

既存設備へ適応する、低導入コスト資源ごみ小型 AI 選別機の開発

— 容易に設置、ゴミの選別工程をパワフルに —

1. 背景

日本国内では、一般廃棄物のごみ収集車で回収された後、ごみ中間処理施設で選別が行われ、リサイクル可能なものは選別後リサイクラーで再商品化される。



図 1. 中間処理施設における出荷までの工程

国内の多くの中間処理施設で、手作業での選別が選別工程の多くを占めている。手選別は、作業員にスキルが求められる他、危険な異物による事故のリスクがある。また施設にとっても高い人件費や人手不足の課題がある。

海外メーカーでは既存の選別機は存在するが、国内では導入が進まない。理由には、(1)選別機が大型のため、国内の狭い既存施設には導入がしづらい、(2)国内の処理施設にとっては処理速度が不十分、(3)処理施設は収益性が低く、高額な設備投資が困難という要因がある。国内の環境に適した選別機はまだ存在しないのが現状である。

2. 目的

我々は国内の施設の環境に特化するため、小型で既存の設備に対してフレキシブルに対応ができる AI 自動選別機 (Flexisort) の開発を行う。

低設置コストでかつ、選別工程の省人化と選別品質の維持・向上の両立を可能にする選別機を普及させることで、国内の静脈産業の収益性アップを実現し、サーキュラーエコノミーの国内普及へ繋げ、日本を資源循環立国にすることを最終目的としている。

3. 製品・サービスの内容

本プロジェクトでは未踏期間中に選別機本体・付属ソフトウェアの 2 つを開発し、それぞれ効果検証を行った。

選別機本体は、ごみを継続的に一列に整列した上で選別機内コンベアへ送る機構と、一列に整列したごみを画像認識で判別し、圧縮空気を噴射して選別する機構を 2 レーン分製作した。



図 2. 選別機本体外観

選別機本体にかかわる性能は以下の表のようになっている。

選別速度については、現状はごみの詰まりに速度が左右されるが、すでに競合のパラレルリンクのロボットアームの最速レベルに匹敵していて、業界最速に達することも十分狙える。一方で、選別精度は人による作業時の精度には達しておらず、画像認識の精度改良もしくは認識手法の追加・変更が必要になる。

表 1. 選別機本体の性能表

選別速度	選別精度	回収率
60-100* pick/min	80-90%	70-80%

*ごみ詰まりの発生しない条件

選別機本体に付属するソフトウェアは、「カメラを設置するだけで、流れてくるごみについてリアルタイムで分析することができるシステム」を目標に開発を進めた。未踏期間中ではスマートフォンのカメラを利用し、専用のスマホアプリでレーンを撮影しそれをクラウド上で分析・集計するというシステムを構築することができた。集計結果はダッシュボードで可視化をすることができた。

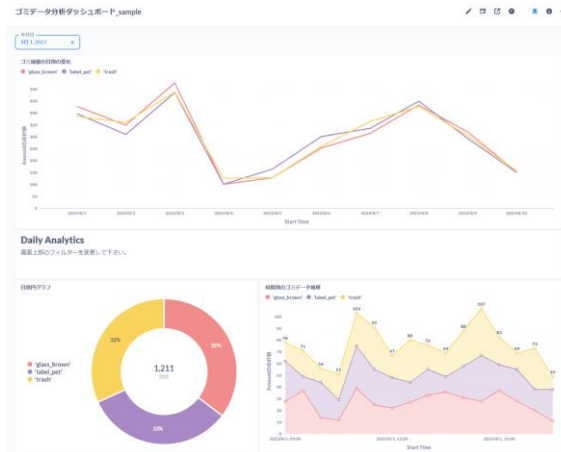


図 3. 定量分析サービスのダッシュボードの例

実証実験として、このシステムを実際に計 2 週間程度導入したところ、総量として時間ごとにどのくらいごみが流れたかの推移についてはある程度正確なデータを集計することができた。

また、可視化したデータをセンター長に確認していただいたところ、「選別作業員のシフトの最適化や、ベルトコンベアの速度・ホッパーへのごみの投入量などの設備の操業パラメーターの最適化に使えるそうだ」との声もいただき、一定の需要を秘めていることも確認することができた。



図 4. 実証実験のためスマートフォンを設置した様子

4. 新規性・優位性

前述の通り、海外メーカーでは自動選別機は多く存在するが、私たちのプロダクトは(1)ハード設計、(2)処理性能、(3)付属ソフトウェアの 3 点において優位性を持つ。

ハード設計については、ダウンタイムなしで既存のレーンにそのまま後付けできる方式としている。また、選別機本体はユニット式の構造になっていて、複数台を横に

並べたり、縦に重ねたりすることで施設ごとの細かい条件に柔軟に対応することができる。

処理性能についても、既存の選別機によくみられるパラレルリンク式のロボットアームではなく、横から圧縮空気で吹き飛ばす方式を採用することで、業界最速を狙えるレベルの処理速度を実現することができると考えている。

また、選別機本体を導入してもらう足がかりとして、AI を用いた付属ソフトウェアを開発することで、いち早くマネタイズを行うと同時に、学習用のデータを効率的に収集することができる。

5. 事業普及（または活用）の見通し

実証実験として、株式会社 JR 東日本環境アクセス所有の JR 東日本東京資源循環センターにご協力いただき、AI 学習用のごみの撮影・ごみ組成定量分析サービス・2 月中での選別機試作機の実証実験を行った。

また期間中に、資源ごみや事業系廃棄物の中間処理を行う事業者数十社へ工場見学・顧客インタビューを行い、ニーズを検証した。

選別機に関しては、静脈産業全体で深刻な人手不足があることから、深いニーズを確認できた。

一方で、定量分析サービスについては、各事業者でこれを利用して解決したい課題が多岐にわたっていることがわかった。インタビューを通じて、日によって組成の振れ幅が大きいごみを扱う事業者の方が組成分析を行うニーズが高いことがわかった。そのため、今後は産業廃棄物を扱う事業者ターゲットを変えてサービスを作る方が、戦略としては良いと考えられる。

6. 期待される波及効果

選別機本体を導入することで選別作業員を不衛生な仕事環境から解放することができる。また、施設側にとっても人件費の削減や稼働効率のアップにつながる。

また定量分析サービスについては、導入によって得られるメリットは多岐にわたる。例えば、ごみの量を予測することによって作業員のシフトを最適化したり、ベルトコンベアの数など施設の操業条件の影響を分析することで施設設備の稼働効率の最適化につなげたりすることができる。また、自治体等では一部のごみをサンプリングし組成を分析するといったことが行われているが、その自動化や高頻度化にも役立つと考えられる。

両サービスともに未踏期間中は資源ごみに絞って開発を進めたが、今後は産業廃棄物など資源ごみ以外にも視野を広げ、業界の課題解決のために取り組んでいく所存である。

7. イノベータ名（所属）

亀田 晃希（東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻・技術経営戦略学専攻）

細谷 朋生（東京大学大学院農学生命科学研究科生物・環境工学専攻）

徳永 優也（東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻・Polaris.AI 株式会社代表取締役）