

### 3.3 リサイクル技術の紹介

再商品化施設では、新たな処理設備の導入や手解体工程の見直し、処理ノウハウの蓄積、将来を見据えた実証実験など、再商品化率の向上を目指した取組みを行っている。

近年、製造業者によって開発された代表的なリサイクル技術の事例を以下に紹介する。

#### (1) プラスチック選別・再生利用技術

##### プラスチックを繰り返し再生利用するクローズドマテリアルリサイクル技術を開発・実用化

###### 【目的】

対象機器廃棄物から回収したプラスチックの物性・耐久性を改善し、新しい家電製品の部材として何度も繰り返し再生利用出来るリサイクル技術を開発。

従来のPPやPSのクローズドマテリアルリサイクルに加え、今回、新たに液晶テレビのバックキャビネットなどに使用されているPC+ABS樹脂<sup>※1</sup>の再生技術を開発し、限りある資源の有効利用を推進する。 ※1…ポリカーボネートとアクリロニトリル・ブタジエン・スチレンを混合した樹脂材料

###### 【工程】

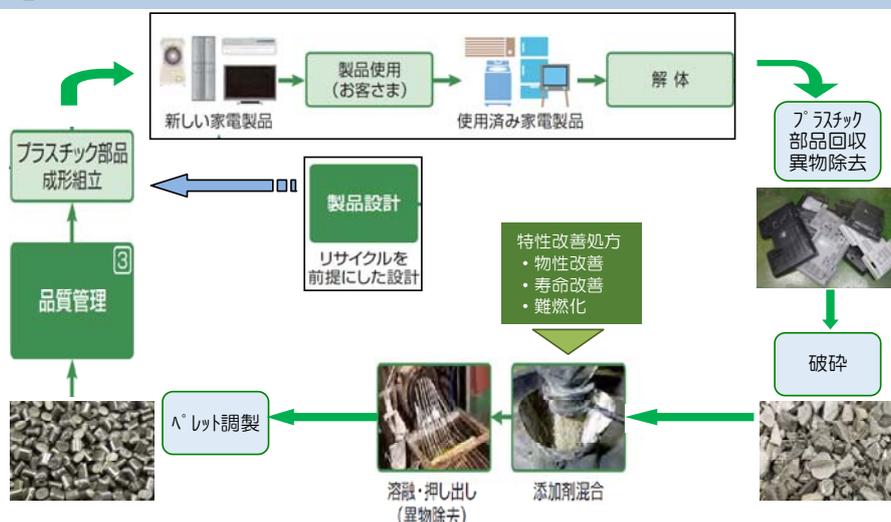
- ①使用済み薄型テレビを解体し、プラスチック部品(PC+ABS樹脂)を回収。
- ②素材、色ごとに分別し、異物(ネジ、クランプ、塵埃など)を除去。
- ③その後、破砕機に投入して粉々にした破砕品に添加剤を混合し、溶融・押出を行う。
- ④ペレットとして調整したのち品質管理を実施して、プラスチックの部位に採用。

###### 【成果】

材質の衝撃性など一般的な特性は当然のことながら、難燃性についても再生材でUL94-V0<sup>※2</sup>を取得するなど、新品の材料と同等の特性に再生している。現状は小型の家電機器への展開をおこなっているが、将来的には液晶テレビから液晶テレビへの再利用へと用途展開を図る。

※2…Underwriters Laboratories, Incが制定、認可しているプラスチック材料の燃えにくさの度合を表す規格。UL94の等級としては、難燃性の高いものから順に5VA,5VB,V-0,V-1,V-2,HBがある。

