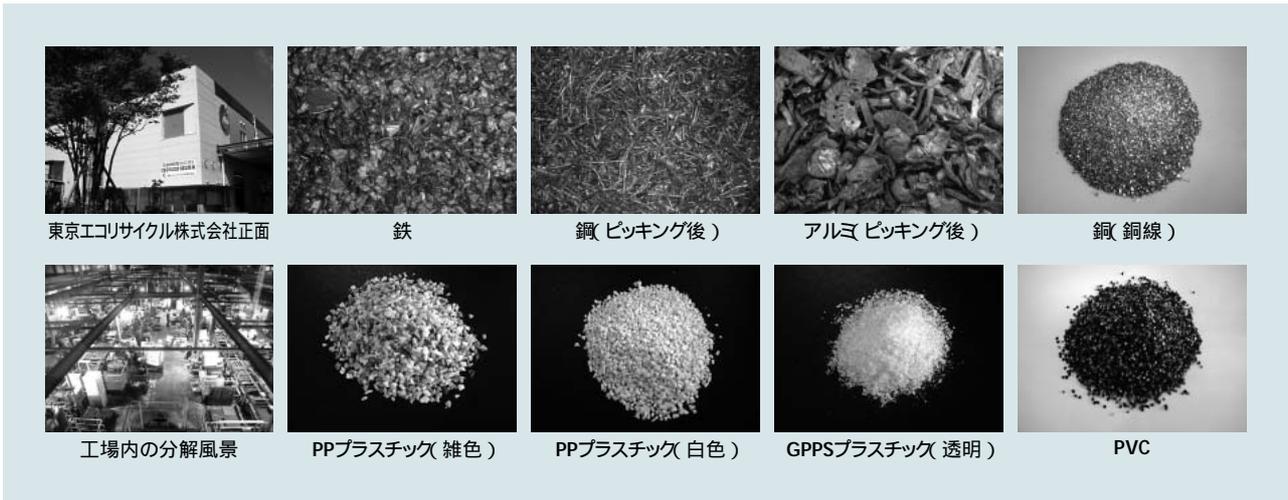


循環型社会を切り開く家電リサイクル

Recycling of Electronic Appliances toward Recycling-oriented Society

馬場 研二 Kenji Baba



注:略語説明 PR(ポリプロピレン),GPPS(一般ポリスチレン),PVC(ポリ塩化ビニル)

図1 東京エコリサイクル株式会社に生産している資源の例

モータや熱交換器などの部分類のリサイクルに加えて、鉄、銅、アルミニウム、プラスチック類[PP,GPPS,ABS(Acrylonitrile ,Butadiene ,Styrene)樹脂ほか]を高純度で生産する資源創出型リサイクルを実践している。

1.はじめに

日立製作所は、1991年から家電リサイクル設備の開発に着手し、1998年以降、独自の設備を全国規模で納入して技術的にリードするとともに、家電リサイクル企業である株式会社関東エコリサイクル、北海道エコリサイクルシステムズ株式会社、東京エコリサイクル株式会社の3社を設立するなど、社会的に貢献する姿勢を明確に打ち出してきた。東京エコリサイクル株式会社は、東京都で唯一の家電リサイクル企業である。その特徴は、(1)資源循環を一步超えて資源創出という観点でリサイクルをとらえ、各種のキー技術を開発していること、(2)国際連携により、複数国の利益と環境保護に貢献していること、(3)環境リスクと情報リスクをともに低減する先行的な仕組みを作っていることである。

ここでは、循環型社会を実現する日立グループの家電リサイクルの取り組みについて述べる(図1参照)。

2.家電リサイクルプロセス

2.1 東京エコリサイクル株式会社

東京エコリサイクル株式会社(以下、東京エコと言う。)は、

家電メーカー6社(三菱電機株式会社、シャープ株式会社、三洋電機株式会社、ソニー株式会社、株式会社富士通ゼネラル、および日立製作所)と、金属系リサイクルの先進企業である有明興業株式会社が共同出資し、1999年12月に設立された。東京湾若洲地区に立地し、年間最大60万台の処理能力を有する。家電4品目(冷蔵庫、洗濯機、テレビ、エアコン)だけでなく、メーカーとしての責任をより深く果たすために、パソコンや制御盤など広く電機品のリサイクルも手がけている。リサイクルプロセスを図2に示す。

