

社会動向レポート

資源循環におけるブロックチェーンの活用動向と課題

環境エネルギー第1部
上席主任コンサルタント 秋山 浩之

資源循環における高度なトレーサビリティを実現する技術としてブロックチェーンへの期待が高まっている。資源循環のループや取引形態とコスト、データ基盤などを検証しながら、最適な活用方法を模索する必要がある。

1. はじめに

サーキュラーエコノミー（以下「CE」）は、廃棄物の資源化や製品の再利用などを通じて資源効率性の向上を図る社会経済モデルで、様々な産業を巻き込み国内外で取組みが行われている。また、これは、資源循環のサプライチェーンを再構築するものでもあり、資源循環のフローだけではなく、動静脈企業の連携・資本提携やビジネスモデルの変革にもつながりうる。

こうしたサプライチェーンの再構築を行う上で欠かせないのがデジタル技術の活用である。廃棄物・リサイクルの分野でも、各工程の省人化・高度化のための各種デジタル技術・サービスが導入されつつあるが、資源循環のサプライチェーンを管理する技術としてブロックチェーンへの注目も集まり、最近、国内外で様々な事例を目にする機会が増えている。

そこで、本レポートでは、影響する産業の範囲が広い資源循環のサプライチェーンに着目して主な国内外の動向を挙げた上で、ブロックチェーンを中心とした事例を紹介し、資源循環の特性を踏まえた活用のポイントと、それらの実装・運用の際に解決すべき課題を考察する。

2. 資源循環に関するサプライチェーン

(1) 資源循環政策の概観

日本の資源循環に関する政策を概観すると図表1左側のとおりとなる。資源生産性の向上という資源循環政策の命題を背景としながら、海洋プラスチック・脱プラスチック問題といった社会課題の解決、産業面では、静脈産業の大規模化、国際資源循環の促進といった課題があり、プラスチックやバイオマス、金属等の資源・素材分野ごとに再資源化等が必要な素材・製品を挙げることができる。

2020年3月11日に欧州委員会が発表した「CE行動計画」では、対策が重要な製品・素材として「電子機器・ICT」、「電池・自動車」等の7つが挙げられており、さらに、そのCEに関するサプライチェーンの管理に当たって、デジタル技術の活用も取り上げられている（図表1右側）。

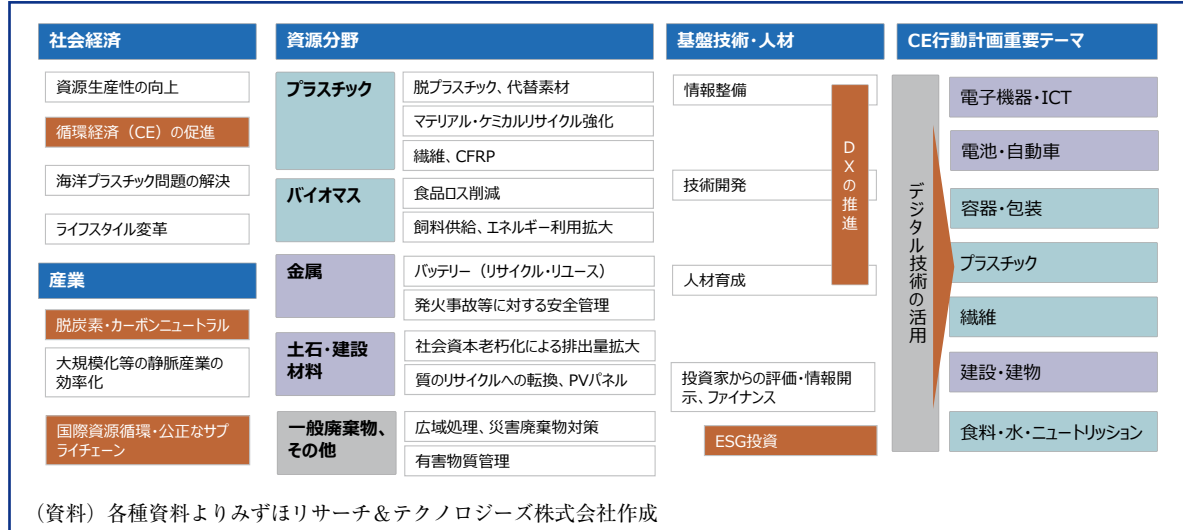
特に最近では、CE、脱炭素・カーボンニュートラル、安全・公正・責任ある資源調達に関するサプライチェーンが重要になっている。そこで、以下では、そうした資源循環を巡るサプライチェーンについて、主な特徴を整理する。