###### 【フロー図】



## (2) フロン回収・管理体制

### 冷蔵庫発泡ウレタン造粒装置の導入（ペレット化によりほぼ 100%の有償化を達成）

#### 【目的】

冷蔵庫の断熱材ウレタンを造粒（ペレット化）し有償化することにより、資源の有効活用や環境負荷低減を図る。（2013年3月導入、4月から運用開始）

#### 【工程】

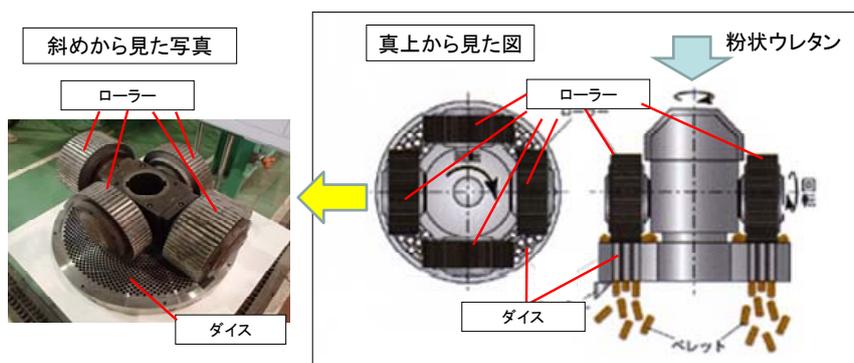
- ①装置全体に不活性ガスである窒素ガスを充てんし、酸素濃度を8%以下にして、万一の着火を防ぎながら安全に冷蔵庫の発泡ウレタン<sup>※1</sup>を造粒。 ※1…冷蔵庫内部の温度維持のため周壁面に配される中空粒状に成型された断熱材
- ②造粒心臓部分は4輪の回転ローラーにて構成され、粉状に粉碎された発泡ウレタンがダイスの穴に押し込まれて圧縮されて造粒される。

#### 【成果】

- ①2013年4月から安定稼働を継続しほぼ 100%の有償化を達成。
- ②造粒することにより、容積を大幅減量し輸送に伴うCO<sub>2</sub>の排出量低減（約 1/4）。
- ③窒素ガス充てんにより「フロン発泡ウレタン」に加え、「シクロペンタン<sup>※2</sup>発泡ウレタン」も余分な装置を使用せずに安全操作が可能となった。 ※2…断熱用のウレタンを発泡（中空状にする事）するための発泡剤の一種

#### 【造粒の仕組み】

造粒心臓部分は4輪の回転ローラーにて構成され、粉状に粉碎された発泡ウレタンを上部から投入し、回転4輪ローラーによりダイスの穴に刷り込むように押し込まれて圧縮・加温されて造粒が進行し最終的にはペレット状に抽出される。



#### 【写真】



ウレタン造粒装置



ウレタン材料



造粒品（ペレット）

### (3) 再商品化処理施設技術の更なる向上を目指して

#### 配線処理装置の導入（銅線と被覆の効率的分離）

##### 【目的】

対象機器廃棄物を解体する時に発生する配線を粉砕して銅線と被覆に分離し付加価値アップを図る。

##### 【工程】

- ①配線を粗破碎→中破碎→細破碎と3段階の破碎をして銅線と被覆をほぼ完全に単体化。
- ②次に銅線と被覆の混合物をテーブル上に凹凸を設けた振動テーブル（比重選別装置）に送り、下面からエア送風する事により混合物に何度も浮き沈みを繰り返させながら、最終的に重い銅線と軽い被覆に分離選別。
- ③分離された銅線は振動ふるいにより大／小に分別。

##### 【成果】

- ①銅の純度はほぼ 100%を達成し、付加価値アップと共に資源有効利用促進に貢献。
- ②回収した配線をそのまま装置に投入できるので作業効率を向上。

##### 【フロー図】



##### 【写真】



配線処理装置



銅線

#### (4) 高度なリサイクルを目指して

### リサイクルプラスチックの高精度識別技術

#### 【目的】

従来手作業で行っていたリサイクルプラスチックの純度検査を自動化する。

#### 【工程】

##### ①回収プラスチックの種類を高速・高精度に識別

中赤外光を用いて、着色剤や添加剤の影響を受けず、濃色も含むプラスチックの種類を高速・高精度に識別する。同一小片内の反射光を1秒間で複数回測定したデータから総合的にプラスチックの種類を識別するアルゴリズム<sup>※1</sup>により、99%以上の精度を実現した。

