

令和2年度中小企業等産業公害防止対策調査
「中国地域におけるAI社会実装及び環境技術高度化可能性調査」
報告書概要版

令和3年3月 中国経済産業局

フォローアップ調査 ①三菱ケミカル株式会社

(1) ドローン活用による保守管理

- 同社では、危険物や高圧ガスを取り扱う事業所の定期的な設備の診断について、ドローンの活用を検討し、現状よりもきめ細かい検査や、人間の手を集約するスマート保全のツールとしてドローンを導入している。
- 事業所では、有毒性のあるガス等の材料を使用しており、万が一の漏洩等の異常が発生した際の初期対応や経過確認等にドローンを活用し、情報収集を行うことでより高度な産業公害防止を目指している。



約43cm

機体重量	3.44kg
最高到達高度	140m
最大飛行速度	94km/h
電波到達距離	4km
飛行可能風速	10m/s
最大飛行時間	30分



DJI社ドローン
INSPIRE2

(2) ドローン活用の現状の課題と解決方策

- ドローンの活用を更に高度化していくためには、ドローンに関するスキルと事業所の設備に関する知識の両面がなければならない。こうした人材の育成、確保を図る必要がある。
- リスク管理について、例えばドローンが操縦不能になる等の万一の事態を想定して、飛行可能区域や飛行方法のルールを設ける必要がある。今後、5Gを活用する等、情報技術の向上により信頼性が向上すれば飛行可能区域の拡大等の可能性がある。

(3) ドローン活用の展望

- ドローンの活用では、視覚的に現場の情報を捉えることが期待される。視覚情報は人間の目として画像情報を捉えるものであるが、今後は、例えば温度の情報等を加える等、収集する情報を高度化していく余地があると考えられる。

ドローン撮影+画像解析



ドローンの導入と活用状況

所在地：広島県大竹市御幸町20-1（広島事業所）

設立：1933年（昭和8年）

資本金：53,229,000,000円

社員数：約40,776名

(1) 早期異常検知に向けたAI活用

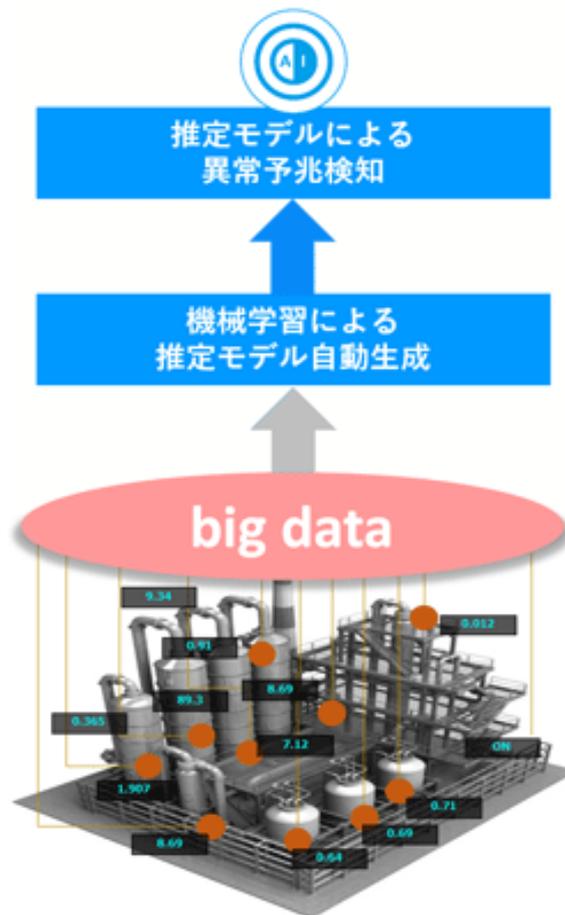
- 同社では、2017年に高圧ガス認定事業所を再取得しており、これにあたり、2016年に運転の異常を早期発見する目的でAzbil社BIGEYESを導入している。早期に異常を検知することで保安を高め、産業公害防止を図ることを目的としている。
- より高度な設備保安や産業公害防止を図るために、人間では気付きにくい異常の検知や、より早期に検知する効果が期待される。併せて、スマート保安に対応していくための組織化、人材育成も進めている。

