

「1年経った家電リサイクル法」

三菱電機(株)
上野 潔

まえがき

2001年4月から本格施行されている家電リサイクル法は、ジャパンモデルと言われその成否が世界からも注目されている。同時に施行されている資源有効利用促進法(3R法)も、組立産業と関連業界への波及効果大きい。これらの法律施行に先行・並行して実施された経済産業省の施策を受けたNEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)の開発成果がリサイクル事業に大きく貢献している。ここで1年経った家電リサイクル法の実績を踏まえて、今後の課題と展望を述べる。

1. 家電製品を取り巻く状況

家電製品をはじめとする組立産業の海外移転に伴い、産業のグローバル化が進んでいる。従来の衣料製品や雑貨製品のように、開発途上国の低価格製品が国内に輸入されるのではなく、海外に移転した日本企業(現地合弁)が、日本のブランドで逆輸入する **Out to In** の形態である。表1. 1に大型4家電品の輸入台数の実績を示す。

表1. 1 家電4品目の輸入状況

製品名	国内販売量 (千台)	輸入量	
		(千台)	シェア
エアコン	8,316	1,114	13.39%
テレビ	10,181	9,782	96.08%
冷蔵庫	5,227	1,659	31.73%
洗濯機	4,739	956	20.16%

産業構造審議会(平成13年8月) 資料から引用

輸入品が増大する一方で、使用済み家電製品の輸出も増大している。表1. 2は使用済み家電製品の輸出を示すデータである。

表1. 2 使用済み家電製品の海外輸出状況(推計値)

品目	推計排出台数 平成11年度	中古品として 国内販売	中古品として 海外輸出
冷蔵庫	3,940.2千台 100%	182.3千台 4.6%	363.6千台 9.2%
洗濯機	4,294.3千台 100%	306.9千台 7.1%	238.8千台 5.6%
カラーテレビ	8,686.5千台 100%	428.3千台 4.9%	3,268.3千台 37.6%
エアコン	2,773.6千台 100%	52.4千台 1.9%	917.7千台 33.1%

平成13年度 産業構造審議会資料から引用

2. 家電リサイクル法運用1年の実績

2.1 家電リサイクルプラントとストックヤード

家電各社は、**A**グループと**B**グループにまとめ、協力連携してリサイクル法に対応している。これら以外の会社は、**A**もしくは**B**グループ又は法律で定められた指定法人に使

用済み家電製品の処理を委託している。リサイクルプラントは2002年4月1日時点で、全国39カ所で操業をしている。Aグループは、既存の廃棄物処理施設を主体に24箇所、そのうち2箇所は新規建設プラントである。一方Bグループは、14箇所の新規プラントを建設した。この他A、B共用プラントが1カ所ある。操業している代表的なリサイクルプラントでは、断熱材フロン回収施設やプラスチック分別装置など最新の設備の他、一部のプラントではブラウン管のP/F（パネル/ファンネル）分割システムを備えている。リサイクルプラントに密接に関係する使用済み家電品の指定引取場所（ストックヤード）は、A、B両グループがそれぞれ190箇所を開設している。

2. 2 家電リサイクル法の運用実績

2002年4月12日に、経済産業省は家電リサイクル法の施行状況の実績を公表した。以下に、内容の骨子を引用する。（用語は一部変換してある。詳細は原文を参照されたい）

2002年4月12日経済産業省報道発表から抜粋

「概況」

2001年4月1日に本格施行を迎えた家電リサイクルは、小売店における使用済み家電製品の引き取り、製造業者等のリサイクル施設におけるリサイクルの実施等に関し、概ね順調に施行初年度を終えた。

「引取の状況」

2001年4月1日～2002年3月31日までに、全国の指定引取場所が引き取った使用済み家電製品4品目は、合計約855万台であった。（図2. 2. 1参照）

「家電リサイクルプラントの状況」

家電リサイクルプラントは現在39プラント。法施行後3プラント増、1プラント減。（表2. 2. 1参照）これらのプラントに置いて新たに発生した雇用者総数は約1600名。

「家電リサイクル券システムの状況」

（財）家電製品協会の家電リサイクル券システムは、全国で約6万2千店の家電小売店が参加し、主要家電小売店を概ね網羅。合計約1,800万枚の家電リサイクル券を発送済み。また、全国の全ての郵便局に対しても、郵便局用家電リサイクル券を合計約250万枚配布済み。

