

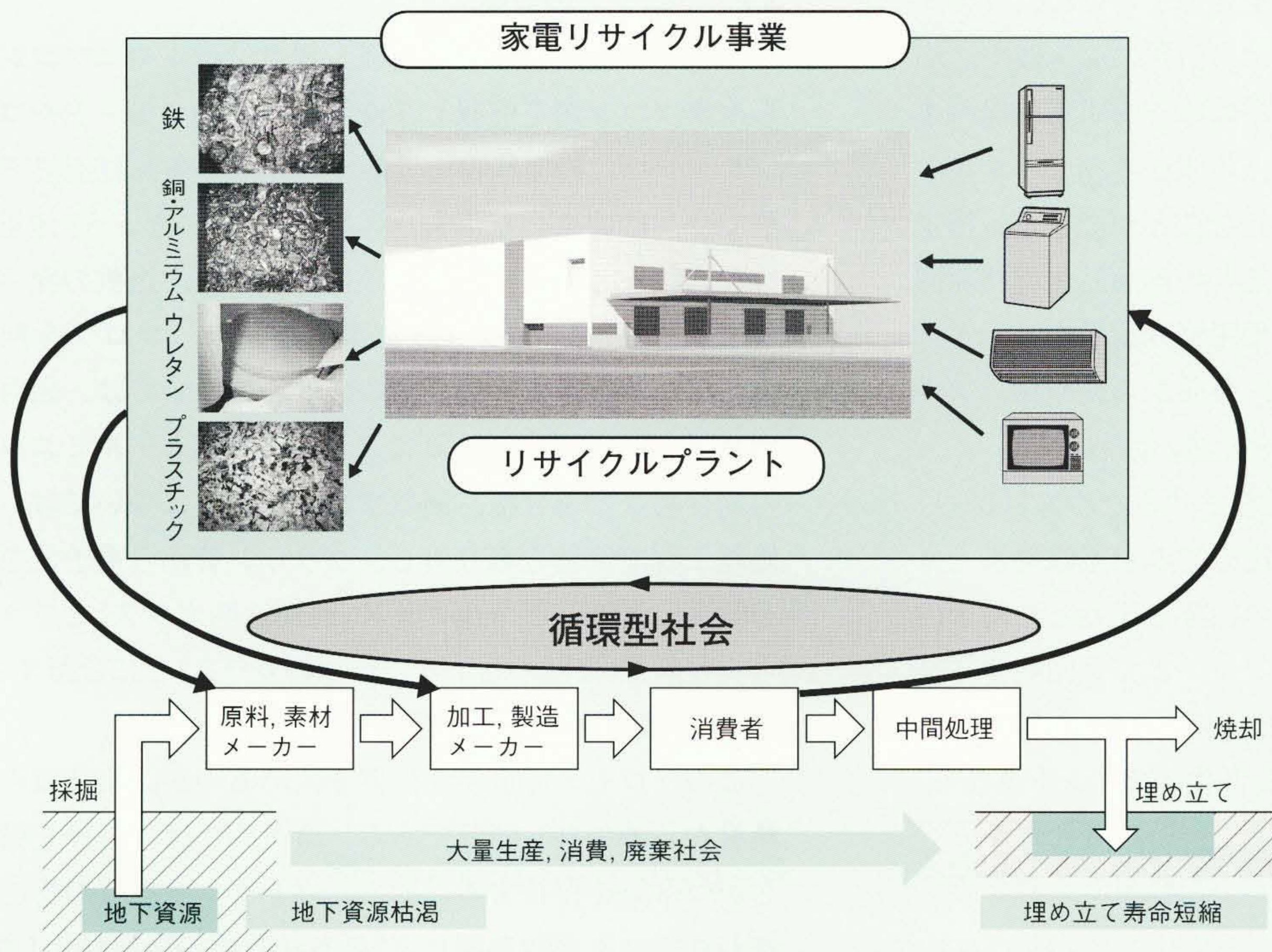
使用済み工業製品のリサイクル事業への展開

Development of Recycling Business Utilizing Waste Industrial Products

馬場研二 Kenji Baba

三浦 修 Osamu Miura

福本千尋 Chihiro Fukumoto



使用済み家電リサイクルを例とする循環型社会へのアプローチ

使用済み家電4品目(冷蔵庫、洗濯機、エアコン、テレビ)を手始めに、自動車、自動販売機、パソコン、コピー機などの工業製品もリサイクルされていく。日立グループは、そのためのインフラストラクチャー構築だけでなく、リサイクル事業も手がけることにより、循環型社会形成の促進に貢献していく。

