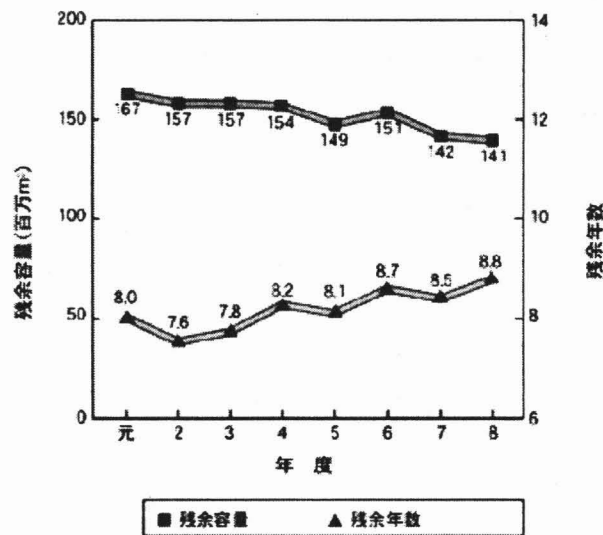


図 4.9.7 一般廃棄物最終処分場の残余容量と残余年数の推移  
(厚生省調査)

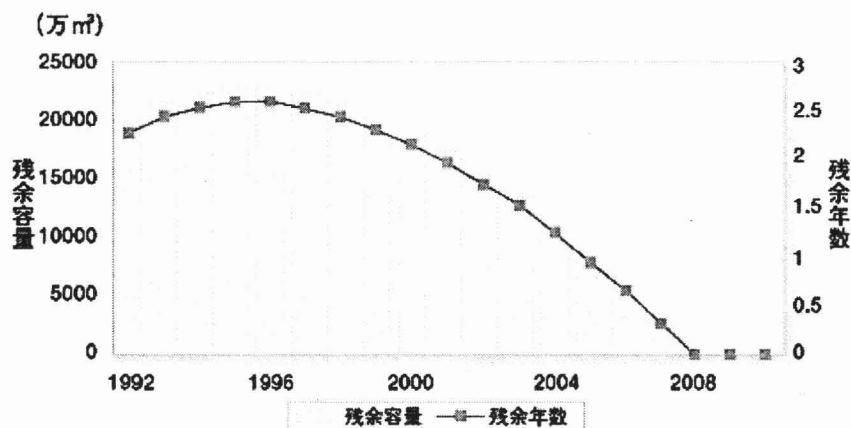


図 4.9.8 産業廃棄物最終処分場の残余容量と残余年数の推移  
(厚生省調査)

## 10. リユース（再利用）

1～9 おいて種々の製品・材料のリサイクル実状ならびに問題点について述べてきたが、これらは全て廃棄されたものを燃料あるいは原料に変換して利用するという方向でのリサイクルであった。

こうしたリサイクルは廃棄物問題あるいは地球資源問題への対応としてはそれなりに効果があるといえるが、廃棄物を燃料・原料に変換するためかなりのエネルギーを消費する場合が多く、プロセス途中における量的なロスもあり、必ずしも好ましいかたちではない。

燃料として燃やしたり、原料化するために砕いたり溶かしたりするのではなく、もとの形のまま再使用するのが理想的なリサイクルといえる。

もちろん使用済みの製品は用途によって摩耗、変質、汚染等により使用に耐えなくなったから廃棄されたのであり（単に古くなったからという理由だけで廃棄される場合も最近が多いが）、単なる補修や手直しだけで再利用できるものは少ない。しかしながら、その製品が使えなくなった原因は一部の部品の劣化によるものが大部分であり、他の健全な部品はそのまま再利用できるものが多い。特に部品点数の多い工業製品、例えば電気機器、精密機器、輸送用機器等の製品の場合、機能しなくなって廃棄されたものは、ごく一部の部品が劣化し機能しなくなったということだけであり、その他の部品の多くは再利用できるのである。