(2) 資源循環サプライチェーンに関する動向

① CE等による資源循環フローの変化

CEに関するビジネスは消費財の世界での広

図表1 資源循環政策の概観



がりが顕著で、繊維・プラスチック製品等のアップサイクルと呼ばれるリサイクルや、リユース・シェアリングなどのフローが増えている。こうしたフローは、所有者・利用者・製品の形態が変化するなかで、素材の由来、利用履歴・劣化状況などの情報を追跡する必要があるものである。

また、日本では個別リサイクル法と呼ばれる、容器包装、家電、食品などの製品・廃棄物ごとに法律が整備され、それに応じたサプライチェーンが形成されてきた。2022年4月1日より施行予定のプラスチック資源循環促進法は、初めての素材別リサイクル法とも言われ、容器包装リサイクル法に規定する指定法人を活用したプラスチック資源の再商品化を可能とすることや、製造・販売事業者等が製品等を自主回収・再資源化する事業者認定された場合、廃棄物処理法の業許可が不要になることから、PETボトルなどの回収・再資源化のサプライチェーンが形成されつつある。

②石油由来素材のリサイクルの促進とライフサイクルでのCO₂排出量の算出

中央環境審議会第38回循環型社会部会(2021

年8月5日)では「廃棄物・資源循環分野における2050年温室効果ガス排出実質ゼロに向けた中長期シナリオ(案)」として「資源循環を通じた素材毎のライフサイクル全体の脱炭素化」が示された。ここでは、廃プラスチックや廃油等の石油由来素材のリサイクル(エネルギー利用は除く)の促進が挙げられているが、CCUSの導入というオプションも含めればカーボンリサイクルのサプライチェーンの形成が中長期的に求められるものとなっている。

廃棄物処理・リサイクル段階だけではなく、社会全体の脱炭素化のためには、製品ライフサイクルでのCO₂排出量の可視化と削減が必要である。例えば、欧州委員会の電池規則案では、2024年7月から、欧州市場で販売される産業用、EV用電池のカーボンフットプリントの宣言の義務化が始まり、CO₂排出量の可視化を求めている。二次電池は製造段階のCO₂排出量が多いことから、リサイクル原料の製造(再資源化)段階のCO₂排出量を算出し、他の電池部材も合わせたサプライチェーンでの積算を行うことになる。

③安全・公正・責任ある資源調達の見える化

製品に含まれる化学物質の安全性をサプライチェーンで管理する取組みは国内外で行われ、日本では電機・電子機器を中心に chemSHERPA と呼ぶシステムで運用されている。また、2018年に改正された EU の廃棄物枠組み指令では、成形品中の REACH 規則(化学物質の登録、評価、認可及び制限に関する規則)の認可対象候補物質の情報を、廃棄物処理業者と消費者が参照することができるデータベース(SCIP データベース)の構築が規定された⁽¹⁾。

また、グローバルサプライチェーンにおける企業の社会的責任に取組み、400社以上の企業・団体が加盟する RBA (Responsible Business Alliance)は、「労働」、「安全衛生」、「環境」、「倫理」、「マネジメントシステム」から成る RBA 行動規範をまとめ、資源調達の公正の内容を示している。さらに、再生資源の国際的な調達に当たっては、資源性のない廃棄物の輸出を規制するバーゼル法の遵守が必要となる。

バイデン大統領の大統領令を受けて2021年6月に公表し、電池の再資源化にも言及しているレポート⁽²⁾に見られるように、特に最近では、レジリエントなサプライチェーンが注目を集めている。不芳事例によってサプライチェーンが寸断されることがないよう、安全・公正・責任ある資源調達を見える化することが重要である。

3. 資源循環サプライチェーンを高度化・効率化するデジタル技術

(1)資源循環のデジタル技術の種類と導入・実証状況の概要

資源循環分野だけでもデジタル技術の活用・研究に関する事例は膨大な数に上るため、2020年9月に公表された欧州のレポート「Digital Waste Management」⁽³⁾を参考にしながら概要を把握する。同レポートによれば、「ロボティク