地下資源の量的制約を受けながら廃棄物の埋め立て地がひっばくするという21世紀の社会では、使用済みの工業製品の中から有価物を回収して再利用するための資源循環再利用基盤の構築が必要不可欠になる。2001年4月に施行される「特定家庭用機器再商品化法」は、今後、各種の電子・電気機器のリサイクルを推進する画期的な法律とされている。

日立製作所は、高効率かつ拡張性に優れる使用済み家電リサイクルプロセスを開発するとともに、オゾン層破壊抑制に寄与する冷蔵庫断熱材中のフロン回収技術と、埋め立て地の延命化につながる断熱材樹脂の高度減容技術を開発し、実用化した。さらに、リサイクルプラントまでの物流の効率化と操業の安定化とを同時に達成する「物流ネットワーク管理技術」を提案している。また、リサイクルのための社会基盤を構築するハードウェアを提供するだけでなく、東京都と北海道では、みずからリサイクル事業を推進している。

1 はじめに

地下資源の枯渇、土壌汚染、埋め立て地の短命化という問題が顕在化している。工業製品は一般に鉱物や石油などの地下資源を1次原料として加工、製造され、5年から20年程度の使用後、廃棄物となる。つまり、静脈側での廃棄量は5年から20年前の動脈側の生産量を映す鏡と言え、同時に、廃棄物問題は世代を越えた時間スケールの問題である。一方、金属資源の採掘可能年数は、鉄が71年、銅が33年とされていることから、これら資源の循

環利用はいずれ避けて通れない問題となる。これまで工業製品は、廃棄後、原型のままあるいは破碎後に埋め立てられるのが主流であった。今後は、資源循環を達成していくことが大きな課題であると考える。

ここでは、家電製品を例に、使用済み工業製品のリサイクル事業への展開について述べる。

2 特定家庭用機器再商品化法の概要と課題

1998年6月に「特定家庭用機器再商品化法」(通称「家電リサイクル法」)が公布され、2001年4月から施行される。

この法律により、製造事業者は、みずからの責任で、合計約2,000万台と見込まれる冷蔵庫、洗濯機、エアコン、テレビの4品を、質量ベースでそれぞれ50%、50%、55%、60%以上再資源化することが義務づけられる。

まず、消費者は使用済み家電を処分する際に、リサイクル料金を支払い、小売店または自治体に引き渡す。小売店は、「指定引き取り場所」と呼ばれる中間集積場所までこれらを輸送する。自治体は、みずからリサイクルするか、指定引き取り場所に持ち込むことができる。指定引き取り場所以降が、家電製造業者の再商品化義務範囲である。指定引き取り場所から使用済み家電をリサイクルプラントまで輸送し、ここで、製品から鉄や銅、アルミニウム、ガラスなどの有価物を分離、回収する。

このような社会システムを定着させるためには、(1) 料金回収システムの確立、(2) 使用済み家電収集ルート構築と、リサイクルプラントの操業と連動した効率的な輸送方法の確立、(3) 断熱材フロンまでも回収する高性能リサイクルプラントの建設、(4) 従来の金属類に加えて、プラスチックも含めた再資源化がポイントとなる。

3 日立製作所の使用済み家電リサイクルプロセス

3.1 開発の経緯¹⁾

日立製作所は、1992年に、通商産業省の補助事業として、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)と財団法人エンジニアリング振興協会(ENAA)との委託を受けて、有価物分別回収率90%以上の性能を達成できる効率的な使用済み家電リサイクルプロセスを開発した。続いて、1995年から1998年まで、通商産業省の補助事業「廃家電品一貫処理リサイクルシステム開発」では、財団

