

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等、再商品化率の向上や安全・環境改善等を目指した様々な取り組みを行っている。

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する。

(1) プラスチック選別・再生利用技術

プラスチック回収効率の向上（近赤外線3種プラスチック同時選別装置の開発）

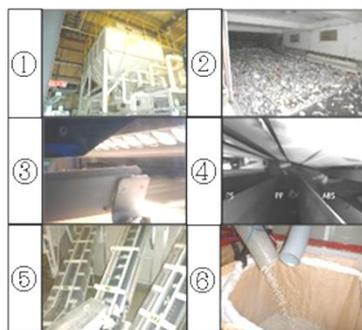
【目的】



選別装置全景

リサイクルプラスチックの活用が急速に拡大する中、シュレッダー材料から単一プラスチックを選別する装置の更なる能力アップが必要となってきた。これまでの3種の単一プラスチック（PS:ポリスチレン、PP:ポリプロピレン、ABS:アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン）を1種ずつ3回で選別・回収する装置に対し、3種同時に選別・回収する装置を開発することにより、大幅な時間当たりの回収効率が期待できる。

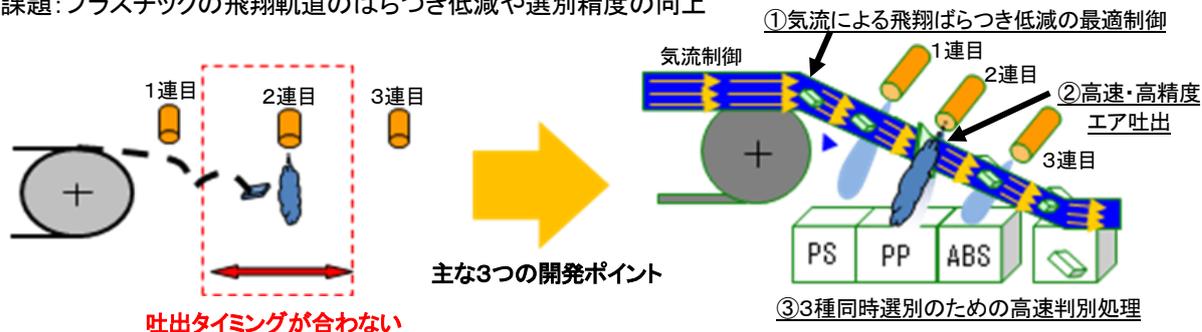
【工程】



- ① 冷蔵庫ラインからホッパーへシュレッダー材料を供給
- ② ホッパーから振動スクリーンで材料を選別装置へ搬送
- ③ 近赤外線を用いてプラスチック片の種類を個別に判別
- ④ 3種類のプラスチック（PS,PP,ABS）を個別・同時に圧縮エアで連続的に打ち落とし回収
- ⑤ 回収した各プラスチックを破砕機へ搬送
- ⑥ 破砕したプラスチックを袋詰め

【技術開発のポイント】

課題:プラスチックの飛翔軌道のばらつき低減や選別精度の向上



【成果】

- ・気流制御による飛翔ばらつきの低減や高速・高精度の選別エア吐出技術等により3種プラスチック同時選別装置を実用化
- ・3回の選別工程を1回の工程で実施でき、実質2倍以上の処理効率を実現

リサイクルプラスチック高精度素材識別装置の導入

【目的】

家電リサイクル由来の混合プラスチックより、選別回収した高純度リサイクルプラスチックPP、ABS、PSの種類毎の純度検査は、従来、溶剤溶融法などの手作業で行われ、効率や検査精度に課題があり、これを高速・自動化する。

