中国地域におけるAI・IoT活用可能性調査　報告書概要版

令和2年3月　　中国経済産業局

業種	課題	技術の由来
•プラントエンジニアリング 会社 •工場保全・施工管理 •環境リサイクル設備の開発・設計・施工	•従来選別機の認識率向上 •AI の導入による他社との差別化の必要性	•自社でオープンソースを使ったプロトタイプデモ AI を開発 •デモ AI を持って パートナーを探 し、共同開発

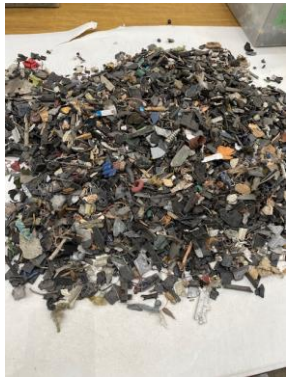
2016年頃、同社の経営層とICTソリューション部がそれぞれにAIに注目・検討を始め、ICTソリューション部の一開発者の熱意で画像認識AIをつくり、画像認識・識別ができることを経営層等にプレゼンして、画像認識で選別を行なっている同社製品にAIを導入すれば画像認識率が高まり、選別精度が高まる可能性を示し、社内におけるAI開発への合意形成に活用した。

同社のエアロソータCS-AIは、廃家電・廃自動車等を破砕したミックス廃棄物から、画像認識で銅・アルミを色形で選別して、エアー噴射で有価物を回収する。他の破砕片と近接している領域は噴射対象から外すことによって、他の金属が混じって選別されることを防ぐ設定によって、高純度選別を実現する。AI導入のメリットは、銅・アルミ・真鍮という顧客ニーズの高い識別を確実に行なうことで、非AIの従来機が苦手としていた、使用済みの（汚れた）プラスチックとアルミ片の選別や、被覆付き銅線の選別等がAIの機械学習により識別できるようになった。

エアロソータに搭載するAIを開発するIT企業探しにも、プロトタイプデモのAIとエアロソータを見せながら探していった。ミッションが明確で紆余曲折がなかったことが、後の開発の成功にもつながった。

エアロソータ本体（組立中・左）とコンピュータ部分

粉砕され粉々になった素材（左）を銅・アルミ・基盤等の素材別に選別する（右）

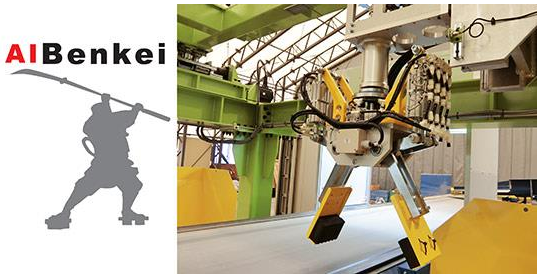


所在地	愛媛県四国中央市村松町930-2
創業年	1972年7月
資本金	6,000万円
従業者数	576名

業種	課題	技術の由来
• 製造業 • リサイクルプラントメーカー	• 廃棄物処理事業者の人手不足対応ニーズに答える	• 米国AIベンチャー企業と提携

廃棄物処理事業者の人手不足対応ニーズに応えるべく、AIを使った選別機をラインナップに入れることを社長が決断し、自ら情報収集を行った。その結果、必要な機能を有しているのが米国のＡＭＰロボティクス社であることが判明し、交渉を行い、提携にこぎ着けた。リョーシンでは、米国のＡＭＰロボティクス社と提携して、AMP社が開発したAI搭載型ごみ選別機を日本で生産、販売と、共同開発を行うことになった。

AMP社の製品は、フロリダにあるリサイクル工場などに実際に設置されており、さまざまな色、質感、形状、大きさ、パターンを認識して、吸引式のグリッパーを使って1分間に70～80個のごみを選別することができるとされている。リョーシンでは、この選別機をもとに、5kgまでの軽量物のピックアップ用にAIMusashiを開発した。ライン幅を広くとることができる場合はタンデムで構成することも可能。さらに、15kgまでの重量物をグリップしてピックアップするAIBenkeiの開発を進めており、AMP社がAIを担当し、リョーシンがグリップするロボットなどの装置を担当している。



重量物をグリップしてピックアップするBenkei

エアーの吸引式で軽量物をピックアップするMusashi

所在地	富山県富山市婦中町地角600-1
創業年	2001年12月
資本	5,000万円
従業者数	37名

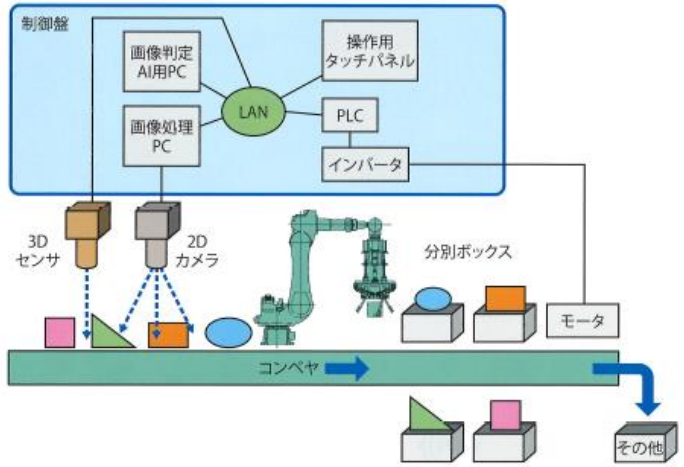
業種	課題	技術の由来
•製造業 •リサイクルプラントメーカー	•業務の精度・品質の向上 •従業員の負担・手間の削減 •労働安全性の向上 •コストの削減	•ロボットのアーム部分を開発しているメーカーのAIをベースに学習

同社では、廃棄物選別ラインで使う破砕機や傾斜式選別機（振動と風力を使って選別）などを使用する自動選別ラインを提供している。リサイクル工場の人手不足への対応、高精度選別・安全な作業環境の確保、24時間選別の実現等のニーズに応えるため、人手での選別をしてきた最終的な選別工程も自動化するAIを使った選別機を開発している。

AIは社内に担当チームを立上げ、担当メンバーを配置して、実機を用いて社内で深層学習を進めている。当初は画像認識技術を使って、形状からごみの種類を判別していたが、形状だけでは選別で誤りが発生することが判明。画像認識と、近赤外線センサーで反射波長をもとにした素材判別とを組み合わせることで、認識率を上げるようにしている。

作業に慣れた人員が選別を行った方が正確で早いとはいえ、十分に危険な作業なので人手不足の懸念や、工場を24時間操業させて処理量を増やしたいという要望から、自動選別機への需要はあると見ている。

御池鐵工所AIロボット選別機ロボセンエースのシステム構造と外観



所在地　広島県福山市神辺町川南396-2
創業年　1953年8月　会社設立1969年5月
資本金　9,497.4万円
従業者数　147名

業種	課題	技術の由来
•エンジニアリングメーカー •廃棄物処理事業	•熟練クレーンマンの確保、ノウハウの継承 •熟練者レベルでの技量均質化	•ベンチャー企業と共同開発 •社内熟練クレーンマンの作業をAIでデジタル化