(2) AI導入の効果

- AI導入の効果として、一例として、ストレーナーは詰まりが出てきた場合、取り替える必要があり、閾値を設けてこれを超えた場合に切り替えとなるが、運転状態から、詰まりが発生する時期を予知するテストで効果が出ている。保安作業で切り替えまでいくデータがあり、学習することができるものは、産業公害防止の観点からも良い効果が出ている。

(3) 今後の展望と産業公害防止について

- これまで産業公害防止の図る中で、同社ではAIで排水や排ガスをモニターした実績はないが、ソフトセンサーの使い方によっては、そういった活用も可能と考えられる。
- 今後、機械学習による異常検知は引き続き実施し、画像解析によって、異常を判断することや設備の保全的な分野にも使用していきたいと考えている。異常の処置等の文書データを所有しており、マニュアルや取扱説明書等の言語処理に活用することで、次の操作支援につなげる等の取り組みも考えられる。



ビッグデータの取得とAI活用のイメージ

所在地：山口県周南市開成町4560（南陽事業所）
設立：1935年（昭和10年）
資本金：55,200,000,000円
社員数：約13,336名

(1) AI 活用によるプラント腐食予測

- 同社の石油精製プラントでは原料の切り替えにより、運転条件や腐食環境が変化することから、腐食環境が不規則な系統については設備の寿命管理や防食を適切に行うことが難しく、設備保全及び産業公害防止の上で課題となっていた。一部の腐食速度が不安定な部分について、寿命管理の精度を高め、産業公害防止を図る目的でAIを導入している。
- 通常は年に1~2回の超音波肉厚測定器を使用した肉厚測定のため、肉厚モニタリングセンサーを配管に設置している。無線計装を行うことで、センサー技術とデータ解析技術が必要となり、AIの導入に至っている。

(2) AI 活用の概要

- センサーを設置し、無線で中継器をつなぎながら、運転データも一緒に取り込む（パイシステム）にデータを格納し、運転データと肉厚データの相関解析を行っている。
- ソフトウェアはニューラルネットワークを使用し、腐食速度を予測している。これにより減肉の早期かつ精度の良い検知が可能となった。
- 防食剤の投入においても、センサーを設置したことで、AIにより早期かつ定量的に防食の評価が可能となっている。

(3) ニューラルネットワークを取り扱う上での課題

- AIに関する人材技術育成を行う必要があるため、社内では社内での教育制度を充実させている。
- 例えばデジタル活用の基礎についてWEBで外部の講習を受けるeラーニング等の仕組みを作ったことや、レベル分けをして資格取得の補助等を行いながら育成を試みている。
- 社内にデータ解析の専門家が少ないため、データ解析、データアナリストの育成、確保が今後の課題となる。

無線通信による肉厚モニタリング技術 (IoT)

- 無線でデータを送信し、PIシステムに蓄積



多変数解析技術

- 解析ソフトウェアの機能の一部であるニューラルネットワーク (人工知能)を用いて、運転データから腐食速度を予測した。

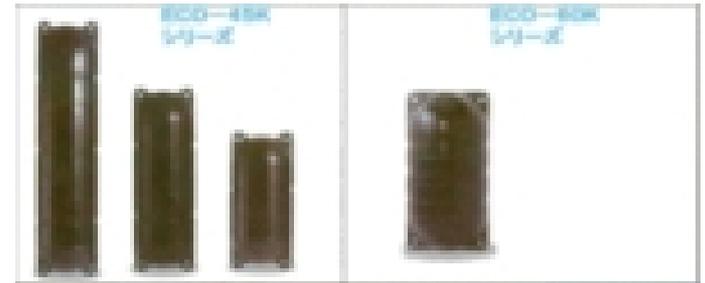
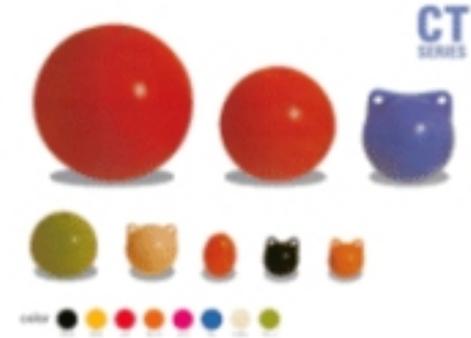


