

Title	使用済み電気・電子機器(E-Waste)の適正処理とリサイクル
Sub Title	Proper treatment and recycling of E-Waste
Author	細田, 衛士(Hosoda, Eiji)
Publisher	慶應義塾経済学会
Publication year	2003
Jtitle	三田学会雑誌 (Keio journal of economics). Vol.96, No.2 (2003. 7) ,p.227(89)- 250(112)
JaLC DOI	10.14991/001.20030701-0089
Abstract	<p>E-Wasteと呼ばれる廃電気・電子機器は, 有用稀少金属も含む一方で有害物質も含んでいる。汚染を未然に防ぐという意味で適正に処理・リサイクルする場合, 処理・リサイクル費用が再資源化物の価格よりも大きくなる場合が多い。このとき, E-Wasteの潜在資源価値は通常の市場では顕在化されず, E-Wasteはリサイクルされずに廃棄されることになる。個別リサイクル法によって回収・リサイクルを促すことはできるが, 日本の個別リサイクル法には使用済み製品の回収を促進させる効果が小さい。このためE-Wasteは中国などの発展途上国に流出し, 不適正な形で処理・リサイクルされている。他国の環境を汚染するようなE-Wasteの輸出は規制する必要がある。</p> <p>While scrapped electric and electronic devices and appliances, called e-wastes, contain useful rare metals, they also include toxic substances.</p> <p>When e-wastes are properly treated and recycled to prevent pollution beforehand, the costs associated with treating and recycling them often exceeds the market prices of recovered resources.</p> <p>In such cases, the potential resource values of e-wastes are not realized in regular markets, with the e-wastes getting abolished without being recycled.</p> <p>Specialized recycle laws can promote their collection and recycling, but Japan's specialized recycle laws are not very effective in promoting collection of used products.</p> <p>Therefore, e-wastes are exported to developing countries such as China, where e-wastes are not properly treated and recycled.</p> <p>It is incumbent upon us to restrict such exports of e-wastes to prevent polluting environments of other countries.</p>
Notes	特集 : 地球温暖化問題への対応および循環型社会の構築
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234610-20030701-0089

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

使用済み電気・電子機器(E-Waste)の適正処理とリサイクル

Proper Treatment and Recycling of E-Waste

細田 衛士(Eiji Hosoda)

E-Waste と呼ばれる廃電気・電子機器は、有用稀少金属も含む一方で有害物質も含んでいる。汚染を未然に防ぐという意味で適正に処理・リサイクルする場合、処理・リサイクル費用が再資源化物の価格よりも大きくなる場合が多い。このとき、E-Waste の潜在資源価値は通常の市場では顕在化されず、E-Waste はリサイクルされずに廃棄されることになる。個別リサイクル法によって回収・リサイクルを促すことはできるが、日本の個別リサイクル法には使用済み製品の回収を促進させる効果が小さい。このため E-Waste は中国などの発展途上国に流出し、不適正な形で処理・リサイクルされている。他国の環境を汚染するような E-Waste の輸出は規制する必要がある。

Abstract

While scrapped electric and electronic devices and appliances, called e-wastes, contain useful rare metals, they also include toxic substances. When e-wastes are properly treated and recycled to prevent pollution beforehand, the costs associated with treating and recycling them often exceeds the market prices of recovered resources. In such cases, the potential resource values of e-wastes are not realized in regular markets, with the e-wastes getting abolished without being recycled. Specialized recycle laws can promote their collection and recycling, but Japan's specialized recycle laws are not very effective in promoting collection of used products. Therefore, e-wastes are exported to developing countries such as China, where e-wastes are not properly treated and recycled. It is incumbent upon us to restrict such exports of e-wastes to prevent polluting environments of other countries.

使用済み電気・電子機器（E-Waste）の 適正処理とリサイクル

細 田 衛 士

要 旨

E-Waste と呼ばれる廃電気・電子機器は、有用稀少金属も含む一方で有害物質も含んでいる。汚染を未然に防ぐという意味で適正に処理・リサイクルする場合、処理・リサイクル費用が再資源化物の価格よりも大きくなる場合が多い。このとき、E-Wasteの潜在資源価値は通常の市場では顕在化されず、E-Wasteはリサイクルされずに廃棄されることになる。個別リサイクル法によって回収・リサイクルを促すことはできるが、日本の個別リサイクル法には使用済み製品の回収を促進させる効果が小さい。このためE-Wasteは中国などの発展途上国に流出し、不適正な形で処理・リサイクルされている。他国の環境を汚染するようなE-Wasteの輸出は規制する必要がある。

キーワード

E-Waste, 潜在資源性, 潜在汚染性, 適正処理, リサイクル

1 はじめに

日本では2001年度より家電リサイクル法が施行され、法律に基づいた制度的な使用済み家電製品（エアコン、テレビ、洗濯機、冷蔵庫の4品目⁽¹⁾）のリサイクルが始まった。企業から排出される使用済みパーソナル・コンピュータ（PC）も既に資源有効利用促進法の下でのリサイクルが始まっている。個人使用のPCについては、2003年10月1日より同法の下でのリサイクルが始まることになっている。

このように廃電気・電子機器のリサイクルが徐々に体系化されている。日本のリサイクル技術は世界水準にあり、使用済み製品が的確に回収される限り、効率的かつ環境負荷の小さいリサイクルがなされるだろう。しかしここに一つの大きな問題がある。すなわち、排出される廃電気・電子機器が的確に回収されるかどうかということである。回収された使用済み製品のリサイクルがいくら高水準であっても、回収され残したものが不適正に処理されるのであれば、問題は大きい。

(1) 本論文で用いる「使用済み」という用語は、「廃」とほぼ同じ意味である。したがって「使用済み電気・電子機器」という表現と、「廃電気・電子機器」という表現は同じものである。

本論文では、日本における廃電気・電子機器、いわゆる E-Waste のリサイクルの状況を概観し、その経済的意味および環境的意味について述べる。あわせて回収されずに市中に残った製品が外国とりわけ発展途上国に流出した場合に生じる汚染の拡大の可能性に言及する。この点を踏まえた上で、なおかつ東アジアを含めた広域リサイクルを構築することの意味について論じる。

2 使用済み電気・電子機器 (E-Waste) の現状：国内における回収とリサイクル

日本においてテレビ、冷蔵庫、洗濯機といった家電製品は、ほぼ一家に1台備わっているという状態になった。エアー・コンディショナー（以下エアコンと略す）も市場において飽和の状態に近づいており、今後は置き換え需要が主になると見られる（表1参照）。また情報技術の進展とともに、パーソナル・コンピュータ（以下PCと略す）、携帯電話、などの生産量が近年急速に伸びている（図1～3参照）。こうした耐久消費財は一定年限経過すると、廃棄物となって家計や企業から排出されることになる。使用済み電気・電子機器 (E-Waste) が大量に排出されることを考えると、適正処理や再資源化の道筋を作っておかなければならないことは明らかである。

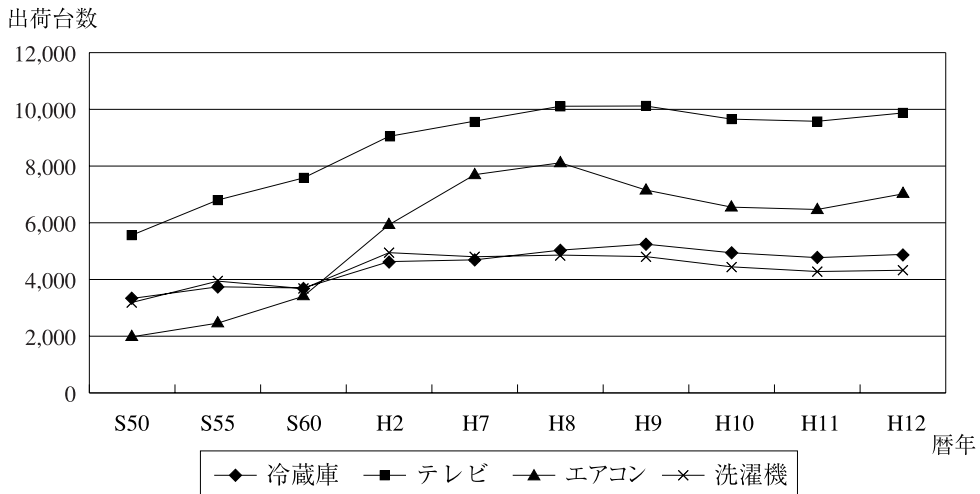
日本で発生する廃棄物の総量と比較すると、E-Waste の量は大きいとは言えない。しかし E-Waste には鉛を初めとする有害物質が入っており、少量でも処理を誤ると環境汚染をもたらす恐れがある。一方 E-Waste には金や銀などの稀少金属も入っている。こうした廃棄物が一般廃棄物として市町村で回収されても適正処理・リサイクルができない。他方、市場に任せておいても適正処理・リサイクルのビジネスが成立するわけでもない。したがって、個別リサイクル法という枠組みを作ることによって、市場を活用しながらの適正処理・リサイクルが図られたのである。この節では、日本の E-Waste 問題を概観する。