長年培ったごみ焼却施設運営のノウハウと課題意識をもとに、最先端の画像解析ディープラーニングの知見を持つベンチャー企業と共同で開発したAI を、一般廃棄物焼却施設のごみピット用クレーンに搭載することで、ベテラン運転員を代替するレベルでのクレーン自動化を実現した。

ディープラーニングを使って、ごみピット内のごみの種類や、ごみ袋の破れ具合までAIで識別し、それをもとにピット内のごみの性状を均一化する「撹拌」操作や、そのまま投入すると焼却炉の安定運転に悪影響のあるごみの「退避」操作などのクレーン動作を最適化することで、クレーンで炉に投入するごみを、熟練クレーンマンと同等のレベルで安定化することが可能となっている。

開発したAIの効果検証のため、約1年の実証実験が行われ、クレーンの自動運転率（クレーンマンの目による監視を必要としないクレーン運転の割合）は、従来の16%から89%へと大幅に向上することが確認された。

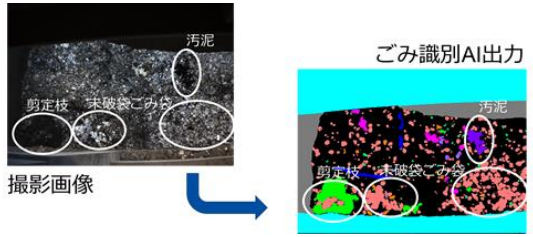
自動クレーンシステムの実運用で、燃焼の安定化による燃料コスト削減等の効果に加えて、熟練クレーンマンの操作技術をベースにしたAI を構築したことで、工場のクレーン操作技術の底上げ・安定化が図られている。また、クレーンの監視業務に割く時間が少なくなり、その時間に他の業務を行うなど人員の有効活用が可能となったことから、施設全体としても効率よく仕事ができるようになっている。

課題と目的

従来の自動運転では
投入するごみ質の変動が大きく、
安定した燃焼ができない

ごみの質をピクセル単位で
認識することに成功

熟練オペレータのノウハウを再現、
投入するごみ質の安定化が可能に



所在地	東京都大田区羽田旭町11－1
創業年	1912年　　会社設立　2006年3月
資本金	58億1200万円
従業者数	2,027名（2018年12月31日現在）

業種	導入に至る課題	技術の由来
•産業廃棄物収集運搬 •リサイクル •木質バイオマス発電	•労働安全性の向上 •業務精度・品質向上 •従業員の負担・手間の削減 •コストの削減	•AIを使わない従来の画像処理技術 •短期間での導入を目指す

産業廃棄物処理、リサイクル、RPF等事業範囲が幅広く、広い専門技術と高い事務処理能力が求められており、OCRを活用したマニフェスト管理、全国に広がる産業廃棄物の物流の合理化、ピットクレーンの自動化での焼却プロセスの合理化を進める方向で取り組む。

同社が現在開発に取り組んでいるのは、高い山となっている箇所から優先的に炉に自動投入するというロジックでのクレーンを自動化。ピット内の山の高さを判断する技術は、AIではなくて、従来の画像処理技術を使う。

AIを使ってごみ種類を分ければ、より効率よく燃焼させるということも可能になるがコストも上がる。同社が優先させているのは燃焼効率の向上ではなくて、ピット内を平らにすることでの自動化で、その範囲ではAIを導入しなくても十分実現可能と考えている。これによって、結果的にシステムの低コスト化につながっている。

高い意欲を持つ社内人材を活用しながら、AI・IoTの活用にも前向きに取り組んでいる。しかし、従来にない新技術を大学と共同研究でじっくり開発して、それを導入して課題を解決していくよりも、同社が中心となってオープンイノベーション的に既存技術を使った製品やシステムを活用しながら課題解決・現状打破を図る方向で取り組んでいる。

所在地	鳥取県境港市昭和町5-17
創業年	1972年9月
資本金	3000万円（持株会社）
従業者数	420名（グループ全体）

業種	課題	技術の由来
•IT 企業 •ごみ拾い SNS ピリカの開発・運営 •ポイ捨て調査サービスタカノメの開発・運営	•業務の精度・品質の向上（定量測定メソッドの導入） •新製品・サービスの創出	•オープンソースを使って社内で構築 •開発費用確保はクラウドファンディングを活用

京都大学大学院の研究室から生まれたベンチャー企業で、科学技術の力であらゆる環境問題を克服することを目指して事業に取り組んでいる。同社は、ごみ拾いの活動をSNSでシェアするアプリ”ピリカ”を開発し、世界中で拾われているポイ捨てごみの数を可視化することに成功した。一方、どこにどれぐらいのごみが落ちているか？測定する方法や基準がないため、ごみ拾い活動やポイ捨て防止施策の場所選定や予算策定、効果測定が難しいという課題に気づき、そのための統一した方法・基準・データづくりができるツールとして、ポイ捨て分析アプリ”タカノメ”を開発した。AIの開発費用は、クラウドファンディングを活用して確保された。

”タカノメ”では特殊なトレーニングや専用デバイスを用意することなく、歩道にポイ捨てされたタバコや、ペットボトルなどの種類や量を測定できるように、スマートフォンのカメラとAIを使った画像処理を使っている。調査品質の維持向上に向けて、AIの精度向上等システムだけに頼るのではなく、人間が関与する箇所の向上も合わせて行われてる。また、ごみの種類・数を認識・計測するAIシステムに加え、作業用ソフトウェア、表示用（ビジュアライズ）ソフトウェアも自社で開発している。AIシステムにもまして、使い勝手を高めるこれらのソフトウェアがタカノメの競争優位を支えている。

プラスチックの海洋流出問題が重視される中、発生源となる河川周辺でのプラスチックごみの定量化の「ものさし」が必要となると考え、ドローンを使った空撮動画でごみの量を解析する方法や、マイクロプラスチックが浮遊している可能性のある水を採水する調査装置を使って調査・分析する方法を開発し、新しい領域を開拓している。

調査の流れ

①調査計画の立案

②スマホアプリで路上撮影

③動画をコンピュータで解析

⑤ヒートマップや報告書の作成

④目視で品質チェック

タカノメ画面

所在地　東京都渋谷区恵比寿 1-7-2 エビスオークビル 2, 41号室
創業年　2011年 11月 （株式会社設立） 2018年 4月 （一般社団法人設立）
資本金　　2,009.98万 円
従業員数　29名

業種	導入に至る課題	技術の由来
•IT企業 •産業廃棄物処理事業者東港金属のグループ会社の一つ	•ネットを使った新製品・サービスの創出 •資源リサイクルと廃棄物処理を効率化、最適化	•社長が環境業界とIT業界の両方の知見有 •ITベンダーに開発を外注。開発するエンジニアが使いやすいAIを選択