法人家電製品協会の委託により、幹事会社として、茨城県那珂町に年間15万台の家電4品専用リサイクルプラントを建設し、全体プロセスの実証試験を進めた。これらの経験を踏まえた実用プロセスを図1に示す。

3.2 プロセスの概要

このプロセスでは、前処理工程で冷蔵庫やエアコンから冷媒フロン類を回収し、洗濯機も含めてモータやコンプレッサなどの塊状物を分離する。次の各品目別処理工程では、冷蔵庫、洗濯機、エアコンの筐(きょう)体を破碎機に投入して破碎する。破碎物のうち、比重の軽い冷蔵庫断熱材(ウレタン片)を風力選別し、フロンを回収後、圧縮成型する。その他の破碎物については、磁力選別装置と渦電流選別装置により、鉄や銅とアルミニウムの混合物などを分離、回収する。テレビについては、前処理工程で筐体を取り外し、ブラウン管から電子銃などを除去した後、パネルガラス(前面透明ガラス)とファンネルガラス(後部のじょうご形状のガラス)とに分離する。

3.3 冷蔵庫断熱材の課題

このプロセスで重要な位置を占めるのが、冷蔵庫の断熱材からのフロン回収である。冷蔵庫では、外枠を構成しかつ冷気を保持する目的で、ウレタン多孔質の樹脂が使われている(図2参照)。この多孔質化の発泡材として、冷媒フロンの約4倍量のフロン(CFC11など)が使用されている。オゾン層破壊防止の観点からこのフロンを回収すべきであるが、冷蔵庫については、これまで破碎後埋め立て処分するのが一般的であった。そのため、断熱材中のフロンが大気に放出されるだけでなく、破碎によって容積が2倍に膨らんだウレタン片のために、埋め立て地の寿命をいっそう短くするという問題があった。