家電製品や自動車のリサイクルはこうしたリユース（Re-Use）の手法を導入することによって大きく改善できるのでは無いかと考えられる。すなわち3節（家電製品）及び4節（自動車）で述べたリサイクル手法は、例えば金属製品は種類毎にスクラップ化して溶解し再利用するというやり方であるが、再利用可能な部品はそのまま回収して再び新製品の部品として利用するという方式を出来る限り導入するべきである。こうした手法を実践するためには、再利用対象となる部品の徹底した規格化・共通化を進め、それを使った製品は廃棄後にこれらの部品を簡単に分離・回収・再利用できるような構造とすることが求められる。そのためには製品の設計自体をこうした Re-Use に適合したものとする必要があり、その本格的な実現までには今後解決すべき課題は多いが、業界によってはいち早くこうした体制を組んでいるところもある。

こうした Re-Use を組み入れたリサイクルの実状を以下に紹介する。

### (1) 写真フィルム（レンズ付きフィルム）

世界初のレンズ付きフィルム（富士写真フィルム「写ルンです」）は 1986 年に発売開始された。当初は「使い捨てカメラ」というキャッチフレーズで撮影現像後はネガフィルムだけ残して、他のケースやレンズ、内蔵機器類は廃棄するという思想で作られ販売されていたが、その後のゴミ減少・環境保護といった世論にも押されて、メーカーはリサイクル体制を進め、4年後の 1990 年にリサイクルセンターを建設しリサイクル体制を構築した。これとあわせて製品のリサイクル対応化を進め、1992 年の製品は Re-Use 可能部品比率が 70%であったのが 1996 年発売の新製品ではこれを 90%にまで高めた。こうした動きは後発の他メーカーにも広まり、回収した他社製品を相互に交換してリサイクルする体制も確立され、米国・欧州にもリサイクルセンターが設立されて国際的なリサイクル体制が構築されている。

こうしたレンズ付きフィルム（リユース用カメラ）は一般的に下図に示すようないくつかの部品（ユニット）で構成されている。構成する部品の数を極力少なくすることがリサイクルリングを効率的に行うための重要なキーといえる。

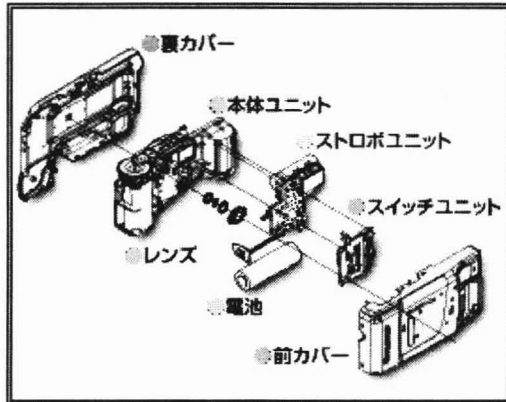


図 4.10.1 リユース用カメラの構造

使用が終わった、すなわち撮影を終えたカメラは写真店（ラボ）に持ち込まれて現像・プリントされるが、このラボが使用済みカメラの回収場所にもなっており回収率はほぼ 100%である。回収されたカメラはメーカーのリサイクルセンターに集められ、下記の様な手順で再生される。

