

家電リサイクルと静脈物流

古井 恒

はじめに

大量生産－大量流通－大量消費－大量廃棄といういわば使い捨て社会は、資源、エネルギー、環境など様々な制約から、そして何よりも廃棄物最終処分施設の逼迫という、より現実的な問題から、現在、大きな転換期にさしかかっている。つまり、循環型経済社会へのパラダイム転換を、いかに果たしていくかという課題である。

物流事業者は、従来、主に製品、商品の川上から川下への流動を担ってきた。例えば工業製品の場合でみると、その製造事業者から卸売業、小売業などの流通業者に至るサプライチェーンを物理的に支えてきたのは、物流事業者である。いわば動脈部分の実質的な担い手という位置づけといえよう。

これに対して、生産過程から排出される廃棄物や流通過程で発生する返品などの処理、あるいは消費の後に不用となった容器などの回収、再使用などの静脈部分は、主に廃棄物収集運搬業、廃棄物処理業、再生資源業などの分野が担ってきた。

しかしながら、近年、物流事業者が積極的に静脈部分に加わる例が散見される。最近のこのような動きには、循環型経済社会へのパラダイム転換の一翼を担うという側面もある。つまり、リサイクル社会に向けての各種法整備の進展、例えば2001年4月施行の「特定家庭用機器再商品化法」（家電リサイクル法）などにより、リサイクルを巡る急激な状況変化への対応という側面である。また、長期化する景気低迷に伴う貨物量の減少、停滞気味な動脈部分から新たな事業展開を目指して、静脈物流に乗り出そうという物流事業者の思惑という一面もあると思われる。

本稿の狙いは、ひとつには2001年4月の「家電リサイクル法」の施行を間近に控えている状況下で、家電メーカーの業界団体、およびそれぞれの家電メーカーがどのように対応しようとしているのかを探ることである。また、従来、主に動脈物流を担ってきた物流事業者が、このような環境の変化に対していかに対処しようとしているかを跡付ける狙いもある。さらに、このような動きの中から、循環型経済社会システム構築のために求められる条件、ヒントを得ることも併せて目的としている。

1. 家電製品のリサイクル

(1) 廃家電の収集および処理ルート

①家電製品の年間出荷台数、排出台数

家電リサイクル法の対象4品目であるテレビ、冷蔵庫、洗濯機、エアコンの年間出荷台数は、1997年の場合、それぞれ1,270万台、525万台、481万台、715万台であり、合計すると約3,000万台という水準である。なお、図表1にみるように、近年のこれら主要4品目ならびにその他の家電製品出荷台数は、それほど大幅な増減を示してはいない。

図表1 家電製品の出荷台数 (単位：万台)

	1994年	1995年	1996年	1997年
テレビ	978	1,229	1,309	1,270
冷蔵庫	461	469	504	525
洗濯機	469	480	486	481
エアコン	672	770	812	715
掃除機	540	578	634	641
電子レンジ	272	302	333	364
電気カーペット	173	173	173	158
VTR	485	604	667	693
ビデオカメラ	127	123	132	138
CDプレーヤ	197	245	255	253

出典：永田勝也 監修「家電リサイクルング」工業調査会 より転載

一方、財団法人 家電製品協会による主要4家電製品の推定排出台数は、1998年にはテレビが737万台、冷蔵庫が392万台、洗濯機が432万台、そしてエアコンは392万台である。いずれの品目においても93年以降の数字をみれば、その排出台数は毎年着実に増加しており、リサイクルの重要性が高まっていることを示している。なお、それぞれの品目の1台あたり平均重量に推定排出台数を乗じて排出重量を試算すると、98年の場合、主要4品目合計で72万3千トンという水準となる。

図表2 主要4家電製品の排出台数(推定) (単位:万台)

	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年
テレビ	514	548	589	635	684	737
冷蔵庫	345	352	363	375	385	392
洗濯機	383	388	396	406	418	432
エアコン	236	259	289	326	361	392
合計	1,478	1,548	1,636	1,742	1,848	1,953

出典:図表1に同じ

図表3 主要4家電製品の排出物量(1998年)

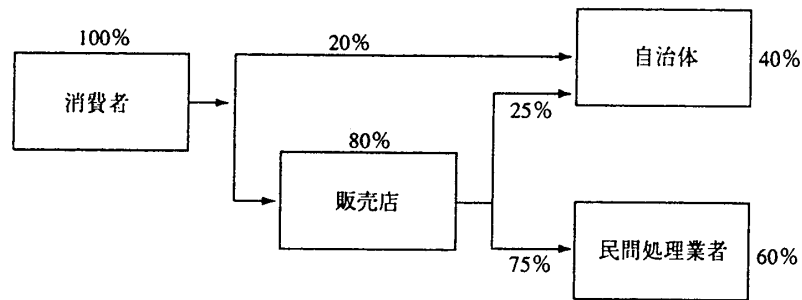
	平均重量(kg)	排出台数(万台)	排出物量(千トン)
テレビ	25	737	184
冷蔵庫	59	392	231
洗濯機	25	432	108
エアコン	51	392	200
合計		1,953	723

出典:図表1に同じ

②廃家電の収集、処理ルート

廃家電の流動経路は、一般に図表4に示すルートおよびそれぞれのルートごとの割合をとっているものと推定されている。すなわち、消費者から排出された廃家電の20%は、粗大ごみなどとして直接、自治体に収集してもらう自治体ルートをとる。残りの80%は、新製品の購入時にそれと交換という形で販売店により引き取られるが、その販売店回収分の4分の1は、自治体の処理施設へ回り、残りの4分の3は民間の処理業者へと流れている。結果的には、自治体の処理施設で処理されるものが全体の40%、一方、民間業者の処理施設で処理されるものが60%という割合とみられている。家電リサイクル法の施行により、現行の自治体処理と民間業者処理との割合に大きな変化が予想される。

図表4 使用済み家電製品の収集および処理ルート



出典：図表1に同じ

廃家電の現行販売店ルートにおける流れは、以下に示すとおりであるが、家電リサイクル法施行後は、この販売店ルートにも大きな変化が考えられる。

- 1) 買い換えられた新品家電製品の家庭への配達、据え付け時にこれと交換という形で排出された廃家電は、販売店のトラック、ワゴン車などにより販売店に持ち帰られ、ここで一時保管される。
- 2) 収集業者は家電販売店を巡回しながら廃家電を収集するが、一般的には小回りのきく2トン車程度の車両が使用されることが多い。平ボディー車では積み込みに多くの労力を要するため、最近ではパワーゲート付き車両の利用が増えている。
- 3) 収集業者の集積所に持ち込まれた廃家電は、ここで製品別に分類される。
- 4) 中間処理業者への輸送については、主に次の2つの方法が採られている。ひとつはパッカー車により廃家電を圧縮して搬送する方法である。(注1)減容されているので積載効率はよくなるが、冷蔵庫の断熱材のフロンが放出されてしまうなどの問題がある。もう一方の方法は、冷蔵庫なら冷蔵庫というように製品別に分けて、それぞれ搬送するものであり、形状が類似しており積載効率の向上を図りやすいというメリットがある。4トン車、10トン車など比較的大型のトラックが使用されている。
- 5) 中間処理業者の施設に搬入された廃家電は、ここでシュレッダー処理され、金属の一部などが回収される。
- 6) 金属以外の部分は、最終処理業者により引き取られ、最終処分場で埋立処分されることになる。

上記のように、廃家電の排出から最終的に埋立処分されるまでには多くの段階、関係者の手を経ているが、最終処分の方法として、現在、主流となっているのは、前述のシュレッダー処理、それに続くシュレッダーダストの埋立てという方法である。場合によっては原形のまま埋立処分されているケースもある。しかしながら、近年では法規制強化

の動きや、そして何よりも最終処分場の用地不足の問題もあり、最終処分量を削減するために、適正処理によるリサイクル率向上のための研究が進められている。

(2) 家電リサイクル法の概要

①法律の目指すもの

1998年5月、国会において成立、翌6月に公布された家電リサイクル法（「特定家庭用機器再商品化法」）の究極的な狙いは、廃棄物の減量および資源の有効利用を通じて循環型経済社会を実現することにある。本法律においては、使用済み家電製品の収集および運搬や、リサイクル（再商品化）実施のために製造業者、輸入業者、小売業者、消費者それぞれの役割や分担が定められている。

従来、廃家電は主に一般廃棄物として、市町村などにより処理されてきた。しかしながら、大型のもの、組成や構造が複雑な廃家電の増加により、市町村による適正処理が次第に困難となってきた。そのため、このような廃棄物に関して、その製品の製造、販売などに携わる事業者に対し協力を求めることが可能となる制度が設けられ、市町村からの協力要請に対し、家電メーカーがフロン回収機の自治体への供与を行うなどの様々な取り組みが実施されている。（注2）

しかしながら、リサイクル法の狙いとするところとは裏腹に、必ずしも所期の効果をあげ得ていない状況にあり、高度なりサイクルの確保は果たされていない。資源小国であるわが国にとって、廃棄されている価値ある再生資源の利用促進は、最も重要な課題のひとつであり、このような社会的要請の強まりの中で、リサイクルに適した金属部分を多く含む廃家電の再資源化が見直されている。

一方、廃家電の処理によって排出されるシュレッダーダスト最終埋立処分場の確保は、ますます困難となってきている。その意味からも、廃家電そのものの排出量抑制が非常に重要かつ緊急の要請となっている。

上記のような現状認識に基づき、通産省の産業構造審議会廃棄物処理・再資源化部会に設置された電子・電気機器リサイクル分科会は、1997年6月に「電子・電気機器のリサイクル促進に向けて」と題された報告書をまとめている。一方、厚生省においては、生活環境審議会廃棄物処理部会において検討が進められ、1997年12月に循環型廃棄物処理の方向性に関する報告書がまとめられた。

このような関係各省の検討に依りながら、通産、厚生両省に環境庁を加えた共同提出という形で政府提出法案が国会に提出され、1998年5月成立、6月公布をみたのが家電リサイクル法である。本法律は2001年4月から本格施行されることになっている。

②家電リサイクル法の骨子

当該法律は、次の6章から構成されている。すなわち、第1章 総則、第2章 基本方針等、第3章 小売業者の収集及び運搬、第4章 製造業者等の再商品化の実施、第5章 指定法人、第6章 罰則 の各章である。家電リサイクル法の骨子と考えられるものについて、以下簡単に整理したい。

1) 指定品目

特定家庭用機器再商品化法施行令(1998年政令第378号)により、再商品化等（リサイクル）の対象となる大型家電製品は、当面、次の4品目である。

- ・ユニット形エアコンディショナー（ウインド形エアコンディショナー又は室内ユニットが壁掛け形若しくは床置き形であるセパレート形エアコンディショナーに限る。）
- ・テレビジョン受信機（ブラウン管式のものに限る。）
- ・電気冷蔵庫
- ・電気洗濯機

2) 再商品化等（リサイクル）の定義

当該法律で再商品化等（リサイクル）という用語が使用される場合には、次の2つの段階がある。すなわち、再商品化（マテリアル・リサイクル）とは、機械器具が廃棄物となったものから、部品及び材料を分離し、自らがこれを製品の部品又は原材料として利用する行為、又は他の利用する者に有償又は無償で譲渡しうる状態にすることを指している。

