

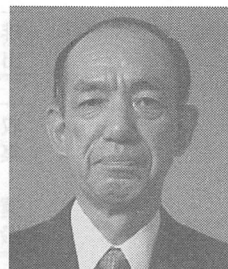
## ■ 展望・解説 ■

## 家電リサイクル技術の現状

Status and Trend of Home Appliances Recycling Technologies

平 田 郁 之\*

Ikuyuki Hirata



## 1. 循環型経済社会の構築へ向けて

高度経済発展とともに築かれた大量生産・大量消費・大量廃棄型の経済社会システムから環境と経済を統合した循環型経済社会システムへの転換が始まろうとしている。1960年代後半の公害問題に始まる環境問題は省エネルギー・省資源問題、地球環境問題などをへて、来るべき21世紀初頭にはゼロ・エミッションを目指した循環型経済社会構築の問題へと変遷していくことになる。

通産省産業構造審議会地球環境部会／廃棄物・リサイクル部会合同基本問題小委員会の報告書「循環型経済システムの構築に向けて」の中で述べられているように循環型経済社会への転換は“豊かさ故に求められるたしなみのある社会への転換をイメージさせるもの”というべきものであり、社会ルール、行動準則の転換が必要である。このためには事業者・消費者・行政が連携し、パートナーシップを形成して転換を進めていくことが重要と思われる。

循環型経済社会システム構築に向けての先駆的取り組みはすでに始まっており、2000年4月に全面施行される容器包装リサイクル法に続いて2001年4月から本格施行される「特定家庭用機器再商品化法」（通称 家電リサイクル法）は世界に先駆けた試みであり、施行を控えてその体制・システム作りが進みつつある。

## 2. 家電リサイクル法

家庭から排出される家電製品のうち

- ・市町村などの施設での処理が困難
- ・資源の回収、有効利用が比較的しやすい
- ・製品の設計と材料の選択が資源の回収、有効利用に大きく影響する

・市場からの回収が比較的容易

な製品を特定家庭用機器に指定して、これについて収集、運搬、資源の有効な利用を適正かつ円滑に進めるため家電リサイクル法が1998年6月に公布され、2001年4月に本格施行される。

この法律の目的は廃棄物の減量と再生資源の十分な利用を図り生活環境の保全と国民経済の健全な発展に寄与することにあるとしている。すなわち残存年数が切迫しつつある最終処分場問題への対応および資源の大部分を輸入に依存している我国にとって廃棄物から得られる資源を有効に利用していくことが求められていることへの対応にある。

なお、この法律は本格施行の5年後の2008年に制度全般について見直しされることになっている。

## 2.1 対象機種

家庭から排出される使用済み電気・電子機器の80%を占める下記的大型家電4品目が指定されスタートするが、電子レンジ、乾燥機などへ順次拡大されていくと思われる。

①テレビ（ブラウン管式のものに限り）

②電気冷蔵庫

③電気洗濯機

④ユニット型エアコン

## 2.2 関係者の役割

家電製品のリサイクルを円滑に進める仕組み作りは社会システム作りでもあり、消費者、小売り店、製造メーカーがそれぞれの義務を果たすことにより構築されるもので、地元自治体の協力なくして実現するものではない。家電リサイクル法ではそれぞれの役割が決められている。相互の関係を図1に示す。

（1）製造者等は自ら製造した製品を引き取り認定工場（リサイクル施設）で再商品化を実施する。製品がリサイクル施設に円滑に集積されるために製造者は適切な数の指定引き取り場所を設ける。