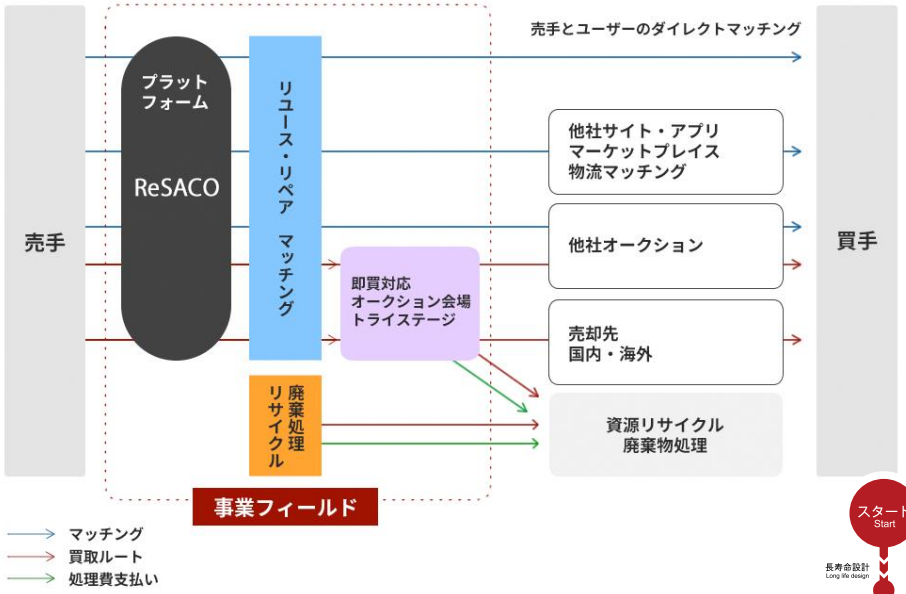
ReSACO（リサコ）は、産業廃棄物の削減を目指し、事務所で使うオフィス家具から変電盤や産業機械など幅広い不用品の再流通を図るプラットフォーム。企業が排出する不要品のリサイクルは少ないが、まだ成長の余地が大きい市場と、同社は見ている。

ReSACOはスマホアプリで、売手企業は不用品の写真をReSACOで撮影すると、AIを使った画像認識で、その不要品の売り方（フリマ、他社オークション、即買取、廃棄物処理）との相場価格がアプリに表示される。売手の企業は、価格情報をもとに、事情にあった販売方法を選んで資源リサイクルと廃棄物処理を効率化、最適化できる。

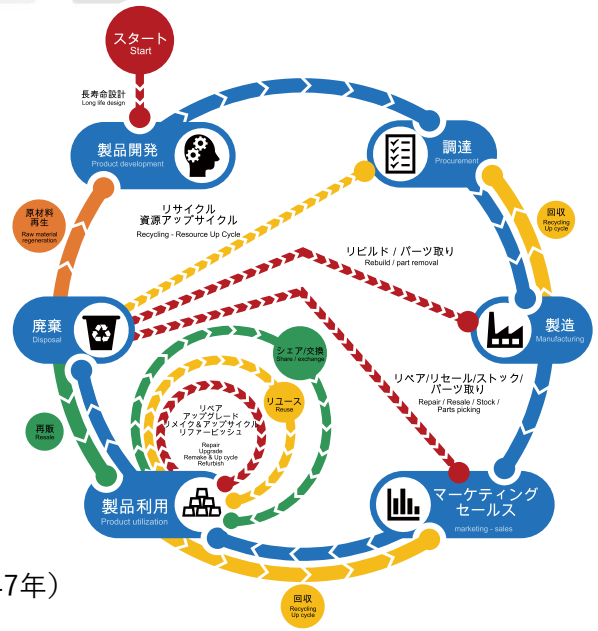
静脈物流は、商品形態が多様、物流が適宜、商品が大きい等の特長があり、現場感が重要で、同社とITベンダーが両輪となって取り組む必要があった。同社社長は、ITインフラ企業に勤めていた経験を持ち、環境業界とIT業界の両方の知見を有する。社長自身でビジネスモデルを考え、必要な知識を身につけた上で、仕様を決定。外注したITベンダーが慣れていて使いやすいWatsonを使って開発。

価格予測に関しては、自動化して手軽に安価で予測値を得ることに重点を置いた設計を取っている。価格決定に効く要素はディープラーニングで見つけることができるものの、必要な学習データを揃えてセットすることに難しさがある。

開発プロジェクトの成功に向けて、失敗プロセスをいかに踏んできたが、同社社長が考える重要なポイント。失敗の原因を知り、失敗プロジェクトの中から“気づく”ことが重要。



トライシクルが考える
サーキュラーエコノミー



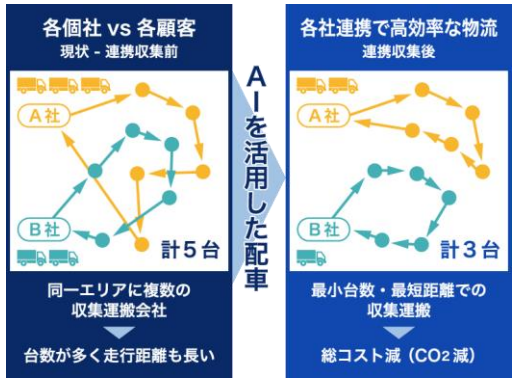
所在地	東京都品川区南大井6丁目17番17号
創業年	2018年5月 （東港金属(株)　創業1902年　会社設立1947年）
資本金	1000万円
従業者数	５名

業種	課題	技術の由来
•廃棄物収集運搬事業者 •一般廃棄物、産業廃棄物の両方を扱う	•CO2削減 •配車業務の効率化 •静脈産業の経済性の向上	•動脈物流のサービスをカスタマイズ

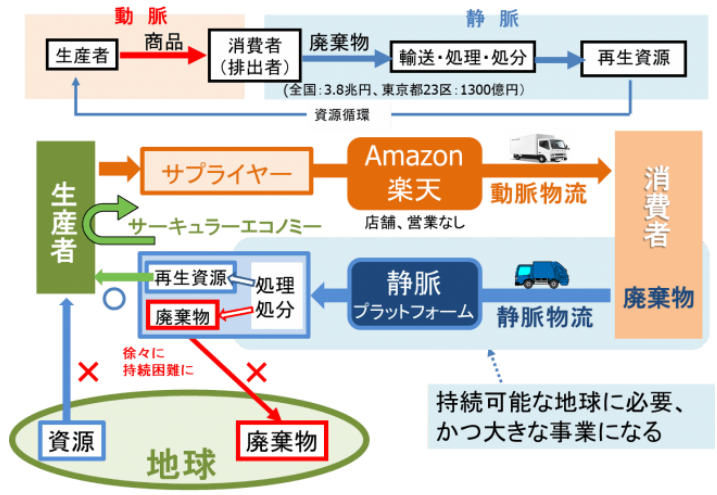
同社では、実行可能な再生資源の利用が進むには廃棄物処理の経済性を高めることが必要であり、処理コストの約半分を占める物流の部分の圧縮を図ることが有効と考えた。同社ではITを使った合理化のひとつとして、AIを使った配車システムの導入を図った。同社が使っている配車支援AIは、もともとは動脈系の配車支援としてつくられていたものを、静脈系にあわせてカスタマイズし続けている。

