

令和2年度環境省請負業務

令和2年度 産業廃棄物処理の高度化に係る調査検討  
業務報告書

(産業廃棄物処理における AI・IoT 等関係抜粋)

2021年3月

**みずほ情報総研株式会社**  
Mizuho Information & Research Institute, Inc.

## 目 次

1. 調査の目的 .....	1
2. 産業廃棄物処理における AI・IoT 等の導入状況調査及び可能性検討 .....	2
2.1 産業廃棄物処理における AI・IoT 等の導入対象セクター .....	2
2.2 AI・IoT 等の導入状況 .....	7
2.3 今後の導入可能性 .....	23
2.4 AI・IoT 等の導入事例集 .....	38

別添資料 1 AI・IoT 等の導入事例集(省略)

## 1. 調査の目的

廃棄物処理は国民生活・国民経済に不可欠な事業であり、廃棄物処理事業者は安定的にその事業を継続することが求められている。そうした中、産業廃棄物処理をめぐっては、人材確保、技術の維持・継承、安全確保・労働災害防止、煩雑な事務手続、処理困難物への対応といった課題がある。さらに、令和元年末に WHO から中国・武漢市における確認が発表された新型コロナウイルス感染症は、それ以降世界的に感染が拡大し我が国においても、令和 2 年 1 月に感染者が確認され、その後感染拡大が続いているところである。引き続き新型コロナウイルス感染症やその他の新たな感染症の感染拡大のおそれがあることから、廃棄物処理業におけるレジリエンスの向上に係る対策の推進が求められているところである。これらの課題等への解決策の 1 つとして、AI・IoT 等の先端的な情報通信技術の活用による処理の高度化が考えられる。

このような背景の下、本業務では、産業廃棄物処理における諸課題への解決策となり得る AI・IoT 等の先端的な情報通信技術について、産業廃棄物の発生から処分までの各プロセスにおける導入状況や普及拡大方策等を整理・検討することを目的とした。

## 2. 産業廃棄物処理における AI・IoT 等の導入状況調査及び可能性検討

### 2.1 産業廃棄物処理における AI・IoT 等の導入対象セクター

産業廃棄物処理の各プロセスにおける AI・IoT 等の情報通信技術の活用事例を調査した。本節では、調査対象とするセクターの整理について取りまとめた。

#### (1) 廃棄物処理企業の業務のうち、対象部分の整理

廃棄物処理の業務は、社内での「事務」業務と社外での「現場」業務に大別できるが、今回の調査では「現場」で活用される AI・IoT 技術を調査対象とした。具体的には収集運搬から破碎・選別、リサイクル、焼却、埋立までの実際に廃棄物を扱うプロセスにおいて、どのような AI・IoT 技術の活用性があるかを整理した(図 2-1)。

例えば、AI 等を収集運搬・処理計画策定に活用できる可能性がある他、センサーや画像認識によって廃棄物の発生量(回収必要量)の把握、破碎・選別から埋立までの処理設備に対してはセンサーや画像認識に加えて自動選別などロボットの活用が考えられている。

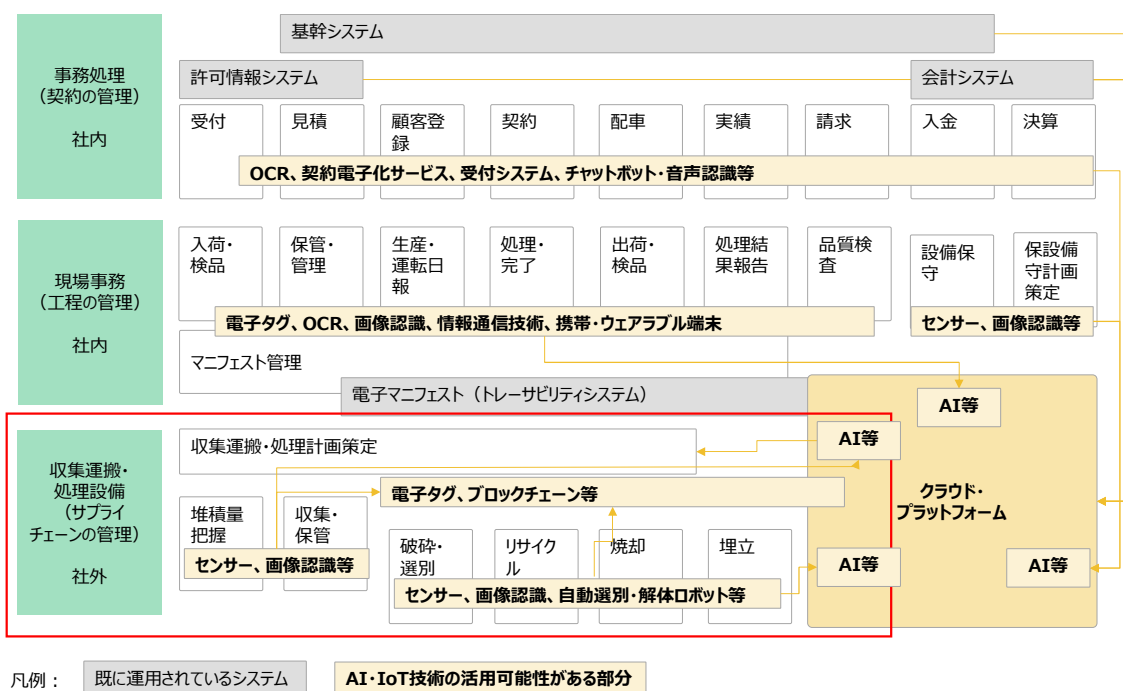


図 2-1 廃棄物処理業における事務処理・現場事務系業務を加えた情報技術活用の俯瞰図  
 (注) 赤枠部分が今回の調査対象範囲

(出典) 各社公表資料、業界誌、論文、各種調査報告書等より作成

## (2) 事例マップ

「現場」での業務を中心として、廃棄物処理の段階(プロセス)ごと、および AI・IoT の技術ごとに廃棄物処理における AI・IoT 技術の活用事例を整理した事例マップを示した(図 2-2)。

例えば、排出・収集運搬の段階では、情報通信だけではなく、センサーや AI の活用事例が見られる。廃棄物の排出場所(保管場所)での量の把握や、回収のための収集ルート・配車計画の作成などに活用されている。さらに、破碎・選別においては、センサー、AI やロボットを組み合わせた自動選別の他、破碎機の予防保全や火災防止のための検知技術などの事例がある。また、一般廃棄物用の焼却炉については、遠隔監視や自動制御システムの開発をプラントメーカー各社が進めている状況である。

廃棄物処理の段階	AI・IoT技術							
	電子タグ	情報通信技術 (Wifi、LTE、5G等)	センサー (ガス、温度、可視光カメラ、赤外線、レーザー、振動、電流等)	画像認識	AI (機械学習、最適化計算)	ロボット、自動クレーン	チャットボット	...
事務・契約	医療廃棄物の追跡管理システム						受付システム	契約電子化サービス
排出・収集	センサー・画像解析による廃棄物量測定							クラウド上でごみの種類・量・発生時間などマッピング
	センサーで把握したごみ量データから収集ルートの最適化				配送計画の自動作成、自動配車管理システム、収集ルートの最適化			
	トラック画像の履歴管理、自動容積計測							
破碎	破碎機のIoTを活用した遠隔監視(予防保全)					自動解体等：自動選別ロボット、自動ねじ外しロボット		
	火花センサーによる火災防止							
選別・リサイクル	自動選別：センサー・画像認識・AI(機械学習)とロボットアームの組み合わせによる選別(非鉄金属、ガラス、紙、段ボール、新聞、缶、プラなど)							
焼却	焼却施設の遠隔監視、維持管理(寿命予測)、焼却炉の自動制御(蒸気量・燃焼制御)、焼却施設の運転制御に適したAIシステム(自動運転システム)				クレーン自動運転(3次元マップ技術等)、維持管理(点検作業のロボット化)			
埋立	覆蓋型埋立場でのガス検知、換気・消臭設備の自動作動、重機の遠隔監視							ドローン監視

その他：音声認識、自然言語処理、ウェアラブル端末、プラットフォーム、ブロックチェーン、自動倉庫、ドローンなどの可能性もあり

図 2-2 廃棄物処理における AI・IoT 技術活用事例(事例マップ)

(出典) 各社公表資料、業界誌、論文、各種調査報告書等より作成

なお、事例マップの作成にあたってはメーカーやサービス提供各社の公開情報、業界団体の資料などを参照した。例えば、産業廃棄物処理事業振興財団では、会員企業を含めた業界企業のデジタル技術の活用・取組事例を以下のように取りまとめている(表 2-1)。また、エックス都市研究所でも、一般廃棄物処理を含めた廃棄物処理施設・機械等での IoT・AI の適用例を整理している(表 2-2)

表 2-1 廃棄物処理における AI・IoT 技術活用事例整理 (産業廃棄物処理事業振興財団)

		情報ソース候補	ツール (例)	効果
収集運搬	トレーサビリティシステム	JWセンター、エスエルネット	電子マニフェスト、WCM (活動記録管理システム)	不適正処理防止、トレーサビリティ
	受注・契約の効率化	JEMS、白井グループ、浜田、トライシクル	クラウドサイン等	24時間集荷受付
	排出拠点の廃棄物量の遠隔把握	島津製作所、NTT西日本、NEC	LPWA、ローカル 5G	
	運行管理・回収経路、配車計画の最適化	白井グループ、NEC、OSK、スマートドライブ、ファンファーレ、グルーヴノーツ、三東運輸・東京エコサービス		積載率向上、片荷運行削減、非対面運行管理
	非接触ごみ収集	海外		
	車両の燃費把握改善	極東開発工業、新明和工業		
	故障予知によるメンテ効率化	モリタHD、新明和工業		
	搬出入重量・容量の計測管理・透明化等	シーイーシー		省力化 (車両入退場管理、受付管理)
	労働災害・事故防止	新明和工業、極東開発工業	センシング	巻き込まれ被害軽減
設備・重機	稼働状況把握	ブラントメーカー各社		
	自動運転、自動選別	サナス (ZENROBOTICS)、リョーシン、ウエノテックス、エヌ・クラフト		省力化・作業時間圧縮、選別精度向上
	(ブラ)	トムラソーティング、アーステクニカ、日本シーム、エコロ、御池鉄工所		
	運転維持管理効率化・省力化	ブラントメーカー各社		運転管理の可視化・最適化
	遠隔監視・制御	ブラントメーカー各社		
	設備点検	JESCO	ドローン	
	環境管理・安全操業	東レ、大宮高圧	スマートウェア、ウェアラブル端末、オゾン・エアカーテン	作業環境改善 (臭気・騒音・煙等)
	労働災害・事故防止	東洋紡	センシング	

(出典) 産業廃棄物処理事業振興財団提供資料

表 2-2 廃棄物処理施設・機械等での IoT・AI の適用例の整理 (エックス都市研究所)

