

季刊
環境技術会誌

October 2021.10
No.185

●巻頭言

「廃棄物処理施設の自動化と維持管理
—自動化・制御・維持管理」に寄せて

●巻頭コラム

未来志向の福島復興をめざして
プラスチックとオリンピックとパンデミック

●特集

脱炭素－廃棄物処理分野の動向
廃棄物処理施設の自動化と維持管理(その3)



一般社団法人 廃棄物処理施設技術管理協会

Japan Association of Engineering Management for Waste Treatment Facility

破碎・リサイクル施設における 自動化、省人化の取組み

極東開発工業株式会社
林 敏久

1. はじめに

一般廃棄物処理施設管理において、DBO方式や長期包括運営委託が増加していく中で、近年、少子高齢化の影響による労働力不足や労働環境の改善が問題となっており、施設の運転人員の削減や運転維持管理の効率化が重要となっている。

破碎・リサイクル施設の安定稼働においては、資源選別や危険物監視という集中力、注意力を要する作業やプラント設備の適切な日常管理技術が必要であり、選別作業員の人員確保と熟練した運転員のノウハウの継承が課題である。

こういった状況を踏まえ、作業負荷を低減し、限られた人材でも、安全安心で効率的な操業が行えるよう、AI、IoTを活用した自動選別技術、火災・爆発防止技術、維持管理技術の開発が行われている。

本稿では、破碎・リサイクル施設や民間施設、さらに施設以外の廃棄物関連における自動化、省人化の取組みについて紹介する。

2. 選別の自動化

破碎・リサイクル施設では、資源物や処理不適物(異物)などを選別する際、機械選別や作業員による手選別を使い分けている。

『ガラスびん自動色選別装置(図-1)』は、カメラと光源を用いた画像処理技術により、ガラスびんを色別に機械選別する。

色識別の方法は、搬送されるガラスびんの側面から照明を当て、その透過光をカメラで撮影する。撮影した画像信号を画面処理装置で処理し、画素毎のRGB(Red, Green, Blue)成分比率により判定する。

本装置は手選別作業で課題であった3Kを改善し、

設備の省人化、大量の機械処理が可能となり、これまで数多くのリサイクル施設で採用されてきた。

また、危険なガラスびんを機械選別することで作業環境も改善され、選別作業の安全性が向上した。

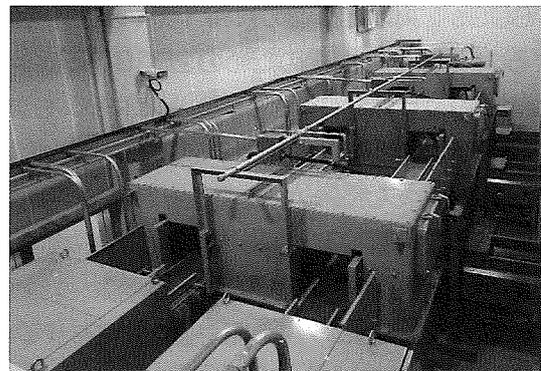
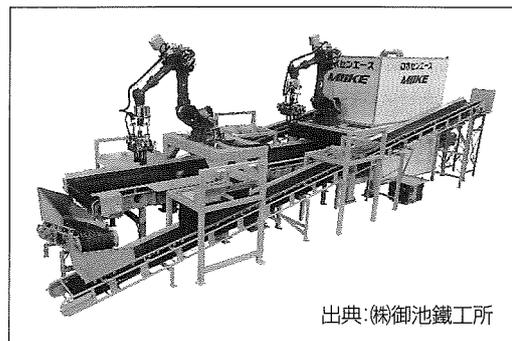


図-1 ガラスびん自動色選別装置

一方、民間のリサイクル施設では、近年、自動選別ロボットの開発が進み、手選別作業に代わる選別技術として採用され、人員削減を行っている。自動選別ロボットは、様々な形状に対応できるように主に画像認識技術を用い、AI深層学習(ディープラーニング)による解析技術で廃棄物の種類を判定し、機械選別による省力化を図っている。(図-2)