回収品目や曜日が異なるため配車業務は非常に複雑だが、配車ルートをまずAIが算出し、配車担当が必要な修正を加えて最適なルートが設定されることで、約10%のコスト削減が可能になった。AIの最適ルートの計算には、ドライバーの従来のルートでの“慣れ”や“顧客との関係”を含めていないので、そのまま運用するとうまくいかないこともある。そのため、AIによる完全自動化ではなく、AIの計算結果を基に人が総合的に判断して、現実的な運用を行っている。

東京都心部で複数の収集運搬事業者が共同化してAI配車支援を使うシミュレーションをした場合、必ずしもAIが計算したとおりのルートでの収集とは限らないが、2～3割の削減効果があると見込まれる結果がでた。この取り組みを発展させて「静脈分野でのAmazon・Uberモデル」を目指し、経済産業省の新連携支援事業に採択されたプラットフォーム構築事業で取り組んでいる。



AI配車の効果イメージ



同社が目指す静脈Amazon・Uberモデル

所在地　東京都足立区入谷五丁目16番28号
創業年　創業1933年　設立2003年4月
資本金　1000万円
従業者数　249名（グループ全体）

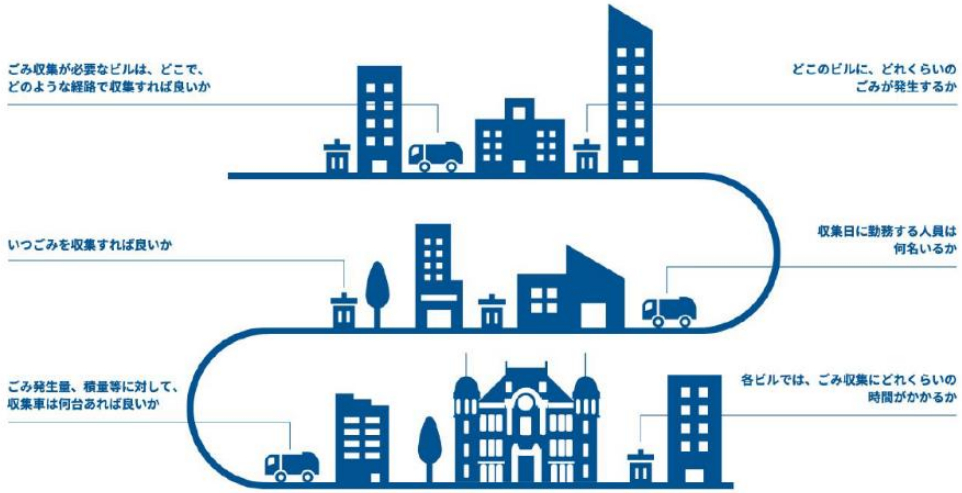
廃棄物収集ルートの最適化実証事業

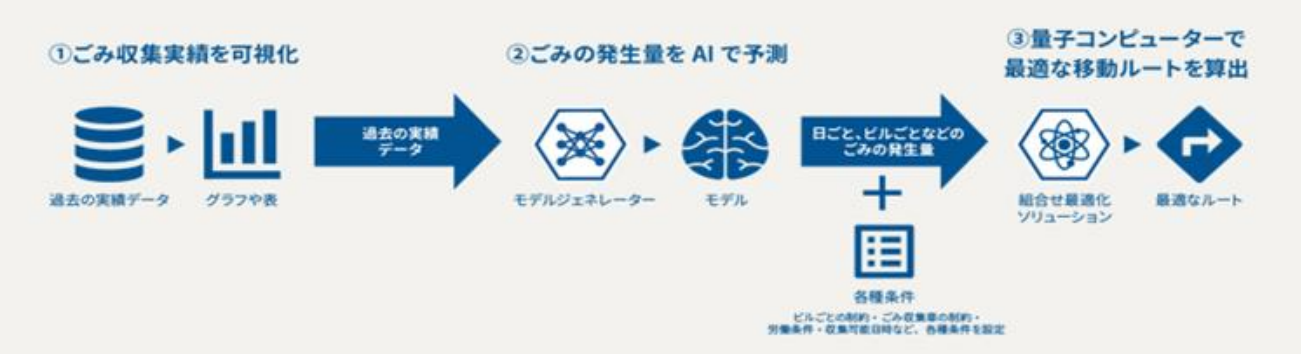
業種	課題	技術の由来
•IT企業 •AIベンチャー企業	•廃棄物処理事業者の人手不足への対応 •収集ルートの最適化によるCO2削減	•独自開発のAIを用いて発生量予測 •量子コンピュータによる高速・高精度な「最適解」を計算

同社では、ビジネス現場で活用できるAIを目指して、自社で開発したAIエンジンを使ったプログラミング不要のAIツール「MAGELLAN BLOCKS」を開発、AIを使った予測と量子コンピュータによる組み合わせ最適化で、高速・高精度な解を出すこともできる。

三菱地所は丸の内地区でESG投資やSDGsに取り組んでおり、廃棄物収集作業の効率化、車両走行距離の短縮、廃棄物収集運搬業務における人手不足の解消、街全体のCO2排出量削減を目指し、同社のMEGELLAN BLOCKSを使った実証事業を行っている。約30棟のビルの就業者数等から廃棄物の重量や個数の予測をAIで行い、さらに量子コンピュータを活用して、廃棄物収集車両の種類や耐荷重、収集における作業時間、各ビルの制約条件等を考慮した車両の運搬経路の最適解を導き出している。

同社は、顧客に対して要望に合わせて開発したAIを納品するだけでは十分な成果が得られないと考え、同社が顧客のAIを導入した事業改善に向けた検討プロセス（課題の整理→仕組みの検討→検証→効果測定→計画→実施支援）の全体を支援するアプローチをとっている。モデルをつくったものの予測精度が上がらない場合には、現場の知見とAIベンダーの知見を連携させ、トライ＆エラーを繰り返しながらプロジェクトを俊敏に柔軟に進めて修正を図ることも行われている。





