

2025 年 9 月 25 日

報道解禁制限あり【9月25日16時 解禁】

国立研究開発法人 産業技術総合研究所／大栄環境株式会社／佐藤鉄工株式会社

廃小型家電の無人選別プラントの実証を開始

安全な電池解体から選別回収までを自律制御で行い、貴金属・銅・レアメタルなどのリサイクルを高度化

ポイント

- 廃小型家電から各種の部品や電子素子を種別に回収する無人選別システムの実証プラントを大阪府に設置、実証を開始
- 高品位な廃小型家電 6 種を対象に AI が機種判定し、機種に応じて最適な破碎・選別工程を施すことにより、安全かつ高精度な資源回収を実現するとともに、従事者不足の解決にも貢献
- 本開発機をベースとして、対象製品を拡張、ベースメタル・プラスチックを含めた高純度回収を確立し、資源循環の促進を目指す



大栄環境グループ・DINS 関西株式会社(大阪府堺市)に設置された、
高品位小型家電を無人選別する CEDEST システム実証プラント

概要

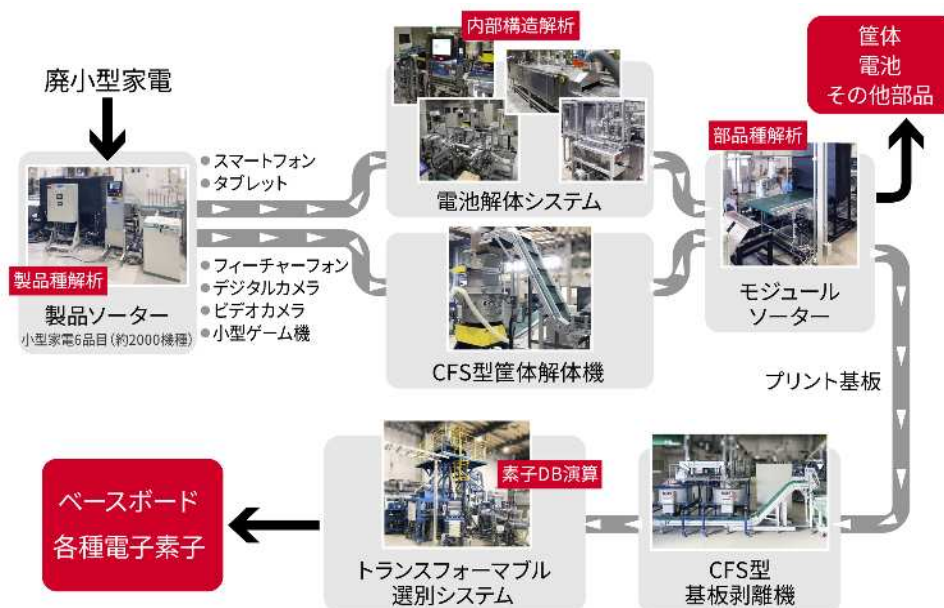
近年、資源循環の促進が期待される中、2013 年に小型家電リサイクル法が施行され、そこに含まれる貴金属・銅・レアメタルなどの再資源化が期待されています。一方、収集される廃製品の種類が増え、さらにモバイル機器に搭載されるリチウムイオン電池によるリサイクル工場の火災が多発するなどにもない、リサイクル工場における手作業の負担が大きくなり、効率的な資源循環を阻む要因となっています。このような背景のもと、NEDO（国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構）プロジェクト「高度循環型システム構築に向けた廃電気・電子機器処理プロセス基盤技術開発（2023 年度～2027 年度、プロジェクトリーダー：大木 達也）（以下、「本プロジェクト）」では、国立研究開発法人産業技術総合研究所（以下、「産総研」）が中心となり、大栄環境株式会社、佐藤鉄工株式会社、株式会社リーテムなどの企業や、大学とともに、低コストで高効率なリサイクルを可能とする革新的な基盤技術の開発をしています。

CEDEST システムは、NEDO プロジェクト「高効率な資源循環システムを構築するためのリサイクル技術の研究開発事業（2017 年度～2022 年度、プロジェクトリーダー：大木 達也）」の成果を元に、企業の協力を得て、産総研が本プロジェクト内で新たに開発したリサイクル向けの総合選別システムです。2018 年に開設した産総研の集中研究施設「CEDEST」において、システムのコアとなる 6 装置（製品ソーター、電池解体装置、筐体（きょうたい）解体装置、モジュールソーター、基板剥離装置、マルチ供給搬送装置を核とするトランスフォーマブル選別システム）を開発しました（2018 年 6 月 20 日プレス発表 都市鉱山活用に向けた集中研究施設「分離技術開発センター（CEDEST）」を開設）。開発した 6 装置は、2024 年度に大栄環境グループ・DINS 関西株式会社（大阪府堺市）に移設し、今般、搬送コンベヤーなどの設備を加えて連続運転が可能な実証システムとして整備が完了しました。今後、CEDEST システムの連続運転試験を実施し、さらに対象製品や回収素材種を拡張させ、より汎用性の高い無人選別システムを目指した開発を実施していきます。