（2）小売業者は過去に販売した製品の引き取りを消

\*三菱電機㈱リサイクル推進企画担当部長  
〒100-8310 東京都千代田区丸の内2-2-3



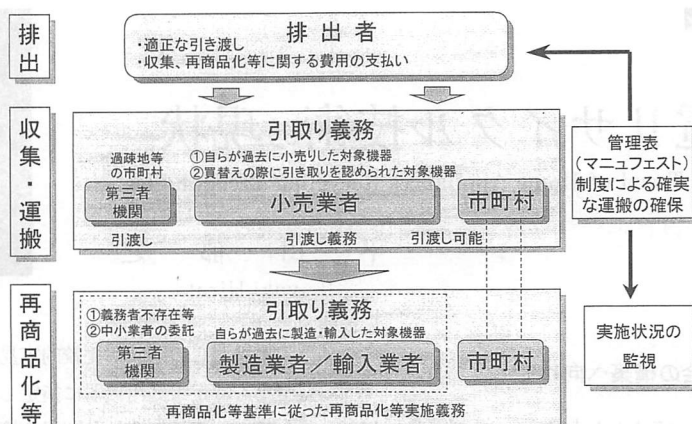


図1 家電製品等の再商品化の流れ

費者から求められたときは、これを引き取り製造者等に引き渡す。消費者が新しい製品に買い替える場合も同様である。

(3) 消費者は料金を払って小売業者に引き渡す。

(4) 自治体は粗大ゴミルートなどで収集したものを製造者等に引き渡す、あるいは自ら再商品化の処理を行なう。

### 2.3 再商品化

#### (1) 定義

再商品化とは

「対象製品から部品および材料を分離して製品の部品または材料として自ら利用すること、あるいは利用する者に有償または無償で譲渡し得る状態にすること」と定義されている。

これは市場性を重視した定義であり、通常使われる「リサイクル」とは内容が異なり市況の影響を受けることになる。

なお、燃料として利用することも再商品化として定義されているが新法施行当初は含めない。

#### (2) 再商品化の対象となる材料等

再商品化するなかで回収すべき材料等について次のように定められている。

- ①鉄、アルミニウムおよび銅の回収
- ②テレビのブラウン管に含まれるガラスの回収
- ③テレビに使われているプリント配線板から金属を回収
- ④エアコン、冷蔵庫に使われている冷媒フロンの回収

プラスチックについては回収に努めることとするが当面は規定しないことになり、下記に定義する再商品化

率の算出には金属とガラスのマテリアルリサイクルだけが認められたことになる。

製品の中で大きな構成比率を占めるプラスチックの再商品化が今後の大きな課題として残された。

### 2.4 再商品化率

達成すべき再商品化の程度すなわち再商品化率が品目毎に規定されている。

- ・エアコン 60%以上
- ・テレビ 55%以上
- ・冷蔵庫 50%以上
- ・洗濯機 50%以上

なお冷媒用フロン（代替フロンを含む）は回収して再使用または破壊（分解）を行なうが、冷蔵庫の断熱材に含まれているフロンは回収に努めることとされている。ここでいう再商品化率は次のように定義される。

$$\text{再商品化率} = (\text{再商品化された重量} / \text{製品総重量}) \times 100$$

再商品化の定義に従えば具体的には次のようになる。

$$\text{再商品化率} = (\text{有償又は無償で売却された重量} / \text{製品総重量}) \times 100$$

### 2.5 管理票（マニフェスト）制度

消費者の手を離れたあと製造業者に確実に手渡され処理されることを確保するため管理票を発行する

## 3. 使用済家電製品処理の現状

図2に示すように我国においては年間約60万トン、2000万台の家電4品目が全国で廃却されている。そのうち80%は小売業者によって残り20%は自治体の粗大ゴミとして回収されている。小売業者によって回収された一部は自治体の設備で処理しているので最終的に