ス」、「IoT」、「クラウドコンピューティング」、「人工知能とニューラルネットワーク」、「データアナリティクス」、「分散型台帳」に分けて事例が挙げられている。特に、廃棄物処理・リサイクルの各プロセスでは「ロボティクス」、「IoT」、「人工知能とニューラルネットワーク」を組み合わせた処理システムの開発・導入が進んでいる。典型的なものは、画像認識に AI 等を活用した選別の自動化や、AI 等による収集運搬車両の配車計画の作成などである。

「クラウドコンピューティング」、「データアナリティクス」も各種データの蓄積とともに導入から活用に至るにつれある。例えば、日本では、電子マニフェストデータを可視化・分析する BI ツールの利用が始まった。さらに、廃棄物収集受付や契約・各種事務処理、画像・センサーデータ等の蓄積・分析は、最近のデジタル化の流れを受けて粛々と進んでいる。

「ロボティクス」、「IoT」、「人工知能とニューラルネットワーク」などは、資源循環の各工程・各社・各産業で完結する動きであるのに対して、「分散型台帳」はサプライチェーンを結び付ける技術である。さらに QR コード[®]や RFID 等の表示・識別・情報伝達技術を組み合わせることで、資源の追跡(トレーサビリティ)を省力化することができる。

この他、欧州の廃棄物管理のデジタル化の状況については、「コミュニケーション」、「廃棄物回収」、「内部プロセス」に分けて説明されているので、同レポートをご参照いただきたい。

(2)分散型台帳(ブロックチェーン)に関する海外を中心とした取組み事例

分散型台帳、いわゆる「ブロックチェーン」の資源循環分野での実証・適用が最近国外で多く進んでいる。ブロックチェーンは、「ハッシュ・暗号化」、「コンセンサスアルゴリズム」、「P2P

図表2 日本・欧州等における資源循環分野のデジタル技術の活用・実証例

技術分類	欧州等	日本
ロボティクス	Apple：スマートフォン自動解体装置 BHS、Zen Robotics：自動選別装置	大原鉄工所、御池鐵工所、産業技術総合研究所 など：各種自動選別・解体装置
IoT	Big berry：スマートゴミ箱 C-trace GmbH：廃棄物収集車両向け容器 ID 検 知システム	NEC、Enevo Japan など：スマートゴミ箱 イーシス：活動記録管理システム
クラウドコン ピューティング	MOBA：コンテナ管理等のクラウドコンピュー ティング Waste Logics Software Ltd.：廃棄物処理会社 向けソフトウェア	レコテック：マテリアル・プーリングシステム オークネット・アイビーエス：PCB 登録・判別 システム
人 工 知 能 と ニューラルネッ トワーク	Autowise.ai、Volvo Group and Renova：自動 運転車両 Stadtreinigung Hamburg：不法投棄の AI 画像 分類システム	JFE エンジニアリングなど：AI による焼却炉等 の自動運転システム イーアイアイ：火花検知システム エコスタッフジャパン・白井グループ：AI によ る自動配車システム
デー タ ア ナ リ ティクス	Resource International：ドローンによる最終処 分場データ収集システム BIR：廃棄物データ分析プラットフォーム	日本産業廃棄物処理センター：電子マニフェス ト BI ツール
分散型台帳	Plastic Bank：仮想通貨による使用済みプラス チックの購入システム MOBI：自動車に関する各種サプライチェーン の管理 Radical Innovation Group：プラスチック再資 源化スマートコントラクト MMBI：炭素トレーシングプラットフォーム RSBN：鉱物サプライチェーンの見える化	イオン等3社及び Plastic Bank：再生材の来歴 保証原料の使用 旭化成・日本 IBM：再生プラスチック製品循環 プロジェクト「BLUE Plastics」 丸紅等4社：使用済太陽光パネルのリユース・リ サイクル情報プラットフォーム 三菱重工、日本 IBM：CCUS バリューチェーン 可視化 三井化学、日本 IBM、野村総合研究所：プラス チック素材のトレーサビリティ

(資料) 欧州等の事例は主に EEA, European Topic Centre on Waste and Materials in a Green Economy, “Eionet Report – Digital waste management”、日本の事例は各種プレスリリース資料をもとにみずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

ネットワーク」、「電子署名」などの要素技術から成る複合機能の総称で、耐改ざん性、透明性、追跡可能性という特徴を持つ。廃棄物処理・リサイクル分野に当てはめれば、処理過程を正しく記録し⁽⁴⁾、必要な情報を閲覧・確認でき、追跡することができるトレーサビリティ機能に優れると言える。