下線部は【用語解説】参照

システムの概要

CEDEST システムは、高品位な廃小型家電 6 品目を対象に、貴金属・銅・レアメタルなどを選別する機能を有し、下図に示す新規に開発した 6 機の装置と、システム全体の運転を自律制御する機構から構成されます。各装置を開発後、本プロジェクトでは、装置間をつなぐ搬送コンベヤーなどの新規設備を加えることで、連続的かつ無人で処理できる構成としました。



製品ソーター：メーカー、年式、型式がさまざまな廃小型家電 6 品目（スマートフォン、タブレット、フィーチャーフォン、デジタルカメラ、ビデオカメラ、小型ゲーム機：約 2000 機種）を対象に、これらが混在したものを原料として投入。個々の廃製品の 2D/3D 画像を検出し、あらかじめ構築した廃製品の外観・構造データベースに基づき、AI により品目および機種を判定する。品目ごとに選別後、スマートフォン、タブレットは、内蔵する電池が発火しやすいことから「電池解体システム」へ送られ、フィーチャーフォン、デジタルカメラ、ビデオカメラ、小型ゲーム機は、「CFS（クロスフローシュレッター）型筐体解体機」に送られる。

（実証機の処理能力：最大 7200 台/時、開発担当：産総研/大栄環境）

電池解体システム：スマートフォン、タブレットは透過 X 線による構造解析と製品ソーターの機種判定に基づき、電池格納部と筐体端部との隙間を判定し、電池を傷つけない位置で両端あるいは四方を切断する。切断された製品は各モジュール（大型部品）が緩く結合した積層状態となる。電池を接着している機種では、機種ごとに接着剤の脆化条件が異なることから、適切な温度で冷却後、製品全体に一度の衝撃を付与し、解砕してモジュール単位でバラバラにする。

（実証機の処理能力：最大 600 台/時、開発担当：産総研/佐藤鉄工/大栄環境）

CFS 型筐体解体機：スマートフォン、タブレット以外の 4 品目は、CFS 型筐体解体機にて解体する。原型となる CFS は、ドラム内でチェーンが回転することで破砕する佐藤鉄工の製品機である。本開発機では、ドラム内の滞留時間を極端に短縮する機構を備え、過破砕を防止することで、これら 4 品目について電池を発火させることなく解体ができる。その後、2 段篩（ふるい）によってサイズ選別することで、モジュールと小破砕物を選別する。

（実証機の処理能力：最大 3600 台/時、開発担当：産総研/佐藤鉄工）

モジュールソーター：「電池解体システム」「CFS 型筐体解体機」で解体されたものは、各種のモジュール（筐体、電池、基板、その他）が混在したものとなる。ここでは製品ソーターと同様に、個々のモジュールの 2D/3D 画像を検出し、AI によりモジュール種を判定して選別する。選別された筐体、電池、その他部品は、既存の処理工程に供給（電池は専門処理業者に移送）されるが、プリント基板は、いまだ貴金属・銅・レアメタルなどが混在した状態であるため、次工程の「CFS 型基板剥離機」に送られる。

（実証機の処理能力：最大 600 台/時、開発担当：産総研）

CFS 型基板剥離機：通常の破砕では、破砕物のサイズ・形状は無秩序な分布を持ち、素材種と無関係な物性となるばかりか、単体分離を達成するには微粉碎が必要となっており、高度な選別を図ることが困難となる。本開発機は、基板サイズによって、破砕条件の異なる 2 基のチャンバーに振り分け、過粉碎を防止しつつ、プリント基板から電子素子の原型をとどめたまま剥離する。これにより、電子素子単位の単体分離がなされるとともに、サイズ・形状が電子素子種に固有の物性となり、サイズ選別が素子種選別の一助をなすため高度な選別が可能となる。剥離物は、「トランスフォーマブル選別システム」に供給される。

（実証機の処理能力：最大 3600 台/時、開発担当：産総研/佐藤鉄工）

トランスフォーマブル選別システム：磁選機、比重選別機、渦電流選別機など、バルク選別装置の組み合わせからなる従来の選別ラインは、固定された順に選別機に送られ、各装置は人が制御している。本開発機は、35 恒河沙（ごうがしゃ、 3.5×10^{53} ）通りに及ぶ電子素子ごとの選別装置順と各選別の運転条件から最適条件を計算で抽出し、中央のマルチ供給搬送システムを囲む各選別機群へ、計算された最適条件の順で供給して、各選別機を最適条件で運転する機能を有する。各装置への供給・搬送は、電子素子用に気流搬送システムを採用した。本システムにより、利用選別機や選別機の順序が自在に組み替え可能となり、銅を含むベースボードと、金を含む IC・メモリや、タンタルコンデンサーなどを個別に回収可能。選別工程が異なるプリント基板を 3 種同時並行に処理することも可能。