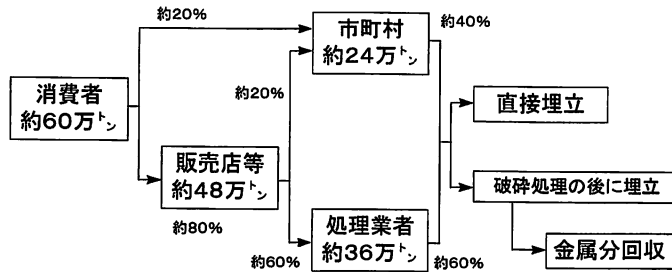


図2 現在の家電製品の処理の流れ

は約60%が民間の処理業者によって処理され、残り40%は自治体で処理されている。

処理の内容は破碎後、金属の一部すなわち鉄を主体として銅、アルミなどが回収されているにすぎない。しかも排出された家電品のかかなりの量が原形のまま直接埋め立てられてきた。処理施設にしても自動車の処理施設すなわち廃車を解体したあと大型破碎機（シュレッダー）で処理、分別する施設などを利用して処理しているのが実状である。

しかしリサイクル法施行を1年半後に控えて家電製品専用のリサイクル施設の建設が計画されつつある。

#### 4. 家電リサイクル技術の現状

廃棄物の処理方法として埋め立て、単純焼却が減り、焼却時に発生する熱を発電などに利用するサーマルリサイクルが拡大する中、材料を回収し再利用する本格的なマテリアルリサイクルの時代がようやく始まろうとしている。

使用済み家電製品の処理に当たり重要な項目は

- ①有害物の分離・無害化
- ②再資源化価値のある金属、プラスチックなどの分離・選別
- ③リサイクル率の向上
- ④リサイクルコストの低減

などであるが、金属類については解決への方向が見えつつある。しかし種類が多く、難燃剤などの添加物が含まれているプラスチックは再利用・再資源化が難しく、その処理方法が大きな課題として残されている。金属、プラスチックなどのリサイクル処理についての現状をまとめた。

##### 4.1 金属類の処理

破碎機によって破碎された金属とプラスチックの混合物は磁力選別で鉄を、渦電流選別で電気伝導のよいアルミ、銅などの非磁性金属を大まかに分離・選別す

る。さらに回転ふるい（篩）、風力選別、振動選別、重力選別などを組み合わせたプロセスを加えることにより分離・選別精度をさらに上げていく。

微少金属の混合物（ミックスメタル）、プリント基板などは溶融加熱などの金属精錬の回収方式によって鉛など有害金属の回収・無害化と、接点などに使われている金など有価金属の回収が行われており、ほとんど問題の無い状況にある。

#### 4.2 プラスチックの処理

##### （1）マテリアルリサイクル

同一種類の純度の高いプラスチックはペレット状に粉碎して原材料に混ぜ射出成形加工などにより再利用されている。異物混入による強度低下の問題と汚れによる表面美観の問題があるが、サンドイッチ構造などによりリサイクル材は表面に出ないようにするなどの工夫が行われており最近では30%程度まで混合可能になっている。処理コストを下げるために同じ種類のプラスチックをいかに大量に集めるかが課題である。

##### （2）サーマルリサイクル

燃焼時の熱を回収として発電などに使うのであるが、家電リサイクル法では再資源化率に加えない。油化して燃料としての利用、セメントキルンに投入しての利用もこの範ちゅうに入れている。

##### （3）ケミカルリサイクル

①プラスチックが高温下で水素と一酸化炭素に分解して還元作用を示すことを利用して製鉄所の高炉では還元剤であるコークスの代わりにプラスチックを使うことが進められている。ドイツではすでに大量使用が行われているが日本でも本格的使用が始まろうとしている。還元剤として使うことからマテリアルリサイクルとして扱われようとしている。銅系金属の混入を嫌がる、塩素を含む塩ビ系プラスチックは除去しておく必要があるなど前作業に手間がかかることから、現在は逆有償（費用を払って処理してもらう）になっている。



が、安定して大量のプラスチックが供給できれば解消していくものと思われる。

②高温高压下でプラスチックを水素と一酸化炭素に分解、ガス化し、さらに、化学反応によりアンモニア、酢酸などに転換しケミカル原材料として利用する実証プラントが計画されつつある。種々のプラスチックが混ざったミックスプラスチックの大量処理方法として期待できる。