IoTによるデータ取得と相関解析イメージ

所在地：岡山県倉敷市水島海岸通4-2（水島製油所）
 設立：1888年（明治21年）
 資本金：30,000,000,000円
 社員数：約9,206名

(1) ABS樹脂フロート（漁具）のリサイクル

- 同社は、樹脂加工メーカーであり、搬送物に使用する樹脂ローラーとABS樹脂フロート（漁具）を自社製品として製造している。また、自動車部品の製造も行っており、自動車メーカーからの受託製品を製造している。
- このうち、ABS樹脂フロート（漁具）について、1990年代半ばから、発泡スチロールの代替品となるABS樹脂製フロートを独自に開発し、更に廃棄するABS樹脂フロートのリサイクル事業を開始した。2000年頃からは、マテリアルリサイクルを前提としたフロート製品のリサイクル・システム（マテリアルリサイクル）を確立し、エコマークの認証を受けている。養殖のメッカである鹿児島、愛媛、大分等から自社トラック等で使用済フロートを回収していたが、その後、産業廃棄物処理法による規制が厳しくなり、産廃許可や manifests が必要となる等、収集運搬が困難となったが、現在も、環境意識の高い大手水産業者から持ち込まれた使用済フロートを活用し、エコフロートの製造を継続的に行っている。



ABS樹脂フロートとエコフロート

(2) 循環経済に寄与する新たな取組み

- 近年の海洋プラスチック問題への注目の高まりを受け、現在は生分解性プラスチックを使用した海洋資材の開発を進めている。生分解が進みやすいと耐久性の問題が発生するため相反する課題を抱えており、現時点では実用化にまでは至っていないが、今後、ナノファイバーの活用も含めて製品開発を進めていく。

所在地 山口県山口市佐山字村山3-17
 創業年 1965年（昭和40年）
 資本金 2.8億円
 従業員数 85名

(1) 下水処理場での消化ガス発電とAI /IoT の導入

- 同社の水環境事業部門では、FIT を活用して下水処理場で発生する消化ガスによる発電事業や、汚泥の燃料化事業等を全国で行っている。今後の展望として、AI/IoT を導入し、効率よく消化ガス発電等の運転管理ができないか検討がなされている。
- バイオガスを使った発電事業は、同社のガスエンジンにより、各地の下水処理場内に民設民営の発電所を建設している。これまで、点検作業は現地で行うことが必須であったが、今後はAI/IoT を使い、人員削減や一部の遠隔化が可能になると期待される。消化ガス発電に関しては、今後は比較的小規模な処理場でメタン発酵槽の導入から実施し、可能であれば周辺の食品系等の水分の多い地域バイオマスも下水処理場に取り込み、FIT の売電、または下水処理場での電力消費に使用する事業を展開していく。
- 地域で排出されたものは、地域でエネルギー化し、活用する還元スキームを目指している。下水汚泥等の廃棄物をエネルギーに転換している点で、循環経済の実現に大きく寄与している。

(2) 汚泥焼却灰の活用について

- 下水処理場の焼却炉から産業廃棄物として発生する汚泥焼却灰については、有効利用先が社会全体として課題となっている。汚泥焼却灰は、吐け口を確保しにくい部分があり、廃棄物として最終処分するしかない成分も含まれている場合もあるが、今後の活用促進が期待される。

事業実績 (図中の塗りつぶし及び表中の*は稼働中の発電所)