一方、熱回収（サーマル・リサイクル）については、上記の再商品化された以外のものであって、燃焼の用に供することができるもの、又はその可能性のあるものを熱で得ることに自ら利用する行為、又は他の利用する者に有償又は無償で譲渡し得る状態にすることと規定されている。

3) 製造業者及び輸入業者（製造業者等）の役割

製造業者等には、使用済み家電製品を小売業者から引き取り、リサイクルする義務が課せられている。その素材構成や製品構造について最も知識のある製造業者等が、リサイクルの主体者となることが最も効率的であると考えられているからである。また、リサイクルの実施者を製造業者等とすることにより、リサイクルしやすい製品開発の促進効果も期待されている。

4) 小売業者の役割

小売業者には、消費者が排出する使用済み家電製品を引き取り、製造業者に引き渡す義務が課せられている。小売業者は消費者と製造業者等との接点にあり、現に商慣行と

して新品買換え時等に廃家電の引き取りを行っているケースもあるため、廃家電の効率的な収集、運搬の要として小売業者が位置づけられている。ただし、全ての廃家電収集を小売業者に担わせることは、いかにも過重な義務であるため、小売業者に引き取り義務が発生するのは、小売業者が販売した製品か、新製品購入時に引き取る製品に限定されている。

5) 指定法人の義務

製造業者等あるいは小売業者の役割を補完するために、指定法人が規定されている。その主な業務は以下の3つである。

- ・製造業者等の倒産などにより、リサイクル義務者が不明となった場合に、使用済み家電製品のリサイクルを実施すること
- ・中小規模製造業者および輸入業者の委託により、使用済み家電製品のリサイクルを実施すること
- ・廃家電の製造業者等への引き渡しが困難な地域の市町村、またはその住民からの求めに応じて廃家電を製造業者等に引き渡すこと

6) 消費者の役割

消費者に求められるまず第一は、家電製品をなるべく長期間使用して、廃家電排出抑制に努めることである。また廃家電排出に際しては、リサイクルを確実なものとするために小売業者や製造業者等に適切に引き渡し、請求があれば料金の支払いに応じてリサイクルに協力する義務を負うものとされている。

7) 市町村の役割

廃棄物処理法においては、市町村は家庭から排出される廃家電の収集・運搬、リサイクルの義務を負っているが、本法律においては、市町村が廃家電を製造業者等に引き渡すこともできるとしている。

8) 費用請求

廃家電の収集・運搬、リサイクルの過程で発生する費用については、次のような流れで関係者間で請求、納入されることになる。

まず、製造業者等は廃家電を引き取る際に、その引き取りを求めた者に対し、リサイクルに関する費用を請求できる。

また、小売業者は廃家電を引き取る時に、排出者に対してその収集・運搬料金および製造業者等に支払うべきリサイクルに関する料金との合計額を請求できる。

製造業者等と小売業者は、上記の料金をあらかじめ公表する義務があるとともに、排出者の適正な排出を妨げることのないよう、料金設定水準に配慮する必要がある。(注

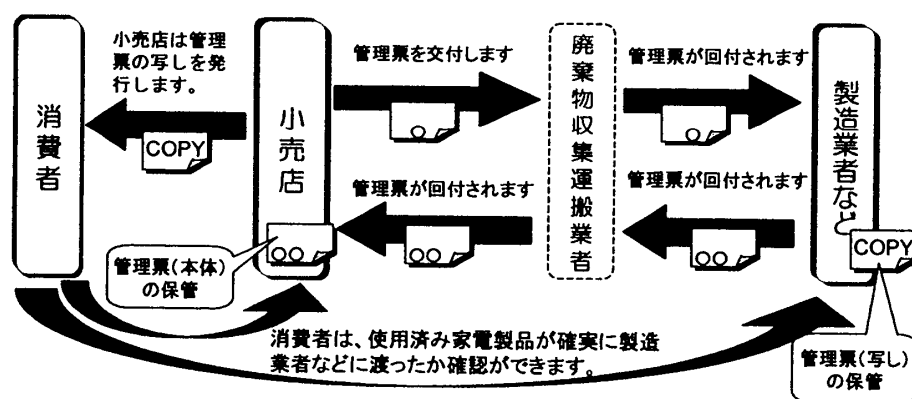
3)

9) 管理票（マニフェスト）制度

当該法律の第43条においては、廃家電が小売業者から製造業者等に適切に引き渡されることを確保するための管理票制度が規定されている。この制度は、廃家電とともに管理票を流通させ、かつ製造業者等や小売業者などに管理票（写し）の保管義務を課し、仮に不適正な処理が行われた場合にあっては、事後的に原因者を追跡できる体制を整えるものである。

管理票の発行、公布、回付などの一連の流れは、図表5に示すとおりである。基本的には宅配便貨物の場合の送り状などと同様の性格を有するものとなっており、送り状と同様に廃家電の追跡、所在確認のための有力なツールとしての機能を果たすものと考えられている。

図表5 管理票の流れ



※ 小売店が使用済み家電製品を自ら製造業者などに引き渡す場合は、小売店が製造業者などに管理票を交付することとなります。

出典：通商産業省編 「家電リサイクル法の解説」 より転載

その流れの概略は次のとおりである。まず、排出者（消費者）から小売業者が廃家電を引き取った時点で管理票が発行され、その写しが排出者に渡される。小売業者が廃棄物収集運搬業者に廃家電の運搬を委託する場合には、廃棄物収集運搬業者に対して、また小売業者が自ら製造業者等へ廃家電を直接引き渡す場合には、製造業者等に対して管理票が公布されることになる。製造業者等は、廃家電とともに流動してきた管理票に必要な事項を記入して小売業者に回付し、また、その写しを一定期間保管しなければならない。回付された管理票本体の保管は、小売業者の責任である。

この管理票の流動システムならびに小売業者、製造業者等による一定期間の保管義務づけにより、廃家電の排出者は、自分の排出した廃家電が関係者間で適切に引き取られたかどうかの確認が可能となる。ただし、この管理票は、廃家電が製造業者等の手に確実に引き渡されたかどうか、適正に流動したかどうかを確認する手立てであり、必ずし

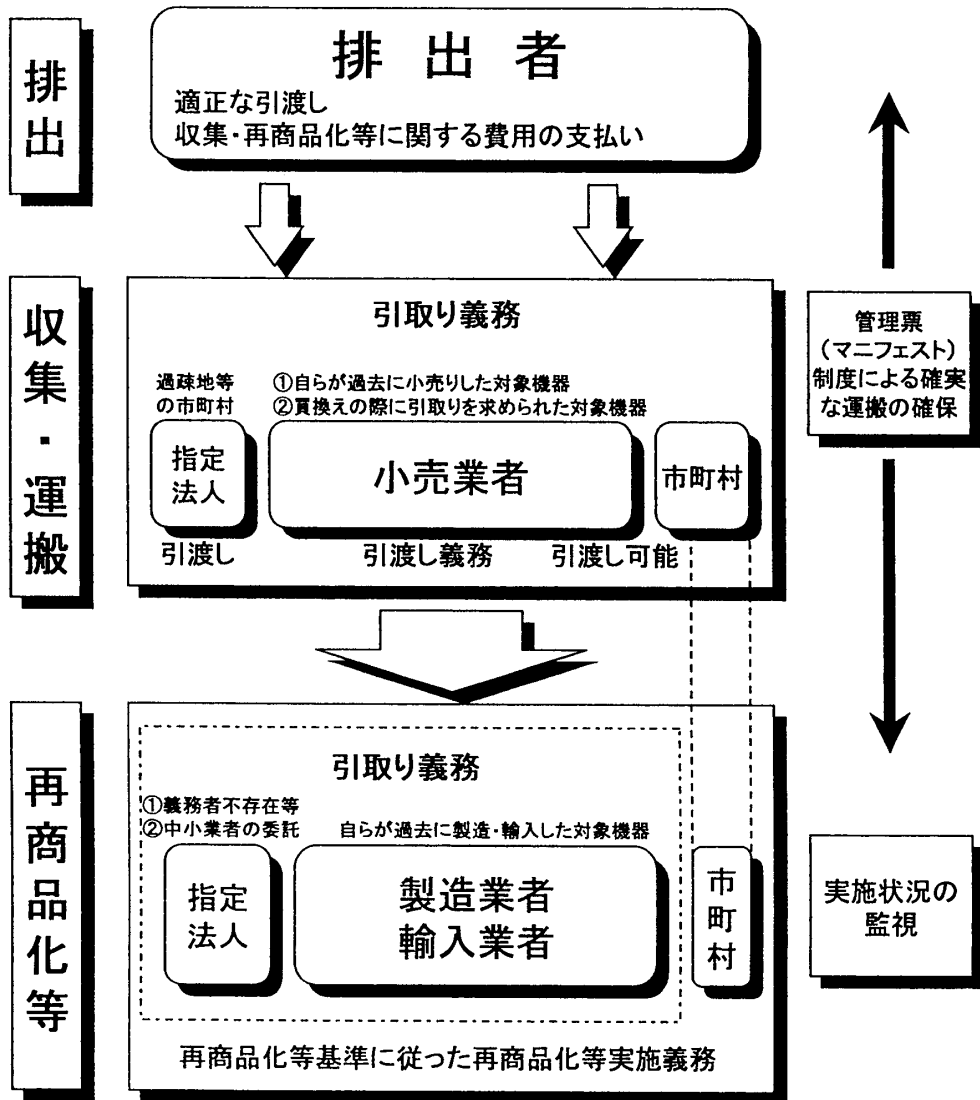
も製造業者等が適切にリサイクルしたかどうかを問うものではない。この点は、1998年12月実施の改正廃掃法に盛り込まれている産業廃棄物管理票（マニフェスト）制度とは異なるものである。（注4）

③家電リサイクル法にみる廃家電、費用負担の流れ

家電リサイクル法の全体的な構成については、図表6に示すとおりである。排出者（消費者）と小売業者との関係については、次のような内容となっている。まず、小売業者が以前に販売し、その後不要となった家電製品、あるいは当該小売店から新品を購入したことにより不要となった家電製品については、小売業者に引き取りの義務がある。一方、排出者には、小売業者が廃家電を引き取る際、および小売業者が廃家電を製造業者等へ運搬する際に発生する費用、並びに製造業者等によって実施されるリサイクルに関わる費用を負担する義務がある。

一方、小売業者と製造業者等との間では、まず、廃家電を製造業者等へ引き渡す際の運搬については、小売業者側の責任で行わなければならない。運搬業者に委託する場合も、小売業者側の責任である。ただし、実際には、製造業者等のリサイクル施設の立地が、地域的にも箇所数としても限定的であることが予想されるため、製造業者等が指定、公表する指定引取場所までの運搬が、その対象になると考えられる。小売業者は、廃家電の搬入とともに、そのリサイクルに関わる料金を製造業者等に支払わなければならない。なお、指定引取場所から製造業者等のリサイクル工場までの運搬については、製造業者等の責任で実施されることになる。