対象設備・機械	IoT・AI の適用例
収集運搬	廃棄物容器のごみ量監視と効率的な収集方法の設定、収集車両管理支援
焼却炉	運転管理支援システム(燃焼画像解析、熱回収量の安定化、ごみピット内の状態把握やクレーン運転の自動化)、設備の監視・予防保全、操作員教育、等
選別装置	選別ロボット
埋立用重機	遠隔監視、予防保全
浸出水処理装置	処理状態の遠隔監視

(出典) 山下 (2020) 産業廃棄物処理等の低炭素化への IoT・AI 技術の適用の可能性、INDUST 2020 年 12 月号、Vol. 35 No.12 (著者所属:株式会社エックス都市研究所)

### (3) 対象セクターの絞り込み

2018 年に閣議決定された第四次循環型社会形成推進基本計画では、「高度な破碎・選別」、「安全・安定な操業や効率性向上」、「廃棄物発電の更なる高効率化等」、「廃棄物発電のネットワーク化促進」、「センシング技術を活用した収集運搬効率化」が、循環分野における技術開発の例として挙げられている(表 2-3)。

表 2-3 循環分野における技術開発、最新技術の活用と対応

中長期的な方向性	技術開発の例
2.3.ライフサイクル全体での徹底的な資源循環	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サービサイジング、リマニュファクチャリング、リユース、シェアリングなど2R型ビジネスモデルの普及のための技術開発</li> <li>・バイオプラスチック普及のための技術開発</li> <li>・<u>資源回収を最適化するための高度な破碎・選別技術の開発</u></li> <li>・急速に普及が進む新製品・新素材についての3Rに関する技術開発</li> </ul>
2.4.適正処理の更なる推進と環境再生	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>廃棄物処理施設等の安全・安定な操業や効率性向上のための技術開発(AI・IoTを含む)</u></li> <li>・<u>廃棄物発電の更なる高効率化等の廃棄物エネルギー利活用の高度化</u></li> <li>・<u>廃棄物発電のネットワーク化促進のための技術開発</u></li> <li>・<u>センシング技術を活用した収集運搬効率化</u></li> <li>・有害廃棄物の適正処理に向けたリスク低減、管理技術の開発</li> </ul>
2.5.万全な災害廃棄物処理体制の構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>・災害時に発生が予想される有害物質・危険物及び処理困難物の適正処理・再生利用技術の開発</li> <li>・ICT を活用した災害廃棄物処理における情報管理・共有手法の高度化</li> <li>・衛星・空撮画像を活用した災害廃棄物発生量の迅速な推計手法の開発</li> </ul>

(出典)「第四次循環型社会形成推進基本計画」(2018 年 6 月)より作成

事例マップ(図 2-2)の「廃棄物処理の段階」のうち、CO2 削減に資する可能性、製品・サービス化の実装状況(公表情報ベース)、第四次循環基本計画での記述を考慮して、以下①～③の 3 セクターが有望と考えられたため、以降ではこの 3 つのセクターについて、AI・IoT 等の導入状況や今後の導入可能性を検討・整理した(図 2-3)。

① 収集運搬の最適化

- ・ 動脈側の物流企業による自動配車システムの活用のほか、廃棄物の収集運搬業各社においても収集ルートや配車計画に関するシステム構築の事例がある
- ・ 運行計画の自動作成による省人化(作業負荷軽減)の効果がある他、収集ルートの最適化も含めた効率向上により、運搬にかかる CO2 削減、コスト削減につながる

② 焼却施設の運用最適化

- ・ 一般廃棄物向けの焼却炉ではプラントメーカー各社が自動制御技術を開発している
- ・ 燃焼の制御により発電・エネルギー効率回収の効率向上、CO2 削減に効果がある可能性
- ・ 高齢化等に伴って、熟練の運転員のもつ燃焼制御の技術継承のニーズがある

③ 選別・リサイクルの高度化

- ・ リサイクル率の向上に向け、政策的・業界的にニーズが高い(デジタル活用への関心が高い)
- ・ 手選別は人が廃棄物に直接触れるプロセスであるため、労働安全・作業負荷が高く、自動選別による省人化のニーズが大きい

廃棄物処理の段階	AI・IoT技術							
	電子タグ	情報通信技術 (Wifi, LTE, 5G等)	センサー (ガス、温度、可視光カメラ、 赤外線、レーザー、振動、電流等)	画像 認識	AI (機械学習、最適化 計算)	ロボット、 自動クレーン	チャット ボット	...
事務・ 契約	医療廃 棄物の追 跡管理シ ステム						受付シス テム	契約電子 化サービス
排出・ 取運		センサー・画像解析による廃棄物量測定						クラウド上 でごみの種 類・量・発 生時間など マッピング
		センサーで把握したごみ量データから収集ルートの最適化			配送計画の自動作成、 自動配車管理システム、 収集ルートの最適化	輸送CO2や人件費 削減ニーズのため、 取り組みやすい		
		トラック画像の履歴管理、自動容積計測						
破碎		破碎機のIoTを活用した遠隔監視(予防保全)				自動解体等：自 動選別ロボット、自 動ねじ外しロボット		リサイクル率向上 のためには発展・ 普及が必須
			火花センサーによる火災防止					
選別・リ サイクル		自動選別：センサー・画像認識・AI(機械学習)とロボットアームの組み合わせによる選別(非鉄金属、ガラス、紙、段ボール、新聞、缶、プラなど)						
焼却		焼却施設の遠隔監視、維持管理(寿命予測)、焼却炉の自動制御(蒸気量・燃焼制御)、焼却施設の運転制御に適したAIシステム(自動運転システム)				クレーン自動運転 (3次元マップ技 術等)、維持管理 (点検作業のロ ボット化)		焼却炉の熟練運 転員の技術継承、 効率化によるCO2 削減に効果 (注) 現状、産廃 での事例なし
埋立		覆蓋型埋立場でのガス検知、換気・消臭設備の自動作動、重機の遠隔監視						ドローン監 視

図 2-3 廃棄物処理における AI・IoT 技術活用事例(事例マップ：調査対象 3 セクター)

注) 赤枠部分が今回の調査対象範囲

(出典) 各社公表資料、業界誌、論文、各種調査報告書等より作成



## 2.2 AI・IoT 等の導入状況

本節では、調査対象とした3つのセクターでの事例棚卸しを行い、文献調査及びヒアリング調査より各事例の活用状況(対象、製品化状況、規模など)、効果と課題について取りまとめた。

### (1) 3セクターの事例棚卸し

各社の公開情報、業界団体の情報、業界誌、過年度調査報告書などの情報をもとに3セクターごとに研究・実証段階の取組も含め、事例の棚卸しを実施した。3セクター別にフェーズ1(技術開発・実証段階)とフェーズ2(製品化・サービス化段階)に分けて事例を整理した(表2-4～表2-6)。また、それぞれで直接CO2削減に寄与すると考えられる技術・事例と、間接的には増エネにつながるものの、次世代のCO2削減効果を顕在化させるために必要な技術・事例と考えられるものとして分類した。

表 2-4 事例のフェーズ整理 (収集運搬の最適化)

	フェーズ1 技術開発・実証段階		フェーズ2 製品化・サービス段階	
	配車計画の自動作成			配車計画作成の自動化:ファンファーレ、光英システム
自動配車計画・管理	自動配車管理システム:大栄環境	○		
収集ルート最適化	量子コンピュータを活用した収集ルート最適化:グローヴノーツ	○	個社単位の収集最適化システム:白井グループ・エコスタッフジャパン	○
廃棄物量の測定+収集ルート最適化	センサーによる廃棄物量測定:浜田、NTT西日本等	○	センサーでの堆積率データ等を活用した回収ルート最適化:Enevo Japan	○

注)表中の記号については以下のとおり、CO2削減の効果のイメージを示す

○:直接CO2削減に寄与する技術・事例

△:間接的には増エネにつながるものの、次世代のCO2削減効果を顕在化させるために必要な技術・事例

(出典)各社公表資料より作成

表 2-5 事例のフェーズ整理（焼却施設の運用最適化）

	フェーズ 1 技術開発・実証段階		フェーズ 2 製品化・サービス段階	
	維持管理	プラント点検作業のロボット化:川崎重工	△	寿命予測技術(振動センサーによる軸受振動の常時計測等):JFE エンジニアリング
遠隔監視			JFE エンジニアリング(ハイパーリモート)、川崎重工(KEEPER)、三菱重工環境・化学エンジニアリング(MAiDAS)	△
クレーン自動運転、ピット攪拌	神戸製鋼、荏原環境プラント、日立造船、三菱重工環境・化学エンジニアリング	△	JFE エンジニアリング・J&T 環境	△
蒸気量・燃焼制御	燃焼変動制御:三菱重工環境・化学エンジニアリング、タクマ、クボタ、川崎重工	○	AI による燃焼状態認識による蒸気量予測:JFE エンジニアリング、タクマ	○
完全自動運転			JFE エンジニアリング・J&T 環境	○

注)表中の記号については以下のとおり、CO2 削減の効果のイメージを示す

○:直接 CO2 削減に寄与する技術・事例

△:間接的には増エネにつながるものの、次世代の CO2 削減効果を顕在化させるために必要な技術・事例

(出典)各社公表資料より作成

表 2-6 事例のフェーズ整理（選別・リサイクルの高度化）

	フェーズ 1 技術開発・実証段階		フェーズ 2 製品化・サービス段階	
破砕			破砕機の IoT を活用した遠隔監視：近畿工業（遠隔監視システム KTS による破砕機予防保全） 破砕機での火災防止：イーアイアイ（SparkEye AI 火花検知システム）	△
自動選別	自動選別機（金属スクラップ）：近畿工業（V-PICKER）	△	自動選別機：ウエノテックス（URANOS）、リョーシン（AIBenkei・AIMusashi）、大原鉄工所（MAX-AI）、トムラソーティング、ゼンロボティクス、エヌ・クラフト（N.robot）	△
自動解体等	自動ねじ外しロボット、冷蔵庫 POS システム、自動搬送ロボット（廃家電）：三菱マテリアル、ダイフク、トヨタ L&F	△		

注)表中の記号については以下のとおり、CO2 削減の効果のイメージを示す

○:直接 CO2 削減に寄与する技術・事例

△:間接的には増エネにつながるものの、次世代の CO2 削減効果を顕在化させるために必要な技術・事例

(出典)各社公表資料より作成

## (2) 収集運搬の最適化

廃棄物の回収ルートは従来、回収依頼を受けた収集運搬業者が人の手で配車計画を作成し、ドライバーが回収に向かっている。人による配車を AI による計算・ルート作成に置き換えるシステム・サービスについて、複数社での開発・検討が進んでいる。動脈側の物流企業においても配車計画の策定を AI で行うサービスは実用・商用化されているが、廃棄物の収集運搬では、独特の条件を詳細に入力することが求められることから、廃棄物業界発で廃棄物の収集運搬に特化したシステム・サービスが生み出されている。各社が開発・提供する配車システムの概要を以下にまとめた(表 2-7)。