下水処理場における消化ガス発電の取組状況

所在地	東京都中央区晴海3-5-1
創業年	1905年（明治38年）
資本金	66.468億円
従業員数	592名

(1) ブルーシートのリサイクル体制の構築を目指す

- 同社は、ブルーシートの国内シェアNo.1のメーカーであり、ポリエチレン・ポリプロピレンを主原料とした合成樹脂繊維「フラットヤーン」を用いた関連製品、およびフラットヤーン技術を応用したスリッター等、産業機械の製造・販売を行っている。
- これまで、社内で発生する製造ロスを再生ペレット化して自社内で使用し、自社内で使用できないものについては委託でプラスチックパレットや擬木にリサイクルしてきた。また、ブルーシートの端材を使用したトートバッグの製作をし、売り上げの30%を寄付している。
- このような中で、近年、海洋プラスチック問題への注目が急速に高まり、SDGsの取り組みの拡大やESG投資への対応もあり、社会的責任として使用済ブルーシートのリサイクルに着手した。国内生産されているブルーシートの大半が同社の製品であり、使用済ブルーシートをリサイクルして、プラスチックパレットや擬木等、様々な形でリサイクルし、最終的にはマテリアル化することを目標としている。使用済ブルーシートの市場回収は、これまで実施された前例はなく、2021年2月より岡山県内で国内初の実証試験をスタートした。

ブルーシートリサイクル実証事業の案内

(2) ブルーシートリサイクルにおける課題

- ブルーシートは75%が輸入品であり、自社製品以外は素材や添加物が不明となる点や、劣化が激しい製品には耐候剤が使われていない可能性があり、そういったものに対する改質技術の確立が必要となる。
- リサイクルの流れとしては、ホームセンター等の販売ルートから回収し、リサイクル業者で粉碎、洗浄、乾燥、再生、加工する。今後はリサイクルの広報や、原料化によるアップリサイクルを目指す。

所在地	岡山県倉敷市水島中通1-4
創業年	1962年（昭和37年）
資本金	17.78億円
従業員数	1,525名（グループ全体） 469名（単体）

(1) バイオマスレジ袋の利用拡大を目指す

- 同社は、大手ポリ袋メーカーであり、1970年代に紙袋に変わるレジ袋を開発した企業である。2020年7月に施行されたレジ袋有料義務化を受け、バイオマスレジ袋等の製品開発に積極的に取り組んでいる。従来のレジ袋等に使用されるポリエチレンは、石油や天然ガス系から製造されているのに対して、バイオポリエチレンは植物系から製造されているのに対して、バイオポリエチレンは植物系から製造されている。これまでバイオマスレジ袋は、植物由来10%程度のものであったが、レジ袋有料義務化が定められたことを受け、植物由来25%以上のバイオマスレジ袋の製品を多数取り揃えている。
- レジ袋有料義務化以降では、レジ袋の全体的な比率から言えば、2～3割のバイオマス化が進められている。バイオマスレジ袋は、植物由来であり、最終的に焼却処理された場合にも排出されるCO2が実質的に増加しないことから、政府が目指すカーボンニュートラルにも寄与するものとなる。