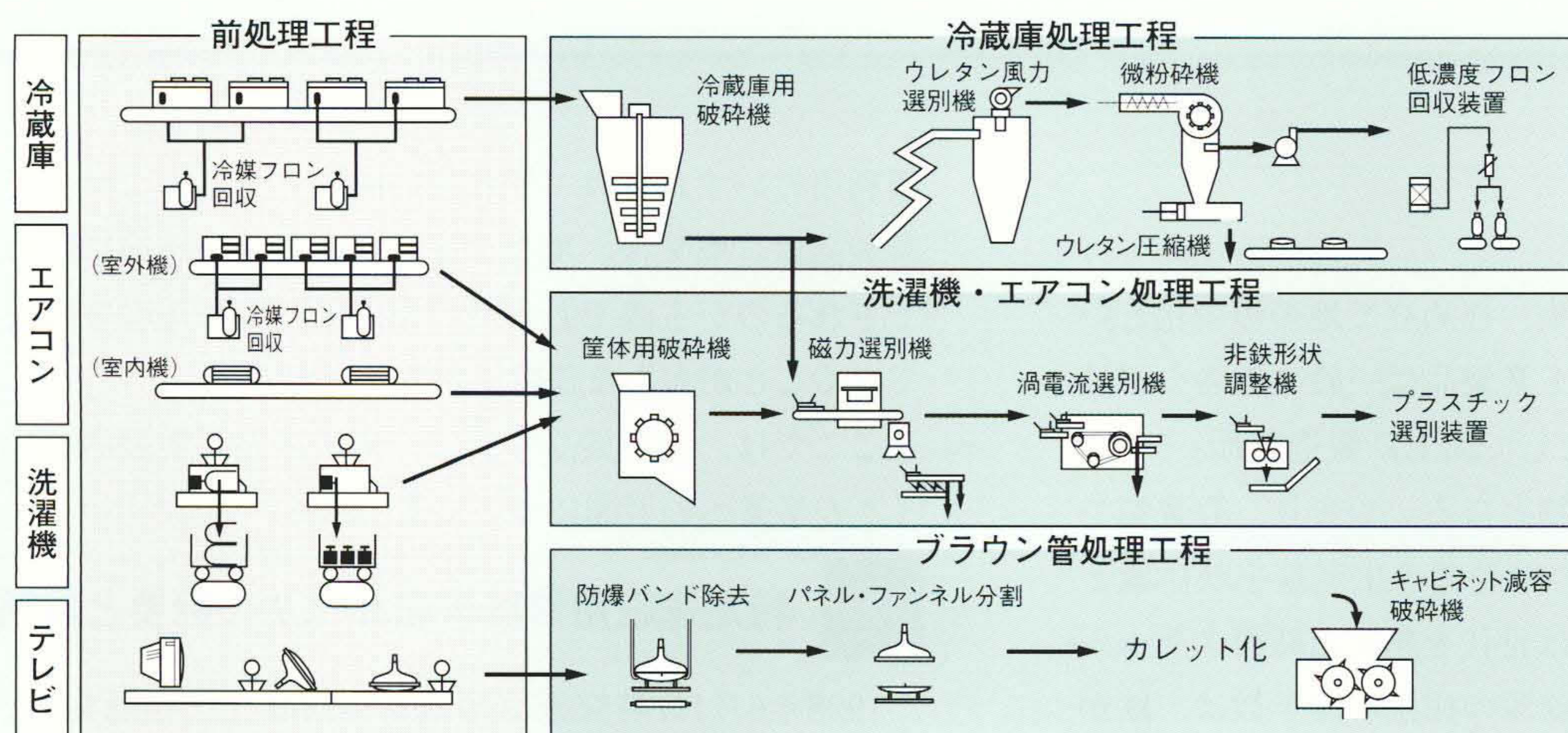


図1 使用済み家電のリサイクルプロセス

冷蔵庫、洗濯機、エアコンからモータやコンプレッサ類を取り外し、破碎機に投入する。破碎物のうち、冷蔵庫断熱材中のフロンは独自のプロセスで回収する。その他の破碎物については、磁力選別装置や渦電流選別装置で有価物を分離、回収する。