2.2 リサイクルプロセス

今や全国で一般的となったこのプロセスの骨格は、日立グループを中心に開発された。まず、製造工程の逆をたどるプロセスで、作業者が手で分解する。手分解の基本は次のとおりである。

- (1) モータやコンプレッサなどの有価部品類を回収する。
- (2) 単一素材ごとにプラスチック部品を回収する。
- (3) 回収資源をさらに加工して付加価値を上げる。
- (4) 同時に有害物も回収する。

廃棄物リサイクルは、材料や部品生産に必要なエネルギーを削減し、結果として二酸化炭素排出を大幅に抑制する重要な地球温暖化防止の手段である。金属や石油などの資源は有限であり、その循環利用は不可避である。地球から資源を一方的に採掘する消費型文明から、循環型文明への移行が求められている。東京エコリサイクル株式会社は2002年度以降、家電リサイクル分野で初めてゼロエミッションを達成後、付加価値を高めた資源を創出するという観点から各種のキー技術を開発してきた。パソコンリサイクルについては環境リスクと情報リスクをともに低減する先行的な仕組みを運用している。輸出した資源については相手国での、汚染防止と作業環境改善を図っている。

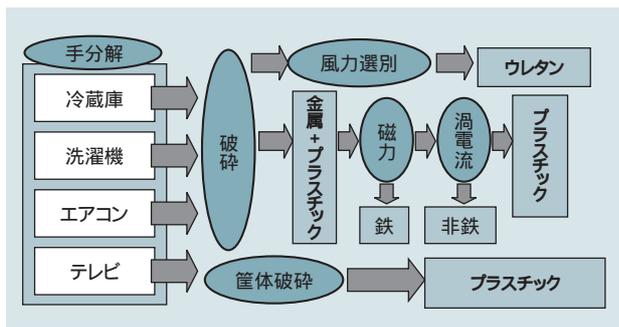


図2 家電リサイクルプロセス
廃家電は手分解と機械選別のバランスで処理される。基本プロセスは日立グループが開発された。

分解過程では、メーカー、製造年代、型式、ネジの場所、数などが異なり、いずれも熟練とノウハウを要する作業である。分解工数は4品目で60点を超える。手分解で有価物を取り除いた残りは主に筐（きょう）体である。筐体を破砕機で細かく破砕し、金属とプラスチックなどの混合物から、磁力で鉄を回収し、渦電流で非鉄を回収する。最終的に各種プラスチックを主成分とする混合物を生成する。

冷蔵庫とエアコンでは、まず冷媒フロンを回収する。また、リサイクルのプロセスで、冷蔵庫の断熱材からフロンを回収する。テレビでは、筐体をはじめとする構成部品を一つ一つ分離していくが、最終的にブラウン管が残る。ブラウン管はパネルと呼ぶ前面ガラスと、ファンネルと呼ぶ背面ガラスが密着した構造を持つ。ファンネルには酸化鉛が約20%以上含まれる。パネルとファンネルを分割して、両ガラスをともにブラウン管製造の原料にする。原料は海外の生産工場に輸出している。

2.3 入荷品の電子照合システム

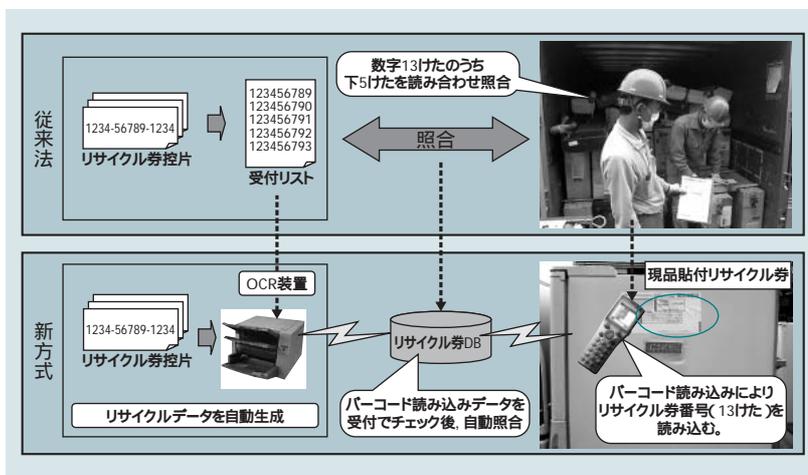
使用済み家電にはバーコードで個別管理するリサイクル券が貼付（ちょうふ）されている。この番号と、同時に送達される伝票の番号とを個々に人が照合していた。