所在地　福岡県福岡市中央区今泉1丁目19番22号
創業年　2011年7月
従業者数　43名

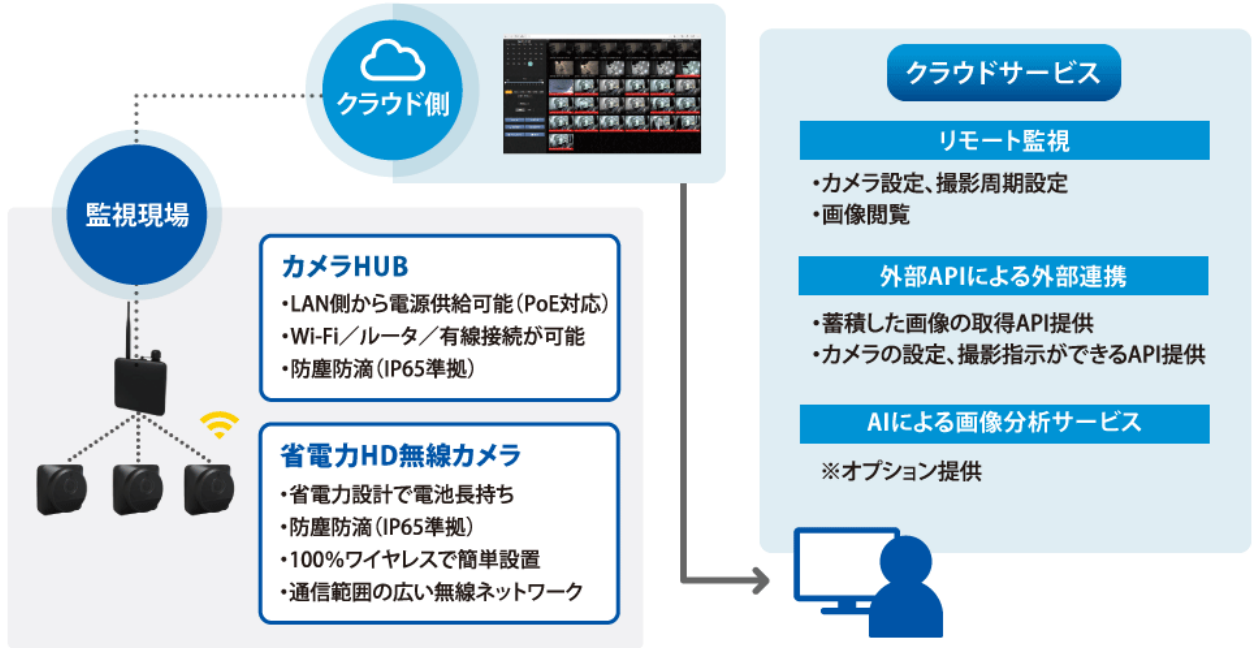
業種	課題	技術の由来
•IT企業 •主に製造業向けのソリューションを提供	•電源のない場所での安定的な運用 •設置工事が容易でない場所への設置	•米国ベンチャー企業が開発した省電力無線カメラをエッジデバイス •自社の産業用ゲートウェイとクラウドサービスとを組合せる

同社は安川電機グループのITパートナーで、製造業を主な顧客に業務システム・制御システムでのデジタル化を担ってきた会社。それまでの製造業向けのソリューションの経験を活かした様々なAI・IoTサービスを提供している。IoTソリューションの一つであるワイヤレス画像監視システム「MMsmartMonitor」は、屋内でも屋外でも簡単に利用できるサービス。自社販売だけでなく、IoTサブスクリプション・マーケットプレイス「IoT SELECTION connected with SORACOM」でのサブスクリプションサービスでも提供している。

従来の遠隔監視用のカメラは電源や通信環境のない場所への導入に困難が伴うことが多くあるが、MMsmartMonitorは、小型省電力防塵防水HDカメラを採用して設置が容易で、単三乾電池2本で2ヶ月間稼働が可能（撮影頻度など利用条件によって変動）で電気・電線工事不要、同社の産業用LTEゲートウェイを使うことで通信工事も不要な画像監視システム。同社のクラウドサービスと組み合わせることで、離れた場所からPCを使って定周期観測も可能になる。

平成30年7月豪雨で発生した広島県内の土石流災害を受けて、砂防堰堤が完成するまでの暫定的な安全対策として、土石流センサと常時監視カメラを設置することになり、MMsmartMonitorが3カ所で導入されることになった。

この他にも、これまでの製造業向けFA開発で培ってきたノウハウを生かし、独自に開発したAI「Paradigm」を使ったAIソリューションも提供している。製造業の設備・装置のエンジニアリングノウハウを生かし、モニター、装置、画面等に特化させ、アルゴリズムを同社が独自に開発したもので、ディープラーニングにより、数値化できないあいまいな基準の判定を自動化することができるようになった。工場設備の故障予知・異常検知、食品工場での画像判定、機械加工での製造品質判定、浄水場での薬品注入率や配水量予測等で、すでに使用されている。



所在地　福岡県北九州市八幡西区東王子町5番15号
創業年　1978年2月
資本金　7.02億円
従業者数　619名

業種	対応した課題	技術の由来
•環境調査・分析 ●環境コンサルタント ●構造物・材料調査、非破壊検査 ●検査装置設計・製作・販売	•建築現場、工場等での多様な測定ニーズへの対応 •顧客からのコスト要求に応える	•自社開発 •必要なセンサーはそれぞれ最適なものを選択

同社では、大気汚染・水質汚濁・土壌汚染・騒音・振動などでの測定で、他社に先行してPLC を活用した遠隔モニタリングサービスを提供し、特に建設現場で使用されていた。同社の創業以来のノウハウを活かした現場のニーズに合わせた質の高いサービスの提供と、測定するだけでなく提出が求められる計量証明書の発行まで一気通貫でできることが強みとなっている。しかし、後発の会社がインターネットやクラウドを使って同様のサービスをはじめたので、インターネットやクラウドを活用するサービスを追加することで、PLCよりも低価格で高品質なサービスを求める顧客の要望に応えるようにした。

ダイオキシンが問題になる焼却炉の解体現場などでは、同社がこれまで測定してきた粉塵の発生とダイオキシンの飛散についてのデータをもとに相関を求め、遠隔モニタリングから測定した粉塵の量を元にダイオキシンの飛散量を予測しています。

同社では、システム開発・構築についてもIT専業の社内技術者を確保し、顧客の要望に応じて、必要なセンサーや通信方法を選択してシステムを構築することができるようになっている。

同社では導入した会社での生産性を改善する、利益を上げる方向に貢献する場面で活用される測定の機会を増やしたいと考えており、ニーズのある工場現場での監視・異常予知等に展開していきたいと考えている。

CEEMS Cloudの設置例（左）と本体（右）

所在地　広島市西区横川新町9-12
創業年　1953年　会社設立年：1983年
資本金　4,700万円
従業者数　983名

業種	課題	技術の由来
• 浄化槽管理 • 廃棄物処理 • 食品リサイクル	• 従業員の負担・手間の削減 • 新製品・サービスの創出	• 浄化槽管理ノウハウは自社 • センサーは県内中小企業に発注

同社の主力業務である浄化槽設備の管理事業については、国内市場は成熟し、需要が低迷。そこで新事業として、海外の新市場開拓に期待を持っており、その第1号が、インドネシアでの高級リゾートホテルに設置を目指す浄化槽の遠隔監視。