（実証機の処理能力：600kg/時、小家電基板 2.6 万台/時相当、開発担当：産総研）

今後の予定

大栄環境グループ・DINS 関西に設置した CEDEST システムの実証プラントでは、今後、種々の 6 品目サンプルで連続稼働試験を実施します。ここで、各装置およびシステム全体の性能評価をするとともに、詰まりなどの発生を検証するなど無人運転の実用性についてさまざまな検討を実施します。CEDEST システムは、世界初となる、高度なリサイクルに向けた無人の総合選別システムであり、本開発機をプロトタイプとして、ここで得られた検討結果を元に、今後、対象製品や回収素材の拡張、メンテナンスなどを含めた完全無人化など、未来のリサイクル工場に向けた研究開発を継続して実施していきます。

なお、本プロジェクトの展開については、9 月 29 日、イイノカンファレンス（東京・内幸町）でハイブリッド開催される「モノづくり日本会議 第 59 回新産業技術促進検討会シンポジウム「NEDO『高度循環型システム構築に向けた廃電気・電子機器処理プロセス基盤技術開発』プロジェクト報告会」にて、研究の経過を報告します。

用語解説

高度循環型システム構築に向けた廃電気・電子機器処理プロセス基盤技術開発

CEDEST システムをベースとして、対象品目を小型家電全般に拡張し、貴金属・銅・レアメタルなどに加え、鉄、アルミニウム、プラスチックをも回収可能な無人選別プラントの開発（本研究）と、リマニュファクチャリング工程の自動化を目指す NEDO の研究開発プロジェクト。

事業期間：2023～2027 年度の 5 年間

総予算：約 55 億円(予定)

CEDEST

2018 年に産総研つくばセンター西事業所に設置した NEDO プロジェクト・集中研究施設、分離技術開発センター（Center for Developing Separation Technology）の略称。無人選別システムは、この集中研究施設において集約的に開発してきたため、集中研究施設名を冠した「CEDEST システム」と名付けた。

高効率な資源循環システムを構築するためのリサイクル技術の研究開発事業

高品位小型家電 6 品目を対象に、貴金属・銅・レアメタルなどを回収する無人選別プラント(CEDEST システム)の開発と、リサイクルにおける情報利用、レアアースの少量多品種金属の高効率製錬技術の開発により、都市鉱山の有効活用を目指す NEDO の研究開発プロジェクト。

事業期間：2017～2022 年度の 6 年間

総予算：約 29 億円

筐体（きょうたい）

製品の外装。

自律制御

決められた選別条件で自動運転するだけでなく、供給物に応じて装置自身が運転を最適化するシステム。CEDEST システムの一部装置は、供給物によって条件を変えず、すべての対象物の選別条件を網羅的にカバーして自動運転するが、これを含め自律制御と称している。

単体分離

粒子が単一成分で構成されている状態。本プロジェクトでは、電子素子が基板から剥離（電子素子が単離）した状態を示す。

バルク選別装置

固体を一つずつ検出して仕分けるソーターを個別選別、多数の固体を一度に選別する装置を集合選別と称したとき、集合選別のうち、固体のバルク性質（密度、磁性、導電性など）を利用して選別する装置を指す。

恒河沙（ごうがしゃ）

10 の 52 乗を示す漢字文化圏における数の単位。

ベースボード

プリント基板から素子を剥離した後の板材部分。本プロジェクトでは素子が装着された状態をプリント基板と呼んでいるため、これと区別するために称した。

機関情報

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

<https://www.aist.go.jp/>

ブランディング・広報部 報道室 hodo-ml@aist.go.jp

大栄環境株式会社

<https://www.dinsgr.co.jp/>

総合政策本部 IR・サステナビリティ推進部 TEL:078-857-5276

佐藤鉄工株式会社

<https://www.satotekko.co.jp/>

環境・エネルギー部 営業グループ kankyo-eigyo@satotekko.co.jp

配付先

経済産業記者会 | 経済産業省ベンクラブ | 中小企業庁ベンクラブ | 資源記者クラブ | 文部科学記者会 | 科学記者会 | 筑波研究学園都市記者会 | 大阪科学・大学記者クラブ | 堺市政記者クラブ | 在堺記者クラブ | PRTIMES