表 2-7 収集運搬の最適化に向けた AI・IoT 導入事例（概要）

提供事業者	事例概要
エコスタッフジャパン (白井グループ)	AI が最適な廃棄物収集コースを算出する。大手流通・宅配業者など動脈物流で使用されているシステムを静脈物流向けに改良した AI を活用し、2013 年に白井グループが AI 配車システムを開発・構築。
大栄環境	AI・IoT を利用した収集運搬車の自動配車管理システムの開発中。2020 年度までに収集運搬ルートを最適化するアルゴリズムを開発し、2021 年度には自動配車システムの実証予定。
NTT 西日本 (京都環境保全公社、島津製作所)	超音波センサーで容器内の状況を堆積率として計測・可視化し、適切なルート計画と人員配置に活用。2017～2018 年度の島津製作所による実証以降、運用スキームの検討・構築や効果検証を実施。センサーは Enevo Japan のものを採用。
浜田	廃油タンクに貯まった廃油量がセンサーで測定・可視化され、収集運搬事業者が効率的な回収ルート構築に活用可能。2020 年 10 月から実証開始、商用化検討中。
ファンファーレ	廃棄物回収に特化した AI による配車計画の自動作成サービス「配車頭(ハイシャガシラ)」を 2020 年 9 月にリリース。廃棄物品目毎の最適なコンテナの積み込み、積み下ろし順を踏まえた最適な配車計画を作成。
光英システム	5 種類の配車・配送計画システムで、AI 学習機能を搭載し、トラックからの実走行データから配送計画を作成。配送計画システムと運行管理システムの連携が可能で、システムと連動する車載機器も開発。
Enevo Japan*	センサーでの容器内の堆積率データを可視化し、回収ルートを最適化。国内でも多数の導入事例(六本木ヒルズ、高速道路 SA・PA、長野/新潟の古紙回収など)。
グローブノーツ	AI(機械学習/深層学習)や量子コンピュータを活用した収集ルートの最適化。三菱地所とともに東京・丸の内エリアで 2019 年に実証、シミュレーションによる効果検証などを実施。

\* Enevo は 2010 年にフィンランドで設立された、廃棄物収集とリサイクルサービスを提供するセンサー技術のベンチャー企業。2015 年に日本法人 Enevo Japan 設立。

(出典) 各社公表資料より作成

収集運搬における活用状況(回収方法や配車のタイミングの把握、製品化の状況)、効果及び課題などを整理した(表 2-8、表 2-9)。ルート回収やスポット回収など、対応する回収方法はサービスそれぞれに異なり、製品化状況や対応規模も大小の幅が広い。現時点では、複数社への横展開が必要な廃棄物業界発のシステム・サービス事例は限定的であり、多くは自社内での活用や実証レベルに留まっている。一方で、熟練者でなければ配車計画は難しく、作業時間もかかるという現状から、労務・人材面で配車計画の自動作成のニーズは高い(詳細は 2.3 参照)。

表 2-8 収集運搬の最適化に向けた AI・IoT 導入事例(活用状況)

	対象となる 廃棄物回収方法	配車タイミングの 把握	製品化状況	規模
エコスタッフジャパン (白井グループ)	ルート回収 (事業系一般廃棄物中心)	排出事業者からの WEB による申し込み	サービスリリース済み(現状は計算代行サービス)	50~100 ヶ所/日の現場をパッカー車 10 台で回収(想定条件)
大栄環境	ルート回収+ピストン回収 (産業廃棄物中心)	排出事業者からの WEB による申し込み	システム開発中	4 トンコンテナ車 50~60 台で 200~300 ヶ所の現場を巡回回収(想定条件)
NTT 西日本 (京都環境保全公社、島津製作所)	ルート回収 (廃プラスチック等産業廃棄物)	超音波センサーによる堆積量把握による収集運搬事業者の判断	実証段階	5つの事業所を2台のパッカー車で収集運搬(実証規模)
浜田	スポット回収	レーザーによる廃油量の監視から、回収タイミングを判断	開発・実証段階	数カ所でセンサーからの通信状況を実証
ファンファーレ	—(ユニック車、コンテナ車にも対応)	—	サービスリリース済み(月額 10 万円から提供)	—
光英システム	—(産廃収運、一般貨物輸送)	—	動脈・静脈を含めて導入事例複数	—

	対象となる 廃棄物回収方法	配車タイミングの 把握	製品化状況	規模
			数	
Enevo Japan	—	超音波センサー による堆積量把 握を判断に活用	国内導入実績あ り、世界で 45,000 台以上の センサーが稼働	—
グローヴノーツ	ルート回収(オフ イスビルなどの事 業系廃棄物)	AIがごみ発生量 を予測し、判断 に活用	開発・実証段階	例:東京・丸の内 エリアでは 26 棟 のビル

(出典)各社公表資料、ヒアリング調査より作成

表 2-9 収集運搬の最適化に向けた AI・IoT 導入事例 (効果と課題)

	効果		課題の例
	CO2 削減(例)	その他	
エコスタッフジャパン (白井グループ)	走行距離削減(車両 台数 15%削減)	配車業務効率化(作 業時間短縮)、物流コ スト低減	ドライバー等が把握し ている各種回収条件 のデータ化
大栄環境	走行距離 5%削減(シ ミュレーション)	業務効率化(作業時 間短縮) コスト削減(車両維持 費や人件費等)など	計算に必要なデータ の効率的な収集・整 理)
NTT 西日本 (京都環境保全公 社、島津製作所)	走行距離 20%削減	業務効率化(作業時 間短縮、省人化) コスト削減(燃料代、 人件費)	自治体による合積み 単位の制約
浜田	—(車両台数の削減 により一定の効果)	業務効率化(収集事 業のコスト・作業時間 短縮)	サービスコスト、有価 物以外の産廃へのシ ステム適応
ファンファーレ	—(車両台数の削減 により一定の効果)	業務効率化(配車担 当・乗務員の作業時 間短縮)	—
光英システム	導入 1 年後に、回転 率 23% 向上、燃費 2% 向上	業務効率化(労務時 間・人員削減。例:導 入 1 年後に超過労働 30 分/人削減)	—

	効果		課題の例
	CO2 削減(例)	その他	
Enevo Japan	<ul style="list-style-type: none"> <li>・走行距離及び CO2 排出量は 20%以上削減(京都市・舞鶴市の実証)</li> <li>・回収ルート 31%削減、走行距離 57%削減(フィンランド Enevo 本社の実証)</li> </ul>	訪問箇所 75%削減、回収に要した時間 67%削減(フィンランド Enevo 本社の実証)	—
グローヴノーツ	総走行距離が 57%削減、それに伴い CO2 排出量も減少	省人化・作業時間短縮	—

(出典) 各社公表資料、ヒアリング調査より作成

### (3) 焼却施設の運用最適化

一般廃棄物の焼却炉では、焼却対象として施設に搬入される廃棄物の組成が比較的安定しており、AI・IoT の導入や自動運転技術の開発がプラントメーカー各社で進んでいる。また、プラントメーカー各社が DBO 方式<sup>1</sup>で一般廃棄物の焼却施設の建設・運営を自治体から一括受注するケースがあり、プラントメーカー(グループ会社や子会社含む)が保守・運營業務を担うため、自社のノウハウを活用し、AI・IoT 技術も組み合わせることで効率化を図っている。自治体の一般廃棄物向け焼却炉における DBO 方式の案件や長期委託において遠隔監視を導入するところから制御まで実施する流れが見られる。

プラントメーカー各社の公開情報ベースでは、自治体の一般廃棄物焼却炉において AI・IoT 技術が適用されている事例には例えば以下のようなものがある(表 2-10)。

一方で、産業廃棄物の焼却炉では、現時点では一般廃棄物向けの焼却炉と同様の自動運転技術の活用・導入事例はない。大手焼却炉メーカーへのヒアリングによると、産業廃棄物向け焼却炉への自動運転の商品化目処は早くも 2 年後とのことであった。産業廃棄物の焼却炉での AI・IoT による制御のハードルについては、後段でとりまとめる(2.3(3)②参照)。

表 2-10 一般廃棄物の焼却炉での AI・IoT 導入による自動運転の技術事例

事業者	分類	概要	導入実績
JFE エンジニアリング (J&T 環境)	維持管理、遠隔監視、クレーン自動運転、蒸気量制御、完全自動運転	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ごみ焼却炉の完全自動運転システム「BRA-ING(ブレイング)」を開発、2020年7月にサービス提供を開始。</li> <li>・ ごみ焼却炉内の撮影画像解析による燃焼状態判定、温度や排ガス濃度等の焼却炉運転データに基づいた<u>ごみ量及び炉に送る空気の量の調節をAIを用いて完全自動運転</u>。</li> <li>・ 技術導入のメリットとして、省人化や燃焼状態の安定化(有害な一酸化炭素の排出量が約 50%減少)、発電量の増加(ごみ 1 トン当たりの発電量が 4%増加)、薬剤使用量の低減が可能。</li> <li>・ 他にも、<u>遠隔監視(ハイパーリモート)</u>、<u>寿命予測技術(振動センサーによる軸受振動の常時計測等)</u>、<u>ごみクレーン自動運転技術</u>や運転操作レコメンド技術</li> </ul>	完全自動運転は新潟県新潟市新田清掃センターにて実証済(2018年10月～)。2021年3月までに自社が運営する6つの自治体焼却施設へ導入済、2021年度中にも4施設に導入予定。

<sup>1</sup> DBO (Design Build Operate) : 公共が資金調達を負担し、施設の設計・建設、運転・維持管理、運営を民間に委託する方式