そこで、リサイクル券のバーコード番号（13けた）を読み取る光学式読取り装置を導入し、受付情報を自動生成させた。同時に、家電リサイクル券のバーコード番号を無線ハンディリーダで読み取ってデータベース化し、両データベースを照合するバーコード利用電子的照合システムを新たに開発した（図3参照）。変形したり汚損している伝票は自動検出する機能を付加することによって実用性を高め、2006年1月から全国で初めて稼働させた。これにより、ヒューマンエラーを防止し、かつ、チェック時間を短縮することができた。

3. 資源創出と国際資源循環

3.1 資源環境の変化

資源が有限な地球で人口が増えると、需給バランスにより、資源単価は必ず漸増していく。この変化の第一波が2003年にやってきた。2003年後半ごろから、鉄、非鉄の価格が高騰し始め、2005年からは石油の価格も急激に上昇した。これらの高騰はやがて落ち着き下落することもあるだろうが、予想以上に早まる可能性もある。また、今後はハイテクノロジー機器製造に欠かせないレアメタルの獲得・循環戦略も重要になっていく。これは資材調達の内内部化にもつながる。



注：略語説明 OCR（Optical Character Reader）、DB（Database）

図3 入荷家電の個別照合システム

伝票のOCR読取りデータと現品貼付のバーコード読取りデータを自動照合させた。これにより、照合時間の短縮とヒューマンエラーの防止を実現した。

3.2 プラスチックのマテリアルリサイクル

(1) 単一素材部品のリサイクル

2001年の家電リサイクル法(特定家庭用機器再商品化法)施行時には、プラスチック類の事前回収は一般的には行われていなかった。日立製作所と日立多賀テクノロジー株式会社は、冷蔵庫の野菜箱や洗濯機の槽、エアコンのカバーなどのポリプロピレン製部品をピッキングで回収し、日立製洗濯機の底板に再生する技術を、経済産業省の平成12年度循環型社会構築促進技術実用化開発費助成事業(単年度助成事業)である「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マテリアルリサイクルシステム技術の開発」によって開発した。

(2) 二段風力選別装置の開発

部品ピッキングで回収されずに破碎されたミックスプラスチックを焼却後、燃え殻をセメント製造時のマテリアル副原料にすることにより、埋め立て量を減らしてきた。その結果、入荷重量の0.1%しか埋め立てないというゼロエミッションを2002年度以降継続させ、2005年度からは非焼却型のマテリアルリサイクルに移行している。

ミックスプラスチックは複数種類のプラスチックの混合物であるが、銅線やウレタン粒などの異物を含んでいる。これらの異物を分離する方式として、従来は、水を使う湿式法(比重分離)と水を使わない乾式法(静電分離)によっていたが、設備費や維持費が高いという課題があった。そこで、ミックスプラスチックに含まれるわずかな異物(銅線とウレタン粒塊)を除去する、二段風力選別方式を開発した(図4参照)。1段目で銅線を分離し、2段目でウレタンとプラスチックを分離する。プラスチック、銅線、ウレタン粒のおおのの密度と風力抵抗の違いに着目して、1段ごとに風力を最適化することで、銅線とウレタン粒塊とを別々に分離することに成功した。

