

4 最新リサイクル技術

4.1 最新リサイクル技術の紹介

家電リサイクルプラントでは、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等、再商品化率の向上や安全・環境改善等を

指したさまざまな取組を行っています。

近年の製造業者等による代表的なリサイクル技術の事例を以下に紹介します。

(1) 生産性の向上

薄型テレビ解体部品自動ピッキング装置の導入

【目 的】

昨今の課題である家電リサイクルプラントにおける解体人員の確保を解決すべく、手解体作業が中心であった薄型テレビの解体ラインをターゲットに自動化を推進してきまし

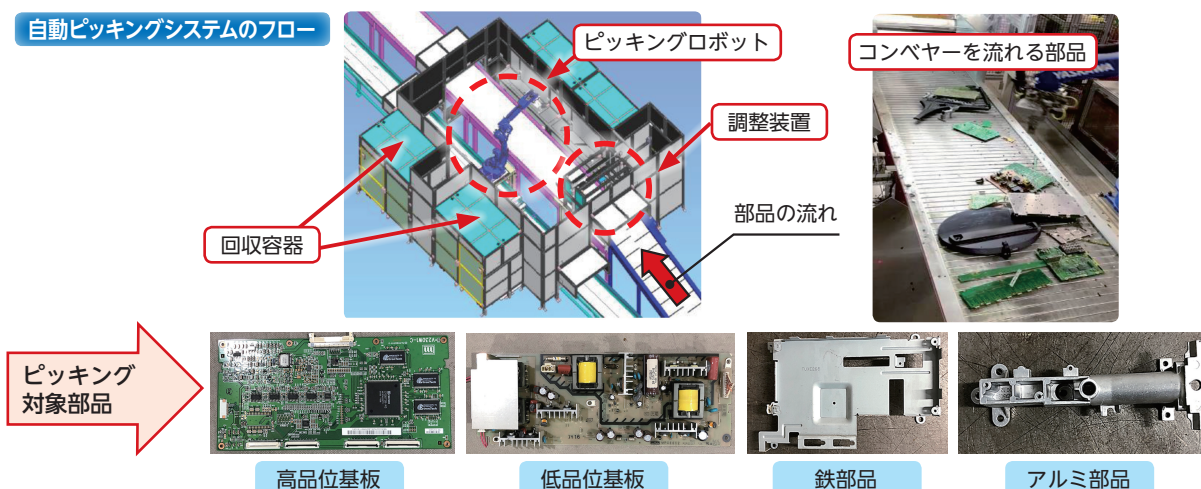
た。その一環として、解体した部品の仕分け作業に着目し、その作業を自動化・省人化するため、ロボット技術を利用した回収（ピッキング）装置を導入しました。

【工 程（内容）】

薄型テレビを手解体して回収した部品は、大きな1本のコンベヤーで混載搬送し、仕分け作業工程で作業者（2名）によってそれぞれの部品に分別していました。

本技術は、複数の種類の部品が混合で流れるコンベヤー上に「認識」「ピッキング」機能を持つ装置を配置することによって、回収量の多い部品4種を自動で分別・回収するものです。

自動ピッキングシステムのフロー



【改善（開発）のポイント】

開発は以下の3つのポイントを中心に行いました。

① 分散

コンベヤーを流れる部品同士が重なると、ピッキング対象外となってしまうため、各コンベヤーの速度を調整し、極力部品同士が重ならないように調整しました。

② 認識

AI（人工知能）を導入し、事前に各部品の正解画像を約3,000枚ずつ登録することで、認識率95%を確保

しました。

③ ピッキング

多関節ロボット（専用エンドエフェクター[※]付き）を導入し、「②認識」で判別した部品を約98%の確率でピッキングできるようにしました。

※エンドエフェクター：ロボットアームの先端の、ものを掴む部分

【成 果】

- ・仕分け作業工数を導入前より50%削減できました。

ハンディターミナルを活用したフロン管理システムの導入（リプレース）

【目 的】

冷媒フロンの回収・保管・出荷作業においては、それぞれの工程で重量やボンベ溶栓異常などの確認項目を用紙に手書きで記入し、その結果を事務所内の PC で管理システムに入力しています。その過程における重量値の記

