

産業廃棄物等有効活用における環境問題解決に資する技術動向等調査

産業廃棄物の適正利用・有効活用に関する事例集



令和3年5月

近畿経済産業局

はじめに	1
------	---

産業廃棄物の適正利用・有効活用に関する事例紹介	3
-------------------------	---

1. 事例リスト	3
----------	---

2. 事例の紹介	4
----------	---

【地方創生・地域貢献にもつながるリサイクル事業の実践】

事例-1. 株式会社ティービーエム	6
事例-2. 株式会社トーヨー養父バイオエネルギー	10
事例-3. 三重リサイクルセンター（三重中央開発株式会社）	14
事例-4. 水島エコワークス株式会社	18
推進途中：滋賀バイオマス株式会社	22

【処理の難しい廃棄物の適正なリサイクル】

事例-5. 比留間運送株式会社	24
事例-6. 株式会社グリーンアローズ関西	28
推進途中：平林金属株式会社	32

【排出事業者やリサイクル資源の需要家による SDGs 経営、ESG 投資の実践】

事例-7. 株式会社島津製作所	34
事例-8. 清水建設株式会社	38

3. 事例におけるサーキュラー・エコノミー構築のポイントとは	42
--------------------------------	----

4. 有識者からのメッセージ	47
----------------	----

はじめに

事業活動から出てくる産業廃棄物は多種多様であり、それぞれの廃棄物が対象となる法律に従い、適正に処理することが求められます。

また、循環型社会の形成に寄与していくためにも、廃棄物の排出事業者や処理業者は、廃棄物の発生を少しでも減らし、リユースやリサイクルを進めていくことが重要です。

近畿経済産業局では「産業廃棄物等有効活用における環境問題解決に資する技術動向等調査」を実施し、調査の一環として、産業廃棄物の適正処理・リサイクルを実践する事業者にお話を伺い、8つの先進事例と2つの推進途中の事例について、事例集としてとりまとめました。

産業廃棄物の適正処理・リサイクルにかかる先進的な事例においては、環境負荷の低減に止まらず、“新たな社会システムの構築”や“地域の経済成長”を実現することで、地方創生やSDGs経営を実践する事例が見られ、その取組には技術開発・導入に加えて、新たなビジネスの展開、自治体や地域とのネットワーク形成など、様々な工夫が見られます。

本事例集では、大量生産・大量消費・大量廃棄という一方通行の経済システムから脱却し、産業廃棄物等をリサイクル資源と捉え、あらゆるプロセスにおいて効率的・循環的な利用を図りながら、新たな価値創出につなげた事業展開のストーリーや、サーキュラー・エコノミー^{*}の形成のポイントについて、写真や図などを交えて整理、解説しています。

本事例集が、産業廃棄物を排出される方や処理する方だけでなく、事業活動を行う全ての方にとって環境負荷の低減や限りある資源の有効活用の参考となり、さらには地域経済の活性化やSDGs達成に向けてのヒントになれば幸いです。

最後に、本事例集の作成に当たり、ヒアリング等にご協力いただきました皆様、調査の検討委員会の委員を務めていただき、また排出事業者等に向けたメッセージをご執筆いただいた和歌山大学の吉田登先生、京都大学の犬下和徹先生、株式会社エックス都市研究所の山本攻様に、深く感謝申し上げます。

経済産業省近畿経済産業局
環境・リサイクル課

※サーキュラー・エコノミー

循環経済。サーキュラー・エコノミーは、従来の3R（リデュース、リユース、リサイクル）の取組に加え、資源投入量・消費量を抑えつつ、ストックを有効活用しながら、サービス化等を通じて付加価値を生み出す経済活動である。

産業廃棄物等有効活用における環境問題解決に資する技術動向等調査

産業廃棄物等の適正処理・有効活用について、経済的な視点も含めつつ、環境問題の課題解決のために導入された技術の検証・検討に係る事例を調査しました。

廃棄物処理に関する有識者（学識経験者や事業者など、研究開発や事業推進の一環として日頃から情報収集されている方々）へのヒアリングやホームページ、文献情報等から、近年の産業廃棄物処理における現状や傾向等の情報を収集。さらに、これらの情報を元に、廃棄物処理に詳しい有識者3名による検討委員会における議論・検討を経て、環境問題の解決に配慮しつつ、廃棄物を資源として有効に活用する事例や難しい処理にトライされている事例などを選定。それぞれの事業に携わる方々にヒアリングを実施し、取組のポイントや成果、課題、今後の展望などについて、事例集として取りまとめました。

【検討委員会】（敬称略・順不同）

氏名	所属・職名
吉田 登	和歌山大学 システム工学部 システム工学科 教授【博士(工学)】
大下 和徹	京都大学大学院 工学研究科 都市環境工学専攻 准教授【博士(工学)】
山本 攻	株式会社エックス都市研究所 技術顧問（元・大阪市立環境科学研究所）【博士(工学)】

産業廃棄物の適正利用・有効活用に関する事例紹介

1. 事例リスト

ヒアリングを行った 10 事例（推進途中の 2 事例を含む）を、以下の 3 つの事業目的に分けて整理する。

No.	企業名	処理する産業廃棄物等	取組概要
事業目的1：地方創生・地域貢献にもつながるリサイクル事業の実践			
1	株式会社ティービーエム	排水油脂	飲食店の排水油脂を用いた都市型バイオマス発電 “フード・グリーン発電システム” 飲食店から回収した排水油脂を原料にバイオマス燃料を精製し、発電・売電するシステム。事業運営のデジタル化、自治体と連携した取組等も推進中。
2	株式会社トーヨー養父バイオエネルギー	家畜ふん尿、食品残さ	国家戦略特区に開設したメタンガス発電所が推し進める エネルギーの地産地消モデル 兵庫県養父市やその周辺で排出される家畜ふん尿や食品残さ等を原料に、メタンガス発電所を運用。消化液を高濃度トマトや米の肥料として有効活用。
3	三重リサイクルセンター (三重中央開発株式会社)	産業廃棄物(広範囲に収集)、 一般廃棄物(多数の自治体より受入)	トランスヒートコンテナの運用で地域貢献を図る 大規模リサイクル施設 トランスヒートコンテナシステムにより、焼却施設で発生する熱をトレーラーで運搬し近隣の温浴施設へ供給。簡易型トランスヒートコンテナを開発し、導入。
4	水島エコワークス株式会社	産業廃棄物(水島コンビナート内) 一般廃棄物・下水汚泥・焼却灰(倉敷市内)	産業廃棄物と一般廃棄物を一括処理する ゼロエミッション・コンビナート 水島コンビナートや県内を中心とした産業廃棄物と、倉敷市内の一般廃棄物等を一括処理し、100%リサイクルを実施。サーモセレクト方式を採用。
推進 途中	滋賀バイオマス株式会社	バイオマス全般	各地で排出される廃棄物系バイオマスを活用したバイオコークスの高付加価値化・流通促進を目指し、地域活性化に挑む。
事業目的2：処理の難しい廃棄物の適正なリサイクル			
5	比留間運送株式会社	ALC 端材	ALC 端材とバイオマスを混合して作る 良質な屋上緑化用の人工軽量土壌 大手建材メーカー、造園業者との共同開発で、ALC 端材を人工軽量土壌に再生する技術を確認。屋上緑化資材として多数採用される。
6	株式会社グリーンアローズ関西	廃石膏ボード	廃石膏ボードの適切な処理と再利用を実現させた 新たな事業会社の設立 廃棄物処理業者、排出事業者、石膏ボードメーカーの出資により、廃石膏ボードの適正処理・リサイクルを行う持株会社を設立し、地域別に事業を展開。
推進 途中	平林金属株式会社	太陽光パネル	ポストFITを見据え、太陽光パネルのリサイクルに取り組む。
事業目的3：排出事業者やリサイクル資源の需要家によるSDGs経営、ESG投資の実践			
7	株式会社島津製作所	廃プラスチック類	サプライチェーンとの協働による IoTセンサーを活用した廃プラスチック回収システム 廃棄物処理業者、他の排出事業者等との協働で、運用方法や仕組みを検討し、IoTセンサーを活用した廃プラスチックの効率的回収システムを構築。
8	清水建設株式会社	廃プラスチック類	再生PET繊維で補強し、品質向上と環境負荷低減を図る コンクリート製トンネルの施工 再生PET繊維で補強したコンクリート材料を土木資材メーカーと共同開発。下水道幹線などシールドトンネル、道路トンネル等で多数採用される。

2. 事例の紹介

※p. 6 以降、先進事例 8 事例、推進途中 2 事例を紹介。

【各事例シートの読み方に関する解説】

1,2 ページ目：事業展開に関するストーリー

大量生産・大量消費・大量廃棄という一方通行の経済システムから脱却し、産業廃棄物等をリサイクル資源と捉え、あらゆるプロセスにおいて効率的・循環的な利用を図りながら、新たな価値創出につなげた事業展開のストーリーとして、写真や図を交えて整理。

・事例のポイント（要約）

●取組に至った経緯・きっかけ

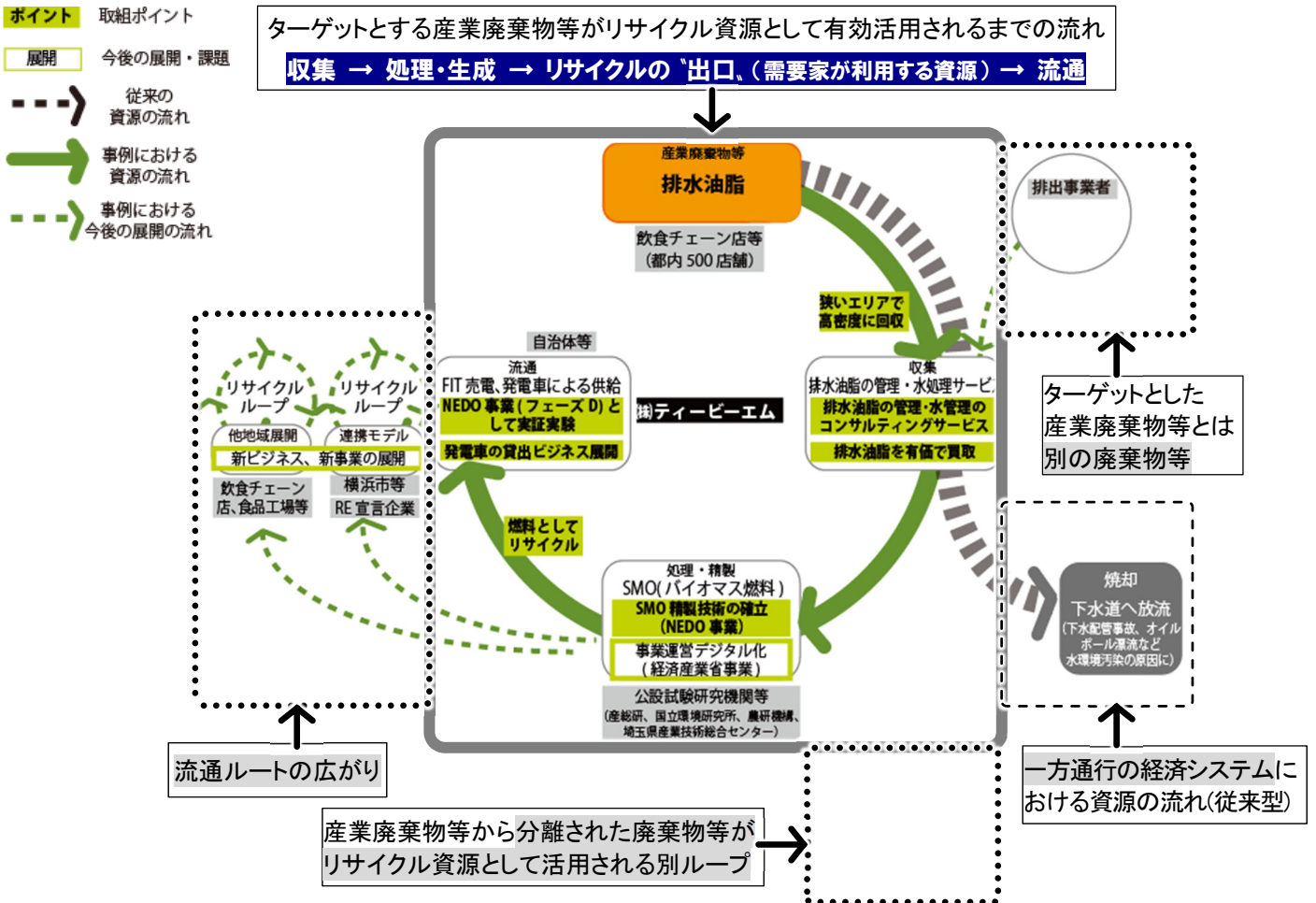
●事業・採用システムの概要

●事業を構築する上でのポイント

●事業推進に向けた今後の展望、課題

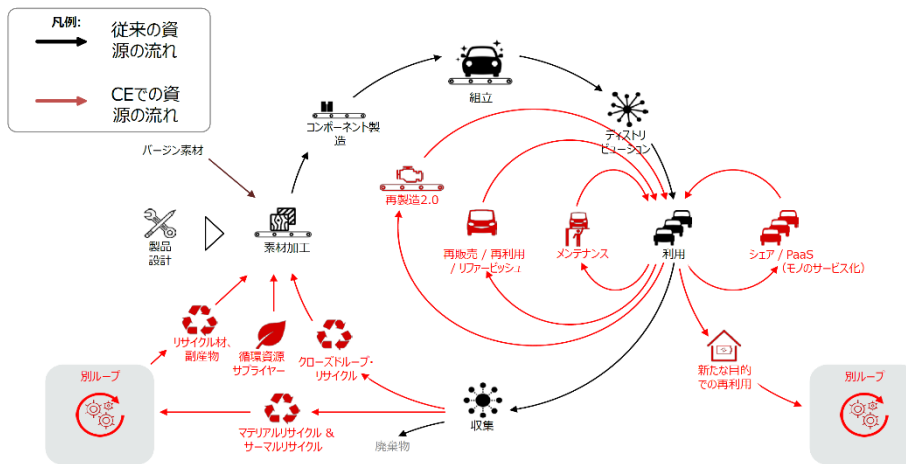
3 ページ目：事例におけるサーキュラー・エコノミーの枠組み（資源の流れ、取組ポイント）

「循環経済ビジョン 2020」における循環経済の概説のイメージ図（次頁）にならない、事例におけるリサイクル資源の効率的・循環的な利用や新たな価値創造の流れについて、構築するリサイクル・ループ等の広がりや、従来型の資源の流れも含めて図式化。また、事業者が流れにおいてどのような創意工夫を行ったか（=取組ポイント）をプロットすることで、サーキュラー・エコノミーの枠組みを整理し、解説。



「循環経済ビジョン 2020」における循環経済の概説

- 線形経済：大量生産・大量消費・大量廃棄の一方通行*の経済
*調達、生産、消費、廃棄といった流れが一方向の経済システム（‘take-make-consume-throw away’ pattern）
- 循環経済：あらゆる段階で資源の効率的・循環的な利用を図りつつ、付加価値の最大化を図る経済



引用元：経済産業省「循環経済ビジョン 2020」（2020年5月）

4 ページ目：サーキュラー・エコノミーへのシフトチェンジのポイント、コラム

サーキュラー・エコノミーへのシフトチェンジのポイント

各事例において、サーキュラー・エコノミーを形成していく上でのポイントについて、事業が発展する3つのステップ別に整理。

ステップ1 きっかけ	処理したい産業廃棄物	事例の実施主体が適正処理・リサイクルを図りたい産業廃棄物等
	事業を動かす力、思い	新しい状況や展開を生み出し、サーキュラー・エコノミーを形成していく上で欠かせない、事業者の思いや関連する政策
ステップ2 かたちにする	チーム編成	適正処理・リサイクルを進める過程で参加された主体とそれぞれの役割分担
	サーキュラー・エコノミー構築の工夫	リサイクル資源としての効率的・循環的な利用、取組を通じた新たな価値の創造につなげるための創意工夫
	採用した技術	産業廃棄物等が適正処理・リサイクルされるためのコア技術
ステップ3 成果と将来展望	新ビジネス、事業の展開	収益確保、ブランディング、SDGs 経営・ESG 投資、新事業展開など、経済的価値をもたらした成果（将来展望も含む）
	社会課題の解決	産業廃棄物等の適正処理・リサイクルに加え、環境問題解決、地方創生・地域貢献、作業環境改善など、社会課題を解決した成果

コラム

事例で取り扱う産業廃棄物等に関する社会的問題やトピックス、関わりの深い法制度について解説。

下水道から流れる油が原因で発生するオイルボールの影響 / 養父市 中山間農業改革特区
 産業廃棄物と一般廃棄物の一括処理（あわせ産廃） / 産業廃棄物処理業者が推し進める災害廃棄物対策
 ローカル 10,000 プロジェクト（地域経済循環創造事業交付金） / 産業廃棄物の広域認定制度
 廃石膏ボードのリサイクルの状況 / 日本国内における太陽光パネルの排出量の推計
 ESG 投資 / 世界各国における廃プラスチックの輸入規制の動向

事例－1 株式会社ティービーエム【埼玉県所沢市】



「飲食店の排水油脂を用いた都市型バイオマス発電 “フード・グリーン発電システム”」

Point

- リサイクルの難しい排水油脂に着目し、バイオマス燃料「SMO」として精製する技術を確立。
- SMO を燃料に FIT 売電や発電車により市街地イベントに電力を直接供給する「フード・グリーン発電システム」を開発。
- 飲食店等に排水油脂の管理や水処理に関するコンサルティングを行い、信頼関係を構築。対象店舗を増やしてきた。
- 事業運営のデジタル化と自治体と連携した取組等により、脱炭素インフラの社会実装を推進中。

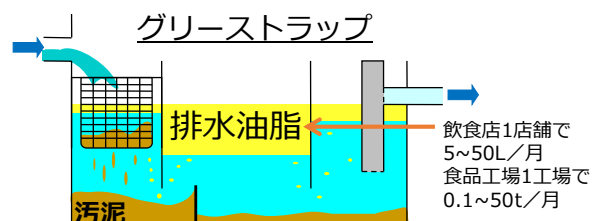
取組に至った 経緯・きっかけ

飲食店等の排水油脂の管理や水処理サービスを展開する中で、排水油脂に注目。燃料化する技術の開発に着手。

飲食店の厨房や食品工場等から排出される排水油脂は、そのまま排水管や下水道に流さないよう、グリーストラップで油分と水分に分離され、油分は産業廃棄物として焼却処理されることが多い。排水管理を怠ると、下水道管が油脂で閉塞することで溢水や悪臭が発生したり、下水から海へと流れ込みオイルボールとして海岸へ漂着したりするなど、様々な環境問題の発生原因になる。

1999年に起業し、飲食店等の排水油脂の管理や水処理コンサルティングサービスを展開してきた(株)ティービーエムでは、2007年から3年間、経済産業省の**新連携支援事業を活用してグリーストラップの洗浄回収システムを確立**。その際、回収していた排水油脂に目を付け、**燃料化することを目指したのが、バイオマス発電システム「フード・グリーン発電システム」を開発するきっかけ**である。

その後、同社では2013年からの5年間、NEDO「新エネルギーベンチャー技術革新事業」を活用し、「フード・グリーン発電システム」を構築していった。



同社では、グリーストラップの管理を通して排水油脂を回収し、リサイクルを行っている。

事業・採用 システムの概要

排水油脂から独自のバイオマス燃料「SMO」を精製。バイオマス発電所での FIT 売電に加えて、発電車も開発し、イベント等で市街地へ電力を直接供給。

排水油脂は、含水率が高い、不純物が多い、酸化による劣化が進みやすい、着火性が他の油に比べて低い、動物性油脂が多く常温でも固まってしまうなど、燃料化するには課題の多い油である。

同社では、**NEDO 事業において、化学合成することなく改質製造した独自のバイオマス燃料を開発し、「SMO (Straight Mixed Oil)」と命名**。また、埼玉県嵐山町に「**花見台フード・グリーン発電所**」を整備し、SMO の製造及び発電した電気を電力会社へ FIT 制度によって売電 (17 円/kWh。廃棄物・その他のバイオマス扱い) している。

さらに、**NEDO 事業の大規模実証実験(フェーズ D)の一環で、東京都武蔵野市と連携し、SMO を FIT 売電以外で活用する装置として、10 時間の連続発電が可能な発電車を開発**。

吉祥寺駅前の商店街の 160 店舗から回収した排水油脂より SMO を精製し、駅前での音楽祭や小学生向けサイエンスフェスタ等のイベントに発電車を出勤させて、この SMO を燃料にして発電・電力供給を行う「吉祥寺新エネプロジェクト」を展開した。

なお、発電車は、これまでに 20 数ヶ所の自治体等のイベントで活用されている。



フード・グリーン発電システムの流れ。飲食店等に対し、排水油脂の管理や水処理にかかるサービス料を徴収。なお、排水油脂は燃料資源として店舗から有償で買い取っている。

事業を構築する上でのポイント

研究機関から協力を得て、技術やシステムの効果を実証。飲食チェーン等に対し、排水障害の未然防止を目的に店舗別リスク診断を行い、管理メニューを提案することで、信頼関係を構築。

同社では、「フード・グリーン発電システム」をはじめとする技術やサービスは全て佐原社長が発想し、それらを社員等の技術開発によって形にしている。また、産総研や国立環境研究所、農研機構など、多方面の研究機関から協力を得て、システム評価や導入効果の算出等を行い、開発技術やシステム構築による効果を実証している。

そして、**飲食店等に対し、厨房排水総合管理サービスとして、店舗ごとのリスク診断とカルテを作成し、現場ニーズに応じた行うべき管理作業や守るべきルールのマニュアル化を行っている。この取組が高く評価されることで、対象店舗が大幅に増加し、現在では大手飲食チェーンや駅ビルの飲食店、ホテルなど、都内約 500 の飲食店に広がっている。**なお、サービス対象エリアを広く取らず、高密度に訪問管理するのもビジネス成立のポイントの 1 つだという。

飲食店等の SDGs、管理コスト削減にも寄与。

フード・グリーン発電システムは、採用する飲食店等にとっても、メリットの多い取組となっているようだ。「ある飲食チェーンでは、これまでの実績として、植林約 6,000 本にあたる CO₂ 削減効果を得ています。さらに SDGs における 7,8,11,12,13,14,17 の 7 つのゴールにも貢献し、本社 CSR 部署等で喜ばれています。

また店舗現場では、スタッフの作業負担が減り、店内の臭気も減ったと喜ばれています。さらに、焼却処分される廃棄物量が 80%以上減り、排水油脂の有価買取も含めてトータルコストが下がったことも喜ばれています。」(事業企画部長 東誠悟さん)



川崎国際環境技術展において、発電車で EV 車の充電・試乗会を行った時の様子。

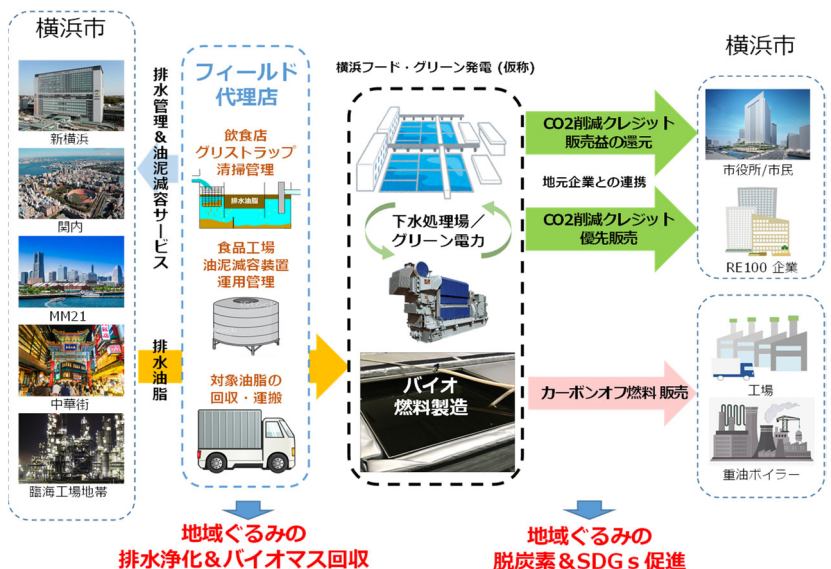
事業推進に向けた今後の展望、課題

事業運営のデジタル化と自治体と連携した取組等を通じて、脱炭素インフラの社会実装を推進中。

同社では、2020 年より経済産業省「商業・サービス競争力強化連携支援事業」を活用し、同社が取得したビジネスモデル特許に基づくデジタル化に取り組んでいる。**埼玉県産業技術総合センターとの連携による「AI バイオ燃料製造システム」の開発ほか、「IoT 現場管理システム」「IT 燃料供給システム」「CO₂ 削減クレジット IoT 演算システム」といった基幹システムを開発中**である。

また、**横浜市と連携し、地域で排水油脂を回収して、下水処理場の維持管理に貢献すると共に、処理場内にバイオマス発電所を建設し、回収した油脂による SMO でグリーン電力を供給して、処理場の再エネ導入率の向上、さらには CO₂ 国内クレジット販売による自治体収入を生み出すモデルの構築を目指し、検討を進めている。**

この他にも、RE100※宣言企業との連携モデル構築や、他地域でのフード・グリーン発電システムの展開も検討しており、「今や脱炭素は世界競争の時代と捉えています。今後も、今までと同様に「あなたの会社は面白い、と共感いただいたところと一緒に、皆に喜ばれ、役立つことをドンドンやっていきたい。」と佐原社長は話している。



