

らによる課題解決の可能性の組み合わせを提示し、導入による効果を評価する。さらに、その展開可能性と導入効果についての拡大推計を行う。4 つのサブテーマを通じて、静脈系サプライチェーン全体の最適なマネジメントを実現させるためのプラットフォームの在り方について提示する。

サブテーマ 1 ICT・AI の活用による排出・処理事業者間インタラクション実現による効果を、システム構築に要する費用・環境負荷と削減可能な費用・環境負荷の対比により評価する。これにより、個別分野の実施主体別の導入利益を明らかにする。また、現行法制度、社会システムとの親和性を検討し、社会実装に向けたビジネスモデルを提示することを目標とする。QR コードとスマートフォンを活用した①WCM によるトレーサビリティシステムと②AI による画像診断システムの 2 つのソリューションを核として、さまざまな廃棄物・リサイクルシステムに応用可能な汎用性のある情報管理システムのプロトタイプを開発する。具体的なモデルケースとして、医療廃棄物の小口回収、リユースパーツの生産プロセスを取り上げる。本研究のなかで、各々の個別課題に対応した①と②を組み合わせたシステムのプロトタイプの開発・実証・評価を行い、事業期間終了後に円滑に社会実装につなげることを目標とする。

サブテーマ 2 産業廃棄物を利用した高効率発電（発電効率 20%程度）に対し、固形燃料化や焼却熱の産業利用など、エネルギー利用効率が各段に高い熱利用の促進方策を検討する。特に熱利用では発電のように系統による変動の吸収ができないため、需給をバランスさせる必要性が高い。燃料となる廃棄物の排出・収集状況、固形燃料の製造状況、焼却炉等の運転状況などを把握するセンサや情報共有の仕組みを調査し、それらを組み合わせた需給マッチングを行う情報プラットフォームの基本設計を行い、その有効性を評価するとともに、焼却熱の効率・安定的な利用に資する周辺技術の調査を実施する。

サブテーマ 3 ①予兆診断のためのデータ取得、機械学習（Gaussian Process Regression）を用いた異常の予兆検出を行うモニタリングシステムのプロトタイプを構築し、サーマルリカバリープロセスにおいて、原動機系・素材系装置でそれぞれ 1 箇所以上について、1 ヶ月以上の連続モニタリングを実証する。目標とするモニタリング性能は、現状の施設維持・管理に適用されているレベルを上回る高サンプリングレートでの安定的なデータ取得を行うものとし、原動機系（振動加速度）で 50kHz 以上、素材系（バグフィルター差圧）で記録間隔 10s 以下とする。②ICT・AI 導入による維持・管理の高度化のサーマルリカバリープロセスへの導入可能性、及び環境・経済面に与える効果を明らかにする。

サブテーマ 4 紙マニフェスト情報の廃棄物処理業者向けパッケージソフトへの入力作業を自動化するプロトタイプシステムを、RPA(Robotic Process Automation)及びAI-OCR ソフトを用いて導入し、紙マニフェストの入力・確認時間の削減効果を計測する。このシステムにより効果が得られる条件を抽出し、廃棄物処理業者のデジタル化方策の一つである当該システムの有効性と適用範囲を示す。また、スマートウェアを活用して作業員の生体情報を計測するプロトタイプシステムを廃棄物の処理及び収集運搬プロセスに導入し、40 人日程度の作業員を対象に熱中症・ヒートショックの危険性や労働強度の実態を把握する。これにより、作業員の身体的な差異を踏まえた上で、第三者からの注意喚起・警告などが可能になる当該システムの有効性を示す。

3. 研究の進捗状況

サブテーマ 1 〔計画通り進展している〕センサと廃棄物の特性や測定環境との適合性を検証するとともに、遠隔管理が可能な IoT システム設計し、IoT センサによる蓄積可視化システムのプロトタイプを構築した。また、シミュレーションにより、情報プラットフォームの導入効果の有無について検証した。産業廃棄物処理に関わるステークホルダーに対しアンケート調査を実施し、情報連携のニーズについて把握した。医療廃棄物の小口回収システムに関しては、約 30%の医療機関が前向きな意向を示したのは期待以上の結果であった。しかしながら、本件は、I 市の

医師会と連携しているが、新型コロナウイルスの影響により、実証事業に向けた調整が遅延するリスクは否定できない。2 年目は、システム開発が中心のため、その影響を最小限にとどめる調整を行っているところである。リユースパーツの生産プロセスに関しては、リユースパーツの管理システムで蓄積されている画像データの品質が低く、教師データとして活用できないことが判明した。教師データの効率的な収集方法は AI による画像診断を進めるうえで、リユースパーツに限らない大きな課題である。また、本研究で提示している活動記録管理によるトレーサビリティシステムは、廃油の小口回収、剪定枝のエネルギー利用等に应用可能というニーズが明らかになっており、研究開始時よりも汎用性のあるアウトプットが期待できる状況となっている。