入間違い、転記時の読み間違いなどのリスクの撲滅、および非効率な入力作業を改善することを目的にハンディターミナル（以下 HT）を活用したフロン管理システムを導入しました。

【工程（内容）】

充填対象のボンベ情報（空・継続重量、作業者、回収機など）を事務所内 PC の管理システムから HT へあらかじめ転送し、現場ではボンベに貼り付けたバーコードを HT で読み取り、充填対象ボンベであることを確認して

フロン回収作業を行います。充填したボンベ重量は HT 画面で値を入力します。作業終了後は HT から管理システムへデータを転送し、登録を行います。ボンベの保管や出荷についても同様の手順で登録を行います。

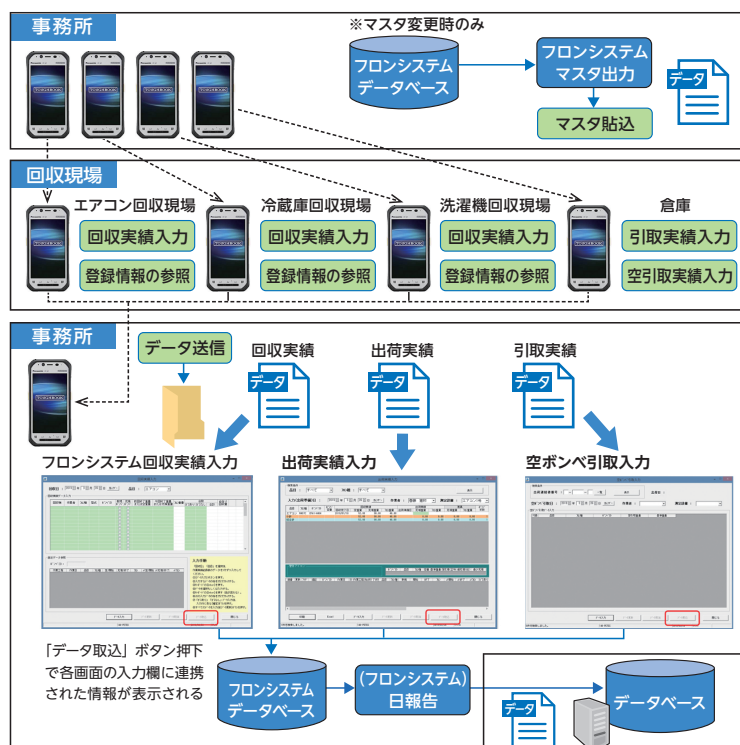
ハンディターミナル（HT）



入力画面（イメージ）

(冷媒フロン) 回収実績重量登録	
【品 目】	エアコン
【I D】	NRH1-111 (R401A)
【作業者】	エコ 太郎
【回収機】	回収機 A
開始時 (新規)	999.99 kg
前回重量差	-999.99 kg
終了時	999.99 kg
☐ 充填済	フロン回収重量 -999.99 kg
ガス台数 有	999 無 999 台
登録	
A1:戻る	A2:登録 A3:次へ

業務フロー



【改善（開発）のポイント】

HT活用による作業効率の改善と重量管理の強化を行いました。

- ① 紙への手書き運用の廃止およびデータ入力作業の効率化
- ② ボンベ ID のバーコード管理による充填ミス（フロン種違い、過充填など）の撲滅

同時に管理システムにて以下の対策も実施しました。

- ① 冷媒フロンでの回収・保管・出荷における重量の異常、および断熱材フロンでの1台当たりの回収量の異常発生時に『実績値警告通知メール』を自動発報
- ② フロン研修修了者をシステムで管理し、資格取得者以外の回収作業を禁止

【成果】

Aグループの全家電リサイクルプラントへ導入済みで、主要な家電リサイクルプラントでは約60分/日のデータ入力作業時間の削減を達成しました。また異常発生時には

責任者へ警告通知が自動発報され、速やかな対応が行われています。HTの使用未経験者への対応が今後の課題です。

エアコン室内機切断機の導入

【目 的】

従来、エアコンの室内機の解体は全て手作業で行っていましたが、室内機が多機能化や大型化により、今後生産性が悪化する可能性があります。そこで、他の家電リサ

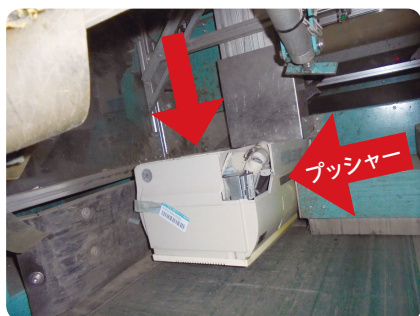
イクルプラントでの室内機切断による生産性の改善事例を参考に、同様のプロセスの導入を検討し、専用の切断機を導入しました。