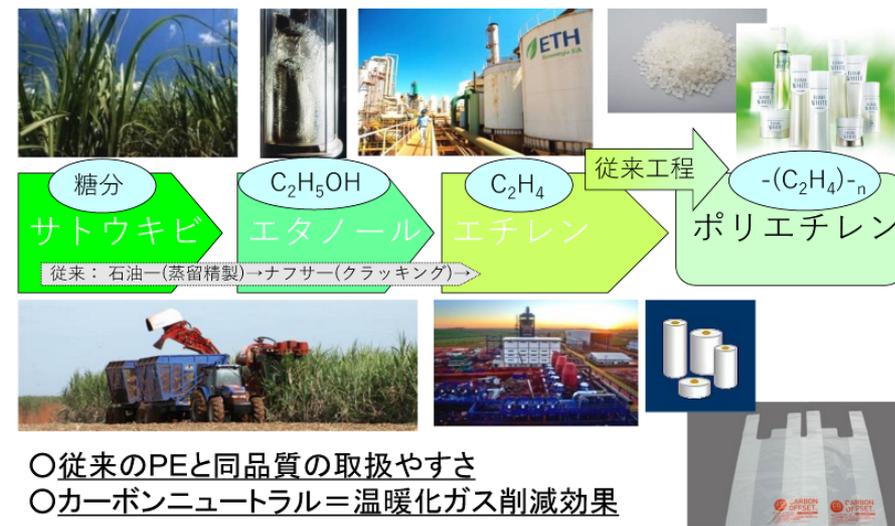
(2) 生分解性樹脂等の新たな取組みと今後の展望

- 近年の海洋プラスチック問題の高まりを受け、バイオポリエチレンの生分解の製品開発にも取り組んでいる。生分解性のバイオポリエチレンは、現在はコストが高く、今後、海外のように規制等を絡めた普及促進が望まれる。
- 同社ではバイオマス製品を製造してCO2を削減することや、生分解性プラスチックを使用して海洋ゴミを削減することで環境に貢献している。
- レジ袋のシェアはプラスチック市場において全体の2%程度であり、他のプラスチック製品であるペットボトル、トレー等が占める割合の方が高く、今後は他製品の削減等、次の段階に進んでいくことが望まれている。



中川製袋化工株式会社

バイオ由来のバイオポリエチレンの製造工程



バイオマスレジ袋の製造工程

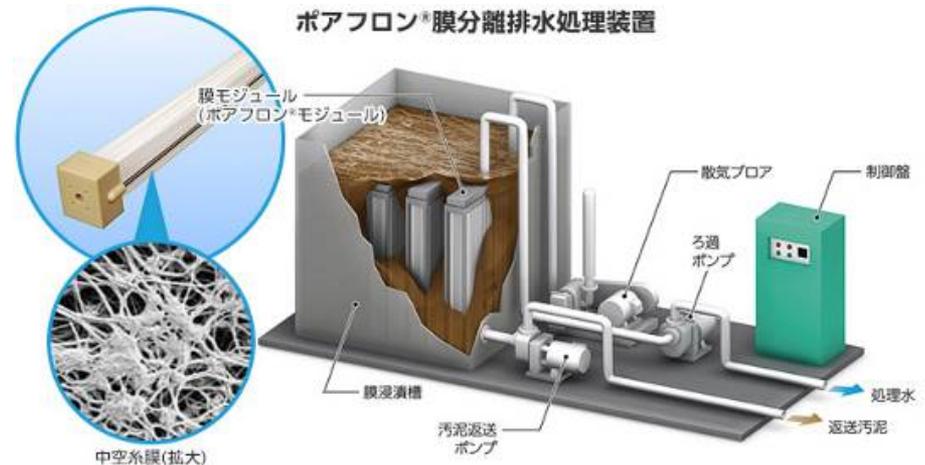
所在地	広島県大竹市港町1-5-1
創業年	1939年（昭和14年）
資本金	1億円
従業員数	約330名

(1) 高度排水処理の取り組み

- 同社は、高級デニム素材の一貫生産（紡績、染色、織布、整理加工）及び販売を行う大手メーカーである。
- デニム素材の生産においては大量の水が使用され、主な用途としては、糸を染めるために使用する染料の溶解と染めた後の糸や反物の洗浄であり、排水量は会社全体で一日あたり2,000t 前後に及ぶ。
- 排水として流れる着色された水を、各工場に常設している高度排水処理設備で処理をして放水している。処理方法は、膜分離式活性汚泥法とオゾン処理となる。同社では、独自の排水基準（項目、基準値等）を設けており、例えば、COD 20 以下、色度15 度以下等に設定している。
- これにより、工場排水の水質や外部環境などの変化に対して安定的な水処理が可能となり、更に産業廃棄物、エネルギーコスト等においても大幅な改善を実現している。



ポアフロン®膜分離排水処理装置



高度水処理設備

(2) 再生繊維の利用

- 同社では発生する廃棄物、廃材を有効活用するため、再生繊維の利用拡大にも取り組んでいる。再生繊維とは、レーヨン等の再生セルロースから作られた繊維やリサイクルされたポリエステル等から作られた繊維のことであり、特に余った糸の再生化について、今後の取り組みを検討している。