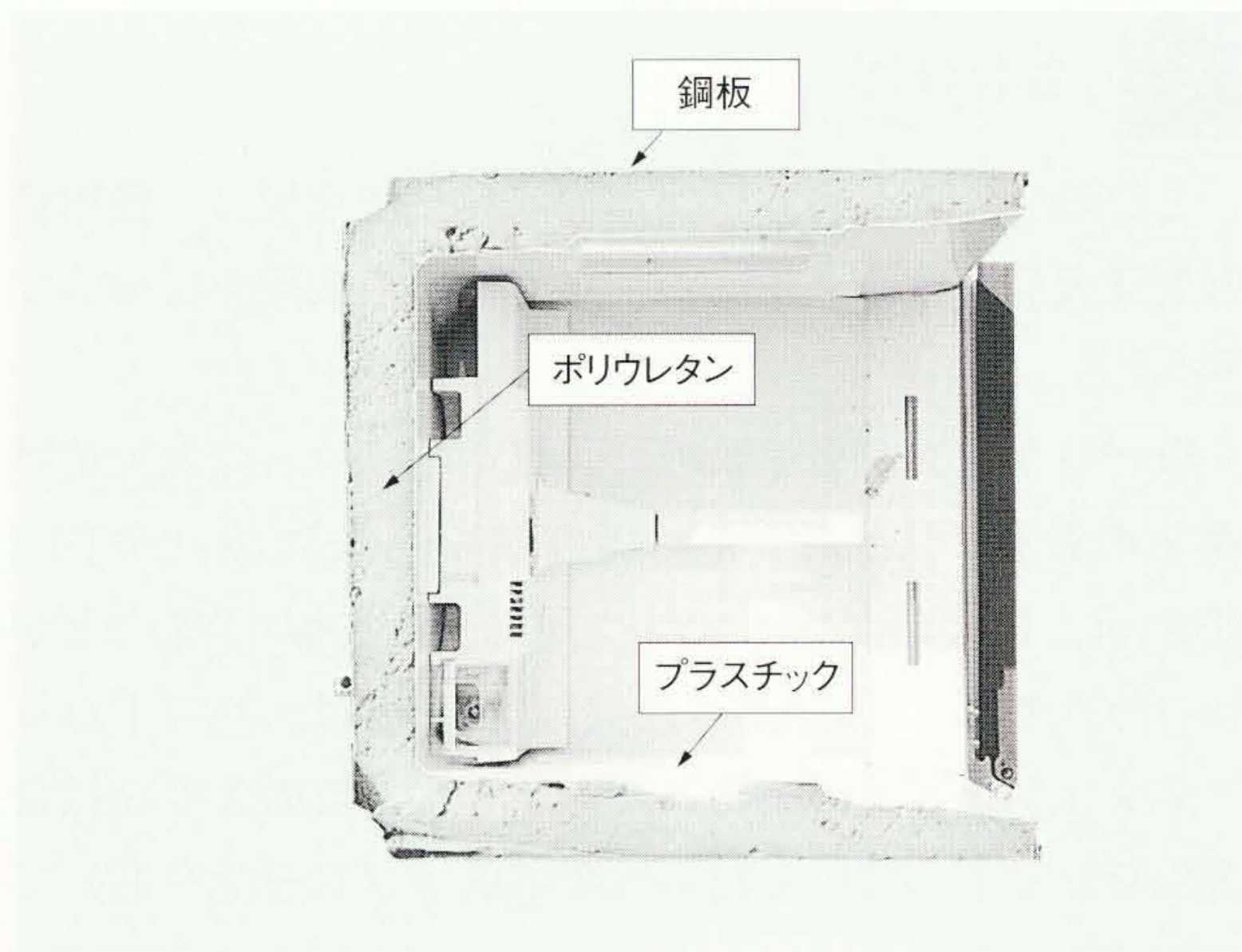


図2 冷蔵庫の断面

冷蔵庫の外枠は、ウレタン多孔質の樹脂で覆われている。この発泡材として、冷媒フロンの約4倍量のフロン(CFC11など)が使用されている。

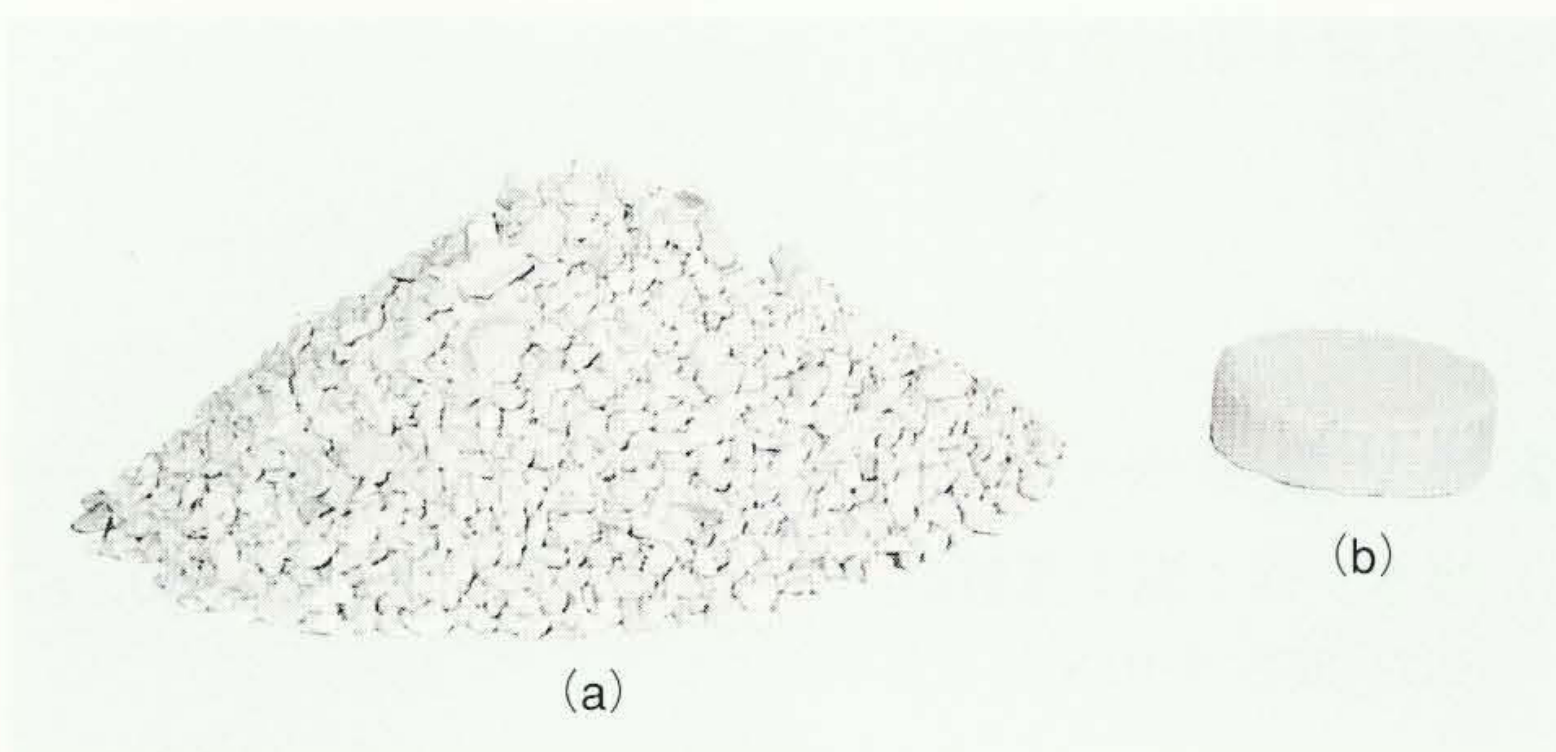


図3 粉末状ウレタンの圧縮状況

微粉砕機ですりつぶされた粉末状ウレタン(a)は、独自の圧縮機により、容積を約 $\frac{1}{20}$ に減容できる(b)。

3.4 日立製作所のフロン回収プロセス

日立製作所の冷蔵庫断熱材フロン回収プロセスの特徴は、断熱材からフロンを高効率で回収するとともに、ウレタンを約 $\frac{1}{20}$ に圧縮するところにある。

まず、破砕機で冷蔵庫筐体を破砕し、冷蔵庫の外壁に密着した多孔質ウレタンを効率よくはく離破砕する。この破砕ウレタン片だけを風力選別機で選択的に吸い上げ、後続の微粉砕機で多孔質気泡(0.3 mm)をすりつぶす。次に、この粉末状ウレタンを圧縮機で圧縮成型する(図3参照)。これらの工程で吸引したフロン含有空気を活性炭塔に導き、フロンを吸・脱着させて回収する。

