

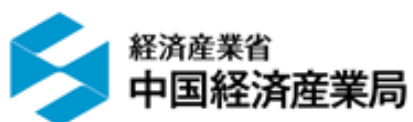
令和 2 年度

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（本編）

令和 3 年 3 月



2.2 フォローアップ調査

AI ディスカッションの参加者アンケートにおいて、AI 導入を具体的に検討している、あるいはすでに導入していると回答した企業から 3 社を選定し、AI 導入検討会のフォローアップとして、表 2-2 のとおりヒアリング調査を行った。

表 2-2 フォローアップ調査の概要

企業・事業所名	ヒアリング日時	AI/ドローン導入状況
三菱ケミカル株式会社 広島事業所	令和 3 年 1 月 25 日 13:30	2017 年 3 月ドローン導入済
東ソー株式会社 南陽事業所	令和 3 年 2 月 1 日 10:30	2 年以内に AI 導入予定
ENEOS 株式会社 水島製油所	令和 3 年 2 月 4 日 13:30	3～5 年以内に AI 導入予定

(1) ドローン活用による保守管理（三菱ケミカル株式会社・広島事業所）

所在地：広島県大竹市御幸町 20-1（広島事業所）

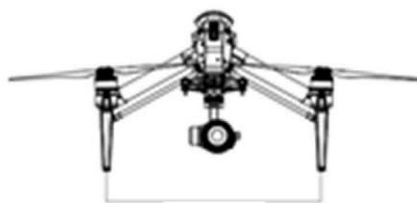
設 立：1933 年（昭和 8 年）

資本金：53, 229, 000, 000 円

社員数：約 40, 776 名

1) ドローン導入の経緯

- ・現時点での描いているドローン活用のイメージは大きく分けて 2 つある。
- ・1 つ目はスマート保全となる。危険物や高圧ガスを取り扱う事業所の保安を担保するために、定期的な設備の診断を精力的に進めているが、ありがたい保全、保安の姿において、現在は人が行っている配管や設備の点検を今後も継続できるか考えたときに、ドローン等の DX ツールを活用したあり方を検討する必要があると考えた。その中で目的を果たすために現状よりもきめ細かい検査や、もう少し精力的に見なければならぬ人間の手を集約していくスマート保全のツールとしてドローンの導入に至った。
- ・2 つ目は産業公害防止のための異常時の対応となる。事業所では万一の際には大きな被害につながりかねない有毒性のガス等の材料を使用している。その中で異常時の急務防災は、現在、人が認知した情報を集約したものがベースになっているが、それでは現場のリアルな状況を察知することができないと考え、主に異常の初期対応や異常発生後の経過確認等に人の目を介さない DX ツールを活用して危険な場所や物質等の制約を受けない情報収集ができないか考え、より高度な産業公害防止に向けてドローンを導入するに至った。



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

図 2-17 導入したドローンの仕様（DJI 社ドローン）

2) ドローン活用における現状の課題と解決方策

- ・ドローン活用をアウトソースするにおいても、こういったスキルを持った方に依頼するべきかが課題となっている。ドローンに関してのスキルと事業所の設備の特性等の知識がなければ、スマート保全や高度な産業公害防止に活かすことができないため、両方を兼ね備えていることが望ましい。
- ・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、こういった備えがあるのか、飛行区域や飛行方法を考えた場合に、リスクの高い危険物を輸送している配管の上を飛行することは難しいと予想している。
- ・5Gを使用する等、情報技術の向上により信頼性が向上すれば離隔距離を縮める等の可能性があるが、現時点ではリスクを想定した上で距離をとる、飛ばせる気象環境等の制約を設けるという形で我々の中で事前の計画を組んでいる。

3) AI・ドローンに関する今後の展望と産業公害防止について

- ・ドローンには、視覚的に現場の情報を捉えることを期待している。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、例えば温度等に置き換える等、視覚情報を高度化する余地があると考えているが、現在は離れた場所から現場の情報を得るものというイメージで考えている。
- ・世の中では物の運搬等でも活用もされ始めているが、そういったことは視野に入れておらず、産業公害防止に向けた検査等において必要な情報を離れた場所から、いかに得ることができるかに特化して活用を深めていきたい。