事業者	分類	概要	導入実績
		による運転支援などを提供。	
タクマ	蒸気量・燃焼制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ レーザー式排ガス連続分析により、焼却時に生じる排ガス中の CO2 や H2O の発生量を検出。この結果から、約 4 分後の<u>ボイラ蒸気量の変動を予測し、ごみの供給量や燃焼空気量を事前に調整</u>することで、焼却により生じる熱量を一定にコントロールすることが可能。</li> <li>・ 技術導入のメリットとして、ボイラ蒸気量の安定、発電量の増加(発電効率が 1.5%向上)、所内消費電力と薬品使用量の減少等が。</li> </ul>	さいたま市のごみ処理 2 施設を統合時に本技術を導入予定(2020 年 3 月～2027 年 3 月に設計・建設)。施設の処理能力は 420 トン、発電量 10,640kW。2025～2040 年までの 15 年間運転予定。
三菱重工環境・化学エンジニアリング	遠隔監視、クレーン自動運転、蒸気量制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ごみ焼却施設にて取得したデータを見える化・分析ツール等を活用した<u>遠隔監視・運用システム(MAiDAS)</u>を構築。</li> <li>・ <u>ごみピット攪拌支援システム</u>では、ごみの攪拌状態を「攪拌回数」、「見掛比重」、「滞留時間」の3要素で定量的評価し、ごみを効率よく攪拌・均質化してごみ焼却炉に供給することが可能。</li> <li>・ <u>燃焼自動制御技術</u>では、赤外線センサで検知したボイラ蒸気流量データ、過去に蓄積したビッグデータ及び火炎画像データに基づく AI 予測により、3 分後の蒸気発生量を予測し、ごみ供給量の事前調整が可能。</li> </ul>	MAiDAS は横浜市など 2 施設で運用(実証段階)
日立造船	クレーン自動運転	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ <u>ピット内のごみの攪拌技術や 3 次元マップ技術を用いたごみクレーン自動運転システムの実証運転</u>を実施。</li> </ul>	実証運転(2017 年)
川崎重工	遠隔監視、蒸気量制御、維持管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ごみ処理施設から離れたサポートセンターにおいて、ベテラン技術者による運転状況の<u>遠隔監視および支援</u>を行うシステム(KEEPER)を開発。本システム活</li> </ul>	KEEPER は運用中(2019 年 9 月時点で 9 プラントに導入)

事業者	分類	概要	導入実績
		<p>用により、省人化や安定操業に貢献。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ITV を活用した遠隔監視に加えて、ITV 映像及びプロセスデータ及び <u>AI 技術を活用して運転操作の支援を行うシステム</u>や、<u>プラント点検作業のロボット化</u>も検討しており、プラント運営の完全自動化を目指す。</li> </ul>	
クボタ	蒸気量制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>ごみ焼却施設の燃焼時に発生する<u>蒸気量を事前に予測し、安定した発電を実現</u>。エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社の AI 解析ツールを活用。</li> </ul>	実証以外の導入事例なし
神戸製鋼	クレーン自動化	<ul style="list-style-type: none"> <li>ごみ焼却施設の運転省力化・自動化の方策として「<u>ごみクレーン全自動化</u>」を推進。</li> <li>要素技術の一つとして、ごみピット内に貯留しているごみ高さ情報を複数の測距センサを用いてリアルタイムかつ高精度に計測する技術を確立。クレーンバケットやごみ山の影など計測の死角領域には独自の補正処理を行い、ごみピット全面の安定した計測が可能。</li> <li>運転員の熟練度合によるごみ攪拌操作の格差がなくなり、安定操業が図れる他、省人化によるライフサイクルコスト低減が図れる。</li> </ul>	実証運転(2020年)
荏原環境プラント	クレーン自動化	<ul style="list-style-type: none"> <li>カメラで捉えたピット内の<u>ごみの攪拌状況</u>などを AI で識別し、高度制御装置でピット内の<u>クレーン操作判断</u>を行う。</li> <li>従来の自動クレーンでは困難であった燃焼に適したごみを識別した上で炉に投入することや、特殊ごみ(大量に炉に投入すると機器や燃焼に悪影響の出るごみ)を識別し適切に対処することが可能。</li> </ul>	実証成功、運用開始(2019年)

(出典) 各社公表資料より作成

#### (4) 選別・リサイクルの高度化

廃棄物の機械選別は、磁力選別、ふるい選別、比重選別、光学選別等がある。

- ・ 磁力選別: 廃棄物の磁性の差を利用し、磁力により鉄分を選別する。磁気ドラム式や磁気ベルト式など。
- ・ ふるい選別: 廃棄物のサイズ(粒度)の差を利用し、一定の網目を持ったふるいを機械的に振動もしくは回転させて選別する。ふるい面の動き方、形状によって様々なものがある。
- ・ 比重選別: 破碎などによって単体分離したり、ふるい選別によって一定サイズに揃えた上で、廃棄物の比重差によって選別。風力を利用した乾式風力選別、回転ドラムを利用した機械式選別、水力を使用した湿式水力選別の3つに大別される。
- ・ 光学選別: センサーで材料を感知したら光を照射、波長をカメラで解析し、エアで材料を選別・押し出して選別。

中間処理事業者において、廃棄物の機械選別に AI や画像認識、ロボットを組み合わせた廃棄物の自動選別機の導入が始まっている。現状でも、画像認識や AI の技術としては十分実用レベルだが、導入にかかる初期費用の壁もあり、現場では導入が進んでいない。国内では、特にニーズが高い、容器包装リサイクルプラント、金属スクラップや建設廃棄物の選別における導入事例がある。容器包装、金属スクラップ、混合廃棄物の選別ラインのうち、導入箇所の例を以下に示す(図 2-4～図 2-6)。磁力選別などの機械選別や手選別と、自動選別を組み合わせることで、選別工程の省力化を狙うものが主である。

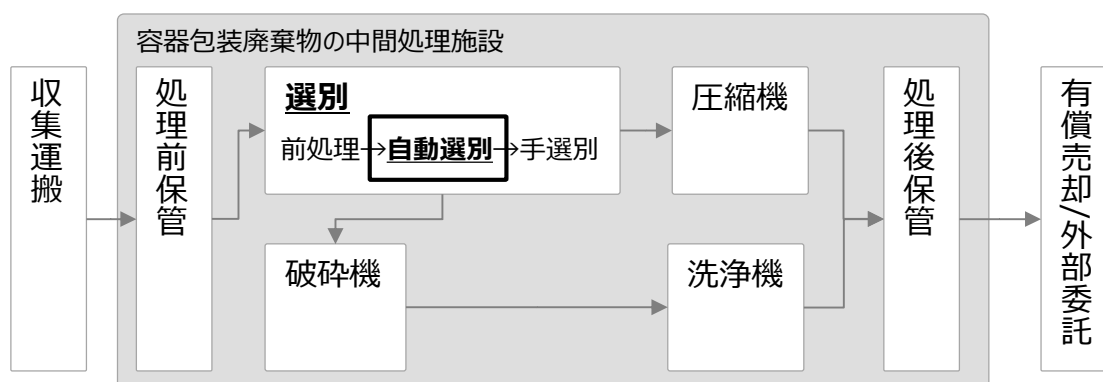


図 2-4 自動選別機の導入箇所 (容器包装選別プラントのイメージ)

(出典)ヒアリング調査より作成

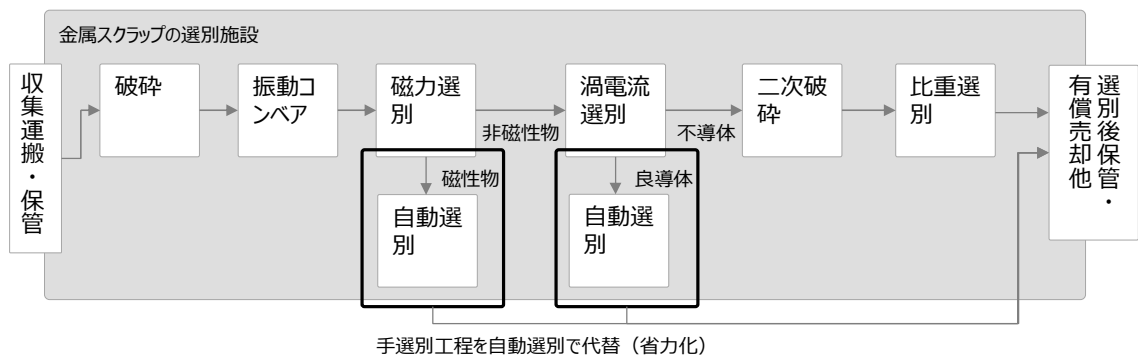


図 2-5 自動選別機の導入箇所（金属スクラップ選別プラントのイメージ）

（出典）ヒアリング調査より作成

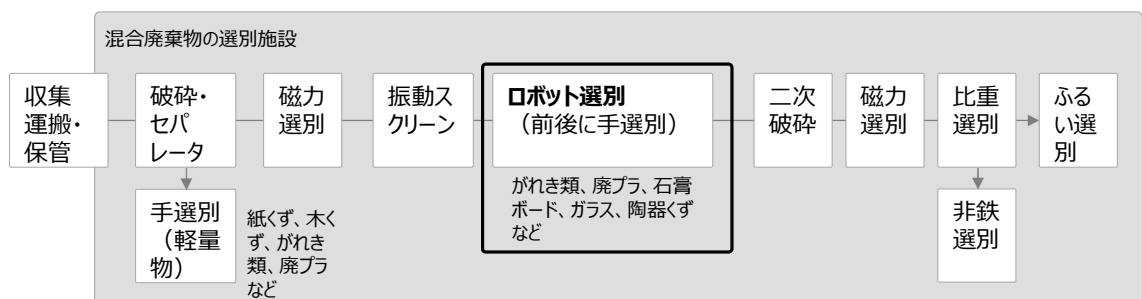


図 2-6 自動選別機の導入箇所（混合廃棄物選別プラントのイメージ）

注）建設混合廃棄物の選別ラインでの重量物の二次選別などが対象となる

（出典）シタラ興産・サナース資料より作成

・シタラ興産 HP <https://www.shitara-kousan-group.co.jp/shitarakousan/business/factory.html>

・サナース・シタラ興産記事(INDUST 2018 年 5 月号 No.367)

<https://www.zensanpairen.or.jp/books/indust/375/>

自動選別の各事例について、活用状況（対象廃棄物、認識・選別方法、製品化の状況）、効果及び課題などを整理した（表 2-11、表 2-12）。対象とする廃棄物は容器包装、金属スクラップや建設廃棄物など様々であるが、カメラ（可視光、近赤外線など）やレーザーなどで色や形、大きさ、素材などを識別し、大きさや重さに応じてロボットアーム（吸引式、グリップ式、磁着式）やエアースプレーによって選別される。直近 5 年ほどの間に海外メーカーだけではなく、国内メーカーの自動選別機が実証・製品化段階に来たところである。