家電リサイクル券システムは順調に稼働しており、消費者は（財）家電製品協会のホームページの「排出者向け引取状況確認」機能を利用して、自分が排出した使用済み家電製品の状況を確認することが可能。

「不法投棄について」

不法投棄については、県境省から定期的に実績が報告されている。（図2. 2. 2参照）不法投棄は、テレビが増加している反面、冷蔵庫、洗濯機はほとんど増減が無く、エアコンはむしろ減少している。

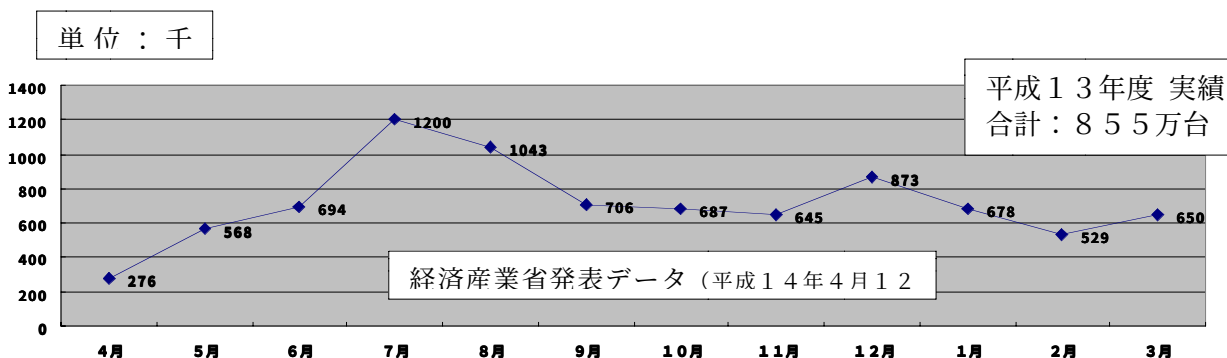


図2. 2. 1 全国の指定引取場所における引取台数の推移

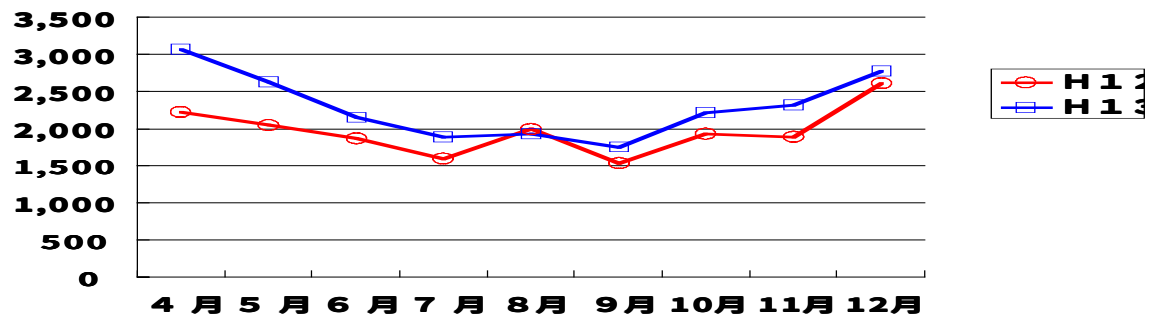


図2. 2. 2 全国不法投棄台数 (2002年2月環境省報道発表資料)

表2. 2. 1 家電リサイクルプラント一覧

(平成14年4月1日現在：経済産業省公表)

