2025 年 3 月 7 日

動静脈連携を推進するデジタル情報基盤の開発と社会実装シナリオの構築に関する研究

小野田　弘士[*1]

[*1] 早稲田大学理工学術院大学院環境・エネルギー研究科

1. 目　的

循環経済や動静脈連携の実現に向けて、DPP を始めとする情報基盤や AI・ロボティクス等のデジタル技術の活用が期待されている。しかしながら、技術開発や実証事業等は行われているものの、その導入による効果測定や普及シナリオに関する検討は、十分に行われているとは言い難い。そこで、本研究では、社会実装が期待される下記の 2 つのプロジェクトを例とした実証研究を展開し、デジタル技術の導入効果の測定方法および成熟度評価を通じて、動静脈連携を推進する社会実装シナリオを提示することを目的とする（図 1）。

【プロジェクト１】DPP の構築に寄与する WCM (Work Chain Management）をベースとしたトレーサビリティシステムの構築：WCM (Work Chain Management）は、現場情報を効率的に集約することが可能な IoT 型のトレーサビリティシステムであり、DPP のコンセプトを具現化することに貢献できるポテンシャルを有している。本研究では、複数の循環資源を対象とした PoC（Proof of Concept）および実証試験を通じて、その導入効果を明らかにする（図 1）。

【プロジェクト２】：動静脈連携を念頭においた廃プラ等の選別支援システムの開発：筆者らは、AI による画像診断、ロボティクス等の技術を静脈の現場に率先導入し、動静脈連携を推進するプロジェクトを推進している。産業廃棄物や事業系一般廃棄物に由来する廃プラを選別システムの実証と成熟度評価を通じた社会実装シナリオを提示する。

以上により、具体的な実証研究を通じて、デジタル技術を活用した動静脈連携の具現化に向けた共通認識を醸成することを目的とする。

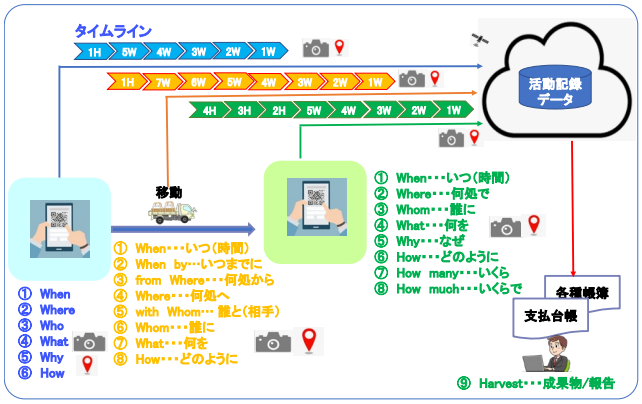

図 1　WCM (Work Chain Management）のコンセプト

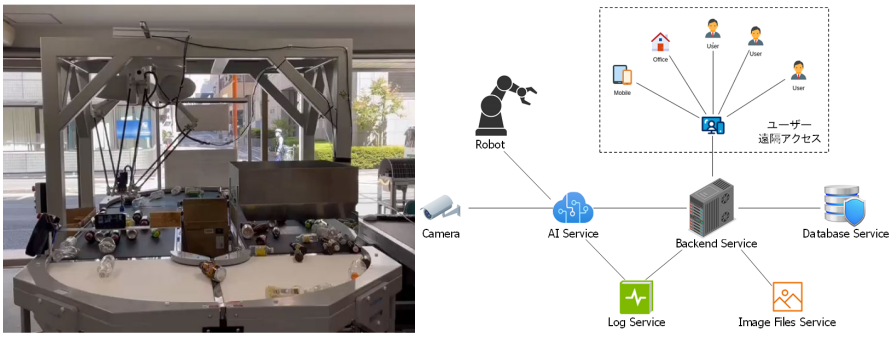

図 2　ループラインコンベヤー体型 AI 選別ロボットシステムと情報プラットフォーム

2. 研究成果

2.1 【プロジェクト１】DPP の構築に寄与する WCM (Work Chain Management）をベースとしたトレーサビリティシステムの構築

主として、以下の成果を得ることができた。

① WCM と CFP (Carbon Footprint)を連動させたコンセプトを提示した。次年度以降に、コールドチェーン（食品、冷凍冷蔵ショーケース等）を対象とした PoC (Proof of Concept)を行う準備を完了した（図 3）。