表1 主要家電製品の100世帯当たりの保有数量（2002年3月末、単位：台）

プッシュホン	239.8
カラーテレビ	235.0
ルームエアコン	229.9
電気掃除機	141.9
温風ヒーター	136.5
V T R	126.3
電気冷蔵庫	124.8
電気洗濯機	110.2
電子レンジ	101.6

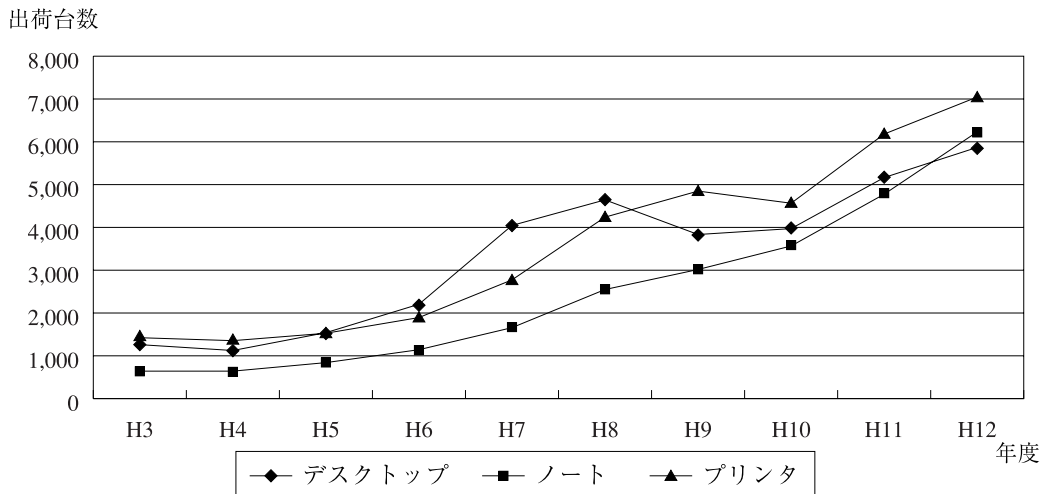
出典：内閣府「消費動向調査2002年3月版」
尚、同資料は、(財)家電製品協会『家電産業ハンドブック』にも掲載。

図1 家電4品目出荷量推移 (単位：千台)



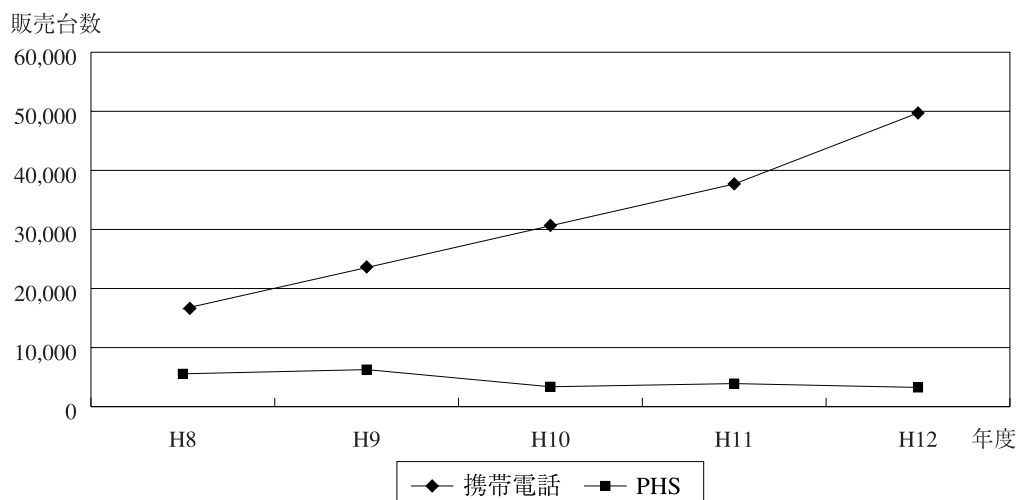
出典:(社)日本電気工業会、(社)電子情報技術産業協会「国内出荷自主統計」、
(社)日本冷凍空調工業会自主統計

図2 PC出荷量推移 (単位：千台)



出典:「使用済みコンピュータの回収・リユース・リサイクルの状況に関する調査報告書」
(社)電子情報技術産業協会 (平成13年3月)

図3 携帯電話・PHS販売台数推移（単位：千台）



出典：情報通信ネットワーク産業協会

2.1 家電リサイクルの状況

家電リサイクル法が施行される以前、家庭から排出される使用済み家電製品は一般廃棄物として、企業から排出される使用済み家電製品は産業廃棄物として処理されていた。前者のなかで中型・大型の家電製品は、いわゆる粗大ごみの形で市町村で処理されていた。市町村における使用済み家電製品の処理は、あくまで一般廃棄物処理という範疇で行われるので、ほとんどリサイクルされず、金、銀、パラジウムなどの稀少貴金属もほとんど回収されない。

一方、産業廃棄物として処理される使用済み家電製品は、民間の処理・リサイクル業者によって扱われていた。適正処理するのにふさわしい処理料金がこうした業者に支払われれば、環境負荷のより小さな処理が行われ、リサイクルも進展したかもしれない。しかし、正確なデータはないものの、筆者の観察および聞き取りによれば、適正処理・リサイクルとは言えない処理が行われていたと考えられる。

一般廃棄物として処理されるにせよ、産業廃棄物として処理されるにせよ、使用済み家電製品は、長い間、適正とは言えない処理・リサイクルが行われてきたのである。ここで言う「適正ではない」という意味は、典型的には処理・リサイクル後の残渣の扱いが不適當であるということである。たとえば、ほとんどリサイクルせずにシュレッダーマシンで処理し、残渣を最終処分場に埋め立てたり、あるいは残渣を法で定められた最終処分場以外の場所で処理するなどである。

こうした状況に鑑み、国は2001年度より「家電リサイクル法」を施行し、使用済み家電製品の適正処理・リサイクルを目指した。ここで法律の詳細を述べることは避けるが、概略次のようなプロセスでリサイクルがなされている。⁽²⁾

最終ユーザーが法の施行令で定められた使用済み家電製品を廃棄する場合、販売店に引き渡さなければならない。このとき、ユーザーはリサイクル券を購入・添付し、処理費用を支払う。販売店はユーザーから引き渡された使用済み家電製品を、メーカーが定めた指定引き取り場所まで輸送する。指定引き取り場所からリサイクル・プラントまで輸送し、リサイクルするのはメーカーの責任である。

本小論の論旨で重要なのは、処理・リサイクル費用の支払いが、使用済み家電製品が排出されるときに最終ユーザーによって支払われるということである。ここで2つの点に留意したい。

第1点は、回収が滞りなく進まなければメーカーはリサイクル費用徴収に支障をきたすということである。徴収された費用は、回収された使用済み家電製品についてくる形になっており、回収が進まなければ費用徴収も進まない。

第2点は、排出時の費用支払いの場合、ユーザーのなかには費用支払いを惜しんで、不法に廃棄したり、あるいは市中回収業者に無料で引き渡す場合も考えられるという点である。不法投棄は倫理的・法的な観点から言えば論外であるが、こうしたことを無視するユーザーにとっては経済合理的な行動なのである。一方、古物商の業の許可を有した業者が市中で料金をとることなく使用済み製品を回収することは合法である。⁽⁴⁾ 市中回収ルートに流れた使用済み家電製品がその後どのような形で処理されるのか明らかではないが、中古品としての販売、部品の再利用、海外への輸出などが考えられる。

以上見たように、使用済み家電製品が家電リサイクル法の定めるルートに流入する割合が大きいくほど、メーカーの費用徴収もうまく進み、また不透明なルートに流出する割合が小さくなる。すなわち、経済効率性の観点からも、また環境保全の観点からも、使用済み家電製品の回収率が問題になるのである。