③空気（酸素）を断ち高温加熱することによりプラスチックを水素、一酸化炭素に分解、合成ガス化し、金属は溶融して回収するガス化溶融炉が開発され、商用炉が稼動しようとしている。金属・プラスチック混合物の大量処理方法として期待できる。

#### 4.3 フロンの回収・処理

①冷蔵庫／エアコンに使われている冷却のための冷媒フロンはコンプレッサー内に油と共に封入されているが、細管を差し込み回収する方法が広く行われており、自動化された装置などもすでに実用化されている。

②冷蔵庫の断熱剤として筐体（外箱）と内箱の間に発泡ウレタン樹脂が充填されているが、その発泡ガスとしてフロンの使用されている。回収が難しいことから検討が遅れていたが、粉末状に摺りつぶすことにより中のフロングスを解放して活性炭で吸着回収する方法などが開発され実証試験が行われている。

回収したフロンはプラズマ分解や高温分解等の方法により破壊（分解）されるが高コストが問題である。

一方ウレタン樹脂のよい利用方法がないことから、冷蔵庫を高温炉に直接投入することによりフロンを分解し、ウレタン樹脂は燃料として利用する方法も検討されている。

### 5. 商用家電リサイクル施設

#### 5.1 家電製品協会の試み

家電専用のリサイクル実験施設としては廃家電製品協会が茨城県那珂町に建設した「家電リサイクル実証プラント」（廃家電品一貫処理リサイクルシステム開発）がある。1995年度～1998年度に設計、建設、実証試験を行なっているが、この施設は実用化を目指したものではなく、省力化を最優先させた究極のリサイクル技術を目指すもので、斬新な試みが組みこまれている。

製品に特徴的なデータをあらかじめ蓄積しておくことにより、テレビ、冷蔵庫、エアコン、洗濯機を自動識別してラインに投入、分解・切断を装置や作業者に

指示するAI（人工知能）利用の荷捌き・一次分解システム、さらにはモータ、コンプレッサーなど破碎し難いものを液体窒素を使い鉄の脆性温度以下に冷やして破碎する低温破碎設備の導入、さらにはプラスチックと金属の混合物からプラスチックを油化する金属・樹脂混合物燃料化装置などである。年間15万台の処理能力を持つが、実際に2万数千台の処理を行なってデータを採取した。リサイクル率は90%以上を確保している。

処理コストが問題となることから商業施設として直ちに使える設備ではないが1万人を超える見学者があり、来るべき2001年4月からの家電リサイクル法施行を控えて人々への啓蒙に貢献した成果は大きい。

#### 5.2 家電メーカーの試み

2001年の法施行を控えて家電メーカーを中心として先進的でしかも実業レベルのリサイクル施設の建設が企画され建設が始まろうとしている。松下電器は早くから地元大阪の処理業者であるサニーメタルと連携してリサイクル実験を始めている。三菱電機は1999年5月に千葉県市川市東浜に東浜リサイクルセンターを建設稼働させ、OA機器のリサイクル事業を始めると同時に家電リサイクル実験を開始し、実業レベルでのデータ集積と技術の蓄積に努めている。北九州では東芝が中心となりエコタウン計画に参画してリサイクル施設の建設に着手した。日立製作所は北関東でシャープも関西にそれぞれリサイクルプラントの建設を計画している。

いずれも家電リサイクル法を控えて先に述べたメーカー、小売り店、自治体、消費者が協調して仕組み作りを推進する第一歩となるものである。

#### 5.3 実業規模での先進的リサイクル施設

今年5月に稼動した先進的リサイクル施設の例を紹介する。三菱電機が中心となり千葉県市川市東浜に建設した東浜リサイクルセンターである（写真1）。

##### （1）施設の概要

このリサイクルセンターは家電製品をリサイクルする㈱ハイパーサイクルシステムズとOA機器のリサイクルを行なう㈱グリーンサイクルシステムズの二つの会社からなり、図3に示すように、破碎・選別工程の施設を有効利用して稼働率を上げている。年間の処理能力は冷蔵庫とエアコンが6万台、洗濯機が7万台、テレビが10万台の合計30万台であるが、2001年には60万台に増強してOAの40万台と合わせて100万台の処理能力を計画している。この施設の特徴は