図表6 家電リサイクル法の流れ



出典：図表5に同じ

ところで、家電製品の製造業者ならびに輸入業者に引取義務およびリサイクル義務が発生するのは、過去に自らが製造あるいは輸入した、いわば自社ブランドの廃家電（対象4品目）である。つまり、自社製品ではない他社製の廃家電については引受義務がなく、当然、指定引取場所あるいは自社リサイクル工場へのこのような廃家電の搬入を拒否しうる立場にある。いわば自社新品商品の、メーカー工場→（卸売業）→小売店→消費者という動脈的な流れを、まさに逆行してくるもの以外については、引受義務はないという構図である。

ここに、廃家電リサイクルシステムの構築を考える上での困難性がある。仮にN社

という家電メーカーが、専らそのN社製の製品の販売を担う家電小売店チェーンを全国的に展開しているとしよう。消費者が長年使用したN社製の冷蔵庫が寿命を迎えたため、上記小売店チェーンの1店からN社製の新型冷蔵庫を購入するとしよう。この小売店はN社製の廃家電を回収し、N社の指定引取場所あるいは直接、N社のリサイクル工場にこの廃家電を持ち込み、ここでリサイクルされることになる。家電リサイクル法の体系では、基本的にはこのようなケースが想定されている。

しかしながら、長年使用したT社製の冷蔵庫が壊れ、これに換えて、消費者が上記N社系列のチェーン店からN社製の新型冷蔵庫を購入しようとする場合、事態はやや複雑となる。N社チェーン小売店には、自店のN社製新製品を販売すると同時に、T社製の廃棄冷蔵庫を引き取る義務が発生するからである。この小売店は、収集したT社製廃棄冷蔵庫をどこへ運搬することになるのか。それはT社の指定引取場所、あるいはT社のリサイクル工場ということになる。

N社系列のチェーン家電小売店から目を転じて、家電メーカー各社の製品を大量に取り扱う家電量販店の場合はどうか。引き取った廃家電を製造メーカー別に分類し、各家電メーカーの設定する指定引取場所、あるいは各家電メーカーのリサイクル工場に運搬しなければならない。各メーカーごとに分類し、保管しておくスペースもさることながら、前述の管理票をメーカーごとに発行し、公布して、さらに回付された管理票本体を保管すること、各メーカーごとに異なる仕向先に運搬しなければならないことの煩雑さは、容易に想像しうる。

また、もう一方の当事者である家電メーカーにとっても、単独で全国各地にリサイクル工場を建設し、これを運営していくことは、リサイクル工場の規模の経済性、また指定引取場所、リサイクル工場への運搬コストの面からも得策ではないとの認識がある。収集・運搬、リサイクルに関わる費用、料金は排出者（消費者）が支弁することになっているとしても、「排出者の適正な排出を妨げることのない」ような料金設定でなければならないからである。したがって、現在、家電メーカーの間では、リサイクル工場、指定引取場所などの共同化、静脈物流部分の共同化の動きが現れつつある。すなわち、廃家電がリサイクル工場に至るまでの物流（静脈物流）に関しては、製品の物流（動脈物流）とは異なる観点からのアプローチが必要との認識である。この共同化の動きについては、次節で述べたい。

2. 家電メーカーの対応

年間70万トン余りも排出される廃家電の適正処理、リサイクルを巡っては、従来から家電メーカー各社およびその業界団体である財団法人 家電製品協会を中心に、様々な

取り組みが続けられている。家電メーカーにあっては、製品の寿命を長くしたり、運用時のエネルギー消費を削減するモノ作りとともに、製品アセスメントの評価項目を拡大し、製品のライフサイクル全体を通じての環境負荷の低減が目指されている。分解しやすい設計の採用、合成樹脂のグレード数の削減などもその一環である。

また、家電製品協会が中心となり、適正処理協力機構の組織化を図ったり、「使用済みテレビ解体・ブラウン管リサイクル実証研究」や「使用済み冷蔵庫フロン回収実証研究」の実施、さらに「家電リサイクル実証プラント」による廃家電品一貫処理リサイクルシステムの開発など、様々な研究も推進されている。

これまでに蓄積されてきた各種リサイクル技術に基づきながら、「家電リサイクル法」の本格施行（2001年4月）を間近に控え、家電各社のリサイクルに対する取り組みも具体的なステージを迎えている。ここでは、まず業界団体のこれまでの動きを整理した上で、最近の家電各社のリサイクルプラントの建設動向などに触れたい。

（1）業界団体の取り組み

①廃家電品適正処理協力事業

家庭で長年月使用され、その役割を終えて不要となった廃家電は、法的には一般廃棄物に区分されるものであり、その処理責任は本来的には自治体にある。しかしながら、家電製品の大型化、材料構成の変化などもあり、現実的には自治体のみによる適正な処理が困難な状況となってきた。このため、1992年7月施行の改正廃掃法においては「事業者の協力」が制定され、1994年3月には、大型テレビ、大型冷蔵庫の2品目が適正処理が困難なものとして指定されている。また、1994年4月には、政令によりシュレッダーダストの埋立基準の規制強化が図られているが、このことは香川県豊島（てしま）に不法投棄された約50万トンにも及ぶ産業廃棄物（主にシュレッダーダスト）が、社会問題化した当時の状況に対応するものである。

このようなりサイクル型社会構築に対する社会的要請の高まりなどもあり、家電業界はメーカーと流通業者の協力のもと、1994年7月に廃家電品適正処理協力機構をスタートさせている。

廃家電品適正処理協力機構は、廃掃法指定廃棄物の大型テレビおよび大型冷蔵庫のみならず、洗濯機、エアコンを加えた4品目を対象に、次のような事業を展開している。このような家電業界の対応を発展的に引き継ぐものとなったのが、「家電リサイクル法」という見方もできる。

・自治体に対する協力事業

自治体からの協力要請に基づき、その内容を協議会が自治体ごとに協議して決定し、

協力事業を進める。

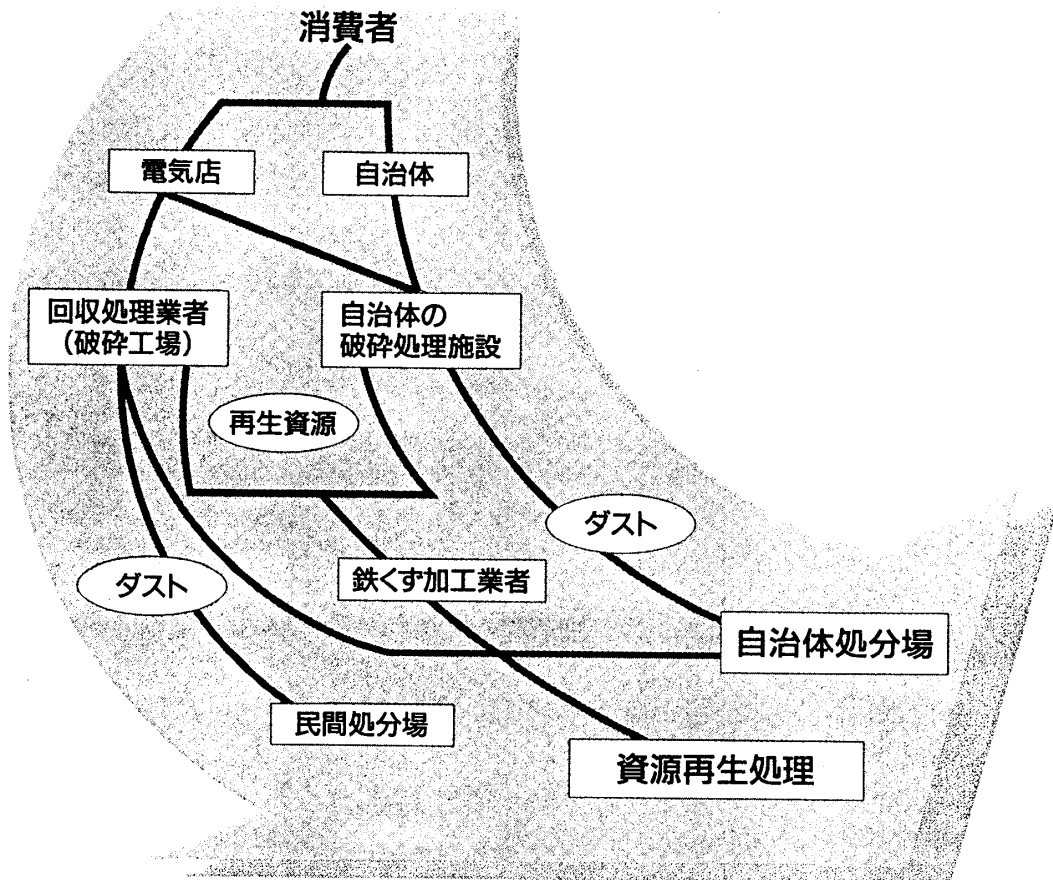
- ・販売店による廃家電品の回収および適正処理の確保
参加販売店を「適正処理協力店」として認定する。適正処理協力店は、テレビ、冷蔵庫、洗濯機、エアコンなどの廃家電を買換え時などに回収し、自治体および適正処理業者へ確実に引き渡す。
- ・フロン、シュレッターダスト処理に関する研究開発
冷蔵庫の冷媒フロンの回収処理、シュレッターダストの減量化、無害化処理に関する調査、研究を行う。
- ・広報活動
消費者に対する廃棄物の減量化、適正処理の周知とそのため費用に関する理解と協力を求める啓発活動を進める。

廃家電品適正処理協力機構の役割は、消費者、自治体、電気店、そして回収処理業者を通じての、廃家電製品の適正な流れを確保することにある。そのため「適正処理協力店」という認定制度を設け、電気店の組織化を図っているが、電気店がこのシステムに協力することのメリットとして、次の3点があげられている。

- ・環境を大切にすお店としてアピールできる（認定協力店のステッカーの店頭掲示）
- ・地域事業的確な実施による経済効果（適正処理保証による当該電気店での買換え促進効果）
- ・適正処理のための事務処理手数料の支払い（処理状況把握のための所定伝票処理の実施、処理台数に応じた伝票事務処理手数料の支払い）

これらのメリットとして提示されている項目は、その後の「家電リサイクル法」にみられる小売業者の役割とかなりの部分で重複するものである。すなわち、電気店を窓口として廃家電の回収を行い、伝票によって引受状況をチェックするなどの手法である。とはいえ、家電メーカーに対する「リサイクルの義務づけ」は、この時点ではまだそれほど鮮明とはなっていない。なお、協力店としてこのシステムに参加することにより、販売店が消費者から廃家電を収集・運搬するに際して、販売店が一般廃棄物処理業の個別免許申請を必要としないことがうたわれているが、これは注目してよい点であろう。以下は、廃家電品適正処理協力事業で想定している適正処理の模式図である。

図表7 適正処理の流れ



出典：財団法人 家電製品協会パンフレット より転載

②テレビの適正処理実証研究

財団法人 家電製品協会によるテレビのリサイクル実証研究は、関東地区では1994年12月から97年3月にかけて、また関西地区では95年10月から97年9月にかけてそれぞれ実施されている。これらの実証研究の主な目的は、テレビ全重量の5～6割を占めるブラウン管をガラスカレットにして、再びブラウン管として再生使用が可能かどうかを探ることにあつた。結果的には、ブラウン管ガラスメーカー2社（日本電気硝子株式会社および旭硝子株式会社）の協力のもと、1～5%のガラスカレット混入によるブラウン管の完成をみている。