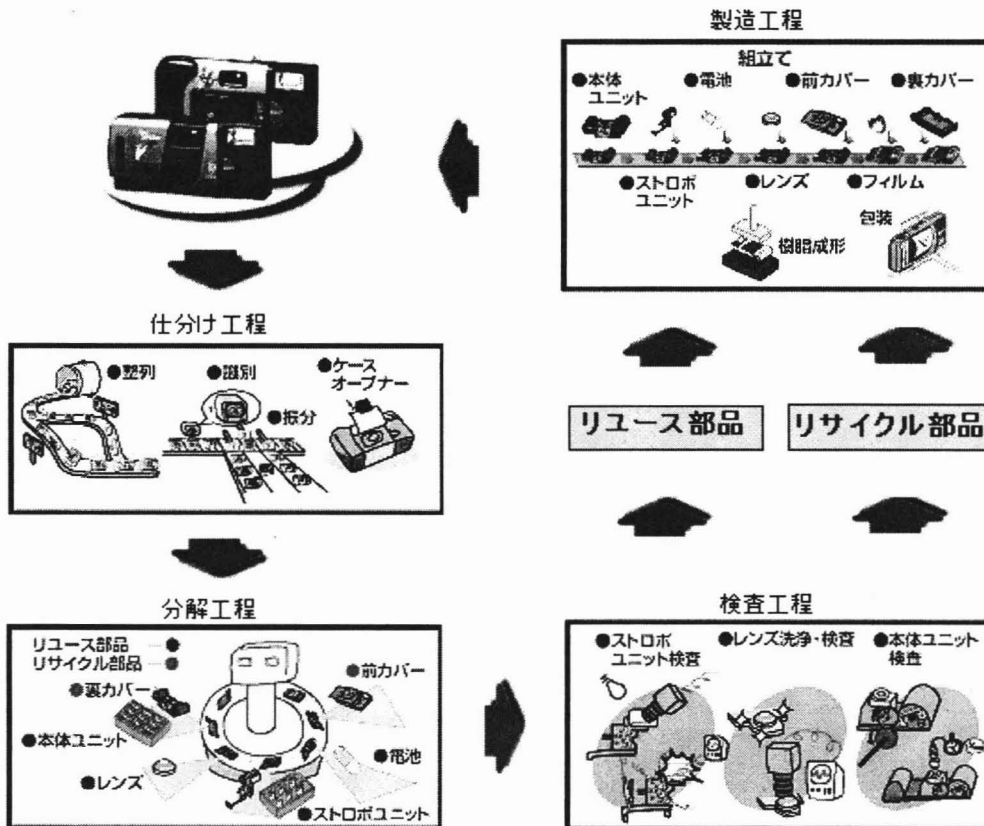


図 4.10.2 リサイクルステーションにおける再生プロセス  
(富士写真フィルム (株) 資料)

上図の分解工程にあるように、分解された部品はリユース部品とリサイクル部品に分けられる。リユース部品はストロボユニット、レンズ、電池、本体ユニットであるが、これらは検査されてリユースに適するものは製品用の部品に回され、適さないものはそれぞれの材料（ガラス、プラスチック、金属等）別に破碎され、材料としてリサイクルされる。プラスチック製の外部カバーや紙製の外装カバーやラベルは材料リサイクルに回される。

こうした作業はほとんど無人の全自動工程によって効率的に低コストでおこなわれるため、再利用される部品やリサイクルされる材料は、あらたに作られる部品・材料と比べてもコスト的に十分競争力が保たれる。

また製造・販売された製品がほぼ 100%回収されてリサイクルセンターに戻ってくるため、生産・出荷量に見合う形で、設備能力・稼働計画をたてることができ、設備に対する効率的な投資・操業をおこなうことができ、再生品のコスト低減効果を高めているといえる。

発売当初は「使い捨てカメラ」と称されたこの製品は今や、今後の理想的な工業製品のリサイクリングプロセスであるインバースマニファクチャリング（Inverse-Manufacturing）を実践しつつあり、自動車、家電等の今後のリサイクリングにもその思想・手法を取り入れるべきところが多いのではないかと考える。

## (2) 複写機カートリッジ

ここで例としてあげたいのは、前記の富士写真フィルムと同じカメラメーカーでもあるキャノン（株）が行っている複写機用トナーカートリッジのリサイクリングである。

同社は中国の大連にこのリサイクリング工場を作り、日本を含めたアジア・オセアニア地区で販売した同社製の使用済みカートリッジを回収して、ここで一括してリサイクリングしており、その量は日本国内回収分だけでも年間約 900 トン（1998 年度）にのぼる。

こちらでのリサイクリング手順は前節の「レンズ付きフィルム」と違って、手作業による部分が多いが、重量比で 40%程度の部品が再使用され、残りの 60%もプラスチックあるいは金属材料として再生されている。現在製造・販売されているカートリッジは部品の再利用を含めてリサイクリングということを考えずに設計されていたが、今後の新製品はリサイクリングを第一に考えた構造・材料を採用する方向である。すなわち、①解体分離を容易にし、②部品点数を減らし、③再利用対象部品の耐久性向上といった設計思想とするとのことである。この結果、前記の部品再利用率は今後大きく向上することが期待できる。