ドローン撮影＋画像解析



図 2-18 ドローン撮影と画像解析の検証試験結果（配管ラック・配管の例）

(2) 早期異常検知に向けた AI 活用（東ソー株式会社・南陽事業所）

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 導入の経緯

- ・2017 年に高圧ガス認定事業所を再取得した。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 を導入した。高度な仕組みを使って早期に異常に気が付くことで保安を高め、産業公害防止を図るということを目的としている。2017 年に運転を支援するチームを結成している。
- ・それまでは監視や運転員のパトロール等、従来通りの方法で異常を検知していたが、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を期待して AI を導入した。高圧ガス認定事業所の再取得において、その点をアピールポイントにしている。また、スマート保安に対応していくための組織化、人材育成も併せて進めている。

2) AI 導入の概要

- ・Azbil 社 BIGEYES によるプラント異常予兆について 2 つのプラントで導入している。
- ・1 つはアミン系製品のプラントで 2016 年頃に導入している。メインプロセス、サブプロセスを含めた運転データを読み込んで、正常時とのズレを検知する。プラント全体での異常を捉えることができるか検証中である。
- ・もう 1 つはウレタン系製品のプラントで 2019 年初め頃に導入している。目的はアミン系のプラントと同様だが、アミン系プラントで導入した経験を生かして、データの取り入れ方やデータの補正差に関して工夫している。異常の頻度が少ないため、効果や成果と言われると答えにくい部分があるが、実際に使用している運転員からは、早めに異常を検知するようになったとの意見がある。ウレタン系プラントでは、テスト段階ではあるが、回転機の電流を解析することで回転機異常を早期検知する取り組みも行っている。
- ・成果がでにくい部分があるので、Azbil 社に他社の使用事例を聞きながら、どの様な使い方がフィッティングするのか等を検討している。

3) 具体的な効果（事例）

- 例えばゴミをとるフィルターの様なストレーナーがある。ストレーナーは詰まりが出てきたら取り替えるが、差を捉えて閾値を設けてこれを超えたら切り替えるが、運転状態から、詰まる時期を予知するテストでは効果が出ている。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。

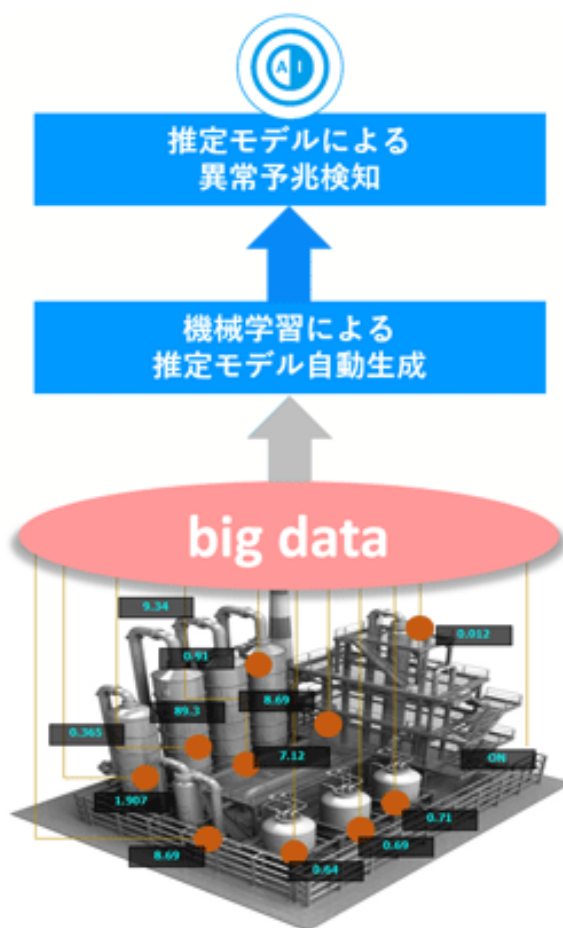


図 2-19 ビッグデータの取得と AI 活用のイメージ

4) IBM 社 SPSS によるプラント解析、ソフトセンサー構築について

- 導入の目的は BIGEYES と同様だが、BIGEYES はアリコリズムが固定されていて、メーカーが作った製品を使用する形だが、SPSS は様々なアリコリズムから自分たちで選択しながら、様々なチャレンジができる。そういったアプローチも欲しいということで導入した。
- 導入の目的としては、プラントの異常を早期検知することではアミン系プラントと同様だが、現場の話を聞きながら、問題解決に AI を活用していて、最終的にはソフトセンサーの様な使い方になることが多い。
- ソフトセンサーとは、現場にセンサーがありデータを把握できている温度、圧力、流量等を組み合わせて関係性から密度等を導き出すもの。