それでは実際使用済み家電製品の回収率はどれくらいなのであろうか。使用済みエアコン、テレビ、冷蔵庫、洗濯機4品目の年間予想排出量は、1,800万台から2,000万台程度と見られている(表2参照)。この数字は過去の国内販売量と平均使用年数から推定した数字で、かなり幅のある数字である。

家電リサイクル法では、家庭や事業所から排出された4品目の使用済み家電製品は販売店などによって引き取られ、販売店の責任によって指定引き取り場所まで搬送される。指定引き取り場所からリサイクル・プラントまで搬送してリサイクルを実行するのがメーカーの役割ということになる。このルートに集められた使用済み家電製品4品目は2001年度が約855万台、2002年度が1,015万台で

(2) 家電リサイクル法の概要については、細田(2001)を参照。

(3) エアコン、テレビ、洗濯機、冷蔵庫が施行令で定められた対象品目である。

(4) 逆有償で回収する場合、廃棄物処理法による業の許可を有している必要がある。

表2 家電4品目の1台あたり平均重量およびH9年度における推定排出台数・重量

	平均重量 (kg)	推定排出台数 (千台)	総排出重量 (千t)
冷蔵庫	59	3,749	221
テレビ	25	7,937	198
エアコン	51	2,678	137
洗濯機	25	3,925	98
計	—	18,289	654

出典：平成9年度通商産業省委託事業「廃棄物処理再資源化推進事業」平成10年3月（株）三菱総合研究所

(5) あった。したがって現在50%を上回る使用済み家電製品4品目が家電リサイクル法のもとで処理されていることになる。

家電リサイクル法のメリット・デメリットを論じるとき、ユーザーの排出時による費用支払いの問題点が指摘されるということは既に述べたとおりである。処理費用を惜しむため、不法投棄が増加するという指摘である。経済産業省ならびに環境省の報告によれば、⁽⁶⁾家電リサイクル法施行前と比較して不法投棄台数が増加したのはテレビにおいて著しく、2002年2月段階で前年比3,579台の増加となっており、排出量における割合は約2～3%程度と見られている。

持ち運びの容易なテレビは、排出時支払いにしたとき不法投棄の対象になりやすいことは想像がつく。しかしこの数字の大きさの解釈はさまざまであり得る。上野(2002)で指摘されているように、大変小さな不法投棄率と見ることもできる。一方、家電リサイクル法は不法投棄を助長したと批判する向きもある。

ここで注意しなければならないのは、排出台数と回収台数の差の大きさである。この大きさと較べると、不法投棄台数はオーダーから言うときほど大きなものではない。問題なのは、回収されなかった使用済み家電製品4品目がどのようになったかということである。最近拡大している中古品市場に流れているものも多いだろうし、市中回収業者に流れているものもあるだろう。残念ながら量的にこうしたフローに関する数字を把握できないのが現実である。

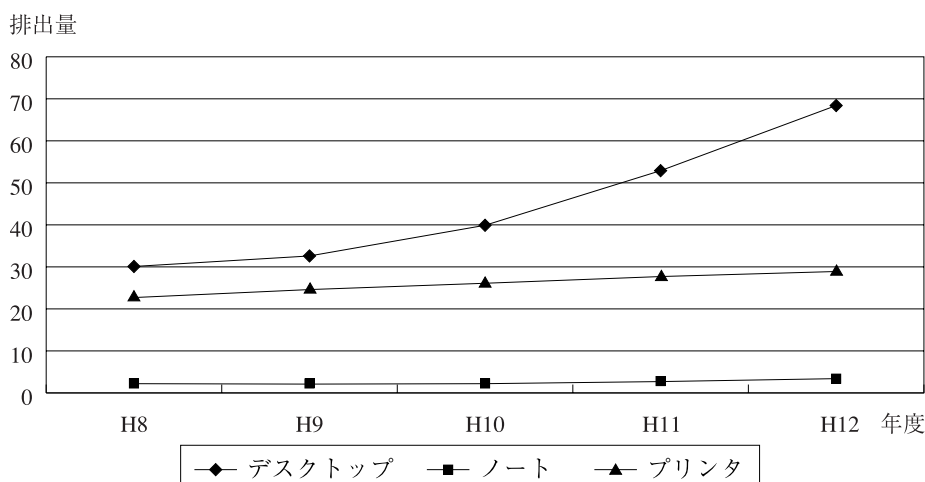
2.2 パーソナル・コンピュータのリサイクルの現状

図2からもわかるとおり、近年のPCの生産量(販売量)の増加には目覚ましいものがある。若干市場は飽和状況に至っているようにも見えるが、日本におけるIT利用層がまだまだ薄いというこ

(5) 平成15年4月18日経済産業省情報通信機器課環境リサイクル室、環境省廃棄物・リサイクル対策部リサイクル推進室発表。ただし、この数字は指定引き取り場所における引き取り台数である。

(6) 平成14年4月12日経済産業省情報通信機器課環境リサイクル室、環境省廃棄物・リサイクル対策部リサイクル推進室発表。

図4 PC排出量推移（単位：千t）



出典:「使用済みコンピュータの回収・リユース・リサイクルの状況に関する調査報告書」
(社)電子情報技術産業協会（平成13年3月）

とを考えると、PCの利用は今後まだ広まる余地が大きいと思われる。過去販売量が急増してきた製品については、将来、廃棄量の増加が見込まれる。最近までのPCの廃棄の推移を示したのが図4である。図2でPCの生産量の伸びを見ると今後も廃棄量が増加することが予想される。製品リユースや素材のリサイクルによって廃棄を抑制しなければならないことが理解される。

PCの利用を利用形態で分類すると、次の2つに分かれる。すなわち事業系PCと家庭系PCの2つの利用形態である。事業系PCの特徴として、顧客管理の観点からPCメーカーが販売先を把握していることが多いという点が挙げられる。したがって事業系のユーザーによって廃棄されるPCがメーカーに返ってくる可能性も大きい。メーカーが直接顧客管理しないPCについても回収ルートが比較的整備されている。整理すると、事業系PCに関しては(1)メーカー自身による回収、(2)リース・レンタル会社による回収、(3)販売会社や販売店による回収、(4)専門業者による回収、の4つのルートが用意されている。

PCにはプリント基板の中に稀少金属があり、またハード・ディスク・ドライブの中にはアルミニウムが含まれている。こうした素材は、ケーブル中の銅などと同じように有価物であり、効率的に抽出すれば資源として有効利用される。実際、民間リサイクル業者の手に渡ったPCは手解体作業などを施され、その後取り出された再生素材は資源として販売される。

現在事業系のPCは「資源有効利用促進法」の指定再資源化製品として定められている。この定めに基づき、メーカーは事業系PCの回収システムを構築し、自主的に回収を行い、回収したPCをリサイクルする義務がある。リサイクル費用はユーザー支払いということになっている。尚、同法のもとメーカーは自主的にリサイクルの目標率を設定している。2003年度の目標リサイクル率は、

デスクトップ型 PC 本体が50%、ノートブック型 PC が20%、ディスプレイ装置が55%となっている。

一方家庭系の PC であるが、2003年10月1日より資源有効利用促進法の下でのリサイクルが行われる予定であるが、これまでのところまだ回収ルートの確保などが完全ではなく、体系的なリサイクルがまだ実施されていなかった。そのため家庭から排出される使用済み PC は、そのほとんどが自治体によって回収され粗大ゴミとして処理されるものと思われる。自治体に民間リサイクル業者と同じようなリサイクルを求めてもそれは不可能な話で、破碎などの中間処理をされた後、最終処分場で埋め立てられることになる。

現在販売される PC のうち事業系・家庭系の比率は半々だが、排出される PC のうち約80%が事業系であるという。これは家庭系使用に較べて事業系使用の場合の方が使用年数が短いことが大きな原因となっている⁽⁷⁾と思われる。PC についても家電製品と同じように、排出量と回収量の間に乖離が生じている。PC メーカーが直接顧客管理をしている場合、回収は比較的スムーズに行くが、それ以外の場合は回収に困難が生じる。たとえば、リースなどの場合でも、リース業者に使用済み PC が戻らない場合もある。リース終了した物件がリース業者に戻るのではなくユーザーの手に残るような契約も存在するという。本来リース期間の終了した PC の排出者はリース業者であるが、廃棄の費用負担を嫌ってこのような契約を結ぶこともあるのである。