【工 程】

①室内機を投入コンベアに置く。



②室内機の切断箇所を切断機の切断刃の位置に設置し、室内機が切断刃から逃げないようにプッシャーで押し付け、さらに上方からも押し付けて固定する。

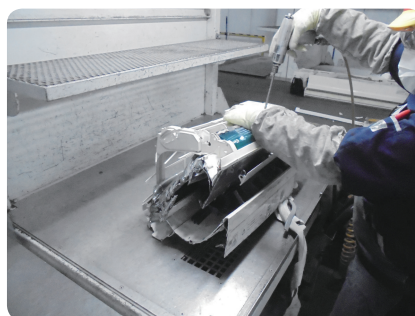


③切断機で切断する。



④押し付けを解除し、解体ラインに投入する。

⑤切断された室内機を解体する。



【改善のポイント】

①導入する切断機を選定

切断能力、メーカーサポート、省エネ性、コスト等を総合的に比較検討して選定しました。



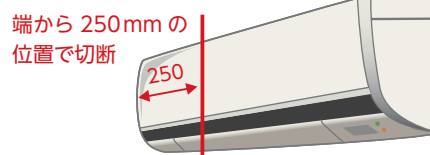
導入した切断機
(三立機械工業(株)製)

②安全対策の徹底

作業者の安全確保のため、安全カバーの設置や自動投入・排出などの安全対策を実施しました。

③最適な切断位置の設定

手解体時間が短くなるよう、切断位置を室内機の端から250mmに調整しました（手解体時間を29%改善）。



【成 果】

①生産性の改善

作業員一人当たりの1時間当たりの処理台数が、改善前の13.3台から19.2台に31%向上しました。

②室内機が多機能化や大型化による生産性への影響が軽減されました。

(2) 素材価値の向上

真空断熱材 (VIP) 自動剥離切断装置の導入

【目的】

真空断熱材 (以下 VIP^{※1}) を使用している冷蔵庫の割合は、2021 年度では約 24% で年々増加傾向にあり、2030 年度には約 50% になると予測されています。その影響として、破砕機投入後のグラスウール (VIP 基材) による集塵機の詰まり、回収物の選別純度低下、またウレタン断熱材を固

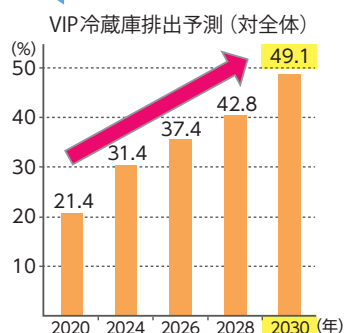
形燃料 (RPF^{※2}) 化するプラントにおいては RPF の灰成分が増えるなどが考えられるため、VIP の自動剥離切断装置を導入し、分別処理の能力向上を図ることにしました。

※1 VIP は Vacuum Insulation Panel の略

※2 RPF は Refuse Paper & plastic Fuel の略

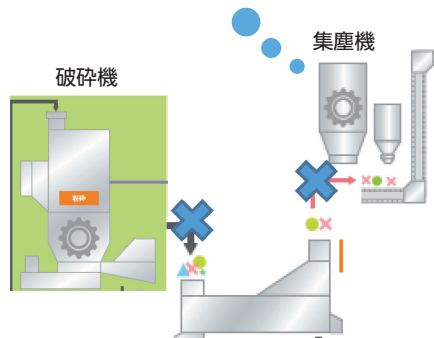
【工程】

～背景～
VIP 使用冷蔵庫の割合が年々増加



2030 年には全冷蔵庫の約 50% に増加

～影響～ 破砕後の影響大
・回収物選別純度低下 ・集塵機の詰まり ・RPF の灰成分増



破砕機・集塵機の詰まり

～目的～
VIP 分別処理能力向上で、
回収物の選別純度を維持改善



VIP 自動剥離切断装置

【工程・改善 (開発) のポイント】

従来は VIP を剥離するために切断工具 (エアーチゼル) を使って手作業で剥離作業を行っていましたが、振動や騒音のリスクがあることから、他プラントに導入されていたプロトタイプ of レーザー切断装置をベースに、ランニン