(3) 品質向上による国際資源循環

二段風力選別装置で分離したプラスチックにはまだ極微量

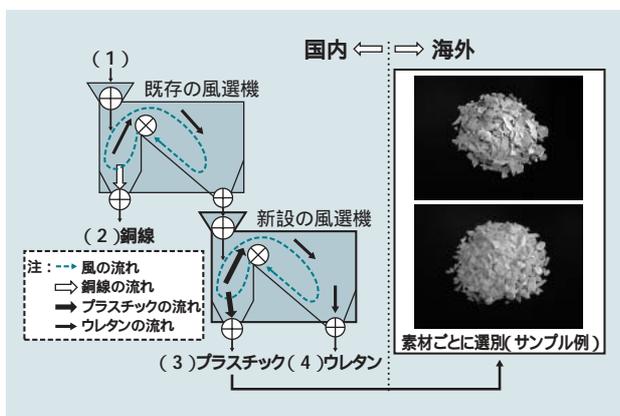


図4 プラスチックの二段風力選別装置の概要と素材サンプルの例
2段の風力選別でプラスチック、銅線、ウレタンを高精度で選別する。海外ではさらに素材ごとに選別される。

の異物が残留する。これについては人手によるピッキングで除去し、ほとんど100%に近いプラスチック原料(複数素材)を生産することができるようになった。その結果、アジア圏に有価で売却できるまで付加価値を高められた。アジア圏では安価な人件費を利用して、プラスチックを材質ごとに分別してさらに付加価値を高めている。国際資源循環により、経済発展に必要な資源を石油に依存することなく、リサイクル資源から速やかに生産することは両方の国の経済発展と環境負荷低減に役立つ。

3.3 金属プラスチック複合物のリサイクル

(1) モータの素材リサイクル

家電リサイクル工場ではモータ類や熱交換器などのパーツ類を回収するが、部品までの回収である。これを国内でリサイクルしようとすれば破碎機で砕くしか方法がない。砕けば残渣(さ)が廃棄物になる。そこで、モータなどの部品類は海外で完全分解する仕組みを作った。海外の安価な人件費で徹底的に素材にまで分解すれば、すべてが資源として利用できる。洗濯機モータの例を図5に示す。その際のポイントは海外での作業環境と安全衛生である。東京エコのパートナー企業では、独立した建屋を建設して半自動機械を導入し、かつ、作業環境と安全衛生を日本並みにして作業者の健康を守っている。これは相手国での資源創出と雇用創出につながっている。

(2) 銅線分離装置

家電に使用されている多数のコード類は、従来、切断してそのまま有価売却していた。売却先では銅線と被覆部に選別する。これを工場内で行う安価(コスト $\frac{1}{2}$)で高効率(銅純度99.9%)、しかもコンパクト(2m四方)な装置を開発し、実用化している(図6参照)。この結果、売却益が約2倍になる見込みである。