※1…特定の問題を解決するための計算手順・処理手順

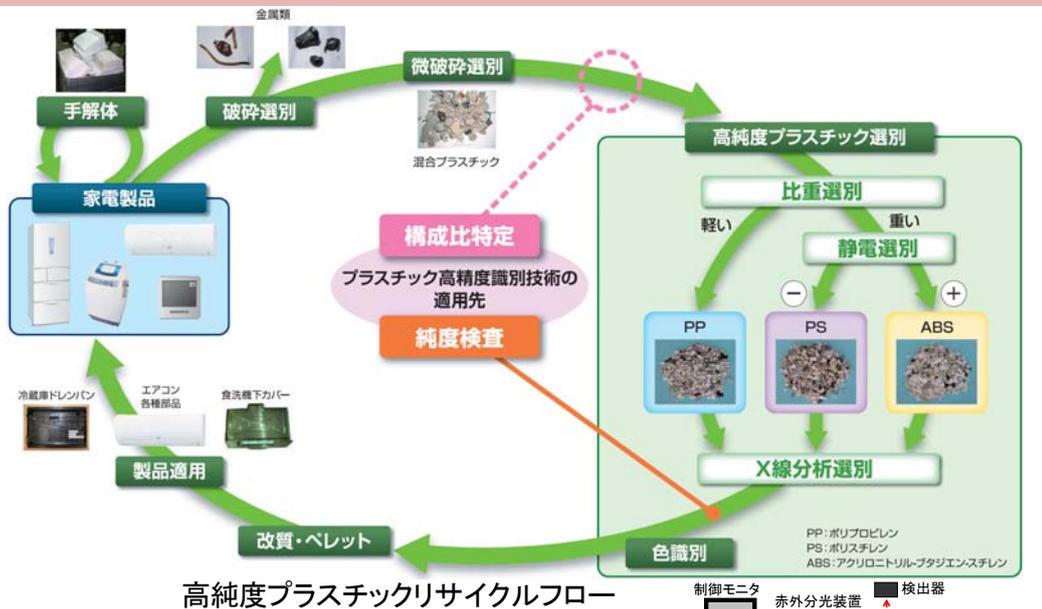
##### ②プラスチック小片を自動搬送・連続識別

穴を設けた円盤状の搬送板を傾斜させ、自重を利用してプラスチック小片を1個ずつ穴に吸着させ、識別位置に自動搬送し連続識別する。識別したプラスチック小片はエアガンで自動選別する。

#### 【成果】

本技術によりリサイクルプラスチックの純度検査の効率化を図れ、高純度クローズドマテリアルリサイクル量を拡大できる。

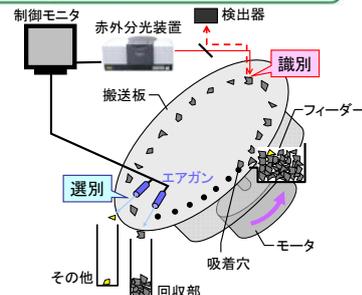
#### 【フロー図】



高純度プラスチックリサイクルフロー

プラスチック高精度素材識別装置概念図

- ・ 本識別装置は、フロー図の「純度検査」(オレンジ部)に相当する。
- ・ 本技術は分析機器メーカーと共同開発した。
- ・ 将来は原料の構成比を事前に特定し、各選別設備設定を最適化することを検討



## エアコン熱交換器素材化技術

### 【目的】

家電リサイクルで回収されるものを単一素材へ出来るだけ分離し、付加価値を高め、国内で再利用する。エアコンの室内機・室外機用熱交換器の複合素材(鉄・アルミ・銅)を、高品位の単一素材に選別・回収する独自のリサイクル技術を開発した。