また仮にリース・レンタル業者に使用済み PC が戻っても、それが適正なリサイクル・ルートに乗る保証はない。資源有効利用促進法に基づけば、こうした PC は PC メーカーによって回収されるべきなのであるが、費用支払いが最終ユーザー（この場合はリース・レンタル業者）になっているので、やはり費用支払い回避の理由から、本来のルートとは異なったルートに流すことも十分あり得ると考えられる。

2.3 携帯電話のリサイクル

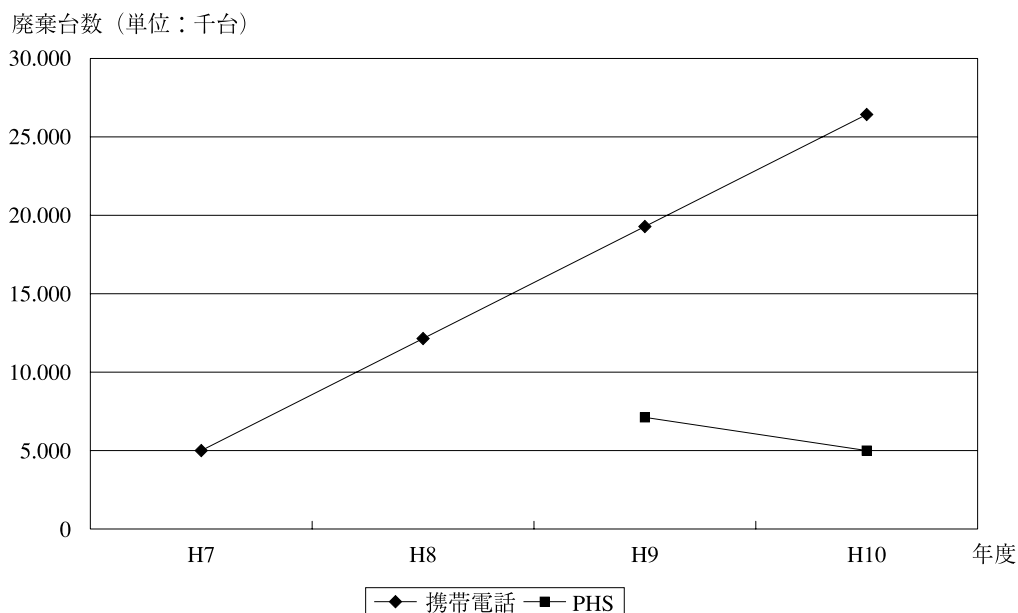
図3からわかるとおり、携帯電話はオーダーで言うと毎年数千万台の規模で販売され、しかもごく最近まで販売台数が急増した製品である。しかも機能の進展が著しいため、陳腐化による廃棄が多いということも携帯電話特有の特徴である。したがって廃棄台数も同じように増加している。クリーン・ジャパン・センター（2000）によれば、1998年（平成10年）の携帯電話の見かけ廃棄台数⁽⁸⁾は約2,600万台である（図5参照）。

同報告書によれば、ユーザーが排出する使用済み携帯電話のうち約40%が販売店に回収される。

(7) (社)電子情報技術産業協会の調べによると、事業系の PC 平均使用年数は5.8年、家庭系の平均使用年数は13.8年である。

(8) 見かけ廃棄台数とは、年度末加入台数から年度初加入台数を差し引いて計算した台数であり、計算上の値である。

図5 携帯電話・PHS 見かけ廃棄台数の推移



出典：クリーン・ジャパン・センター『再資源化技術の開発状況調査報告書』（2000）

そのうちキャリアと呼ばれる通信事業者までどれくらい戻るかは、ほとんど実態がわかっていない。キャリアまで戻れば、使用済み携帯電話はほとんどリサイクルされるものと思われる。しかし販売店からキャリアに戻らない携帯電話も相当数あると思われる。後の論考ともかかわることだが、筆者の限られた聞き取り調査などによると、外国人バイヤーがこうした携帯電話を購入している事実もある。こうしたことを考慮すると、廃棄された使用済み携帯電話のうち、キャリアに戻ってリサイクルされるのは全体40%にはるかに満たない率だと思われる。

販売店ルートに乗って回収されればまだリサイクルされる可能性は残されるが、ユーザーが排出する使用済み携帯電話の60%は自治体などに廃棄されるか、もしくは家庭などで退蔵されるかのどちらかである。自治体に廃棄された使用済み携帯電話は、リサイクルされることなく焼却処理されるか破碎などの中間処理を受けた後埋め立てられるかのいずれかである。

回収された携帯電話のうちリサイクル業者に引き渡されたものは、適正なリサイクルが行われている。破碎などの中間処理を行った後、有価物を取り出される。最終的な処理・リサイクルが行われるのは非鉄製錬所である。ここで金、白金、銀、パラジウム、銅などの非鉄金属が再資源化物として得られるのだが、プラスチックの筐体部分は炉のなかで溶融される。

2.4 小括

以上のことから、使用済みの家電製品、PC および携帯電話のリサイクルについて次のようにま

とめることができる。すなわち、こうした使用済み製品が的確な回収ルートに乗り、リサイクル業者まで行き着いた場合には効率的で環境負荷の小さいリサイクルが可能になる。家電の場合、家電リサイクル法の下、リサイクルの責任はメーカーにあり、優れたリサイクル・プラントでリサイクルが行われている。PCの場合、現在事業系のPCについては資源有効利用促進法の下、やはりメーカー責任の下にリサイクルが行われている。家庭系PCについては、間もなく同じく資源有効利用促進法の下、メーカー責任の下にリサイクルが行われる予定である。

携帯電話については、回収・リサイクルのための法制度は用意されていない。しかし、民間リサイクル業者に集まった携帯電話については効率的なリサイクルが行われており、稀少金属が適正な形でリサイクルされている。

こうして使用済み製品が回収され、優良なリサイクル業者まで到達した場合、的確なリサイクルが行われて有価物が効率的に取り出される一方、リサイクル残渣は適正に処理される。環境負荷も小さい。

問題は、排出された使用済み製品、E-Wasteのどれくらいの割合が的確なリサイクル・ルートに乗るかということである。的確な回収ルートに乗った使用済み製品が的確にリサイクルされるのは、現在の日本のリサイクル技術を考えれば極自然のことと考えられる。ただ、いくら集まったものを的確にリサイクルしたとしても、回収されないものの量が多い場合には、使用済み製品のフローを制御できないという意味で大きな問題が生じる。後で論じるように、適正なリサイクル・ルートに乗らない使用済み製品、E-Wasteが大量に発展途上国に流出している恐れがあるのである。その場合、日本はさまざまなリサイクル法によって国内的には環境負荷の小さいリサイクルを行っていても、発展途上国に使用済み製品に含まれる有害物質を拡散させている可能性もあるのである。

3 E-Wasteの潜在資源性と汚染性

E-Wasteは稀少金属を初めとするさまざまな有価物を含んでいる。その物質が的確に取り出されれば、天然資源と同等の資源価値をもつ再生資源を獲得できる。とりわけ稀少金属は再生資源として劣化するということがなく、この意味で天然資源と何ら変わることがない。すなわち、E-Wasteは潜在的な資源価値を有していると言えるのである。一方、E-Wasteは有害物質も含んでいる。こうした有害物質による汚染を防止しようとする適正処理・リサイクルには費用がかかる。この費用を惜しんで不適正な形で処理・リサイクルを行うと、汚染を引き起こす可能性が非常に大きい。すなわち、E-Wasteは潜在汚染性という特徴も持っているのである。

3.1 E-Wasteの資源度：潜在資源性

本項では、まずE-Wasteの潜在資源性について述べることにする。E-Wasteには、鉄やアルミ

表3 主要家電製品の素材構成 (単位：%)

	計	鉄	銅など	アルミ	プラスチック	ガラス	その他
冷蔵庫	100	49.0	4.0	1.0	43.0	0.0	3.0
テレビ	100	12.0	3.0	1.0	26.0	53.0	5.0
エアコン	100	54.0	18.0	9.0	16.0	0.0	3.0
洗濯機	100	52.0	2.0	4.0	33.0	0.0	9.0

出典：新エネルギー・産業技術開発機構平成5～6年調査

注：冷蔵庫は300L以上、洗濯機は5Kg級の全自動式

ニウム、銅などの非鉄金属を初めとして金、銀、白金、パラジウムなどの稀少金属が含まれている。また筐体部分のプラスチックも場合によっては素材としてリサイクルすることができる。まず家電リサイクル法の対象となっている家電製品の素材構成を見てみよう（表3参照）。