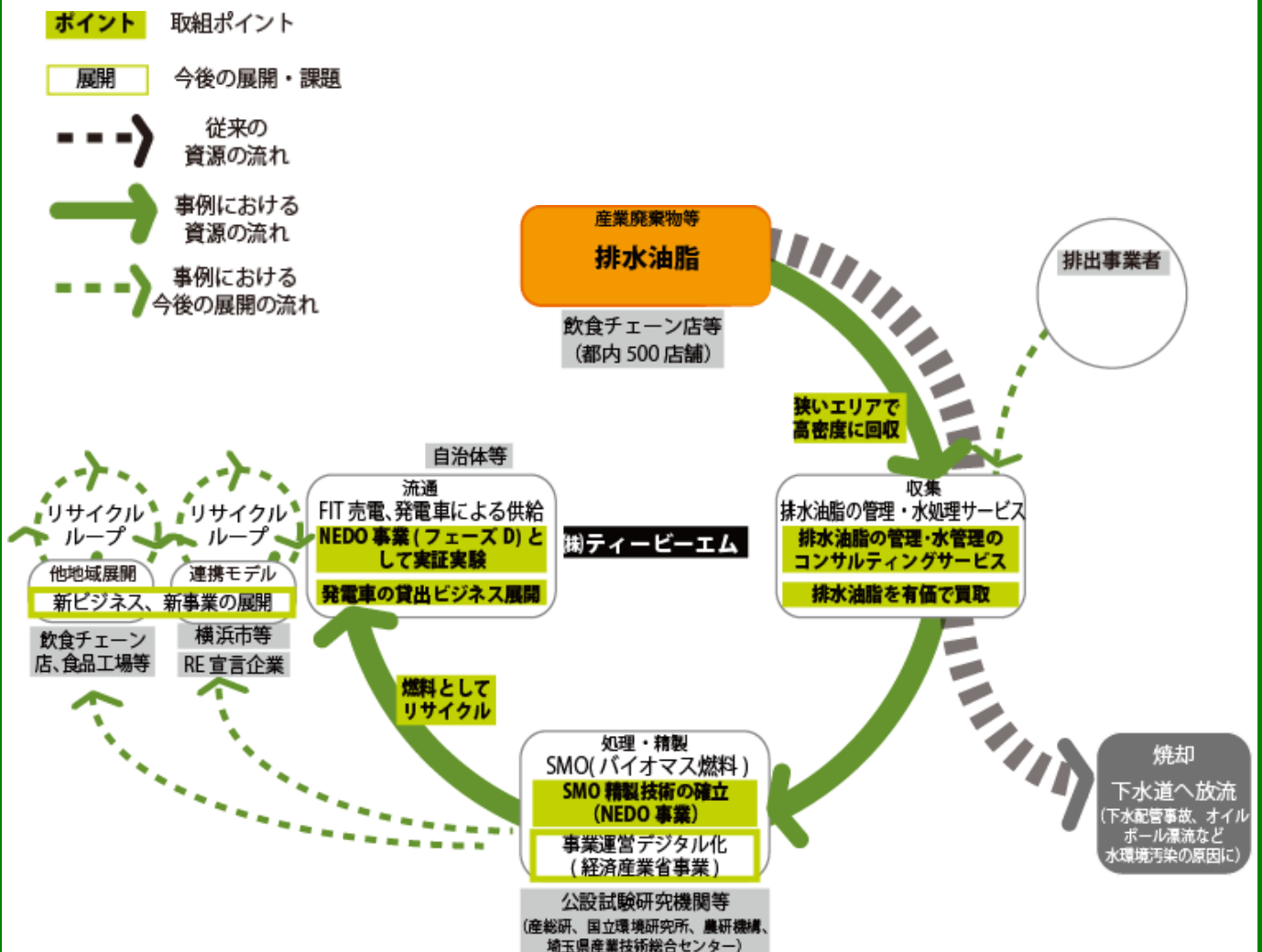
横浜市との連携モデルのイメージ。モデル構築により、市内 7500 世帯分の年間電力と、3万 t/年の CO₂ 削減効果をもたらす想定となっている。

※RE100：事業運営に必要なエネルギーを 100%、再生可能エネルギーで賄うことを目標とすること。Renewable Energy 100%の略。

「飲食店の排水油脂を用いた都市型バイオマス発電“フード・グリーン発電システム”」

事例におけるサーキュラー・エコノミー（資源の流れ、取組ポイント）

- 従来、排水油脂は焼却処分が主流であるほか、グリーストラップの清掃が不十分になると、下水配管事故が発生したり、オイルボールが海岸へ漂着したりするなどの水環境汚染の原因にもなっていたが、本事例では、これらの問題解決に加えて、バイオマス発電燃料としてリサイクルされることで、エネルギー供給ができている。
- 本事例では、(株)ティービーエムが収集から処理・精製、流通までの一連の工程を行っていることが特徴としてあげられ、その推進のポイントとしては、排水油脂の管理・水処理コンサルティングサービスを通じて、排水油脂の特性や課題を把握し、排出事業者へコンサルティングサービスを提供していることがあげられる。
- 今後、横浜市など自治体との連携モデルや RE100 宣言企業との連携モデルなどによる新ビジネス・新事業の展開、他地域での展開などにより、さらなるリサイクルループの構築が期待できる。



サーキュラー・エコノミーへのシフトチェンジのポイント

(株)ティービーエムでは、飲食店内での排水油脂にかかる適正処理や管理の方法・ルールについてコンサルティングを行うビジネスから、排水油脂をリサイクルし、流通させる取組へと発展させるために自社で技術開発を進めていったこと、さらには国プロ活用や公設試験研究機関からの共同開発支援、発電車のイベント貸出における自治体との連携モデルの構築など、様々な主体との協業を進めていったことが、サーキュラー・エコノミーへの構築につながったものと考えられる。

きょうかけ	処理したい産業廃棄物	・排水油脂（飲食店等において処理が十分ではない場合、店内の衛生環境の悪化に加えて、下水配管事故やオイルボール漂流による水環境汚染の原因にもなる）※コラム参照※
	事業を動かす力、思い	・排水油脂の管理・水処理コンサルティングサービスについて、より付加価値を高めるため、収集している排水油脂の燃料化を試みてみたい。
かたちにする	チーム編成	・排出事業者（大手飲食チェーン店、駅ビルに入居するテナントなど約 500 店） ・処理業者（(株)ティービーエム、 自社バイオマス発電にかかる技術開発等も行う ） ・ 技術開発支援（産総研、国立環境研究所、農研機構、埼玉県産業技術総合センター）
	サーキュラー・エコノミー構築の工夫	・複数の飲食チェーンに対し、店内での排水油脂にかかるコンサルティングを行うビジネスをバイオマス発電の検討前から実践。そのサービス料を飲食チェーン店から徴収し、狭いエリアの飲食店より高密度に回収するシステムを構築していた。 ・経済産業省や NEDO の支援事業を活用し、研究開発費を低減。
	採用した技術	・フード・グリーン発電システム（排水油脂から発電燃料 SMO を精製。製造方法はノウハウ秘匿） ・発電車（SMO を FIT 売電以外で活用する装置として開発）
成果と将来展望	新ビジネス、事業の展開	・FIT 売電に加え、発電車のイベント貸出により収益を得る。（東京都武蔵野市など自治体との連携による） ・【将来展望】地域連携 SDGs 推進プランによる、自治体との協業・新事業の展開（横浜市など） ・【将来展望】大企業（RE100 宣言企業等）と連携による新事業の展開 ・【将来展望】他地域での排水油脂の管理・水処理コンサルティングサービスの展開 ・【将来展望】新たな脱炭素インフラを運営するデジタル化の確立
	社会課題の解決	・排水油脂の適正なりサイクル ・油を多く使用する飲食店における衛生環境の向上 ・地域資源の有効活用による脱炭素促進

※コラム※下水道から流れる油が原因で発生するオイルボールの影響

油がグリーストラップ等を経由するなどして下水道へ流れると、下水道管に付着し、「つまり」や「悪臭」の原因になる。加えて、大雨の時にはそれらが大量の雨水と一緒に、オイルボール（変形し、白いかたまりとなったもの）として海や川に流れ出ること、水環境に悪影響を与えることも多い。

※グリーストラップは、一定規模以上の業務用の厨房に対し、設置が義務付けられている。



お台場海浜公園に漂着したオイルボール
引用元：(公社)日本下水道協会 スイスランド HP 内「下水道ものしり事典」

事業者プロフィール

企業名：株式会社ティービーエム
所在地：埼玉県所沢市三ヶ島 5-1586
代表者：代表取締役社長 佐原邦宏
事業内容：水と油の環境技術による脱炭素事業

設立：1999年設立
TEL：042-941-6041
従業員数：5名
HP：http://kankichikun.com/company/

事例－２ 株式会社トーヨー養父バイオエネルギー【兵庫県養父市】



「国家戦略特区に開設したメタンガス発電所が 推し進めるエネルギーの地産地消モデル」

Point

- 兵庫県養父市において、家畜ふん尿や食品残さ等を原料とするバイオマス発電所を開設。
- 海外設備の採用、消化液の循環水利用等の工夫で、メタン発酵に不向きとされる鶏ふんを上手く活用。
- 事業者や住民のもとへ何度も足を運ぶことで、信頼関係を構築。地域規模に見合ったプラントの整備・運用を実現。
- 原料収集、プラント運営、消化液利用の事業バランスを重視し、エネルギーの地産地消施設の運営を目指す。

取組に至った 経緯・きっかけ

畜産業が盛んで、多様な担い手の農業参入促進を目指す兵庫県養父市に注目し、メタンガス発電所と植物工場の運営を市へ提案。2019年5月より発電所を稼働。

兵庫県養父市はブローラー産業発祥の地で知られ、ブランド牛・但馬牛の飼育も盛んな人口約2.3万人の中山間地域で、2014年には「中山間農業改革特区」として国家戦略特区に指定されている。以降、同市では多様な担い手の農業参入促進を目指し、農業生産法人の要件緩和や企業による農地取得の特例などを実施している。

総合建設業のトーヨーグループのグループ会社で農業や新エネルギー事業等を展開する(株)トーヨーエネルギーファームが、同市における畜産業のポテンシャルや農業改革の取組に着目し、家畜ふん尿の処理や農業とのエネルギー連携を可能とする「メタンガス発電所」と、冬季でも営農可能な「植物工場」の運営を同市へ提案。その後、2015年12月に、発電所を運営する(株)トーヨー養父バイオエネルギーを、農業生産法人とともに設立した。

(株)トーヨー養父バイオエネルギーでは、2019年5月より、養父市大藪地区にて発電規模1,426kW（一般家庭1,800世帯分）の「トーヨーバイオメタンガス発電所」を稼働している。



トーヨーバイオメタンガス発電所等の敷地全体。敷地面積9,000㎡の発電所と農業生産法人が運営するトマトのハウス栽培施設がある。

事業・採用 システムの概要

家畜ふん尿や食品残さなどを原料にメタンガスを生成し発電。海外設備の採用、消化液の循環水利用等の工夫で、メタン発酵に不向きとされる鶏ふんを上手く活用。

発電所では、近隣事業者から家畜ふん尿(鶏、牛)を、姫路市など都市部から食品残さなどを収集。それらを原料としてメタン発酵槽(湿式)へ投入し、発生したメタンガスによって発電し、売電している。発電後の副産物として生成された消化液や堆肥は、良質な有機質肥料として周辺地域の農地や隣接するトマトのハウス栽培施設で利用される。

発電所の特徴の1つとして、鶏ふんを多く原料投入している点があげられる。鶏ふんは、発酵阻害を引き起こしやすいアンモニア(NH₃)が多く含まれるため、日本ではメタン発酵の原料としてあまり利用されてこなかった。同発電所では、鶏ふんを用いたメタンガス発電所の実績が豊富なカナダ・アナージア社の設備を採用し、海外のエンジニアとともに24時間モニタリングすることで運営ノウハウを確立。また、肥料として利用しない消化液を放流せずに希釈して循環水として再生利用。アンモニア濃度を下げることで発酵槽をコントロールしている。



事業を構築する上でのポイント

事業者や住民のもとへ何度も足を運び、信頼関係を構築。消化液の利用者や原料調達先の確保を進め、地域規模に見合ったプラントの整備・運用を実現。

同社では、プラント稼働前から消化液の有効利用を課題と捉え、プラント稼働前から、地区内の農家や行政から協力を得て実証栽培を行い、地域のバイオガス発電所の消化液と比較検証しながらノウハウを蓄積してきた。**現在実施している消化液散布サービスでは、養父市内や周辺地域の農家を1軒ずつ訪問して営業し、徐々に利用者を増やしていった。**今では、同社の消化液を使用した特別栽培米（農薬と化学肥料の使用を通常栽培より5割以上節減した米）を「たじまのおこめ」と名付け、ブランド化も行っている。



消化液を専用車で散布している様子

原料についても、プラント整備前から家畜農家や食品工場へ足を運び、準備状況にかかる定期報告を重ねながら信頼を得ることで、調達先を確保。その際、各事業者に賦存量等のヒアリングを行いながら、原料サンプルをもらって成分分析することで、生成できるメタンガスの総量を予測し、プラント規模を設定していった。

また、**2年半の歳月をかけて住民説明会を何度も開催して、住民との公害防止協定を締結した上で、プラント工事に着手したという。**

「メタンガス発電所は、地域住民の皆様の協力なくしては、成り立たない施設です。個々の意見に耳を傾け、例えば臭気対策や騒音対策など、1つ1つ不安や課題を解決していくことが重要だと思います。」（(株)トヨーエネルギーファーム スマートエネルギー本部 国内事業部 部長代理 川内栄治さん）



同社の消化液を使用し栽培した米を「たじまのおこめ」と名付け、道の駅などで販売。

隣接するハウス栽培施設をはじめ、地域の雇用を多数創出。

発電所に隣接するハウス栽培施設ではスタッフとして地元住民を複数雇用。発電所で生成された消化液を利用しながら、1本の苗で多くのトマトが収穫できるように適切な苗の間隔を設定するなど、栽培方法を試行錯誤し、味にこだわった6種の高糖度トマトを栽培。こだわり商品を扱う京阪神や東京のスーパーで販売し、ブランド化を進めている。

また、発電所でも地域住民を雇用するほか、消化液散布サービスは養父市のシルバー人材を活用しており、地域の雇用創出に貢献している。

事業推進に向けた今後の展望、課題

事業バランスを重視しながら、地域とともに運営するエネルギーの地産地消施設を目指す。

発電所は、養父市（2018年に国からバイオマス産業都市に認定）のバイオマス産業都市構想における事業化プロジェクトのひとつに位置付けられており、家畜ふん尿や食品残さ等を利用している。地域の畜産事業者の中には、家畜ふん尿の処理時間が短縮されたことで、牛舎を増設して乳牛を増頭する事例が見られるなど、発電所の稼働による経済波及効果も表れつつある。

最近では、原料提供を希望する食品工場等の問合せも増えているが、同社では消化液を河川等に放流していないため、**消化液の供給先となる農家の確保が当面の課題となっている。今後は、より多くの農家と連携し、原料収集、プラントでの処理・生成、消化液の利用のバランスを保ちながら、事業拡大していくことを目指している。**

「消化液の臭気対策ほか、地域の方々への説明責任など果たすべき課題はまだありますが、今後も、地域の雇用を創出しながら、地域の方とともにエネルギーの地産地消施設を運営していきたいと考えています。」（川内栄治さん）

さらに、同社では**発電所の排熱利用も当面の課題と捉えており、まずは隣接するハウス栽培施設への熱供給について、他のバイオマス発電所等での熱利用方を参考にしながら、検討を進める予定**である。



トマトのハウス栽培施設では、地元住民10名を雇用している。

「国家戦略特区に開設したメタンガス発電所が推し進めるエネルギーの地産地消モデル」

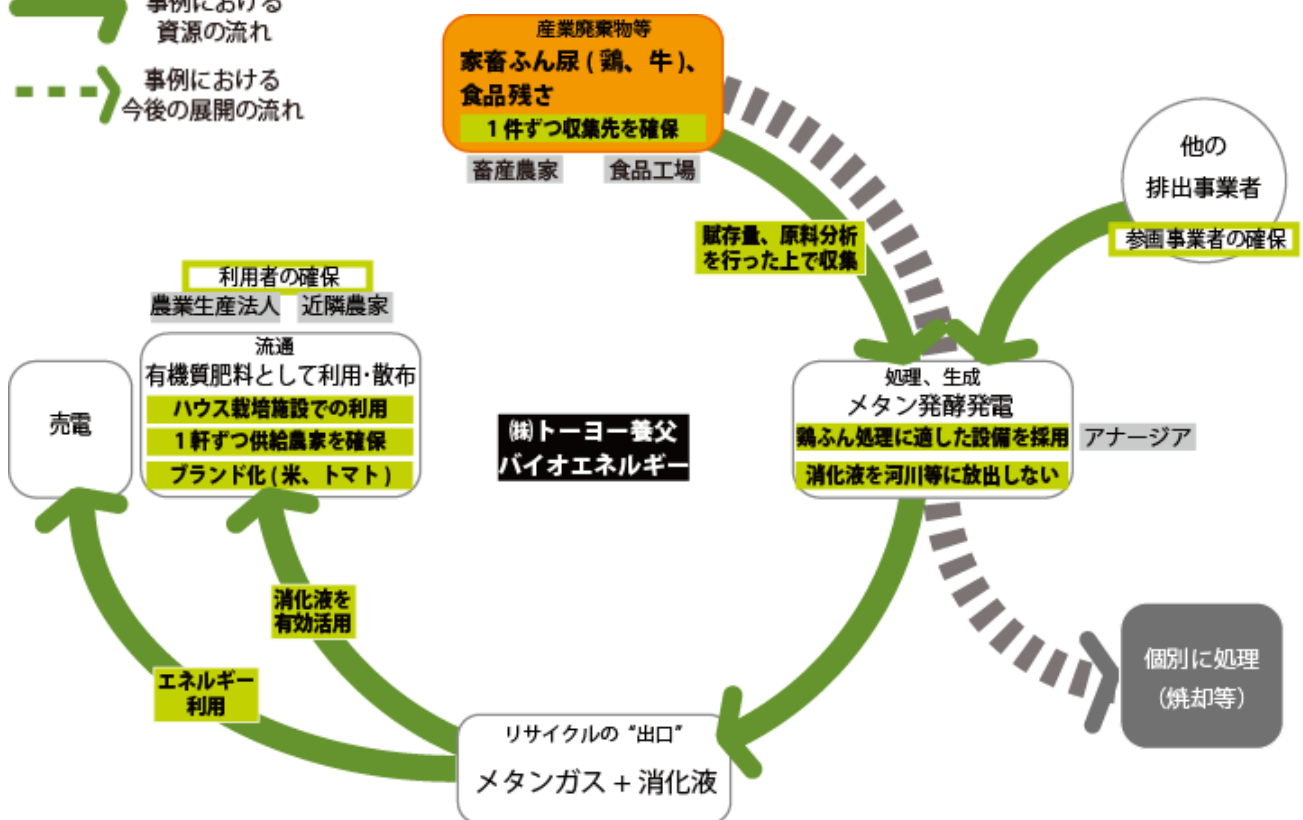
事例におけるサーキュラー・エコノミー（資源の流れ、取組ポイント）

- 家畜ふん尿のうち、特に鶏ふんはアンモニアの含有量が多いためメタン発酵には向かないものとして敬遠されてきたが、カナダ・アナージア社のシステムを採用することでメタンガスを発生させて、売電を行っている。
- リサイクルの「出口」の1つである消化液について、河川等放出することなく有効活用することが本事業の特徴であり、メタン発酵発電所に併設するトマトのハウス栽培施設では、消化液の利用に加えて、地元住民を雇用し、地域経済の循環にも寄与している。また、近隣農家向けに専用車による消化液散布サービスも実施している。
- 今後は、メタンガス発電の発電規模の拡大に向けて、消化液の利用者を増やし、有効利用することで事業を拡大することが期待される。

ポイント 取組ポイント

展開 今後の展開・課題

- > 従来の資源の流れ
- 事例における資源の流れ
- > 事例における今後の展開の流れ



サーキュラー・エコノミーへのシフトチェンジのポイント

トーヨーグループとして、養父市で地方創生に携わりながらエネルギー事業を実践する中で、排出事業者やリサイクル資源（消化液）の利用者との関係性をいよいよ構築していくことで、収集先や流通先を確保していったことが、事業規模の拡大へと進めることができたものと考えられる。

きょうかけ	処理したい産業廃棄物	・家畜ふん尿(メタン発酵に向かないとされる鶏ふん など) ・食品残さ
	事業を動かす力、思い	・エネルギー事業部門として、地方創生に携わりながらバイオマス発電を展開したい。合わせて、農業など新たな事業にも進出してみたい。 ・「養父市 中山間農業改革特区」が全国初の国家戦略特区に認定※コラム参照※
かたちにする	チーム編成	・メタンガス発電所の運営母体である(株)トーヨー養父バイオエネルギーが、排出事業者や消化液の利用者に自ら働きかけ、1者ずつ関係を構築していくことで、収集先や流通先を確保。また、住民説明会を開催し、地域とのコミュニケーションも密に図っている。 →排出事業者（近隣畜産農家[ふん尿の処理時間の短縮]の実現、乳牛を増頭する農家が出現、食品加工場等の事業者） →廃棄物処理業者（(株)トーヨー養父バイオエネルギー） →消化液の利用者（農業生産法人、近隣農家） →地域住民等（住民説明会を何度も開催し、事業内容等の説明責任を果たす） ・技術開発（カナダ・アナージア社）
	サーキュラー・エコノミー構築の工夫	・家畜ふん尿、食品廃棄物の処理 ・メタンガスによるFIT売電（受入容量 最大70t/日、発電出力 1,426kW（一般家庭約1,800世帯分））、7,900t/年のCO ₂ 削減 ・農産物の販売（トマト、米） ・専用車による消化液散布サービス
成果と将来展望	採用した技術	・メタン発酵発電（湿式。鶏ふんでの実績がある外国設備を導入。海外でモニタリング）
	新ビジネス、事業の展開	・消化液利用農家の米を特別栽培米としてブランド化し、道の駅などで販売している。 ・高糖度トマトを京阪神や東京のスーパー等で販売している。 ・トマトの栽培施設、メタンガス発電所における地域住民の雇用 ・【将来展望】消化液の供給先確保（食品残さ等をさらに受け入れるために）
	社会課題の解決	・家畜ふん尿・食品残さのリサイクル ・バイオマスエネルギーと有機質肥料の生産 ・(株)トーヨー養父農業生産法人における地域住民の雇用

※コラム※「養父市 中山間農業改革特区」

2014年に、兵庫県養父市が「中山間農業改革特区」として国家戦略特区として指定された。同市では、多様な担い手の農業参入や耕作放棄地の解消等を目指す取組として、「農業生産法人の要件緩和」「企業による農地取得の特例」を実施している。

同市では13社の企業が約50haの農地を耕作し、約22haの耕作放棄地を再生。さらに、13社合計で総生産売上額が約2億円（2018年度）となり、約90人の新規雇用の創出を実現している。

引用元：養父市ホームページ


02 規制改革 農業生産法人の要件緩和（役員要件）
 法人の農業に従事する役員が1人いれば、農業生産法人とみなされます。【農地法第2条関係】
 ※2016年4月改正農地法施行により、農業生産法人から農地所有資格法人に改正され特例ではなくなりました。

03 規制改革 企業による農地取得の特例
 企業等（農地所有資格法人以外の法人）が一定の要件を満たす場合には、農業経営のための農地を取得できるようになりました。（5年間の時限措置）

企業が担い手として農地を所有し営農が可能に
 ●長期的・安定的に地域に根付いた事業展開
 ●所有権を持つ全面的機能を活用した営農

市内各地で地域に根付いた法人による営農が本格化
 【特区制度を活用した法人の営農状況】
 ※①～⑩が農業生産法人の要件緩和を活用し設立された法人 ※⑪は企業による農地取得の特例を活用した法人

① (株)養父新新組	⑥ (株)アグリノベーターズ【八鹿町南郷・大屋町加保】
② (株)クボタファームやぶ【八鹿町八木・大谷・三宅ほか】	⑦ (株)トーヨー養父農業生産法人【大敷】
③ (株)三六【八鹿町三谷】	⑧ (株)Amak【鹿座・桂屋】
④ やぶファーム(株)【大敷・養父市場】	⑨ (株)やぶの家【八鹿町高柳・養父市場・大塚ほか】
⑤ (株)やぶさん【大屋町空垣・大屋町樽見】	⑩ 兵庫ナカバヤシ(株)【大屋町空谷・蔵垣・浅山】
⑥ (株)やぶの花【大屋町和田】	⑪ 住環境システム協同組合【小畑】
⑦ (株)マイファームハニー【長野】	



事業者プロフィール

企業名：株式会社トーヨー養父バイオエネルギー
 所在地：兵庫県養父市大敷 1153-3
 代表者：代表取締役 岡田吉充
 事業内容：電力事業、廃棄物の収集、処理・再生品の販売等

設立：2015年
 TEL：079-666-8104
 従業員数：10名
 HP：https://toyo-group.com/group/bioenergy/

事例－3 三重リサイクルセンター（三重中央開発株式会社）【三重県伊賀市】



「トランスヒートコンテナの運用で地域貢献を図る大規模リサイクル施設」

Point

- トランスヒートコンテナシステムを採用し、焼却施設で発生する熱をトレーラーで運搬し近隣の温浴施設へ供給。中・低温排熱の有効利用、導管等のインフラ整備が不要で導入コストが抑えられる点に熱供給側としてメリットがある。
- 環境省委託事業を活用し、小型コンテナを開発。利用先の多様化、許可申請の手続き削減が実現。
- 大規模リサイクルセンターとして地域や社会への貢献を重視。システム運用もその一環ととらえる。