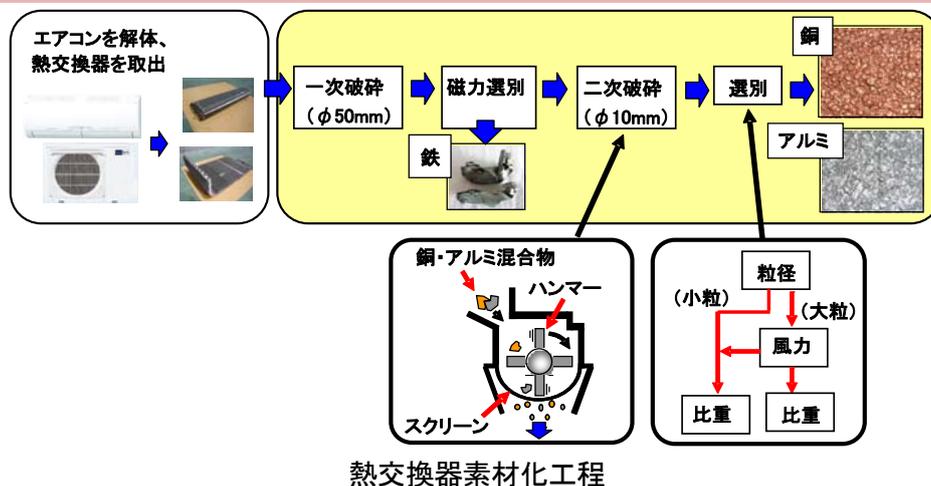
### 【工程】

- ①一次破碎によってφ50mmに粗く粉碎後、磁力によって鉄部品を選別回収する。
- ②二次破碎では、銅・アルミの混合物をハンマーと衝突させ銅とアルミに分離、ハンマーとスクリーンとの隙間でφ10mmに造粒する。
- ③選別工程では、造粒された銅とアルミの混合物を粒径によって一次選別した上で、比重差を利用して単一素材に選別回収する。

### 【成果】

- ①二段階破碎工程と細粒物を分離する選別工程の組合せにより、銅で99%以上、アルミで97%以上の高純度選別回収を実現。
- ②作業負担を大幅に軽減する全自動ラインの構築により、作業者は熱交換器の投入のみに配置。
- ③室内機・室外機の両熱交換器を同一工程にて選別回収。

### 【フロー図】



### 【写真】



熱交換器素材化装置(一次破碎)



熱交換器素材化装置全景

## (5) 生産性向上と環境整備

### 商品構成変化に対応した洗濯機ラインの更新

#### 【目的】

- ①斜めドラム洗濯機は、解体工数に時間を要することやガラス繊維入り樹脂の分別が必要なことからライン外でバッチ処理<sup>※1</sup>していたが、年々増加する斜めドラム洗濯機を同一ラインで処理することにより処理の効率化を図る。 ※1…まとめて一括処理すること
- ②操業以来 12 年を経過した設備の老朽化に伴うトラブルや維持費用の抑制の為、破碎・選別工程を更新する。
- ③更新にあたり破碎・選別能力を向上させ資源の回収ロスを解消させる。