テレビを除く3品目は重量比で約半分が鉄である。鉄スクラップの相場は国際市況の影響も受けつつ変動しているが、概ね資源すなわちグッツとしてリサイクルされている。ただ、最近国内では供給が過剰気味であり、取引のどこかの段階で逆有償として（すなわちバズ）として取り扱われる恐れもある。テレビに特徴的なことは重量比でガラスが半分以上を占めているということである。ガラスはブラウン管の素材として使われている。ブラウン管は鉛の入っているファンネル・ガラスと鉛の入っていないパネル・ガラスから構成されており、リサイクルするときは分離解体が必要となる。

エアコンに特徴的なことは、素材として鉄、非鉄が多く使用されているということである。特に銅・アルミニウムなどの非鉄は相対的に価値の高い資源であり、リサイクルしても十分費用に見合う素材である。特に発展途上国などでは、銅・アルミニウムを含むE-Wasteは引き合いが大きいと言われている。

プラスチックなどの樹脂部分は、物理的にはリサイクルが可能で、問題はそれが経済性を持つかどうかということである。もしプラスチック樹脂の種類が少なく、更に素材の表示がなされている場合、分別してリサイクルするのに費用を抑制することができるので、素材としてリサイクルしても費用に見合うかもしれない。

しかしながら現在のようにプラスチック樹脂の種類が多い場合、たとえ素材の表示があっても分別に費用がかかるため、日本では一部の場合を除いて素材リサイクルは費用に見合わない。ただし、発展途上国の場合、日本と較べて相対的に賃金は安いので、労働集約的な分別を行っても、十分利益を生む場合がある。リサイクルされたプラスチック樹脂が発展途上国に流出していると言われるが、それはこうした費用構造の相違に由来している。

次にPCであるが、その素材構成は以下の表4の通りである。デスクトップ型とノート型とで素材構成がかなり異なる。ノート型は相対的にプラスチックと銅・アルミニウムなどの重量の割合が

表4 PCの素材構成（単位：％）

	デスクトップ型本体	ノート型	CRT型表示装置	LCD型表示装置	プリンタ
鉄	38.2	7.0	8.2	47.0	44.0
アルミ・銅などの其他金属	5.4	8.5	8.7	3.0	3.0
プラスチック	4.9	29.5	24.4	36.4	41.0
ガラス	—	7.5	48.8	6.1	—
プリント板	20.1	13.5	9.4	6.1	11.0
ユニット類	11.6	16.0	—	—	—
その他	19.8	18.0	0.5	1.5	1.0

出典：産業構造審議会廃棄物・リサイクル部会企画小委員会パソコン3R分科会資料 プリンタのみ（社）電子技術産業協会による

大きい。プリント基板やユニット類は場合によっては部品としての再利用が可能な場合もある。また部品としての再利用ができない場合でも、プリント基盤やユニット類には銀やパラジウムなどの有用希少金属が含まれているため、素材リサイクルの対象になりやすい。CRT型表示装置とはテレビのブラウン管とほぼ同じもので、このためガラスの構成比が大きいのである。一方LCD型表示装置は今後益々増加すると見られる。LCDの素材の正確な中身がわかっていないので、どの程度リサイクル可能かについても不明な点が多い。

最後に携帯電話の素材について述べる。ここで一つ注意したいことがある。それは家電製品4品目やPCに較べて携帯電話は1台が非常に軽いということである。現在では1台100グラム以下にまでなっている。そこで、たとえばプラスチックの構成比が大きいといっても、絶対量では家電製品やPCとは比較にならないほど小さいということに留意しなければならない。

そこでまず素材構成比率であるが、それは以下の表5の通りである。携帯電話は、ほとんどプラスチックと鉄・非鉄から構成されていると考えてよい。この表を更に非鉄金属に限って分解してみたのが表6である。

表5 携帯電話・PHS素材構成比（電池を除く）（単位：％）

鉄	アルミ	銅	其他非鉄	プラスチック	繊維	ガラス	其他
6.5	3.2	5.9	7.5	51.3	0.1	2.7	22.8

出典：情報通信ネットワーク産業協会

表6 携帯電話1台当たりの非鉄金属の含有量（単位：グラム）

金	銀	銅	パラジウム
0.028	0.189	13.71	0.014

出典：クリーン・ジャパン・センター『再資源化技術の開発状況報告書』（2000）

1台当たりの稀少金属含有量が多いことが直ちに理解される。表6の値を1トン当たりの数字に直すと、金が280g、銀が2kg、銅が140kg、パラジウムが140g含まれていることになる。1トン中の金の量は、世界でも有数の金品位を持つ鉱山、菱刈鉱山の鉱石よりも大きいことになる。しかも携帯電話にはその他の金属も含まれており、資源としては言わば複雑鉱⁽⁹⁾と同じものと考えてよい。

確かに有用金属の含有割合は大きいのだが、しかし携帯電話の場合比重が小さいので、大量に収集すると嵩張るといことが問題となる。その場合は、保管と輸送、すなわちロジスティックの設計が大きな課題となる。ロジスティックを効率的に設計できれば、携帯電話の潜在資源性は容易に顕在化され、有価物として取り扱われる可能性もある。

このように E-Waste は有用な資源を含んでおり、潜在的な資源価値を持っている。もちろん、資源を利用可能な状態に抽出するには費用がかかる。この費用が潜在資源価値よりも大きい場合、純粋な市場経済では潜在価値は顕在化せず、廃棄物として処理されるか、あるいは処理費用の安い地域、国々に流出する⁽¹⁰⁾。このことが現在 E-Waste 問題を引き起こしているのである。

3.2 E-Waste の汚染度：潜在汚染性

E-Waste が潜在資源性を有している一方、潜在汚染性という性質も同時にあわせ持っている。ひとたび処理を誤ると、地域的な環境汚染だけではなく地球規模での環境破壊をもたらす恐れがある。E-Waste の潜在資源性と潜在汚染性という性質のゆえに、リサイクルに関しては古紙や鉄スクラップとは異なった特有の問題が生じているのである。

まず家電製品について言えば、表7のとおり環境負荷物質を含んでいる。使用済み家電製品でまず問題になるのは、プリント基板やテレビのブラウン管に含まれている鉛、エアコンや冷蔵庫の冷媒および断熱材のフロン、そしてテレビの筐体部分に含まれている特定臭素系難燃剤である。代表的な環境負荷物質を以下の表7に示した。

鉛を誤って処理すると、直接吸引被曝する恐れがある。直接的な被曝を避けることができても、水系や土壌に拡散することによって2次汚染を引き起こすことも考えられる。現在 EU では廃電気・電子機器のリサイクル指令⁽¹¹⁾ (WEEE 指令) とともに、鉛を初めとする有害物質の規制のための指令⁽¹²⁾ (RoHS 指令) が施行される予定である。

フロンガスは地球環境的な観点から取り扱いに注意を要する物質である。フロンガスは冷蔵庫やエアコンの冷媒として、そして冷蔵庫の断熱材として発泡ウレタンのなかで使われている。家電リ

(9) 多種類の非鉄金属を含んだ鉱石のこと。

(10) 潜在資源価値とリサイクルの可能性についての理論的考察については、細田 (2003) を参照。

(11) WEEE とは Waste Electrical and Electronic Equipment の略である。

(12) Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment の略。

表7 環境負荷物質の利用総量の推移

冷蔵庫 (単位：t)

物質名	H 8 年度	H 9 年度	H10年度	H11年度	H12年度
フロン類	656.83	669.54	617.36	639.57	645.81

出典：(社) 日本電機工業調査 国内家庭用冷蔵庫 HFC-134a 使用量

テレビ (単位：t)

物質名	H 8 年度	H 9 年度	H10年度	H11年度	H12年度
鉛	232.9	—	—	—	188.4
特定臭素系 難燃剤	3274.2	—	—	—	1540.4

出典：JAITA 調べ (平成13年9月), 平均含有量から推計

エアコン (単位：t)

物質名	H 8 年度	H 9 年度	H10年度	H11年度	H12年度
フロン類	6168	5437	4979	4917	5334

出典：日本冷凍空調工業会, 平均充填量から推計

4 品目家電排出量の推移 (単位：上段は千台, 下段は千t)

物質名	H 8 年度	H 9 年度	H10年度	H11年度	H12年度
冷蔵庫	—	3,749 221	—	—	—
テレビ	—	7,937 198	8,280 297	8,687 217	9,031 226
エアコン	—	2,678 137	2,666 136	2,774 141	3,023 154
洗濯機	—	3,925 98	—	—	—