3.4 コンプライアンス管理

廃棄物の処分委託先で適正な処理が行われているかをマニフェストで管理することが法的に義務づけられている。しかし、有価物でも、その分離プロセスで廃棄物が発生する場合

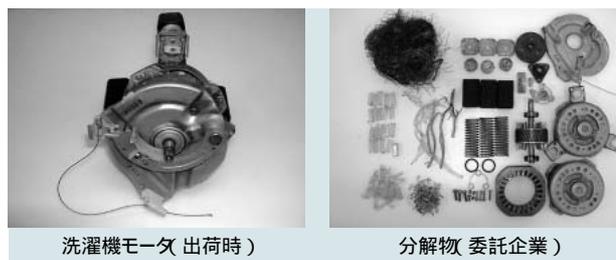


図5 洗濯機モータの素材リサイクル
国内では実現不可能な分解を、海外で徹底的に分解・選別・回収する。ごみは発生しない。

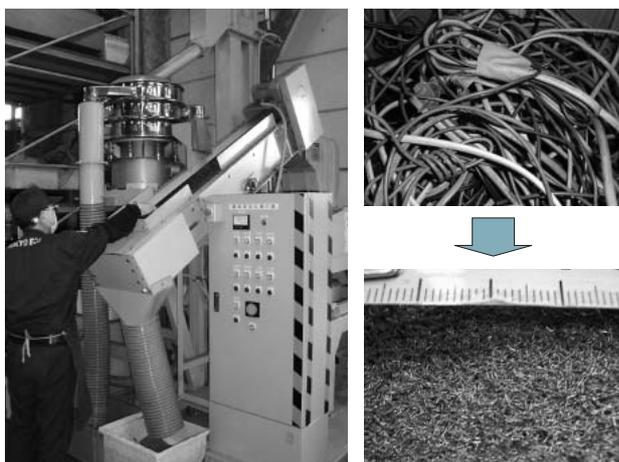


図6 銅線分離装置

コード線を安価かつ省スペースな装置で純銅（純度99.9%）と被覆塩化ビニルに分離する。



図8 パソコンのセキュリティ型リサイクル

徹底的にセキュリティを確保することにより、リサイクルの情報リスクを抜本的になくしている。

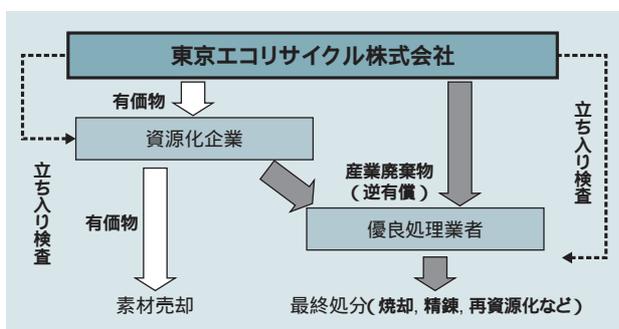


図7 コンプライアンス管理スキームの概要

産業廃棄物も有価物も立ち入り検査し、トレーサビリティとコンプライアンスを監視する。国内外で実施する。

がある。そこで、図7に示すように、東京エコから部品類、プラスチック、金属類などの資源を売却する企業には、国内外すべての企業に立ち入り検査を実施し、専任チームがリサイクル現場を定期的に査察・指導している。この取り組みは株式会社アールステーションの指導によって実現した。

4. 環境リスクと情報リスクの低減

4.1 ハードディスクの物理的破壊

2005年4月に個人情報保護法が施行された。パソコンのハードディスクには機密情報や個人情報が記憶されている。これらの情報をソフトウェア的に消去することは可能だが、外見では確認できない。そこで、東京エコでは全品を物理破壊している。見えないリスクには見える対策が必要と考えるからである。具体的には、ハードディスクを湾曲させながらせん孔することにより、情報の読み取りを不可能にしている。せん孔したハードディスクは、金属資源として売却する。売却先は、家電リサイクルで開拓した信頼できる有価物ネットワーク企業を活用し、環境リスクを低減させている。

4.2 指静脈認証利用のセキュリティ型リサイクル室

情報化社会では、環境リスクと情報リスクを同時に低減させることが求められる。そこで、パソコンを安全に保管・分解するためのセキュリティ管理体制を業界で初めて構築した。作業者を特定して個人情報保護教育を行い、部屋は指静脈認証で登録して、その作業者のみを入室可能とした（図8参照）。さらに、分解室の作業を録画し抑止力を保持している。

情報セキュリティを守る仕組みの認証として「プライバシーマーク」がある。プライバシーマークはソフトウェア生産やIT関連の企業で積極的に取得する動きがある。東京エコはこれを業界で初めて取得して運用し、情報リスクを低減させている。

5. おわりに

ここでは、循環型社会を実現する日立グループの家電リサイクルの取り組みについて述べた。

資源に国境はなく、環境にも国境はない。わが国と海外諸国で環境を守りつつ「Win-Win」の関係を構築すること、つまり「環境保全を地球規模で産業化」することが、かつてないほど求められている。「産業化」とは「環境と経済の両立」である。日立グループは、これを率先するだけでなく、日本がこの分野でリーダーシップを発揮することが、地球規模での環境保全に貢献し、歴史的にも評価されるものと考えている。

執筆者紹介



馬場 研二
1978年日立製作所入社
現在、東京エコリサイクル株式会社 代表取締役社長
工学博士
環境システム計測制御学会会員