5) AI 導入にあたっての人材・技術の育成について

- ・人材育成は重要な課題である。データサイエンティストの人材を数十名単位で育てていきたいと考えているが、そのために何をどうすればいいか検討を始めた段階である。全社で組織的に行っていこうとしている。
- ・スマート化の中で全体的にどのようなカリキュラムで進めればいいのか手探り状態なので、専門家からデータを扱える人をどう揃えるか等、そういったところを含めて検討を始めている。AI というより、スマート化を進めて行く上での取り組み。

6) 今後の展望と産業公害防止について

- ・AI を使えるようにはなってきたが、AI をどこまで導入するのか等の判断をする際には、成果や費用対効果で見なければならず、コストもかかっているので、成果を定量的に示す必要がある。
- ・これまで産業公害防止の図る中で、AI によって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では、そういった点での活用も可能と考えられる。今後の活用法として期待できる。
- ・今後は、機械学習による異常検知は引き続き行っていく。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思っている。
- ・異常後の処置等の文書データを所有しているので、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の支援につなげる等の取り組みも考えている。

(3) AI 活用によるプラント腐食予測（ENEOS 株式会社・水島製油所）

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) AI 導入の経緯

- ・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。
- ・腐食は全て一定速度で時間に比例して進むわけではなく、急に腐食環境が悪化して配管の肉厚が減肉することや腐食が止まる場合があり、腐食速度を見通すことが難しかった。そういっ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導入した。
- ・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頻度を上げるため、肉厚モニタリングセンサーを配管に設置した。普段は人間が肉厚測定を行うが、毎日行うには工数がかかり過ぎることから、無線計装で行うことになり、センサー技術とデータ解析技術が必要になり、AI の導入に至った。

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



図 2-20 肉厚モニタリング技術のシステム構成

2) AI 活用の概要

- ・センサーを設置して、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んでいるサーバー（パイシステム）にデータを格納して、運転データと肉厚データを横並びにし、次に運転データを相関解析するソフトウェアに入力して相関を解析する。
- ・ソフトウェアは試行した結果、最も結果が良好であったニューラルネットワークを使用して、腐食速度を予測することとした。その結果、センシング技術でいうと、減肉の早期かつ精度の良い検知が可能になった。
- ・具体的には、従来は肉厚計測の頻度が年に 1～2 回、数年に 1 回だったことから、減

肉に気が付くのが例えば一年後になる場合もあったが、12 時間に 1 回肉厚のデータを取得しているため、早期に減肉に気が付けるようになった。

- ・また、予測するだけでは減肉を止められないため、減肉を防ぐために防食剤を投入している。その効果をどう測るかにおいても、センサーを設置したことにより、早期に把握できるようになった。防食薬品を使用しなかった場合は、どの程度の減肉になっていたか予測が可能になったことから、AI による定量的な防食評価が可能となった。

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。



図 2-21 予測分析ソフトウェアによる腐食予測概念図

3) AI 導入による主な実施効果と今後の展望

- ・ 防食剤の効果が分かり、精度よく減肉の予測ができるようになった。またタンクの運転改善を図り、設備の寿命を延ばすことや産業公害防止につながっている。AI を使った予測まで行っている製油所は、水島製油所のみとなるため、各所での水平展開を目指している。

4) ニューラルネットワークを取り扱う上での課題

- ・ AI 人材技術育成については、OJT で直接指導している。一般的に他にも AI に関する人材技術育成を行う必要があるため、社内で今年度から社内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 ラーニング等を社内で行えるように本社で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。
- ・ ただ、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、確保が課題となっている。

3.2 ヒアリング調査

3.2.1 ヒアリング調査概要

アンケート調査結果等から、更なる環境技術高度化を目指す事業者や、環境技術高度化をサポートし、課題解決方策を有する事業者をヒアリング対象として選定し、ヒアリング調査を実施した。ヒアリング実施状況を表 3-1 に示す。