出典：平成9年度 通商産業省委託事業「廃棄物処理再資源化推進事業」平成10年3月 (株) 三菱総合研究所

サイクル法施行以前には、冷媒フロンが適正に回収されていたとは言えない。ましてや冷蔵庫の断熱材フロンとなると、まったく回収されていなかった。ちなみに冷蔵庫の場合、冷媒フロンよりも断熱材フロンの量のはるかに大きい。したがって環境負荷低減の観点からすると、断熱材フロンの適正回収が必要なのである。家電リサイクル法下でも断熱材フロンの回収はこれまで義務ではなかった。今後義務化される予定である。

臭素系難燃剤は、プラスチック筐体を燃えにくくするために使われている。これはPCの場合にも当てはまる。臭素系難燃剤の入ったプラスチックを熱処理すると、ダイオキシン類が発生する可能性が高い。したがって素材としてプラスチックをリサイクルする場合でも、汚染を発生させることがあるのである。

PCの環境負荷は家電製品のそれと類似しているので、携帯電話の環境負荷について述べる。表8を参照されたい。携帯電話に特有のことは、極微量ながら砒素、カドミウム、六価クロム等が含まれていることである。もちろん定量的にしっかり判断する必要はあるのだが、潜在的な汚染源になり得ることには注意する必要がある。携帯電話には有価物が含まれているということで、不注意にこうした有価物のみを抽出しようとした場合、微量汚染物質が集積するということが十分考えられる。

更に注意すべきことは、小型2次電池の扱いである。これはPCにも言えることだが、多くの電気・電子機器には製品出荷当初から電池が内蔵されている。これがいわゆる2次電池である。たとえばニッカド電池もその一つの例で、電池工業会の調べによると、2000年には3,900トン相当のニッカド電池が国内出荷されている。その重量のうち15%、すなわち約590トンがカドミウムの重量である。

廃棄されたニッカド電池のうち、業界の収集ルートで集められるものが約20%程度、個人や事業所が廃棄するものが20~40%、そのほかは退蔵されていると推定されている。確実に回収・処理されているのが20%、20~40%は廃棄物として処理され、百数十トンのカドミウムは飛散していることになる。⁽¹³⁾ 製品に内蔵されたまま不適正に処理される小型2次電池がほとんど推察される。

表8 携帯電話・PHSの環境負荷物質

	含有度	利用用途	存在形態
鉛	微量	はんだ	すず鉛はんだ
砒素	極微量	高周波用IC	ガリウム砒素半導体
カドミウム	極微量	半導体	化合物
六価クロム	極微量	部材表面メッキ	クロムメッキ
臭素系難燃剤	微量	回路基板	難燃剤

出典：情報通信ネットワーク産業協会

(13) 以上は電池工業会の調査による。

3.3 小括：都市鉱石と都市鉱山

以上考察したとおり、E-Wasteには潜在資源性と潜在汚染性の2つの相異なる特質が存在している。処理を誤ると汚染や公害につながるが、適正に処理・リサイクルすれば有用資源を抽出し再生資源として利用できる。

問題は使用済みになった製品、E-Wasteをなるべく多く回収し、しかるべきリサイクル事業者の手に渡るようにすることである。適正回収ルート⁽¹⁴⁾の漏れが少なれば少ないほど適正なりサイクルが確保される。日本では、回収される限り、リサイクルは的確に行われる。家電リサイクルは既に法律の要求以上のリサイクル水準を達成していると言われている。PCについても、メーカー主導で適正リサイクルを行っており、メーカーの構築した回収ルートに乗りさえすれば、適正リサイクルは保証される。

携帯電話の場合法律的な裏付けがないので、家電やPCとは若干状況が異なるが、これも非鉄製錬所に至るリサイクル・ルートに乗せれば、無公害でリサイクルができる。特に非鉄製錬所にとって鉱石から金、銀、パラジウムを取り出すのと、携帯電話やPCのプリント基板から取り出すのとほとんど相違はない。

すなわち、非鉄製錬にとってE-Wasteは鉱石と同じ意味を持っているのである。問題になるのは有用稀少金属の品位である。既に述べたとおり携帯電話の金品位は菱刈鉱山の金品位よりも高い。それほど資源性を持っているのである。このためE-Wasteなど有用金属を含んでいるものは、都市鉱石と呼ばれることがある。また都市はE-Wasteを多く排出するので、都市鉱山とも呼ばれる。

繰り返しになるが、したがってE-Wasteをいかにして回収するかという問題が大きな問題として残るのである。静脈経済では輸送費用が全体の大きな割合を占めるので、効率的回収ルートを作ることが必要なのである。現在これができていないために、海外に流出することによって海外でのE-Waste問題を引き起こしている。次の節ではこの点について述べる。

4 E-Wasteの海外流出

4.1 ブラック・ボックスに吸収されるE-Waste

本節では、E-Wasteの潜在資源性と潜在汚染性の両側面に着目することによって、E-Wasteが海外流出していることの問題点について考察する。E-Wasteには潜在汚染性という特徴があるので、潜在資源価値を顕在化させる場合には、潜在汚染性も同時に顕在化する恐れがある。このため、

(14) 法が要請するリサイクル率は、エアコンが60%、テレビが55%、洗濯機・冷蔵庫が50%である。ただし、この場合のリサイクルは「再商品化」を意味し、再生資源が市場で有価物として販売できることを要求している。

E-Waste の処理・リサイクルでは、費用をかけて汚染物質を排出しないような措置を講じなければならぬ。しかしながら、多くの場合 E-Waste の潜在資源価値は適正処理・リサイクルの費用を下回る。したがって通常の市場経済では、日本において E-Waste は適正処理・リサイクルのルートに回りにくい。

家電製品や事業系 PC のように、リサイクルに関して法的な裏付けがあるような製品でさえ、回収が難しいのである。ましてや法的に裏付けのない、携帯電話などの製品の場合、適正ルートへの回収は容易ではない。適正なリサイクル・ルートから外れた使用済み製品の多くはどのような所へ流れて行くのか明らかではない。多くの E-Waste は、いわばブラック・ボックスに吸収されているのである。

ブラック・ボックスの一つは、排出者自身によって行われる、あるいは不適正処理業者の手を通して行われる不法投棄である。既にテレビについては不法投棄が増加していることは述べたとおりである。E-Waste の不法投棄が行われると、潜在汚染性が顕在化する恐れがある。一旦汚染が顕在化すると、原状回復に大変な費用が必要となる。

しかし、ブラック・ボックスは不法投棄のみではない。最近多くの報道や報告から、先進国の E-Waste が発展途上国に流出しているということが明らかになっている（たとえば、Puckett, J. and T. Smith (ed.) (2002) を参照）。E-Waste の潜在資源価値のみに注目し、潜在汚染性を無視すれば、E-Waste は鉱石と同じ資源とみなされる。特に、公害防止装置を設置しないで E-Waste をリサイクルすれば、潜在汚染性が顕在化することになるのである。次の節では筆者の中国における視察を中心に E-Waste が発展途上国で処理・リサイクルされることの問題点を述べる。

4.2 中国での視察

筆者は2000年3月に中国の広州とその周辺地域、また2001年11月には同じく中国の台州地域を訪れ、E-Waste を中心とした廃棄物の流入・処理・リサイクル状況を視察する機会を持った。2000年と2001年では、視察した地域の差もあるが、日本から中国に流入する E-Waste の状態に変化が生じているように見受けられた。

2000年の視察時点では、中国政府は電気・電子機器の中古品の輸入を禁じていなかった。したがってアメリカおよび日本から大量の E-Waste が使用済み製品の形で中国に輸入されていた。E-Waste の内容は、テレビ、エアコン、冷蔵庫、PC、複写機、トランス、配電盤、プリクラ、被覆電線など、あらゆる電気・電子機器の使用済み製品が見られた。

こうした使用済み電気・電子機器の一部は修理を施された上で、中古品としてリユースされる。特に複写機は、日本で使用済みになった製品でも中国では十分使用に耐える。当地の新製品よりも機能的にまざっているものもあり、人気も高いようであった。

使用済み複写機で特徴的なのは、リース物件と思われるものが大量に中国に流入していたという

ことである。リース終了後の製品はリース会社によって引き取られ、適正に処理されるのが原則である。しかしながら、リース終了後の複写機が正規のルートからはずれ、発展途上国に流出していたのである。

