

AIとロボティクスの融合で 次世代リスクマネジメントを実践

胡 浩

(株)イーアイアイ
代表取締役



大和田 篤

(株)イーアイアイ
マネージャー



1. はじめに

近年、廃棄物処理施設におけるリチウムイオン電池(LiB)による火災事故が急増し、社会問題となっている。国や自治体は、LiBの分別回収を徹底するよう呼びかけているが、小型電気製品の普及拡大に伴いLiBの混入は避けられず、完全な選別回収も困難である。現実には、環境省の調査では、廃棄物の破碎・選別・圧縮などを行う再資源化施設における火災発生件数は、1万8892件(2023年度)に至っている。

このような背景から、廃棄物処理施設の火災防止対策には、事故の未然防止から発生後の被害最小化までをカバーする「多重防護」の安全設計が求められている。弊社は、最先端のAI技術を用いて、①プリベンション(事故の未然防止)、②フェイルセーフ(事故の進展防止)、③セーフティネット(被害の最小化)の安全設計に取り組んでいる。

具体的には、SparkEye®やSmokeScanner®を通じ、フェイルセーフおよびセーフティネット段階の対策に取り組んでおり、リチウムイオン電池の混入に伴う火災延焼

防止につながる実効的な手段として成果を上げている。

さらに近年では、生成AIの進化系を取り入れ、プリベンション段階での対策として、RecycleMind™の研究開発を推進している。本誌では、SparkEye®、Smoke Scanner®の実績に加えRecycleMind™の研究開発状況について紹介する。

2. SparkEye®、広がる協業・連携

(1) 製品概要

リチウムイオン電池等に起因して発生する「火花・火」を、AI画像認識技術を活用して瞬時(0.05秒)に検知し、警報設備・消火設備と自動連動させることで、火災の延焼を防止するシステムであり(図1)、検知データの確認もできる。本AI画像認識技術については特許も取得しており、火花や火を高精度で検知することが可能である(図2)。

(2) SparkEye®の導入実績と協業・連携事例

現在、導入施設は40カ所を超えさまざま

図1 SparkEye®のシステム構成図

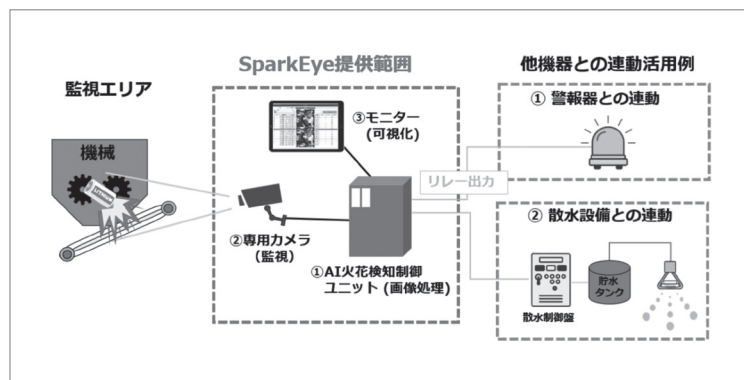


図2 SparkEye®での検知実績



な廃棄物処理施設で利用されているが、導入先での火災発生件数は0件として、現場の安全・安心に寄与している。

導入が伸長している背景には、他社との協業・連携の取り組みがある。ここではいくつかの取り組み事例について紹介する。

①損害保険会社との協業

損害保険会社と連携し、廃棄物処理施設へのSparkEye®導入を促進する取り組みが進んでいる。2024年1月にあいおいニッセイ同和損害保険（株）と協業を開始し、同年10月には三井住友海上火災保険（株）との協業も開始した。

具体的には、各保険会社の代理店が、契約者である廃棄物処理業者に導入提案を行い、当社が連携して導入支援を実施する。

本協業は、以下の「三方よし」を実現している。

- ・廃棄物処理業者：火災リスク低減、SparkEye®の優待価格での導入
- ・損害保険会社：火災保険金支払い対象事故の低減
- ・当社：SparkEye®の普及拡大

②プラントメーカーとの連携

プラントメーカーにおいて、新設される清掃工場の基本設計段階からSparkEye®を標準設備として組み込む動きが広がっている。従来の炎センサー、サーモグラフィー、監視カメラ等に加えて、新たにAI画像認識を用いた火災リスクへの対策強化に向けて、SparkEye®が評価されることとなった。従

来の検知手法とAI検知技術を複合的に活用することで、より安全・安心な設備運営が期待されている。

(3) 製造業界への展開

廃棄物処理業界にとどまらず、製造業においても導入が進んでいる。特に金属加工業では、切削や研磨工程における火花検知のニーズがある。導入先の現場では、研磨工程をサーモグラフィーで監視していたが、加工品の温度変化を検知してしまい、誤報が多発するという課題があった。そこでSparkEye®を活用し「画像認識」で火花を検出することで、課題を解決し、火災リスクの低減に結びつけた。

3. SmokeScanner[®]の現状状況

(1) 製品概要

発火の初期現象として現れる「煙」を、AI画像認識技術を活用して瞬時（最短0.1秒）に検知し、警報設備・消火設備と自動連動させることで、火災の延焼を防止するシステムである。出火前の煙発生を捉えて、初期対応を迅速に行える特徴があり、特に人による監視が難しい夜間などの時間帯において、効果的な監視システムとして注目されている。

(2) リリースからの現状状況

昨年のリリース以降、多くの問い合わせを受け、実際に導入された企業では、保管・破砕ヤードやごみピットの監視に活用されている。なかには、既存の炎検知器やサーモグラフィーに加え追加対策として導入された事例もある。