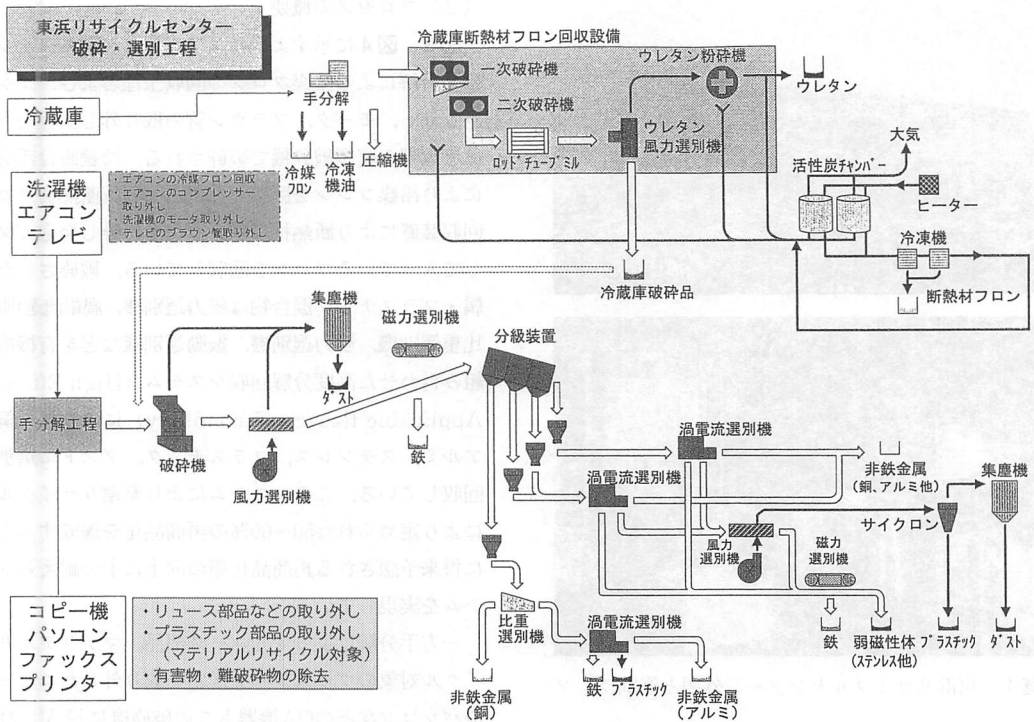


図4 東浜リサイクルセンター破砕・選別工程

る形態を模索している。

製品設計についても使用するプラスチックの種類を大幅に減らしたリサイクルしやすい設計が進んでいることから、リサイクル率も80～90%を越える値を目指している。

## 7. 今後の課題

リサイクル施設についての技術開発は進んでいくであろうがこれだけでリサイクルが完結するわけではない。家電リサイクルのシステムがうまく廻るためには消費者から小売店、指定引き取り場所までの収集運搬システムおよび指定引き取り場所からリサイクルプラントさらには再資源物の利用まで含めた全体システム

が構築されなければならない。この全体システムがコストミニマムになるような観点から取組む必要がある。

物を作り、売り、使っていただくだけの時代、物を使うだけの時代が終わり、使い終わった後についても関係者が責任持って処理する時代が始まろうとしていることを皆が認識すべきであろう。

## 参考文献

- 1) 産業構造審議会 地球環境部会／廃棄物・リサイクル部会合同基本問題小委員会報告書〔循環型経済社会システムの構築へ向けて〕1999年7月
- 2) 通産省資料／助家製協資料