関東地区においては、中田屋加須工場において実証研究が行われ、期間中に約14万5000台のカラーテレビ（13型～29型）が処理された。関東地区方式の特徴は、テレビ解体工程やブラウン管分割工程、ガラスカレット化工程の大部分を自動化したことである。カレット出荷量は、約210トンであつた。

一方、関西地区の実証研究は、大阪市此花区にあるサニーメタル株式会社大阪事業所

で行われた。期間中に処理されたカラーテレビは、約9万3000台である。関西地区方式では後部キャビネットの取り外し、および内部部品の取り外しは手作業で、その後のブラウン管の取り出し以降の工程は自動で行う、という手作業と機械との組合せ方式が採用されている。期間中に出荷されたガラスカレットは、約668トンであった。

なお、開発委託先は関東地区ではソニー株式会社、関西地区は松下電器産業株式会社であった。

図表8 テレビのリサイクル実証研究

	関東地区	関西地区
業務委託先	中田屋株式会社	サニーメタル株式会社
設備設置場所	中田屋・加須工場	サニーメタル株式会社 大阪事業所
委託期間	1994年12月～97年3月	1995年10月～97年9月
処理能力	100,000台/年	100,000台/年
総処理台数	145,166台	93,109台
カレット出荷量	209,426kg 1996年6月～97年1月	667,720kg 1996年4月～97年9月
開発委託先	ソニー株式会社	松下電器産業株式会社

出典：図表1に同じ

③冷蔵庫の適正処理実証研究

冷蔵庫のリサイクル実証研究の主な狙いは、従来、困難とされてきた発泡ウレタン内の断熱材フロンの回収方法、およびその処理方法を確立することにあった。財団法人家電製品協会は、関東地区2か所、関西地区1か所にそれぞれ業務委託先を設け、1996年4月から98年3月にかけて実証研究を実施している。神奈川県秦野市の日新産商(株)工場内に設置された国産方式(日立製作所製)設備、船橋市の兼松環境(株)工場内に設けられた欧州Ⅰ型方式、さらに大阪市此花区のサニーメタル(株)工場内の欧州Ⅱ型方式のいずれもが、「すりつぶし方式」と呼ばれる冷蔵庫リサイクルの方法である。(注5)

関東地区のプラント、関西地区のプラントにおける冷蔵庫適正処理実証研究の概要については、以下の図表に示すとおりである。

図表9 冷蔵庫のリサイクル実証研究

方 式	関 東 地 区		関西地区
	国産方式 (日立製作所製)	欧州I型方式 (ドイツ・ストコ社製)	欧州II型方式 (ドイツ・エルドビッチ社製)
特 徴	現状の破碎設備に追設可能なタイプ	コンテナ内に装置を収納した屋外設置タイプ	4段階の破碎機による分別と省スペース設計の屋外設置タイプ
業務委託先	日新産商(株)	市川環境エンジニアリング(株)	サニーメタル(株)
設備設置場所	神奈川県秦野市 日新産商(株)工場内	千葉県船橋市 兼松環境(株)工場内	大阪市此花区 サニーメタル(株)工場内
委託期間	1996年4月～ 97年12月	1996年8月 ～98年3月	1997年3月 ～98年3月
処理能力	約50台/時	約15台/時	約24台/時
総処理台数	10,000台	16,000台	12,000台
冷媒フロン回収方式	配管搾孔式	ドリル式	配管搾孔式
ウレタン剝離	ハンマークラッシャー	ロッドチューブミル	ハンマークラッシャー
開発委託先	(株)日立製作所	三菱電機(株)	松下冷機(株)

出典：図表1に同じ

④家電リサイクル実証プラント

1) 実証プラントの基本コンセプト

財団法人 家電製品協会は、1994年度から98年度の4年間にわたる開発研究期間を設定し、上記、テレビのリサイクル実証研究および冷蔵庫リサイクル実証研究などによって得られた技術要素も統合しながら、「廃家電品一貫処理リサイクル開発」の研究を進めた。

この実証実験は総額約50億円の規模で行われたものであり、通産省の国庫補助が3分の1、家電製品協会が残りを負担して進められた。その開発目的としては、次の3点が掲げられている。

- ・廃家電の受入れから有価物回収までの一貫処理システムの構築
- ・省力的、安全、効率的なりサイクルの実現
- ・リサイクル社会に大きく寄与できる実証モデル研究の推進

このような開発目的達成のために、1995年度にはシステム設計、要素技術検討、96年度にはプラント設計、装置製作、97年度プラント建設、装置据付け、そして最終の98年度には実証実験という一連の開発スケジュールで研究が進められた。

廃家電リサイクルプラントの建設、実証実験の実施にあたっては、まずプラントの立地条件そのものを検討する必要がある。当該実証プラントは、1998年3月に茨城県那珂町に完成し、同年4月から1年間にわたる実証実験が行われたが、まず第1に検討された立地条件は以下の各項である。

- ・電気、ガス、上下水道、道路などの社会的インフラ、交通網が整備されていること
- ・十分なプラント用地、ストックヤード用地などの土地確保が比較的容易であること
- ・使用済み家電品の調達物流および処理済物資の販売物流が確保されていること
- ・プラントの自立的経営を支える処理能力および規模であること
- ・季節変動、市場の動向などに対してフレキシブルなシステムであること
- ・適正な技術力、労働力を確保しうること
- ・近隣住民や作業員への防音、防塵対策などアメニティー対応が可能であること
- ・見学者などの一般市民に対して開かれた施設であること

これらの立地条件は、あくまでも実証プラントの建設にあたって考慮すべき項目ではあるが、各家電メーカーなどによる具体的なリサイクルプラントの建設などの際にも、当然考慮されるべき条件であろう。

なお、那珂町に家電リサイクル実証プラントを建設するに際して、最も関心が注がれた点のひとつは、十分な廃家電の量的な確保と同時に、嵩高品である廃家電の回収、運搬に関わる物流費をいかに低減しうるかという点であったという。実証プラントの周辺には水戸市、日立市など比較的人口集積の大きな都市があり、実験に必要な廃家電の確保については、それほど問題なしと判断されたようである。

2)実証プラントの概要

茨城県那珂町向山地区に建設された実証プラントの敷地面積は、18,000m²であり、建物面積は6,000m²という規模である。使用済みのテレビ、冷蔵庫、洗濯機、エアコンの4品目を処理対象としており、その年間処理能力を約15万台（年間240日、1日6時間稼働）と想定している。なお、この15万台という数値は、全国での発生量の約100分の1にあたる水準であり、100万都市の排出量に相当するボリュームである。実証プラントでは品目別の処理能力を以下のように設定している。

図表10 実証プラントの処理能力

品 目	年間処理台数	時間当たり台数
テレビ	51,000	35
冷蔵庫	36,000	25
洗濯機	39,000	27
エアコン	24,000	17
合 計	150,000	104

出典：家電製品協会 パンフレットより転記

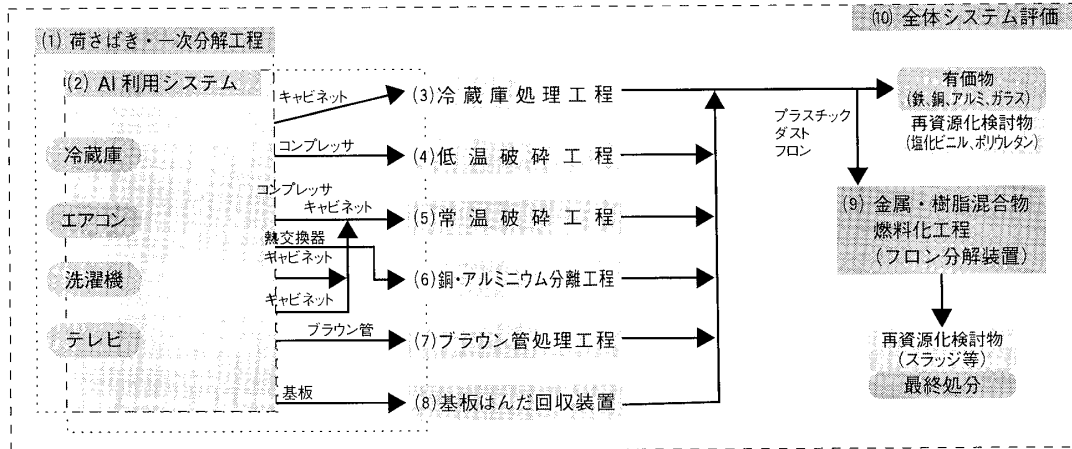
3) 基本プロセスフロー

実証プラントの特徴として、次の諸点があげられる。

- ・ 4品目同時一貫処理可能
- ・ AI（人工知能）を利用した対象物の認識、データ管理、工程管理の採用
- ・ 運転条件変更などによる実験データの蓄積
- ・ プラスチック、ガラスなどの再利用の拡大（プラスチック油化による燃料再利用）

実証プラントでの処理フローについては、図表11および図表12に示すとおりである。全体システムとしては、（1）荷捌き・一次分解工程から、（2）AI利用システムを経て、（9）金属・樹脂混合物燃料化工程までの9つのプロセスにより構成されている。それぞれの処理工程・技術開発は、工程ごとに三菱電機、日立製作所、三菱マテリアルなどの企業に委託されており、いわば共同実験室の様相を呈している。

図表11 家電リサイクル実証プラントの基本プロセスフロー



出典：財団法人 家電製品協会パンフレット より転載

図表12 家電リサイクル実証プラント処理工程の概要

処理工場・技術	概要	開発委託先
(1) 荷さばき・一次分解工程	家電主要4品目を搬入・識別し、それぞれの製品を分解して特定部品を取り外し。	三菱電気(株)
(2) AI利用システム	AI機能を利用して、作業や全体システム管理を省力化・自動化。	
(3) 冷蔵庫処理工程	冷蔵庫キャビネットを破砕した後、断熱材ウレタンからフロンを回収。	
(4) 低温破砕工程	非常に固い金属部品を極低温に冷却して、効率的に破砕・分離し、回収。	(株)日立製作所
(5) 常温破砕工程	洗濯機やエアコンのキャビネットなどを破砕し、材料ごとに選別・回収。	
(6) 銅・アルミニウム分離工程	エアコンの熱交換器に圧延・衝撃を加え、高純度の銅とアルミニウムを選別・回収。	三菱マテリアル(株)
(7) ブラウン管処理工程	ブラウン管を分割した後、破砕・クリーニング・選別し、ブラウン管ガラスの材料として回収。	松下精工エンジニアリング(株) ソニー(株)
(8) 基板はんだ回収装置	テレビのプリント基板を加熱後、ブラッシングして、はんだを回収。	ソニー(株)
(9) 金属・樹脂混合物燃料化工程	前の工程で回収したプラスチックやダストを熱処理して油を回収し、この工程の燃料として再利用。	三菱マテリアル(株)
(10) 全体システム評価	システム全体の有効性・経済性等を評価し、システムの普及・実用化に向けての検討を行う。	(株)日立製作所 三菱マテリアル(株)