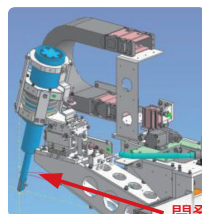
グコストを考慮した専用チゼルによる自動剥離切断装置を導入しました。今後はさらに自動剥離切断装置の工法開発を継続し、VIP 冷蔵庫の増加に対応した量産体制を構築していきます。

VIP 付鉄板からの VIP 剥離作業の能率改善

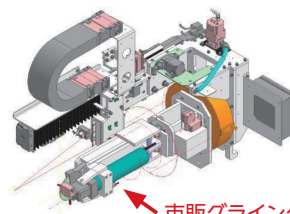
切断工法	「手作業」	「自動実証」	「量産体制」
	市販エアーチゼル	自動機開発チゼル	市販グラインダー
処理能力	6分/台	8分/台	4分/台
	70台/日	52台/日	100台/日
課題	振動 騒音	処理能力のアップ (加工速度 50mm/秒)	グラインダーの耐久性 (加工速度 200mm/秒)
導入時期	2014年10月	2020年8月	2021年10月



市販エアーチゼル



開発チゼル



市販グラインダー

【今後の課題】

年々増加する VIP 使用の冷蔵庫に対し、現状の作業口スを低減することで 2030 年度における約 50% までの

割合増に対応できるライン化構想を進めます。また剥離した VIP 材の用途開発も現在検討を進めています。

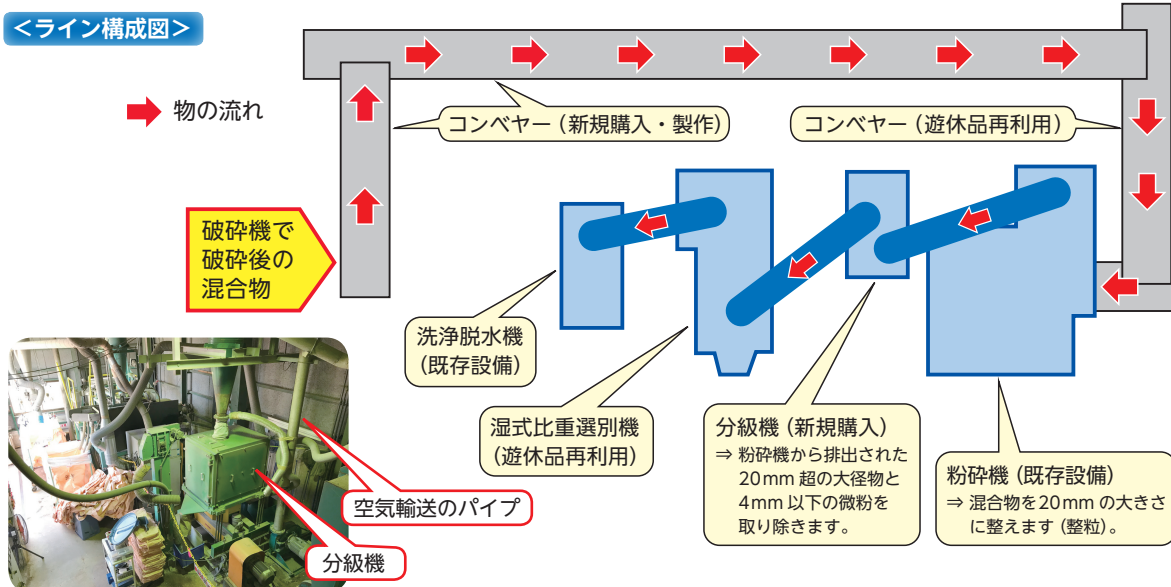
湿式比重選別によるミックスプラスチックの品質向上

【目的】

従来、破碎機での破碎後の混合物から、磁力選別や非鉄選別、風力選別の工程を経てミックスプラスチックを回収していましたが、選別工程で回収しきれなかった鉄や非鉄が混入していることに加え、粒度（粒の大きさ）もふぞろいで品質はあまり良くありませんでした。