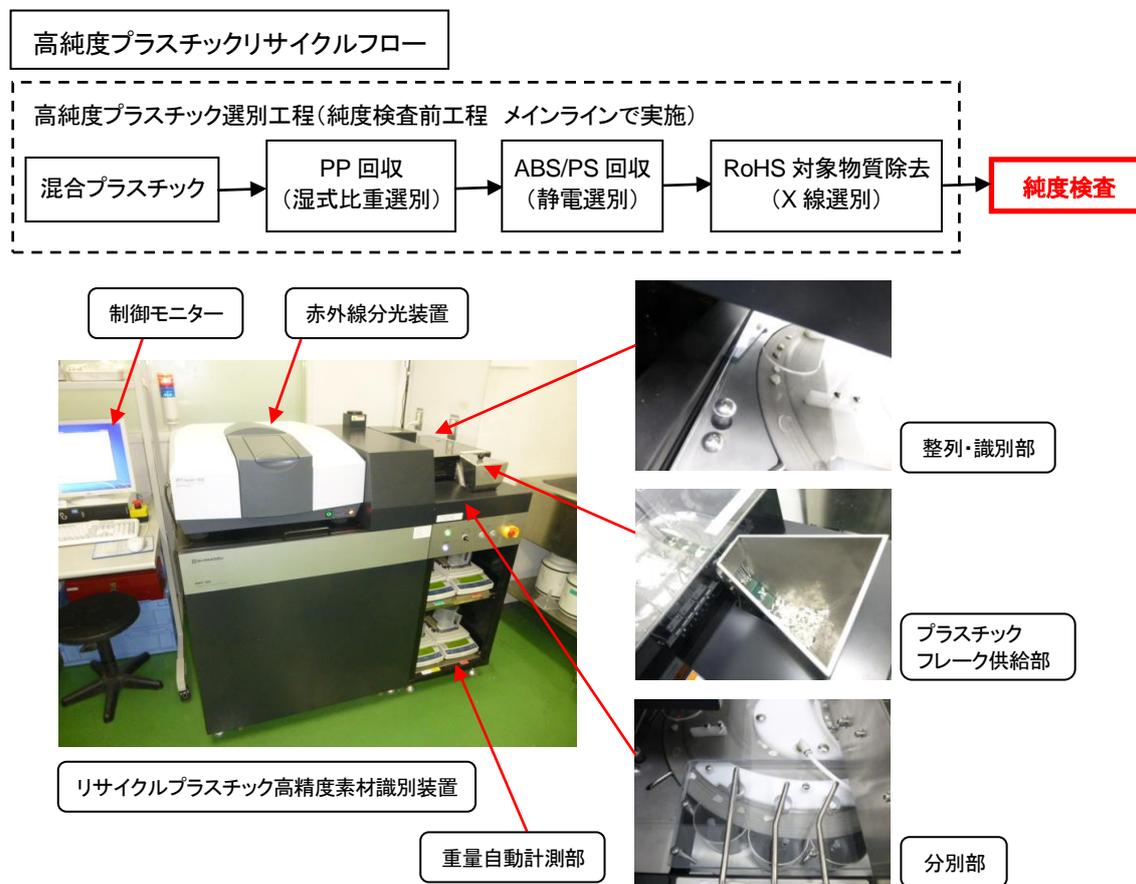
【工程】

- ①単一プラスチックのロットサンプル(プラスチックフレーク約数十グラム=千数百粒)を装置に供給し、自動整列させながら識別位置に搬送する。
- ②プラスチックフレークに中赤外光を照射し、約1秒/1個の識別速度にて非接触で自動分別し、サンプルの純度を判定する。

【成果】

- ①プラスチックフレークのサイズや形状や色が異なっても検査できる。
- ②純度検査の結果は、リアルタイムに制御モニター上に表示される。
- ③分析装置メーカーと共同開発した技術を元に、本識別装置が本格稼働し、リサイクルプラスチックの純度検査の効率化と高精度化(識別精度 99%以上)が図れた。

【フロー図】



(2) 再商品化処理施設技術の向上

ビストリー(薄型テレビ ビス取りロボット)の開発

【目的】

薄型テレビの入荷数増加が見込まれているが、同分解作業は手分解に頼っているのが実情。本装置は分解作業の一部(ビス外し作業)を自動化させ省人化、及び生産性向上を実現させる事が目的となる。

【工程】

- ①手分解により薄型テレビのスタンド、及び バックキャビネットを取り外した物を装置にセットし処理を開始する。
- ②ビストリーの視覚センサ(カメラ)により上方向からビスの検出を行う。
※検出したビスは座標位置を記憶しながら薄型テレビ全面をスキャンする。
- ③ビストリーのドライバーユニットが②で記憶したビスの座標位置に順次移動しビスの取外しを行う。
- ④ビストリー処理終了後、仕上げの手分解を行う。
※ビスが取外されている為、通常より短時間で分解を完了出来る。