インドネシアでは、浄化槽の定期的なメンテナンスが行なわれることはまれで、浄化槽が能力を十分に発揮できていない。同社社長が現地を視察中にその実態に気づき、環境保全上の課題の大きさを認識するとともに、ここに同社にとっての新しいビジネスチャンスがあると考えた。pHと溶存酸素濃度を現地の浄化槽に設置したセンサーで測定し、結果はインターネットを使って日本にデータ送信、同社スタッフが日本国内で監視して、対応が必要な際は現地法人に連絡してメンテナンスをすることができないかと考え、山口大学や山口県産業技術センター、JICAなどの協力を得て検討を始めた。

日本国内の実験では、センサーは十分機能し、インターネットでデータ送信できたものの、インドネシアで普及させるには機能を絞った安価なセンサーが求められるという課題が明らかになり、県内の回路設計開発を行っている中小企業と安価なセンサーを県の補助金を得て共同開発することにした。

水質異常等があった場合の現地でのメンテナンス対応については、現地法人を設立して対応することとし、2019年9月に現地法人設立の許可を取得。バリ島内のホテルや病院、学校など約500カ所での事業展開を目指している。

所在地　山口県宇部市大字妻崎開作1319番地1
創業年　昭和38年
資本金　4000万円

業種	対応したい課題	技術の由来
●製造業 ●セメント製造業（セメントの原料として廃棄物の再資源化）	●コンクリート構造物の点検を誰でも簡単に定量的にできるように ●工場全体をAIで最適化した自動運転の実現	●同社研究所にて開発

中国地域にある太平洋セメント株式会社中国支店環境事業営業部では、中国管内で発生する産業廃棄物から災害廃棄物まで各種廃棄物の情報を収集し、同社の大分工場や他の全国のセメント工場での原材料や熱源としてのリサイクルを促進。

同社の中央研究所では、構造物の健康度をRFID（Radio Frequency Identification）を使うことで、非破壊で、誰でも、簡単に、定量的に診断できるシステムWIMO（Wireless Monitoring System）を開発。あらかじめ鉄筋に設置治具を使ってセンサーを固定し、そこにコンクリートを打ち込んで、外から計測器をつかって計測をする仕組みになっている。用途としては、ひずみ計測、塩害等による腐食検知、その他各種構造物の健全性の管理・確認に使われる。

さらに、生コンクリート製造にAIを導入し、固まる前のコンクリートの柔らかさを表す指標であるスランプの安定化を図る技術を開発した。コンクリート製造工場で最も重要な品質項目の一つのスランプの安定化を、ディープラーニングを用いて、瞬時に高精度で予測することができる。今後はこの技術をコンクリートの製造工場に実装し、コンクリートの品質のさらなる安定化と人手不足を解消する省力化や自動化を進めていく予定。

セメント工場内の単独設備レベルでの自動化が行われていて、調合と焼成についてはニューラルネットワークを使った最適化モデルをもとに、目標値や運転条件の管理が行えるようになっている。将来的にはセメント製造における原価低減、リサイクル利用向上、及び環境負荷低減等に寄与できると考えている。

所在地　東京都港区台場2-3-5　台場ガーデンシティビル（本社）
創業年　1881年5月
資本金　862億円
従業者数　1,760名

業種	対応した課題	技術の由来
•製造業 •ファインケミカル、工業薬品、医薬品、ナイロン、機能性材料等	•業務の精度・品質の向上 •売上高の増加	•大手メーカーのサポート切れを嫌い自社・グループ内企業で開発

同社は化学工場のスマートファクトリー化に取り組んでおり、プラントの異常検知システムによって安定操業を通じた品質向上による売上増を目指す。異常予知の仕組みは、開発段階から把握してきた全てのプロセス変動要因をセンサーなどによってとらえ、いつもとは異なる変動が起こった場合に異常の予兆としてアラームするもの。安定した動作のために、機器に設置したセンサーの情報を元にプロセス稼働のための総合データシステム、異常検知システム及び分散型監視・制御システムを連動させることによって化学プラントの異常予知を行い、安定操業を実現できるようにしている。

プラントでの機器の故障による不良発生や事故は、停止による機会損失だけでなく、顧客にも迷惑をかけることになったり、認証の取り消しになったりと、事業への影響が大きいものになる一方で、安定した運転はあたりまえで評価されにくいという問題がある。同社のシステムでは、プラントの安定運転による可避的損失抑制でも評価されるような仕組みになっている。また、プラントの生産データは、社内の生産管理システムや物流システムなどとの連携を図っており、業務の効率化とデータの見える化が併せて進められている。

このシステムの導入費用は、プラントでのコスト管理の一部分として計上されることから、それぞれのプラントの経営方針にそって、導入に関する費用対効果を検討するため、導入への考え方に違いが生まれる。費用対効果の大きいプラントから導入される。

同社では、故障予知等のシステムはプラントの安定稼働の後方支援であること、システムをブラックボックス化しないこと、融通性のあるソフトウェアであることを原則としている。大手メーカーのシステムを導入すると、メーカーがサポート期間を設定すること、サポート期間終了後に自社で引き継いでも対応できなくなるといったことが、強く懸念されるので、大手メーカーに開発を依頼せずに、グループ内企業や自社での開発を進めて、融通性を持たせつつ、維持継続できるシステムにしている。

所在地　山口県宇部市大字小串1978-10
創業年　創業1897年6月　会社設立1942年3月
資本金　584億円
従業者数　単独3,298人，連結11,010人（2019年3月期）

業種	課題	技術の由来
•産業廃棄物収集運搬 •産業廃棄物処分 •リサイクル事業	•異常の早期発見、故障予知で、従業員の負担・手間の削減、業務の精度・品質の向上	•IT戦略室をつくり人材を確保するとともに、同室と現場をつなぐ未来開発部をおき、一体となって取り組み

現在の同社の設備等の稼働報告は、「○か×」的な紙での不具合報告だけで経過推移を細かく確認する手段はなく、一度設備の不具合が生じると対応の遅れでの機会ロスになることがあった。熟練技術者は稼働音や振動で不具合を感じ、早期対策を取ることもあるが、日々の点検稼働記録報告には含まれず、それを元にした対応は取られていなかった。

これまでの点検稼働記録は故障を予測できる状況のデータではないことから、同社では故障予知が必要な既存の機器にセンサーを新たに設置して、リアルタイムにデータを収集できるようにすることで、異常の検知、対策の実施につなげるシステムを計画・検討している。目視点検から自動データ収集になることで、異常の早期発見につながると期待している。現在は機器から取れるデータの確認及び稼働データの収集方法を検討しつつ、並行して熟練技術者の技能の形式知化を進めている。形式知化の取り組みは、熟練者の技能の棚卸しにつながるとともに、社員の意識改革とあわせて進められている。

同社では、IoTのために設備を更新するのではなく、既設設備を継続使用する前提で、自社の仕事に必要なデータ活用を目指して、必要なデータを取得する機器を揃えていく方針をとっている。また、自社の業務フローに合わせたシステムづくりをする方針で、社内の人材開発にも力を入れている。