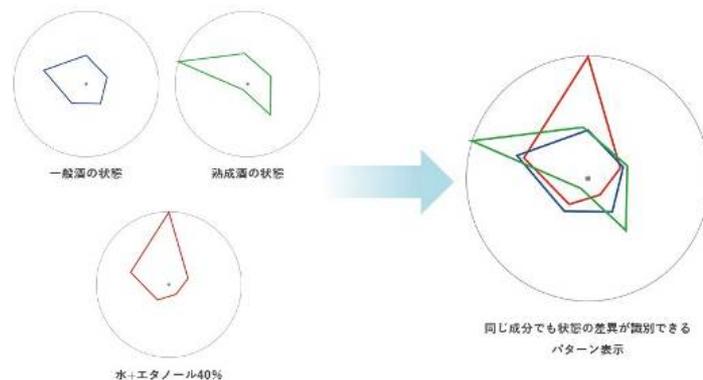
(3) 産業公害防止の取り組みと再エネ拡大

- 地球温暖化対策の観点から、CO2 削減等を含む大気汚染防止に取り組んでおり、5年前からボイラの更新や燃料転換を計画的に進め、CO2 やSOx の削減に取り組んでいる。今後は、更なるCO2 削減に向けて、太陽光発電設備を順次各工場に設置する予定である。

所在地	広島県福山市新市町常1450
創業年	1951年（昭和26年）3月
資本金	1.5億円
従業員数	720名

(1) テラヘルツ波を利用した新たな検査装置の開発

- 同社は、テラヘルツ波（電磁波の周波数）を使った検査装置を2021年4月にリリースする。テラヘルツ波は、今まで見えなかったあらゆる液体の情報を可視化し、食品のお茶やお酒等、医療関係の尿や血液等、化粧品の化粧水等、半導体の有機溶剤や電池の電解液等の様々な液体が対象となる。液体のデジタル情報の統合化とAI理論（マイクロ情報とマクロ情報の統合）と、研究開発・製造・品質管理における課題の解決への新しい手法の提供の2つが同社のソリューションとなる。
- 例えば半導体系では、液体製品の出荷された商品に異常があった場合、その商品の成分そのものは変わっておらず、出荷検査の基準で調べても異常は見つからない事例がある。輸送中に振動を受けることや温度の上昇等で成分は変わっていないが、本来の正常な機能を果たさない液体になってしまうことが原因であり、成分分析しかできない従来の装置と異なり、成分は同じでも状態がいかに変化したかを捉えることができ、それをレーダーチャートで可視化できる。テラヘルツ波を使えば非破壊・非接触・非侵襲で検査が可能となる。



(2) テラヘルツ波の活用の今後の展望

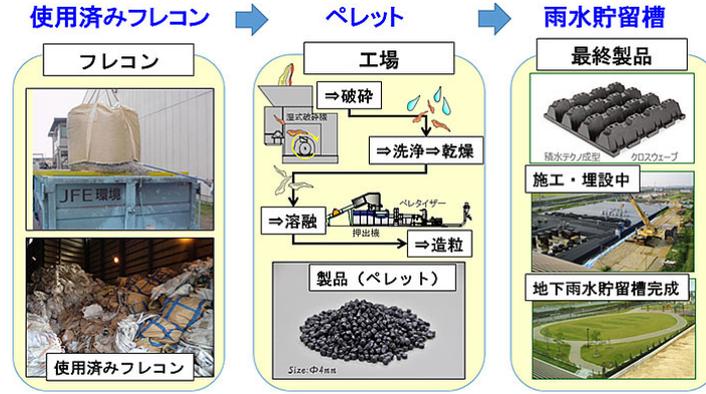
- 同社では、今までデータ化されていなかった液体のプラットフォームの構築を目指している。プラットフォームの中には独自のAI技術を組み込み、あらゆる液体のプラットフォームが構築できれば、今まで手探りだった液体製品の研究開発が急加速する可能性や、液体製品の品質の向上、化学業界を筆頭に製造ラインの熟練工の高齢化によりデジタル化されていない熟練工の技術を引き継ぐものがないといった様々な問題の解決が期待される。