これらの基本プロセスについては、これまでに約10件の特許が成立している。また、平成12年度環境賞(優良賞)を受賞した。

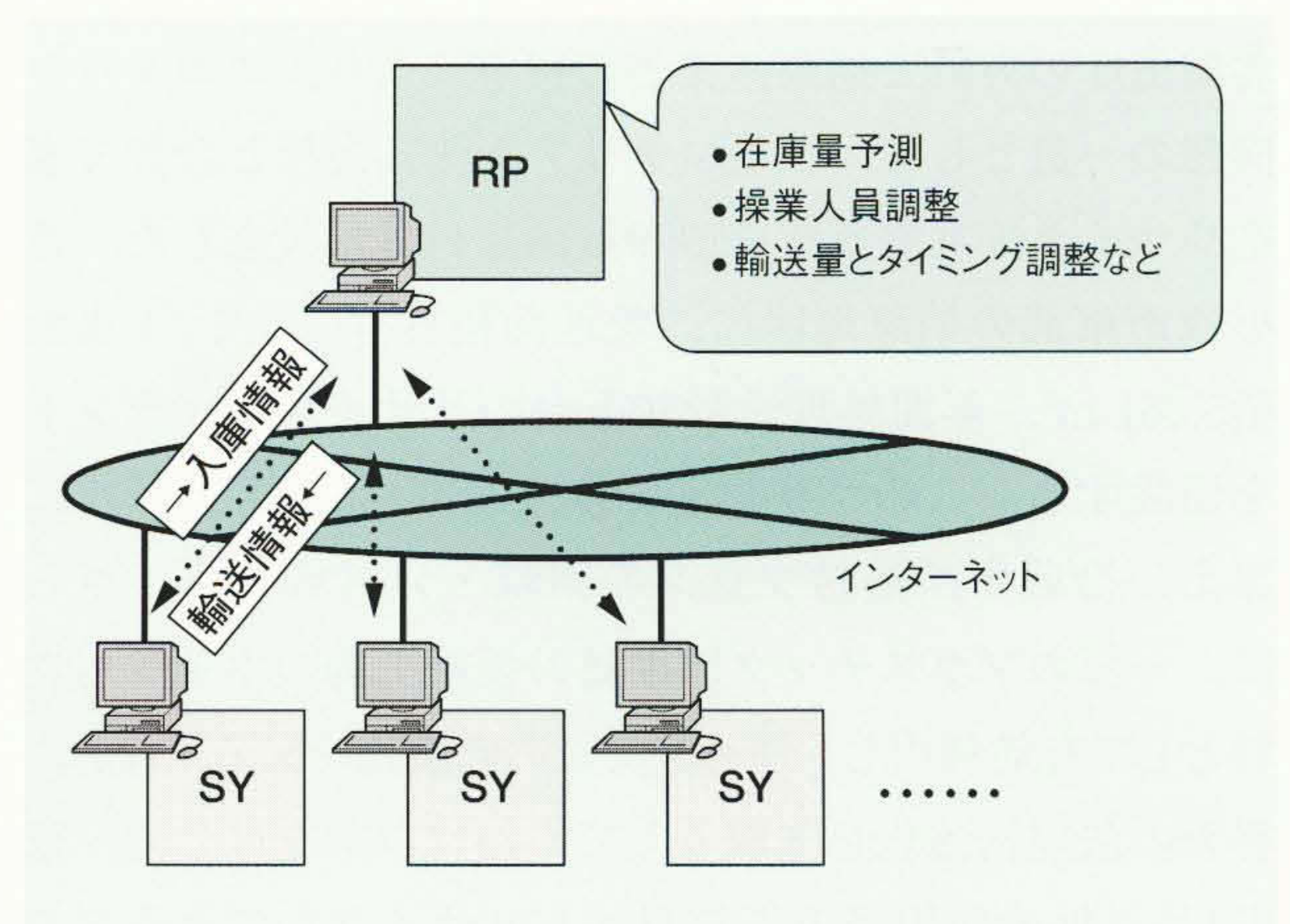
4 物流情報ネットワーク管理システム

前章で述べた開発プロセスを基に家電リサイクル事業を推進するためには、物流ネットワークの構築が重要となる。その課題と解決法について以下に述べる。

使用済み家電4品の排出量には季節変動があり、春季と夏季が多く、冬季に少ない。この変動幅は約2.5倍に達する。加えて、1週間の中でも週の前半に多く、後半に減少する傾向があり、その差は約2倍に達する。このような変動に対処するために、リサイクルプラント側には1, 2日分のバッファ保管庫を準備している。しかし、トラック輸送が制御されないまま指示されると、トラック到着の集中や、逆に入庫不足が発生する。プラントの操業人員をあらかじめ適正に確保し、かつ計画的、効率的に実働させるためには、入庫量を予測したうえで、輸送量とタイミングを管理、調整するシステムが不可欠である。

そのため、指定引き取り場所での入庫情報をインターネットなどで把握し、プラント側の在庫や受け入れ体制に応じて物流を調整するシステムを開発した(図4参照)。

このシステムの実現のためには、使用済み家電にバーコードなどの識別番号を付与して個別管理するのが有効である。指定引き取り場所ごとの在庫管理により、(1)トラック輸送の送り状発行の省力化、(2)輸送量過不足の緩和による低コスト化、(3)プラント操業の安定化と経済性向上、(4)指定引き取り場所やリサイクルプラントでのトラック渋滞の抑制に寄与する。



注：略語説明 RP(リサイクルプラント)、SY(指定引き取り場所)