② I 市の医師会と連携し、小口の医療機関から排出する感染性医療廃棄物の回収とトレーサビリティの実証試験を着手した。本実証では、筆者らが開発した IoT 型の集荷依頼システムと WCM を連携させるシステムの構築を想定しており、さまざまな動脈物流に応用できる可能性を有している。

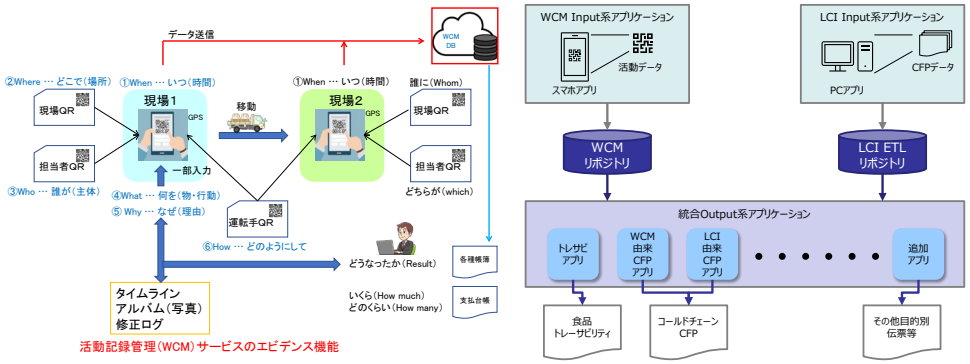

図 3　WCM (Work Chain Management）と CFP (Carbon Footprint)の統合に向けたシステム構成

2.2 【プロジェクト２】: 動静脈連携を念頭においた廃プラ等の選別支援システムの開発

主として、以下の成果を得ることができた。

① 開発してきた使用済み飲料容器のループラインコンベヤ一体型 AI 選別ロボットシステムの実環境における実証試験を行い、実用化に向けた指針を得ることができた。

② 新たな取り組みとして、生成系 AI を取り込んだ LMM(Large Multimodal Model)駆動型の選別ロボットの開発コンセプトを提示するに至った。これまでの DL (Deep Learning)方式と比較して、大量な情報を扱うことができ、より高度な選別を行える可能性が示唆された。また、この方式により、リサイクルの現場の大量の情報を取得することができ、従来とは異なる質の情報を動脈側にフィードバックできる可能性がある。

以上より、動静脈連携につながる AI 選別ロボットの開発の方向性を提示した（図 4）

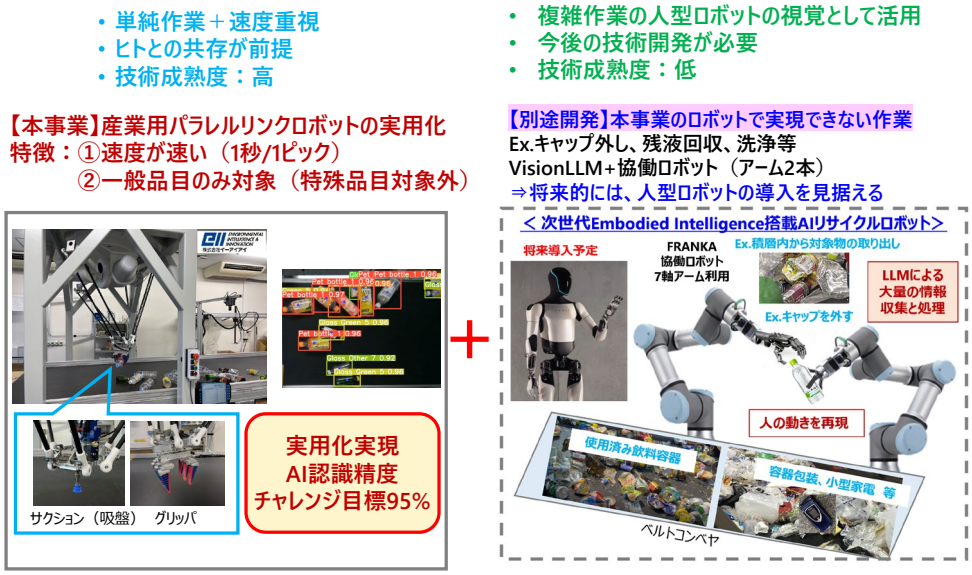

図 4　動静脈連携に貢献する AI 選別ロボットの開発の方向性