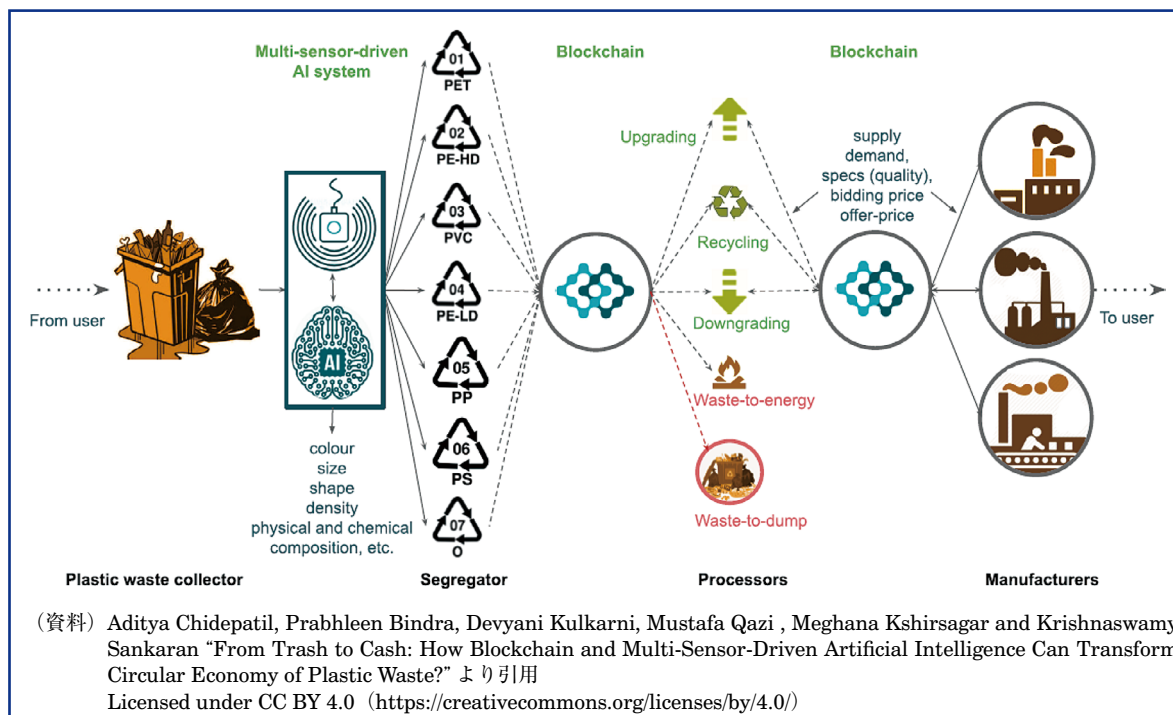
前節で示した3つのサプライチェーンに関するトレーサビリティ機能等に関する事例や動向を、以下で紹介する。

①再利用・再資源化市場における製品・素材の由来に関するトレーサビリティ

トレーサビリティ機能を活かして、中古品や再生材由来の証明を行う事例がある。

米フォード・モーターやホンダなどが加盟する自動車関係の国際団体「モビリティ・オープン・ブロックチェーン・イニシアチブ(MOBI、モビ)」では、様々なサプライチェーンでのブロックチェーンの活用を検討している。2021年1月19日には、中古車販売市場において、ブロックチェーンを利用し、複数のステークホルダー

図表3 使用済みプラスチックリサイクルのためのブロックチェーンとマルチ・センサーによる AI インターフェース



と車両の製造証明書を共有することができるモビリティエコシステムの開発を推進していることを発表した。

イオン株式会社等3社は、2021年2月9日に、ブロックチェーン技術により来歴が保証された原料を使用した掛け布団の発売を発表した⁽⁵⁾。この原料の由来をブロックチェーン技術によって保証するのが、海洋プラスチックごみ問題に取り組むカナダの企業「プラスチックバンク (Plastic Bank)」である。

また、ブロックチェーン上で契約を自動的に実行するスマートコントラクトの実証を行った Radical Innovation Group の事例⁽⁶⁾ (図表3)もある。彼らは、近赤外線 (NIR) や遠赤外線 (FIR)、画像センサー (VIS) からの情報を組み合わせた AI による選別システムと、ブロックチェーンを活用したスマートコントラクトの実証を行っている。スマートコントラクトのモデルには、選