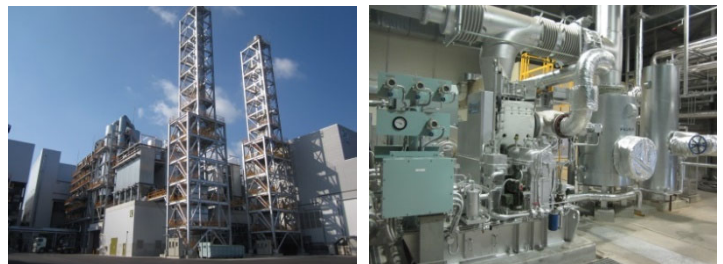
取組に至った経緯・きっかけ

エネルギープラザ建設時に、地域貢献の一環として、周辺地域への熱供給を地域と取り決めたことから、トランスヒートコンテナシステムの開発に着手。

三重中央開発(株)が運営する三重リサイクルセンターは、多種多様な廃棄物を処理、再資源化を行うプラントが集結するほか、国内最大級の最終処分場も有する国内屈指の総合リサイクルセンターである。産業廃棄物と一般廃棄物の両方を取り扱っており、産業廃棄物は中部地域のほか、信州や北陸、東京方面から、一般廃棄物は地元・伊賀市をはじめ、三重県外を含む多数の自治体から、それぞれ広範囲に受け入れている。

同センターでは産業廃棄物と一般廃棄物を焼却炉で一括処理した後、生成した灰は建設資材に、蒸気の一部は最終処分場の浸出水の水処理に、また、炭化处理により作られた炭は園芸用堆肥に、それぞれ活用するなど、資源循環を徹底している。また、**焼却時に発生する熱は、発電して同センター内で利用されるほか、蓄熱タンクに貯めておき、使用先へトレーラーで運搬する「トランスヒートコンテナシステム」を運用し、近隣の温浴施設へ熱を供給している。**

同センターにおいて、焼却施設や焙焼施設、乾燥施設、炭化施設等を備える**エネルギープラザ（2013年より稼働）**を建設する際に、**地域貢献の一環として、周辺地域への熱供給を地域と取り決めたことが、トランスヒートコンテナシステム開発のきっかけ**となっている。



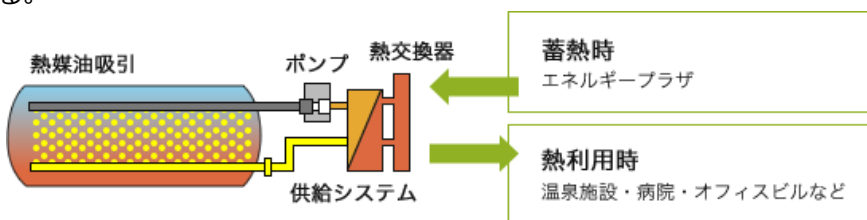
エネルギープラザは、1日に636tの処理能力を誇る焼却施設（写真左）や、排熱利用による4,000kWの発電システム（写真右）を有する。

事業・採用システムの概要

1日1回、トランスヒートコンテナで10km離れた温浴施設へ熱供給。中・低温排熱が有効利用できる点と導入コストの安価な点がメリット。

同センターでは、**エネルギープラザの焼却施設の排熱を、熱交換器を介して潜熱蓄熱材が充填されたコンテナへ5時間ほどかけて蓄熱する。その後、約10km離れた温泉宿泊施設「サンピア伊賀」までコンテナ車で搬送し、5時間ほどかけて熱交換器を介して放熱。サンピア伊賀内の天然温泉「芭蕉の湯」で熱を利用している。**1日に1台を搬送することで、50度の温泉湯の14t分を熱供給できる。

トランスヒートコンテナを熱供給側が採用する主なメリットとしては、回収効率が低く従来はあまり利用されてこなかった中・低温排熱が有効利用できる点と、導管などのインフラの整備が不要で導入コストが抑えられる点がある。



トランスヒートコンテナシステム（蓄熱時、熱利用時）の仕組み。廃棄物を焼却する際の排熱を蓄熱タンクに貯めることで、コンテナで広範囲に供給できる。



コンテナ車で温浴施設まで熱を運搬

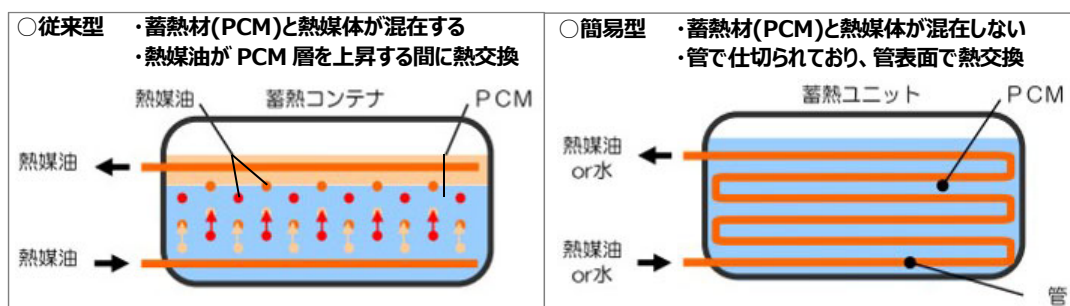
事業を構築する上でのポイント

環境省事業での技術開発により、トランスヒートコンテナの小型化が実現。
利用先の多様化に加えて、許可申請の手続きが不要になる点でもメリットを発揮。

三重中央開発(株)では、システム運用に向けて、環境省「地球温暖化技術開発等事業」(2011~2014年度)を活用し、コンテナ部の技術を有する三機工業(株)、コンテナ車の改造等を担う極東開発工業(株)、実証実験場を提供するサンピア伊賀とともに、簡易型トランスヒートコンテナの開発を行った。開発当初の時点では、トランスヒートコンテナシステムは専用の大型トレーラーで運用されていたが、同センターが所有する10tコンテナ車での運用を目指し、開発を進めていった。

簡易型トランスヒートコンテナは、従来型とのコンテナの構造の違いに特長がある。従来型は、直接接する蓄熱材と熱媒油を分離するため、コンテナ内に一定の高さが必要で小型化には向いていなかった。簡易型は、蓄熱剤が充填されたコンテナ内に熱媒油の流れるパイプが縦走り、蓄熱材と熱媒油が間接接する構造を採用。実証実験により、コンテナを小型化しても安定して能力発揮できる性能を確認している。

この結果、トランスヒートコンテナが10tコンテナ車で運用できるようになり、多様途利用が可能となっている。また、従来型には必要だった消防法や大型特殊免許、道路通行許可の許可申請が不要になる点もメリットがある。



従来型(左)と開発された簡易型(右)のコンテナ内の構造の違い

大規模なリサイクルセンターとして、地域や社会への貢献を重視。

現在、同センターでは、トランスヒートコンテナシステムの運用により、サンピア伊賀には熱を無償で供給している。同センターが投資している形ではあるが、工場見学や市民向けイベントと同様に、市民へのPR活動や地域貢献の一環と捉えて取り組んでいる。

また、国内最大級の最終処分場では、約130ヶ所にも及ぶ全国の自治体と災害廃棄物の収集運搬・処理に関する協定を締結。近年発生した大規模水害の災害廃棄物も多数受け入れている。

事業推進に向けた今後の展望、課題

トランスヒートコンテナシステムによる熱輸送ビジネスの展開を目指す。
一般廃棄物の更なる受け入れに向けて、メタンガス化施設の整備計画を進行中。

同センターでは、トランスヒートコンテナシステムによる熱輸送ビジネスの展開を目指し、概ね10km圏内にある福祉施設、温泉、温水プールなどのお湯を大量に使用する施設等をターゲットとして、検討を進めている。

なお、ビジネス展開においては、中型トレーラーが止められる敷地スペースの確保と、需要側のコストメリットの創出が課題となる。とりわけ、トランスヒートコンテナシステムは、システム運用時の長時間拘束による人件費や、設備投資も含めたコストメリットを見出せるかが、大きなハードルになるようだ。

また、近年依頼が増える一般廃棄物等のさらなる受入に向けて、堆肥化施設を併設したメタンガス化施設(320t/日)を整備し、エネルギー供給を行う計画を2022年からの稼働を目指して進めている。特定目的会社(SPC)を設立し、食品残さをメタン発酵させて生成したガスをSPCが買い取り、FIT制度を活用して売電する予定であるほか、食品リサイクルループの構築を目指し、大手スーパーとの提携や周辺の食品工場からの新たな受入も準備している。



三重リサイクルセンターは70万㎡の広大な敷地に様々なプラントや施設が集結している。

「トランスヒートコンテナの運用で地域貢献を図る大規模リサイクル施設」

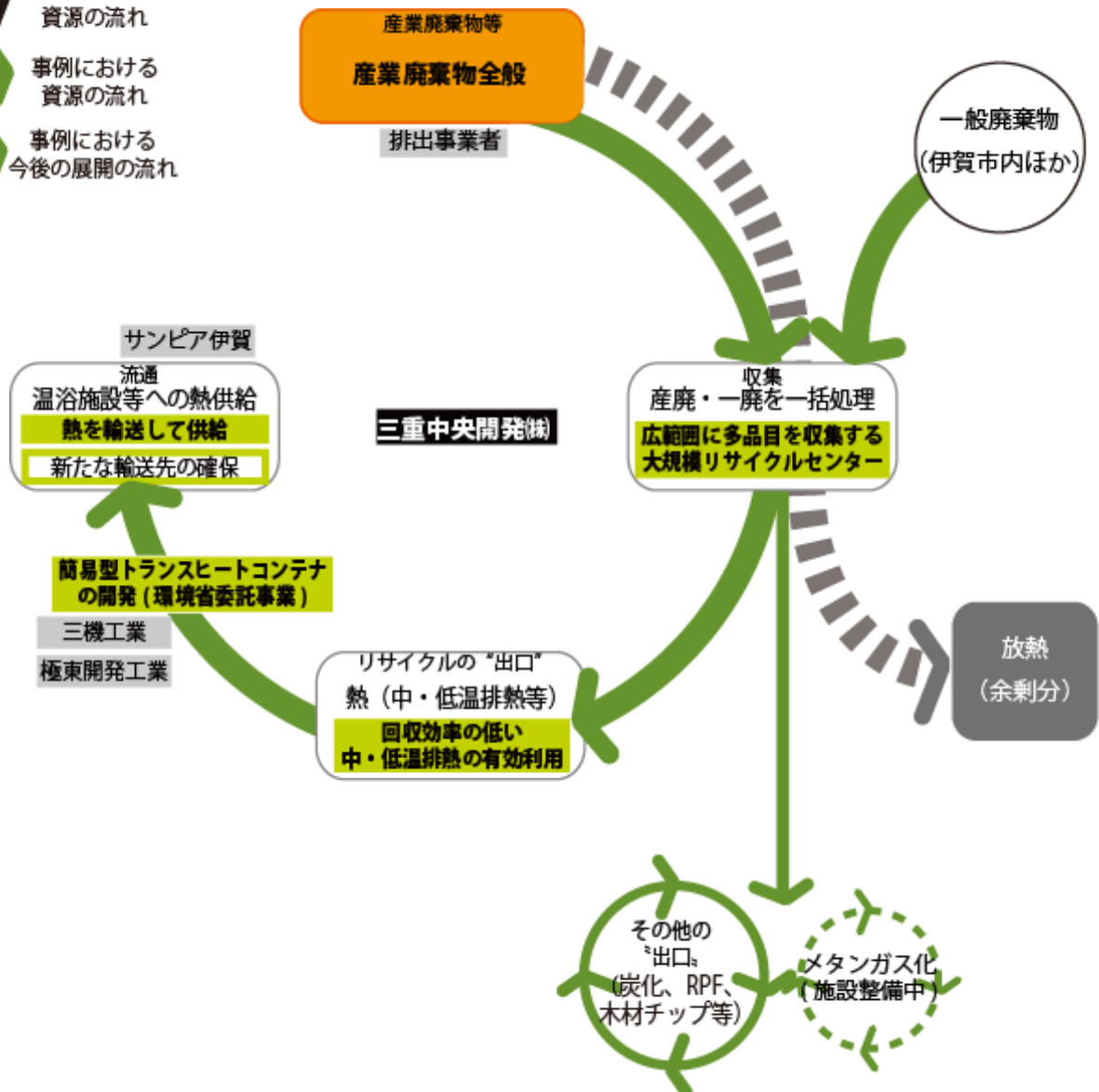
事例におけるサーキュラー・エコノミー（資源の流れ、取組ポイント）

- 大規模なリサイクルセンターにおいて、エネルギープラザの建設（施設の増設）の際に、地域貢献を行うものとしてトランスヒートコンテナシステムが整備され、熱を地域の温浴施設に運び、エネルギー供給を図る取組が始まった。
- また、地域の一般廃棄物も合わせて受け入れる体制となり、さらにはメタンガス化施設の新設を進めるなど、施設の事業規模が拡大することで、トランスヒートコンテナシステムが地域貢献事業としての役割が高まるものと考えられる。
- 今後、新たな需要先を確保することで、事業の採算性確保が望まれる。

ポイント 取組ポイント

展開 今後の展開・課題

- > 従来の資源の流れ
- 事例における資源の流れ
- - -> 事例における今後の展開の流れ



三重リサイクルセンター（三重中央開発株式会社）【三重県伊賀市】

サーキュラー・エコノミーへのシフトチェンジのポイント

三重中央開発(株)としては、トランスヒートコンテナシステムは地域貢献活動を主たる目的として技術開発が進められたこともあり、現在は収益を得る事業としては展開していないものの、事業の収益化を図るためには新たな需要先の開拓と採算性の確保が当面の課題になるものと考えられる。

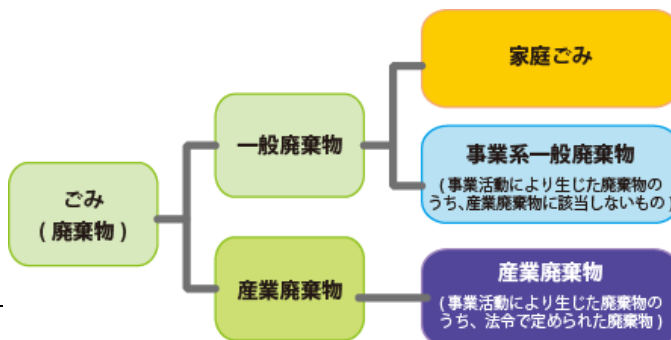
現在、FIT 売電を想定したメタンガス化施設を整備しており、今後は廃棄物処理施設でありながら、収益を生み出すエネルギー供給施設としても事業展開されることになる。トランスヒートコンテナシステムは、その発端にもなった取組である。

きょうかけ	処理したい産業廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> 産業廃棄物全般（広範囲に収集） 一般廃棄物（伊賀市など、多数の自治体より受入）
	事業を動かす力、思い	<p>大規模な産業廃棄物処理施設として、施設をさらに増設する際に、CSR 活動の一環で地域貢献につながる取組も合わせて展開し、地域に広く発信できるようにしたい。</p>
かたちにする	チーム編成	<ul style="list-style-type: none"> 廃棄物処理業者（三重中央開発(株)） 技術開発等（三機工業(株)・コンテナ開発、極東開発(株)・コンテナ車の改造等） 熱の需要家施設（サンピア伊賀・温浴施設を有するホテル） 地域住民等（地域とのコミュニケーションをていねいに図り、事業内容等の説明責任を果たす）
	サーキュラー・エコノミー構築の工夫	<ul style="list-style-type: none"> 省スペース、取得すべき許可が少ないなど、施設の周辺地域でも運用が可能なコンテナ車を開発。 採算性の確保が可能な熱需要施設の諸条件を設定。（10 km圏内に立地、給湯への利用など）
成果と将来展望	採用した技術	<p>トランスヒートコンテナシステム（環境省事業として開発・実証事業を行い、小型化が実現）</p>
	新ビジネス、事業の展開	<ul style="list-style-type: none"> 地域への熱エネルギー供給サービスの展開 【将来展望】新たな輸送先の確保による収益事業としての展開 【将来展望】メタンガス化施設の整備により、エネルギー供給施設としてさらに事業を展開
	社会課題の解決	<ul style="list-style-type: none"> 産業廃棄物全般と一般廃棄物のあわせ産廃による、効率的な廃棄物処理 大規模な産業廃棄物処理施設として、地域とのコミュニケーションを強化

※コラム※産業廃棄物と一般廃棄物の一括処理（あわせ産廃）

廃棄物は産業廃棄物と一般廃棄物により大きく二分され、それぞれ処理を行うには廃棄物処理業者としての許可取得（収集運搬業、処分業の2種類）が必要となり、産業廃棄物は都道府県等へ、一般廃棄物は市町村へ、それぞれ申請する必要がある。

基本的には産業廃棄物と一般廃棄物は別々に処理され、産業廃棄物については事業者が自ら処理することが原則であるが、市町村も、必要であると認める場合は、一般廃棄物と併せて産業廃棄物の処理を行うことができ、これは通称「あわせ産廃」※とも言われている（廃棄物処理法第11条第2項）。



※引用元：公益社団法人日本産業廃棄物処理振興センターHP内「よくあるご質問」

事業者プロフィール

企業名：三重リサイクルセンター(三重中央開発株式会社)	設立：1980年設立
所在地：三重県伊賀市予野字鉢屋4713番地	TEL：0595-20-1119
代表者：代表取締役社長 金子文雄	従業員数：337名
事業内容：一般廃棄物・産業廃棄物収集運搬・処理・リサイクル業	HP：https://miechuokaiatsu.jp/

事例－4 水島エコワークス株式会社【岡山県倉敷市】



「産業廃棄物と一般廃棄物を一括処理する ゼロエミッション・コンビナート」

Point

- 水島コンビナートや県内を中心とした産業廃棄物と倉敷市内の一般廃棄物等を一括処理し、100%リサイクルを実施。
- サーモセレクト方式により廃棄物を溶融し、ガス化・改質することで、100%リサイクルすることを実現。
- 岡山県と倉敷市、コンビナート内大企業9社が出資してSPCを設立。金融機関から資金調達し、PFI事業を実施。
- 自治体のリサイクル率向上に貢献。災害廃棄物の処理や環境教育の見学者受入れなど社会貢献活動も実践。

取組に至った 経緯・きっかけ

水島コンビナートで排出される廃棄物の適正処理・リサイクルについて、岡山県が一般廃棄物等も含めた一括処理を提案。PFI事業としてSPCを設立。

岡山県倉敷市にある水島コンビナートは、岡山県の製造品出荷額の約5割を占める国内有数のコンビナートのひとつであり、石油製品や石油化学製品、鉄鋼製品、自動車、食品など、様々な製品が製造されている。

水島コンビナートにおける長年の課題であった廃棄物の適正処理・リサイクルについて、1997年頃に岡山県が「環境コンビナート構想」を提唱し、立地企業が個々で廃棄物を処理するのではなく、一般廃棄物等も含めて一括処理することで、ゼロエミッション化や処理コストの削減を図ることが提案された。

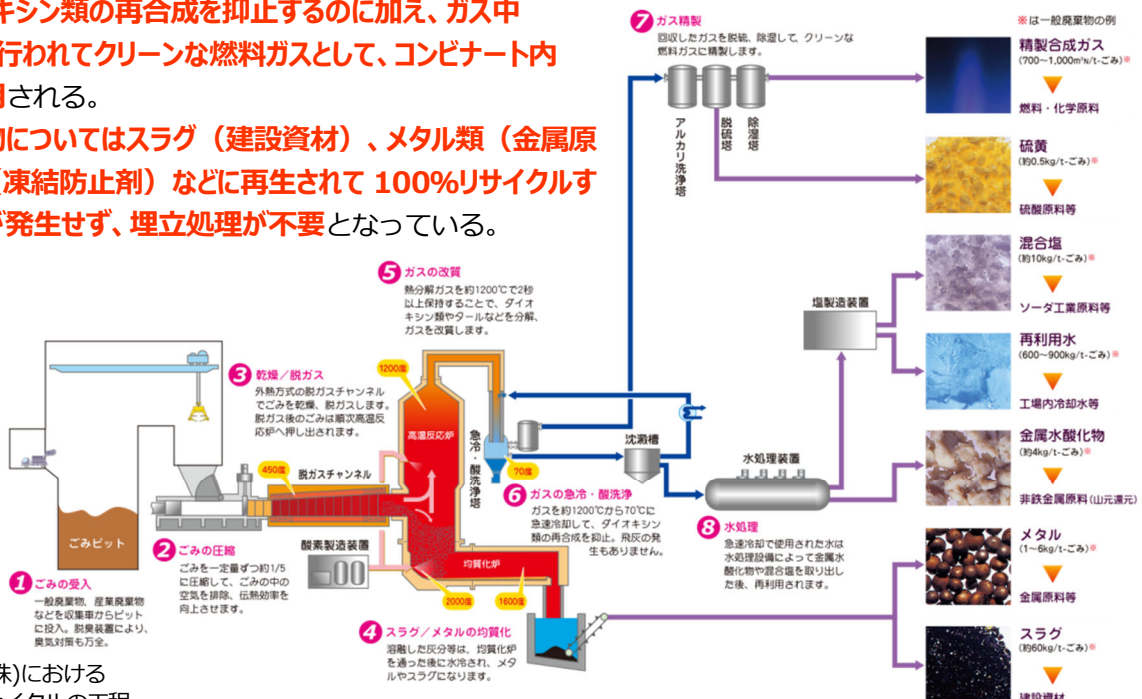
その後、2002年にPFI方式により、倉敷市の資源循環型廃棄物処理施設の整備・運営を行う特別目的会社(SPC)として水島エコワークス(株)が設立され、「サーモセレクト方式」を採用した100%再資源化を行うプラントを整備。2005年4月から本格的に稼働し、水島コンビナートから排出される廃棄物だけでなく、県内立地企業からの産業廃棄物と市内の一般廃棄物の両方を受け入れている。

事業・採用 システムの概要

「サーモセレクト方式」により、廃棄物を溶融し、ガス化・改質することで、エネルギーや資源として100%リサイクルすることを実現。

「サーモセレクト方式」とは、ガス化溶融炉(高温反応炉)で廃棄物中の有機物をガス化・改質することで、エネルギーや資源としてリサイクルする方式である。圧縮・乾燥・脱ガス処理した廃棄物は、高温反応炉において、酸素と反応し約2000℃に達することで、可燃物はガス化された後、水素・一酸化炭素など単純なガスに改質。その後、急速冷却することで、ダイオキシン類の再合成を抑制するのに加え、ガス中の脱硫・除湿が行われてクリーンな燃料ガスとして、コンビナート内の製鉄所で利用される。

また、不燃物についてはスラグ(建設資材)、メタル類(金属原料)、工業塩(凍結防止剤)などに再生されて100%リサイクルすることで、飛灰が発生せず、埋立処理が不要となっている。



水島エコワークス(株)における
廃棄物の処理・リサイクルの工程

事業を構築する上でのポイント

県や市、コンビナートに立地する大手企業が SPC 設立のため出資し、事業を構築。多様な廃棄物を混合処理することで、燃焼に適した原料になる利点もある。

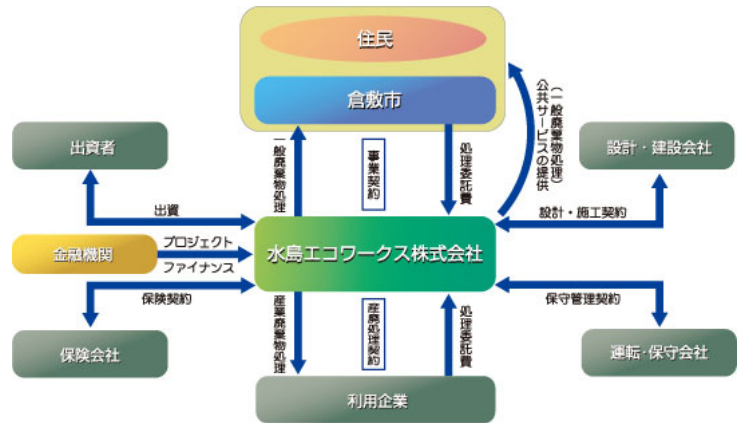
現在、水島エコワークス(株)のプラントでは、1日で555t(産業廃棄物252t、一般廃棄物等303t)、年間では約15万tの廃棄物等を処理している。大量に一括処理することで、企業、倉敷市ともに個別での処理に比べて大幅なコスト削減を実現している。

なお、SPCを設立する際に、岡山県、倉敷市に加えて、コンビナート内に立地する大企業9社が株主となり出資したことが、安定した事業運営のポイントになったという。

「**コンビナート内の大手企業が株主として出資し、長期間、事業を保障して下さったことに加え、廃棄物処理について当社と委託契約することで、安定した事業運営ができています**」ように思います。また、出資企業が廃棄物をリサイクルすることへの意識が高く、合意形成がスムーズに進んだことや、最初にどんなプラントを作るべきかについてしっかり考えて整備したことも、安定した事業運営のポイントになっているように思います。」

(取締役 松井一晃さん)

なお、**産業廃棄物と一般廃棄物を一括処理することは、多様な廃棄物が混合されるため、ちょうど燃焼しやすい原料になるという利点がある**という。同社の場合、燃焼カロリーは一般廃棄物は低く、産業廃棄物はASR(自動車破砕残さ)を始めとして高いものが多いため、熱量を補完できている。