表 2-11 選別・リサイクルの高度化に向けた AI・IoT 導入事例（自動選別：活用状況）

	対象廃棄物	認識方法・選別方法	製品化状況・導入実績	規模(例)
ウエノテックス・石坂グループ 「URANOS」	ペットボトル、ビン・缶等(容器包装)	カメラ(可視光画像、近赤外線)＋画像認識によるAIの活用、吸引式グリッパーによる選別	日本国内2台導入済み(2016年から開発、2020年稼働)	例:PETボトル約4,000～5,000トン/年
リョーシン (米AMPロボティクス) 「AIBenkei」 および 「AIMusashi」	都市ごみ(廃プラ)、建設廃棄物	カメラ(可視光画像)で識別、吸引式グリッパー(軽量物)、ロボットアーム(重量物)で選別	日本国内の2社8アーム導入済み(米国で開発、世界では91アーム納入)	例:建廃10～30トン/時間、飲料容器選別5トン/時間
近畿工業 「V-PICKER」	金属スクラップ、鉄がらみ銅など	カメラ(可視光:色、形状、大きさ)＋AIでピックアップ位置を判断、2種類のロボット(吸引と磁着)で選別	製品化(2020年7月販売開始、数社の実証でデータ収集・改良中)	—
ゼンロボティクス 「ゼンロボ」	建設混合廃棄物(ガラス、がれき、コンクリートガラ、木くず、金属くずなど、重量物含む) *手選別、磁力選別、ふるい選別等との組み合わせ	可視光カメラ、近赤外線カメラ、金属センサー、3Dレーザースキャナー＋AIで材料やピックアップポイントを特定、ロボットアーム(グリッパー)で選別	日本国内導入事例あり(フィンランドで開発、2016年に国内第1号機導入、2018年5月時点で国内に2社4台)	最大20t/h程度(対象物が1つ5kg程度の場合)
トムラソーティング	金属スクラップ、廃棄自動車シュレッダー、一廃(プラ、紙、金属類)、包装など	色選別、近赤外線NIR、X線透過XRF、電磁センサーEM、視覚的スペクトロメトリVIS、X線蛍光技術XRなどのセンサーで識別、エアースプレーによる選別	製品化(廃棄物以外も含めると、80カ国に計10,500台以上納入。テストセンターの世界に10箇所以上)	—

	対象廃棄物	認識方法・選別方法	製品化状況・導入実績	規模(例)
大原鉄工所 「MAX-AI」	PET ボトル、プラスチック、ミックス古紙など(軽量物)	多層ニューラルネットワークとビジョンシステムを用いた認知・識別(最大6種類を選別)、ロボット(エアールによる吸引)による選別	製品化(2016年米国で開発、2017年から稼働実績あり)	事業系・家庭系ごみの混合廃棄物のリサイクルプラント(50t/h)に納入実績(米国)
エヌ・クラフト 「N.robot」	廃プラ、木くず	画像認識装置+ハンド式のロボットアーム(2台)	製品化・導入事例あり(2020年4月から国内1号機稼働)	—(導入先では、処理量1.5倍増を目指す)

(出典) 各社公表資料、ヒアリング調査より作成

表 2-12 選別・リサイクルの高度化に向けた AI・IoT 導入事例（自動選別：効果と課題）

	効果		課題の例
	選別精度・速度	その他効果	
ウエノテックス・石坂グループ 「URANOS」	選別精度 95% 選別速度向上（選別速度は 60 個/分）	人件費の削減、非接触	形状や素材がバラバラな廃棄物への対応（前処理の技術、アームの形状）、データ学習の負荷
リョーシン （米 AMP ロボティクス） 「AIBenkei」および「AIMusashi」	選別精度 95% 選別速度向上（選別速度は最大で、重量物は 20 個/分、軽量物は 80 個/分）	人件費の削減、非接触	ロボットアームの改良、データ学習の負荷（コスト）
近畿工業 「V-PICKER」	連続運転による処理量増加（従来難しかった非鉄金属の自動選別が可能）	労働負荷削減（手選別が必要な工程の省力化）、労働災害リスク低減	学習データの蓄積、廃棄物量が多い際の選別精度向上
ゼンロボティクス 「ゼンロボ」	選別速度向上（最大 2,000 回/時間、ロボットアーム 2 組では 4,000 回/時間）	—	—
トムラソーティング	選別精度、速度（処理量）向上	省人化、サービスコスト低減にも貢献	—
大原鉄工所 「MAX-AI」	選別速度向上（500g 程度の軽量物で最大 65 個/分）	—	—
エヌ・クラブト 「N.robot」	処理能力向上（選別速度は 35 回/分） *手選別、風力選別、磁力選別などとの組合せ	—	—

（出典）各社公表資料、ヒアリング調査より作成

また、選別・リサイクルの工程では、破碎機など選別機以外の設備も稼働している。特に、破碎機の予防保全や破碎後の火災の防止・監視に関して、AI・IoT の活用事例がある。導入開始から長く、実績も豊富なメーカー起点の破碎機の遠隔監視・予防保全の他、AIを組み合わせた火災防止対策となる検知・アラートシステムなど、近年サービス化された事例もある。

表 2-13 選別・リサイクルの高度化に向けた AI・IoT 導入事例（監視・故障予知：活用状況）

事例	目的・効果	監視対象	認識方法、選別方法
イーアイアイ、大栄環境グループ 「SparkEye AI 火花検知システム」	リチウムイオン電池の発火事故の防止（火花検知により、煙探知よりも早期に検知可能）、省人化（24 時間の連続監視が可能）	破碎機の中、選別機やごみピット、コンベア、ヤードに設置可能	AI による画像認識で火花や煙の検出、サーモセンサーによって熱を検出
近畿工業 「遠隔監視システム KTS による破碎機予防保全」	破碎機の予防保全（安定操業・ダウンタイム短縮、アフターサービスの負荷軽減）	破碎機（主に油圧式大型二軸破碎機）	運転時間や逆転回数、センサーで読み取った圧力変動、温度などのデータ送信、エラーを検知

（出典）各社公表資料、ヒアリング調査より作成

表 2-14 選別・リサイクルの高度化に向けた AI・IoT 導入事例（監視・故障予知：実績と課題）

事例	製品化状況・導入実績	課題の例
イーアイアイ、大栄環境グループ 「SparkEye AI 火花検知システム」	2020 年末より商品化・販売中。容器包装選別ラインでの実装事例あり	量産化によるコスト低減、設置先の工場におけるインターネット環境の整備（データ送信用）
近畿工業 「遠隔監視システム KTS による破碎機予防保全」	2011 年導入開始、国内で 100 台程度	システム立ち上げ期に採用した 3G 回線からの転換、5G 回線を見据えて取得データ量の増加などを検討

（出典）各社公表資料、ヒアリング調査より作成



## 2.3 今後の導入可能性

本節では、ヒアリング調査結果を踏まえ、産業廃棄物業界で AI・IoT 技術の導入を図ろうとする際のニーズ、導入可能性及び AI・IoT の導入・開発に関する課題について 3 セクター別に取りまとめた。

### (1) 導入に関するニーズ

産業廃棄物業界において AI・IoT 技術の導入を図ろうとする際の最大の課題・対応ニーズは、労働者不足・省人化である。また、将来訪れる高齢化への対応(技術継承・省人化対策)や労働安全(火災防止含む)も大きなニーズがある。

ヒアリング調査やヒアリング調査から得られた関連資料を踏まえて、3 セクターにおけるニーズをさらに細かく分類する。こうした整理を行うことによって、今後、経営課題として取り組むべきとされるデジタルトランスフォーメーション(DX)を進める際の参考にする 것도 目的とする。

#### ① 収集運搬の最適化に関するニーズ

産業廃棄物処理業の収集運搬業に関する許可件数は、2018 年 4 月 1 日現在で、195,683 件である。こうした業者に関して、「労務・人材面」、「業務効率化・高度化面」、「営業面」、「重点的経営課題」という 4 つの観点で導入ニーズを整理した。

表 2-15 産業廃棄物処理業の収集運搬業に関する許可件数

項目	許可件数
許可件数	195,683(2018 年 4 月 1 日現在)

(出典)環境省(2020 年 6 月 2 日)産業廃棄物処理施設の設置、産業廃棄物処理業の許可等に関する状況(平成 29 年度実績)より作成

表 2-16 ニーズの分類(収集運搬の最適化)

ニーズの分類	具体的なニーズ
労務・人材面	配車計画の作成に係る時間の削減、特定人材への業務集中の回避
業務効率化・高度化面	配車計画の見直し
営業面	新規顧客への配車効率化、排出事業者・メーカーへのデータの還元
重点的経営課題	収集運搬業務に関する経営計画の見直し

#### ➤ 労務・人材面

配車計画の作成に係る時間の短縮や、熟練者に限られる配車計画作成業務が非熟練者でできるようにするなどの労務課題の解決に関するニーズである。熟練者に代わる人材の確保が切迫している場合は人材課題となる。

➤ 業務効率化・高度化面

収集運搬業務の効率化に対するニーズで、収集運搬時間の削減、車両・ドライバーの活用の効率化、エネルギー消費量・費用の削減などで、まとめれば本来業務の生産性向上に該当する。

➤ 営業面

業務効率化によって、車両・ドライバーに余裕ができ、これまで断っていた業務を受ける体制を整えることができる。「業務効率化」の課題解決を別に視点から見たものである。

また、IoT センサーを活用した収集ルート最適化の事例では、IoT によるコスト削減という効果だけではなく、これまで焼却処理が行われていた廃プラスチックがリサイクルに回ることによって、排出事業者が支払う処理料金が低下した例もあった。収集運搬業務の体制を見直すことで、顧客満足度の向上という営業面での効果につながる。

➤ 重点的経営課題

上記のような単一側面から見た課題として捉えるのではなく、経営者のコミットメントが強まった段階、すなわち重点的な経営課題まで格上げされると本格的な取組が行われる。この中には、会社としてのブランドイメージ向上なども含まれる。さらに、単一の対策ではなく総合的な対策パッケージが求められる。そのため、対策の種類が多く、最適な方策を検討するのに時間を要する場合もある。

ヒアリング調査によれば、収集運搬ルート最適化に関する相談は、現行の業務体制の見直しのための経営課題解決の一般として、受けるものが増えているとのことであった。

また、ヒアリングを行った白井グループの DX の取組として以下のような資料がある。AI 配車システムによる収集運搬効率化・配車計画作成時間の短縮等だけではなく、機密情報トレースシステム、GPS ロガー、車載情報システムなども組み合わせて、総合的な収集運搬業務の高度化を進めようとしている。

さらに、新型コロナウイルス感染症を受けて重点的な経営課題になっている非接触対策というニーズ(2.3(1)④で後述)のほか、産業廃棄物処理分野での脱炭素・カーボンニュートラル対策というニーズが高まってくると業務効率化・高度化によるエネルギー消費削減が重点経営課題としてより注目されるようになる可能性がある。