	プラント名称	所在地	備考
1	北海道エコリサイクルシステムズ(株)	北海道 苫小牧市	B ○
2	(株)鈴木商会 発寒事業所	北海道 札幌市	A
3	(株)鈴木商会 石狩事業所	北海道 石狩市	A
4	東京製鋼(株) 八戸事業所	青森県 八戸市	A
5	(株)エコリサイクル	秋田県 大館市	B ○
6	東日本リサイクルシステムズ(株)	宮城県 鶯沢町	B ○
7	中田屋(株)伊勢崎工場	群馬県 伊勢崎市	A
8	那須中田屋(株)那須事業所	栃木県 大田原市	A
9	(株)関東エコリサイクル	栃木県 大平町	B ○
10	中田屋(株)加須工場	埼玉県 加須市	A ○
11	(株)ハイパーサイクルシステムズ	千葉県 市川市	B ○
12	中田屋(株)千葉工場	千葉県 市原市	A
13	フェニックスメタル(株)市原事業所	千葉県 市原市	A
14	東京エコリサイクル(株)	東京都 江東区	B ○
15	(株)テルム	神奈川県 横浜市	A
16	エヌケーケートリニケンス(株)	神奈川県 川崎市	B
17	中田屋(株)富士工場	静岡県 富士市	A
18	(株)富士エコサイクル	静岡県 富士宮市	B ○
19	(株)豊和商事 本社事業所	新潟県 蒲原郡 栄町	A
20	(株)豊和商事 長岡事業所	新潟県 長岡市	A
21	ハリタ金属(株)	富山県 西砺波郡 福岡町	A ○
22	グリーンサイクル(株)	愛知県 名古屋市	B ○
23	豊田メタル(株)	愛知県 半田市	A
24	トーエイ(株)	愛知県 知多郡 東浦町	A
25	ハイパーサイクルシステムズ京都分工場	京都府 長岡京市	B
26	サニーメタル(株)	大阪府 大阪市	A ○
27	(株)松下エコテクノロジーセンター	兵庫県 加東郡 社町	A ○

28	(株) アール・ビー・エヌ	兵庫県 姫路市	B ○
29	平林金属(株) 港工場	岡山県 岡山市	A
30	平林金属(株) 御津工場	岡山県御津郡 御津町	A
31	九州メタル産業(株)	福岡県 北九州市	A
32	西日本家電リサイクル(株)	福岡県 北九州市	共用 ○
33	熊本新明産業(株)	熊本県 熊本市	A
34	アクトビーリサイクリング(株)	熊本県 水俣市	B ○
35	太信鉄源(株)	宮崎県 宮崎市	A
36	(株) 荒川商店	鹿児島県 鹿児島市	A
37	(株) 拓琉金属	沖縄県 浦添市	B
38	(株) 拓琉リサイクル研究センター	沖縄県 沖縄市	B
39	拓南商事(株)	沖縄県 具志川市	A

※備考欄の○印は、冷蔵庫用断熱材フロン回収設備を保有(筆者の推定)

2. 3 家電リサイクル法の実施実績

平成13年5月13日に、(財)家電製品協会はHP上で、「家電4品目のリサイクル実施状況(平成13年度)」を公表した。以下に、内容の一部を引用する。詳細はHPを参照されたい。

2002年5月13日(財)家電製品協会HPから引用
表2. 3. 1 特定家庭用機器廃棄物実施状況の総括(総合計)

		エアコン	テレビ	冷蔵庫	洗濯機
指定引取場所での引取台数	千台	1,334	3,083	2,191	1,930
再商品化处理台数	千台	1,301	2,981	2,143	1,882
再商品化等処理重量	トン	57,595	79,978	127,596	54,041
再商品化重量	トン	45,019	58,814	76,359	30,783
再商品化率	%	78	73	59	56
※(法定再商品化率)	%	(60)	(55)	(50)	(50)

※ 再商品化处理台数及び再商品化等処理重量は平成13年度に再商品化等に必要な行為を実施した特定家庭用機器廃棄物の総台数及び総重量

※ 値は全て小数点以下を切り捨て

※ 上記の指定引取場所での引取台数及び再商品化处理台数には、管理票の誤記入等により処理すべき製造業者等が確定していないものは含まれない

※括弧は筆者注

表2. 3. 2 再商品化した部品及び材料の総重量

		エアコン	テレビ	冷蔵庫	洗濯機
鉄	トン	22,633	6,257	58,423	23,242
銅	トン	1,951	2,714	406	352
アルミニウム	トン	588	155	117	105
非鉄・鉄など混合物	トン	19,411	242	15,500	6,253
ブラウン管ガラス	トン	-	45,153	-	-
その他有価物	トン	434	4,291	1,909	828
総重量	トン	45,019	58,814	76,359	30,783

