

国際資源循環に関する包括的研究	
題目	～大連リサーチセンター～ AI・選別ロボットによる廃棄物自動選別システムの開発と検証
著者	程天顥 胡浩 小林均 小野田弘士

1. 概要

近年、AI およびロボット技術の急速な発展に伴い、廃棄物資源循環分野においてもこれらの技術を活用した選別システムの構築および導入に向けた検討が進められている。

本研究では、2024 年度に実施した AI 選別ロボットの開発・検証を基盤として、廃棄物選別現場への適用に向けた課題整理を行うとともに、AI による認識およびロボットによる動作の高度化を通じて、対応可能な廃棄物の範囲拡大を目的とした技術開発を行う。

2. 2025 年度の研究成果

(1)手選別作業の実態把握と適用条件の整理

本研究では、家庭系および事業系の使用済み飲料容器を対象とした中間処理施設において、現地調査およびアンケート調査を実施し、同一品目であっても発生源や処理施設の違いにより手選別作業の内容が大きく異なることを明らかにした。

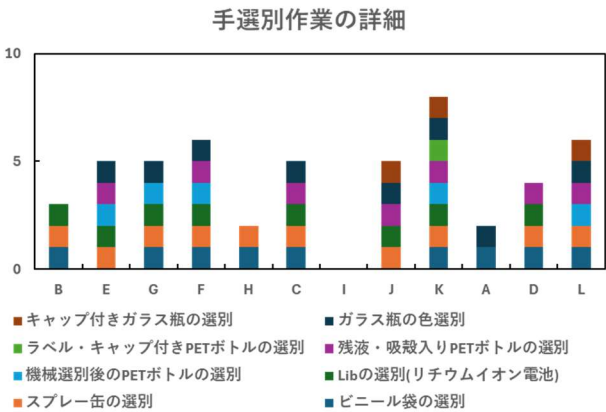


図1 調査した 12 社の手選別作業の作業内容

これにより、AI 選別ロボットの導入効果は一律に評価できるものではなく、各現場の作業条件やニーズに応じた評価が必要であることが示された。また、これらの差異の要因を把握するためには、発生源から中間処理、再資源化に至る資源循環フロー全体を俯瞰した分析が必要であることが示唆された。

(2)VLMを用いた AI 認識手法の高度化

廃棄物処理・資源化施設における忌避物質混入による発火事故の防止およびリサイクルの高度化・効率化に向けて、視覚情報とテキスト情報を統合的に扱う視覚言語モデル (VLM) を導入し、廃棄物認識手法の高度化を行った。

対象物の外観特徴に加え、構造的情報や文脈的知識を考慮した判断が可能となり、従来の画像認識手法では識別が困難であった対象に対しても適用可能であることが示された。

さらに、認識結果に「疑い」の分類を付与することで、不確

実性を考慮した判断支援の枠組みについても検討を行い、実運用を見据えた認識処理の拡張に向けた知見を得た。



図2 VLMによる廃棄物識別のイメージ

(3)VLAを用いた選別ロボットの高度化

廃棄物の多様性や選別ラインにおける混雑状態に対応するためには、ロボットアームおよびグリッパーに対する柔軟な動作制御が求められる。本研究では、多関節型ロボットアームと把持型グリッパーを統合し、VLA (Vision-Language-Action) に基づく廃棄物選別システムを構築した。

さらに、実験室内において手選別作業を模擬した環境を構築し、当該システムの検証を行った。その結果、対象物の多様性への対応および複雑な条件下におけるロボット選別の実現可能性を確認し、柔軟な動作生成の有効性に関する知見を得た。



図3 VLAを用いたロボット選別のイメージ

3. 次年度の研究計画

次年度は、廃棄物の自動選別に資する AI・ロボット技術の開発を継続的に行う。具体的には、使用済み飲料容器を対象とした選別ロボットの実証実験および評価を進める。また、既存の選別ロボットでは対応が困難な対象物や複雑な環境条件に対して、VLM および VLA 技術の統合による認識・動作の高度化を図り、実環境への適用可能性について検討を行う。