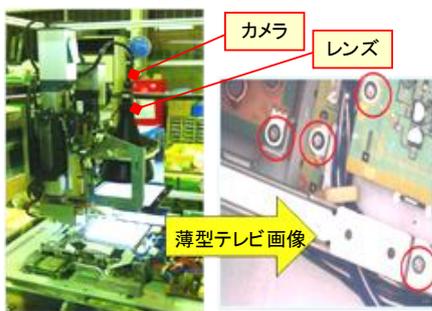
【成果】

ビストリー処理により手分解時間を短縮出来、生産性が 30%向上出来る。

【要素技術開発】

視覚センサ(カメラ)によるビス検出技術

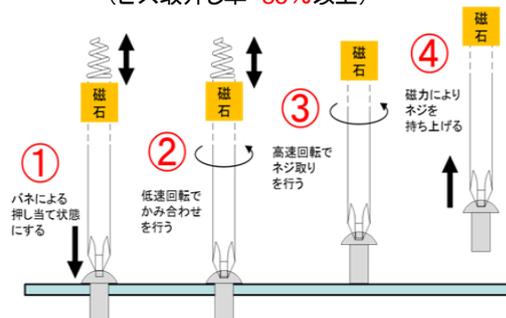
ビスを検出する高画像処理技術を搭載し、検出位置ずれを抑制、安定した位置検出が可能
(検出率 84%以上)



ネジ検出部

ドライバーユニットによるビス取外し技術

ドライバービットとネジの組合せにおいて、ビス取外し専用のドライバーユニットを新規開発。
ビスを落下させることなく、取外しを実現
(ビス取外し率 85%以上)



【写真】



ビストリー外観

(3) 素材価値の向上

巻線型コンプレッサの銅線切断装置の開発

【目的】

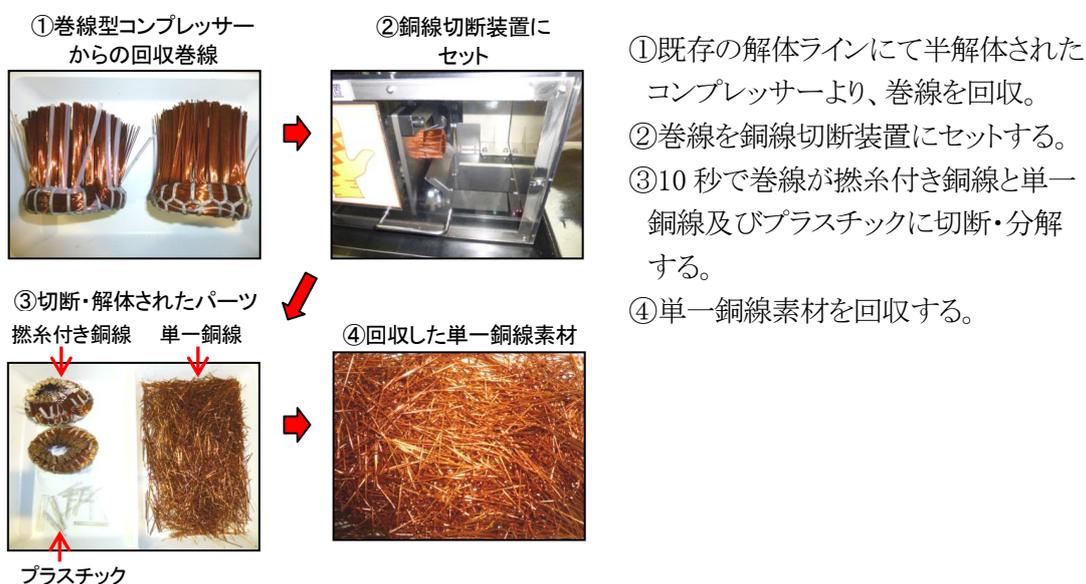


銅線切断装置全景

巻線型コンプレッサから回収した銅線は、撚糸やプラスチックで締結され、除去することが難しく、単一銅線素材と比べて素材価値が低かった。

今回、銅線切断装置を開発し、撚糸やプラスチックの異物がなくより素材価値の高い単一銅線素材を回収する。

【工程】



【成果】

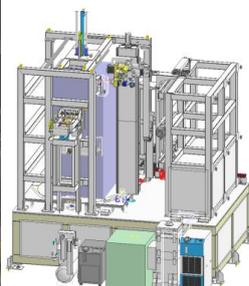
従来、高付加価値を生む単一銅線素材の回収は、簡単な手作業にて解体・回収可能なものしか実施せず、その回収量は極めて少なかった。今回、銅線切断装置の導入により、単一銅線の回収量が向上でき、より高度なマテリアルリサイクル用途拡大が見込め、設備投資効果も確保できた。