出典：図表11に同じ

4) 全体システム評価

実験品の収集については、4品目合計当初予想の2万台を上回る約21,000台が、近隣自治体および販売店の協力もあり、収集された。これらの実験品を対象に各種処理が実施されていく過程で、システムの性能として全体で年間15万台の定格能力を達成しうることが確認されている。また、有価物（金属、ガラス、プラスチック類など）の回収率は84.4%となり、残りのウレタン、テレビのプラスチックキャビネット、塩化ビニール類の資源化が十分に果たせるならば、回収物の総合計は97.5%に達する実験結果となっている。

システムの経済性、処理費については、金額での表現とはなっておらず、費用算出のための経費が定量的にまとめられた形となっている。これは廃家電および再商品の「単

価」が市場の動向により変動すること、実用システムではその内容や処理工程の組合せにより採用する技術が多岐におよび、処理費用が大幅に変動するなどの要因のためである。また今回の実証プラントでは、4品目同時一貫処理ということもあり、テレビならテレビ単品での処理費を表現することも不可能であった。最終的な処理費用については、今後、実際にリサイクルプラントを建設・運営する事業体に委ねられることになる。

なお、今回の実証研究においては、廃家電の排出場所からプラントまでへの回収、収集費用および回収物（再商品）の運搬などに関わる物流費が、実際のプラントでの処理費とほぼ同程度になることが予想されている。廃家電のリサイクルプロセス全体において、プラント（工場）への調達物流および回収物（再商品）の販売物流を、いかにシステムティックに、かつ経済性のあるものにするかの重要性を示す実験結果でもあるといえよう。

（2）家電メーカーの具体的な取り組み

2001年4月の家電リサイクル法の施行を控え、各家電メーカーはそれへの対応の動きを具体化させている。家電リサイクル工場を立ち上げるために子会社を設立する、廃棄物処理業者と提携して、家電リサイクル工場を稼働させる、あるいは複数の家電メーカーが共同で家電リサイクル工場の建設に着手するといった動きである。ここでは、この1年間程の家電メーカーの動きについて、主に一般紙、業界紙の記事などに依りながら整理してみたい。

①日立製作所

日立製作所は、1999年5月6日、テレビ、冷蔵庫、洗濯機、エアコンの対象4品目の廃家電の解体、分別処理を実施するための子会社「関東エコリサイクル」を設立した。この関東エコリサイクルは、栃木県大平町にある日立製作所栃木事業所にリサイクルプラントを建設し、北関東地区から排出される廃家電の回収、処理にあたることになる。当初の処理能力としては、年間30万台が予定されている。

関東エコリサイクルは、資本金3000万円のうち、日立製作所が3分の2を、残りの3分の1を廃棄物処理業者の有明興業が出資して設立された会社である。2000年6月には、他の家電メーカーの出資を募り、資本金を3億円に増資、年間処理能力も40万台に拡大する計画である。（注6）

日立製作所では、環境に配慮したモノづくり、リサイクルしやすい製品作りを目指し、99年12月からまずパソコンを手始めに、家電製品にリサイクル情報を添付する方針を明らかにしている。このリサイクル情報は「環境データシート」と呼ばれるものであり、

素材の成分や再生品の使用量、有害物質を発生させる恐れのある素材の有無など8項目が記載されている。主な記入項目は、次のような内容となっている。

- ・鉄やプラスチックなどの主な材料の構成比
- ・発泡スチロールなど包装材の構成比
- ・再生プラスチックの使用量
- ・ゴミ処理が煩雑な鉛はんだの使用量
- ・ダイオキシン発生のおそれのある臭素系難燃材および塩化ビニルの有無

日立製作所では、2001年度までにパソコン、冷蔵庫、エアコン、テレビなど約30品目にこの環境データシートを添付していく予定であり、順次、産業機械などにも拡大していく計画である。また、日立製作所では、減量化、再資源化、省エネルギー化など、約90項目を設定し、従来品に比べてリサイクル率などが向上している製品には、独自に「環境マーク」を添付している。(注7)

日立製作所、シャープ、三洋電機、三菱電機、ソニーの家電メーカー5社は、一時保管場所の運営、さらに処理工場へ輸送する際の物流システムの共同化、処理工場の共同利用の方針を打ち出している。処理工場の建設、運営には大きな投資が必要となり、また全国規模の回収網の構築も求められることから、共同化の方向が検討されてきたものである。上記5社については、各社単独の専属小売店の数も少なく、手を組むことで廃家電回収の窓口となる小売店の全国的な展開を図ろうという狙いがある。

一方、上記5社グループとは別に、松下電器産業と東芝とが提携して、廃家電のリサイクルを進めようとする動きもある。松下電器産業の場合、大阪市内でのリサイクルの実験(家電製品協会実施のテレビのリサイクル実証研究では、サニーメタルが業務委託先、松下電器産業が開発委託先となり研究が進められた経緯がある)、また東芝の子会社が北九州市で立ち上げたりサイクル会社に出資するなど、両社が提携することにより、リサイクル費用の低コスト化実現が可能との判断があるようである。また、5社グループとは異なり、全国に多数の工場が分散立地しており、専属的な小売店を多数抱えているという、工場配置、販売ネットワークの相違も作用しているようである。(注8)

②三菱電機

三菱電機の子会社「ハイパーサイクルシステムズ」は、1999年5月12日、千葉県市川市東浜の廃家電リサイクル工場を稼働させた。このハイパーサイクルシステムズは、三菱電機が3億9000万円、地元の廃棄物処理業者である市川環境エンジニアリングが、5000万円を出資して設立された廃家電、OA機器のリサイクル処理会社である。なお、家電製品協会が1996年8月から98年3月にかけて実施した冷蔵庫のリサイクル実証研究で

は、欧州 I 型方式を検証する関東地区の業務委託先として、市川環境エンジニアリングがこれにあたり、開発委託先は三菱電機がこれを担当していた実績がある。

当面は、年間30万台の能力で、主に地方自治体からの委託を受けて廃家電の処理にあたるが、2001年4月以降には年間処理能力を60万台とし、自治体ルートに加えて家電小売店からも廃家電、廃 OA 機器を回収し、分解、再生処理を行う予定である。

ハイパーサイクルシステムズでは、地方自治体から委託された廃家電処理を通じて、製品を分解・再利用の容易な設計としたり、消費者が負担するリサイクル料金の算定基準を明確にするための研究を行うという。また、当工場では冷蔵庫断熱材のフロン回収を進めるほか、プラスチックを部品として再利用する技術開発も進められる予定である。

現在、千葉県内各市における粗大ごみ引取手数料は、無料の自治体から1台3000円程度のところまで、まちまちである。ところで、当リサイクル工場における現行の処理費用は冷蔵庫が5000円、他の3品目については3000円から5000円の幅であるという。2001年4月以降、廃家電の排出者である消費者は、廃家電のリサイクル工場までの輸送費にリサイクル費用を加えた料金を支払うことになるが、その総額を極力低めに抑えるためには、輸送に関わる費用をいかに抑えるか、そのための合理的でかつ効率的な回収システムの構築が不可避とみられている。(注9)

③ソニー

前述のように日立製作所、三菱電機などの家電メーカー5社は、共同で廃家電のリサイクル処理に取り組もうとしている。ここで、5社グループの一員であるソニーの状況についても触れたい。

2000年2月4日、ソニーが中心となり、三菱電機、三洋電機、シャープ、日立製作所も資本参加しているリサイクル会社「グリーンサイクル」(本社名古屋市 資本金3億円)は、名古屋市に廃棄家電リサイクル工場を建設し、2000年11月から工場の操業を開始することを発表した。当工場は、5社グループの東海、北陸地区における家電リサイクルの拠点として位置づけられており、年間70万台の廃家電、OA機器の破碎、資源回収が想定されている。(注10)

④東芝

東芝は、1998年12月4日に家電リサイクル会社「西日本家電リサイクル」(資本金3000万円)を全額出資で設立した。その後、家電メーカー各社が資本参加して、資本金を4億円にまで増資しているが、新たに出資したのは東芝以外では、テルム、松下電器産業、日立製作所、三菱電機、三洋電機、シャープ、ソニー、富士通ゼネラルの各社であ

る。つまり、松下、東芝の2社グループと、その他家電メーカーの5社グループとが共に出資するというオール家電メーカー参加という形である。なお、テルムは1961年に東芝が全額出資した子会社であり、現在、「エコリサイクル活動」と「エコクリニック活動」の2つの事業活動を行っているが、東芝が動脈を、テルムが静脈を分担するという意味で、機能的に分社した子会社であるという。

西日本家電リサイクルは、家電リサイクル法により定められている家電4品目を高度に分解、選別し、高品質な再生原料を生産すると同時に、フロンなどの適正処理をすることを狙いとして設立された。リサイクルプラントは、北九州市響灘の総合環境コンビナートにおいて99年5月に起工式が行われ、2000年4月に竣工している。プラントの能力は、年間300日稼働で50万台を再生処理するという規模であり、生産体制の変更により年間処理能力を75万台程度まで拡張することが可能という。当面は、北部九州4県において排出される廃家電のリサイクル処理を行う拠点としての位置づけである。ただし、法施行1年前の竣工である。集荷量の問題や物流システム、さらに価格、料金の問題など、先行している1年の間に実証的に研究を進めうるテーマも多いであろう。(注11)

3. 物流事業者による静脈物流への取り組み

物流事業者は、ごく最近まで専ら動脈部分の物流を担ってきた。サプライチェーンにおける発言力が、次第に大型小売店、全国展開のチェーン小売店に移行してきているとはいえ、メーカーが製造し、卸売業の手を経て小売店の店頭に並ぶ商品の、モノの流れに関しては、濃淡はあるにせよ物流事業者が様々な局面で関与してきた。必ずしも商品とは呼べないが、原材料、工程部品などの輸送や保管、プラント類の輸送および据付け、さらに個人から個人への宅配の輸送ニーズに应运ってきたのも物流事業者である。

物流事業者がこれまで主に手掛けてきた、これらのモノに共通するのは、それらが「新品」であるという点である。受取人がこれからそれを消費しよう、使用しようとするモノは、それが仮に長年着用した衣類、サイズがあわなくなった衣類を知り合いに宅配便で送る場合であっても、受け手にとってはやはり「新品」であろう。その意味で、物流事業者の役割は、いわば健康な動脈を確保することにあつたといえる。

ところで、今日の工業化社会では、1個の商品(製品)を製造する過程において、様々なクズが排出される。金属の裁断クズであったり、プラスチックのバリであったり、陳腐化してしまった部品などのクズが排出される。流通過程においても、首尾よく最終消費者の手に渡らずに返品処理されるもの、賞味期間内に買い取られることなく処分される食料品など、最終目的地に到着することなく途中でチェーンから脱落してしまうものも多い。また消費者の家庭で中身が消費された後に残る容器や包装材なども、まさに消