※ 値は全て小数点以下を切り捨て

※ 「その他有価物」とは、プリント基板、その他のプラスチック等である

表2. 3. 3 冷媒として使用されていたものを回収した総重量

		エアコン	冷蔵庫
冷媒として使用されていたものを回収した総重量	Kg	467,316	135,779

※ 値は全て小数点以下を切り捨て

3. 家電リサイクル法施行の成果

3. 1 リサイクル技術開発の成果

かえりみれば、家電業界は既に1974年から家電リサイクル技術の開発を始めていた。その後、(財)家電製品協会として表3. 1. 1に示す多数の開発プロジェクトを実施した。特に、1995年度～1998年度に実施された経済産業省の国庫補助事業「廃家電品一貫処理リサイクルシステム開発」の成果は、家電業界のみならず、広く一般にも公開されて家電リサイクルの普及啓発に貢献した。

表3. 1. 1 (財)家電製品協会の家電リサイクル技術開発

区 分	開発テーマ	開発成果	主な参加企業
自主研究 1994年度～ 1997年度 まで実施。	使用済みテレビ解体・ ブラウン管リサイクル の実証研究	テレビ解体方法及び CRTのP/F分割クリー ニングとカレット化シス テム技術を実証。	ソニー(株) 中田屋(株) 松下電器産業(株) サニーメタル(株)
	使用済み冷蔵庫フロン 回収実証研究(A計画)	欧州方式2形式、及び国産 方式で、断熱材フロンの回 収方法を実証。	(株)日立製作所 日新産商(株) 三菱電機(株) 兼松環境(株) 市川環境エンジニ アリング(株) 松下冷機(株) サニーメタル(株)
	フロン処理技術開発 (B計画)	乾留方式及び燃焼方式でフ ロン無害化処理技術を開 発。	(株)東芝 (株)神戸製鋼所
	エアコンの冷媒回収処理 の調査及び実験	エアコン用冷媒回収処理の 調査と回収実験を実施。	(社)日本冷凍空 調工業会
国庫補助事業 総額50億円 1995年度～ 1998年度 まで実施。	廃家電品一貫処理リサイ クルシステム開発	・大型4家電製品を同時に 一貫処理するシステムを開 発し実証プラントで確認 し、人工知能や低温破碎な ど最先端の技術を国内外に 公開した。	(株)日立製作所 三菱マテリアル(株) 三菱電機(株) ソニー(株) 松下精工エンジニ アリング(株)

家電リサイクル法が成立した1998年以降からは、NEDOの助成や委託事業によってさらに、多くの技術開発が促進された。表3. 1. 2はNEDOの「循環型社会構築促進技術実用化補助事業」の一覧である。特にプラスチックの処理技術に最重点が置かれていることが開発テーマからも読みとることができる。

表3. 1. 2 NEDOの循環型社会構築促進技術実用化補助事業

(平成12年度補正予算事業)

	テーマ名	事業者
A	廃家電プラスチックの高度分別技術の開発	(株)松下エコテクノ ロジーセンター
B	廃家電製品から解体された破碎前の成形プラスチックの材料リ サイクル技術の開発	(株)日立製作所 テクノポリマー(株)

C	廃家電プラスチックのマテリアルリサイクル技術の開発	三菱電機(株) テクノポリマー (株)
D	廃家電プラスチックのサーマルリサイクル技術の開発	(株) 日立製作所
E	廃家電シュレッダーダストの原料化、脱フロン技術の開発	日本鋼管 (株)
F	電気炉による廃家電プラスチック及びシュレッダーダストのリサイクル技術の開発	愛知製鋼 (株)
G	廃家電からの希土類磁石のリサイクル技術の開発	住友金属工業 (株) 住金モリコープ (株)
H	廃家電リサイクルプラントにおける新切断工法による効率的なリサイクル処理技術の開発	松下電器産業 (株)
I	冷媒フロンのケミカルリサイクル技術の開発	三菱電機(株) 旭硝子 (株)
J	断熱材ウレタンのマテリアルリサイクル技術の開発	アキレス (株)
K	断熱材ウレタンのケミカルリサイクル技術の開発	三菱電機(株)
L	断熱材ウレタンに含まれるシクロペンタンの処理技術の実証	三菱電機(株)
M	廃家電の非鉄金属等複合部材及びプラスチックのマテリアルリサイクル技術、断熱材ウレタンのサーマルリサイクル技術の開発	三菱マテリアル(株)
N	廃家電、廃自動車の非鉄金属回収に伴う燃焼排ガス中のハロゲン最適処理技術の開発	同和鉱業 (株)
O	廃家電の非鉄金属回収に伴う、高温・低温焼却技術、燃焼排ガスの湿式処理技術の開発	三井金属工業 (株)
P	廃家電 (廃プリント配線基板主体) の非鉄金属回収技術及び高効率前処理技術の開発	日鉱金属 (株)
Q	家電リサイクルプラントにおける安全条件の設定及び安全運転の実証	三菱電機(株) (株) 日立製作所
R	3 R 促進のための家電製品使用履歴等保持技術の開発	(株) 東芝
S	廃自動車ガラスのリサイクル技術の開発	旭硝子 (株)
U	中古実用衣料のリサイクル衣料・建材への再生利用技術の開発	倉敷紡績 (株)