この製品のリサイクリングに関する最大のキーポイントとなるのは回収である。

前述の「レンズ付きフィルム」の場合、その使用完了すなわち撮影終了をもって不要品とはならない、すなわち現像・プリントというプロセスをその使用完了品に対しておこなう必要があり、しかもほとんどが専門の写真店（ラボ）でこれがおこなわれるために、こうした場所に確実に集められるという利点があった。

トナーカートリッジの場合、消費者にとってはトナーを使い切って使用完了となった時点でそれは不要品であり、ゴミとして廃棄しても一向に差し支えないものであるが故に、これをリサイクリングのルートに戻すという積極的な動機付けが得られないという事が、その回収促進の障壁となっている。



大規模な事業所やオフィスで販売店が定期的に製品を納入しているような場合は、製品納入時に使用済みのカートリッジを回収するという形で確実な回収がおこなえるが、個人あるいは小規模オフィスが一般の量販店等で購入するような場合は、その回収は不確実なものとなる。冷蔵庫・洗濯機といった家電製品や自動車と違って、家庭ゴミの袋にいれて簡単に捨てられるが故に、これらの多くはゴミとして消えていく可能性が強い。

米国では宅配業者と契約して、製品に着払い（メーカー負担）の宅配伝票を同梱して、使用後はメーカーに返送するように消費者に依頼するという方式で、回収率を向上させているが、日本では依然として販売店による回収が主体であり、今後いかにして回収率を向上させるかが課題である。

### (3) リターナブル瓶

アサヒビールがスタイニーというビールを昨年（98年）から売り出した。これは、瓶ビールでありながら栓抜きの要らないプルトップ式の栓を採用しており、売れ行きはなかなか好調のようである。

このスタイニー瓶の特徴は、洗浄して複数回使用可能なリターナブルボトルであり、メーカーもこれを売り物としている。メーカーではデポジット（保証金）として1本あたり5円を製品価格に上乗せし、空き瓶を返せばこれを返却するというシステムをとっている。

しかしながら、その売れ行きの好調さとは裏腹に、瓶の回収率は極めて悪いというのが実状のようである。すなわちメーカーが売り物としたリターナブルボトルが実際にはワンウェイボトルと化してしまっているということである

同じビール瓶でも通常の瓶の場合はリサイクル率が95%以上であり、1本の瓶が平均15回以上使用されているのに対して、上記のスタイニー瓶の回収率はどうして悪いのであろうか。デポジット金額の違い（大瓶の場合は1本15円）もあるのかもしれないが、通常の瓶の場合、その大部分は飲食店や一般家庭といった固定客に、ケース単位（20本あるいは24本）で販売店が配送して空き瓶回収をおこなうというシステムになっているのに対し、リターナブル瓶は個人客に店頭で少量ずつ販売し、空き瓶の返却は客のモラルに期待するようなシステムになっているためと考えられる。1本5円程度の返却金では大多数の消費者は、わざわざ店頭まで空き瓶を返却しにはこないと考えられる。デポジット金額をアップすれば回収率はあがると思われるが、それでは販売価格が高くなり、缶ビールに客を奪われてしまうことになり、メーカーにとって回収率の向上の妙案が無いというのが実状である。

リターナブル容器の優れている所は、洗浄して複数回使用可能なため資源の有効利用となり環境への負荷も小さいことにある。ところが、一度しか使えない使い捨てのワンウェイ容器のシェアが増大しており、リターナブル瓶のシェアは全体で三割以下に落ち込んでしまっている。ビールの場合、ワンウェイの缶のシェアが約50%を超えリターナブル瓶の存在を脅かしている。お酒・醤油等に用いられていた一升瓶は、ペットボトル・紙製容器に、牛乳瓶は紙パック容器に取って代われ、最後の聖域であるビール瓶さえもワンウェイ容器に代替されるかもしれない危機にある。