別事業者と再生事業者との間、再生事業者とプラスチック製品メーカーとの間との二種類があり、いくつかの利用シナリオを設けて、セキュリティや情報の透明性などを検証している。また、共有されるデータは、「排出源」、「プラスチックの種類」、「色」、「重量」といった認証のために公開されるパブリック・データと、「ロット ID」、「価格」、「排出国」、「選別方法」、「注文の種類」といった契約当事者間でしか共有されないプライベート・データに分け、情報アクセスのコントロールを行っている。

② CO₂排出量・炭素のトレーサビリティ

2020年12月10日、欧州委員会が提案した電池規則案では、欧州市場で販売される産業用、EV 用電池のカーボンフットプリントに関する宣言を義務化し、その後の、産業用、自動車用、EV 用電池の再生材使用量の開示、有害物質の使用を制限した責任ある原材料の使用などのほか、

図表4 サプライチェーンでの炭素削減を行うための統一プラットフォーム機能の例

- ・ Carbon Credit Sharing
- ・ Smart Contracts for Regulation control
- ・ Carbon credit pricing
- ・ Generation of Carbon label
- ・ Carbon Emission Tracking
- ・ Carbon Emission Calculation

(資料) Infosys White paper, "RE-ENGINEERING THE CARBON SUPPLY CHAIN WITH BLOCKCHAIN TECHNOLOGY"より引用

ITを活用したトレーサビリティを念頭に置いたと考えられる「電池パスポート」が挙げられている。デジタル技術がCO₂排出量、再生材使用量の基準遵守を示す重要な技術の一つになっても不思議ではない。

その5日後の12月15日には、世界経済フォーラム(World Economic Forum)のMining and Metals Blockchain Initiative(MMBI)が、ブロックチェーンを用いて鉱山から最終製品までのCO₂排出量を追跡する独自の概念実証を行った旨、公表した⁽⁷⁾。これはCarbon Tracing Platform(COT、炭素トレーシングプラットフォーム)と名付けられている。

COTの機能について公表資料からは分からないものの、ブロックチェーンを活用した炭素サプライチェーンに関するコンセプトペーパーでは図表4のように、トラッキングや排出量の計算のほか、クレジットのプライシング・シェアリングなどの機能が挙げられている。

また、三菱重工業株式会社と日本アイ・ビー・エム株式会社は、2021年5月6日、CO₂を有価物として活用する新社会への転換を目指すデジタルプラットフォームの構築に向けて協力し、2021年5月から、その実証実験に向けたコンセプト実証(PoC)を行うことを公表した⁽⁸⁾。

③調達資源の安全性・公正性に関するトレーサビリティ

資源循環分野に関連する紛争鉱物の調達にお

いてブロックチェーンに関する検討が進んでいる。RSBN(Responsible Sourcing Blockchain Network)は鉱物サプライチェーン全体における可視性と透明性の確保をブロックチェーンによって推進するコンソーシアムで、コバルト用のアプリケーションの開発は2019年7月末に完成し、今後、紛争鉱物用の開発を予定している⁽⁹⁾。また、企業の紛争鉱物調達の意思決定ツールの提供等を行うRMI(Responsible Minerals Initiative)からは、RMI Blockchain Guidelines第二版が2020年9月に公表されており、システムとして運用が開始されていることが窺える。また、先ほど紹介したMOBIでも、「倫理的調達と持続可能性」が想定されるユースケースとして挙げられている。

こうした調達に利用するだけではなく、不良品などを特定するトレースバック機能⁽¹⁰⁾を活用すれば、リサイクル工程の品質・安全管理などに役立てることが期待できる。

4. 日本の静脈産業におけるデジタル化とプレイヤーに関する動向

サプライチェーンでのブロックチェーン等の導入が進められたとしても、この構成企業・現場でのデジタル化やサービスの提供体制が整っていなければ効率的な運用ができない。そこで、筆者の専門分野である静脈産業におけるデジタル化やプレイヤー参画の動向について見てみる。

(1) 廃棄物処理における事務作業・設備と動静脈情報連携

1998年に、産業廃棄物の処理の流れを電子的に把握する電子マニフェストが運用を開始してから20年以上が経過し、電子化率は70%にまで達した。2020年4月からは特別管理産業廃棄物の多量排出事業者は電子マニフェストの加入が義務化され、その義務化対象が今後広がっても不思議ではない。