テラヘルツ波測定装置とレーダーチャートの一例

所在地	岡山県岡山市北区津島中1-1-1
創業年	2015年（平成27年）
資本金	1.33億円
従業員数	10名

(1) 使用済フレコンバッグのリサイクル

- 同社は、総合資源化リサイクル事業社であり、液体・固体・プラスチックから蛍光灯まで、あらゆる廃棄物のリサイクルに取り組み、資源循環型社会の構築に貢献している。同社では、工場から排出される産業廃棄物や中間処分業者から回収した廃プラスチックと容器包装プラスチックの残渣等を混合し、RPF（Refuse derived paper and plastics densified Fuel）を製造している。RPFは石灰工場で熱源として使用され、廃プラスチックの有効利用に貢献している。
- また、同社では使用済フレコンバッグの回収を行い、廃プラスチックの材料リサイクルを行っている。回収したフレコンバッグは洗浄した上、破碎、溶融、造粒の処理を行い、原料ペレットやパレット、雨水貯留槽等、様々なプラスチックのリサイクル製品となっている。

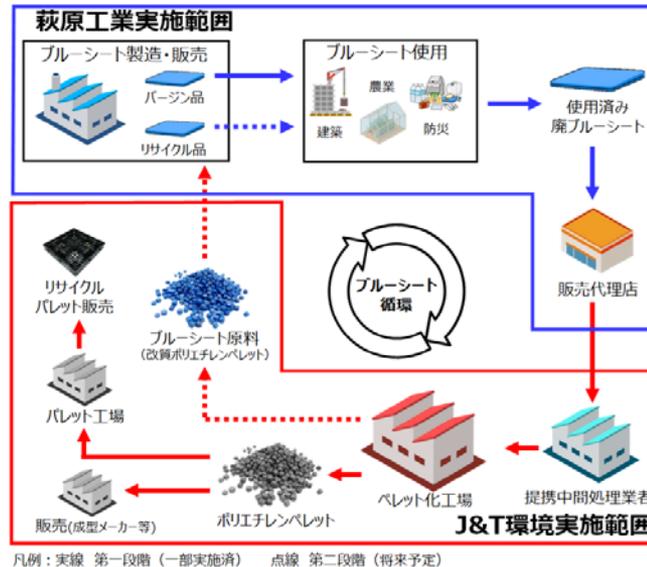


フレコンバッグリサイクルの流れ

(2) ブルーシートの水平リサイクルの取り組み

- 同社では、ブルーシートの生産量国内最大手の萩原工業（岡山県倉敷市）と連携し、国内で初めての廃ブルーシートの水平リサイクルの実現に向けた取り組みを開始している。両社は、使用済ブルーシートから再びブルーシートを製造する「Revalue+」の事業化を目指し、12月に業務提携している。ブルーシートの循環スキームを段階的に構築し、使用済ブルーシート5,000 t/年を「Revalue+」の対象物として回収、リサイクルすることを目標に掲げている。この活動を通じ、CO2 排出量削減と天然資源の使用量抑制に貢献し、SDGs（持続可能な開発目標）への取り組みを今後さらに強化していく。

ブルーシート水平リサイクル「Revalue+」スキーム



ブルーシートリサイクル実証の概要

凡例：実線 第一段階（一部実施済） 点線 第二段階（将来予定）

所在地 広島県福山市箕沖町115-1
 創業年 1977年（昭和52年）
 資本金 6.5億円
 従業員数 1,017名

(1) 廃プラスチックのRPF化の取り組み

- 同社は、廃棄物の収集運搬や処理・再生・燃料化に関する事業や、汚水処理施設及びごみ処理施設等の維持管理、浄化槽の維持管理及び清掃に関する事業等を行う総合廃棄物処理業者である。
- 廃プラスチックについては、RPF（Refuse derived paper and plastics densified Fuel）の製造に取り組んでいる。RPFは、マテリアルリサイクルが困難な廃プラスチック類や木くず、紙くず等を主原料とした高品位な固形燃料である。同社では、備後地区を中心に原料の約9割を産業廃棄物から回収する。回収した廃棄物は、重機で破砕機に投入し、破砕機によってある程度小さくなったものをプラスチック、紙、木くずのタンクにそれぞれ送り込み、一定の比率で成形機に入れ、固形化する。およそ1,500t/月のRPFを製造している。製造したRPFは石炭やコークス等、化石燃料の代替材として、大手製紙会社等で使用される。近年、廃プラスチックの有効利用が問題となる中、同社では今後、RPFの増産に取り組むとともに、RPFの原料においても廃プラスチックの比率を現状の約6割より高めていく計画である。