このような時にリターナブル瓶の復権を目指したアサヒビールのスタイニー瓶の出現は大きな刺激となったが、その復権は難しい模様である。

## V. 環境調和型社会の創造

### 1. 環境調和型社会のあり方

はじめに述べたように、近年問題となっている温暖化をはじめとする地球環境悪化は自然を犠牲にした人間の生産、消費、廃棄活動に対する自然界からの抵抗のサインであるとみることができる。人類を含めた地球上の生命活動そのものが自然界との微妙なバランスの上に成り立っていることを考えれば、自然界からの本格的な抵抗を受ける前に、それと講和し調和を保てる社会に改めることが人類存続のために急務である。

環境調和型社会とは、一言で言えば「地球環境に負荷を与えない経済活動をおこなう社会」ということである。経済活動の基本は物の生産・消費であるが、これにはエネルギーと資源の利用が不可欠である。人間の経済活動は自然界から得た資源を消費してエネルギーを発生（木材、石炭、石油等の燃料としての使用）させ、このエネルギーを利用して自然界から資源を採取し、有用なものに変換・加工して製品化し、さらにエネルギーを使ってこうした製品を利用しており、まさに自然界からの一方的な搾取であるといえる。

こうした一連の経済活動により地球環境が受ける負荷として、以下のような点があげられる。

#### 1) 資源採取に伴う環境負荷

地下資源の掘削、森林資源の伐採による地形変化や動植物の生態系の変化

#### 2) 資源のエネルギー化に伴う環境負荷

資源燃焼に伴う有害ガス、CO<sub>2</sub>の発生による大気汚染、気候変動

#### 3) 製品の製造・加工に伴う環境負荷

有害物質の生成、廃棄物の発生・排出

#### 4) 製品の使用・廃棄に伴う環境負荷

有害物質の生成、廃棄物の発生・排出

#### 5) 全ライフサイクル（1）～4）

エネルギーの消費、熱の排出

こうしてみると、人間の経済活動そのものが地球環境への負荷となっており、環境負荷を与えない経済活動が成立しうるのかという議論もでてくる。

現在の科学技術ではこうした環境負荷要因を完全に無くした形での経済活動の推進は不可能といえるが、これらの低減を経済活動ならびに科学技術開発の最優先課題として進めていくことで、自然界との対立を除々に緩和することが出来、やがては自然界との平和な共存社会が築けると考える。

そして人間社会をこうした環境調和型社会へ導くための主要な推進力の一つが、今まで述べてきたリサイクルを中心とした廃棄物処理システムであると考えられる。すなわち、リサイクルは上述 1)～4)の環境負荷要因の全てを低減できる効果があり（但しリサイクルのためのエネルギー消費といった増加要因が新たに発生するが）、エネルギー分野での環境負荷低減（省エネ、エコエネルギー利用等）と並んで、地球環境負荷低減の効果は大きいといえる。

こうした環境調和型社会において生産・消費（使用）されるべき製品は、その構造・使用材料・機能・効用すべてに渡って環境調和性を考慮して設計・製造された「環境調和型製品」であることが求められる。

## 2. 環境調和型製品

「環境調和型製品」とは、その製造から消費・廃棄にいたるライフサイクル全体に渡って地球環境との調和を考慮した製品である。上述したリサイクリングによる環境負荷低減をめざした製品思想として、以下のような例をあげることができる。

### 1) 省資源化

部品数・重量の低減（自動車、家電製品）

### 2) 分解容易化

解体、再利用部品の回収が容易な構造（自動車、家電製品、精密機器、電子機器）

### 3) 再生利用の容易化

単一の再生可能材を使用（容器包装類、プラスチック製品）

### 4) 長寿命化

耐用年数の増加（自動車、家電、建築物）

### 5) 再生材の使用

再生材料使用（容器包装類、衣料品）

### 6) リユース（Re-Use）化

部分的な補修・交換で機能追加・向上が可能な構造（パソコン機器類）

こうした製品思想をどういう形で製品に反映させるかは、今後の各メーカーの技術開発課題であるが、その環境調和性を客観的に評価するためには第Ⅱ章.5 節で述べた LCA 評価が不可欠であるといえる。

こうした「環境調和性」は今後の消費者の環境意識向上とともに、製品に求められる重要なファクターとなり、製品開発等の企業戦略においても重要なポイントになると考えられる。