(撚糸付き銅線は、従来品位の銅素材として回収する。プラスチックは量が極わずかだが、有価物として回収できる。)

(4) 生産性向上

冷蔵庫用VIP(真空断熱材 Vacuum Insulation Panel)の回収 (冷蔵庫VIPレーザー加工機の開発)

冷蔵庫VIPレーザー加工機

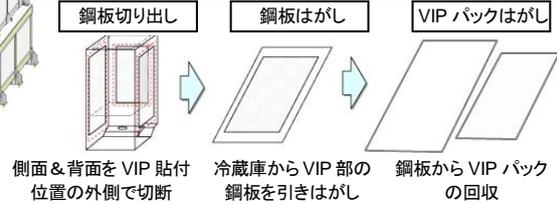


〈背面からの内観図〉

VIP(真空断熱材)



VIP回収イメージ



【目的】

VIP搭載冷蔵庫の回収量が増加傾向にある中、従来の破碎処理では「破碎機フィルタ寿命の短縮化」と「作業環境の悪化」が課題であった。

課題解決に当たり、VIP部の冷蔵庫鋼板をレーザーにより切り出し、VIP単体で回収ができる「冷蔵庫VIPレーザー加工機」を開発し、更にVIPの再資源化検討を進める。

【工程】

【工程 ①～②】冷蔵庫を加工機へ搬送



- ① 冷蔵庫解体ラインからVIP搭載冷蔵庫を選別。
- ② 冷蔵庫の型番を入力し加工機へ搬入する。
- ③ 加工機の自動動作フロー(3面加工 最大180秒)
 - I. 自動扉閉→冷蔵庫固定
 - II. 冷蔵庫計測(傾き、凹みデータの計測)
 - III. 冷蔵庫切断(凹み自動追従レーザー切断)
 - IV. 冷蔵庫ターンテーブル回転
 - V. (側面→裏面→側面加工 (I～IV繰り返し))
 - VI. 冷蔵庫解除→自動扉開

【工程 ④～⑥】加工後VIP部鋼板のはがし



- ④ 加工機から冷蔵庫を搬出し、VIP部鋼板をはがす。
- ⑤ 切り出した冷蔵庫を冷蔵庫解体ラインへ戻す。
- ⑥ 切り出した冷蔵庫鋼板は、別装置にて加熱しVIP部をはがして回収する。

【成果】

VIPのグラスウールを単体回収することによる成果

- ・安全衛生面のリスク回避
- ・破碎機フィルタの延命化
- ・VIPの再資源化(循環スキームを検討中)

洗濯機ステンレス槽切断装置の開発

【目的】

洗濯機ステンレス槽には、ステンレス部をPP製塩水リングと底板にかしめているタイプがあり、PPとステンレスを分別回収し付加価値を高めるには、ステンレス部を切断する必要がある。本開発では、従来グラインダによる手切りで行っていたステンレス部の切断作業を機械化することにより、効率的かつ安全にPPとステンレスを分離することを目的とした。