費の瞬間から不用品として何らかの処理・処分を待つことになる。さらに耐用年数に達した家電などの工業製品、あるいは経済的に陳腐化してしまい消費者に見離されてしまったこれら製品の廃棄処理・処分などについては、製品、商品の流れとは別の流れで取り扱われてきた。主に市町村などの地方自治体や廃棄物収集運搬業、廃棄物処理業、再生資源業などにより静脈部分が確保されてきたのである。(注12)

これまで物流事業者は、専ら動脈部分の物流を担ってきた感はあるが、決して静脈部分に無縁で来た訳ではない。例えば乾電池や蛍光灯などの水銀を含んだ廃棄物については、国内でこれらを適正に処理し、再資源化できる施設は、北海道北見市郊外の野村興産イトムカ鉱業所など、極めて限られている。このため、全国の自治体などで回収されたこれらの廃棄物については、従来から日本通運などの物流事業者が、自治体の一時保管場所から集荷し、その後海上コンテナ、鉄道コンテナなどを利用しながら北海道への一貫輸送を手掛けてきた。

また、物流事業者が特定のOA機器メーカーとの契約に基づき、全国で発生する使用済みトナーカートリッジの回収、さらに海外の再資源化工場への輸送などの静脈物流に参画してきた例もある。

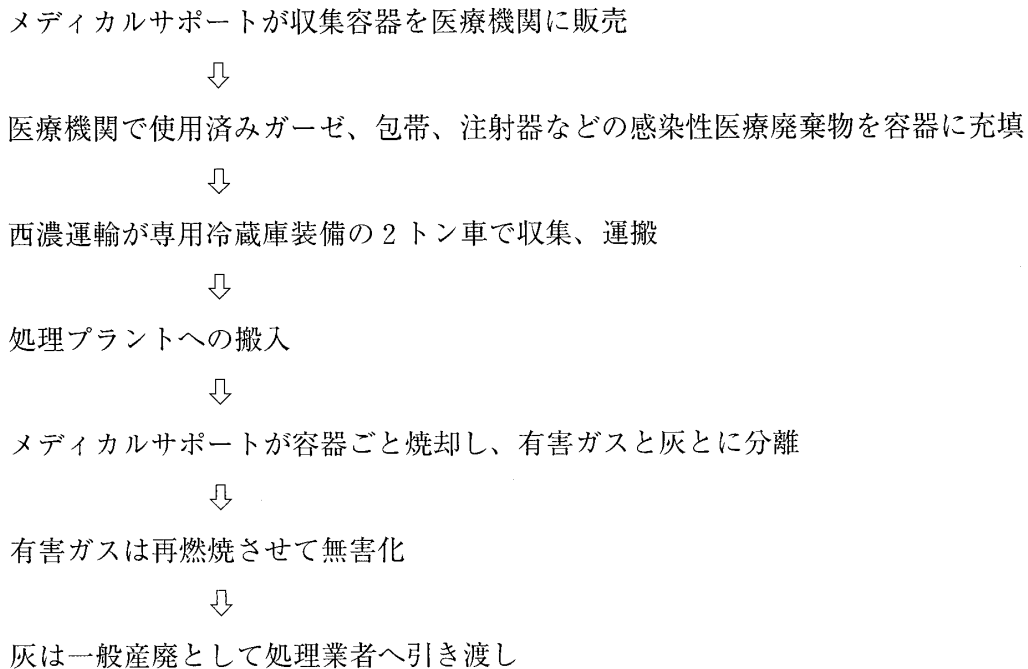
ここでは、近年、急速に表面化してきた物流事業者による静脈物流への取り組みのいくつかを跡付けることにより、廃棄物処理あるいはリサイクルなどと物流事業者との関連について考えてみたい。

(1) 全国ネットワークをもつ物流事業者の取り組み

①西濃運輸

西濃運輸は、製品回収や廃棄物輸送などの静脈物流を、今後のひとつの有望分野ととらえている。これまでもトナーカートリッジやリースパソコン、再生用古紙などの回収やトヨタ自動車のハイブリッドカー「プリウス」のバッテリーの回収などを手掛けてきた。この他、最近では企業の製品回収、返品物流業務を一括的に管理運営する「カンガルーおかえり便」などのサービスを提供している。この「おかえり便」は、99年9月からスタートした新商品であり、季節商品や期限切れ商品、クーリングオフなどにより、いつどこで発生するか把握の困難な返品物流の効率化を図る狙いがある。ユーザーから集荷して荷主企業の指定場所へ届ける一種の荷主代行サービスである。

また、同社は2000年4月からは、感染性医療産業廃棄物の回収運搬から焼却処理に至る一連の医療産廃事業を開始している。西濃運輸は、98年12月に運用会社の「メディカルサポート」を設立しているが、今後は、愛知県内の専用処理プラントで医療産廃事業が本格化することになる。この事業の概要は、次のような流れとなっている。



②日本通運

日本通運は、前述の含水銀廃棄物の広域回収システムやトナーカートリッジの回収、使用済みパソコン、OA機器のリサイクルなど多方面でリサイクル物流を展開してきたが、1997年4月にはエコビジネス部を立ち上げ、静脈物流への本格的な参画を果たしている。

埼玉新都心開発に伴う建設残土の輸送にあたっては、JR貨物と共同で大宮と熊谷貨物ターミナル間の約40kmを16両編成の専用列車で結んだ。日本通運は、このための専用トラックおよび専用コンテナを開発し、97年年初から2年間にわたり、約44万m³（コンテナ個数にして74,000個）の土砂輸送を実施している。生活環境を守り、交通混雑を回避するための鉄道輸送であったが、専用トラック、専用コンテナの開発など、日本通運の得意とする分野での静脈物流の展開となっている。

動脈物流の対象となっている製品（商品）の場合、それが家電製品であれ、飲料などの食料品であれ、また大根などの野菜の場合であっても、ダンボール箱などの容器に収納され、パレット積みなどのユニット化が図られている。これに対して、静脈物流の対象となる産業廃棄物や使用済みOA機器、およびその部品などは、その種類が多く、また一般的にその形状は不特定である。なかには有害物質が含まれる場合もある。したがって、静脈物流においては、その対象となる物質を安全に、効率よく収納しうる容器、例えば専用コンテナなどの容器の準備が不可欠となる。また輸送方式としても、環境への負荷を抑えるために、鉄道、海運の利用促進や、CNGやLPGなどを燃料とする低公

害型トラックの使用を十分に検討する必要がある。

日本通運は、その全国ネットワークの広がり、ほぼ全国の自治体をカバーする産業廃棄物収集運搬事業許可の取得、処理業者とのネットワーク構築などを背景に、99年5月から専用ボックス設置方式による建設副産物の回収サービスを開始している。これは持ち運び可能な分別輸送機材「エヌ・アールボックス」を建設現場に設置し、現場で発生する木屑や石膏ボード、梱包材などの建設副産物を分別して、それぞれのボックスに投入してもらい、ボックスが一杯となった時点で日本通運が回収し、リサイクル工場へ輸送するというシステムである。

「エヌ・アールボックス」は、縦、横、高さがそれぞれ110cm、80cm、150cmの大きさであり、下部に車輪が装着されて移動しやすい構造となっており、500kgまでの内容物を収納できる。工事現場からボックスが一杯になったとの連絡を受けると、日本通運は2トン車でこの回収にあたり、代わりに空ボックスを置いてくる。回収されたボックスは、積替え保管場所に運ばれ、ここで品目ごとにまとめられた後、大型トラックで近郊のリサイクル工場に持ち込まれるという仕組みである。

99年5月、竹中工務店との契約により、関西地区の2つの建設現場からこのシステムの運用が開始されたが、好評であったため、2000年4月からは鹿島、大成建設の東京都および神奈川県内にある建設現場で発生する石膏ボードなどの建設副産物についても、回収サービスを開始している。

(2) OA機器のリサイクル物流

コピー機、パソコン、プリンターなどのOA機器については、これまでも相当程度リサイクルが進められている。例えば、コピー機の主要3部品と呼ばれるカートリッジ、ドラム、トナーなどについては、ほぼリサイクルのネットワークが完成しており、従来、再利用が困難とされてきたコピー機の外装カバーについても、古いプラスチックを100%利用した新製品が実用化されている。

OA機器の大半がレンタル方式、あるいはリース方式という賃貸形態をとっていることも、これら部品のリサイクルをスムーズに進行させるためのひとつの大きな要因となっている。つまり、レンタル方式とは、例えばコピー機の場合、そのコピー機本体の所有権は製造元のメーカーに、またリース方式は、メーカー系列の販社などにその所有権のある方式である。事業所などで使用されているコピー機本体は、販売、売り切りの状態にあるのではなく、貸し出しの状態にある。コピー機の使用に伴って発生するカートリッジトナーの補給、さらに本体のメンテナンス、そしてコピー1枚につきいくらかという使用料による収入が、レンタル費用であり、リース費用となる。コピー機を設置し

ているそれぞれの事業所は、これを所有しているのではなく、その機能を利用しているのである。

したがって、コピー機を使用している事業所のニーズとコピー機の性能がミスマッチとなった場合、古いコピー機はメーカーあるいは販社によって引き取られ、多くの場合、同じメーカーの新製品が再び貸し出されることになる。使用場所は貸し出されたそれぞれの事業所であるとはいえ、コピー機自体はメーカーの、あるいは販社の自社製品であり、それが使用済みとなった場合、その処理責任はメーカーあるいは販社にあることになる。このことが廃 OA 機器の適正なりサイクルに大きく貢献していることは確かである。

一般家庭に広く普及している家電製品とは異なり、コピー機をはじめとする OA 機器の場合、それが使用済みとなり、あるいは新製品と交換される場所が事業所という特定の一地点であることも、その使用済みの OA 機器の引き取りを比較的容易にしている理由としてあげられる。このことは、使用中のコピー機のトナーカートリッジの回収時にも、そのままあてはまる条件であろう。つまり、リサイクルの出発点となる OA 機器の所在地が、事業所という比較的限定されたポイントであることは、回収という側面から極めて有利な条件となる。

さらに、OA 機器のリサイクルをよりスムーズなものとしている要素として、廃棄、交換の大量同時性があげられる。コピー機の場合は、各事業所に数台、あるいは各フロアに数台という規模で配置されている例が多く、それほど同時大量廃棄、交換というケースはないと思われるが、パソコンについては、その能力、操作性の統一確保などの見地から事業所ごとに数十台、数百台という単位で一斉に機種が切り換えられることが多い。すなわち、一か所で同時に大量の廃 OA 機器の回収が可能という特性があり、折り返し地点での集合度が高く、対応がより容易であるという条件である。

次に、OA 機器メーカーなどによる具体的なリサイクルの例について触れたい。

①富士通のレーザープリンター関連消耗品のリサイクル

富士通はそのモットーとする「品質、コスト、環境」に基づき、従来からパソコン、プリンターを対象に全国的に輸送事業者の組織化を図り、本格的な回収、リサイクルを進めてきた。1999年夏からは、法人向けの全てのレーザープリンターの使用済み消耗品を対象に、その回収、リサイクルシステムを構築し、運用を開始している。対象となる消耗品はトナー、現像液およびトナーカートリッジであり、トナーと現像液の合計年間発生量は約210トン、トナーカートリッジは年間約690トンほどの発生をみる。従来、これら消耗品の大半は、埋立処分されていたが、2000年度にはこれらの埋立ゼロが目指さ