(NEDO 公表資料から引用)

この背景には、表 3. 1. 3 に示すように現在の政令で定められている家電製品 4 品目の「再商品化率」が、当面の現実的な数値として、金属のみを回収すれば満足されるように設定されていることに対し、将来の再商品化率向上のためには、プラスチックの再商品化技術が不可欠であることを考慮した点にある。

表 3. 1. 3 家電リサイクル法で定められた再商品化等の基準

	2001 年規制値	2008 年?
エアコン	60%	生活環境審議会報告書では、将来の基準値としてプラスチック類を含め、20%の上乗せを求めている。
冷蔵庫	50%	
洗濯機	50%	
テレビ	55%	

ここで、三菱電機(株)が平成 10 年度に N E D O の助成を受け開発した「パソコンの金属分離・分別後のプラスチック残さの高炉還元剤・R D F への利用技術開発事業」の成果を紹介する。現在、三菱電機(株)のリサイクルプラント「東浜リサイクルセンター」では静電分別方式で高度分別されたプラスチックを高炉還元剤として、逆有償ではあるが、安定的に高

炉メーカーに供給している。その他のN E D Oから受託・助成を受けた技術開発成果についても、安全操業の運用確立を初め、再商品化率向上のためへの事業化準備が、進んでいる。

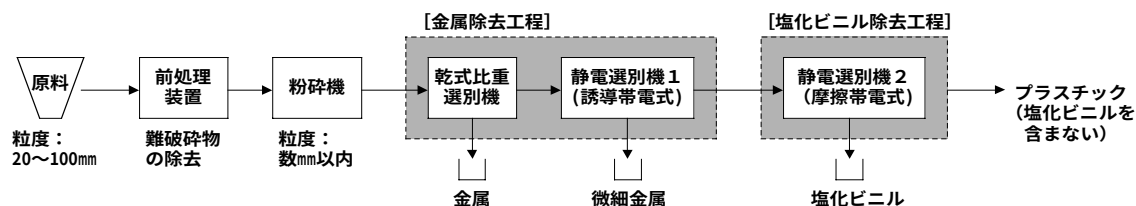


図3. 1. 1 静電分別を利用した金属・プラスチック混合物の高度選別フロー
(N E D O開発成果の実用化事例)