他にも近赤外線、X線を用いた素材選別技術(主に金属やプラスチックの資源化)がある。材料リサイク



出典: (株)御池鐵工所

図-2 自動選別ロボット事例

ルのための素材選別は、人間の判断で選別することが困難なため、ペットボトルなどの選別施設で高度選別の導入事例が増えてきている。

自動選別機は、省力化や人員削減に効果的だが、機械選別の課題として、判定部で選別物が重ならないように単層状態、かつ間隔を空けるための設備を上流側に設置する必要がある。また、選別物をピックアップする部分も多種多様な選別物をピックアップできるように形状を含め十分な検討が必要である。

3. 火災・爆発対策

破碎・リサイクル施設において、安定稼働するためには火災や爆発を発生させないことが重要となる。

近年、充電式の小型家電が普及し、リチウムイオン電池やニッケル・カドミウム電池が燃やせないごみとして破碎施設に大量に搬入されている。リチウムイオン電池類は内蔵型や小型のモノが多く、形状も多種多様なため、破碎機に投入する前に選別することが困難で、破碎後の火災事例が増加している。(図-3)



図-3 リチウムイオン電池による発火事例

弊社では、画像認識技術を用い、このような火災や爆発の原因物とされるリチウムイオン電池類やスプレー缶などの危険物を、破碎前に選別除去するシステムを開発中である。これは、リチウムイオン電池類やスプレー缶などを画像認識させ、AI 深層学習させることで、燃やせないごみに混在している危険物に棒状の光を照射し、手選別員の選別作業を支援するシステムである。(図-4)

リチウムイオン電池類やスプレー缶は小型で雑多なため、AI 深層学習に多くの時間が必要で、様々な形状の燃やせないごみの中から確実に認識させることが今後の課題であるが、危険物を破碎処理工程前に除去することで、施設の火災や爆発は低減され、

安全に安定稼働することができると思う。



図-4 AIによる危険物識別事例
(コンベヤ上の携帯電話を照射した棒状の光)

4. 維持管理・整備への適用

施設やプラント設備の維持管理には、日々の保全が重要となる。保全は、これまで事後保全や予防保全が行われてきたが、将来的には、IoTを活用した『予知保全』の導入が求められている。

予知保全では保全実施時期の最適化が重要で、保全員の経験値だけでなく、センサや画像・音声などのデータを解析し、AI 深層学習による認識技術により、設備や機器の故障を予測する必要がある。そのため、施設の重要機器に振動値や軸受温度、軸受の振動値を計測するためのセンサや計器を取付ける。

各種データを常時監視することで機器の劣化を早い段階で検知することができ、故障までの時間的猶予を得ることができる。

IoTを活用した予知保全は、故障兆候の数値化により、停止が許されない破碎機等の主要機器に有効である。故障や異常診断値(閾値)を設定することが今後の課題ではあるが、各施設よりデータを集約し、AI 深層学習させることで、将来的には保全実施時期の最適化を図った維持管理が期待できる。(図-5)

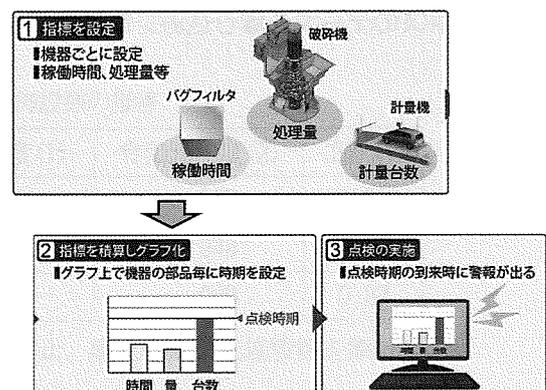


図-5 予知保全 IoT活用イメージ

5. 施設外での活用事例

AIは廃棄物処理施設内だけでなく、廃棄物の収集・運搬業務でも活用されており、ごみ収集の効率化を図っている。ごみの発生量や発生場所を収集日などからAIで解析し、ごみ収集時の最適ルートを割り出し、効率よく収集することで走行距離や作業時間の低減に繋げている。