れている。

プリンター関連消耗品のリサイクルを実際に担当するのは、富士通の子会社である富士通ワコーコである。回収、分解、分別の各プロセスに加わるが、回収については富士通の物流子会社である富士通ロジスティクスが実質的にこれを請け負うことになる。

回収方法としては、レーザープリンターの大きさにより次の2つの方法が採られる。小型レーザープリンター関連の消耗品については、フリーダイヤルによる顧客からの回収依頼を受けて、富士通ロジスティクスが回収の手配をする。実際に回収に出向くのは、低公害車などを多用している日本通運などの物流企業である。この時の回収単位は、5個を1組としている。なお、顧客は回収に係わる費用についてはフリーである。一方、大型レーザープリンターの場合は、料金顧客負担の宅配便で顧客が指定場所へ送ることになる。小型、大型のいずれのプリンター消耗品も最終的には、埼玉県熊谷市の富士通ロジスティクスの倉庫に集約され、機種別に分類、分解される。

分解されたトナーカートリッジの金属部分の3割程は、検査を受け、クリーニングされた上で再使用可能部品として富士通の工場へ送られ、部品として新製品に再び組み込まれる。これ以外の金属は、再資源化原料として処理業者に販売されることになる。

現像液はトナーを適切に用紙に付着させるための補助剤であるが、その成分の95%は鉄粉である。これまで技術的に再生は困難とされてきたが、プラスチック類、トナーと共に高炉還元剤としての用途が開発されたことにより、再利用の途がひらかれることになった。現在、高炉還元剤対象品である現像液、プラスチック類、トナーは全国各地から一度熊谷市の富士通ロジスティクスの施設に集約され、ここで分別、一時保管された後、日本鋼管の指定する処理業者の施設を経て、川崎市の日本鋼管の高炉に運ばれている。今後はこの多段階輸送を回避し、輸送合理化を図る計画である。なお、富士通では今後、レーザープリンター関連の消耗品以外にもリサイクルの対象を拡大し、回収ネットワークの改善を予定している。また、商品（新製品）の納入と同時に、消耗品などの回収を行うシステムも検討されているが、回収個数を事前に把握すること、伝票の取り扱い方法、さらに運賃の確定方法など、動脈部分と静脈部分の一体化の試みには、なお解決されるべき課題も多いという。(注12)

②阪急カーゴサービス

1999年の5月以降、阪急カーゴサービスは、東京都や千葉県、神奈川県などの自治体から産業廃棄物収集運搬の許可を取得し、OA機器のリサイクル物流を本格化させている。阪急カーゴサービスのリサイクル物流の特徴の第一は、産業廃棄物中間処理業者と提携することにより、確かな受け皿の存在をアピールし、回収物流需要の拡大を図ろう

としている点である。阪急カーゴサービスが提携している中間処理業者の日新産商は、前述の家電製品協会の使用済み家電製品の処理技術実証研究において、冷蔵庫のリサイクルに関する関東地区での業務委託先のひとつとなっていた事業者である。また阪急カーゴサービスでは、インターネット上のホームページにおいて直接、リサイクル物流に関わる費用見積りなどを提供できるシステムを組んでおり、ソフト面での対応も進められている点が、もう一方の特徴といえよう。

阪急カーゴサービスは、東京有明および伊丹空港近くに回収 OA 機器の一時保管場所を設置しており、ここから神奈川県秦野市および大阪市東淀川区の中間処理施設へ廃棄 OA 機器を輸送している。事務手続き上は、一時保管場所までは有価物輸送、一時保管場所から処理施設までは廃棄物輸送ということになるが、これでは一般の事業所などにとって分かりにくい。そこで阪急カーゴサービスの場合には、有価物輸送料金と廃棄物輸送料金をパックにし、パソコン本体とディスプレイを含むセットで3000～4000円程度で回収業務を受託しているという。

阪急カーゴサービスの事例は、物流事業者が単に廃棄物を輸送するだけでなく、その引受責任体制を中間処理業者との提携という形で明確に示している点、また廃棄 OA 機器排出者による容易なアクセスを可能としている点、さらにその料金体系の分かりやすさなどから、リサイクル物流に関わる物流事業者が、今後検討すべき課題のいくつかを示していると思われる。

(3) 廃家電リサイクル事業への取り組み

① 渋沢陸運

2000年4月のグループ会社 渋沢ムービングの吸収合併を契機に、事業領域を拡大して静脈物流の本格的展開を目指している。従来から家電やパソコンなどの小口配送を行ってきたが、「家電リサイクル法」施行スケジュールを念頭に、今後は使用済み家電の廃棄、リサイクルに伴う輸送ニーズを確実に取り込んでいく計画である。

既に東京都、神奈川県、埼玉県、大阪府などで産業廃棄物の収集運搬事業許可を取得しており、大都市圏を中心に取り扱い体制の整備を進め、将来的には全国的な展開が目指されている。(注14)

② 西武運輸

パソコン、プリンターなどのメーカー、リース会社、販売店から OA 機器の配達業務を委託されているが、商品の納入時に使用済み機器の回収を求められるケースが増加している。このため、99年12月までに、沖縄県を除く全国91の自治体から産業廃棄物収

集運搬業の許可を取得しており、今後は廃家電の回収、運搬業務も実施していく予定である。既に全国で2トン車350台を廃棄物収集運搬車両（許可取扱品目は廃プラスチック類、紙屑、木屑など7品目）として登録済である。

既にその一部は稼働中であるが、今後、「産業廃棄物輸送システム」を全国の支店、営業所で本格的に展開する予定である。このシステムは、顧客から回収依頼を受けた営業窓口支店が顧客最寄りの営業所に収集指示を出し、これに基づき営業所が回収し、中間処理業者に持ち込むというものであり、指示、作業系統を全国ネットで統一的行おうとするものである。なお、将来的には、排出事業者と処分事業者との間でやりとりされる「産業廃棄物管理票」（マニフェスト）を電子的に管理する情報システムの整備も視野に入れている。（注15）

③九州産交運輸

九州産交運輸は、2000年7月着工、2001年1月竣工、同4月稼働予定で、熊本県水俣市に家電リサイクル工場を建設する予定である。物流企業自体が、リサイクル基地の建設を手掛けるのは全国初のケースである。また、熊本県、水俣市の「水俣エコタウン構想」の中核事業のひとつとしても位置づけられている。

今回の家電リサイクルプラントは、九州産交運輸100%出資になる「アクトビーリサイクリング」（資本金1000万円、99年12月設立）によって運営されることになる。プラントは水俣市浜松町の水俣産業団地内に敷地面積2万m²、鉄骨平屋建て延床面積4600m²で建設され、破碎機や自動分別システム（金属／プラスチック）が設備される。家電メーカーの委託を受けて、家電リサイクル法の対象品目であるテレビ、冷蔵庫、洗濯機、エアコンの4品目をリサイクルし、金属、樹脂などに解体・分別後、原材料として再生されることになる。2001年度には20万台（従業員30人）、2004年度には40万台（従業員50人）の処理を計画している。

なお、「アクト社」は、2001年春には家電メーカー6社（日立製作所、三菱電機、三洋電機、シャープ、ソニー、富士通ゼネラル）およびエアコンメーカーの三菱重工業、長府製作所、さらに地元運輸会社などからの出資を得て、資本金を2億円に増資する予定である。

当該リサイクルプラントは、熊本、宮崎、鹿児島以南九州3県を対象に、廃家電を回収し、そのリサイクルを担うものである。各県にそれぞれ3か所程度のメーカー指定引き取り場所が設定される予定であるが、九州産交運輸では、その指定場所として自社のターミナルを充当する予定である。これにより小売店などからターミナルへの、またターミナルからリサイクルプラントへの一貫回収輸送を果たし、さらに再生をも自社で手掛

けることにより、回収、処理の低コスト化を実現し、消費者の負担を軽減しうるのではないかと考えられているようである。なお、家電リサイクルプラントとしては、前述の東芝などが出資する「西日本家電リサイクル」(北九州市)に次いで、九州では2番目のプラントとなる。(注16)

結びにかえて

香川県豊島(てしま)に不法投棄された約50万トンもの産業廃棄物撤去の道筋が、ようやく見えてきた。豊島の産業廃棄物処理業者が、有害廃棄物処理の許可を香川県に申請して、県の許可の下、廃棄物を島内に持ち込み始めてから、実に四半世紀近くの時間が経過している。産廃不法投棄という原因そのものは当然のことであるが、豊島住民との感情的ともいえる対立など、これを巡る香川県の対応のまずさもあり、約25年という長い間、住民に不安と苦痛を与え続ける結果となってしまった。

豊島の産業廃棄物の大半は、自動車破砕くず(シュレッダーダスト)である。しかしシュレッダー業者は、同時に廃家電品の破砕を手掛けていることが多く、豊島の場合にも、多分に廃家電処理後のシュレッダーダストが含まれていると思われる。今後、約10年という長年月と約300億円と試算されている公的資金(税金)を投入して、豊島の西隣に位置する直島で、有害産廃を高温で溶かして処理する方針が固まっている。

豊島の産廃問題は、住民がゴミ問題を公害調停で解決しようという手段を採用するきっかけともなっているが、それと同時に、排出企業の原状回復責任の明確化などの新たな展開も導いている。また、「後処理」が、いかに多大な労力と莫大な費用とを要するものなのかを示す格好の例ともいえる。

2001年4月施行の「家電リサイクル法」を巡り、各家電メーカーや、従来、動脈部分を主に担ってきた物流事業者が、様々な形で循環型経済社会構築のために動きだしていることは、前章までにみてきたとおりであり、現在も事態はなお流動的である。いずれにしても、家電メーカーおよびその静脈部分を担当する物流事業者の双方ともが、ようやく体制を整えつつあるという段階であり、当面できそうな所から手を付け始めたという状況である。

「家電リサイクル法」においては、家電メーカーのリサイクル責任の明確化が、ひとつの大きな特徴としてあげられる。リサイクル費用の低減のために、各家電メーカーは省エネ設計などと同時に、廃棄された家電品から再利用できる部品を分離しやすい製品作り、プラスチック類などのグレード数を減じて、素材としての再利用を容易にする素材構成などに取り組んでいる。

ところで、テレビ、冷蔵庫などの家電製品の平均的な寿命は約10年といわれており、

分解しやすい製品、分かりやすい素材構成などのリサイクルを念頭において製造された製品が、その役割を終えて廃棄されるまでには、まだやや間がある。つまり、従来型の重くて大きな、分解もしずらく、処理も困難な家電製品が廃棄される状況は、ここ当分、継続しそうである。したがって、リサイクル設計に基づいた家電品が使用済となるまでの間は、従来型の廃家電をいかに効率的に、かつ低コストで回収・運搬し、リサイクル処理するかが課題となる。