PFI事業の基本スキーム

自治体の一般廃棄物のリサイクル率向上に大きく貢献。

同社の事業開始後、岡山県や倉敷市における一般廃棄物のリサイクル率が大幅に向上し、2015、2016年度は岡山県、倉敷市ともに全国ナンバーワンとなっている。事業開始前の2003年は、倉敷市ではリサイクル率が14.5%に止まっていたが、2016年は54.0%に、岡山県においても2003年の16.5%から2016年には30.1%に、それぞれ大幅にアップしている。

事業推進に向けた今後の展望、課題

地域の資源循環型社会の形成に貢献する施設として、災害廃棄物の処理や環境教育の見学者受入など社会貢献活動も実践し、期限内の事業を履行。

同社では、**循環型社会の形成に貢献する一連の取組が評価され、令和元年度に「循環型社会形成推進功労者環境大臣表彰」(環境省主催)を受賞**している。

また、2018年7月に発生した西日本豪雨において、甚大な被害を受けた倉敷市内をはじめ、県外も含めて大量の災害廃棄物を受け入れ、処理を行ってきた。さらに、市内及び県内を中心に、小学校の環境教育の受入や地域住民の環境学習の場を提供している。

同社は、2025年3月までの20年間の時限付事業として運営している。事業終了後については、県や市、コンビナート内企業等により、廃棄物の処理・リサイクルの手法についての検討が進みつつあるという。

「サーモセレクト方式は、プラントの稼働当初における最新技術として採用されました。**事業終了後に採用される技術や設備についても、地域の資源循環型社会の形成につながる最新・最良のものを導入して取り組まれることになると**思います。」(松井一晃さん)



同社では、小学校4年生の環境教育の受入や地域住民の環境学習の場を提供している。

「産業廃棄物と一般廃棄物を一括処理するゼロエミッション・コンビナート」

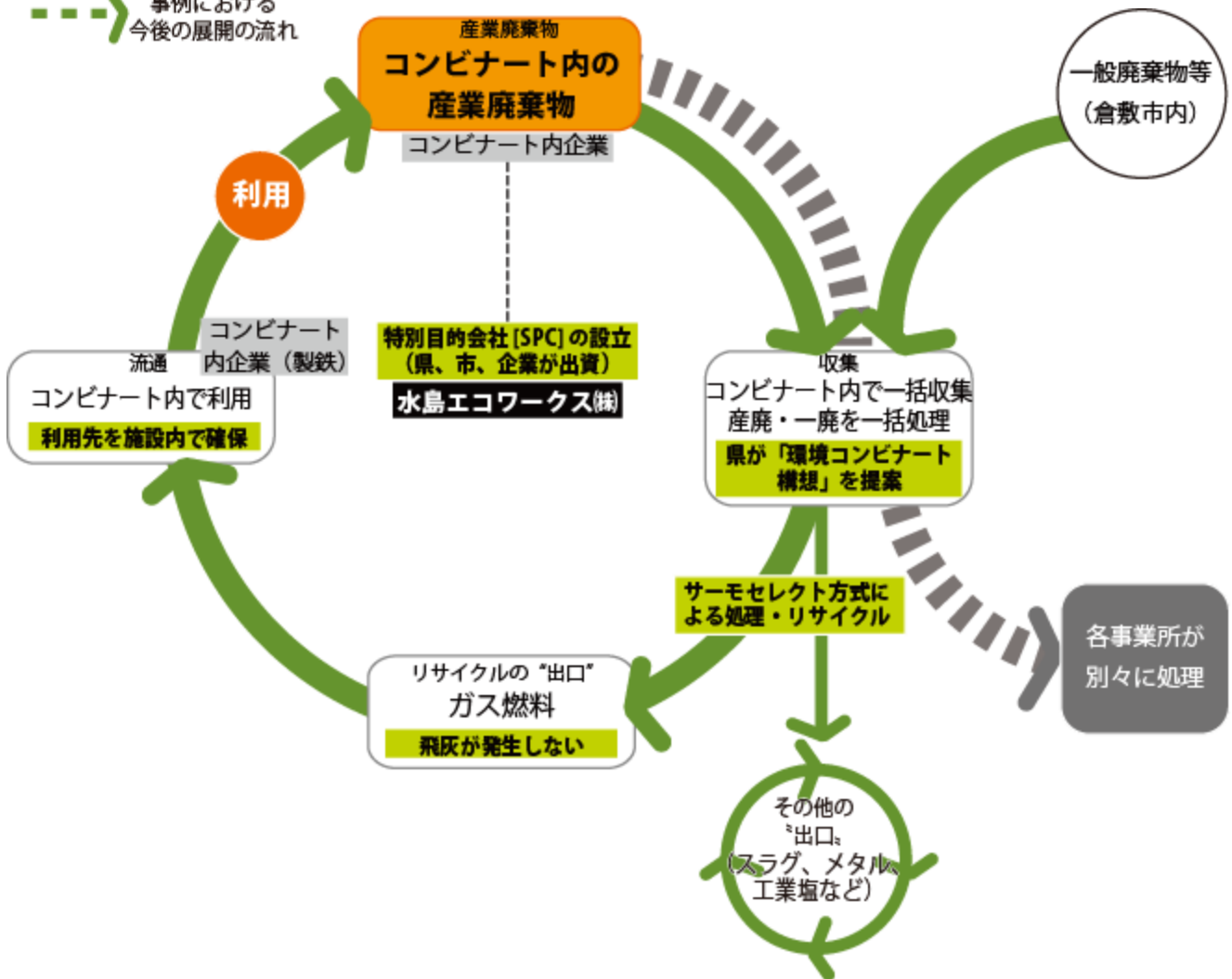
事例におけるサーキュラー・エコノミー（資源の流れ、取組ポイント）

- 本事例の最大の特徴は、コンビナート内の産業廃棄物の一括処理に加えて、一般廃棄物も合わせて処理し徹底的にリサイクルすることであり、この結果、リサイクル率の向上や、企業・行政とも処理費用の削減が実現できているものと考えられる。
- 事業推進のポイントとしては、岡山県で提案された「環境コンビナート構想」により、それらを一括処理するよう勧めたことと、合わせて実行に向けて特別目的会社（SPC）を設立したことであり、これらにより事業推進体制を構築できたものと考えられる。

ポイント 取組ポイント

展開 今後の展開・課題

- > 従来の資源の流れ
- 事例における資源の流れ
- - -> 事例における今後の展開の流れ



水島エコワークス株式会社【岡山県倉敷市】

サーキュラー・エコノミーへのシフトチェンジのポイント

水島コンビナートから排出される廃棄物を効率よく処理し、リサイクルを図るため、岡山県が「環境コンビナート構想」で一般廃棄物も含めて廃棄物を一括処理することを提案し、水島コンビナート内の大手企業とも合意形成を図ることで、岡山県、倉敷市と PFI 方式で特別目的会社（SPC）を設立。これらのごにより、官民による共通認識が醸成され、スケールメリットの大きいリサイクルビジネスの推進へとつながったものと考えられる。

き つ か け	処理したい産業廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> 水島コンビナート内の産業廃棄物 一般廃棄物、下水汚泥、焼却灰（倉敷市内）
	事業を動かす力、思い	<ul style="list-style-type: none"> 大規模コンビナートから大量に排出される廃棄物を、効率よく処理し、リサイクルを図りたい。 岡山県が「環境コンビナート構想」により、コンビナート内に加えて、一般廃棄物も含めて一括処理することを提案。
か た ち に す る	チーム編成	<ul style="list-style-type: none"> 排出事業者等（水島コンビナート入居企業 9 社、倉敷市） 廃棄物処理業者（水島エコワークス(株)） →水島コンビナート内企業 9 社、岡山県、倉敷市が株主となり、PFI 方式で事業会社を設立。 技術開発等（水島コンビナート入居企業の 1 つである JFE グループが主導）
	サーキュラー・エコノミー構築の工夫	<ul style="list-style-type: none"> 排出事業者、市より廃棄物を受け入れ。 スラグ、メタル、工業塩等としてリサイクルした各種マテリアルを有料で販売。 スケールメリット（555 t / 日）により、個別での処理に比べて安価に処理。 ガス燃料をエネルギーとしてリサイクルすることで、コンビナート内のエネルギー使用量を削減。
	採用した技術	<ul style="list-style-type: none"> サーモセレクト方式（燃料ガスをコンビナート内の製鉄会社で有効活用。その他に生成した無機物は徹底的にリサイクルを図る）
成 果 と 将 来 展 望	新ビジネス、事業の展開	<ul style="list-style-type: none"> PFI 方式による、ゼロエミッション・コンビナートとしてのリサイクルビジネスの展開 倉敷市内、岡山県内の小学生の社会見学受入
	社会課題の解決	<ul style="list-style-type: none"> 産業廃棄物全般と一般廃棄物のあわせ産廃による、効率的な廃棄物処理 地域のリサイクル率向上（倉敷市は中核都市として、岡山県は都道府県として、一般廃棄物のリサイクル率全国 1 位を達成）

※コラム※産業廃棄物処理業者が推し進める災害廃棄物対策

2016年2月に、産業廃棄物処理業者13社により「一般社団法人日本災害対応システムズ」を設立。突発的に大量発生するのに加え、水分を多く含むため、処理が難しい災害廃棄物について、全国の産業廃棄物処理業者で連携しながら処理等対応を行っている。

同社においては、2018年の西日本豪雨により倉敷市内が甚大な被害を受けた際に、岡山県および倉敷市からの要請によって、大量の災害廃棄物の受入に協力している。



西日本豪雨における災害廃棄物の受入の様子（写真奥側）

事業者プロフィール

企業名：水島エコワークス株式会社
 所在地：岡山県倉敷市水島川崎通 1 丁目 14 番 5
 代表者：代表取締役社長 藤井和夫
 事業内容：資源循環型廃棄物処理施設の運営（産業廃棄物、一般廃棄物）

設立：2002年設立
 TEL：086-447-3255
 従業員数：10名（常勤役員含む）
 HP：https://www.m-ecoworks.net/

推進途中 滋賀バイオマス株式会社【滋賀県栗東市】

「各地で排出される廃棄物系バイオマスを活用したバイオコークスの高付加価値化・流通促進を目指し、地域活性化に挑む」

取組に至った経緯・きっかけ

バイオコークスに関心を持つリサイクル業者が中心となり、地元企業 3 社で共同設立。バイオコークス開発者(近畿大学)とプラスチック混合バイオコークス(PMBC)を共同開発。

滋賀バイオマス(株)は、プラスチックのマテリアルリサイクルで一定の成果を得ていた再生プラスチックペレット製造業者の(株)近江物産が、地元にある木材卸販売業者及び石油販売業者の2事業者に声をかけ、2015年に共同出資により設立したバイオコークスのメーカーである。

(株)近江物産の芝原茂樹社長(当時。現在は会長)がバイオコークスについて従前から関心を持ち、バイオコークス開発者の近畿大学の井田民男先生に取組方策について相談し、廃プラスチックを混合させたバイオコークスを考案。**地方創生の一環として、地方銀行からの支援を得ながら、2015年に総務省「地域経済循環創造事業交付金」に採択され、交付金を用いた設備投資に踏み切った。**

その後、発熱量向上とCO₂排出量削減の効果が期待できる**プラスチックを30%混合させたプラスチック混合バイオコークス(PMBC)を共同開発**。PMBCは、自動車部品メーカーの溶解炉でも実証し、石炭コークスの代替燃料としても使用可能であることを確認している。

	バイオコークス(杉)	PMBC(pp:30%含有)	石炭コークス(鑄造)	ペレット(杉)
総発熱量(Kcal/Kg)	4200	6050	7000	4200
冷間強度(MPa)	100~200	25~35	20	5~10
見かけ比重	1.3~1.4	1.2	0.7	0.6~0.7
窒素分(%)	0.2~1.0	0.2~1.0	2.2	0.2~1.0
硫黄分(%)	0.06~0.08	0.06~0.08	0.5~1.0	0.06~0.08
炭素分(%)	約50	65	80~90	約50
灰分(%)	0.05~1.0	0.05~1.0	6~10	0.05~1.0

PMBCと木質バイオマスなどのバイオコークス、各種固形燃料との熱量やCO₂削減効果の比較。近畿大学との共同開発を通じて、CO₂排出量削減が期待でき、なおかつバイオコークスの特性が保てる燃料として、PMBCのプラスチック混合率は30%を基本としている。



現在の取組、今後の展開

設備投資や採算性確保など、課題の洗い出しを行いながら、バイオコークスを活用した事業展開を排出事業者等と模索中。

PMBCの利用に向けて、石炭コークスを主燃料とする鉛精錬、石灰焼成業者等にテスト利用してもらったところ好感触を得たが、業者が求める量と同社の生産体制にギャップがあることが判明。増産体制を確立するには、販売先の安定的な需要量確保に加え、付帯設備である乾燥機、特殊ボイラー、保管庫などの設備投資が必要となるため、この案件については一旦保留している。

また、新たな販売チャネルとして、県内のコーヒー直火焙煎場からで排出されるコーヒー滓からバイオコークスを生成し、焙煎場内で再度、燃料利用することを検討しており、採算性確保に向けて、双方が所有する乾燥機の有効活用、輸送費削減など、課題の洗い出しを進めつつある。なお、PMBC独特の臭いがコーヒーの香りに影響を及ぼす可能性があるため、この案件ではコーヒー滓のみでバイオコークスを生成することを想定している。

「一連の取組を通じて、バイオコークスによる事業展開の可能性と課題を実感しています。BtoB向けと並行して、BtoC向けのストーブ燃料用やアウトドア用の商品『BioFlare』のネット販売が少しずつ浸透しているのに加え、食品商社やコークス供給商社、薪販売業者からの相談も増えています。**課題として、バイオコークスを製造する際には、数千万円レベルの設備投資が必要になります。そのため、事業者とは、バイオコークスの活用方法に加え、設備等の費用負担、取組のアピールの仕方などを一緒に検討しながら事業スキームを構築していくことが、とても重要**だと実感しています。

国が「2050年CO₂排出実質ゼロを目指す」と発表するなど、政策面での機運の高まりも感じていますので、その機運にうまく乗ることが出来ればと考えています。」

(代表取締役 芝原茂樹さん)



弊社バイオコークス製造プラント

同社が所有するバイオコークス製造プラント

事業者プロフィール

企業名：滋賀バイオマス株式会社
 所在地：本社 滋賀県栗東市大橋 7-4-51 (事業所 滋賀県栗東市大橋 5-9-19)
 代表者：代表取締役 芝原茂樹
 事業内容：バイオコークス、PMBC等の製造販売

設立：2015年設立
 TEL：077-554-1506
 従業員数：5名
 HP：http://shiga-biomass.com/

事例におけるサーキュラー・エコノミー

バイオマス各種の排出事業者等からのリサイクルへの要望は多く、原料確保の見込みはたっている。また、収集・処理にかかる技術開発や「出口」の製造についても、一定の設備等が導入されている。

一方、BtoBでの利用先・利用用途が課題であり、バイオマスや廃プラスチックに関する他のリサイクル方法との差別化を図った用途開発及び事業スキームの構築、採算性が確保できる生産体制の確立が望まれる。

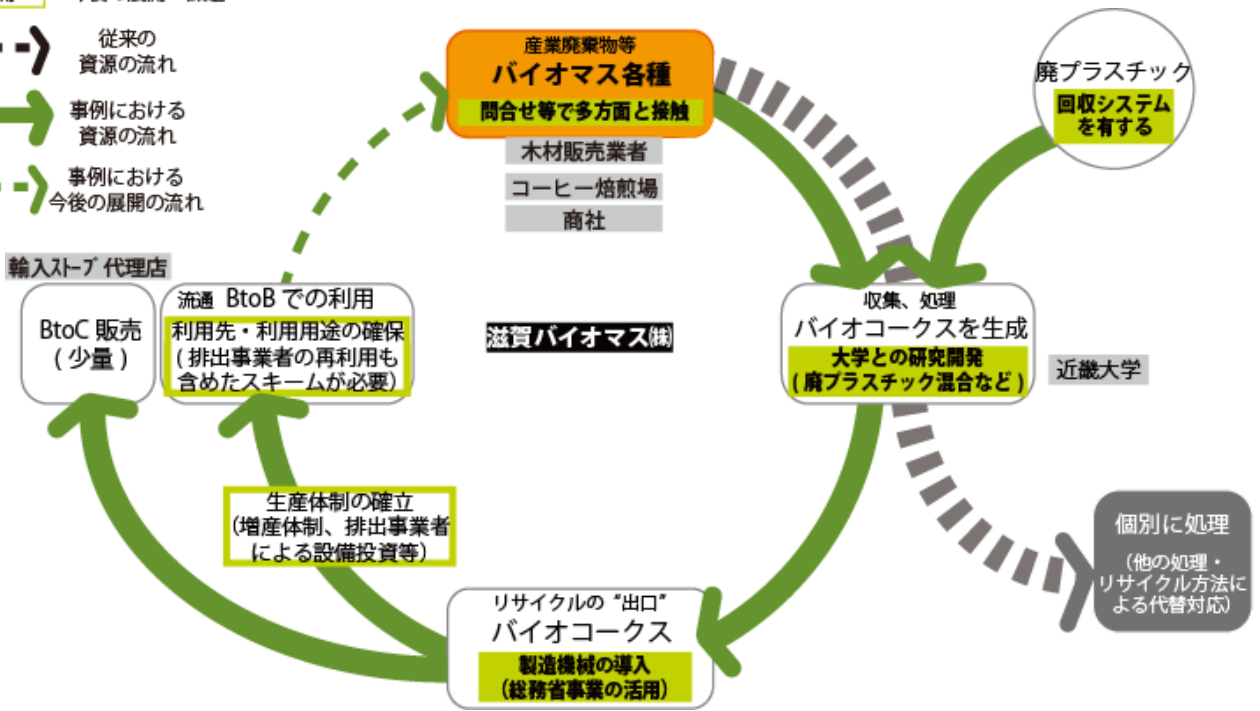
ポイント 取組ポイント

展開 今後の展開・課題

---> 従来の資源の流れ

→ 事例における資源の流れ

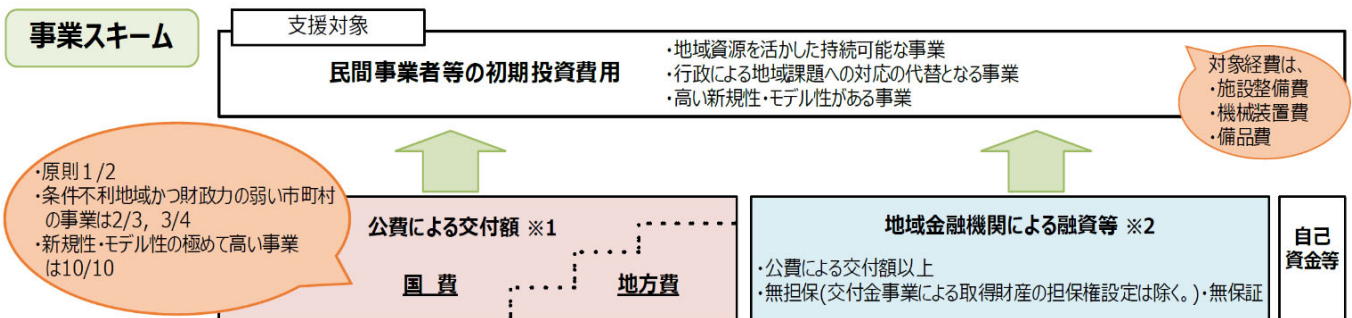
- - -> 事例における今後の展開の流れ



※コラム※ ローカル 10,000 プロジェクト (地域経済循環創造事業交付金)

総務省では、産学官の連携により、地域の資源と資金を活用して、雇用吸収力の大きい地域密着型の事業を全国各地で立ち上げる「ローカル 10,000 プロジェクト」を2012年より推進。

地域金融機関等から融資等を受けて事業化に取り組む民間事業者が、事業化段階で必要となる初期投資費用等について、地方公共団体が助成する経費に対し、地域経済循環創造事業交付金を交付している。



※1 上限2,500万円。融資額(又は出資額)が公費による交付額の1.5倍以上2倍未満の場合は、上限3,500万円。2倍以上の場合は、上限5,000万円。
 ※2 地域金融機関による融資の他に、地域活性化のためのファンド等による出資を受ける事業も試験的に対象

引用元：総務省ホームページ

事例－5 比留間運送株式会社【東京都武蔵村山市】



「ALC 端材とバイオマスを混合して作る 良質な屋上緑化用の人工軽量土壌」

Point

- 大手建材メーカー、造園業者との共同開発で、ALC 端材を人工軽量土壌に再生する技術を確立。
- ALC リサイクル専用工場を整備。土壌に適した丸い形状の ALC の粒・粉を精製する技術を独自に開発。
- 土壌の品質・特長に加えて「オール廃棄物由来の土壌」として高く評価され、主に都心の屋上緑化資材として多数採用される。
- 「あらゆる資源から、有価な製品を生み出す」ことを探求しながら、環境問題解決への寄与を目指す。

取組に至った 経緯・きっかけ

大量に処理を行ってきた ALC 端材のリサイクルに向けて、大手建材メーカー、造園業者とともに具体的方策を検討することに。

ALC パネルは珪石、セメント、生石灰、発泡剤のアルミ粉末を主原料とする軽量気泡コンクリート(ALC)を用いた建材で、軽量であるほか、耐火性、防音性、断熱性、強度など建築物に求められる数多くの性能を高いレベルで満たすため、外壁材や間仕切り壁、床下地、屋根裏など様々な建築部位に多用されている。

その一方で、建設現場より排出される ALC 端材は、補強材として組み込まれる鉄筋マットや金網を外し、破碎処理を行う際に大量の粉塵が舞うなど、取り扱いがきわめて難しいため、専用の処理施設での対応が必要となる。

昭和 28 年（1953 年）に創業し、一貫して廃棄物の適正処理を実践してきた比留間運送(株)は、大手建材メーカーが排出した ALC 端材（環境省より広域認定を取得）を処理する指定工場として、都道府県を超えて広く受け入れるのをはじめ、他の排出事業者も含め、大量の ALC 端材を受け入れることになった。

同社では、「ALC 端材を単に破碎するだけではもったいない。たくさん集まるのだから、上手リサイクルできないか」という思いを持つようになり、大手建材メーカーのグループ企業と、堆肥土壌の販売も行う造園業者、同社の 3 社でリサイクル方策について検討を進めることになった。



同社が所有する ALC 端材専用の破碎機。室内には専用の集じん機を装備している。

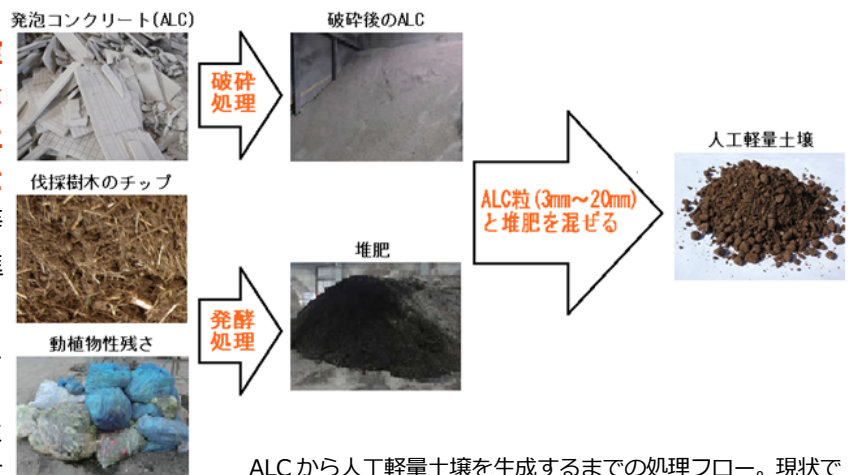
事業・採用 システムの概要

造園業者との発案で新しい土壌材料を開発。自然土壌より軽量である特長を活かし、主に屋上緑化資材として人工軽量土壌を製品化。

開発の際には、堆肥製造のノウハウを有する造園業者の発案により、同社の中間処理工場に集まったバイオマス（伐採樹木のチップ、動植物性残さ（生ごみ））を発酵処理して作った堆肥に、ALC を破碎した粒を掛け合わせ、混合させて、新しい土壌を生成した。

すると、ALC は多孔質であることから、空気が入り込みやすく細孔の部分に植栽に必要な栄養分を貯め込みやすいことと、比重が自然土壌に比べて約 50%軽くなることの 2 つの特長を発見。それらの特長を生かすため、屋上緑化等で活用できる人工軽量土壌として製品化を進めていくことになった。

その後、ALC を独自の粒形に調製することで植栽の根を切らない効果をもたらし、また、ALC により土壌のアルカリ性が強まらないよう造園業者の独自ノウハウで pH 調整を施すことで、製品化にいたった。



ALC から人工軽量土壌を生成するまでの処理フロー。現状ではリサイクル対象を新材の端材に限定している。

事業を構築する上でのポイント

**建設資材工場を改修し、複数の設備を投入した ALC リサイクル専用工場を整備。
ALC 端材から、土壤に適した丸い形状の粒・粉を精製する技術を独自に開発。**

同社では、ALC 端材の受入、リサイクルのため、埼玉県入間市にある建設資材工場を改修し、スケールや破砕機、バイオマスを混ぜる加圧混練機、発酵機、ALC 粒と堆肥を混ぜる攪拌混合機など、様々な設備を投入することで、専用工場を整備した。

また、ALC を土壤に適した粒・粉として調製する技術の開発に苦労を重ねたという。

「ALC を単に破碎するだけでは角ができてしまい、植木や草花の根を切ってしまいます。そのため、当社で独自の破碎の工程やノウハウを確立し、角のない丸い粒・粉を調製することができるようになったと、現・会長から聞いています。なお、人工軽量土壤は付加価値が高いと好評を得ていますが、ALC の丸い粒や粉自体も、塩害などの土壤改良剤として、また建築物の調湿材として、更には畜産系の資材として評価されており、粒や粉をそのまま販売することもあります。」(代表取締役社長 比留間宏明さん)