その他の E-Waste は、ほとんどが部品のリユースのため解体されていた。部品を取り外した残りの部分からは素材がリサイクルされる。中国では特に、金・銀・パラジウムなどの稀少金属はもちろんだが、銅・アルミニウムなどの非鉄金属にたいする需要が大きい。たとえばエアコンには多量の銅とアルミニウムが含まれているから、人気が高いのである。

使用済み PC の場合、まず筐体がはずされ、次にプリント基板が取り出される。プリント基板からさまざまなチップを取られ、リユースやリサイクルにまわされる。基盤の樹脂部分も素材としてリサイクルされるようである。中国では筐体などのプラスチック樹脂も、ペレット化されて資源として再利用される。また電線やワイヤーの被覆プラスチックさえリサイクルされていた。

2001年における台州での視察した状況は、以上の観察とは大きく異なった。最も大きな相違は、日本から流入する使用済み製品が中古品の形ではなく、スクラップ品としてつぶされ、いわゆる雑品としての扱いで流入していたことである。ほとんどの E-Waste が破碎された状態で港湾施設内のストックヤードに山積みされていた。破碎されたものから推測すると、搬入された使用済み製品は、テレビ、エアコン、PC、配電盤、トランス、メーター類、バッテリー、レール、OA 機器、コンプレッサー、解体車両などであった。

なぜ中古品ではなく雑品（スクラップ品）の形で流入するようになったかということ、そこには2つの理由がある。第1の理由は、中国政府が2000年4月より海外からの中古品の流入を禁止したことである。中国政府は自国の新製品保護の目的で中古品輸入を禁止したということである。第2の理由は、中古品を運搬するためのコンテナ輸送が高くつくようになり、雑品を平積みの船で輸送した方が経済的になったためである。聞き取りによると、2000年には約54万トンの雑品が、2001年には約60万トンの雑品が日本から入荷されたとのことである。

雑品輸入ということになると、中古品の再生利用は当然できない（それが中国政府の狙いである）。しかし、素材リサイクルの面では中古品の形であろうが、雑品の形であろうが変わることは無い。スクラップされた雑品の場合でも、破碎されたものなかから有用金属を取り出すだけのことであり、労働集約的な形でのリサイクルはかつての日本のリサイクルの建て場を思い出させる。

筆者の視察した限りの話であるが、汚染防止のためにコンクリート張りにしたようなりサイクル・プラントもいくつか見られた。広いヤードで被覆電線などのリサイクルを行っており、労働環境はさほど悪くは無かった。しかしこうした環境の良いリサイクルはまれである。筆者の視察では劣悪な環境でのリサイクルがほとんどで、汚染の拡散が懸念された。たとえば広州から2時間ほどのある町では、町全体が使用済み PC の軒下リサイクルを行っており、若年女性がプリント基板を電熱器で加熱しながらチップ類を取り外していた。融解した鉛を吸引していることは間違いない。

またリサイクル残渣の処理も日本の処理とはまったく異なり、環境配慮を欠いたものである。たとえば多くの残渣は、畑などのあぜ道に放棄されたままになっていた。子供がその中で更に有価物を拾っていた。E-Wasteのリサイクル残渣による土壌の汚染が心配される。また不要になった樹脂類を野外焼却するのも普通のように、ダイオキシン類による汚染もあるだろう。小型2次電池の不適正処理によるカドミウム汚染の心配もある。

4.3 バーゼル条約

以上のような観察から言えることは、日本・アメリカなどの先進国から有害廃棄物がE-Wasteとして中国を初めとする発展途上国に大量に入り込んでいるということである。先進国で回収されなかった多くのE-Wasteが、発展途上国で環境を汚染しながら処理・リサイクルされていることになる。

有害廃棄物の越境移動はいわゆるバーゼル条約によって禁じられている⁽¹⁵⁾。しかしながら再利用のために有価物の中古品を輸出する場合、当該中古品は廃棄物とはみなされないから、バーゼル条約の対象にはならない。しかしながら中古品として買い取られ、発展途上国に輸出されたもののなかにも、解体・リサイクルされるE-Wasteが多くある。リサイクル目的のためにE-Wasteを輸出・輸入する場合、当該中古品はバーゼル条約の対象になるのだが、実際中古品としてそのまま再利用されるのか、解体リサイクルされるのかを船積みの際に判別することは不可能である。

雑品、すなわちスクラップ品の場合、バーゼル条約対象物かどうかの判定は実際上難しい。たとえば、鉄くずの場合、鉄以外の金属類やプラスチックなどの異物が混入していない場合、バーゼル条約対象外である。しかしこれらの異物が混入している場合、バーゼル条約の対象となる場合がある。たとえば臭素系難燃剤が入ったプラスチックが混入している場合、バーゼル条約の対象物となる。

またニッカド電池はバーゼル条約の対象物であり、PCのプリント基板などもバーゼル条約の対象物となり得る。「なり得る」と記したのは、PCプリント基板に有害物質が含まれているかどうかによって対象になるか否かが異なるからである。これを確かめるためにはバーゼル条約に規定された物質を含むかどうかの分析を行わなければならない。しかしプリント基板類はバーゼル条約の対象物と考えた方が良さそう。

バーゼル条約の対象物を輸出する場合は、輸出国から許可を得ると同時に輸出先の国（輸入国）の同意がなければならない。中国で筆者が観察したE-Wasteは実際上バーゼル条約の対象物であるが、同条約の規定に基づいて輸出入が行われたかどうかは定かではない。実際は多くのこうした取引がバーゼル条約を無視した形で行われているのではないかと推察される。

(15) アメリカはバーゼル条約に加盟しておらず、同条約の制約を受けない。

これも筆者の日本での聞き取りの結果であるが、日本の使用済み携帯電話が外国人バイヤーに買い取られ、中国などに輸出されている。表8にも記したとおり、携帯電話は六価クロムやガリウム砒素などの有害物質を含んでいるからバーゼル条約対象物である。しかしながら、バーゼル条約によって規定された要請をクリアしないで輸出されている。このように実際上バーゼル条約を遵守するのは難しいのである。

現在バーゼル条約を更に強化するため、バーゼル修正条項が一部の加盟国の間で決議されている。この条項は、バーゼル条約加盟国であるEU、OECD諸国ならびにリヒテンシュタインなどの国々からそれ以外の加盟国への有害廃棄物の輸出を一切禁止する条項である。2003年現在35カ国が批准しているが、批准が62カ国以上に達したとき法的拘束力を持つ。もしバーゼル修正条項が発効したら、日本はほぼ一切のE-Wasteを中国を初めとする発展途上国に輸出できなくなる。

4.4 小括：EUと対比しつつ

ドイツ、オーストリア、オランダ、デンマークなどEUの各国はバーゼル修正条項を批准している。したがってこうした国々は、たとえ純粋にリサイクル目的であってもE-Wasteを発展途上国に輸出することはできない。しかもEUではWEEE指令という使用済み電気・電子機器のリサイクル指令がEU議会で通過し、各国で法制化される予定である。EUのWEEEは対象品目のカバーの広さや費用徴収方法などの面で、メーカーに大変厳しい指令である。⁽¹⁶⁾国内リサイクルを強める一方、途上国には一切E-Wasteを出さないということである。

日本のリサイクル対応と較べると大きな差があるように感じられる。日本の家電リサイクル法は排出時支払いであるために、回収ルートから逃れる使用済み製品が少なくない。事業系PCについてもそうである。回収から逃れたE-Wasteが発展途上国の環境を汚染しつつリサイクルされているのである。電気・電子機器における有害物質の使用制限についてEUではRoHSという指令が成立したが、日本ではこうした規制は行われていない。日本におけるE-Wasteの取り組みの弱さを感じざるを得ない。

しかしながら次の点にも留意すべきである。EUは一国とみなされているから、EUの中でE-Wasteがどのように流通しようと、バーゼル条約の対象にはならない。EUは最近加盟国を増加させており、しかもその中には経済力の格差が著しいような国もある。E-Wasteのリサイクル法や有害物質の使用規制を強める一方、EU内の分業を利用して効率的なリサイクルを行い得る立場にあるのである。すなわち、EUはE-Wasteを初めとする使用済み製品の適正処理・リサイクルについて総合戦略を持っていると考えざるを得ない。バーゼル修正条項が批准されても、使用済み製品