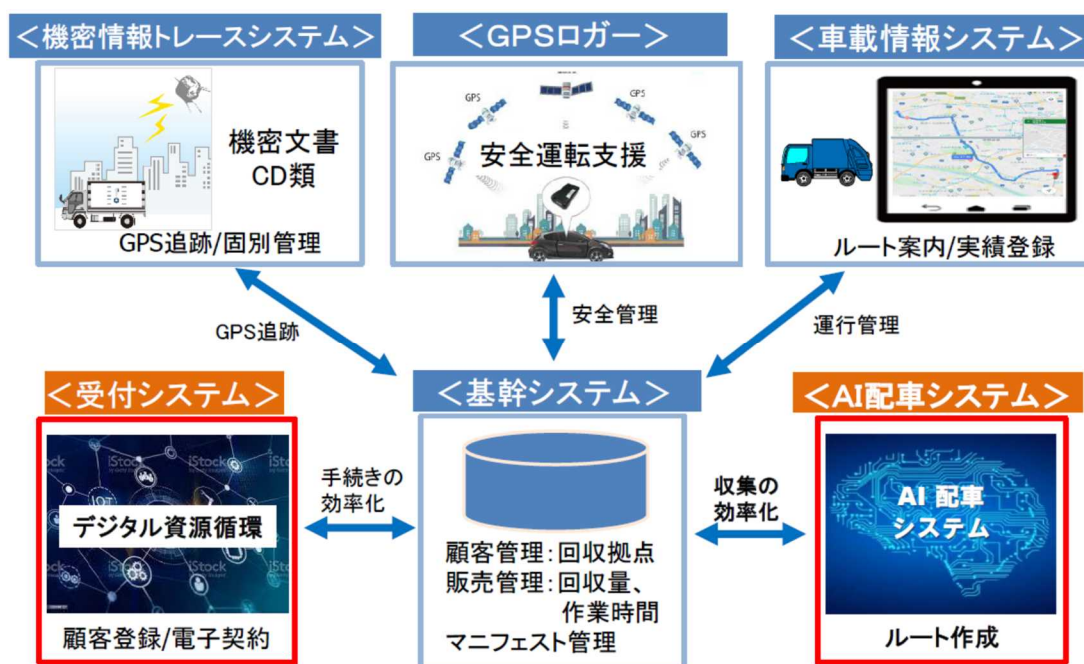


図 2-7 収集運搬会社の DX の考え方の例

(出典) 白井グループヒアリング資料

## ② 焼却施設の運用最適化に関するニーズ

産業廃棄物焼却施設は、設置数で約 2,913 件(2018 年 4 月 1 日現在)、新規許可件数で年平均 11 件である。

こうした施設に関して、「労務・人材面」、「業務効率化・高度化面」、「営業面」、「重点的経営課題」という 4 つの観点で導入ニーズを整理した。

表 2-17 産業廃棄物焼却施設の設置数と新規許可件数

ストック／フロー	許可数
設置数(ストック)	2,913(2018 年 4 月 1 日現在)
新規許可件数(フロー)	約 11 件／年(2013～2017 年度の平均)

(出典) 環境省(2020 年 6 月 2 日)産業廃棄物処理施設の設置、産業廃棄物処理業の許可等に関する状況(平成 29 年度実績)より作成

表 2-18 ニーズの分類(焼却施設の運用最適化)

ニーズの分類	具体的なニーズ
労務・人材面	運転員のシフト問題
業務効率化・高度化面	焼却炉運転の高度化
営業面	廃棄物の受入れ拡大
重点的経営課題	施設の建て替え

➤ 労務・人材面

焼却炉の自動運転が行われた場合、焼却炉運転の作業計画作成やピット攪拌時間の短縮という課題の解決にもつながる可能性があるが、ニーズが大きいのは、熟練労働者の労務管理や技能伝承の課題解決である。

ただし、既に 2.2(3)で触れたように、一般廃棄物焼却炉の場合、DBO 契約のようなコスト削減のインセンティブがある業務形態となっているのに対して、運転ノウハウとその人材が中核的な経営資源と考えられている産業廃棄物焼却炉の場合、プラントメーカーが EPC<sup>2</sup>で引き渡しを行った後、そうしたノウハウを活用して利益を出す運転を行うため、省人化を図る方向に進みづらい。

➤ 業務効率化・高度化面

ごみピットの攪拌、排ガス管理、焼却炉設備の保全など、焼却炉の運転管理の効率化に関するニーズと、蒸気量の予測などを踏まえた焼却炉への投入管理によって燃料効率向上を目指すという高度化に関するニーズである。

前者に関しては、焼却炉そのものの完全自動運転化を行うのではなく、部分的な自動化を行う場合もある。中国経済産業局の調査によれば、AI ではなく従来の画像処理技術を使ってクレーンの自動化を行う取組がある。

表 2-19 焼却炉運転に関する部分的自動化を行う企業の例

<p>&lt;三光株式会社&gt;</p> <p>同社が現在開発に取り組んでいるのは、「高い山となっている箇所から優先的に炉に自動投入する」というロジックでクレーンを自動化することです。ピット内の山の高さを判断する技術は、AI ではなくて、従来の画像処理技術を使っています。</p> <p>AI を使ってごみ種類を分ければ、より効率よく燃焼させるということも可能になりますがコストも上がります。同社が優先させているのは燃焼効率の向上ではなく、ピット内を平らにすることでの自動化で、それならば、AI を導入しなくても十分実現可能と考えています。これによって、結果的にシステムの低コスト化につながっています。</p>
--

(出典) 中国経済産業局(2020年3月)令和元年度中国地域における AI・IoT 活用可能性調査報告書

➤ 営業面

収集運搬の最適化と同様、業務効率化が進めば、同じ焼却炉で廃棄物の受入れ量や発電量が増えることにつながる。さらに、現在、焼却炉運転の省人化・自動化・高度化という観点から AI 等の活用が検討されている。産業廃棄物向け焼却炉メーカーへのヒアリングによれば、AI 等の活用の前提となる廃棄物の質や量のデータを分析することで、塩素分が多い廃棄物処理のための薬剤費

<sup>2</sup> EPC(Engineering Procurement Construction): 施設・設備の設計・建設

の増加や、灰分が多い廃棄物の埋立費用の増加という根拠を示し、適正な処理料金を交渉できるという営業面のニーズがあると考えられる。

➤ 重点的経営課題

焼却炉の自動運転となると施設の建替え・新設が必要となる可能性が高く、大規模な設備投資を要するため、財務面、さらには事業構成にも影響を与える。そのため、必然的に重点的な経営課題になる場合が多いと考えられる。

また、新型コロナウイルス感染症を受けて重要性を増した非接触対策というニーズ(2.3(1)④で後述)に加えて、燃焼効率の向上によって発電量が増加するため、産業廃棄物処理分野での脱炭素・カーボンニュートラル対策というニーズが高まってくると、重点経営課題としてより注目されるようになる可能性がある。

③ 選別・リサイクルの高度化に関するニーズ

自動選別機の導入対象となる廃棄物種は今後、広がると考えられるものの、2.2(4)で紹介した導入・開発事例を見ると、都市ごみのほか、廃プラスチック、建設廃棄物、金属スクラップが多い。「さんばいくん」を用いて、「廃プラスチック」、「ガラスくず、コンクリートくず、陶磁器くず」、「金属くず」の中間処理の許可を取得する業者数を確認すると、いずれも 2,400～2,500 件であった。

表 2-20 「さんばいくん」における廃棄物種類別許可業者数（中間処理（特管除く））

品目	許可業者数
廃プラスチック	2,472 件
ガラスくず、コンクリートくず、陶磁器くず	2,451 件
金属くず	2,446 件

(出典) 産業廃棄物処理事業振興財団「さんばいくん」より作成(2021年3月18日アクセス)

こうした業者に関して、「労務・人材面」、「業務効率化・高度化面」、「営業面」、「重点的経営課題」という4つの観点で導入ニーズを整理した。

表 2-21 ニーズの分類（選別・リサイクルの高度化）

ニーズの分類	具体的なニーズ
労務・人材面	手選別工程における人員の削減、設備の高度なメンテナンスを行う人材確保・配置が困難な企業でのメンテナンス情報の収集
業務効率化・高度化面	選別精度、選別速度の向上、火災の早期検知と予防、ダウンタイムの短縮や日報作成の負担軽減(破碎機)
営業面	選別精度の向上による再資源化物の価値向上、排出事業者への廃棄物に関するデータの還元

ニーズの分類	具体的なニーズ
重点的経営課題	選別ラインの新設による事業・収益の拡大、大規模火災による事業停止の予防

#### ➤ 労務・人材面

特に、手選別工程では人手がかかるため、人件費の削減という業務効率化だけではなく、人材確保や労働安全管理の観点からのニーズがあると考えられる。さらに、2.3(1)④で後述するように非接触対策にもつながる。

ただし、完全自動化を図るというよりは、手選別の工程を組み合わせた、機械・AI と人との共存というニーズが現実的であるという示唆が、導入事例や AI 等に関する有識者のヒアリングから得られた。

また、IoTを用いた破砕機予防保全システムは、高度なメンテナンスを行う人材確保・配置が困難な中小企業向けにもニーズがあると考えられる。

#### ➤ 業務効率化・高度化面

選別精度、選別速度の向上のほか、人件費の削減につながることも期待されるため、中間処理業者からのニーズは大きいと考えられる。

また、リチウムイオン電池等を原因とする発火検知・消火システムは、昨今の発火事故件数の増加に伴い、設備管理の高度化面でのニーズとして、今後さらに増えると考えられる。

さらに、IoTを用いた破砕機予防保全システムは、ダウンタイムの短縮、日報作成の負担軽減という業務効率化面でのニーズがある。

#### ➤ 営業面

選別精度、選別速度の向上のような業務効率化が実現すれば、廃棄物の受入れ量が増加するほか、再資源化物の価値向上にもつながる。さらに、選別時に得られる画像データを排出事業者に戻元するというニーズもある。

ヒアリング調査を行った企業では、廃棄された飲料容器の飲み残し等のデータを取得し、メーカーにそのデータを還元したいという動機で、選別機の開発・導入の検討が行われた。

#### ➤ 重点的経営課題

焼却炉に比べると新規設備の投資額は小さいものの、自動選別機の導入は事業・収益の拡大につながるため重要な経営判断となる。また、省人化されたとしても、既存の選別ラインにフィッティングさせるためには、ユーザ側にも一定の専門性を有する技術者が必要であることが多く、人材確保という点でも重点的な経営課題となる。

リチウムイオン電池等を原因とする発火検知・消火システムは、特に、大規模な火災につながりやすい廃プラスチックの処理業者などで重点的な経営課題になる場合も少なくないと考えられる。

#### ④ 新しいニーズ：非接触対策

新型コロナウイルス感染症を受け、「非接触」という観点の重要性が増している。廃棄物処理業者の業務は2.1(1)で整理したとおり、「事務」と「現場」に分けられ、非接触対策としては、「人・人の非接触対策」、「設備操作・現場立会いの回避に関する非接触対策(出勤抑制などによる人・人の接触回避及び現場に出ることによる人・廃棄物の接触回避)」、「人・廃棄物の非接触対策」に大別できる。分類別の非接触対策と、該当する技術を整理した(図 2-8)。

産業廃棄物業界においては、「人・人の非接触対策」につながるような事務・精算の非接触化事例(電子契約など)がある。一方で、「人・廃棄物非接触対策」では、収集運搬時の接触回避と処理工程での接触回避がある。

収集運搬については「環境省が、家庭から集積所に出されたゴミ袋を作業員が触らず、機械を使って収集する仕組みの開発に乗り出す方針」という報道(2020年8月)<sup>3</sup>があったものの、現段階では国内のパッカー車メーカー等、国内メーカーの具体的な事例はない。