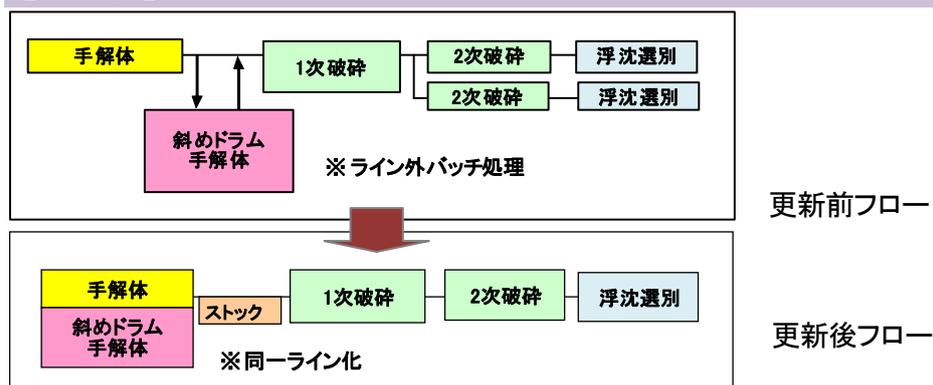
#### 【工程】

- ①手解体は、全自動・乾燥機・2槽式処理を直線ラインで、斜めドラム処理をセルライン<sup>※2</sup>で解体できる2ラインで構成した。解体後は仕分けストックラインに搬入され破碎工程へ自動切換え搬入する。 ※2…1人もしくは少数の作業員で1台ごとに処理するライン
- ②破碎工程は処理能力を 1.5 倍に増強し、ラインを直線化し、シンプルな設備構成を実現した。
- ③選別工程は水浮沈槽の大容量化と、ろ過装置による水循環を実現した。

#### 【成果】

- ①斜めドラム洗濯機を同一ラインで処理できる高効率ラインの実現により処理能力を 120%向上させた。
- ②手解体ラインの塩水回収自動化や資源回収コンベアの分離、選別工程を統合させ一本化することにより1人当たりの生産性を 130%向上させた。
- ③破碎・選別工程能力向上により PP 樹脂回収量を 150%向上させた。

#### 【フロー図】



#### 【写真】



手解体工程全景



破碎工程全景



浮沈選別工程全景

## 洗濯機ラインの水飛散防止（作業者の安全性向上）

### 【目的】

洗濯機ラインでは、塩水や洗濯機に溜まっている水で床が濡れ、作業者が足を滑らせるなどの危険が潜んでいる。このため、床に水が飛散しない工夫をする。

### 【工程】

多数の開口穴を配しかつ解体処理をその上に乗って出来る強度をもつカバー面と、それを受け漏水しないパレットにて構成される作業台を、水が飛散する箇所に配置した洗濯機ライン。（ラインに設置する前にパレット上で解体作業を行い安全性、作業性の確認を実施。）

### 【成果】

- ①作業床が水で濡れることなく安全に作業が可能。又、衛生面においても格段に向上。
- ②パレットに溜まった水、ビスなどの清掃が容易。

### 【フロー図】



水、ビス等を床に飛散させることなくパレット内に回収できる。パレットはカバーの取外しが容易な為、パレット内に溜まった水、ビス回収時はカバーを取り外し、ビスを手作業で取り除き、水はパレットを傾け排水溝に流す。