## 3. 環境経営

上述の「環境調和型製品」の開発、販売を含めて企業経営そのものを「環境調和」をめざしたものとすることが「環境経営」である。これは企業自らが社会を構成する市民として環境調和型社会の構築を推進する姿勢を示したものであるといえる。こうした姿勢のあらわれとして国際環境規格である ISO14001 の認証取得に動く企業が昨年来増加し、取得済みの事業所数は現在 2500 を越えており、数の上ではドイツを抜いて世界一になっている。取得事業所の範囲も当初は製造業の工場主体であったが、最近は運輸・通信業、金融業、自治体等のオフィスにも広がり、海外事業所での取得に力を入れている企業や、企業グループでの統合承認を目指す動きも出ている。また環境報告書の作成や環境会計、グリーン調達といった経営・事業運営システムを整備・推進する企業も増加している。

こうした動きは企業の環境情報を積極的に開示し、従業員のみならず顧客・消費者や出資者（株主、銀行等）に新たな経営資源として、その実態を報告する活動であるといえる。

環境情報の開示は、はじめはパンフレットなどの企業 PR 誌に載せるものが多いが、これが発展して環境報告書という体裁になる。この環境報告書には、企業が排出する廃棄物など環境負荷の現状とその削減プロセス、到達目標値、進捗状況などが示される。通常は社長名で発行

され、社長による宣言文と直筆のサインが入られることが多く、企業の環境経営に関する憲法というべきものである。

この環境経営を財務会計にとり入れたものが環境会計である。環境会計は国民経済計算の中に環境関連の要素を統合しようとする「環境・経済統合会計」と天然資源の増減量を把握しようとする「資源・環境会計」といったマクロの環境会計と企業などの個別の活動に関するミクロの環境会計の二つがある。企業活動に関するミクロの環境会計は更に「内部環境会計」と「外部環境会計」に分けられる。

「内部環境会計」は企業の経営管理の面から環境分野の投資とその効果をみるものであり、環境保全や省エネルギー・省資源への投資が企業経営にどれだけの便益をもたらしたかの収支を評価するものである。環境保全に関する規制の強化により、企業が負担すべき環境対策関連のコストが増加しており、このコストならびに効果を正確に掌握し経営判断の材料とする目的がある。環境負荷の少ない原材料や事務機器・用品を購入使用するグリーン調達こうした環境会計収支改善の一つの方法であるといえる。

「外部環境会計」は環境対策をおこなっている企業活動を社会に認知してもらうという目的がある。環境が社会の共有財産であり、環境を利用するものは環境を改善する義務があり、その活動を社会に報告する義務があるということである。

こうした環境経営はヨーロッパではすでに広く採用されており、ドイツでは環境簿記という環境負荷物質の出入りの記録が70年代から行われており、オランダやデンマークでは環境報告書の作成を法で義務づけている。

我が国においては環境庁が環境コスト把握のためのガイドライン案を公表（99年3月）したが、正式ガイドラインとしての公示は来春になる見込みである。

自治体でも役所や公共事業におけるISOの認証が進めるところも出てきており、政府でもグリーン税制の施行の検討が進んでおり、企業の環境経営を促進・サポートする体制ができあがりつつある。

このように企業にとって環境経営の推進は21世紀にかけて企業が社会の一員として繁栄するために後戻りできない道であり、政府・自治体にとってもその推進をサポートすることは国民のみならず国際社会に対する責任であるといえる。

#### 4. 消費者意識

環境経営を推進する企業にとって環境調和型製品の開発の重要なインセンティブとして、消費者の製品選択基準の変化を挙げることができる。これまでの「安くて良いもの」や「個性に合ったもの」という選択基準から、「環境に優しいもの」という選択基準に変化してきている。

ヨーロッパで特にこの傾向が強く、企業や政府機関においても環境調和型製品を優先的に購入・調達するグリーン購入やグリーン調達が広がりつつある。日本国内では、滋賀県が環境調和型製品の推薦リストを作成し、その製品を率先して採用しているのが有名である。また、日本では1996年にグリーン購入の促進を目的としたグリーン購入ネットワークが設立され、環境調和型製品の様々な情報交換が事業所や消費者団体などの間で行われている。このような製品を購入する側の変化が環境調和型製品の開発に拍車を掛けているといえる。