埼玉県入間市にある工場は、広大な建設資材工場を改修し、様々な設備を投入し整備した。工場では、エレベータで3階まで上がったトラックから2階の加圧混練機へバイオマスを投入。発酵機で処理された後、1階の攪拌混合機で ALC 粒と堆肥を混合している。



伐採樹木のチップと動植物性残さ(生ごみ)を混ぜる加圧混練機



高速発酵機5基を備える

廃棄物由来の土壤として評価され、都心の建造物に多数採用される。

人工軽量土壤は、都市部のヒートアイランド現象の緩和対策につながる屋上緑化や庭園等の植栽の土壤として、銀座の歌舞伎座、新国立競技場、東京ドームシティ、東京駅などの著名な建造物のほか、多くの官公庁、大学、企業ビル、ショッピングモール等で採用されている。

主に、造園業者が営業し、建設プロジェクトへ事業参画することを機に採用されることが多く、建設会社には、土壤の品質・特長に加えて、「オール廃棄物由来の土壤」であることを高く評価されることが多いようだ。また、昨今の SDGs 経営や CO₂ マイナスへの貢献として、ゼネコンを含め、色々な分野で注目を浴びている。

事業推進に向けた今後の展望、課題

「あらゆる資源から、有価な製品を生み出す」ことを追求しながら、廃棄物の適正処理のパートナーとして環境問題解決への寄与を目指す。

同社では、人工軽量土壤の開発や販売の功績を評価され、2018 年には、3R 推進全国大会において循環型社会形成推進功労者・環境大臣賞を、また、CO₂ マイナスプロジェクト全国大会(産業廃棄物に関する青年部協議会による)において特別賞を、それぞれ受賞した。

また、東京都が実施している廃プラスチックの国内有効利用に向けた実証事業に参画し、燃料代替品としての利用を目指すセメントメーカーと代替燃料の共同開発を進めている。さらに、食品リサイクル法に基づく再生利用事業者を登録申請中で、一般廃棄物を含む食品リサイクルループの形成にも挑戦予定であるほか、様々な廃棄物の適正処理やリサイクル、製品開発に取り組んでいる。

「従来は埋立処分するだけだった ALC を人工軽量土壤等として販売することができたように、私は、あらゆる廃棄物という資源から、有価な製品を生み出していき、ことが理想と捉えています。今後もそのテーマをより探求し、廃プラスチック問題をはじめ、処理困難物がたくさんある中、新しい製品を開発することで社会へいかに還元できるかを追求しながら、企業や自治体、家庭等における廃棄物の適正処理のパートナーとして日々努力していきたいと思っています。」(比留間宏明さん)



屋上緑化での採用例。
東京ドームシティ MEETS PORT は、屋上・壁面・特殊緑化技術コンクールにおいて屋上緑化部門の日本経済新聞社賞を受賞。

「ALC 端材とバイオマスを混合して作る良質な屋上緑化用の人工軽量土壌」

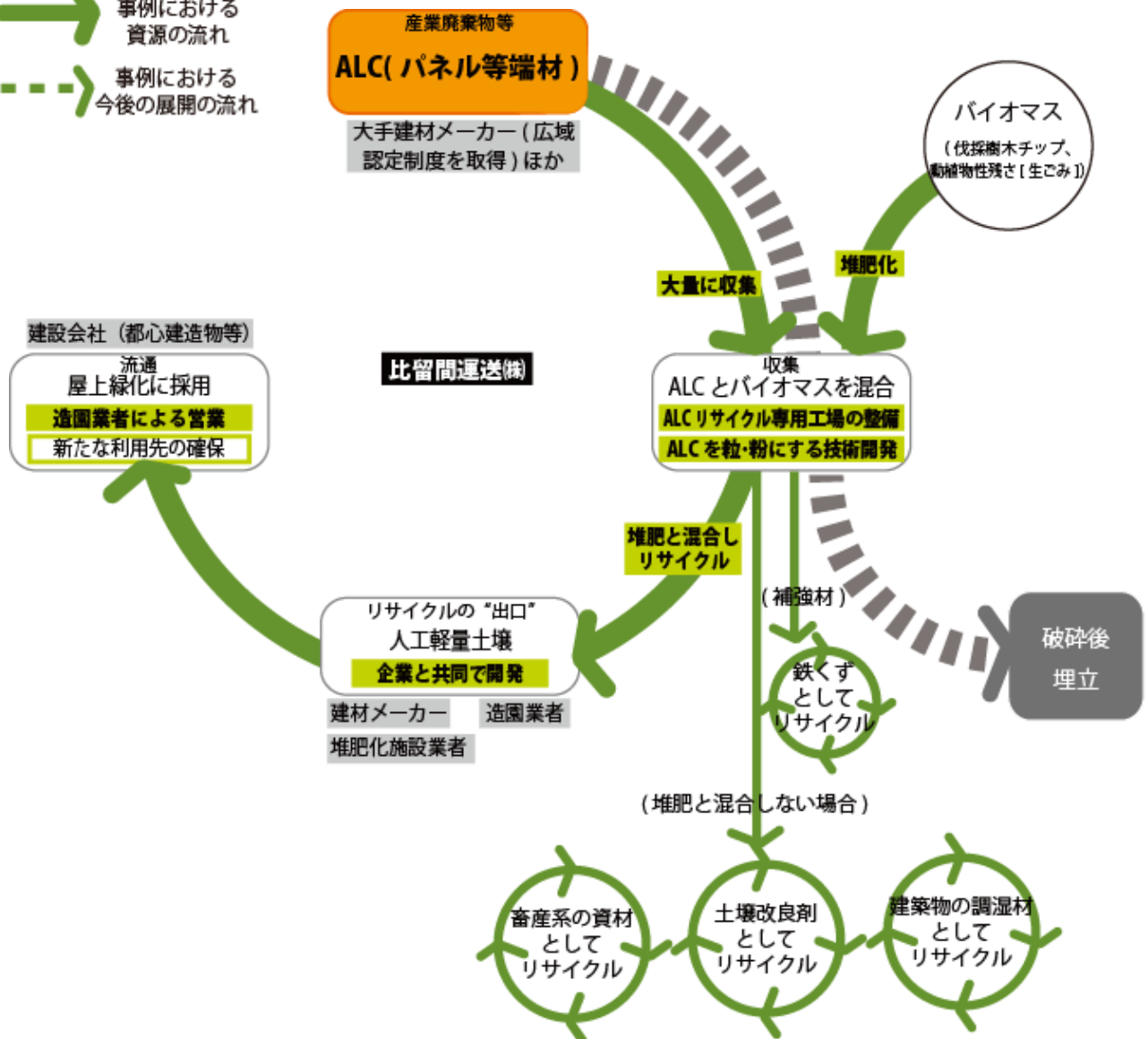
事例におけるサーキュラー・エコノミー（資源の流れ、取組ポイント）

- 広域認定を取得した大手建材メーカーの ALC を大量に受け入れる機会を得たのを機に、比留間運送(株)が独自に ALC リサイクル工場を整備し、さらには ALC を角のない丸い粒・粉にする技術を確認するなど、リサイクルに向けて投資を行ったことが、本事例の最大の特徴だと考えられる。
- 人工軽量土壌の共同開発において造園業者や堆肥化施設業者が独自の堆肥製造の技術・ノウハウを提供したり、造園業者が屋上緑化の営業窓口を担ったりするなど、付加価値の高い商品の開発・流通には、共同開発等を行った造園業者の存在が大きい。
- 今後、新たな利用先を確保することで、人工軽量土壌（土壌改良剤よりも付加価値が高い）として流通することが期待される。

ポイント 取組ポイント

展開 今後の展開・課題

- > 従来の資源の流れ
- 事例における資源の流れ
- - -> 事例における今後の展開の流れ



比留間運送株式会社【東京都武蔵村山市】

サーキュラー・エコノミーへのシフトチェンジのポイント

比留間運送(株)が大量に受け入れている ALC 端材について、かねてより取引関係のあった大手建材メーカー(グループ企業)と同社に加えて、新たに参画した造園業者が中心となり人工軽量土壌の開発を進めていくことで、有価物へとリサイクルできたものと考えられる。

その後、同社が事業実施に向けて ALC リサイクル工場を整備し、ALC 端材を粒・粉にする技術を開発するなど、同社自らで投資や技術開発を行うことで、事業を軌道に乗せることができたと考えられる。

きょうかけ	処理したい産業廃棄物	・ALC 端材 (取引先の手大建材メーカーが広域認定制度※コラム参照※を取得しリサイクルに努めているが、破碎時に粉じんが舞うなど扱いが難しい。比留間運送(株)が同メーカーの指定工場として認定されているのをはじめ、他の業者も含めて大量に収集・処理を行っている)
	事業を動かす力、思い	・大量に受け入れている ALC パネル端材から、有価物を生み出していきたい。
かたちにする	チーム編成	・排出事業者 (大手建材メーカー・広域認定制度を取得) ・廃棄物処理業者 (比留間運送(株)) : 独自に技術開発を実施。大手建材メーカーの指定工場であるのをはじめ、他の業者も含めて大量に収集 ・技術開発 (造園業者、発酵施設業者、破碎機メーカー)
	サーキュラー・エコノミー構築の工夫	・ALC リサイクル工場で端材を適正料金で受け入れて中間処理 (大量に収集・処理を行うため、破碎機など各種設備を投入した ALC 専用リサイクル工場を新設) ・100%廃棄物由来である人工軽量土壌としての高付加価値化 ・造園業者が営業窓口として対応 (屋上緑化を行っている建造物等に採用される)
	採用した技術	・ALC パネル端材を粒・粉にする技術 (独自に開発) ・ALC と堆肥を混合した人工軽量土壌 (堆肥土壌の製造ノウハウを有する造園業者が中心となり、土壌生成レシビや pH 調整等を検討)
成果と将来展望	新ビジネス、事業の展開	・人工軽量土壌が有名な建造物の屋上緑化等の土壌として多数採用される (比重が軽い) ・ALC 粒を調湿材、ALC 粉を土質改良剤及び畜産系資材として販売 ・【将来展望】利用先の確保 (造園業者に頼らない販売方法を模索)
	社会課題の解決	・ALC パネル端材の効率的な処理(人工軽量土壌、調湿材、土壌改良剤、畜産用資材にリサイクル) ・埋立処分量の削減

※コラム※産業廃棄物の広域認定制度

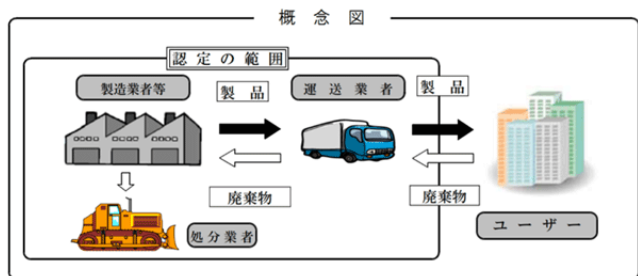
ALC メーカー各社は、環境大臣が認定する「広域認定制度」※を取得している。これにより、新築・改築現場で発生した ALC 端材は、産業廃棄物が排出された地域を越えて、元請建設会社と ALC メーカーの契約にもとづき有料で工場に持ち帰り、ALC パネル原料として再生利用される。

また、運送会社や積替え保管所などもそれぞれ認定制度の収集運搬業者や回収拠点として登録される。

※広域認定制度

メーカー等が廃棄物を自社で再生することを事業として、環境大臣の認定を受けることにより、各地方公共団体から中間処理、最終処分、収集運搬、積替え保管等の許可を取得せずに運用できる制度。

ALC メーカーの他に、石膏ボード、サイディング、ロックウール、グラスウール、パーティクルボード等のメーカーが認定を取得している。



引用元：国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センターHP 内「循環・廃棄物の豆知識」 / 一般社団法人 ALC 協会「ALC 廃棄物の適正な処理のために」

事業者プロフィール

企業名：比留間運送株式会社	設立：1953年創業、1978年設立
所在地：東京都武蔵村山市中央2-133-1	TEL：042-565-1336
代表者：代表取締役 比留間宏明	フリーダイヤル 0120-5383-50(ゴミ屋さん、ゴ～！)
事業内容：一般廃棄物収集運搬業・処分業、産業廃棄物収集運搬業・処分業、 武蔵村山市委託事業、フロン回収業、一般建設業(解体業)など	従業員数：98名 HP：http://www.eco-hiruma.co.jp/

事例－6 株式会社グリーンアローズ関西【大阪府堺市】

「石膏ボードの適切な処理と再利用を実現させた新たな事業会社の設立」

大栄環境グループ
株式会社グリーンアローズ関西

Point

- 廃棄物処理業者、建設会社、石膏ボードメーカーが出資し、廃石膏ボードのリサイクルを行う持株会社を設立。
- 地域に根差した5つの事業会社において、廃石膏ボードから二水石膏を選別して、製品原料として石膏ボードメーカーへ引き渡し、石膏ボードの材料として再利用されるまでのリサイクルルートを確立。
- 排出事業者にはSDGs 経営の推進につながる安全・安心・確実なリサイクル技術として認識されることを期待。

取組に至った 経緯・きっかけ

廃石膏ボードのリサイクルルートの確立に向けて、他地域の廃棄物処理業者、建設会社、石膏ボードメーカーとともに出資し、持株会社を設立。

内壁や天井の材料として多用される石膏ボードは、新築や改築、解体によって廃石膏ボードとして排出され、その量は年々増加の一途をたどることが予測されている。しかし、**廃石膏ボードの処理、とりわけ老朽化した建物の解体工事で発生した古材は、クロス張りやビス留め、木枠、タッカー針などの異物が混在し、分別や処理が難しいためにリサイクルルートの確立が進んでおらず、2000年以降、不適正処理や不法投棄などの事件が複数発生し、大きな環境問題にもなっていた。**当時、廃棄物処理業者の間では「廃石膏ボードのリサイクルを何とか進めていかなければならない」と話し合う機会も増えたという。

大阪府和泉市に本社を構える大栄環境グループでは、廃石膏ボードを製品原料として100%再利用するシステムを確立し、廃石膏ボードリサイクル事業を2008年から実施していた。2015年には、**同社と、同様の事業を展開する他地域の廃棄物処理業者2社、排出事業者である大手総合建設会社2社、石膏ボードメーカーの計6社の出資により、廃石膏ボードの適正処理・リサイクルを全国展開する持株会社「(株)グリーンアローズホールディングス」を設立。**現在、地域別に5つの事業会社が稼働し、関西地域を対象とする(株)グリーンアローズ関西を大栄環境グループが運営するほか、東北、関東、中部、九州でも、他地域の廃棄物処理業者のもとで運営されている。



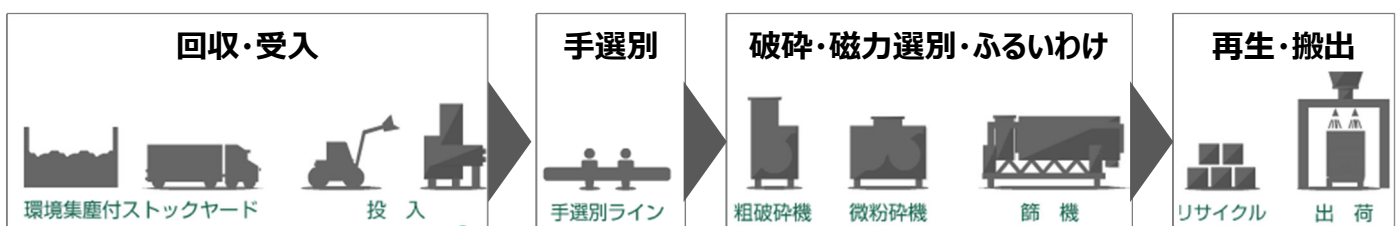
新築の端材に限らず、改修・解体端材で、壁紙やビニールクロス、タッカー針、ビスが付着しているものについても、受入を行っている。

事業・採用システム の概要

廃石膏ボードから異物を完全に分離し、二水石膏を選別。製品原料として石膏ボードメーカーに引き渡し、石膏ボードの材料として再利用される。

(株)グリーンアローズ関西では、建設現場などから回収した廃石膏ボードを受け入れると、トラックスケールで正確に計量した後、手選別で金属や木くずなどを取り除き、破碎・磁力選別・ふるいわけなどの処理により、**石膏、紙、異物を完全に分離し、高品位の二水石膏（水分を含む石膏の粉）を選別**している。

選別した二水石膏は、そのままでは石膏ボードに利用できないため、**(株)グリーンアローズ関西が石膏ボードメーカーへ引き渡ししている。その後、石膏ボードメーカー自らが、石膏ボードの材料として再利用している。**



廃石膏ボードのリサイクルフロー。再生後、二水石膏は石膏ボードメーカーへ引き渡される。

事業を構築する上でのポイント

地域に根差した 5 つの事業会社において、製品原料を石膏ボードメーカーへ引き渡す流通ルートは同じだが、処理を行うプラント設備は事業会社が独自に開発し整備している。

(株)グリーンアローズホールディングス傘下の **5 つの事業会社では、排出事業者から依頼が来ると、排出事業者のエリアにある事業会社で受け入れるよう取り決めており、地域に根差した展開を行っている。また、5 つの事業会社ともに、石膏ボードの原料を石膏ボードメーカーへ引き渡すという流通ルートは同じ**である。

一方、**処理を行うプラント設備は各社独自で開発し整備**している。(株)グリーンアローズ関西のプラント設備は、関西圏の大手アスファルトプラントメーカーと共同開発したものであり、処理工程で発生する粉じんの拡散を徹底的に防止する「集じんシステム」と、金属製ではなく柔らかいウレタン樹脂製にすることで、石膏粉などの目詰まりを防いで連続稼働できる「ふるい機」が特長だという。



粉じんの拡散を徹底的に防止する集じんシステムを採用することで、粉塵による視界不良、危険作業から解放し、施設全体の作業環境の改善へとつなげている。



独自の技術により、含水量が多い端材や付着性が高い端材でも連続して解砕できる特殊振動ふるい機。

グループ企業で建設廃材として一括受入することは、排出事業者にもメリットが多い。

(株)グリーンアローズ関西の事業は、グループ会社の DINS 関西(株)が大阪府エコタウン構想において承認された事業計画の関連事業に位置付けられている。そのため、建設廃材として DINS 関西(株)が一括で受け入れた後、分別された廃石膏ボードを(株)グリーンアローズ関西が処理するケースも多いようだ。

この場合、排出事業者にとっては、廃石膏ボードの難しい分別を行わずに廃棄物を廃棄物処理業者へ引き渡すことが出来るのに加え、引き渡す度に交付が必要となるマニフェスト(産業廃棄物管理票)の作成回数が減るというメリットもあるという。

事業推進に向けた 今後の展望、課題

排出事業者において、SDGs 経営の推進につながる安全・安心・確実なリサイクル技術として認識が広がることを期待。

(株)グリーンアローズ関西のプラント設備の最大処理能力は 247 t/日に及ぶ。本格的に受け入れるようになった **2017 年以降、徐々に受入量は増加している。(株)グリーンアローズ関西では、今後、排出事業者において、SDGs 経営の推進につながる安全・安心・確実なリサイクル技術として認識が広がることを期待**している。

「今後、増加の一途をたどると予測される廃石膏ボードの資源循環は、環境問題や社会的課題を解決するためにも、とても重要な事業だと考えています。

SDGs への意識が世界的に高まる中、私たちの事業を通じて、廃石膏ボードの排出事業者の皆様にも、SDGs 経営の推進につながる安全・安心・確実なリサイクル技術として、`満足`と`価値`を共有いただければと思います。」(取締役 嶋本文夫さん)



同社は、DINS 関西(株)の敷地内に立地。道路を挟んだ向かい側に、建設・解体系・工場系混合廃棄物のリサイクル施設がある。

「石膏ボードの適切な処理と再利用を実現させた新たな事業会社の設立」

事例におけるサーキュラー・エコノミー（資源の流れ、取組ポイント）

- 従来、廃石膏ボードは不適正処理や不法投棄により、公害等が発生したり、環境問題になったりすることもあったが、本事例では、適切な処理を行うことで、石膏ボードメーカーにより再加工され、石膏ボードとしての再利用が実現できている。
- 本事例における最大の特徴であり、取組推進のポイントは、排出事業者、廃棄物処理業者、リサイクル資源の需要者である石膏ボードメーカーによる「持株会社、事業会社の設立」である。石膏ボードのリサイクルループに関わる主体が参画することで再利用までの流れを構築できたのに加えて、事業エリアの異なる複数の廃棄物処理業者が参画することで、高度な技術開発が進み、適切な処理へとつながったものと考えられる。
- 今後、利用者を増やすことで、同社の事業規模の拡大に加えて、適切な処理が普及することが期待される。

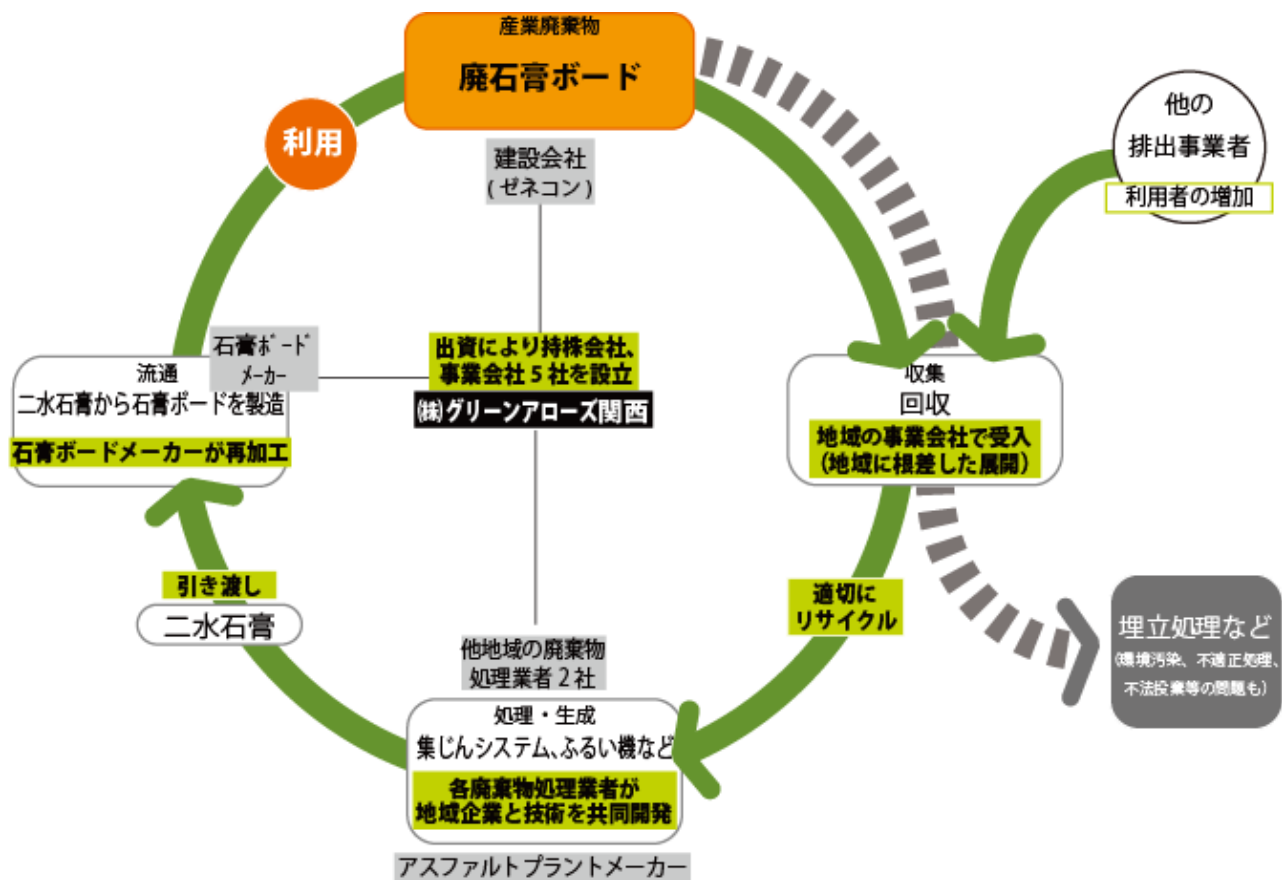
ポイント 取組ポイント

展開 今後の展開・課題

---> 従来の資源の流れ

→ 事例における資源の流れ

- - -> 事例における今後の展開の流れ



株式会社グリーンアローズ関西【大阪府堺市】

サーキュラー・エコノミーへのシフトチェンジのポイント

排出事業者2社、廃棄物処理業者3社、石膏ボードメーカーの6社により持株会社を設立した上で、地域別に事業会社5社を立ち上げ、個別に独自運営する体制を構築することで、サーキュラー・エコノミー構築の工夫（産業廃棄物の収集方法、再利用までの流通ルートの確保）、「出口」確保に向けた処理の技術開発が進み、リサイクルが難しいとされる解体系廃石膏ボードの適切なリサイクルが実現したものと考えられる。