弊社でもごみ収集車の安全支援、予防保全システムとしてAI、IoTを活用している。(図-6、7)

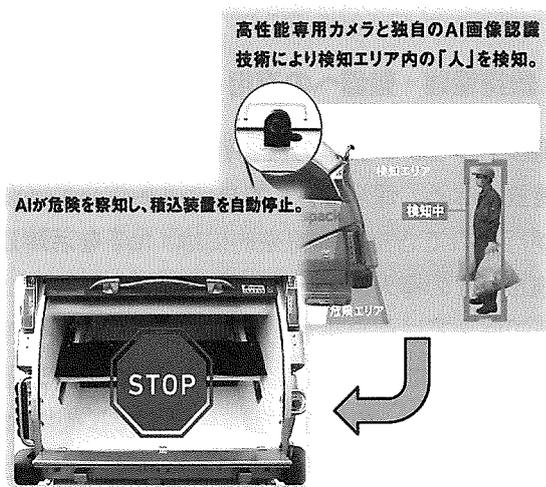


図-6 ごみ収集車の安全支援システム

安全支援システムは、ごみ収集車へ廃棄物を投入する際、積込装置に巻き込まれるのを防止するシステムである。車両後部に高性能専用カメラを設置し、積込装置付近の危険エリアに作業員の一部(手・腕・頭など)が侵入した際、AIにより「人」を検知して積込装置が自動停止し、巻き込まれを防止する。

予防保全システムは、ごみ収集車に搭載した制御システムECU(Electric Control Unit)から近距離無線通信機能(Bluetooth)を使い、車両の稼働状況やメンテナンスのデータを取り込み、車両の状態を

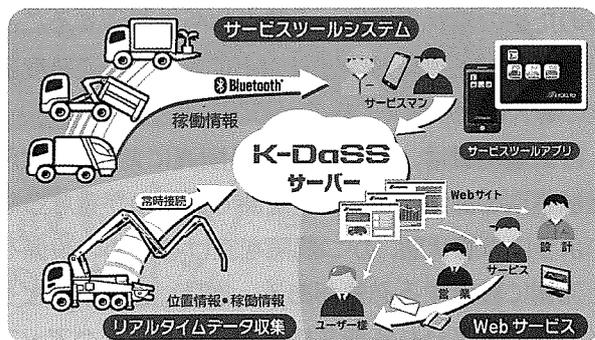


図-7 ごみ収集車の予防保全システム

把握するシステムである。サービス員が定期訪問した際、稼働履歴や点検履歴、交換部品などのデータをスマートフォンやタブレット端末を介して収集し、IoT基盤を活用してユーザ車両の不具合防止に取り組んでいる。

廃棄物処理に関してのAI、IoTの活用事例は、処理施設内だけでなく、こういった収集・運搬業務にも広く活用され、さらなる進展が期待できる。

6. おわりに

以上に紹介したAI、IoTを活用した選別の自動化や省力化、維持管理技術は、破碎・リサイクル施設における手選別作業の負荷軽減や作業人員の不足、安定稼働に対して有効である。

民間リサイクル施設では、他社との差別化や収益性向上を目的として、選別の自動化や省力化の開発に各社とも注力している。

今後、破碎・リサイクル施設を含む廃棄物処理施設では、AI、IoTを活用した技術がさらに導入され、自動化や省力化が進むと想定される。しかし、自治体施設においては、手選別作業などは、地域の雇用創出という役割を担っていることもあり、費用面や運営面など十分検討して設備を導入する必要があると考える。

以上