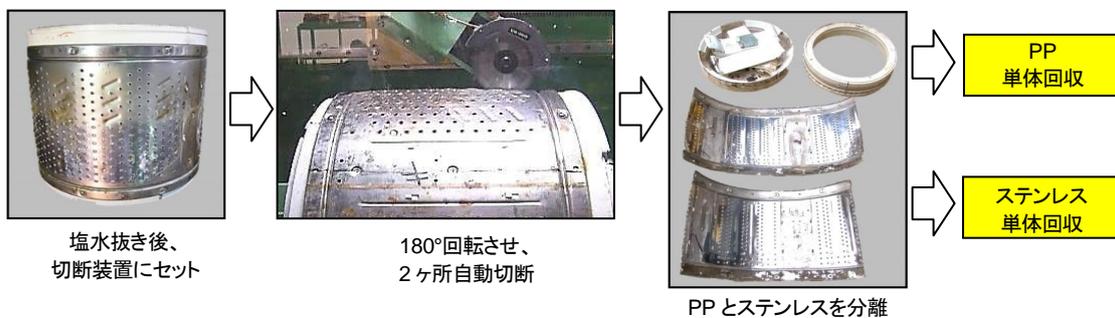
【工程】

- ①塩水抜きを行ったステンレス槽を切断装置に横向きにセットする。
- ②ステンレス部の減容処理を不要にするため、ステンレス槽を180°回転させ2ヶ所自動切断する。
- ③切断装置から取出し、PPとステンレスを分離する。
- ④PPは破砕機へ投入後回収。切断したステンレスは減容処理をせずにそのまま出荷する。

【成果】

- ①切断作業を自動化したことにより省力化が図れた。
- ②切断作業と他の作業が並行して行えるようになり作業効率が向上した。
- ③手切り作業を機械化したことにより作業の安全性が大幅に向上した。

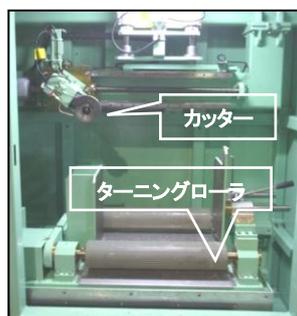
【フロー図】



【写真】



外観 2mWx2mHx1mD



切断装置内部



ステンレス槽をセットした状態

(5) 働く人のための安全・環境改善

冷蔵庫運搬用パット吸着式自在クレーンの導入

【概要】

冷蔵庫運搬作業における作業者の負荷軽減と運搬時間の短縮。
対象機器廃棄物の指定引取場所からコンテナに搭載され持ち込まれた冷蔵庫等の解体ラインへの投入とフロン冷蔵庫(断熱材フロン)とノンフロン冷蔵庫(断熱材シクロペンタン)に仕分ける運搬を手作業で行っていた。
この作業は床面上を押し移動、引き移動および方向転換を行うため、作業者の身体的負担(特に腕、腰)が大きく、重労働で運搬時間にばらつきがあった。
自在クレーンの導入により、移動、方向転換が手軽で円滑な運搬作業となり、作業者負荷の大幅軽減と、運搬時間の約30%短縮となった。

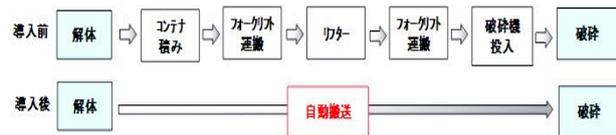


エアコンの破碎対象物を手解体ラインから破碎機まで自動搬送

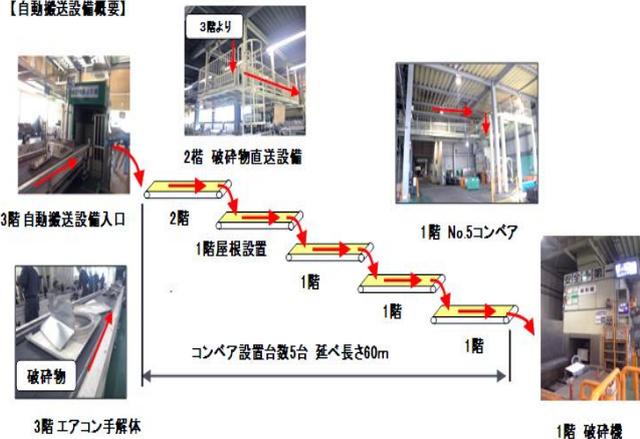
【概要】

プラントスペースの制約上、エアコンの手解体を3階で行っており、従来は破碎対象物(筐体等)が入ったコンテナ(容器)を1日に約100個、フォークリフトでリフター(昇降機)に運び、1階に降ろし、再度フォークリフトで破碎機に運び、破碎していた。今回、3階の手解体ラインからベルトコンベア5本(約60m)を用いて、破碎対象物を直接破碎機に投入できるようにした。建物の床や側壁の開口など困難な工事も伴ったが、この結果、右記自動搬送工程 導入前のコンテナ積みから破碎機投入作業までが不要となり、省人化とともに、安全性(フォークリフト運転による人・物への接触リスク低減等)が向上した。