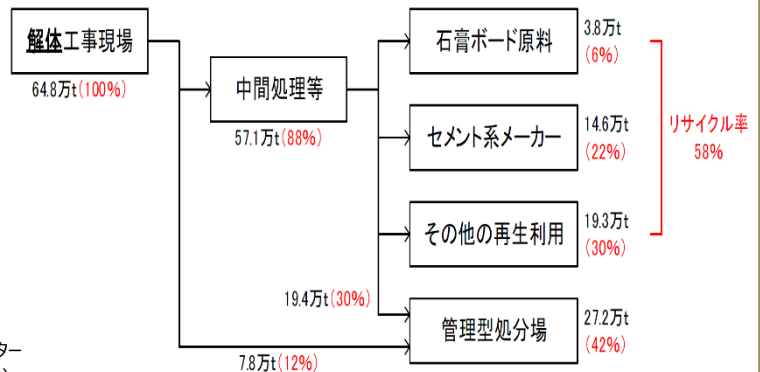
きょうかけ	処理したい産業廃棄物	・廃石膏ボード（嫌気性環境など一定条件下で放置しておく、硫化水素ガスを発生するため、適正な処理が必要。中でも、解体系廃石膏ボードは分別や処理が難しいため、リサイクルが困難）
	事業を動かす力、思い	・廃石膏ボードを適正にリサイクルを行いたい。中でも、リサイクルが難しいとされる解体系廃石膏ボードも、 <u>適正にリサイクルを行いたい。</u> ・大阪府エコタウン構想の一環として、リサイクル事業のさらなる展開を図りたい。
かたちにする	チーム編成	・ 下記の6社により持株会社を設立し、地域別に5つの事業会社が稼働。廃棄物処理業者がそれぞれの事業活動地域で個別に独自運営する体制を構築。 →排出事業者（建設会社[ゼネコン]2社） →廃棄物処理業者（大栄環境(株)、(株)タケエイ、(株)ダイセキ環境ソリューション） →リサイクル資源の需要者（石膏ボードメーカー・広域認定制度を取得） ・技術開発等
	サーキュラー・エコノミー構築の工夫	・排出事業者の地域にある5つの事業会社が受け入れ、処理を行う。 ・(株)グリーンアローズ関西が石膏ボードメーカーに引き渡し、メーカーが二水石膏を石膏ボードに再加工することで、再利用が実現。
	採用した技術	・事業会社独自に、異物と石膏を完全分離するシステムを開発（磁力選別、破碎ライン、ふるい機など） 最大処理能力 247 t / 日を整備 ・集じんシステム（粉塵の拡散を防止）
成果と将来展望	新ビジネス、事業の展開	・廃石膏ボードのリサイクル市場の拡大 ・【将来展望】利用者の増加
	社会課題の解決	・ <u>解体系廃石膏ボードの適切なリサイクル※コラム参照※</u> ・廃石膏ボードの中間処理施設における良好な作業環境の提供

※コラム※ 廃石膏ボードのリサイクルの状況

国立環境研究所により整理された2016年度の廃石膏ボードの処理・リサイクルのフローを見ると、解体系廃石膏ボード（64.8万t/年）のうち、42%が再資源化されていないものと推定されている。

一方、新築系廃石膏ボード（53.8万t/年）については、88%が再資源化されている。

引用元
国立研究開発法人国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター
「再生石膏粉の有効利用ガイドライン（第一版）」（2019年5月）



事業者プロフィール

企業名：株式会社グリーンアローズ関西
所在地：大阪府堺市西区築港新町四丁2番3号
代表者：代表 山下 竜生
事業内容：廃石膏ボードまたは廃石膏粉の破碎・圧縮梱包

設立：2015年設立
TEL：072-280-5681
従業員数：5名
HP：http://www.dinsgr.co.jp/ga_kansai/

「ポスト FIT を見据え、太陽光パネルのリサイクルに取り組む」

取組に至った 経緯・きっかけ

FIT 買取期間終了後に廃棄される太陽光パネルのリサイクルスキームの構築に向けて、2019年2月より太陽光パネルリサイクルの研究プロジェクトを開始。

平林金属(株)は岡山県岡山市に本社を構える総合リサイクル業者で、1956年に鉄及び非鉄金属のリサイクルからスタートし、各種リサイクル法の施行に合わせて、家電、自動車、小型家電などと、取り扱う対象を拡大してきた。

同社では、製品寿命や FIT 買取期間終了後に大量に廃棄されることが予測される太陽光パネルについて、リサイクル推進に向けて、2019年2月より太陽光パネルリサイクルの研究プロジェクトを開始し、ホットナイフ分離法による自動解体ラインを導入した。

「太陽光パネルには、アルミや銀、銅、ガラスなど、様々な資源が含まれていますが、分離が難しいため、粉碎された後に最終処分場で埋立処理されているのが現状です。しかし、**廃棄する太陽光パネルが大量発生すると、最終処分場の延命化に支障をきたすのに加え、他の産業廃棄物等の玉突きにより処理費用の高騰が進むことも懸念されます。**当社では、**太陽光パネルのリサイクルスキーム構築に貢献していきたいと考えて、このプロジェクトを立ち上げました。**」(代表取締役 平林実さん)



ホットナイフ分離法による自動解体ライン

事業・採用 システムの概要

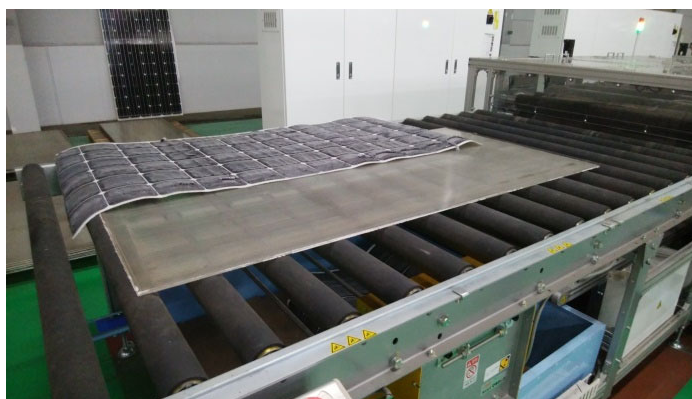
ホットナイフ分離法などにより分離した板ガラスのリサイクルに重きを置き、大学や企業と共に具体的方策を検討中。

同社では、太陽光パネルのリサイクルに欠かせない分離技術として、廃ガラスの販路開拓を重視し、ガラスを割らずに板状に分別できるホットナイフ分離法を選択。ホットナイフ分離法とは、高温の刃で太陽光パネルのガラスとセルシートを分離する技術を用いて、セルシートに含まれる有用金属とガラスのリサイクルを可能にする方法である。

同社の自動解体ラインでは、前処理としてアルミフレーム等を分離した後で、ホットナイフ分離法によりガラスとセルシートを分離。セルシートは製錬メーカーに出荷し、そこで銀や銅が回収される。

研究プロジェクトでは、**板ガラスのリサイクル方法に重きを置き、ガラスそのまま、若しくは建築資材などの新規用途でのリサイクルについて、大学や企業などと相談している。**その際、現在流通しているリサイクル用途では既に流通しているリサイクル製品と競合する懸念もあるので、「**全く使われていないものや、現在展開されているビジネスを邪魔しないものにリサイクルするのではあれば、N Gなし、で販路や用途を創造できる**」という考え方で検討を進めているという。

「『晴れの国おかやま、』と言われることもあり、岡山県には太陽光パネルの発電所が多く、当社でも岡山県内外に3ヶ所を運営しています。私たちは、廃棄する太陽光パネルの大量排出が予測される10数年後を見据え、このプロジェクトにじっくりと取り組みたいと考えています。」(平林実さん)



セルシートとガラスが分離された状態

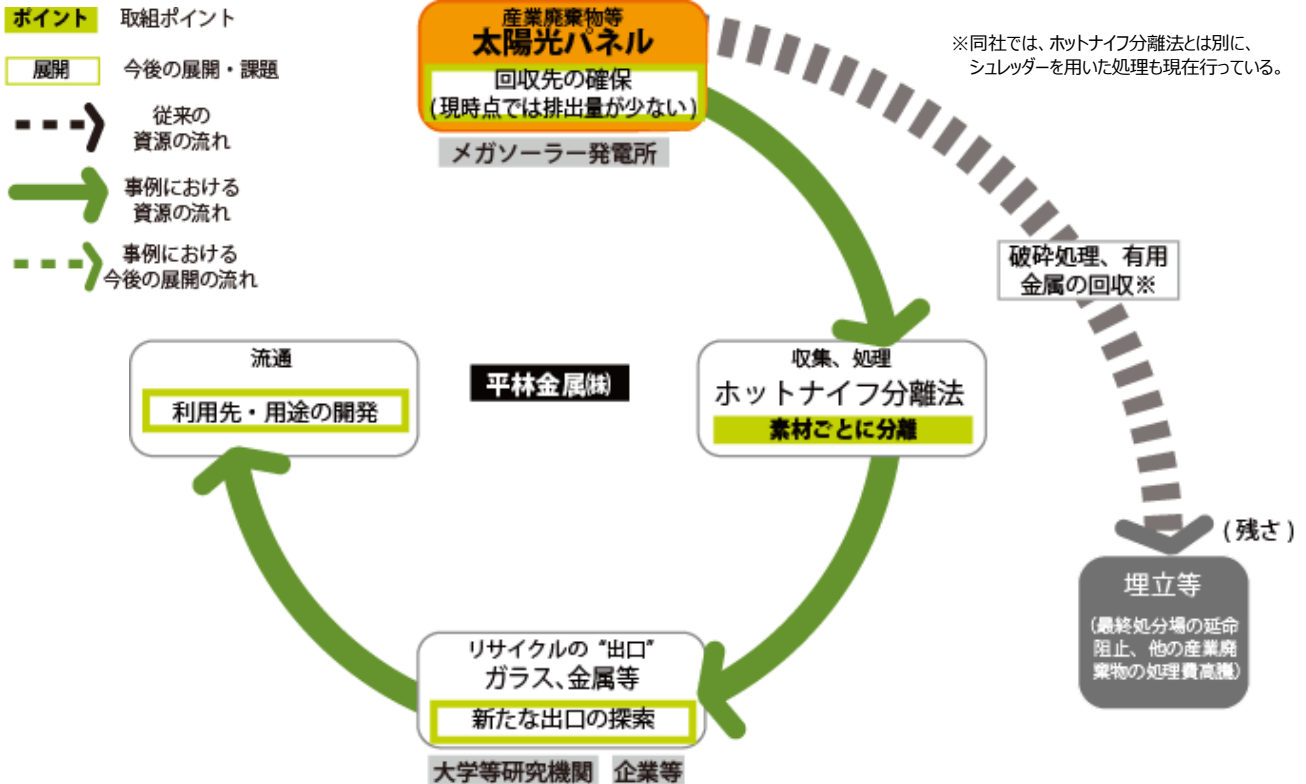
事業者プロフィール

企業名：平林金属株式会社
 所在地：岡山県岡山市北区下中野 347-104
 代表者：代表取締役社長 平林実
 事業内容：鉄・非鉄金属及び使用済み家電・自動車のリサイクル事業

設立：1956年設立
 TEL：086-246-0011
 従業員数：400名
 HP：https://www.hirakin.co.jp

事例におけるサーキュラー・エコノミー

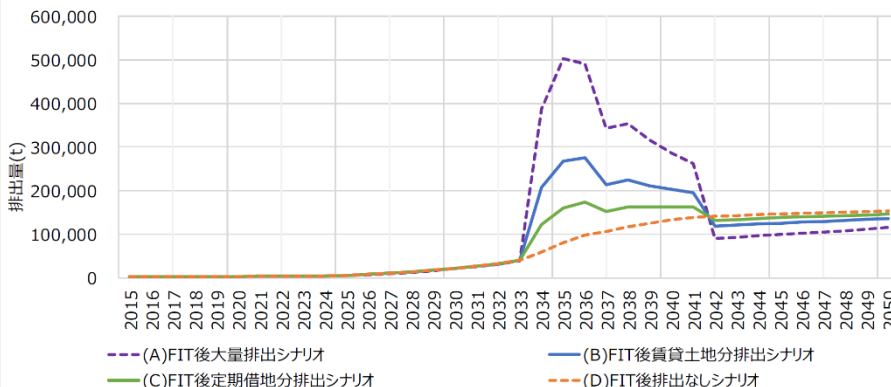
現時点では、FIT 買取期間を終えた太陽光パネルの排出量がまだ少ないこともあり、ビジネスとして展開できるよう、リサイクルの「出口」の探索や新たな利用先・用途の開発に取り組んでいるところである。



※コラム※日本国内における太陽光パネルの排出量の推計

NEDO による推計では、太陽光パネルの排出量のピークは FIT 制度開始当初に導入された太陽光パネルが FIT 買取期間終了を迎える 2034~2036 年頃で、その量は FIT 買取期間終了後即排出割合に大きく左右されるが、4 つのシナリオのうち、(B)(C)タイプでは 2036 年に約 17~28 万トンが排出されるものと予測されている。その後、FIT 買取期間が全て終了する 2041 年頃までにピークは落ち着くものと考えられる。

排出量推計結果



	排出見込量 (B)、(C)	2015年度の産業廃棄物の最終処分量に占める割合
2020	約0.3万トン	0.03%
2025	約0.6万トン	0.06%
2030	約2.2万トン	0.2%
2036	約17~28万トン	1.7~2.7%

4 つのシナリオのうち、(B)(C) は下記を想定している。
 (B)FIT 後賃貸土地分排出
 賃貸の土地は全て FIT 買取期間後に即排出されるが、自社保有地であれば、排出されない。
 (C)FIT 後定期借地分排出
 定期借地で借りている土地に設置されている場合は、FIT 買取期間終了後に即排出される。その他は排出されない。

引用元：NEDO「太陽光発電リサイクルに関する国内動向調査、分布調査及び排出量予測」

本推計は議論の基準となるケースを設定するものであり、データの限界から、災害排出量は含めない等の様々な仮定をもとにしているため、必ずしも事業性の判断に足るものではないことに留意する必要がある。

事例－7 株式会社島津製作所【京都府京都市】

SHIMADZU

「サプライチェーンとの協働による IoT センサーを活用した廃プラスチック回収システム」

Point

- 5つの事業所で排出される廃プラスチックを、IoT センサーを活用して効率的に回収するシステムを運用。
- IoT センサーが計測する廃棄物保管量をウェブ上で可視化し、一定量溜まると自動で回収指示されるシステムを構築。
- 廃棄物処理業者とともに、回収先の様々な条件と法制度に沿った、高効率な回収の仕組みを検討。
- 排出事業者による資源・エネルギー・作業の無駄を改善。コスト削減効果を追求し、新たな企業の参画も検討。

取組に至った経緯・きっかけ

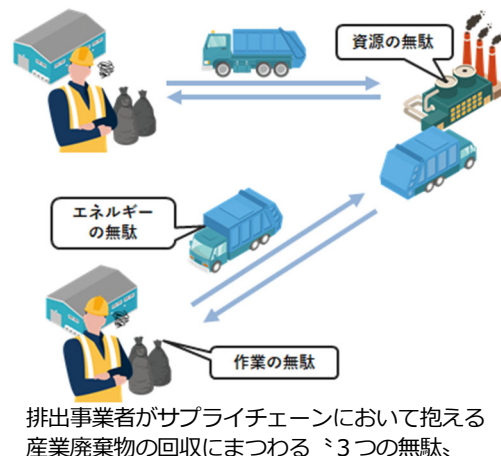
京都府事業による実証実験を経て、2020年1月より「廃プラスチック自動回収システム」を運用。

分析機器メーカーの(株)島津製作所は、IoT センサーを活用し、複数の事業所で排出される廃プラスチックを効率的に回収する「廃プラスチック自動回収システム」を2020年1月より運用している。

取組のきっかけは、京都府による「IoT・スマート産業廃棄物削減対策事業」(2017,2018年度)に参画したことであり、排出事業者として、廃棄物処理業者、システム開発業者等とともに、実現の可能性や導入成果等を、廃棄物の回収における「3つの無駄」をなくすことを目指し、検証していった。

「製造業のサプライチェーンを支える多くの排出事業者には、排出量が少ないため、リサイクルする代わりに焼却や埋立ての処分をせざるを得ない。資源の無駄、廃棄物を収集・運搬する業者が排出事業者と処理業者の間を1対1でピストン輸送することによるエネルギーの無駄、廃棄物の保管量把握や回収日までのタイムラグを考慮した収集・運搬業者の手配といった作業の無駄、があると思います。

また、最近では、「あなたの企業では、環境に配慮した製品づくりを心掛けていますか?」と問われることが多くなりました。SDGs や ESG 投資を意識した循環型社会の形成に寄与する取組として、この「3つの無駄」をなくすことができる有効な事業だと捉え、進めていきました。」
(環境経営統括室 三ツ松昭彦さん)



排出事業者がサプライチェーンにおいて抱える産業廃棄物の回収にまつわる「3つの無駄」

事業・採用システムの概要

IoT センサーが保管庫内の廃棄物量を自動計測。一定量溜まったときに収集・運搬を行う業者へ自動的に回収指示が出され、その翌日に回収される。

同社が採用する「廃プラスチック自動回収システム」には、廃棄物の量を測定する IoT センサーと、センサーで読み取った情報を管理・通知するソフトウェアの2つに、大きな特徴がある。

廃棄物を測定する IoT センサーは、廃棄物の保管場所に設置し、廃棄物の保管量を超音波で自動計測している。そして、ウェブ画面でそれぞれの保管量を可視化でき、一定量の廃棄物が溜まると、自動的に回収について運搬ルートも含めて指示するよう、ソフトウェアを構築している。

これらの特徴を持つシステムを、現在、同社の3つの工場と協力会社2社を合わせた5事業所を対象に、廃棄物の収集・運搬を行う廃棄物処理業者とともに運用。主幹とする排出量の多い2事業所で、保管場所に一定量が溜まったことを IoT センサーで確認すると、廃棄物処理業者へ自動的に回収指示が出され、その翌日に主幹事業所と、その他3事業所のうちの1ヶ所の計2ヶ所から、廃プラスチックが回収されるようになっている。



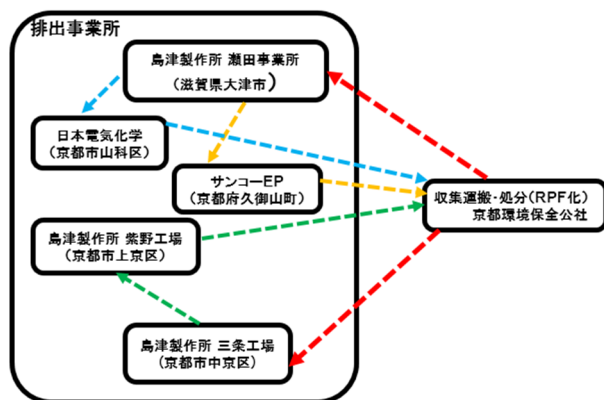
同社の廃プラスチック保管庫内の様子。天井部に設置したIoTセンサーが超音波で最も上にある廃棄物までの距離を1時間毎に測定し、その平均値から体積率を算出する。

事業を構築する上でのポイント

回収先の各事業所の様々な条件と、産業廃棄物に関する法制度に沿った効率の良い回収の仕組みを、排出事業者と廃棄物処理業者で検討し構築。

システム導入に向けて同社が苦労した点は、各事業所の場所や排出量、保管場所の収量等と、産業廃棄物に関する法制度など、様々な条件を勘案した効率の良い回収の仕組みづくりだという。同社では、京都府事業による実証実験の終了後、本格導入に向けて、以前より契約していた廃棄物処理業者の(株)京都環境保全公社と一緒に検討し、仕組みを構築していった。

「IoT センサーの提供や、効率よく運用するためのソフトウェアの設計ができたとしても、そのシステムを運用するには産業廃棄物の収集・運搬、処理にかかる諸条件への考慮が必要であり、中でも、法制度に十分配慮した仕組みづくりがとても重要です。そのため、廃棄物処理業者と一緒に検討し、管轄する自治体とも協議を重ねた結果、5事業所のうち、廃プラスチックを多く排出する事業所として当社の三条工場と瀬田事業所の2つを主幹事業所に設定し、毎回、`主幹事業所+1事業所`の2事業所へ回収する仕組みを作りあげました。この点は決して、システム開発業者等には任せることが出来ないことだと思います。」(三ツ松昭彦さん)



5ヶ所の排出事業所の位置関係、収集の仕組み。収集後は、廃棄物処理業者で固形燃料(RPF)を製造し、主に製紙会社へ販売されている。

高効率な回収ルートの特長に合ったサプライチェーン内の2社が参加。

主幹事業所と合わせて回収する事業所として、同社のサプライチェーンを構成する近隣(概ね40km圏内)の企業に打診し、参画希望企業のうち、廃プラスチックを一定量排出する2社(日本電気化学(株)、サンコーエンジニアリングプラスチック(株))が参加している。同社が、2社の排出する廃プラスチックの物性評価に加えて、分別ルールや保管スペースの設置などを丁寧に指導することで、スムーズに回収を進めている。

事業推進に向けた今後の展望、課題

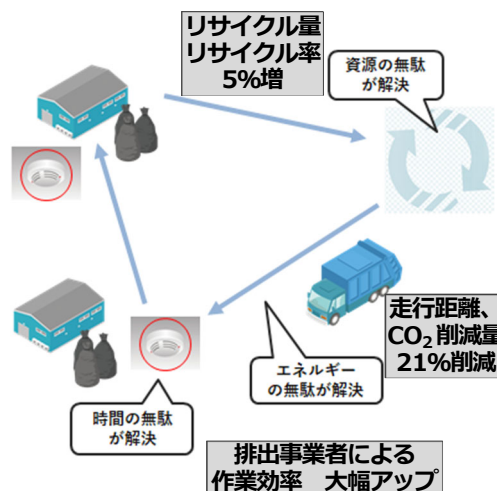
排出事業者の`3つの無駄`を改善。コスト削減効果を追求し、新たな企業の参画も検討。

システムの導入前後を比較すると(実証事業中の2018年時点)、リサイクル量・リサイクル率がともに5%増加し、収集・運搬を行う車両の走行距離とそれともなうCO₂排出量はともに21%減少。また、回収のタイミングを廃棄物処理業者が判断するため、排出事業者による作業効率が大幅にアップしており、システム導入を通じて、`3つの無駄`の改善につながっている。

さらに、10社以上のメディアから取材され、「日本初のシステム」「コスト削減効果」を情報発信されることで、SDGs推進企業としてのアピールにも効果があったと同社では考えている。

今後は、さらなるコスト削減効果を目指し、サプライチェーンの構成企業以外の参画や、他地域での展開も検討している。

「廃プラスチックの輸出規制が強まる中、取組の効果やニーズはさらに高まるものと私は考えます。この取組が、もっと当たり前のことになっていくと良いと思っています。」(三ツ松昭彦さん)



「廃プラスチック自動回収システム」の導入により同社が解消した`3つの無駄`。

「サプライチェーンとの協働によるIoTセンサーを活用した廃プラスチック回収システムの構築」

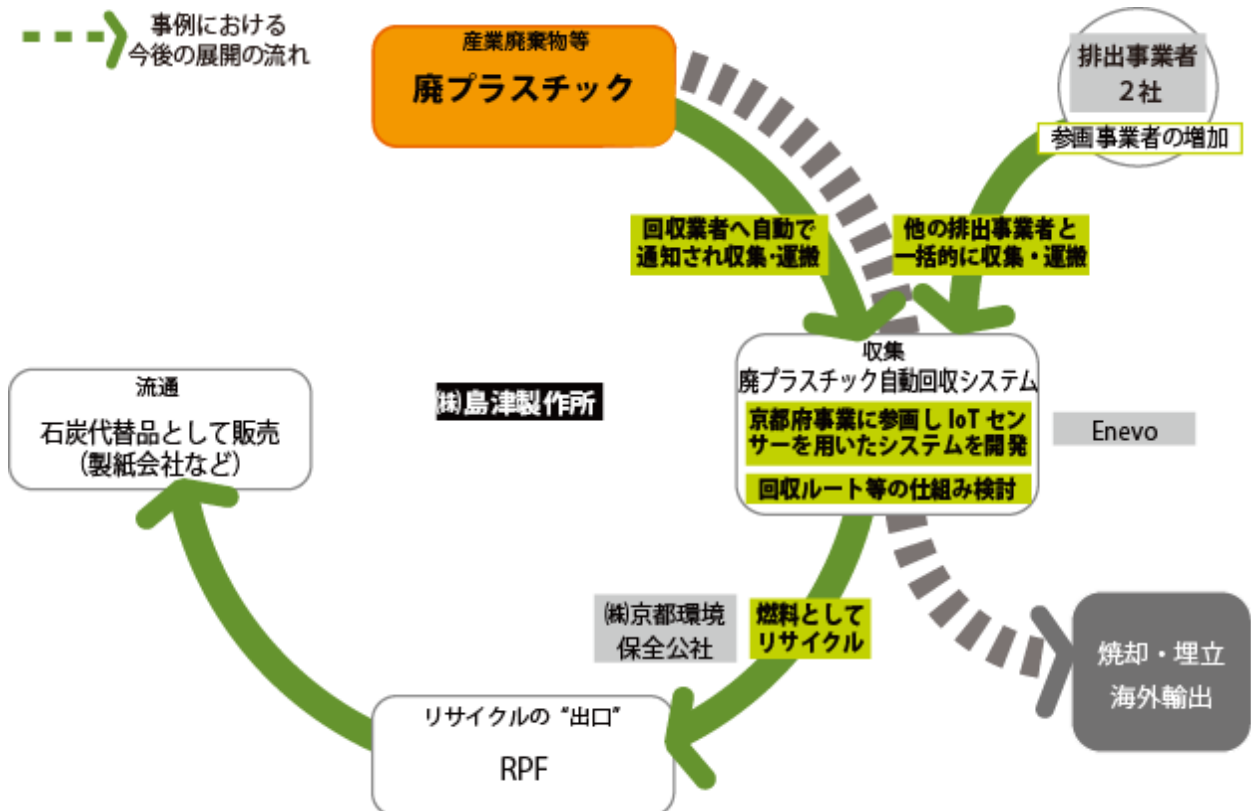
事例におけるサーキュラー・エコノミー（資源の流れ、取組ポイント）

- 資源の流れとしては、排出事業者である島津製作所と、廃棄物処理業者である京都環境保全公社の関係性は変わらないが、他の排出事業者と廃プラスチックを一括回収することで、島津製作所や他の排出事業者の排出量が少量であっても焼却・埋立等で処理されることなく、固形燃料（RPF）として確実にリサイクルできているものと考えられる。
- 本事例における最大の特徴であり、取組推進のポイントは「廃プラスチック自動回収システムの構築」である。京都府事業において、IoTセンサーにより倉庫内の廃プラスチックの保管量を自動計測し、自動的に回収指示が出されるソフトウェアをIT系企業が中心となり構築したのに加えて、回収ルートなど運用の具体的な仕組みを排出事業者と廃棄物処理業者と一緒に検討することで、新しい技術を既存のリサイクルループに順応させることができたものと考えられる。
- 今後、参画事業者を増やすことで、リサイクル率の増加や、収集・処理コストの削減、収集車の走行距離削減によるCO₂排出量の削減が期待される。