(16) ほぼすべての電気・電子機器が対象となり、しかもリサイクル費用は製品価格に上乗せされることを要求している。

のリサイクルにさほどの支障は起きないと思われる。

翻って日本を見ると、状況は大きく異なる。日本は家電製品の生産を海外、とりわけ発展途上国にシフトしている。このため製品の供給地と使用済み電気・電子機器の発生地（すなわち日本）に距離的乖離が生じ、使用済み製品から再資源化したものを当該新製品の原料として使おうとすると、必然的に輸出・輸入が起きる。当然バーゼル条約の制約下に入ってしまう。

典型的な例は、ブラウン管（CRT）のリサイクルである。2001年カラー・テレビの生産台数は、日本国内が1,659千台なのに対し、⁽¹⁷⁾ 国外生産は38,139千台である。鉛の入ったブラウン管を日本国内でリサイクルし、再びブラウン管の原料として用いることは需給バランスから言って不可能である。どうしても海外に輸出して、当地でブラウン管の原料として用いる必要がある。これはバーゼル条約の規制の範囲である。もしバーゼル修正条項が発効したら、ブラウン管のリサイクルはまったく不可能ということにもなりかねない。E-Wasteのリサイクルに関して総合的戦略的対応が必要である。

5 広域リサイクルの可能性

5.1 広域リサイクル

廃棄物処理と言うとよく「自区内処理の原則」あるいは「自地域処理の原則」が主張される。もちろん、ものによっては自区内処理原則あるいは自地域処理原則を適用した方が適正に処理される場合がある。⁽¹⁸⁾ また長距離を移動する廃棄物で、特に輸送業者あるいは中間処理業者の信頼性が欠ける場合、不適正処理や不法投棄が起りやすいことも事実である。こうした場合、なるべく移動距離を短くした方が適正処理できると考えても不思議はない。

しかしながら前節で挙げたブラウン管（CRT）の場合、そのようなことが不可能なのは明らかである。リサイクルしようと思っても、CRTカレットを原料として使う場所が各地域にあるはずがない。したがって、あえて自地域処理をしようとする、管理型の最終処分場に埋め立てざるを得ない。しかしながら、どこの県でも現在管理型最終処分場は枯渇し始めているのである。

CRTを再資源化し、原料として利用しようとする、CRTを生産している地域（国）まで輸送することが必要である。つまり使用済みのCRTについて資源の有効利用をする場合、必然的に広域でのリサイクル・システムを構築しなければならないことになる。

しかしCRTには鉛が含まれているから、適正に処理・リサイクルされないと汚染を引き起こす。広域でリサイクルを行う場合、適正処理・リサイクルを担保するような仕組みが必要である。まず

(17) 家電製品協会（2002）115ページ。

(18) たとえば建設廃材の場合、自県内処理が適しているという。

使用済み CRT の流れを透明にする必要がある。何台の CRT がどこからどこへいつ輸送されたか、そしていつどこで再資源化され原料として投入されたか明確でなくてはならない。そうでなければ、どこかの段階で CRT は部分的にブラック・ボックスに流れ込み潜在的な汚染源になってしまう。

以上のことは、カラー・テレビや PC の CRT だけではなく、その他の多くの電気・電子機器に当てはまる。日本は現在電気・電子機器の生産拠点を東アジアにシフトしている。E-Waste から再資源化された原料を電気・電子機器に使おうとすると、必然的に東アジア地域と連携した広域リサイクルが必然的になるだろう。その場合、潜在資源性と潜在汚染性の両面の性質をあわせ持つ E-Waste の特徴に留意しつつ、透明なリサイクル・ルートを確保し、E-Waste のフローを制御しなければならない。

5.2 静脈技術とシステムの移転

東アジア圏域における E-Waste の適正処理・リサイクル・システムを構築する場合、透明性の担保は必要条件であるが、更にいくつかの条件を整備しなければならない。このとき考えなければならないのは、いわば「逆解きの法則」とも言われるもので、廃棄物処理・リサイクルには欠かせない概念である。それは、汚染を拡散させない適正な最終処分場の完備という条件である。使用済み製品のすべてをリサイクルするのは不可能であり、必ずリサイクル残渣が生じる。このリサイクル残渣も潜在的な汚染源になり得るから、適正な最終処分場に埋め立てる必要がある。

適正な最終処分場が確保されたら、次に適正な静脈技術の導入が必要である。最終処分場の容量は無限ではあり得ないからいつかは枯渇してしまう。また安全性のため水源近くに最終処分場を作ることは難しい。つまり新規に最終処分場を作るのにも制約があるのである。したがって、最終処分場は枯渇性の資源に近いと考え、なるべく節約利用するようにしなければならない（細田（1999）第3章参照）。そのためには高度なリサイクル技術・処理技術をリサイクル・システムの一部とすることが求められる。

現在のところ、日本の静脈技術は世界の最高水準にあると言っても良い。たとえば E-Waste の潜在汚染源であるプリント基板は、非鉄製錬所で無公害のうちにリサイクルできる。携帯電話のガリウム砒素は、ガリウムがリサイクルされた後、砒素は砒酸鉄の形で安定処理される。プラスチックの筐体部分も問題なく熱回収される。

こうした優れた日本の静脈技術を発展途上国に輸出することを一つの選択肢として考えるべきと思われる。あるいは、場合によっては日本で適正処理することのできる E-Waste は日本に輸入してリサイクルすることも考えられる。どちらにせよ、日本の優れた静脈技術を透明なリサイクル・フローの拠点として位置付けることが、広域リサイクルを効率的にし、かつ環境負荷を小さくするためのポイントであると考えられる。

更に重要なことは、静脈物流、静脈技術を一体化した静脈システムを東アジア全体で構築するこ

とである。日本は、家電リサイクル法や建設資材リサイクル法を成立・施行させ、リサイクル・システムを立ち上げた。家電リサイクル法は、回収の点で若干の問題点があることは既に述べたとおりであるが、回収ルートに乗った E-Waste については質の高いリサイクルを行っている。家庭系の PC のリサイクル・システムもこれから立ち上がる。

こうしたシステムを東アジアでも広めるべきだろう。その際、拡大生産者責任 (EPR) を積極的に導入し強化することが必要である。生産者や輸出入にかかわる事業者の積極的な関与なしに適正処理・リサイクルのシステムの構築は難しい。このことは日本の経験そして EU の経験からも明らかである。広域であればあるほど、動脈経済で力のある生産者が静脈経済の面でも大きな力を果たすことが必要となるだろう。

6 おわりに

本小論では E-Waste の処理・リサイクルに関わる問題を考察した。日本で使用済み電気・電子機器に個別リサイクル法や資源有効利用促進法が適用され、適正な回収ルートに乗った場合優れたリサイクルがなされることを見た。しかし、適正な回収ルートから外れる E-Waste も多く存在する。E-Waste は潜在資源性と潜在汚染性の両面をもつから、資源のみに注目して処理・リサイクルをすると、汚染が広がる恐れが大きい。

この意味で適正回収ルートから外れてしまう E-Waste には大きな問題があるのである。現在大量の E-Waste が中国などの発展途上国に流出している。そこでの処理・リサイクルは適正なものとは言えず、汚染が引き起こされている可能性が大きい。バーゼル条約は E-Waste の途上国輸出に制約を課すものであるが、実際あまり機能していない。

こうした現実を見るとき、適正な広域リサイクル・システムを作り、そこが吸収源となって E-Waste を引き付けるようにしなければならない。透明性を確保し、優れた静脈技術を持って処理・リサイクルを行うためには、日本の技術・システムを積極的に普及させることが必要である。そして言うまでもなく、こうした静脈システムでは生産者の役割が一段と大きなものになるだろう。

(経済学部教授)

参 考 文 献

- [1] Puckett, J. and T. Smith (ed.) (2002) *Exporting Harm*, The Basel Action Network and Silicon Valley Toxics Coalition.
- [2] Yoshida, F. (2003) "IT Waste Problem in Japan", forthcoming in *Environmental Economics and Policy Studies*.

- [3] 細田衛士 (1999) 『グッズとバツズの経済学』 東洋経済新報社.
- [4] 細田衛士 (2003) 「潜在資源価値とリサイクルの可能性」『土と基礎』 2003年 5 月号, Vol.51, No. 5, pp.13-18.
- [5] 財団法人家電製品協会 (2002) 『家電産業ハンドブック』.
- [6] 諸富徹 (2000) 『環境税の理論と実際』 有斐閣.
- [7] 上野潔 (2002) 「家電リサイクル法とメーカーの取り組み」『技術と経済』 No.430, pp.48-58.
- [8] 財団法人クリーン・ジャパン・センター (2000) 『再資源化技術の開発状況調査報告書 (携帯電話の再資源化技術の開発状況調査)』.