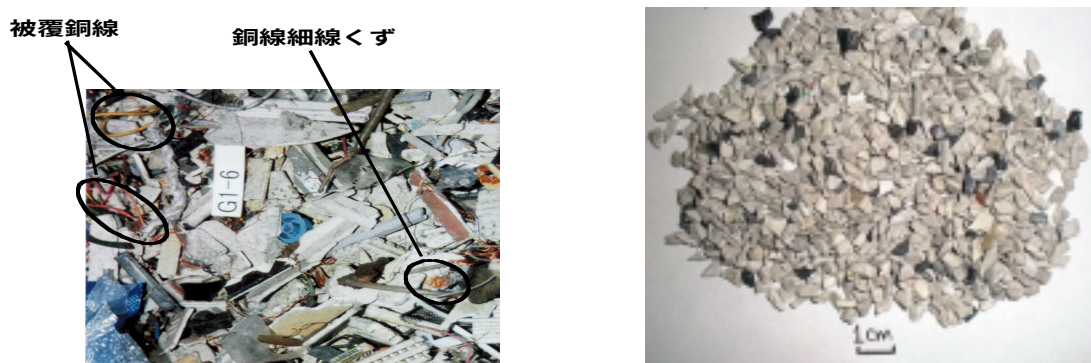


図3. 1. 2 静電分別前（左）、静電分別後（右）

3. 2 製品設計への影響 環境適合設計（DFE；Design For Environment）

家電リサイクル法と同時に施行されている資源有効利用促進法(3 R法)は、従来のリサイクル中心の環境適合設計（D F E；**Design For Environment**）に、新たに3 R（リデュース、リユース、リサイクル）の考え方を製品設計に取り入れている。家電製品をはじめとする組立産業には、3 Rを考慮したD F Eの考え方が急速に普及しはじめている。（財）家電製品協会は1 9 9 4年に制定した「製品アセスメントマニュアル」を3 R法に対応して改訂し、その概要をH Pで公開している。2 0 0 2年3月には三菱電機も、同社のD F Eの内容をH Pで公開している。筆者は従前から環境適合設計を表3. 2. 1のように分類している。

表3. 2. 1 環境適合設計のステップ

D F Eの段階	内 容
第1世代のD F E	製品アセスメントの実施（机上で考えたD F E）
第2世代のD F E	リサイクルプラントでの実証と実測データの活用
第3世代のD F E	L C Aの適用

三菱電機の環境適合設計に大きな影響を与えたのが東浜リサイクルセンターでの実証データの取得である。開発中のエアコンや冷蔵庫、洗濯機などの試作品を搬入し、リサイクル性の検討や、マテリアルバランスの計測を実施してきた。新製品開発の過程で、設計者が試作品の処理の方法を事前に検討することが日常的になってきた。これが第2世代のD F Eであ

る。さらに、家電各社は **LCA(Life Cycle Assessment)** も、部分的に試行し始めており、既に第3世代の **DFE** にも入りつつある段階と言える。

三菱電機グループでは、1996年から全社の開発技術者を対象にして技術ゼミナール「環境適合設計」を開講している。総合電機メーカーとして、**OA** 機器、FA 機器、変圧器、モータ、昇降機など家電以外の事業分野からも多数の受講生が参加し、その累計は1200名以上になる。最近の特徴は、東浜リサイクルセンターから実体験情報を学べる点である。社内の **LCA** データベースにも東浜リサイクルセンターから得たデータが収録されている。

4. 社会システムへの貢献 — 社外への普及啓発—

東浜リサイクルセンターは、1999年6月の実稼動以来、一般公開をしており、国内外からのプラント訪問者の累計は16,000名を超えている。中央官庁、自治体、業界団体や多数の専門家に混じって、一般消費者や市民団体、卒業論文作成のための学生など多い。見学後の質疑応答では、さながらゼミナールや討論会のような雰囲気になり、単に家電製品のリサイクルだけでなく、地球環境問題から産業構造の問題まで議論が深まることも多い。社外への発信は、循環型経済社会を構築するメーカーの大切な責務と考えている。

5. 今後の課題

5. 1 技術的課題

表5. 1. 1は筆者が2001年4月に工業材料誌に掲載した「リサイクルプラントの今後の開発課題」である。家電リサイクル法施行1年を経た現在、主要な開発項目については、次々と実用化の目処がつき始めている。これらには、とりわけ **NEDO** の開発に寄与した効果大きい。

表5. 1. 1 リサイクルプラント今後の開発課題

区 分	内 容	背 景
プラント運営	処理コストの低減	社会的責任と経営安定化に不可欠
	粉塵、可燃物質への安全対策	プラント操業に不可欠の課題
再商品化率の向上	プラスチックのリサイクル手法	将来の再商品化率引き上げに対応
	コンプレッサ、モータ等難破碎物の処理	単体売却では市況に左右される。
	プリント基板の処理方法	非鉄金属、樹脂の処理
特殊処理技術	シクロペンタンの回収	数年後にはシクロペンタン断熱材使用の冷蔵庫が50%を超える。
	磁性材料の処理	電磁モータの使用比率が増える。
	高級金属、可燃金属の分別	SUS、インバー、マグネシウム等
その他	可燃性冷媒、液晶、太陽電池 等	将来の処理対象製品としての可能性