ポイント 取組ポイント

展開 今後の展開・課題

- > 従来の資源の流れ
- 事例における資源の流れ
- > 事例における今後の展開の流れ



株式会社島津製作所【京都府京都市】

サーキュラー・エコノミーへのシフトチェンジのポイント

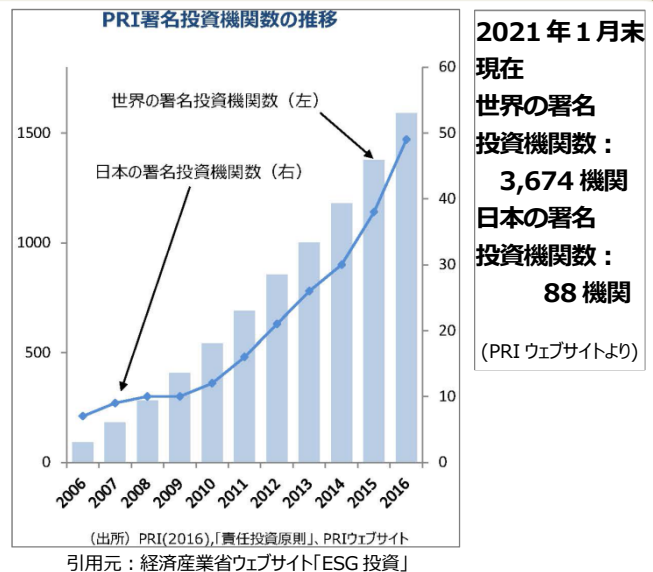
IoT センサーとオリジナルのソフトウェアを用いたシステムが実際に運用できるようにするため、排出事業者である島津製作所と廃棄物処理業者と一緒に廃プラスチックを回収する仕組みを検討し、その諸条件・ルールを設定。その結果、コスト削減に並行して、廃プラスチックの適切なリサイクルや CO₂ 排出量の削減、さらには同社が当初より掲げていた SDGs 経営の推進という効果をもたらしたものと考えられる。

きっかけ	処理したい産業廃棄物	・廃プラスチック（個々の事業所では排出量が少ないため、リサイクルせずに埋立・焼却処分することも多い）
	事業を動かす力、思い	・SDGs 経営、ESG 投資を意識した循環型社会の形成に寄与する取組を実践したい。 ・廃棄物処理における「3つの無駄」を解消したい。 →資源の無駄、エネルギーの無駄、作業の無駄
かたちにする	チーム編成	・排出事業者（(株)島津製作所、島津製作所の協力会社 2 社） ・廃棄物処理業者（(株)京都環境保全公社） ・技術開発等（Enevo JAPAN）
	サーキュラー・エコノミー構築の工夫	・一度に複数の事業所を回り、廃プラスチックを回収する仕組みについて、コスト削減が期待できるよう、排出事業者と廃棄物処理業者で諸条件・ルールを設定。（主管事業所とその他事業所の 2 ヶ所を回る、その他事業所は主管事業所から 40 km 以内に立地すること等が条件 など） ・京都府事業「IoT・スマート産業廃棄物削減対策事業」に参画し、実証実験を実施。（経費をかけずに実施）
	採用した技術	・IoT センサー（保管庫内の廃棄物の保管量を自動で計測） ・オリジナルのソフトウェア（IoT センサーで読み取った情報を元に、自動的に廃棄物処理業者へ通知）
成果と将来展望	新ビジネス、事業の展開	・SDGs 経営や ESG を推進する企業としてのメディア等での紹介※コラム参照※ ・【将来展望】参加事業者を増やし、さらなるコスト削減効果を創出（スケールメリット） ・【将来展望】他地域での事業展開
	社会課題の解決	・廃プラスチックの適切なリサイクル ・収集車の走行距離の減少に伴う CO ₂ 排出量の 21% 削減 ・廃棄物処理作業の省人化

※コラム※ ESG 投資

ESG 投資とは、「従来の財務情報だけでなく、環境（Environment）・社会（Social）・ガバナンス（Governance）要素も考慮した投資」を指す。特に、大きな資産を超長期で運用する機関投資家を中心に、企業経営のサステナビリティを評価する概念が普及し、長期的なリスクマネジメントや、企業の新たな収益創出の機会を評価するベンチマークとして、SDGs（国連持続可能な開発目標）と合わせて注目されている。

日本においても、投資に ESG の視点を組み入れることなどを原則として掲げる国際的な投資家ネットワーク「国連責任投資原則（PRI）」に、日本の年金積立金管理運用独立行政法人（GPIF）が署名した 2015 年頃から日本の署名投資機関数が大幅に増加するなど、ESG 投資の広がりが加速している。



事業者プロフィール

企業名：株式会社島津製作所
所在地：京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地
代表者：代表取締役 中本晃 上田輝久
事業内容：精密機器、計測器、医療機器等の製造・販売

設立：1875 年創業、1917 年設立
TEL：075-823-1111
従業員数：13,182 名（グループ全体。2020 年 3 月 31 日現在）
HP：https://www.shimadzu.co.jp/



「再生 PET 繊維で補強し、品質向上と環境負荷低減を図るコンクリート製トンネルの施工」

Point

- 再生 PET 繊維で補強したコンクリート材料（コンクリート製セグメントなど）を土木資材メーカーと共同開発。品質向上に加えて、環境負荷低減や建設コスト抑制などの効果がある。
- 品質や性能を高く評価され、下水道幹線をはじめとするシールドトンネルや道路トンネル等で多数採用される。
- 厳しい環境下に晒されるコンクリート建造物において、活用促進を視野に入れる。

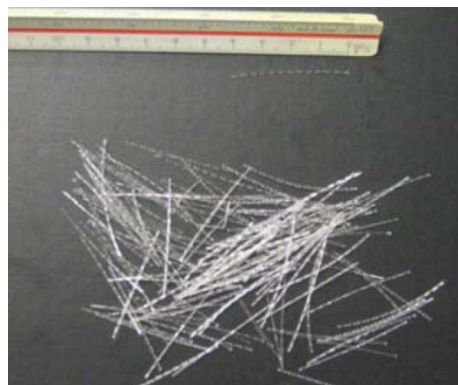
取組に至った経緯・きっかけ

トンネルを構成するコンクリート製セグメントの補強技術開発に向けて、再生 PET 繊維に着目。販売している土木資材メーカーに声をかけて共同開発を実施。

シールドマシンによってトンネルを掘り進んでいくシールド工法では、「セグメント」という分割されたブロックを壁面に組み上げて構築する。

シールド工法を採用したトンネルで使用されるコンクリート製セグメントは、施工性や経済性の追求から、年々厚さが薄くなる傾向にあるが、コンクリートは引張強度が小さく、曲げ靱性※や耐衝撃性が弱い。そのため、施工時のひび割れが懸念され、小口径のトンネルや耐久性を要求される内水圧が作用するトンネルには不向きとされてきた。一方、鋼製系のセグメントが採用されることもあるが、製造時に発生する CO₂ 量による環境負荷低減や、建設コストの上昇などに課題がある。

清水建設(株)では、コンクリート製のセグメントの補強技術の開発に向けて、コンクリートやモルタルの補強材として、PET 再生樹脂を原料とした再生 PET 繊維の開発が進んできたことに着目。コンクリートとの付着性の高い再生 PET 繊維を製造・販売していた土木資材メーカーの(株)サンゴに声をかけて、再生 PET 繊維を混入したコンクリート製の新型セグメントの共同開発を進めていった。



使用している再生 PET 繊維（直径 0.7mm、長さ 40mm）。特殊なエンボス加工により表面を凹凸状にしているため、コンクリートとの付着性が高い性質を持つ。

※曲げ靱性：曲げに対する粘り強さ

事業・採用システムの概要

再生 PET 繊維を混入することで、コンクリート製セグメントの品質向上を確認するほか、環境負荷低減や建設コスト抑制なども実現する材料を開発。

清水建設(株)では、(株)サンゴとの共同開発により、コンクリート製セグメントに再生 PET 樹脂を 0.5% 混入させることで耐衝撃性を従来製品の 5.5 倍に高め、施工時のひび割れ防止を可能とすることを確認。また、各種の性能確認実験により、曲げ靱性や降伏荷重と最大荷重、ひび割れ幅抑制の効果が確認でき、トンネルの将来的な耐久性の向上に寄与できるものであることも確認した。

さらに、鋼製系に比べて製造時の CO₂ 量発生量の削減や PET ボトルのリサイクルによる大きな環境負荷低減効果があること、材料価格が安価で安定しており建設コストが抑制できること、コンクリートと混入しやすいことも、このセグメントの特長となっている。

材質	引張強さ	比重	弾性係数
再生 PET 繊維 (株)サンゴ製	450N/mm ²	1.32	20,000N/mm ²
(参考)コンクリート Fc=24N/mm ²	2.4N/mm ²	2.3	25,000N/mm ²
(参考)鉄筋 SD345	490N/mm ²	7.8	200,000N/mm ²

再生 PET 繊維とコンクリート、鉄筋との物性比較。

再生 PET 繊維は、鉄筋とほぼ同等の引張強さであるのに加え、比重が 1.32 と 1.0(水)に近いためにコンクリート練混ぜ時のスランプロスが少ない点も利点である。

事業を構築する上でのポイント

再生 PET 繊維を混入したコンクリート系セグメントの品質を高く評価され、下水道幹線に採用される。耐薬品試験で酸性及びアルカリ性による強度低下がないことを確認した上で施工。

再生 PET 繊維を混入させたコンクリート製セグメントは、2009 年頃より、首都圏を中心に高速道路や上水道などで複数採用されてきた。その後、**下水道の幹線管渠築造工事に採用され、同社をスポンサーとした共同企業体(JV)で施工している。この工事は価格点と技術点の総合評価方式による入札案件であり、同社が提案した技術点を評価する技術提案において、標準のセグメントに比べひび割れを抑制し、耐久性の向上に有効な提案として評価された。**また、現場においては材料仕様・配合計画書の承諾や工場検査・試験練り確認を行うとともに、酸性及びアルカリ性に対する耐薬品試験を実施し、問題がないことを確認した上で施工した。

この工事は、再生 PET 繊維を利用したことや、下水道幹線に初採用したことが評価され、平成 29 年度 近畿建設リサイクル表彰 再使用・再生利用部門で奨励賞を受賞している。



再生 PET 繊維を混入したコンクリート製のセグメント



再生 PET 繊維を混入させたコンクリート製セグメントが採用された下水道トンネル

耐火性、塩害防止効果のある資材として、道路トンネル等でも採用される。

コンクリートは熱に弱く、高温になるとコンクリート内の水分や空気が膨張し、爆裂する危険性がある。同社の再生 PET 繊維を混入したコンクリート製セグメントは、コンクリートの爆裂防止効果があることも確認しており、車両火災による被害拡大防止のため、道路トンネルにも複数採用されている。

また、兵庫県の余部橋りょうでは、再生 PET 繊維を混入させたコンクリートが橋りょうの鉄筋コンクリートに採用されている。日本海沿いにある橋りょうは潮風に晒されるため、鉄筋が錆びてコンクリートに塩害が発生する懸念があり、コンクリートのひび割れを防止する目的で再生 PET 繊維を混入している。

事業推進に向けた 今後の展望、課題

厳しい環境下に晒されるコンクリート建造物において、活用促進を視野に入れる。

同社では、再生 PET 繊維を混入したコンクリート製セグメント等について、新たな活用の可能性を視野に入れている。

「今後、厳しい環境下に晒されるコンクリート建造物に、当社で開発したコンクリート製セグメントをはじめとする資材が採用される可能性はあると思います。

また、**世界各国で使用済み PET ボトルの輸出入規制が広まる中、日本国内でのリサイクルが大きな課題となっている現状においては、企業における SDGs 経営の推進という観点でも、社会に求められる資材だと個人的には思っています。**」（関西支店土木第二部 姫路汐入川シールド作業所 星野壮一さん）

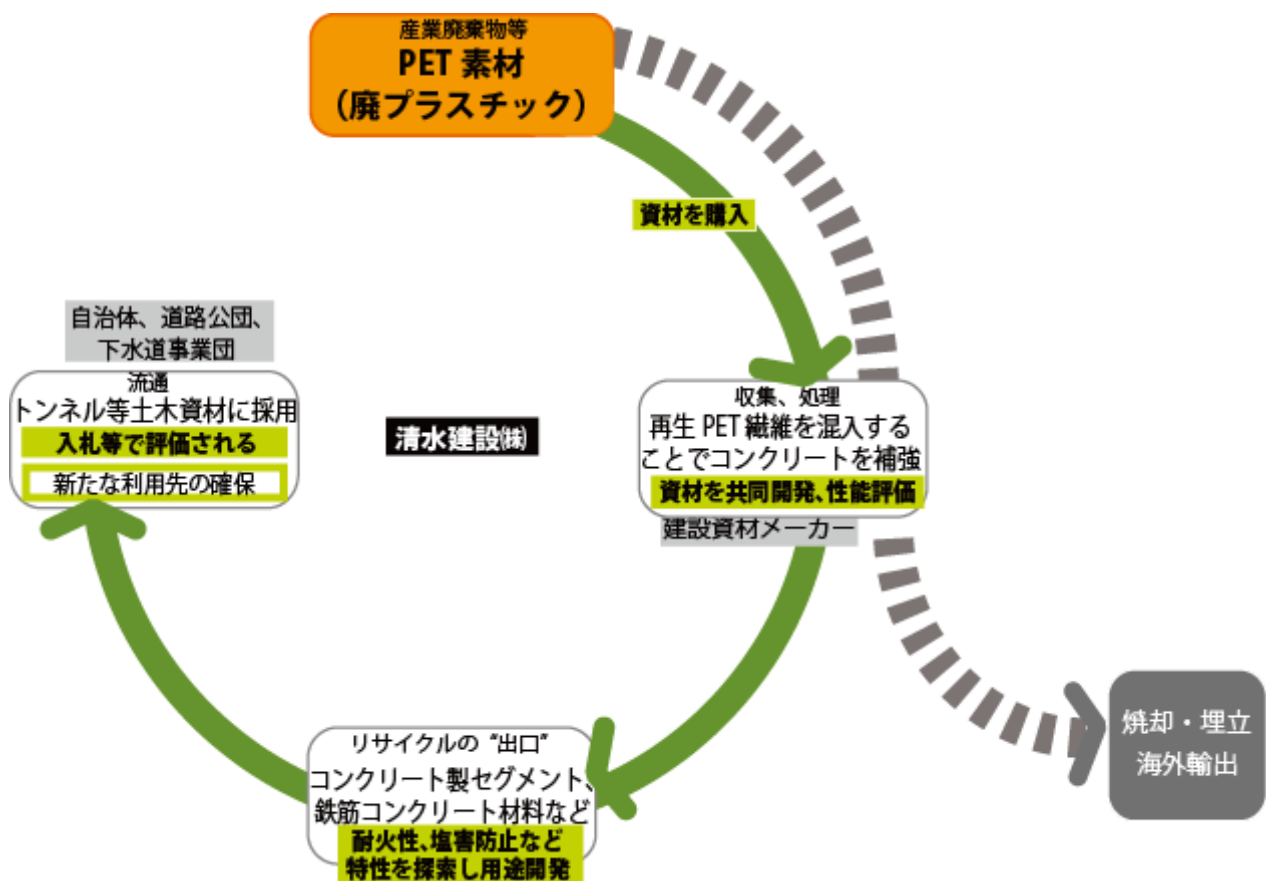
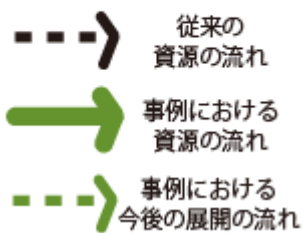
「再生 PET 繊維をトンネルや橋梁のコンクリート補強材として活用」

事例におけるサーキュラー・エコノミー（資源の流れ、取組ポイント）

- 清水建設(株)は、建設資材メーカーより再生 PET 繊維を購入し、同メーカーと共同開発を行うことで、曲げ靱性や耐衝撃性のあるコンクリート材料を開発に成功したのに加えて、トンネルのセグメントや鉄筋コンクリート建造物の材料など用途開発の役割や、入札参加等で自ら営業し資源流通を促す役割も果たしている。
- 今後、多様な用途にもとづく利用先を確保することで、市場拡大や同社における SDGs 経営の推進が期待される。

ポイント 取組ポイント

展開 今後の展開・課題



サーキュラー・エコノミーへのシフトチェンジのポイント

再生 PET 繊維を製造する建設資材メーカーと、再生 PET 繊維を混入したコンクリート製セグメント等の共同開発を行い、さらに、特性を活かした用途とすることで、建設コストが上昇せず、なおかつ環境に配慮した高品質の土木資材を創出し、多様な土木建造物の受注につながっている。

きつかけ	処理したい産業廃棄物	・廃プラスチック（各国での輸入規制が進み、日本国内での適正なリサイクルが求められる）
	事業を動かす力、思い	・建設業として、建設工事で発生する CO ₂ 排出量の削減を実践したい。 ・建設コストが上昇せず、環境に配慮した高品質の建設工事の材料を開発したい。
かたちにする	チーム編成	・材料提供者、技術開発のパートナー（建築資材メーカー） ・リサイクル資源の開発、流通役（清水建設(株)）
	サーキュラー・エコノミー構築の工夫	・建設費を大幅に高騰させることなく、強度を確保し品質向上させた新建材の開発 ・シールドトンネルのコンクリート製セグメント、道路トンネル、鉄筋コンクリート建造物の材料など、用途を開発し、施工する土木建造物に採用
	採用した技術	・再生 PET 繊維を混入したコンクリート材料（建設資材メーカーと共同開発、性能評価）
成果と将来展望	新ビジネス、事業の展開	・下水道等のシールドトンネル、道路トンネル、橋りょうでの採用 ・【将来展望】受注増加、厳しい環境下にさらされるコンクリート建造物での採用
	社会課題の解決	・硫化水素の発生や火災（被害）、煙害など、厳しい環境下でも強度が低下しない建造物の建設 ・廃プラスチックの国内でのリサイクル率向上（SDGs 経営の推進につなげる）

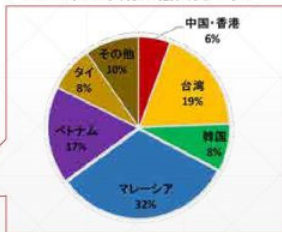
※コラム※世界各国における廃プラスチックの輸入規制の動向

2017 年末に中国が輸入規制を導入したことで、2018 年以降は中国への輸出量が激減。それに伴い、日本からの廃プラスチック輸出量は大幅に減少している。今後、輸出先であった他の国においても輸入規制の動きが広がっているため、この動向はさらに進み、日本国内での適正な廃プラスチックのリサイクルが求められるものと考えられる。

日本からの廃プラスチック輸出量の推移



2020年上半期の輸出先上位



引用元：(公財)東京都環境公社内 HP 「輸入規制の動向 (2020.10 時点)」

事業者プロフィール

事業所名：清水建設株式会社 設立：1804 年創業
 所在地：東京都中央区京橋二丁目 16 番 1 号 / 姫路汐入川シールド作業所・兵庫県姫路市広畑区則直 109-1
 代表者：取締役社長 井上和幸 従業員数：10,384 名
 事業内容：建築・土木等建設工事の請負（総合建設業） H P : <https://www.shimz.co.jp/>

3. 事例におけるサーキュラー・エコノミー構築のポイントとは

整理した8事例（推進途中の2案件は除く）は、産業廃棄物の種類が多岐にわたることもあり、事業展開のストーリーは多種多様であるが、3つの事業目的別に比較すると、サーキュラー・エコノミー構築のポイントとなる共通点が下記の通りに見られた。

事業目的1. 地方創生・地域貢献にもつながるリサイクル事業の実践

①リサイクル資源の需要家や、新たなビジネス・事業の展開先を自ら開拓・確保し、リサイクル資源の流通を進めている。

4事例ともに、リサイクルの“出口、として、関係者による利用やFIT売電のほかに、自らが需要家を開拓し確保することで、資源の流通を実践している。

また、リサイクル資源の効率的・循環的な利用から派生した新しいビジネスや事業を考案・創出し、展開先となる相手を自ら開拓して実践または検討を進めている事例も一部みられた。

リサイクル資源の需要家の開拓・確保

- ▶(株)ティービーエム: 発電車のイベント貸出サービス(SMOによる発電)、FIT売電(その他バイオマス)
- ▶(株)トーヨー養父バイオエネルギー: ハウス栽培施設(隣接地に整備し、グループの農業生産法人が消化液を利用)、農家(消化液散布サービス)、FIT売電(メタンガス)
- ▶三重リサイクルセンター: 温浴施設等(トランスヒートコンテナシステムによる熱供給)、FIT売電(メタンガス)
- ▶水島エコワークス(株): 水島コンビナート入居企業(ガス供給)、スラグ・メタル・工業塩の販売

新しいビジネス、事業の展開先の開拓

- ▶(株)ティービーエム: 自治体(横浜市など)、大企業(RE100宣言企業など)
- ▶(株)トーヨー養父バイオエネルギー: トマトやお米のブランド化

②産業廃棄物等を回収・処理する工程で、排出事業者のコスト等負担を軽減しながらたくさん集める仕組みをつくり、事業採算性を確保している。

処理費用の削減のほか、水処理コンサルティングサービスの提供、ふん尿の処理時間短縮、自治体からの処理受託など、事業者の廃棄物処理に関する負担軽減を達成しながら回収・処理を行うことで、多くの量を集めることができ、リサイクル事業の採算性を確保している。

排出事業者のコスト等負担を軽減

- ▶(株)ティービーエム: 飲食店等(約500店舗)に水処理コンサルティングサービスを提供
- ▶(株)トーヨー養父バイオエネルギー: 地域の畜産農家(ふん尿の処理時間短縮が実現)ほか
- ▶三重リサイクルセンター: 産業廃棄物(多様な品目を広範囲に収集)、一般廃棄物(焼却炉のない自治体より受託)
- ▶水島エコワークス(株): 産業廃棄物(水島コンビナート入居企業)、一般廃棄物・下水汚泥・焼却灰(倉敷市内)を一括処理することで、各事業者ともに安価な処理が実現

③住民及び行政との有効な関係性を構築し、地方創生・地域貢献につながる取組を継続している。

4事例ともに、住民向けに活動のPRを通じた地域貢献活動を継続して行うことで、良好な関係性を構築している。

その他、自治体による構想等に位置付けられた事業として実施している事例や、公的研究機関から技術開発支援を受けている事例、自治体と新たに事業モデルを検討する事例も見られた。

行政及び住民との連携など

- ▶(株)ティービーエム: 自治体(発電車イベントの貸出)、公的研究機関(技術開発支援)、横浜市(連携モデル構築の検討)
- ▶(株)トーヨー養父バイオエネルギー: 養父市(国家戦略特区を策定)、地域住民(発電所や農業施設等で複数名を雇用)
- ▶三重リサイクルセンター: 伊賀市など周辺住民(イベントを継続開催し市民へPR。トランスヒートコンテナもその一環)
- ▶水島エコワークス(株): 岡山県(環境コンビナート構想の提案)、倉敷市民など(小学生の社会見学を受入)

事業目的2. 処理の難しい廃棄物の適正なリサイクル

- ①排出事業者、廃棄物処理業者、流通先（又は流通開拓者）の三者が参画し、サーキュラー・エコノミーの枠組み（収集から処理・生成、リサイクル資源の流通まで）を構築している。

当初より三者が参画し、サーキュラー・エコノミーの枠組みを構築している。

排出事業者、廃棄物処理業者、流通先（又は流通開拓者）の三者が参画

- ▶比留間運送(株): 大手建材メーカー(排出事業者)、造園業者(流通開拓者)と人工軽量土壌を共同開発
- ▶(株)グリーンアローズ関西: 建設会社2社(排出事業者)、廃棄物処理業者3社(同社含む)、石膏ボードメーカー(流通先)と持株会社を設立し、地域の5つの事業会社を通じて廃石膏ボードのリサイクルルートを確立

- ②廃棄物処理業者が対象とする廃棄物の専用プラントを新設し、多大な投資を行っている。

廃棄物処理業者自らが、事業実施を機に特殊設備も備えたプラントを新設している。

廃棄物の専用プラントを新設

- ▶比留間運送(株): 建設資材工場を改修し、破碎機をはじめ、様々な設備を投入したALCリサイクル専用工場を整備
- ▶(株)グリーンアローズ関西: 最大処理能力247トン/日のプラントを整備。粉じん拡散を防止する集じんシステムを採用