社内にIT戦略室を設け、社内にIT技術者を確保して開発を進めているが、それとは別に経営層と現場とIT担当とをつなぐ役割をもった「未来開発部」を合わせて設置している。未来開発部はプロジェクトの推進役として、現場とIT担当者の間の両方の意見を理解しながら進めている。部のリーダーは、以前社内業務システム入れ替えの際に業務フローの再構築などを手がけた経験があり、その時の経験がIoTの導入でも有効に活用されている。

所在地　山口県周南市大字久米3078番地の1
創業年　1989年
資本金　9,500万円
従業者数　25名

適用するプラント	対応する課題	導入技術の特徴
・中国電力島根原子力発電所	●経験豊富な技術者の退職で、プラント監視を人手に頼れない ●保守費用の削減と信頼性の向上の両立	●異常予兆を人に気づきを与える ●複数のAIが連携して過去データから類似事象をピックアップ

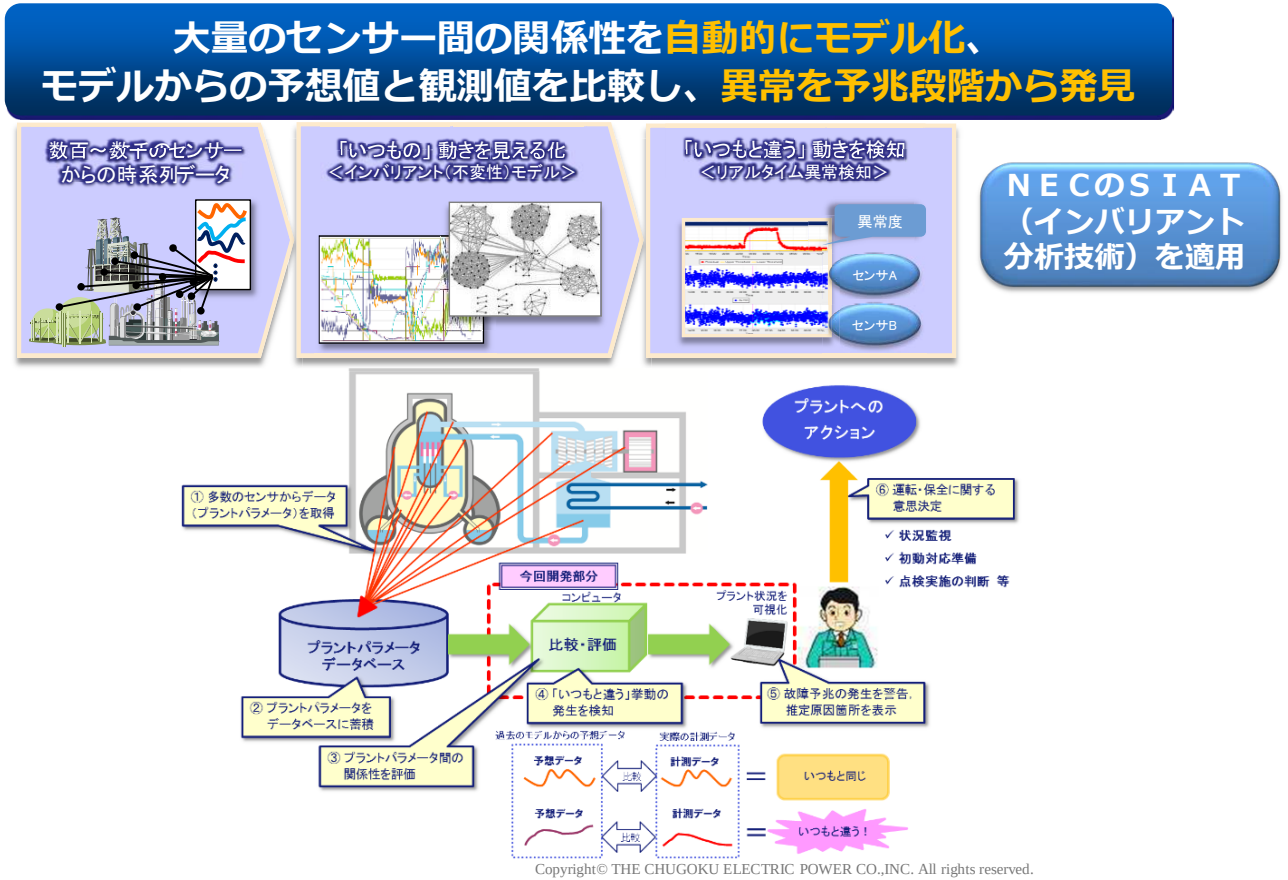
中国電力株式会社では、島根原子力発電所の長期停止に伴い、再稼働の際のプラント信頼性確保と、経験豊富な技術者が退職して、プラント監視・異常時の原因究明・対策決定を人手に頼れなくなっていることから、AIを使った異常検知を導入することにした。そこで、プラントを監視するAIと原因究明をアシストするAIとが連携を図りながら、プラント運転経験のない社員が短時間で判断を下すための支援を目指している。

同社がNECとつくったSIAT（System Invariant Analysis Technology）は、大量のセンサー間の関連性を自動的にモデル化して、モデルから予測値と観測値を比較し、異常を予兆段階から発見できるシステム。過去の正常時の機器稼働データを使って、正常時のセンサー間の関係性の強さの範囲を学習し、これを教師モデルとして、現在の観測データとモデルからの予想とを比較して、一定時間はずれた状態が続くと異常と判断し、報告をする仕組み。

SIATの異常予兆をもとに人への示唆をより高度にする取り組みとして、IBM Watsonとの連携によって、原因究明アシスト機能を構築しようとしている。

さらに、SIATと導入済の統合型保全システム（EAM）とを組み合わせることで、リアルタイム監視・状況監視で検知した異常情報や機器の運転状況をもとに、EAMでの点検計画に反映させることで機器の分解点検周期を適正化し、保守費用の削減とさらなる信頼性の向上を図りたいと考えている。