(工業材料 2001.4 から引用)

静電分別技術、P/F 分割技術、冷凍破碎技術、比重選別技術、等の古い技術が循環型経済社会の中で最先端の電子技術と組み合わせられて再び、リバイバルしている事実は興味深い。

5. 2 社会システムの課題

テレビ用ブラウン管ガラスが、メーカーの海外移転に伴って、リサイクルの受け皿が無くなりつつある。一方で、使用済みテレビは今後も定常的に国内に排出されるので、使用済みブラウン管ガラスの新たな用途を開発するか、製品同様にリサイクル材の移動もグローバル化を考慮するなどの、社会システム上の課題が浮上している。

5. 3 拡大・拡散する E-WAIST

家電製品を始めとする使用済み電子製品の海外輸出が増大している。まだ十分に機能する中古製品が途上国でリユースされることは、望ましいことではあるが、一方で事実上の廃棄物輸出になり兼ねない事態も始まっている。これらの「E-WASTE」が途上国に拡散・拡大していくことは、循環型経済社会を構築しようとする日本が率先して解決しなければならない大きな課題である。

表5. 3. 1 アジアに拡散／拡大する米国の（日本の）E-WASTE

米国のパソコン廃棄台数

1998年で500～700万トン（家庭内退蔵数は3億～7億台と推定）

2001年には2倍に達する見込み。1997年には、320万トンが埋立て。

リユース、リサイクルに名を借りた大量のアジア（90%は中国）

への事実上の廃棄物輸出拡大と拡散。

（＊日本のパソコン廃棄予測量は、2001年で8万トン）

<http://www.svtc.org/cleancc/pubs/technotrash> による

6. 家電リサイクル法から、循環型経済社会への展望

「家電リサイクル法」と「資源有効利用促進法」の出現によって、製品設計者は素材調達から廃棄段階までDFEの範囲を広げるようになった。そして動脈産業の典型であった組立産業の家電メーカーが自ら「リサイクル」という静脈産業の分野に入ったのである。家電製品の廃棄物に占める割合は極めて小さいが、廃家電から、使用済み家電という言葉が定着したように、家電リサイクル法のもたらした国民意識への効果は大きい。リサイクル技術、環境適合型製品への転換など技術面での進展は著しい。車の両輪である社会システムの面でも、想定以上にうまく運営されていると言われている。しばらくデータの蓄積をしてから、公正・冷静な分析をして評価をすることが必要である。家電リサイクルの成果が、自動車、パソコン、ガス石油機器、など他の組立産業のシステム構築はもとより、世界にも良い発信と影響を及ぼすことを願っている。

参考資料・引用文献

- 1) 上野 潔 「DFEに基づいた新しい製造文化への77°ローチ」日本機械学会論文集 No.940-64 1994.11.8
- 2) 時田／他 「Some Requirements from Recycling Plant to Material Manufactures」
第4回エコバランス国際会議 2000.11.1
- 3) 上野 潔 「ここまで進んだ材料リサイクル技術」工業材料 2001年4月号
- 4) 上野／他 「家電製品のリサイクル100の知識」東京書籍(株)2001.4 初版
- 5) 上野／嶋村 「国内における組立産業のリサイクルと技術開発の動向」
電気学会 電子・情報・システム部門大会 2001.9
- 6) 上野 潔 「これからの環境技術とマネジメント」開発工学会 Vol.21-No.1
- 7) 安井 至 「リサイクルの百科事典」丸善(株) 2002年2月初版
- 8) 経済産業省 HP 「<http://www.meti.go.jp/index.html>」
- 9) NEDO HP 「<http://www.nedo.go.jp/>」
- 10) (財)家電製品協会 HP 「<http://www.aeha.or.jp/>」
- 11) 家電リサイクル券センター HP 「<http://www.rkc.aeha.or.jp/>」
- 12) 三菱電機(株) HP 「<http://www.melco.co.jp/>」

連絡先：上野 潔（うえの きよし）

所 属：三菱電機(株) 渉外部技術担当部長、（環境保護推進部 兼務）

住 所：〒100-8310 千代田区丸の内 2-2-3 三菱電機ビル

電 話：03-3218-9497 メール：kiyoshi.ueno@hq.melco.co.