表 3-1 環境技術高度化ヒアリング調査先一覧

	ヒアリング先	所在地	概要
【更なる環境技術高度化を目指す企業】			
1	宇部樹脂加工株式会社	山口県山口市	使用済ABS樹脂フロートのリサイクル
2	月島機械株式会社	東京都中央区	メンテナンス業務でのAI/IoT導入 汚泥燃料や汚泥焼却灰の有効利用
3	萩原工業株式会社	岡山県倉敷市	使用済ブルーシートのリサイクル
4	中川製袋化工株式会社	東京都中央区	再生プラレジ袋、バイオマスレジ袋
5	カイハラ産業株式会社	広島県三次市	排水処理による再利用の高度化 半端生地の有効活用
【環境技術高度化をサポートする企業】			
1	フェムト ディプロイメンツ株式会社	岡山県岡山市北区	テラヘルツ波を使用した新たな液体検査
2	J&T環境株式会社	広島県福山市	使用済フレコンバックの回収、リサイクル製品化
3	株式会社オガワエコノス	広島県府中市	プラスチックごみの燃料化（RPFなどの燃料供給）、AI自動選別ロボットの導入計画
4	株式会社サンポリ	山口県防府市	低密度ポリエチレンの回収、リサイクル製品化
5	久米産業株式会社	広島県広島市中区	食品産業廃棄物のリサイクル（堆肥化）と、溶融スラグを有機肥料の混合による製品化

3.2.2 ヒアリング調査結果（更なる環境技術高度化を目指す企業）

(1) 宇部樹脂加工株式会社

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

■ ABS 樹脂フロート（漁具）のリサイクル体制の構築と課題

宇部樹脂加工株式会社は、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、自動車用の樹脂は自動車リサイクル法のルートで適切にリサイクルされている。ABS 樹脂フロート（漁具）については、海洋プラスチックごみの問題があり、1990 年代半ばから後半頃にリサイクルの取り組みを始めている。当時から問題になっていた発泡スチロールが及ぼす環境への影響を考え、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。開発したエコフロートは、使用済フロートを回収し、再生した樹脂を 25% 使用した製品となる。フロートは全国で使用されているが、養殖のメッカである鹿児島、愛媛、大分をメインに現地から自社トラック等で使用済フロートを回収していた。その後、産業廃棄物処理法による規制が厳しくなり、産廃許可やマニフェストが必要となる等、収集運搬が困難となる問題が出たことにより活動が停滞しているが、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。

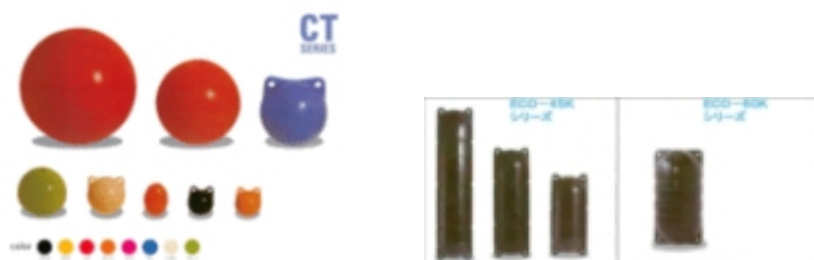


図 3-32 ABS 樹脂フロート（左）とエコフロート（右）

■ 循環経済に寄与する新たな取り組み

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。

(2) 月島機械株式会社

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

■ 下水処理場での消化ガス発電、燃料化と AI /IoT の導入

月島機械株式会社は、大きく分けて、上下水処理に使う機械を扱う水環境事業と化学工場、食品工場、製鉄工場等の民間工場の機械を扱う産業事業の 2 部門からなる。このうち水環境事業では、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各地で行っている。今後の展望として、AI/IoT の導入により現状より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進められている。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、点検作業は現地で人間が行うことが必須であったが、今後は AI/IoT を使って、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、二千数百か所ある全国の下水処理場のうち、大規模な三百か所程度の処理場の対応はほぼ終わっており、今後は小規模な処理場において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という点で、循環経済の実現に大きく寄与している。



図 3-33 下水処理場における消化ガス発電の取組状況

■ 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。

(3) 萩原工業株式会社

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）

■ ブルーシートのリサイクル体制の構築を目指す

萩原工業株式会社は、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ており、トートバッグの売り上げの 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については、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。今後は、中四国、関西など全国へと徐々に規模を拡大していく計画である。