さらに、コロナ禍を契機にしたテレワークの広がりなどから事務処理系のデジタルサービスの開発・導入が進んでいる。排出事業者向けのWeb受付ポータルを起点したワンストップサービスや、電子契約も汎用的なサービスを廃棄物処理業者向けにカスタマイズされたものが提供され始めている。廃棄物処理・リサイクルにおけるDX推進のための研究会(以下、「DX研究会」)によるアンケート調査⁽¹¹⁾によれば、2021年7月～8月現在での電子契約の導入率(「一部のみ使用」、「全ての契約において使用」)は58.5%である。これは、ここ1～2年、廃棄物処理業界において、導入率や関心が高まっているという筆者の肌感覚と合致している。

この他、図表2で示したように、収集運搬車両の配車計画の作成や自動選別装置、焼却施設の自動運転、廃棄物処理施設の火災予防システムでのAIを活用する事例など、施設・設備におけるAI・IoTの活用は日本でも徐々に始まっている。

このように個々の企業でのデジタル化は進みつつある一方で、動静脈間の情報共有は進んでいない。先ほどのDX研究会のアンケート調査によれば、動脈側が発生する廃棄物の情報を静脈側に伝える等の情報共有については、「情報を得てない」と答えた廃棄物処理事業者の割合は65.1%に上っている。また、情報共有手段も電話・メール等に留まっている。

(2) 資源循環企業等のIT関連事業の進出

ここ数年静脈産業では「資本提携」、「業務提携」等の動きが注目を集めている。最近では、2021年10月1日にリバーホールディングス株式会社と株式会社タケエイが、売上高1,000億円を目指す共同持株会社(TREホールディングス株式会社)を設立したというのがその例である。

一方、そうした大規模な動きではないが、資源循環のIT分野でも新会社設立などの動きがある。廃棄物処理会社による100%子会社の設立に加えて、2020年12月1日には、一般社団法人資源循環ネットワーク、大栄環境株式会社、ユニアデックス株式会社によって、リサイクルビジネスのDX促進に資する情報システムの開発・維持管理・販売等を行う「資源循環システムズ株式会社」が設立された。本来の廃棄物処理・リサイクル事業の資本・業務提携との相乗効果を狙って、(1)で述べたような装置・システムの外販や、システムを通じたフランチャイズ化も期待しうるものである。

また、ブロックチェーン等による情報プラットフォーム構築の領域では、大手商社やITベンダー、コンサルティング会社による取り組みも活発である。2020年8月27日、豊田通商株式会社は株式会社JEMSと「資本提携および包括的な業務提携」の契約を締結し15%を出資した。他の大手商社も資源循環でのデジタル分野の取り組みを活発に行っており、さらに、ITベンダー、コンサルティング会社と合わせ、国の実証プロジェクトを始めている。

5. 資源循環の特性を踏まえたシステム構築・運用のポイントと課題

(1) システム構築・運用のポイント

① 資源循環ループに応じたサプライチェーン管理

資源循環のループがオープンか、クローズド

かによってサプライチェーン管理のモデルが異なると考えられる。自動車や家電のように製品メーカーが、拡大生産者責任に基づいて、製品の回収・再資源化を行うクローズドループの場合、そのサプライチェーンでのトレーサビリティ確保は比較的行いやすい。プラスチック資源循環促進法を契機に飲料メーカーが主体となって回収・再資源化する PET ボトルや、欧州の電池規則案に見られる電池、リースによるサービス提供が一般的な複写機・オフィス機器なども、その典型的なものである。情報共有の関係者が特定されることで、CO₂排出量や再資源化率なども紐づけた高度なサプライチェーン管理を行う情報システムを構築しやすい。

一方で、リサイクルの方法や処理委託業者が固定化されていないオープンループの場合、共有できる情報が限定されるため高度なサプライチェーン管理を行うことは困難で、提供するトレーサビリティ機能やシステムは、法令順守のレベルや汎用性が高いものに留まりやすいと考えられる。

②受付・回収・分別システムの重要性

静脈サプライチェーンは様々な使用済み製品・不要物を分別して排出するところから始まる。一般的に、分別排出や回収、さらにその契約・運用等に関する取引コストの低減が、処理コスト全体の削減に寄与する。