そこで、異物除去のための湿式比重選別機、および粒度調整用の粉碎機と分級機の導入により、純度が高く、粒度も整った高品質なミックスプラスチックを回収できるシステムを構築しました。

【内容】



【改善のポイント】

① 既存設備と新設設備とのマッチング

既存設備の粉碎機と、新設した分級機、および湿式比重選別機のそれぞれの処理能力に違いがあり、マッチングに苦労しましたが、各機器の設定を変更・調整することにより、最適化を実現できました。

② 空気輸送の利用

空気輸送（パイプ等内の空気の移動により粉体状の

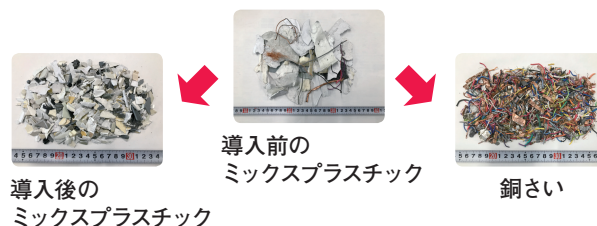
ものを輸送する方法）の多用により、限られた既存の建屋内スペースに収めることができました。

③ 遊休設備の有効利用

主要設備の湿式比重選別機など、以前使用していた遊休品の再利用により、設備一式を新規に導入するのに比べ、安価にシステムを構築することができました。

【成果】

- ① 比重選別機の導入によりミックスプラスチックの高品質化が実現するとともに、選別された銅さい（銅を含む金属くず）も有償での売却が可能となりました。
- ② 新システムの稼働直後は回収目標の90%を下回っていましたが、各機器の設定最適化により、回収目標値を概ね達成することが可能になりました。



【今後の課題】

分級機から排出された微粉物には細かい銅線も混じっていますが、現有設備では回収が困難なことから廃棄物と

して処理しており、今後は回収方法の検討により、廃棄物削減と資源化の向上を目指します。

(3) 安全・労働環境の改善

コンテナ搬入時およびコンテナからの荷降ろし時の安全対策

【目的】

解体ラインにおける作業者の安全確保のため、解体作業エリアを床面から高くすることで、フォークリフトと作業者の動線の分離を図りましたが、コンテナ搬入時の作業者とコンテナの接触リスクや、コンテナと荷降ろし場所と

の隙間でのつまずき転倒リスク、また段積みされた洗濯機の荷降ろし時の落下リスク等がありました。そこで、これらのリスクを解決するため、コンテナからの荷降ろし場所への安全対策を行いました。

【工程】

- ① 荷降ろし後のコンテナを積み、安全柵を閉める。



- ② 畳んだ空コンテナをリフターで下げ、フォークリフトで廃家電が入った新しいコンテナをリフター上部の所定の場所に置く（置く高さのところに両側からレールが出てくる）。



- ③ 畳んだ空コンテナをフォークリフトで移動させる。



- ④ 荷降ろし場所とコンテナの隙間を無くすため、コンテナ搬入場所に設けられた装置（下図の赤丸の箇所）でコンテナを荷降ろし場所側に寄せる。



- ⑤ 安全柵を開け、コンテナの扉を開けて荷降ろしする。



- ⑥ 段積みした洗濯機の場合は、リフターを上下させて荷降ろししやすい高さに調整しながら荷降ろしする。



【改善のポイント】

- ① 上記の工程②の作業時には作業者が作業エリアから下に転落したり、フォークリフトと接触するリスクがあるため、可動式の安全柵を設置しました。
② コンテナを荷降ろし場所に寄せる機構を設けて荷降ろし場所とコンテナの隙間をなくし（上記の工程④）、隙間でつまずくリスクをなくしました。

- ③ コンテナをリフターで上下させることにより、洗濯機をコンベヤーに移す作業が楽になりました。またリフター上昇時のリフターと床の隙間からの転落、およびリフター下降時の身体の挟まれ対策として、安全カバー（上記の工程⑥の写真）を設置しました。

【成果】

荷降ろし場所へのこれらの安全設備の設置により、安全かつ効率的な作業が可能となり、また作業負荷の軽減に

もつながら、作業環境の改善と生産性の向上に大いに貢献することになりました。