図4 静脈物流ネットワーク管理システム

指定引き取り場所での入庫情報をインターネットなどで把握し、プラント側の在庫や受け入れ体制に応じて物流を調整する。

5 家電リサイクル事業会社の設立

リサイクル社会の実現に向けて、日立製作所は、これまで蓄積した知見を生かした家電リサイクル事業会社を東京都と北海道に設立した。その概要を以下に述べる。

5.1 東京エコリサイクル株式会社

東京都の人口はわが国の約10%を占め、廃家電でも、4品の排出量が年間約200万台に達するものと推定される。

東京都では、有明興業株式会社が財団法人家電製品協会の冷蔵庫冷媒フロン回収モデル事業を先駆的に進めてきた。これを踏まえて、日立製作所は、1999年12月23日に、有明興業株式会社と共同で、使用済み家電をリサイクルする、東京エコリサイクル株式会社を設立した。東京都江東区若洲地区に、敷地面積7,607 m²、工場面積2,948 m²、年間処理台数40万台規模のリサイクルを行うプラントを建設し、2001年4月から操業する。このプラントでは、家電4品から、法的にも努力目標となっている断熱材フロンを回収、分解する。将来は、プラスチックも再資源化していく計画である。さらに、関東圏で近接する複数のリサイクルプラントとの連携運営により、広域でのリサイクルの実現を目指す。

5.2 北海道エコリサイクルシステムズ株式会社

北海道の人口は約570万人でわが国の人口の約20分の1であるが、面積では全国の約10分の1を占める。観光資源にも恵まれ、これを保全するためにも、不法投棄の防止は重要な課題である。

家電リサイクル法を社会システムとして定着させるためには、排出者、小売店、自治体、家電メーカーが一体となった取り組みが必要である。このような認識の下で、北海道庁の方針と通商産業省の指導により、エコタウン構想の一貫として、三菱マテリアル株式会社と合併で家電リサイクル事業会社を1999年10月14日に設立した。苫小牧市東部の柏原地区に、敷地面積19,671 m²、工場面積5,061 m²、年間処理台数30万台のリサイクルプラントを建設する。このプラントでは、家電4品の再資源化に加え、冷蔵庫断熱材フロンの回収・分解も行う。さらに、一部のプラスチックは近隣の製紙工場のボイラ用燃料として有効利用し、埋め立て量の低減化を図る。なお、将来の法規制強化を先取りして、パソコンをはじめ、家電4品以外の使用済み工業製品もリサイクルできるプロセスとした。

6 おわりに

ここでは、特定家庭用機器再商品化法を例に、使用済み工業製品リサイクルへの日立製作所の取り組みについて述べた。

家電リサイクルを手始めに、21世紀には、拡大製造者責任の強化、許認可法規制の緩和、民間委託やPFI (Private Finance Initiative: 民間資本主導) 事業などがいっそう進むものとする。日立製作所は、ハードウェアやソフトウェアの提供にとどまらず、このような社会変化をリードしていくための事業的アプローチを進めていく考えである。

終わりに、この分野の研究開発では、通商産業省、新エネルギー・産業技術総合開発機構、財団法人エンジニアリング振興協会、および財団法人家電製品協会の関係各位から多大のご指導とご協力をいただいた。ここに、深く感謝する次第である。

参考文献

- 1) 福本, 外: 廃工業製品のリサイクル, 日立評論, 80, 8, 557~562 (平10-8)

執筆者紹介



馬場研二

1978年日立製作所入社、電力・電機グループ 環境システム推進本部 所属
現在、廃工業製品リサイクル事業に従事
工学博士
土木学会会員、環境システム計測制御学会会員、地理情報システム学会会員
E-mail: kenji_baba @ pis. hitachi. co. jp



福本千尋

1978年日立製作所入社、電力・電機グループ 環境システム推進本部 所属
現在、廃工業製品リサイクル事業に従事
E-mail: chihiro_fukumoto @ pis. hitachi. co. jp



三浦 修

1982年日立製作所入社、電力・電機グループ 環境システム推進本部 所属
現在、廃工業製品リサイクル事業に従事
工学博士
電気通信学会会員
E-mail: osamu_a_miura @ pis. hitachi. co. jp