- ③廃棄物処理業者に、対象とする廃棄物がたくさん収集・処理できる仕組みを作っている。

たくさん集まる仕組みを持つことで、多大な投資に見合った事業が展開できている。

廃棄物がたくさん収集・処理できる仕組み

- ▶比留間運送(株): 広域認定制度を取得する大手建材メーカーの指定工場として、ALC端材の処理を一手に引き受ける
- ▶(株)グリーンアローズ関西: 持株会社に参画する石膏ボードメーカーが広域認定制度を取得

事業目的3. 排出事業者やリサイクル資源の需要家によるSDGs経営、ESG投資の実践

- ①サーキュラー・エコノミーの一部を補強・補完する形で取り組んでいる。

収集から処理・生成、リサイクル資源の流通の全てには関与しておらず、サーキュラー・エコノミーの枠組みにおける一部の工程を補強・補完する形で取り組んでいる。

サーキュラー・エコノミーの一部を補強・補完する形で取り組む

- ▶(株)島津製作所: 廃プラスチックを収集する仕組みづくり
- ▶清水建設(株): 再生PET繊維を活用した材料開発、活用

- ②サーキュラー・エコノミー構築の肝は、事業パートナーと共同で検討している。

廃プラスチックを回収する仕組みや新材料など、サーキュラー・エコノミー構築の肝は、実施主体単独ではなく、廃棄物処理業者や土木資材メーカーなどと共同で検討している。

事業パートナーとサーキュラー・エコノミー構築の肝を共同で検討

- ▶(株)島津製作所: 廃棄物処理業者と、廃プラスチックを回収する仕組みを設定
- ▶清水建設(株): 再生PET繊維を開発し生産する土木資材メーカーと、新しいコンクリート材料を共同開発

- ③SDGs経営・ESG投資の実現を目指し、仲間づくり・受注先の開拓を自らで推進している。

仲間づくり・受注先の開拓は、実施主体がSDGs経営・ESG投資の実現にむけた取組であることをアピールしながら推進している。

SDGs経営・ESG投資の実現にむけた仲間づくり・受注先の開拓

- ▶(株)島津製作所: SDGs経営やESG投資を実践する企業としてメディア等で広く紹介。さらなるコスト削減創出に向けて、参加事業者の増加を目指す。
- ▶清水建設(株): SDGs経営につながる廃プラスチックのリサイクル率向上に寄与するよう、再生PET繊維で補強したコンクリート材料が厳しい環境下で施工されるコンクリート建造物での活用促進を視野に入れる。

【事業目的別にみる、サーキュラー・エコノミーへのシフトチェンジのポイント】

事業目的1. 地方創生・地域貢献にもつながるリサイクル事業の実践

サーキュラー・エコノミー構築のポイント(共通点)

リサイクル資源の需要家や、新たなビジネス・事業の展開先を自ら開拓・確保

回収・処理する工程で、排出事業者のコスト等負担を軽減する形でたくさん集める仕組みをつくる

行政及び住民との有効な関係性を構築

No.	事業者、事業概要	きっかけ		かたちにする			成果と将来展望	
		処理したい産業廃棄物	事業を動かす力、思い	チーム編成	サーキュラー・エコノミー構築の工夫	採用した技術	新ビジネス/事業の展開	社会課題の解決
1	(株)ティービーエム 飲食店の排水油脂を用いた都市型バイオマス発電 “フード・グリーン発電システム”	・排水油脂	・排水油脂の管理・水処理コンサルティングサービスについて、より付加価値を高めるため、収集している排水油脂の燃料化を試みてみたい。	・排出事業者(大手飲食チェーン店、駅ビルに入居するテナントなど約500店) ・処理業者((株)ティービーエム。自社バイオマス発電にかかる技術開発等も行う) ・技術開発支援(産総研、国立環境研究所、農研機構、埼玉県産業技術総合センター)	・複数の飲食チェーンに対し、店内での排水油脂にかかるコンサルティングを行うビジネスを、バイオマス発電の検討前から実践。そのサービス料を飲食チェーン店から徴収し、狭いエリアの飲食店より高密度に回収するシステムを構築していた。 ・経済産業省やNEDOの支援事業を活用し、研究開発費を低減。	・フード・グリーン発電システム(排水油脂から発電燃料SMOを精製。製造方法はノウハウ秘匿) ・発電車(SMOをFIT売電以外で活用する装置として開発)	・FIT売電に加え、発電車のイベント貸出により収益を得る。(東京都武蔵野市など自治体との連携による) ・【将来展望】地域連携SDGs推進プランによる、自治体との協業・新事業の展開(横浜市など) ・【将来展望】大企業(RE100宣言企業等)と連携による新事業の展開 ・【将来展望】他地域での排水油脂の管理・水処理コンサルティングサービスの展開 ・【将来展望】新たな脱炭素インフラを運営するデジタル化の確立	・排水油脂の適正なリサイクル ・油を多く使用する飲食店における衛生環境の向上 ・地域資源の有効活用による脱炭素促進
2	(株)トヨヨー養父 バイオエネルギー 国家戦略特区に開設したメタンガス発電所が推進するエネルギーの地産地消モデル	・家畜ふん尿(メタン発酵に向かないとされる鶏ふんなど) ・食品残さ	・エネルギー事業部門として、地方創生に携わりながらバイオマス発電を展開したい。合わせて、農業など新たな事業にも進出してみたい。 ・「養父市 中山間農業改革特区」が全国初の国家戦略特区に認定	・メタンガス発電所の運営母体である(株)トヨヨー養父バイオエネルギーが、排出事業者や消化液の利用者に自ら働きかけ、1者ずつ関係を構築していくことで、収集先や流通先を確保。また、住民説明会を開催し、地域とのコミュニケーションも密に図っている。 →排出事業者(近隣畜産農家[ふん尿の処理時間の短縮が実現。乳牛を増頭する農家が出現]、食品加工場等の事業者) →廃棄物処理業者((株)トヨヨー養父バイオエネルギー) →消化液の利用者(農業生産法人、近隣農家) →地域住民等 ・技術開発(カナダ・アナーシア社)	・家畜ふん尿、食品残さの処理 ・メタンガスによるFIT売電(受入容量最大70t/日、発電出力1,426kW(一般家庭約1,800世帯分))、7,900t/年のCO2削減 ・農産物の販売(トマト、お米) ・専用車による消化液散布サービス	・メタン発酵発電(湿式。鶏ふんでの実績がある外国設備を導入。海外でモニタリング)	・消化液利用農家の米を特別栽培米としてブランド化し、道の駅などで販売している。 ・高糖度トマトを京阪神や東京のスーパー等で販売している。 ・トマトの栽培施設、メタンガス発電所における地域住民の雇用 ・【将来展望】消化液の供給先確保(食品残さ等をさらに受け入れるために)	・家畜ふん尿・食品残さのリサイクル ・バイオマスエネルギーと有機質肥料の生産 ・(株)トヨヨー養父農業生産法人における地域住民の雇用
3	三重リサイクルセンター(三重中央開発(株)) トランスヒートコンテナの運用で地域貢献を図る大規模リサイクル施設	・産業廃棄物全般(広範囲に収集) ・一般廃棄物(伊賀市ほか、多数の自治体より受入)	・大規模な産業廃棄物処理施設として、施設をさらに増設する際に、CSR活動の一環で地域貢献につながる取組も合わせて展開し、地域に広く発信できるようにしたい。	・廃棄物処理業者(三重中央開発(株)) ・技術開発等(三機工業(株)・コンテナ開発、極東開発(株)・コンテナ車の改造等) ・熱の需要家施設(サンピア伊賀・温浴施設を有するホテル) ・地域住民等	・省スペース、取得すべき許可が少ないなど、施設の周辺地域でも運用が可能なコンテナ車を開発。 ・採算性の確保が可能な熱需要施設の諸条件を設定。	・トランスヒートコンテナシステム(環境省事業として開発・実証事業を行い、小型化が実現)	・地域への熱エネルギー供給サービスの展開 ・【将来展望】新たな輸送先の確保による収益事業としての展開 ・【将来展望】メタンガス化施設の整備により、エネルギー供給施設としてさらに事業を展開	・産業廃棄物全般と一般廃棄物のあわせ産廃による、効率的な廃棄物処理 ・大規模な産業廃棄物処理施設として、地域とのコミュニケーションを強化
4	水島エコワークス(株) 産業廃棄物と一般廃棄物を一括処理するゼロエミッション・コンビナート	・水島コンビナート内の産業廃棄物 ・一般廃棄物、下水汚泥、焼却灰(倉敷市内)	・大規模コンビナートから大量に排出される廃棄物を、効率よく処理し、リサイクルを図りたい。 ・岡山県が「環境コンビナート構想」により、コンビナート内に加えて、一般廃棄物も含めて一括処理することを提案。	・排出事業者等(水島コンビナート入居企業9社、倉敷市) ・廃棄物処理業者(水島エコワークス(株)) ・水島コンビナート内企業9社、岡山県、倉敷市が株主となり、PFI方式で事業会社を設立。 ・技術開発等(水島コンビナート入居企業の1つであるJFEグループが主導)	・排出事業者、市より廃棄物を受け入れ、スラグ、メタル、工業塩としてリサイクルした各種材料を有料で販売。 ・スケールメリット(555t/日)により、個別での処理に比べて安価に処理。 ・ガス燃料をエネルギーとしてリサイクルすることで、コンビナート内のエネルギー使用量を削減。	・サーモセレクト方式(燃料ガスをコンビナート内の製鉄会社で有効活用。その他に生成した無機物は徹底的にリサイクルを図る)	・PFI方式による、ゼロエミッション・コンビナートとしてのリサイクルビジネスの展開 ・倉敷市内、岡山県内の小学生の社会見学受入	・産業廃棄物全般と一般廃棄物のあわせ産廃による、効率的な廃棄物処理 ・地域のリサイクル率向上

事業目的2. 処理の難しい廃棄物の適正なリサイクル

サーキュラー・エコノミー構築のポイント(共通点)

排出事業者、廃棄物処理業者、流通先/流通開拓者の三者が参画

廃棄物処理業者が対象とする廃棄物の専用プラントを新設

廃棄物処理業者に、対象とする廃棄物がたくさん収集・処理できる仕組み

No.	事業者、事業概要	きっかけ		かたちにする			成果と将来展望	
		処理したい産業廃棄物	事業を動かす力、思い	チーム編成	サーキュラー・エコノミー構築の工夫	採用した技術	新ビジネス/事業の展開	社会課題の解決
5	比留間運送(株) ALC 端材とバイオマスを混合して作る良質な屋上緑化用の人工軽量土壌	・ALC 端材(破碎時に粉じんが舞うなど扱いが難しい)	・大量に受け入れている ALC パネル端材から、有価物を生み出していきたい。	・排出事業者(大手建材メーカー・広域認定制度を取得) ・廃棄物処理業者(比留間運送(株): 独自に技術開発を実施。大手建材メーカーの指定工場であるのをはじめ、他の業者も含めて大量に収集) ・技術開発(造園業者、発酵施設業者、破碎機メーカー)	・ALC リサイクル工場で端材を適正料金で受け入れて中間処理(大量に収集・処理を行うため、破碎機など各種設備を投入した ALC 専用リサイクル工場を新設) ・100%廃棄物由来である人工軽量土壌としての高付加価値化 ・造園業者が営業窓口として対応(屋上緑化を行っている建造物等に採用される)	・ALC パネル端材を粒・粉にする技術(独自に開発) ・ALC と堆肥を混合した人工軽量土壌(堆肥土壌の製造ノウハウを有する造園業者が中心となり、土壌生成レシピや pH 調整等を検討)	・人工軽量土壌が有名な建造物の屋上緑化等の土壌として多数採用される(比重が軽い) ・ALC 粒を調湿材、ALC 粉を土質改良剤及び畜産系資材として販売 ・【将来展望】利用先の確保(造園業者に頼らない販売方法を模索)	・ALC パネル端材の効率的な処理(人工軽量土壌、調湿材、土壌改良剤、畜産用資材にリサイクル) ・埋立処分量の削減
6	(株)グリーンアローズ関西 廃石膏ボードの適切な処理と再利用を実現させた新たな事業会社の設立	・廃石膏ボード(嫌気性環境など一定条件下で放置しておく、硫化水素ガスを発生するため、適正な処理が必要。中でも、解体系廃石膏ボードは分別や処理が難しいため、リサイクルが困難)	・廃石膏ボードを適正にリサイクルを行いたい。中でも、リサイクルが難しいとされる解体系廃石膏ボードも、適正にリサイクルを行いたい。 ・大阪府エコタウン構想の一環として、リサイクル事業のさらなる展開を図りたい。	・6社により持株会社を設立し、地域別に5つの事業会社が稼働。廃棄物処理業者がそれぞれの事業活動地域で個別に独自運営する体制を構築。 →排出事業者(建設会社[ゼネコン]2社) →廃棄物処理業者(大栄環境(株)、(株)タケエイ、(株)ダイセキ環境ソリューション) →リサイクル資源の需要者(石膏ボードメーカー・広域認定制度を取得) ・技術開発等	・排出事業者の地域にある5つの事業会社が受け入れ、処理を行う。 ・(株)グリーンアローズ関西が石膏ボードメーカーに引き渡し、メーカーが二水石膏を石膏ボードに再加工することで、再利用が実現。	・事業会社独自に、異物と石膏を完全分離するシステムを開発(磁力選別、破碎ライン、ふるい機など)。最大処理能力247トン/日を整備 ・集じんシステム(粉塵の拡散を防止)	・廃石膏ボードのリサイクル市場の拡大 ・【将来展望】利用者の増加	・解体系廃石膏ボードの適切なリサイクル ・廃石膏ボードの中間処理施設における良好な作業環境の提供

事業目的3. 排出事業者やリサイクル資源の需要家による SDGs 経営、ESG 投資の実践

サーキュラー・エコノミー構築のポイント(共通点)

サーキュラー・エコノミーの一部を補強・補完する形

サーキュラー・エコノミー構築の肝は、事業パートナーと共同で検討

SDGs 経営・ESG 投資の実現を目指し、仲間づくり・受注先の開拓を自らで推進

No.	事業者、事業概要	きっかけ		かたちにする			成果と将来展望	
		処理したい産業廃棄物	事業を動かす力、思い	チーム編成	サーキュラー・エコノミー構築の工夫	採用した技術	新ビジネス/事業の展開	社会課題の解決
7	(株)島津製作所 サプライチェーンとの協働によるIoTセンサーを活用した廃プラスチック回収システム	・廃プラスチック	・SDGs 経営、ESG 投資を意識した循環型社会の形成に寄与する取組を実践したい。 ・廃棄物処理における“3つの無駄”を解消したい。 →資源の無駄 →エネルギーの無駄 →作業の無駄	・排出事業者((株)島津製作所、島津製作所の協力会社2社) ・廃棄物処理業者((株)京都環境保全公社) ・技術開発等(Enevo JAPAN)	・一度に複数の事業所を回り、廃プラスチックを回収する仕組みについて、コスト削減が期待できるよう、排出事業者と廃棄物処理業者で諸条件・ルールを設定。 (主管事業所とその他事業所の2ヶ所を回る、その他事業所は主管事業所から40km以内に立地すること等が条件 など) ・京都府事業「IoT・スマート産業廃棄物削減対策事業」に参画し、実証実験を実施。 (経費をかけずに実施)	・IoTセンサー(保管庫内の廃棄物の保管量を自動で計測) ・オリジナルのソフトウェア(IoTセンサーで読み取った情報を元に、自動的に廃棄物処理業者へ通知)	・SDGs 経営や ESG を推進する企業としてのメディア等での紹介 ・【将来展望】参加事業者を増やし、さらなるコスト削減効果を創出(スケールメリット) ・【将来展望】他地域での事業展開	・廃プラスチックの適切なリサイクル ・収集車の走行距離の減少に伴うCO ₂ 排出量の21%削減 ・廃棄物処理作業の省人化
8	清水建設(株) 再生PET繊維で補強し、品質向上と環境負荷低減を図るコンクリート製トンネルの施工	・廃プラスチック	・建設業として、建設工事で発生するCO ₂ 排出量の削減を実践したい。 ・建設コストが上昇せず、環境に配慮した高品質の建設工事の材料を開発したい。	・材料提供者、技術開発のパートナー(建築資材メーカー) ・リサイクル資源の開発、流通役(清水建設(株))	・建設費を大幅に高騰することなく、強度を確保し品質向上させた新建材の開発 ・シールドトンネルのコンクリート製セグメント、道路トンネル、鉄筋コンクリート建造物の材料など、用途を開発し、施工する土木建造物に採用	・再生PET繊維を混入したコンクリート材料(建設資材メーカーと共同開発、性能評価)	・下水道等のシールドトンネル、道路トンネル、橋りょうでの採用 ・【将来展望】受注増加、厳しい環境下で施工されるコンクリート建造物での採用	・硫化水素の発生する環境や火災(被害)、煙害など、厳しい環境下でも強度が低下しない建造物の建設 ・廃プラスチックの国内でのリサイクル率向上(SDGs 経営の推進につなげる)

4. 有識者からのメッセージ

サーキュラー・エコノミーの推進には、廃棄物処理事業者のみならず、廃棄物を排出する事業者にも役割が問われている。

今後、排出事業者はどのように行動すべきなのか、調査事業の検討委員会にご参加いただいた先生方に、取組のヒントや果たすべき役割などについて、メッセージをいただいた。

吉田登氏（和歌山大学 システム工学部 システム工学科 教授）

「サプライチェーンをバリューチェーンに！」

循環経済（Circular Economy）は、無駄（Waste）を富（Wealth）に変えるビジネスモデル、あるいは経済システムです。資源投入量・消費量を抑えつつ、ストックを有効活用しながら、サービス化等を通じて付加価値の最大化を図る循環経済への転換を図る。「循環経済ビジョン2020」には、排出事業者を含め、社会全体への強いメッセージが込められています。

循環経済へ向けて、排出事業者はどう取り組むべきでしょうか。循環経済のビジネスモデルを理解することは難しくないが、ビジネスの舵を切ることは容易ではないと言われます。理由の1つとして、排出事業者を含む多くの企業が支持してきた、サプライチェーンの流れを一方向に固定化する、従来の線形経済ビジネスに対する捉え方の見直しや脱却を必要とするからだと思われま

す。SDGs が叫ばれる中、廃棄物を資源と捉える理念については理解できても、従来の排出事業者の現場では、どうしても法規制やコスト面から対応すべき、サプライチェーンから離れた外部の問題として廃棄物を捉えてしまいます。

これに対して、循環経済では、まず自社のサプライチェーンを、需要を中心にして利用価値を提供するバリューチェーンと捉えます。製品はその1つの手段であり、原材料やさらには設備などの資産を含めて利用価値をどう提供するかについて出口を中心に考え、利用ベースで利用価値にもとづく対価を受け取る中で利益を生み出す視点を持つことが重要とされています。その中で、廃棄物をサプライチェーンの資源、あるいは新たな顧客や付加価値拡大のビジネスチャンスとして活用できるよう、サプライチェーンの体質改善が求められます。

鍵を握るのがデジタル技術の進展です。例えばIoTセンサーを活用した廃棄物の回収システムは、単に収集プロセスの効率化をもたらすだけではなく、収集にかかる時間や装置などの遊休資産のシェアリング・プラットフォームとして機能し、廃棄物を安定的に共有することで新たな資源へとアップサイクルすることも可能になります。このようなプラットフォームを、例えば製造時の廃棄物だけでなく製品のシェアリング・プラットフォームへ拡張するなどしてサプライチェーンに組み込むことで、サービスとしての製品（PaaS）※などのビジネスチャンスも広がり、これらのプラットフォームが業種を超えたパートナーシップを構築する機会をも提供します。このようにして、廃棄物を含む自社の資源が、潜在的な顧客を含めて、循環的に何度も利用されながら社会の中で長く滞留するような、循環するサプライチェーンへと進化します。

循環経済のサプライチェーンへの移行には、どうしても開発を含めた試行錯誤、それに伴うコストやリードタイムを伴いますが、イノベーションには欠かせないものです。これにより、SDGs にうたわれる本当の意味での「つくる責任」と「つかう責任」をより高いレベルで実現する、持続可能なビジネスモデルの構築が期待されます。

※PaaS(Product as a Service)

製品そのものではなく、製品が提供するサービス（機能）を販売するビジネス。シェアリングやサブスクリプションなど。

大下和徹氏（京都大学大学院 工学研究科 都市環境工学専攻 准教授）

「排出事業者の産業廃棄物 3R 支援制度の活用や事業者間のネットワーク構築を」

「サーキュラー・エコノミー（循環経済）」の推進のためには、製造者、小売業者等の排出事業者、回収・収集、廃棄物処理事業者やリサイクル事業者など様々な業種の連携が必要となるほか、製品回収・処理・リサイクルにおいては消費者の協力も必要となり、業界や立場を超えたあらゆる人々の協働が必要不可欠となります。この中で、排出事業者に求められる役割は、3Rの考え方に従った対応に尽きるのではないかと思います。すなわち廃棄物の量を減らし、使えるものは再利用し（製品の歩留まりを向上させ）、リサイクルを徹底することです。特に、最初に実施すべきは、排出事業者が、自ら排出する廃棄物の種類や量をしっかり把握し。次に、発生する廃棄物をしっかり分別することです。廃棄物の分別が、廃棄物を資源に転換すること、また処理コスト削減につながることは、ほぼ間違いのない事実です。

しかし、これらの取り組みは特に中小排出事業者にとっては、容易なことではありません。環境管理を所管する専門部署がある大企業は別にして、通常は総務部門が廃棄物処理も担うため、担当者も沢山の業務を抱え、多忙で廃棄物処理まで手が回らないケースが多いと聞きます。このような状況を改善するため、幾つかの都道府県や政令指定都市では、産業廃棄物排出事業者の 3R を支援する制度やターミナル機関が設置され大きな役割を担っています。

例えば、一般社団法人 京都府産業廃棄物 3 R 支援センター※は、①排出事業者の相談に対し、専門知識を有するアドバイザーの派遣、②産業廃棄物 3R 促進のための研究開発、施設整備、販路開拓に対する補助金交付、③シンポジウムや講習会、講師派遣による排出事業者の支援、④3R 先進事例や処理業者のリサイクル技術、保有設備等に関する情報の提供を行っています。しかしながら、このような制度や機関は全国的にも多くはなく、あまり知られていません。

したがって、今後、このような制度が、より一層全国的に展開されることが望まれるとともに、特に中小の排出事業者は、制度の活用に加えて、これまで、あまりつながりがなかった同種の事業者間の産業廃棄物 3R に関する情報ネットワークを構築していくことも重要であると考えられます。

※一般社団法人 京都府産業廃棄物 3 R 支援センター ホームページ
<http://www.kyoto-3rbiz.org/>

山本攻氏（株式会社エックス都市研究所 技術顧問／元・大阪市立環境科学研究所）

「排出事業者はどう取り組むべきか」

事業所から発生してくる廃棄物は、できる限りリサイクルすることが望ましいということは、排出事業者の皆様もご存じのことと思います。しかし近年、欧州から、すべての廃棄物はリサイクルし焼却や埋立はできる限り行わないようにしようという、サーキュラー・エコノミーの取組が提案され、国際規格（ISO）化が検討されています。まだ、皆様方の事業活動にどのように影響するかということは具体的には見えてきていませんが、取引先からリサイクル活動の結果について報告を求められるという事態も想定されます。

皆様は、自社の活動から発生してくる廃棄物については最もよくご存じではありますが、では具体的にリサイクルするにはどうすればよいのか、という点はなかなか難しいと感じておられると思います。最近では、廃棄物の種類ごとに分けて排出されておられる事業所も多くなっていますが、分けた後どのような業者に頼めばいいかわからないという事業所もあります。

一方で、今後リサイクルされる素材を積極的に使うことも求められており、積極的な取組をされている大手の事業者もおられます。しかし、多くの事業所では、品質保証などを考えるとなかなか取組は難しいというのが現状です。排出される廃棄物がリサイクルしやすいように確実に分別され、これ受け取った処理事業者がより品質の高いリサイクル素材を製造する、というプラスのループができれば、サーキュラー・エコノミーの実現に向けた取組になります。

今回の事例集は、様々な廃棄物について多様な取組を紹介しました。紹介した取組がすぐに活用できるというわけにはいきませんが、これらの取組にほぼ共通して見受けられるのは、排出事業者と処理事業者、処理事業者とリサイクル品の利用事業者の連携であります。単に廃棄物を排出するだけ、受け取った廃棄物を処理するだけという関係では、リサイクルの取組はなかなか生まれません。場合によっては、より効率的な処理すら難しくなります。

最近では、ESG 投資や SDGs の取組が求められるようになって、廃棄物処理業者も新しい業務の展開を模索しておられます。排出事業者の皆様も、このような事業者と連携し、自社の廃棄物をリサイクル素材として生き返らせるような取り組みを模索していただきたいと願っております。

このような連携は、排出事業者と処理事業者という組み合わせを縦とすると、様々な関連分野の事業者との連携を横とし、様々な知恵が集まってきて資源循環を基調とした社会が出来あがって行くという方向に発展していくことを期待いたします。

最後に、排出事業者の皆様にお願ひがあります。皆様が製造される製品は、色々な所で使われて、最後は廃棄物となるわけですが、長寿命である、壊れた個所が修理しやすい、廃棄物となってもリサイクルしやすい、といった特性を持つ製品を作ることができるのは、生産者である排出事業者の方です。すでにこのことは言い古された内容ではありますが、再度、認識を新たにしていただいて、今後の事業活動に生かしていただきたく、お願いいたします。

産業廃棄物等有効活用における
環境問題解決に資する技術動向等調査

産業廃棄物の適正利用・有効活用に関する事例集

令和3年5月

近畿経済産業局