### 【写真】



設置前の安全性、作業性の確認



洗濯機ライン導入

## ノンフロン（炭化水素冷媒）冷蔵庫処理の同一ライン化による処理の効率化

### 【目的】

炭化水素冷媒（可燃性のイソブタン）を使用したノンフロン冷蔵庫は、ライン外で濃度等の取扱いに注意して安全に処理を行っていた。

近年、増加傾向にあるノンフロン冷蔵庫を同一ラインで処理することにより処理の効率化を図る。

### 【工程】

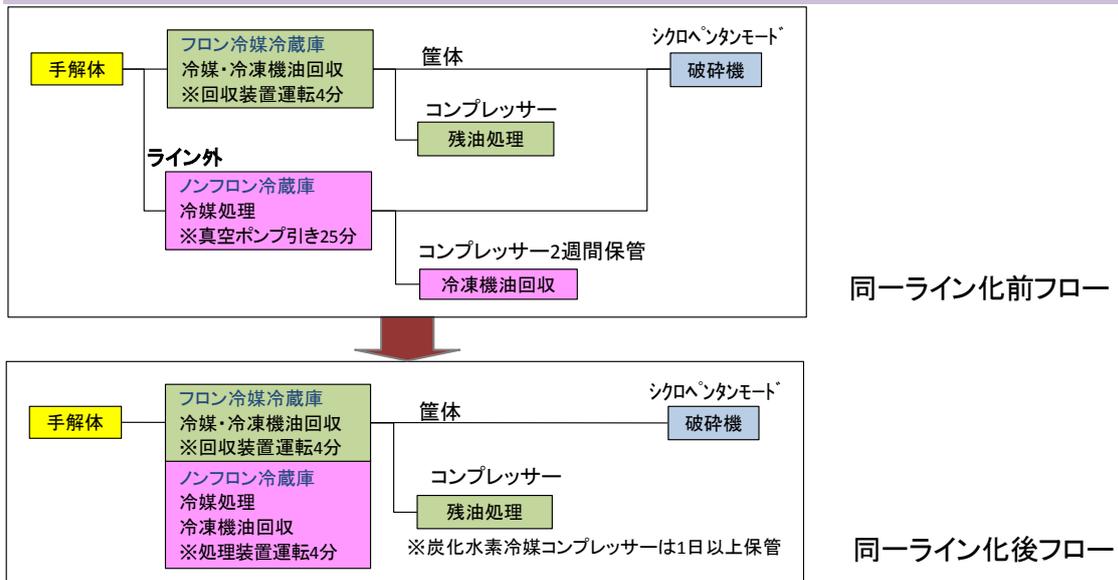
炭化水素冷媒・冷凍機油処理装置を導入しフロン冷媒冷蔵庫と同じ工程（作業）、同等の処理時間で炭化水素冷媒及び冷凍機油の処理を可能にする。

- ①冷媒は希釈用送風機（ブロー）で低濃度に希釈し安全に処理。
- ②回収した冷凍機油は冷媒の脱気処理を行い引火点を上げ、安全対策を図る。

### 【成果】

炭化水素冷媒・冷凍機油処理装置の導入と同一ライン処理により、ノンフロン冷蔵庫の処理効率が50%向上、冷蔵庫全体で8%向上した。

### 【フロー図】



### 【写真】



冷蔵庫処理ライン



炭化水素冷媒・冷凍機油処理装置

## 設備管理システムの導入

### 【目的】

家電リサイクルプラントでは、手解体を行う為の設備及び破碎選別設備が稼働している。使用済み家電のリサイクル処理を遅滞なく行う為にはこれらの設備を安定稼働させる必要がある。本システムは、保守点検履歴と保守部品の管理を総合的に管理運用出来るソフトウェアを独自に開発して、実用化することで設備の安定稼働に寄与する。

### 【機能の概要】

#### ①設備トラブルの履歴管理

過去の設備トラブルの発生状況、発生原因、対策内容、対策状況を履歴管理する。

#### ②設備保守及び設備改造の履歴管理

設備の保守状況及び設備改造内容を履歴管理する。

#### ③設備保守部品の管理

必要な部品、その必要在庫数、保管場所、在庫状況等の管理を行う。

### 【成果】

- ①設備トラブル、保守、改造履歴をシステムに入力することで、個々の設備のトラブルの履歴がパソコン端末からすぐに検索出来るようになった。類似トラブルの速やかな対策・予防と、定期点検の適正な時期の予測、設備の故障を未然に防ぐ事が出来る様になった。
- ②最初に全ての保守部品の棚卸しを行い、番号を付けた棚に保管することで、端末からどこにいくつあるか素早く検索が出来るようになった。その結果、部品の必要な在庫数が管理出来るようになり、適正在庫の把握が出来、保守部品の欠品や過剰な在庫がなくなり、設備の故障時には必要な部品が直ぐに準備出来、設備停止時間の短縮に繋がった。

### 【フロー図】