図 3-34 ブルーシートリサイクル実証事業の案内

■ 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を通じて回収を行い、選別されたものをプラスチックリサイクル業者で粉砕、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。

(4) 中川製袋化工株式会社

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

■ バイオマスレジ袋の利用拡大を目指す

中川製袋化工株式会社は、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。これまでバイオマスレジ袋は、植物由来 10% 程度のものが主流であったが、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。また、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。なお、バイオマスレジ袋は、植物由来であるため、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。



図 3-35 バイオマスレジ袋の製造工程

■ 生分解性樹脂等の新たな取組みと今後の展望

同社では、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。生分解性ものに関しては農業用のマルチフィルム等、必要なユーザーが選択しながら活用されている。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。なお、レジ袋のシェアはプラスチック市場において 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。

(5) カイハラ産業株式会社

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

■ 高度排水処理の取り組み

カイハラ産業株式会社は、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。同社のデニム素材は、最終的にユニクロや EDWIN、Levi's 等のジーンズに使用される。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、工場の排水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。

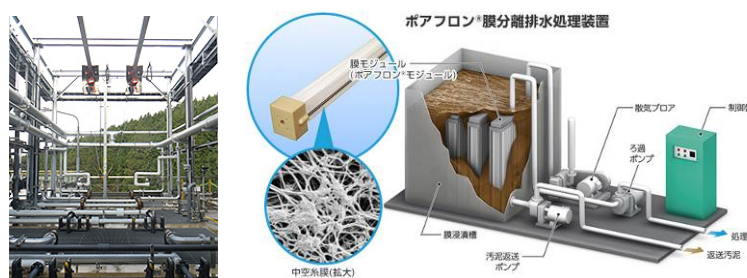


図 3-36 高度水処理設備

■ 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。

■ 産業公害防止の取り組みと再エネ拡大

産業公害防止として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ている。従来は重油焚きの炉筒円管ボイラを使用していたが、全社で高効率の貫流ボイラへの更新を行った。これに併せ、天然ガス（LNG）へと燃料転換を行い、CO₂ や SO_x の削減に取り組んでいる。また、今後は、更なる CO₂ 削減に向けて、再生エネルギーの利用拡大の目的から、太陽光発電設備を順次各工場に設置する予定である。

3.2.3 ヒアリング調査結果（環境技術高度化をサポートする企業）

(1) フェムトディプロイメンツ株式会社

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

■ テラヘルツ波を利用した新たな検査装置の開発

フェムトディプロイメンツ株式会社は、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 月にリリースする予定である。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でき、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その対象となる。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。この技術は、海外・国内の半導体メーカーや化学メーカーから注目されている。

具体的には、例えば半導体系では、液体製品の出荷された商品が、異常があるとのことで返品されたが、その商品の成分は変わっておらず、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。レーダーチャートのパターンの変化等で液体の状態を把握できる。



図 3-37 テラヘルツ波測定装置（左）とレーダーチャートの一例（右）

■ 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。

(2) J&T 環境株式会社

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

■ 使用済フレコンバッグのリサイクル

J&T 環境株式会社は、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、廃プラスチックのマテリアル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、熔融、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。

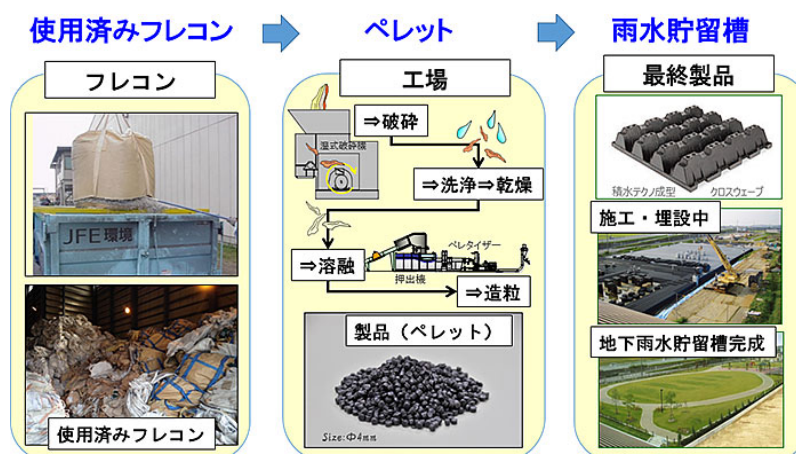


図 3-38 フレコンバッグリサイクルの流れ

■ ブルーシートの水平リサイクルの新たな取り組み

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。両社はこの活動を通じ、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