廃プラスチックを主原料としたRPF燃料

(2) AI技術を活用した自動選別に向けて

- 同社では、回収したビン、缶、ペットボトルを選別するラインがあり、ここでペットボトルを対象としたAI自動選別ロボットを導入する計画である。AI自動選別の処理量は、100～150t/月を想定しており、パラレルリンク式のアームで吸着させるAIロボットを使用し、中身が入っているペットボトルと空のペットボトルを識別させる予定である。AI自動選別ロボットの導入により、リサイクルの高度化、処理効率の向上、人材の補填等を目指している。

所在地	広島県府中市鶉飼町800-113
創業年	1952年（昭和27年）
資本金	1千万円
従業員数	241名

(1)低密度ポリエチレンの材料リサイクル

- 同社は、廃プラスチックの回収・受入れ・処理という静脈産業の部分と、リサイクル製品の開発・製造という動脈産業の部分を一貫して社内で行うことにより、廃プラスチックの材料リサイクルを推進している。
- 同社では、使用済みのプラスチックを再利用して、約6,000 t/年のリサイクル製品を製造している。約6,000 t/年のうち、約500 t/年は回収した廃プラスチックを自社でペレット化したもので、約5,500 t/年は再生原料メーカーから購入したペレットとなる。廃プラスチックの回収先は、主に製造業者や物流業者の約80社で、製品を物流する際に巻くストレッチフィルムや、製造業であれば、原料や製品の包装用の袋、保護するための緩衝材等のポリエチレンに限定して回収している。
- 同社では、社内で破砕、減容化、成形を行ってペレット化したものを再生メーカーから購入したペレットとブレンドし、製品を製造する。製品の割合は農業用製品が40%、土木・建築製品が40%、残り20%がそれ以外の園芸用品等となる。



低密度ポリエチレンの材料リサイクル

(2)今後の展望と期待

- 2050年カーボンニュートラルの実現に期待が持たれている。実現に向けては廃棄物の適正処理も重要となり、リサイクル業界のニーズが高まれば、焼却処分、埋立処分の量を削減することができ、CO2の削減等につながっていく。
- 今後、各企業でCO2発生の抑制が求められる中で、バージン材から作られた製品をリサイクル製品に置き替えることでCO2削減等にもつながる。そういった意味でリサイクル製品のニーズの高まりが期待される。

所在地	山口県防府市新築地町6-1
創業年	1972年（昭和47年）
資本金	3千万円
従業員数	65名

(1)食品産業廃棄物のリサイクル

- 同社は、食品産業廃棄物を収集し、副資材として天然由来のバーク（樹皮）を混和した上、微生物による分解・発酵の力で肥料とし、製造・販売を行っている。
- 食品産業廃棄物の年間収集量は、約30,000 t/年であり、回収先は食品工業からの製造ロスとして発生する食品廃棄物や食品残渣、廃乳、汚泥等となる。副資材として混合するバーク（樹皮）の使用量は、年間約3,000 t/年となる。発酵は、微生物を食品産業廃棄物の全体に行き渡らせるため、何度も切り返しを行いながら3～6か月かけて菌を活性化し、その際は発酵により90℃まで温度が上昇する。雑菌類は殺菌作用のある好気性の菌により死滅させる。このようにして製造した肥料の生産量は、約17,000 t/年で、主にJA全農や農業法人等に販売しており、近年は国内に限らずベトナムや中国にも輸出している。今後は、肥料に他の廃棄物である溶融スラグや焼却灰を受け入れて混和し、ミネラル分の高い肥料の製造も視野に入れている。



(2)今後の展望と期待

- 同社で行っている事業は正に循環経済の取り組みの一つに当てはまる。微生物の力のみで発酵させるため、高価な設備が必要なく、環境にもやさしい取り組みとなっている。資源循環の輪を今後、更に拡大していく意味では、全国や海外へも展開しやすい技術といえる。

久米産業の食品産業廃棄物のリサイクルループ

所在地	広島県広島市中区東平塚町9-5
創業年	1963年（昭和38年）
資本金	3千万円
従業員数	18名