排出者（消費者）が負担すべきリサイクル関連費用も、いずれ廃家電の種類、大きさごとに公表されることになろうが、消費者側にあっても家電メーカー側にあっても、これを極力低い水準に抑えたいはずである。リサイクル処理技術そのものについては、家電メーカーおよび中間処理業者などによる研究開発進展の余地もあろう。また規模の経済性などの観点からも、リサイクル処理費用を低減しうる状況もあろう。

問題は、廃家電の回収、運搬、一時保管、分別などの「物流」に関わる部分のコストをいかに低減しうるか、換言すると、静脈部分のシステム化をいかに図るかという点であろう。自動車などに比べると、金属部分の重量比が小さく、金属回収素材としての魅力に乏しい家電製品は、ついでに回収、運搬されて、ついでにシュレッダー処理されてきた感がある。この廃棄物の中でも邪魔者扱いされてきた廃家電を、低コストで回収、運搬、リサイクル処理するためには何が求められるのか。

ひとつは、動脈物流で培ってきたノウハウの静脈物流への応用であろう。全国に構築してきたネットワーク、人材の活用であり、既存施設、情報管理システムを活用するシナジー効果の発揮を考慮すべきであろう。

他方、廃棄物の物流に関して唯一のメリットともいえる「急がない」という特性の活用も重要である。家電小売店や自治体のバックヤードにはスペース的な制限もあるので、ここからの回収は適宜、間をおかずに行うとしても、中間保管施設からリサイクル工場までの間は、大量輸送によるコスト低減効果が期待しうる。

動脈物流とは異なり、静脈物流の対象物資は一定の荷姿を持たない点にも留意する必要がある。中身の種類はともあれ、ダンボール箱などの容器に収納され、パレットの活用も可能な統一的な荷姿をもつ動脈物流対象品とは異なり、特定の容器を持たない静脈物流対象品には、専用コンテナ、通箱的な容器を準備してやる必要がある。有害物質、臭気性の物質というケースも想定されるため、輸送用容器の手配は、動脈物流の場合以上に重要となる。

静脈物流において用いられる輸送手段には、とりわけ十分な配慮が必要であろう。もともと、環境への負荷を軽減し、循環型経済社会の構築に寄与するということに静脈物流の成立根拠は見いださう。都市内や近距離の輸送にはCNGやLPGなど低公害

な燃料を使用するトラックの利用を、一方、長距離輸送にあつては、鉄道や海運といった環境負荷の小さな輸送手段の利用を十分に検討すべきであろう。

廃家電を例に、そのリサイクルと静脈物流との関連を考察してきたが、前述のように家電メーカー、物流事業者のいずれにあつても、いわばシステムの試作段階にあるといつてよい状況である。当面は、できそうな所から徐々に手をつけていこう、という姿勢であるが、一挙にリサイクル対応型使用済み家電が現れるという状況ではないため、順次、改良が加えられて、より効率的で低コストな仕組みが出来上がっていくことを期待したい。

なお、長期的には、リサイクル対応型家電製品などの開発と並行的に、家電製品、自動車、パソコンなどの耐久消費財については、消費者はそれらを所有するのではなく、その機能を利用するという観点から、レンタルあるいはリース方式を拡大して、リサイクルを含む製品のライフサイクル全体を、メーカーなどの当事者が一元的に掌握しうる制度の確立も検討されてよいのではないかと考える。

(注1) 財団法人家電製品協会は、1991年9月から東京都内4区(新宿、渋谷、葛飾、江戸川の各区)を対象に廃家電回収事業を試験的に実施してきたが、92年4月以降、その事業を都内23区に拡大した。この事業は、メーカーと販売店とで構成される廃家電品回収支援協議会が、回収業者と契約を交わし実施されるものである。

家電メーカーの拠出になる回収支援事業基金の運用益を活用して、1回収業者につき1台の割合でパッカー車リース料の3分の1を助成するというものである。回収業者のパッカー車が週1回の割合で家電販売店を巡回し、廃家電を有料で回収するシステムであり、その後、全国的な広がりをみせている。

(注2) 「再生資源の利用の促進に関する法律」(略称、リサイクル法)においては、第一種指定製品として、自動車、エアコン、テレビ受像機、電気冷蔵庫、電気洗濯機、電動工具、パソコンなどがあげられている。この第一種指定製品とは、「それが一度使用され、又は使用されずに収集され、若しくは廃棄された後、その全部又は一部を再生資源として利用することを促進することが、当該再生資源の有効な利用を図る上で特に必要なものとして政令で定める製品」である。法第13条では第一種指定製品の製造、加工、修理又は販売の事業を行う者を対象に、その行動のよりどころとするために、いかなる努力を行えばよいかについての目安を示すことを規定している。

また、「エネルギー等の使用の合理化及び再生資源の利用に関する事業活動促進に関する臨時措置法」(略称、省エネ・リサイクル支援法)においては、省エネルギー、フ

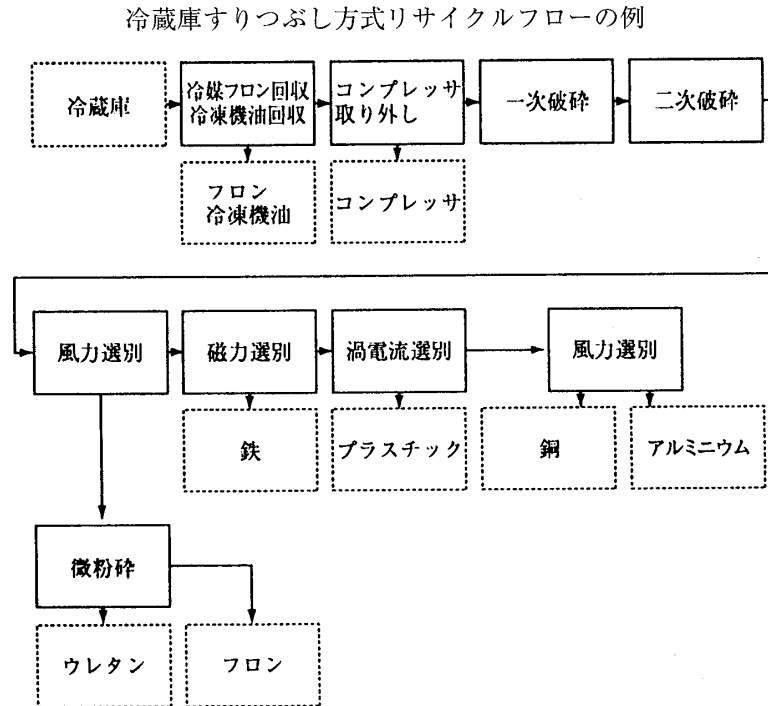
ロン等の特定物質の使用の合理化及びリサイクルの促進に関する事業活動を行う事業者は、事業計画を策定し、主務大臣規定の努力指針などに基づき主務大臣により承認されたものについては、助成措置が受けられることとされている。

(注3) 廃家電処理に関わる収集・運搬費、リサイクル費用などの収受関係は、法律により明確に規定されている。ただし、2001年4月の本格施行までに、それらの料金水準が果して公表され、十分に了承済となっているかどうかについては、疑問視する関係者も多い。現行、市町村が「粗大ゴミ」として収集している廃家電については、その大半がほとんどそのまま破碎、埋立処分となっているため、無料あるいは一部自治体で有料(500円~1000円程度)と対応がまちまちである。また、小売店ルートにしても、無料または収集手数料として1000円程度が徴収されるケースが多い。排出者としての消費者の立場からはリサイクルのためには応分の負担は止むなしと考えるにしても、関係者により試算されている冷蔵庫1台当たり5000円程度という数値には、どうしても「割高感」が伴うようである。

(注4) 1997年6月、厚生省所管の「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」(略称、廃掃法)は大幅に改正された。この改正は逼迫する産業廃棄物最終処分場の容量不足、後を絶たない不法投棄などに対処するためにとられた措置である。改正以前にも医療廃棄物などの特別管理産業廃棄物に限って、マニフェスト制度は導入されていた。しかしながら、改正により、全ての産業廃棄物にこのマニフェスト制度が導入されることとなり、このことが改正のひとつの大きな眼目となっている。

このマニフェスト制度は、排出者がその廃棄物の運搬・処分を他者に委託する場合、廃棄物の種類、量、委託先名などを記入した管理票を発行し、運搬、処理後に受託者からその回付を受けることにより、管理責任の明確化を図り、廃棄物の適正処理を担保しようとする制度である。

(注5) 冷蔵庫リサイクルにおける「すりつぶし方式」の代表的なフローは、以下に示すとおりである。



出典：永田勝也 監修「家電リサイクルング」工業調査会 より転載

(注6) 朝日新聞 1999.5.7.および2000.2.5.の記事参照

(注7) 朝日新聞 1999.10.27.の記事参照

(注8) 朝日新聞 1999.8.19.の記事参照

(注9) 朝日新聞 1999.5.7. '99.5.13. '99.5.20.及び日刊運輸新聞1999.10.18.より

(注10) 朝日新聞 2000.2.5.の記事参照

(注11) 高杉晋吾著 「北九州エコタウンを見に行く」ダイヤモンド社 参照

(注12) 廃棄物収集運搬業の許可業者は約92,000社、廃棄物処理業のうち中間処理業は約5,500社、また最終処分業については、約2,200社程が許可業者となっている。その大部分は極めて零細な規模であるという。

(注13) 日刊運輸新聞 1999.8.2.の記事参照

(注14) 日刊運輸新聞 2000.3.6.の記事参照

(注15) 運輸世界新聞 2000.3.8.の記事参照

(注16) 日刊運輸新聞 2000.2.21.および運輸世界新聞 2000.3.8.の記事参照

参考文献

- 1) 「季刊 輸送展望」1997年冬季号 日通総合研究所 1997年11月
- 2) 「月刊 マテリアル フロー」1999年6月号 流通研究社 1999年6月
- 3) 通商産業省 機械情報産業局 電気機器課編「家電リサイクル法の解説」通商産業調査会 1999年3月
- 4) 石川禎昭 編著「廃棄物・リサイクル関係法令早わかり」オーム社 1999年1月
- 5) アーサー・D・リトル社 環境ビジネス・プラクティス著「環境ビジネスの成長戦略」ダイヤモンド社 1997年10月
- 6) 山本良一監修 産業環境管理協会編集「エコプロダクツ時代の到来」日科技連出版社 1999年11月
- 7) 盛岡 通 編著「産業社会は廃棄物ゼロをめざす」森北出版 1998年12月
- 8) 畠山森国 著「産業別廃棄物事情」日報 1995年5月
- 9) 永田勝也監修 上野潔・寺崎政男・岩田勇次著「家電リサイクルング」工業調査会 1999年5月
- 10) 梅田靖 編著「インバース・マニュファクチャリング」工業調査会 1998年7月
- 11) 高杉晋吾 著「北九州エコタウンを見に行く」ダイヤモンド社 1999年11月
- 12) 植田和弘、「循環型社会の公共政策」、『・政・策・科・学・』7巻3号 2000年3月 pp.77-88 立命館大学 政策科学会
- 13) デポジット法制定全国ネットワーク【デポネット】編「だれでもできるデポジット」合同出版 2000年3月
- 14) 曾根英二 著「ゴミが降る島」日本経済新聞社 1999年5月