処理工程のうち、廃棄物の選別工程において手選別を代替できる自動選別機は、作業に従事する人手を削減することができるため、重要な「人・廃棄物の非接触対策」の一つであり、国内にも導入事例がある。

	非接触対策	該当技術	(参考) 産廃振興財団資料での分類
契約事務 人・人の非接触対策	紙情報のデジタル化による事務所出勤の回避	トレーサビリティシステム 電子契約等 RPA等	トレーサビリティシステム/受注・契約の効率化
現場事務 人・人の非接触対策	情報入力のデジタル化等による工場・現場事務所の滞在時間の減少	タブレット端末等の活用 (作業効率の向上)	運行管理・回収経路、配車計画の最適化/車両の燃費把握改善/故障予知によるメンテ効率化
設備操作・現場立会いの回避に関する非接触対策	カメラ、センサー等の活用による現場状況の把握	遠隔監視 AR/VR ドローン	排出拠点の廃棄物量の遠隔把握/搬出入重量・容量の計測管理・透明化等/稼働状況把握/運転維持管理効率化・省力化/遠隔監視・制御/設備点検
収集運搬・処理 廃棄物非接触対策	廃棄物の接触回避(収集運搬・処理)	回収容器自動積み込み 自動選別機の導入(手選別の代替) 自動運転(将来)	非接触ゴミ収集/自動運転、自動選別

図 2-8 非接触対策に対応する技術の例

(出典) 各種資料、ヒアリング調査より作成

<sup>3</sup> 報道の例: 静岡新聞(2020/8/13)「触らないゴミ収集」開発へ 作業員のコロナ感染防止、環境省(2021/3/3 閲覧) <https://www.at-s.com/news/article/topics/national/797500.html>  
環境省令和3年度予算要求資料(デジタル技術の活用等による脱炭素型資源循環システム創生実証事業)  
[http://www.env.go.jp/guide/budget/r03/r03juten-sesakushu/041\\_r0312.pdf](http://www.env.go.jp/guide/budget/r03/r03juten-sesakushu/041_r0312.pdf)

## (2) 導入可能性

ヒアリング調査を踏まえて、各セクターでの AI・IoT の導入可能性について整理した。なお、焼却施設の運用最適化については、現在のところ導入事例がないため、課題において整理する(2.3(3)で後述)。

表 2-22 導入可能性と導入ニーズ

	導入対象候補	導入ニーズ
収集運搬の最適化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 配車にかかる熟練者の人材確保に危機感を抱く企業</li> <li>・ 収集運搬に係るコスト削減効果が生まれる一定規模の収集運搬車両台数を有する企業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 配車計画作成の省力化・人材確保</li> <li>・ 車両台数の削減</li> <li>・ 収集運搬業務の分析</li> </ul>
選別・リサイクルの高度化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 以下の廃棄物を選別する企業               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ペットボトル、ビン・缶等</li> <li>➤ 都市ごみ(廃プラ)、建設廃棄物</li> <li>➤ 雑品スクラップ破砕物(銅がらみ鉄、ミックスメタル)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 選別工程の省人化</li> <li>・ 廃棄物データの活用・排出事業者への還元</li> <li>・ 非接触対策</li> </ul>

### ① 収集運搬の最適化

白井グループの AI 配車システムを例にすると、収集運搬業務への導入可能性はニーズによって異なると考えられる。

労務・人材面でのニーズが高い場合、なかでも、配車にかかる熟練者の人材確保に危機感を抱く企業の場合、熟練者でない従業員でも配車を可能とすることが目的であるため、ある程度の車両台数を有する企業であれば、導入可能性がある。また、人材確保に危機感を抱くのは、事業規模が小さな企業の方が多い。事業規模が小さな企業でも、最適化の計算を行うための収集運搬条件のデータが用意できれば、導入可能性があると考えられる。

一方、業務効率化面、営業面のニーズが高い場合、配車計画作成時間の削減よりも、収集運搬に係るコストの削減が目的となる。そのため、一定規模の収集運搬車両台数の方が効果が生まれやすい。例えば、白井グループの場合の導入効果は以下のとおりである。ただし、最低導入規模は明確になっていない。

表 2-23 白井グループにおける業務効率化効果の例

収集運搬関連の売上高	6.5 億円
削減効果(10%)	6,500 万円
保有車両台数 (白井エコセンターの場合)	プレス車、平ボディ車、ウイング車等計 33 台

(出典) 白井グループ資料、ヒアリング調査、産業廃棄物処理事業振興財団「優良さんぱいナビ」をもとに作成



## ② 選別・リサイクルの高度化

ヒアリング調査等を踏まえると、画像認識技術をもとにした自動選別機を適用できる廃棄物と選別方法は以下のとおりである。なお、ヒアリング調査において開示された情報に限られている。

画像認識技術を用いた選別機の場合、人が目視で識別した廃棄物を、手で選別する工程を代替するものである。こうした条件に適合する、比較的画像(可視光以外も含む)によって認識しやすい廃棄物の選別工程であることが導入の必要条件となる。

表 2-24 AI を活用した自動選別機の対象廃棄物と認識・選別方法

システム開発者	対象廃棄物	認識方法、選別方法
ウエノテックス (石坂グループ)	ペットボトル、ビン・缶等 (自然石、レンガ、瓦)	カメラ(可視光画像、近赤外線) 吸引式グリッパー＋画像認識によるAIの活用
リョーシン (米 AMP ロボティクス)	都市ごみ(廃プラ)、建設廃棄物	カメラ(可視光画像) 吸引式グリッパー(軽量物)、ロボットアーム(重量物)
近畿工業	非鉄金属(ミックスメタル、銅がらみ鉄)	カメラ(可視光画像) 吸着式(ミックスメタル)、磁着式(銅がらみ鉄)

(出典)ヒアリング調査より作成

なお、選別機でAIによる画像認識技術を用いる場合、必ずしも膨大な学習データ数が必要ではなく、教師データの質が重要である。有識者へのヒアリングによれば、AIを動かすことができる画像データの枚数として、写真を撮る角度などを調整すれば200枚程度であったという事例もある。廃棄物の種類や要求する品質によって必要とされる画像枚数は異なるものの、ノウハウを有する企業等が導入を検討することでデータ収集の障壁を下げることができる。

現在のところ、自動選別機の導入には1億円程度のコストがかかるため、労務・人材面のニーズのみで導入に至るとは考えづらい。そのため、業務効率化面、営業面でのニーズに基づいて導入されると考えられる。

業務効率化面、営業面の効果を生み出す最低事業規模は明らかになっていないものの、導入・検証を行う産業廃棄物処理業者の現在の処理能力を参考としてまとめた(表 2-25)。今後、導入・検証事例が増えてくことで、導入に適した企業の事業規模や廃棄物等の選別・リサイクルラインや対象廃棄物がより具体化されると考えられる。

表 2-25 自動選別機を導入・検証する企業の処理能力（例）

対象物	現在の処理能力
PET・びん・缶	ペットボトル等選別工場 4 トン/日 (選別ロボット) 年間 4,000～5,000 トン処理可能
雑品スクラップ破砕物 ミックスメタル、銅がらみ鉄	破砕・選別 1,350 トン/月 選別 2 トン/月

(出典) 対象物:ヒアリング調査、現在の処理能力:産業廃棄物処理事業振興財団「優良さんばいナビ」より作成

また、IoT を用いた破砕機の予防保全システムは 2011 年から遠隔監視システムへの導入を開始し、一般廃棄物処理施設も含めて 100 台近くの油圧駆動の大型二軸破砕機へ導入が進んでいる。導入先では、油圧駆動大型二軸破砕機のダウンタイムの短縮(安定操業)が求められていながら、機構が複雑なため専門的なメンテナンス要員を確保できていなかった。この予防保全システムはそうしたニーズに応えるものであった。

このように省人化というよりむしろ、高度な設備管理を支援する IoT システムの導入は、中小企業向けに参考になると考えられる。

### (3) 導入・開発に関する課題

ヒアリング調査を踏まえて、3 セクターでの AI・IoT の導入・開発に関する課題について整理した。

表 2-26 3 セクターにおける AI・IoT 導入・開発に関する課題

セクター	導入・開発に関する課題
収集運搬の最適化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ドライバーが属人的に抱える情報のデータ化(受付時間や許可車両など廃棄物回収場所特有の情報)</li> <li>・ 同業他社が開発したシステムを利用することに対する抵抗感</li> </ul>
焼却施設の運用最適化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 産業廃棄物の特徴による AI 適用の難しさ(ごみ質や荷姿等のばらつきの大きさ)</li> <li>・ プラントメーカーの開発インセンティブの低さ</li> </ul>
選別・リサイクルの高度化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 取得データの活用の制約</li> <li>・ 運用人材の不足</li> </ul>
共通	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ AI・IoT に関する製品・サービス情報の未整備</li> <li>・ 多様な製品・サービスの導入プロセスに関する情報の未整備</li> <li>・ 中小企業に合った情報提供の未整備</li> </ul>

## ① 収集運搬の最適化

- ・ ドライバーが属人的に抱える情報のデータ化

AI 等を活用する場合には、そのためのデータを用意する必要がある。収集運搬の最適化のように排出事業者の排出条件に関する情報を用意するためには、人手を要する(工数がかかる)ことが課題となっている。

なお、分析に必要なデータ項目数は、動脈物流に比べて静脈物流の方が多いという指摘が有識者や企業ヒアリングから得られ、動脈物流側のルート最適化・自動配車計画作成システムの利用を断念し、自社でのシステム開発を行う企業が見られた。

表 2-27 収集運搬の分析に必要なデータの例

白井グループの事例		グルーヴノーツの場合
1.収集先の情報	3.車両の情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>・過去3年間のビル26棟別の入居者数・在勤者数、飲食や物販といったテナントタイプとその割合</li> <li>・可燃ごみや不燃ごみ、ビン・缶、ペットボトル、生ごみ、古紙など14種類の廃棄物に関して、過去3年間のビル26棟別の発生量</li> <li>・廃棄物処理事業者が保有する廃棄物14種類別の運搬車両の仕様(架装形式、サイズ、車両重量、積載可能量など)</li> <li>・廃棄物処理事業者・ビル26棟・廃棄物14種類ごとの収集頻度・収集量・収集ルート・ビル1棟当たり収集にかかる作業時間など</li> </ul>
・排出事業場の名称	・車両台数	
・排出事業場の住所	・車両毎の最大積載量	
・廃棄物の収集量	量	
・収集作業に要する時間	・出・帰庫場所の名称、住所	
・時間指定	・稼働時間(出庫・帰庫)	
・収集車両の指定	・超過許容時間	
2.搬入先の情報	・休憩時間	
・搬入先の名称		
・搬入先の住所		
・搬入可能な時間帯		
・搬入作業に要する時間		