以上のようなグリーン購入を行う場合、どの製品が環境に優しいかを適切に判断する必要がある。この判断基準を与えるものとして環境ラベルがある。日本の環境ラベルとして、(財)日本環境協会が認定を実施しているエコマークや、古紙再生促進センターが再生紙使用製品に対して認定を実施しているグリーンマークなどがある。また、外国でも様々な環境ラベルが存在しているが、その認定基準はまちまちである。現在、国際標準化機構（ISO）で環境ラベルの規格化が進められており、このような環境ラベルの認定を考慮に入れた環境調和型製品の開発が今後進むと考えられる。

## 5. 環境教育

前述の消費者行動の変化も含めて、社会全体の環境意識を向上させるためには幼少期から環境保護の重要性を教え込む環境教育の体制を完備することが不可欠である。

我が国では96年の文部省中央教育審議会の答申において環境教育推進が取り上げられたが、そこでは学校における環境教育以外に地域社会においてさまざまな形式で環境学習の機会を設けることが提言されており、環境について学ぶと共に環境からも学ぶという視点に立った教育が求められている。これに対応して地域の博物館、科学館や自然の家等の社会教育施設において体験型環境教育のプログラムが拡充されている。

ドイツを含めてヨーロッパ諸国では古くから環境教育を非常に重視しており、その基本的な理念として将来世代が生き残るために、今何をなすべきか、何を伝えるべきかを長期的な見地から教育している。

世界でもっとも環境意識が高い国のひとつといわれるデンマークでは、1994年に新しい法律が導入され、「すべての教育に環境への配慮をいれる」という方針が決定され、歴史にも生物にも化学にも物理にも、すべての教科に環境を入れることが指導されている。

歴史的にみてデンマークでは1960年代の終わり頃から、企業の廃棄物の不法投棄などによる地下水汚染の深刻化という経緯がある。市民による自然回復運動と環境意識の高まりを政府がサポートする形で、全国に150の自然学校が作られ、そこで自然を守る活動が継続的に行われるようになった。またこれとは別に、広い意味で環境教育のための「環境学校」というものが、行政の支援をうけて設立されている。通常この環境学校には大学院を卒業したレベルの生物学者が数名勤務しており、子供たちばかりでなく先生もここで研修を受けている。

日本では、環境教育といえば、ゴミの分別やリサイクルという考え方が一般的だが、デンマークでは少し違っている。例えば、小学5年生むけのカリキュラムでは、川をめぐって利害の異なる立場（開発したい人、したくない人など）に分かれ、互いにインタビューによる事前調査をした上で、議論を繰り広げる。これによって、デンマークの子供たちは、自分の意見を主張し、相手の意見をよく聞くという力を身につけていくことになり、子供たちを個の確立した市民に育てる教育といえる。

デンマークのこうした教育を通しての長期的な見地からの環境対策は、日本の今後の環境教育制度に関連して、学ぶべきところが多いと思われる。

## VI. まとめ

### 1. 要旨

今回の研究においては廃棄物問題を地球環境問題の一つとしてとらえ、その解決の先に環境調和型社会が構築されるとの認識のもとに、リサイクルの現状ならびにその推進施策について調査・検討を進めてきた。本レポートの要旨をまとめると以下ようになる。