サブテーマ 2 〔計画通り進展している〕情報プラットフォームについては、関係者へのヒアリング等により、エネルギー利用の効率化に資する「データ項目」として、ネットワーク管理の役割分担、計画段階、実施段階で必要となると考えられる情報を抽出・整理した。また、情報共有の仕組みを事業化した実例である Sedex にヒアリング調査を行い、事業として成立する要件等を確認した。焼却炉の遠隔・自動運転については、ヒアリングや文献調査により、ピットでの異なるごみの判別、攪拌による均質化などが課題であるものの、焼却炉が従来持つセンサ情報に人工知能を組み合わせ、自動による安定燃焼が可能であること等が整理された。

サブテーマ 3 〔計画通り進展している〕①予兆診断のためのデータ取得、異常の予兆検出を行うモニタリングシステムのプロトタイプを構築し、2019 年度の研究計画に基づき、産業廃棄物焼却炉（ロータリーキルン・ストーカー炉）の原動機系（ストーカー冷却送風機）において、サンプリングレート 60kHz、1 ヶ月以上の安定運用を実証した。取得データに対して、機械学習（Gaussian Process Regression）を用いて異常の予兆検出分析を行った。また 2020 年度の研究計画に掲げた素材系についても、バグフィルターのろ布差圧データのモニタリングシステム（記録間隔 1s）を構築し、2019 年度（2020 年 3 月）から前倒しで実証試験をスタートし、現在も継続している。②焼却炉施設（2 炉・約 200t/d）への訪問調査を行い、炉内に保有されている原動機系（減速機）の設置状況をデータベースとして整理し、機器管理基準等に基づき、大出力の誘引送風機から小出力のコンベアやダンパまであわせて、合計定格出力 700kW 以上、40 台以上の原動機系機械への導入可能性を有することを明らかにした。さらに、施設の維持・管理の高度化へのニーズを把握するため、産業廃棄物業者への WEB アンケート調査を行い（2020 年 1～2 月、回答 31 社/送付 170 社）、日常点検や定期点検が突発停止の防止に一定の役割を果たしていることや、突発故障の減少に伴う作業員負荷・操業ロスの回避、機器の延命化をはかるための ICT・AI を用いた保全ニーズを明らかにした。

サブテーマ 4 〔計画以上の進展がある〕ウェアラブル機器を用いた安全管理システムの構築については、計画どおり中間処理施設の作業者を対象とした実証実験を行うとともに、2 年目に予定していた収集運搬の作業者を対象とした実証実験を試行した。また、事務処理業務の自動化システムの構築については、計画どおり活用可能性に関する予備調査を行うとともに、2 年目に予定していた RPA（Robotic Process Automation）のシステム開発について紙マニフェスト入力作業を対象に試行した。研究目標で設定した目標は達成の見通しである。

4. 環境政策への貢献(研究代表者による記述)

WCM は、十分にデータが蓄積されていない廃棄物・リサイクルにおける現場データを蓄積するプラットフォームとして機能する可能性を有している。廃棄物・資源化対象物そのものに情報を持たせ（IoT）、それを自動的に蓄積していくことでトレーサビリティが実現される。当然のことながら、集約したデータを電子マニフェスト等と連携させ、行政データとしての活用も可能である。非常にシンプルな作業により、現場作業員への受容性も高く、結果として適正処理を推進することに貢献する。また、小口回収システムで検討しているモデルや AI による画像診断は、さまざまな廃棄物・リサイクルシステムに应用可能であり、廃棄物・リサイクルの効率化・省力化に寄与することとなる。

5. 評価者の指摘及び提言概要

静脈系のマテリアル管理に情報通信技術を導入する研究として、可能なところから手がける「漸進的アプローチ」として展開していて、個別のサブテーマではかなり現実的に検討している。しかし、テーマ全体の統一感に欠ける。システム全体のイノベーティブな見直しを考える俯瞰的視点がほしい。そのためにも、導入する事業者側のニーズと、技術側シーズの機能を体系的に整理されることを期待している。また、収集運搬から最終処分まで関係するステークホルダーの協調的ビジネスとして情報通信技術の導入を促進していく方向性を描き、課題をしっかり提示することが重要である。

6. 評点

評価ランク：A