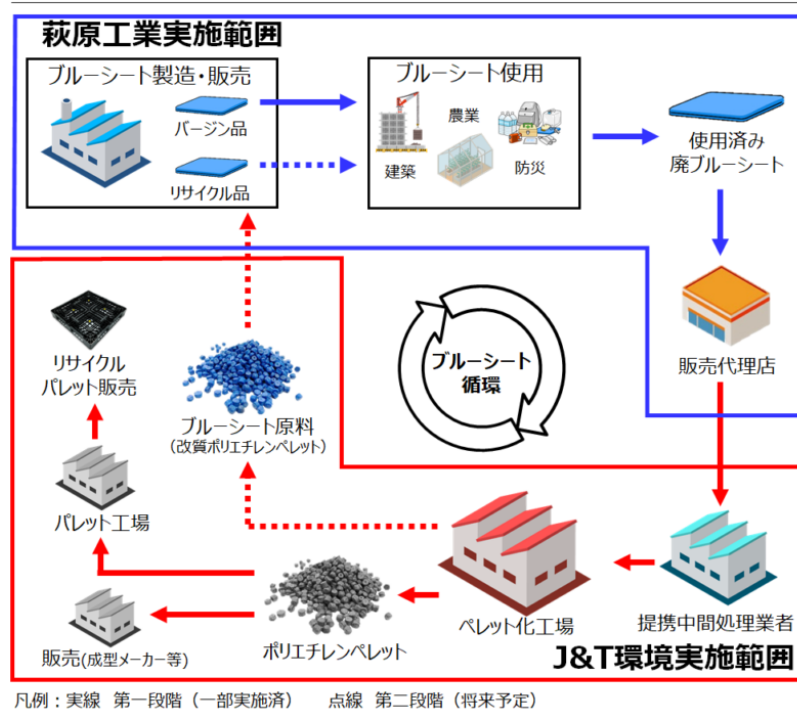


図 3-39 ブルーシートリサイクル実証の概要

■ より高度なリサイクル体制の構築に向けて

廃棄物のリサイクルにおいては、より均質な廃棄物の収集が重要となる。使用済フレコンバッグにもあてはまるが、ポリプロピレンの廃棄物でも製品によって、素材や添加剤が多少異なる場合がある。パレットにリサイクルする場合はある安全率を持った設計をするため問題にならないが、水平リサイクルを考えた場合、同じものに戻すとなると素材の精度が必要となり、一度混合されたものを分離することは非常に難しく、高度なリサイクルの取り組みは困難となる。また近年は、複合素材が増加しており、複合素材は物質的には混ざっていないものの貼り合わせや結合がなされ、分離することが困難である。同社としては、製品の設計段階から可能な限り、再利用やリサイクルに配慮し、動脈側と廃棄物処理業（静脈側）が一体となった資源循環のシステムを構築することが重要と考えている。

(3) 株式会社オガワエコノス

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

■ 廃プラスチックの RPF 化の取り組み

株式会社オガワエコノスは、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。

特に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、重機で破碎機に投入し、破碎機によって、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。このため、品質を確保できる廃棄物をいかに効率的に回収するかが今後の課題となる。



図 3-40 廃プラスチックを主原料とした RPF 燃料

■ 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、100～150 t/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。

(4) 株式会社サンポリ

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

■ 低密度ポリエチレンのマテリアルリサイクル

株式会社サンポリは、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、廃プラスチックのマテリアル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。世の中で発生するプラスチック製品の大半はポリエチレンとポリプロピレンであり、例えばポリカーボネートや ABS 樹脂等も使用されているが、その多くは家電や自動車等で使用されており、それぞれリサイクル法によって定められたルートで、適正なリサイクルがなされている。

同社ではポリエチレンに限って回収しているため、回収後の選別は行わず、社内で破碎、減容化、成形を行っている。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て、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。



図 3-41 低密度ポリエチレンのマテリアルリサイクル

■ 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。

(5) 久米産業株式会社

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

■ 食品産業廃棄物のリサイクル

久米産業株式会社は、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。



図 3-42 久米産業における食品産業廃棄物のリサイクルループ

■ 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。