(出典) 白井グループ、グルーヴノーツ公表資料より作成

- ・ 同業他社が開発したシステムを利用することに対する抵抗

AI・IoT を活用した製品・サービスには、産業廃棄物処理業者が開発・販売に携わっているものもある。採用を検討する企業は、同業他社のサービスの利用に抵抗するところもある。

## ② 焼却施設の運用最適化

- ・ 産業廃棄物の特徴による AI 適用の難しさ

一般廃棄物(可燃ごみ)の場合、地域や季節などの変動はあるものの、ごみ質や荷姿は比較的均質と言われているのに対して、産業廃棄物は、そのばらつきが大きく、機械学習・深層学習などの AI の活用に堪えるデータ数が少ないことが課題となっている。

産業廃棄物焼却炉メーカーへのヒアリング調査では、まず、焼却炉に投入するごみ質の組成・特性に関するデータを収集・蓄積・分析することが必要と産業廃棄物処理業者に説明しているとのことであった。

発電設備を導入する標準的な焼却炉の処理能力を 100 トン/日とした場合のごみ質等のばらつきに関する情報は下表のとおりである(表 2-28)。

表 2-28 産業廃棄物の焼却施設に投入されるごみ質等のばらつき

発電設備を導入する標準的な焼却炉の処理能力	100トン/日 (平均的な容量:500 m <sup>3</sup> 程度)
上記規模の取引先	7,000~12,000 件
廃棄物の発熱量等から見た処理能力に対する投入可能割合	(廃プラスチック)約 50% さらに、30%しか投入できない廃棄物もあり。
その他ばらつきに関する要素	荷姿 (一斗缶、ドラム缶、汚泥など専用の投入装置がある)

(出典)ヒアリング調査より作成

産業廃棄物の焼却炉に AI/IoT を導入する際の課題を、活用の目的をもとに整理した(表 2-29)。

表 2-29 産業廃棄物の焼却施設への AI・IoT 導入に向けた課題

活用目的	概要	課題
ごみピットにおけるごみ質の均質化	受け入れる廃棄物の種類が一般廃棄物に比べて多様であるため、その焼却に伴う熱量を安定化させるため、画像等により廃棄物の種類を把握し、攪拌あるいは多様な廃棄物を組み合わせて炉への投入廃棄物を均質化させる。	クレーン運転の自動化はできているものの、ごみ質(廃棄物種類、発熱量、水分量及びその組み合わせ)を安定化させるための攪拌、ピッキング作業の最適化ができていない。
焼却炉へのごみ投入前の組成情報の把握	(目的は上記と同じ) 事前に収集された廃棄物の組成をもとに、最適運用に資するピットの投入先を指示する。	研究事例がなく、その目的が技術的に意味があるかどうか不明。
センサー等を用いた燃焼温度・蒸気量の安定化	温度センサーやガスセンサーを用いて、将来の燃焼温度や蒸気量などを予測し、燃焼制御(空気流量や廃棄物の投入量コントロール)に活用する。	ごみ質の均質化、あるいは焼却炉運転パターンの定型化が難しい。

(出典)ヒアリング調査より作成

- ・ プラントメーカーの開発インセンティブの低さ

一般廃棄物に比べて、産業廃棄物の焼却炉の市場規模は小さく、さらに、産業廃棄物処理業者が焼却炉の運転を外部委託することが少ないと考えられているため、AI を活用した自動運転等の開発のインセンティブは低い。

一方で、プラントメーカーへのヒアリングによれば、産業廃棄物処理業者のニーズを受けて、製品化に向けた開発に取り組む企業や、以下のような具体的な検討課題を提案するプラントメーカーもあった。

- データ化
  - ✓ 焼却している廃棄物の種類・量のデータ化(運転管理のための分析、データ管理)
  - ✓ 多様な廃棄物種の画像認識(ばらつき対応、熱量判断の難しさ)
  - ✓ 遠隔監視のための各種センサー設置、データ吸い上げ
  - ✓ 焼却炉の運転技術・ノウハウのデータ化(運転員のノウハウのデータ化)
- 監視・機械制御の技術
  - ✓ クレーンやごみ投入装置等の機械の電子制御化(汎用品の遠隔監視はハードル低)
  - ✓ 焼却炉や発電設備・熱回収設備の監視・制御技術(大型機械の遠隔監視はハードル高)
- その他(安全管理、制度など)
  - ✓ 事業者における資金調達・資金回収の目処(売電利益の活用など)
  - ✓ 法律上、焼却施設やボイラーの無人運転が可能か未整理
  - ✓ 売電・熱供給先とのマッチング(発電・熱回収施設を併設する場合)

### ③ 選別・リサイクルの高度化

- ・ 取得データの活用の制約

廃棄物に関する画像データ、センサーで取得したデータを活用して各種サービスにつなげたいと考えている企業は、データが全て AI システム開発企業に使われてしまうことについて抵抗感がある場合もある。

- ・ 運用人材の不足

AI 等を活用した設備を導入する場合は特に、導入後もラインの改良・運転条件の変更など、様々な改良が必要となる。設備メーカーと様々な改良を加えていくための人材の確保、技術力の向上が必要である。

### ④ 導入検討のための情報整備に関する課題(セクター共通)

- ・ AI・IoT に関する製品・サービス情報の未整備

AI・IoT を活用した製品・サービスはまだ開発・販売が始まったものが多く、導入可能な企業や、

適用範囲が限られる。また、AI・IoT の技術は、産業廃棄物処理の分野ではなじみの少ないものが多く、限られた情報だけでは、導入可能な企業や適用範囲を理解するのは容易ではない。

まだ導入事例が多くないため、企業規模に適したサービスの例や対象とする廃棄物に最適なサービスの例など典型的な導入パターンに関する情報は乏しい。このため情報収集に留まる企業も少なくない。例えば、中国地方の企業に対して行われたアンケート調査によれば、AI・IoT 導入の検討に至っていない・しない理由としては、「AI・IoT の技術への理解が不足」、「AI・IoT の導入事例(ユースケース)情報が不足」等が多く挙げられた。

また、有識者へのヒアリングでは、産業廃棄物処理業界における AI・IoT のリテラシー向上が、今後の課題として挙げられた。

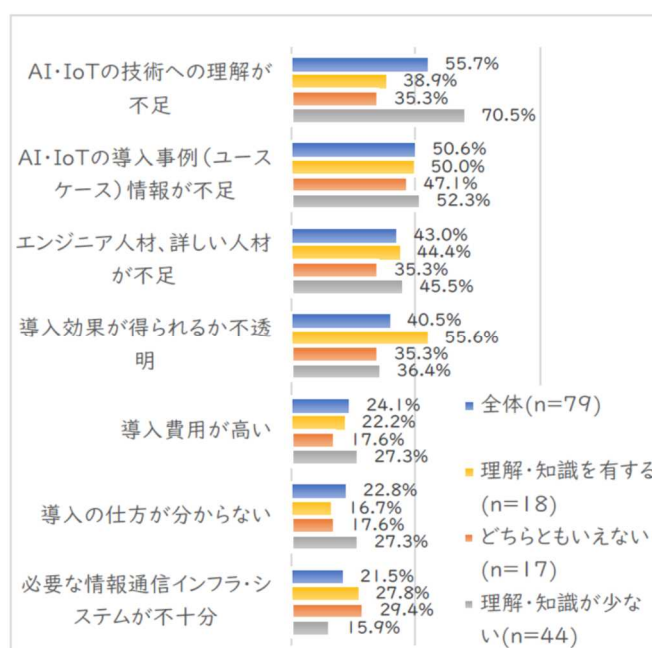


図 2-9 AI・IoT 導入の検討に至っていない・しない理由

(出典) 中国経済産業局(2020年3月)令和元年度中国地域におけるAI・IoT活用可能性調査報告書

- 多様な製品・サービスの導入プロセスに関する情報の未整備  
AI・IoT 関連の単体の製品・サービスの導入だけでなく、2.3(1)で整理したとおり、重点経営課題の解決のために、自社のビジネスモデルや業務プロセスを見直すニーズも存在する。  
しかし、様々な製品・サービスの組合せやその導入ステップに関する情報は整備されていない。
- 中小企業に合った情報提供の未整備  
先行事例としてのユースケースの紹介は、技術的・財務的な要件を満たす処理業者には参考になるものの、中小零細企業が多い産業廃棄物処理業者の参考になるとは限らない。デジタル関連

サービスへの理解、リテラシーの向上や、それを補完する AI・IoT 関連サービスの充実も今後の課題である。

例えば、近畿工業は、油圧駆動式大型二軸破碎機への IoT を用いた予防保全サービスを、ユーザの追加負担ゼロで提供し、専門的なメンテナンス人材の配置が困難な企業のニーズに応じている。こうした事例を参考にすることが考えられる。

こうした中で、冒頭の課題「AI・IoT に関する製品・サービス情報の未整備」を解決する方策の一つとして、次節で各社への適用可能性を検討するための基礎資料として事例集(ユースケース)を作成した。

## 2.4 AI・IoT 等の導入事例集

AI・IoT の導入事例について文献調査・ヒアリングより、事業経緯、技術的特徴、課題（技術を適用する場合の留意事項）の他、対象の技術や廃棄物種、メリット（省人化・作業時間短縮、コスト削減、労働安全・作業環境改善、非接触化（感染防止）、CO2 削減など）、導入コスト、導入実績等について整理した事例集（ユースケース）を作成した。試験・実証段階、製品化段階を含めて、今回対象とした事例の一覧を以下に示す（表 2-30）。なお、作成したスライド集は別添資料 1 とした。

表 2-30 調査事例一覧

分野	提供事業者	事例
収集運搬の最適化	エコスタッフ・ジャパン株式会社 (白井グループ株式会社)	・ AI 配車シミュレーションサービス
	大栄環境株式会社 (株式会社イーアイアイ)	・ AI・IoT を利用した収集運搬車の自動配車システム
	西日本電信電話株式会社 (株式会社京都環境保全公社、株式会社島津製作所)	・ IoT センサーを活用した収集ルート最適化
	株式会社浜田	・ 廃油量の遠隔監視による廃油回収の効率化
焼却施設の運用最適化	—	—
選別・リサイクルの高度化	ウエノテックス株式会社 (有価物回収協業組合石坂グループ)	・ AI を活用した廃棄物選別ロボット「URANOS」
	株式会社リョーシン	・ AI 自動選別ロボット「AIBenkei」および「AIMusashi」
	株式会社イーアイアイ (株式会社大栄環境総研)	・ SparkEye AI 火花検知システム
	近畿工業株式会社	・ AI 搭載選別ロボット「V-PICKER」
		・ 遠隔監視システム KTS による破砕機予防保全



リサイクル適性の表示：印刷用の紙にリサイクルできます

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料 [A ランク] のみを用いて作製しています。