産業廃棄物の場合、委託処理業者との契約を通じて一定の範囲で分別排出が行われることから、回収や契約等の取引コストの削減が効果的であり、排出事業者向けの Web 受付ポータルなどがソリューションの一つとして期待される。

一方で、一般廃棄物などの消費者から出されるごみの場合、分別排出による処理コストの低減・資源価値の向上に資する技術の活用が適している。例えば、自治体等が分別排出の方法を伝える「ごみ分別アプリ」や「チャットボット」、

特定の受付場所に持ち込んだ時のポイント付与システムなどである。

なかでも、筆者が期待をしているのがデポジットシステムである。デポジットシステムは容器を返却した場合にその料金が戻ってくるもので、返却するインセンティブがある。有料ゴミ袋による「Pay as you throw」システムにならって「Pay back as you return」システムと呼ぶこともできる。現在、普及が進んでいるキャッシュレスシステム等の機能に組み込むことが考えられるほか、購入時の POS データなどと紐づけられる回収ルートとシステムを構築すれば、個品単位の引取実績を把握することも期待できる。

(2)資源循環分野で特徴的な課題

①データ連携や統一コードの必要性

資源循環×デジタル分野の取組は各所で行われている。しかし、事務処理効率化の取組で見てきたように電子契約のような特定事務に関するシステムの導入が進んでいる一方で、営業、経理、マニフェスト管理など様々な事務処理システムとの連携が十分ではない。本来であれば、許可情報を基に処理業者が選択され、その業者と契約し、その契約に基づいて廃棄物が持ち込まれ、受入・処理結果を記録し、それに基づいて処理料金の請求・支払い・消込等の事務処理が行われる。こうした一連の事務処理では、前工程で使われた情報が引き継がれれば、作業時間の効率化や入力ミスの削減という効果が生まれる。その際、RPA⁽¹²⁾や API、ETL ツール⁽¹³⁾、その他プログラミング言語を用いたデータ連携技術を、費用対効果を改善しながら導入・運用することが必要である。

さらに、多様な素材の種類や受入を行う静脈企業では、管理範囲の拡大や精度向上を行う必要がある。参考になる取組の事例として、公益財団法人日本産業廃棄物処理センター（JW セ

ンター)の取組がある。JW センターは電子マニフェストシステムの運用を行っている。主な対象は産業廃棄物だが、処理業者の中には、一般廃棄物も受入対象にしているところがある。そうした企業が一般廃棄物も同システムで管理できるように、2020年1月に一般廃棄物向けのコードを公開した。

同コードは廃棄物の種類によって振られているが、回収した製品と紐づける場合の製品コードとの対応や含有素材情報のコード化も考えられるほか、AIを活用する際にも、データのクレンジング作業に利用することも考えられる。

②高度なトレーサビリティ確保のための運用 ルールの明確化

資源循環のトレーサビリティシステムの構築にあたり不可避なのが、回収した製品を解体し、同一・類似素材に選別・濃縮していく際に、どのようなロットで工程管理・品質管理を行うかという課題である。動脈サプライチェーンの場合、設計情報に基づいて製品を組み立て、流通する際には、予め素材・部品が把握できる製品にIDを振って管理することが可能である。

一方、使用済み製品や廃棄物を回収する場合、解体・選別・濃縮の工程で全てのロットをトレースするIDを振ることは相当困難で、再資源化された素材のニーズに応じて運用時のルール化が必要である。また、混入する異物を検出するのは、動脈側のサプライチェーンと比べて難易度が高い。

さらに、そのルール化の際には、生産性向上のため、データ連携やコードの統一、そのルールを運用するためのRFID等の識別・個品管理技術なども必要である。

③情報プラットフォーム等の運営体制・ルールの明確化

トレーサビリティシステムの一つであるブロックチェーンは、その利用者や運営主体などによっ

て、パブリック型、コンソーシアム型、プライベート型などに分けられる。クローズドなグループでは、コンソーシアム型、プライベート型との親和性が高いが、情報プラットフォームとして機能するためには、認証機関を含めた関連するステークホルダーから成るコンソーシアムを形成し、運営等のルールについての合意形成が必要である。先に紹介したRSBNでは、IBMのようなIT企業のほか、人権のデューデリジェンスを行う機関などが参加している。4(2)で見たように、こうした仕組みに対するビジネス面の期待から多様な企業・業種が参画しているが、資源循環の社会性、情報プラットフォームの汎用性を高めるためにも中立性、透明性の高い運営体制とルールの明確化が必要である。