AI画像認識技術は高い検知精度を持つ一方で、環境条件によっては誤検知が発生するリスクもある。そのため、当社ではお客様の監視対象となる環境を個別に確認し、煙検知の可否を評価した上で、非検知エリアの設定を含めて十分な合意形成のもと、導入を進めている。

4. RecycleMind[™]の研究開発

(1) 研究背景

LiB由来の火災を未然に防ぐには、破砕される前の選別プロセス、すなわちプリベンション段階における高精度な対象物の検知・選別技術が極めて重要となる。従来のAI物体検出では、高精度な認識性能の実現のために大量の学習データが必要であり、特にLiB内包の小型家電等については現場でのデータ収集が課題となり実用化が困難であった。

そこで当社では、この課題に対応すべく大規模マルチモーダルモデル^{*1}をファインチューニング^{*2}し、廃棄物処理現場に特化した画像認識AI「RecycleMind[™]」

を開発した。RecycleMind[™]は、汎用的な画像認識モデルに加えて現場で取得した実画像データを活用することで、従来の学習データの制約を乗り越えつつ、対象物の材質や構造に基づいた高精度な識別を可能とする。

(2) RecycleMind[™]の概要

RecycleMind[™]は、廃棄物処理現場におけるLiBや小型家電をはじめ、日用品、容器包装、プラスチック類、金属類など、多種多様な廃棄物の検出・識別を可能とする特化型の画像認識モデルである。本モデルは、大規模マルチモーダルモデルをベースとしており、視覚情報に加え、言語情報やメタ情報を統合的に処理することで、多角的な対象物認識を実現している。

当社が独自に収集・整備した現場由来の画像データベースを活用し、実環境に特化したファインチューニングを実施することで、従来の汎用モデルでは困難であった複雑な対象物の識別に対応可能となった。

RecycleMind[™]は、現場発生を含むLiB内蔵製品、LiB（破損品含む）に関する多大なデータセットを持ち合わせることで、一般的な画像分類にとどまらず、材質・構造・形状・用途といった対象物の多様な特徴を高精度に認識することができる。

今後は、さらなるデータベースの拡充およびハードウェア設計との最適化を通じて、実環境下における高精度かつ高速なリアルタイム判別の実現を目指す。

(3) RecycleMind[™]のロボットへの活用

当社では、RecycleMind[™]による画像認識の結果をもとに、7軸協働ロボットと連携し、小型家電およびLiBを含有する対象物の自動選別・除去を行うシステムの研究開発を進めている（写真）。

本システムは、認識された対象物の位置・種類・構造等の情報をもとに、フィジカルAIモデル^{*3}を用いた協働ロボットがピックアップ・除去動作を自律的に実行するものであり、廃棄物処理工程における自



写真 RecycleMindと協働ロボットの連携

動化・安全性向上に資するソリューションとして期待されている。

さらに本システムには、HRI (Human-Robot Interaction) の一環として音声指示による操作インターフェースを実装しており、作業者が対象物を音声で指定することで、RecycleMind™による画像認識と連動し、ロボットによる自動選別がシームレスに実行される。既に、この一連の処理フロー（音声指示→対象物認識→自動選別）を含む実環境下での動作デモンストレーションを構築・実証することに成功している。

(4) 社会的意義と導入効果

RecycleMind™は、単なる画像認識技術にとどまらず、廃棄物処理現場における安全性の向上、作業者の負担軽減、そして火災事故の未然防止に資する、社会実装型のAIソリューションである。

本技術は、SparkEye®による火花検知、SmokeScanner®による煙検知と組み合わせることで、廃棄物リサイクル工程全体における「多重防護」体制（①事故の未然防止、②誤作動への対応、③被害の最小化）を構築し、廃棄物リサイクル工程全体の安全性向上へ寄与できる可能性もある。

5. おわりに

筆者らは、廃棄物処理施設における安全・安心の実現を目指し、同分野に特化した火災防止ソリューションであるSparkE

ye®やSmokeScanner®を通じて、多くの現場で火災リスクの低減に取り組んできた。

今後は、これらのソリューションをさらに普及していくとともに、次なるステップとして、プリベンション段階への取り組みを進める。具体的には、廃棄物処理現場に特化した画像認識AI「RecycleMind™」にロボットシステムを

組み合わせ、「リチウムイオン電池を含む対象物の自動選別・除去システム」の実用化を目指している。

こうした技術革新により、廃棄物処理施設における火災ゼロ社会の実現をより現実的なものとし、安全と循環型社会の両立を支えるインフラとして、さらなる発展を目指していく。

謝辞

本研究の一部は、令和7年度環境研究総合推進費 (JPMEERF20253J01) (研究代表者：早稲田大学 小野田弘士教授) により実施したものです。

- *1 大規模マルチモーダルモデルとは、文字・画像・音声など複数の種類のデータ統合的に理解・処理できるAIモデル。
- *2 ファインチューニングとは、すでに学習済みのモデルを特定のタスクやデータセットに合わせて調整する手法。
- *3 フィジカルAIモデルとは、VLA (Vision Language Action: 自律行動ロボットモデル) を用いて、現場環境を踏まえて行動指示を自律的に実行するロボット行動モデル。

参考文献

- 1) 小野田弘士、AI・IoTの活用と資源循環、第17回「産業廃棄物と環境を考える全国大会」基調講演資料、2018.11.16
- 2) 環境省、市区町村におけるリチウム蓄電池等の適正処理に関する方針と対策集、2025.3.31

【問い合わせ】

(株)イーアイアイ
 担当部署：企画営業部
 TEL：03-3518-9797
 Mail：sales@eii-net.co.jp