【自動搬送工程】



【自動搬送設備概要】



水銀灯からLED照明への変更

【概要】

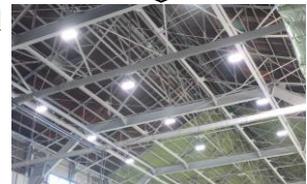
作業域内の照明は、天井(高さ:およそ9~10m)の梁から水銀灯(440W)により照らしていた。
環境改善の観点よりLED照明(204W)への切替えを実施した。

水銀灯



作業者からは『明るく作業しやすくなった』、『仕分け作業がやりやすくなった』、『細かい部品も見やすくなった』等の意見が寄せられた。

LED照明



ソフトウォールルーム化による空調整備



カーテン解放

【概要】

解体職場の天井が高く、また解体物の搬入・搬出口の開口部面積が大きいことより、いままで空調を入れることができません。作業には夏:暑く、冬:寒い環境下での作業をお願いしていた。



カーテン使用時

作業環境改善を図るべくソフトウォールルーム方式を導入し作業場全体に空調を効かせることができた。

搬送コンベア導入による腰痛防止

切断後モータ(インバータ無)



切断後モータ(インバータ)



【概要】

洗濯槽をモータ部分とそれ以外に分離する作業工程において、モータ部分は約10kgある。今までは、回収箱まで人力で搬送し、高さ105cmある回収箱に持ち上げて投入していた。(一日解体数約600台)
本装置により回収箱までの搬送と回収箱への投入が自動化された。また、モータ部分は2種類あり(インバータの有無)、振分け治具にてそれぞれの箱に投入する。

内装切断機

搬送コンベア

回収箱



振分け治具

安全衛生研修会・安全大会の開催



【概要】

6月恒例の安全衛生研修会は、現場部門の従業員全員が参加し、外部講師(中央労働災害防止協会)による作業手順の遵守、保護具、4S(整理・整頓・清潔・清掃)、KYT(危険予知訓練)等、安全活動の基本事項の講義を受講した。その後、班長及びリーダーがそれぞれ取り組む「安全ワーキング活動」の実績報告を行い、情報共有化して、安全に対する更なる意識の向上を図った。年末の全従業員が参加して実施する安全大会は、毎年外部講師による講演を実施している。本年は「安全行動調査(中央労働災害防止協会)」を行い、ヒューマンエラーによる災害に関して注意喚起を行った。



冷蔵庫コンプレッサー処理における作業環境改善(騒音低減、作業負荷軽減)

【目的】

冷蔵庫コンプレッサーを再資源化する上では、内在する冷媒フロンを回収した後、端子の絶縁ガラス部を破壊し穴を開け、中に残っている潤滑油を排出する必要がある。

従来、この破壊は、圧縮空気を動力源とするチゼル(たがね)を用いていたが、破壊時の騒音が大きいため作業者は耳栓着用、手に振動が伝わる等作業環境上の課題があった。そこで処理効率を損なわずに作業環境を改善する専用装置の開発を行った。

【工程】

この装置の破壊原理には、先端が尖った工具(チス)を下部に組み込んだ『錘ブロック』(約20kg)を、コンプレッサーの端子部を狙って自然落下させる仕組みを採用。

設計にあたっては、労働安全衛生マネジメントシステム(OHSAS18001)に基づくリスクアセスメント手法を適用した。破壊に際しては『錘ブロック』をエアシリンダで上方へ持ち上げ保持固定することになるが、その状態は位置エネルギーを保有し続けている状態でもあるため、故障等により不慮の動作が生じた場合も想定し、各種安全対策を講じている。

【成果】

騒音:改善前 100dB 以上《第Ⅲ管理区分*》⇒ 改善後 85dB 未満《第Ⅰ管理区分*》
(電車が通る時のガード下レベル) (電車の車内レベル)

*区分は労働安全衛生法上の管理区分で、第Ⅲ管理区分とは防音保護具の着用が義務付けられている作業環境。

振動:改善前 エアーチゼルを使っていた為、作業者に伝わる振動有 ⇒ 改善後:振動なし

【フロー図】

《改善前》



エアーチゼルを使った従来の作業方法

《改善後》コンプレッサー機能破壊装置の開発