一方、パブリック型については、オープンな取引市場での利用が適すると考えられるが、例えば、クレジットのような環境価値取引の試行から、新たな動きが出てきても不思議ではない。

6. まとめ

資源循環に関するブロックチェーンは、「再利用・再資源化市場における製品・素材の由来」、「CO₂排出量・炭素」、「調達資源の安全性・公正性」に関するトレーサビリティシステムを構築する技術として、海外では盛んに実証が続けられ、日本でもやや遅れて実証や業務提携の動きが表面化した。日本では、廃棄物処理・再資源化や事務処理効率化のためのデジタル技術の研究・導入は静脈産業内で盛んに行われている一方、トレーサビリティシステムは業種横断的になることから、商社や素材メーカー、IT企業が中心となって進められている。しかし、製品・部品・素材に関するトレーサビリティを確保する以上、製品メーカーや流通事業者も加わり、回収も含めたサプライチェーンを構築することが必要である。

他分野で導入実績のあるブロックチェーンを資源循環分野で活用するためには、再資源化のサプライチェーンに必要な情報共有の内容を検討した上で、「データ連携や統一コードの必要性」、「高度なトレーサビリティ確保のための運用ルールの明確化」、「情報プラットフォーム等の運営体制・ルールの明確化」といった課題を解決する必要がある。

注

- (1) 令和2年度経済産業省委託業務「令和2年度産業標準化推進事業委託費(製品含有化学物質の情報伝達方式に関する調査研究)調査報告書」(みずほ情報総研株式会社)
- (2) The White House, “BUILDING RESILIENT SUPPLY CHAINS, REVITALIZING AMERICAN MANUFACTURING, AND FOSTERING BROAD-BASED GROWTH, 100-Day Reviews under Executive Order 14017”, June 2021
- (3) EEA, and European Topic Centre on Waste and Materials in a Green Economy, “Eionet Report – Digital waste management”, September 2020
- (4) 一般社団法人廃棄物資源循環学会「2019年度(令和元年度)廃棄物資源循環学会 春の研究討論会／ICT・IoT・ブロックチェーン(BC)による廃棄物処理・リサイクル高度化の可能性」
- (5) イオン株式会社、イオンリテール株式会社、イオントップバリュ株式会社、2021年2月9日ニュースリリース「“海洋プラ削減”へ 沿岸地域で回収したペットボトルを使用／再生プラスチック使用掛けふとんを新発売」
- (6) Aditya Chidepatil, Prabhleen Bindra, Devyani Kulkarni, Mustafa Qazi, Meghana Kshirsagar and Krishnaswamy Sankaran, “From Trash to Cash: How Blockchain and Multi-Sensor-Driven Artificial Intelligence Can Transform Circular Economy of Plastic Waste?”, Administrative Sciences, 15 April 2020
- (7) WEFホームページ(<https://www.weforum.org/our-impact/the-responsible-sourcing-of-raw-materials/>) 2021年10月4日閲覧、(<https://www.weforum.org/press/2020/12/blockchain-can-trace-carbon-emissions-for-mining-metals-companies-proof-of-concept-released/>) 2021年10月4日閲覧
- (8) 三菱重工業株式会社、日本アイ・ビー・エム株式会社、2021年5月6日ニュースリリース
- (9) IBM ソリューションブログ「鉱物資源の『責任ある調達』に取り組む RSBN」(2019年9月30日)
- (10) サプライチェーンの製造段階の流れに遡って情報の履歴を辿っていき、問題の発生した時点・原因を特定する機能。
- (11) DX 研究会は、廃棄物処理・リサイクル IoT 導入促進協議会と廃棄物資源循環学会情報技術活用研究部会によって共同で設立された。アンケート調査は、廃棄物処理業者(発送数1,679社、回答数321社)に対して2021年7月15日～同年8月31日に行われた。(2021年10月12日ニュースリリース)
- (12) RPA 活用については、松本亨ほか「静脈系サプライチェーンマネジメントへの情報通信技術の導入可能性と効果」(廃棄物資源循環学会誌, Vol.32, No.2, pp.112-121, 2021)に、2019年度時点の課題が掲載。
- (13) 組織の内外のデジタルデータを抽出(Extract)、変換(Transform)したうえで、格納(Load)するデータ処理ツール。