- ① 循環型経済が環境調和型社会の経済体制の基本であり、廃棄物を再利用されるべき資源として位置づける必要がある。
- ② 廃棄物の再利用形態としては適用すべき優先順に以下の3つに分類される。
  - a) 同じ物質として再利用（マテリアルリサイクル）
  - b) 別種の物質に変換して再利用、または化学的特性を再利用（ケミカルリサイクル）
  - c) 燃やして熱エネルギーを利用（サーマルリサイクル）
- ③ プラスチックは家電、自動車といった耐久消費財から容器包装にいたる日用品にまで幅広く使われており、そのリサイクル拡充が今後の最大の課題である。
- ④ 現状では再利用（マテリアルリサイクル）可能なプラスチックはPP(ポリプロピレン)、PET等の限られた種類のみが可能である。自動車部品等では機能面で代替できないものも多く、有害なPVC（ポリ塩化ビニル）等が依然として使われており、新素材の開発が期待される。
- ⑤ プラスチックのケミカルリサイクル（油化、モノマー化）についてはプロセス開発が進んでいるが、コスト面での問題が予想される。また鉄鉱石（高炉）の還元剤としての利用があるが、これはCO<sub>2</sub>発生の減少を通じて地球環境面での効果が期待される。
- ⑥ 容器包装リサイクル法の分別収集は好調なすべりだしであるが、今後のPET容器再利用先の拡大が課題である。また衛生面・安全面の問題からボトルへの再生利用は現在行われていないが、利用先拡大の面から検討すべき課題である。
- ⑦ 工業製品の理想的なリサイクルは、部品の再使用（リユース）によるインバースマニファクチャリング（Inverse-Manufacturing）であり、現在レンズ付きフィルムやトナーカートリッジで実践されつつある。今後自動車や家電といった耐久消費財のリサイクルにもこの手法を導入すべきである。
- ⑧ 複写機カートリッジやリターナブル瓶のケースに見られるように、使用後にごみとして簡単に廃棄できるようなものは、メーカー主導でしっかりとした回収体制を構築しないと、その回収率はよくなるのが実状である。（消費者意識の欠如が現状ではうかがえる）
- ⑨ 環境調和型社会実現のためには企業には製品の開発・販売や会計、調達といったすべての企業活動において「環境調和性」をとり入れた「環境経営」が、消費者には製品・サービスの選択基準として「環境調和性」を重視した消費活動が求められる。また社会全体の環境意識向上を目指した環境教育の体制整備が国・自治体に求められる。

## 2. 今後の調査研究

今回のレポートは環境調和型社会のベースとなるべき循環型経済構築のための廃棄物リサイクリングに関する現状のシステムについて調査した結果の報告というべき位置づけである。

今後、この調査結果を活かして新たな社会制度の確立や技術開発の推進に関する研究が進められ、具体的な政策・制度の立案に発展させることが期待される。新社会のあるべき姿やそこに至る方向性についてはまだ不明確な面が多く試行錯誤の歩みが予想されるが、当面の課題として以下のような事項があげられる。

### 1) 循環型経済社会を可能とする社会制度・システムの整備・確立

循環型経済社会を構築するための制度・システムを整備・確立するための今後の政策課題と方向性を明らかにする。そのためにはリサイクリング等で先進的な取り組みを行っている欧米諸国における制度・システムや静脈産業についての事例を調査して、我が国の実態に即して反映させる事を検討する。

### 2) 循環型経済社会のための基礎データ整備及び定量的な検討

廃棄物の発生、流通、処理の実態等に関する基礎データを収集し、オープンなデータベースとして構築する。これに基づき各種計量・統計手法を活用して、循環型経済社会の姿と今後の静脈産業の展望について定量的な検討をおこなう。

### 3) 円滑な物質循環と静脈産業発展を目指した今後の制度及び政策の方向性確立

静脈産業発展のための制度・法体系や産業立地・物流政策等の経済政策課題を明らかにし、静脈産業育成のための政策方向および循環型経済社会における産業構造を検討する。

### 4) 循環型社会を支える技術面での環境整備を行う

円滑な物質循環及び静脈産業を支えるべき技術に関して、その効率的な開発・実用化の体制を整備するために、技術データの収集整備や開発課題に関する調査を行う。

以上を踏まえて動脈産業のみならず静脈産業を含めた全体の経済活動・物質循環が効率的に行われる循環型経済社会を構築するための総合的な政策課題を明らかにして推進することが重要であると考えられる。

20世紀における工業化社会の繁栄は地球環境の犠牲の上に成り立ってきたが、21世紀の人類社会は地球環境との調和・共存を図らずしてその持続的な繁栄は保つことはできないといえる。

こうした新しい社会体制の構築のためには科学技術、社会制度等の面で解決すべき課題は多いが国際社会協調のもとに取り組めば、必ずや道は開けてくると信じる。