SIATによる異常予兆



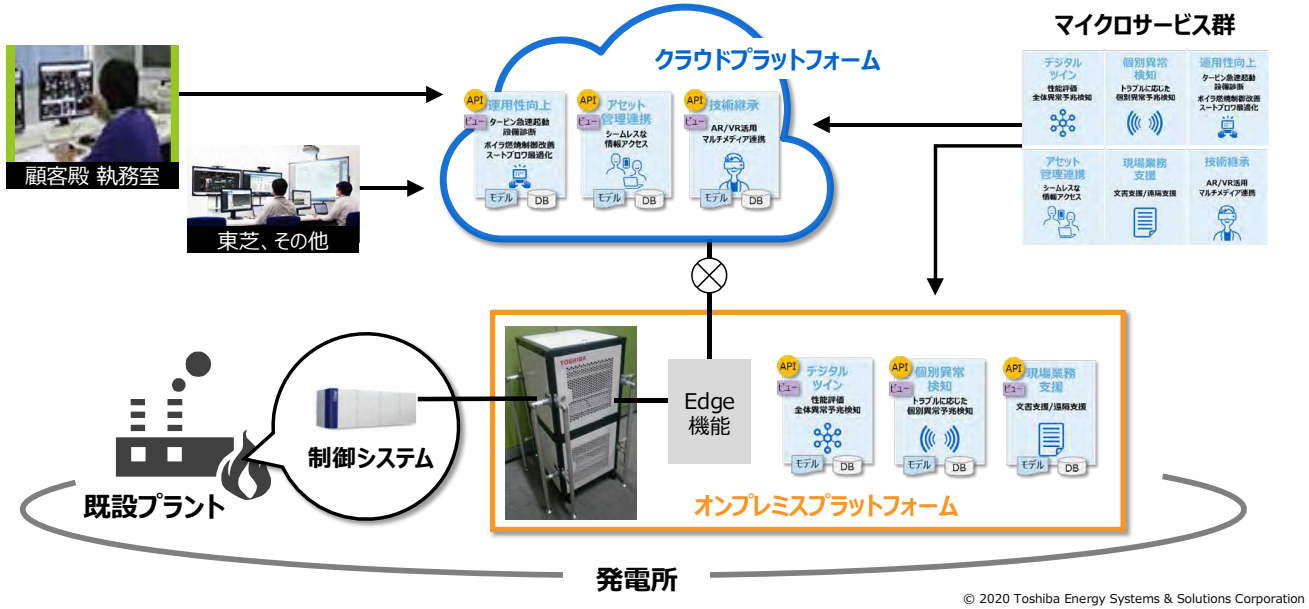
Copyright© THE CHUGOKU ELECTRIC POWER CO.,INC. All rights reserved.

適用するプラント	対応する課題	導入技術の特徴
●発電所 ●エネルギー領域向けのプラットフォーム	●再エネに対応したエネルギーミックスでの予測と最適化が必要 ●発電設備の稼働率の向上のために高度な故障検出を導入	●複数アルゴリズムを組み合わせることで、精度を上げている ●マイクロサービスでの個別最適を重ねて全体最適を図る

同社のIoTプラットフォームの特徴は、発電所で求められるニーズに合わせて選択できるマイクロサービス群を用意しており、これらが連携して動き、オンプレミスでもクラウドでも自由に配置できる様になっていること。

火力発電所は、再生可能エネルギーの増加で調整力の重要性が高まっており、1日の中でも時間ごとに変化する電力需要に応じた調整を行なうことが求められている。そこにAIを使って時間帯ごとの影響が大きな気象測定点を選んで需要予測し、さらに複数の需要予測アルゴリズムと組み合わせることで、高精度な需要予測を行っている。供給側の太陽光発電も気象をもとに予測を出して、火力発電所に求められる時間帯と電力量をもとに、複数発電所の発電量の最適化問題として計算し、経済性向上につながっている。このような個別の最適化課題をプラットフォームのマイクロサービスの一つとして提供していくことで、トータルの最適化を図れるようになることを目指している。

火力発電所では、設備稼働率の向上とメンテナンス費用の低減が求められており、故障予兆検知で稼働率向上を図る取り組みでは、過去データをもとに監視モデルを構築して、しきい値を外れた値が測定されると故障として検知する仕組みを使いながら、他にも統計的な手法やニューラルネットワークを使ったアルゴリズムを組み合わせて、故障予兆を検知し稼働率の向上につなげている。



© 2020 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation

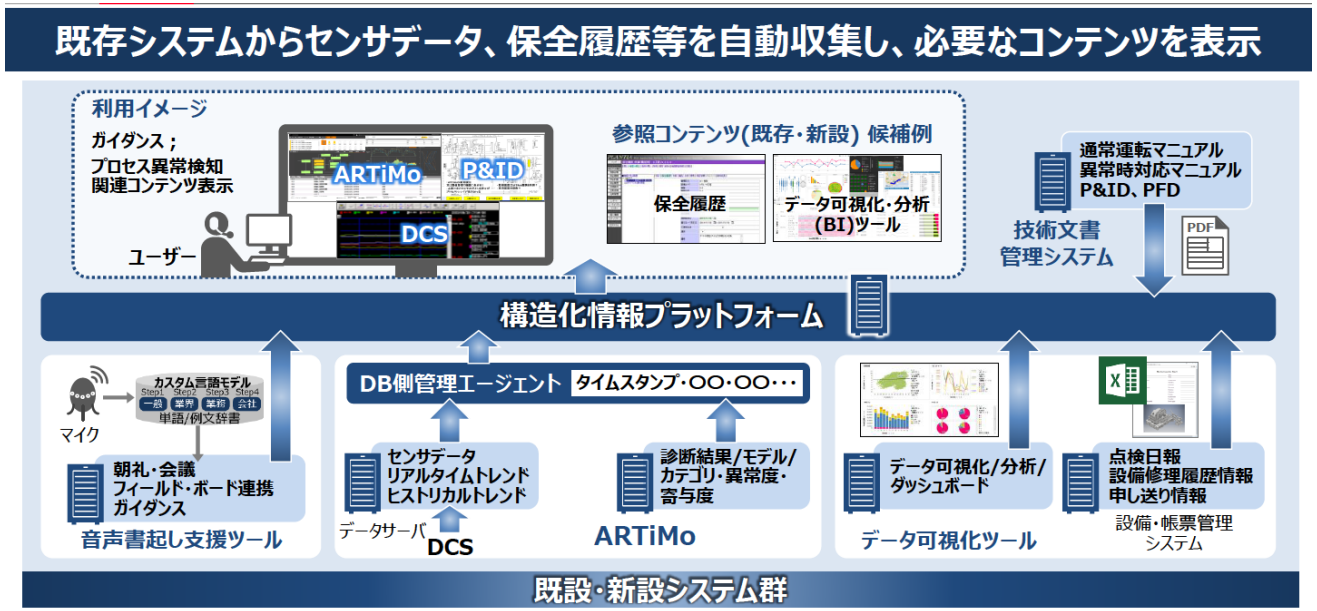
導入するプラント	対応する課題	導入技術の特徴
●石油精製、石油化学、水処理、火力発電等 ●事例：エチレンプラント分解炉	●QoLの視点を取り入れて全体を最適化 ●プラントの安全性向上、収益力向上、効率的、効果的な技術伝承	●原因診断との親和性が高いクラスタリング方式 ●構造化プラットフォームと組み合わせてデータの知識化・部門間で共有

ARTiMoは、運転実績のトレンドデータに基づいてプラントの状態を、クラスタリング方式を使ってリアルタイムに可視化する。クラスタリング方式は、追加学習が容易で、原因診断と親和性を持つという特徴を持つ。AIにとって未知の事象によるカテゴリーができると、運転員が自らの知見とあわせて状態を判断して、正常・異常を判断する。未知のカテゴリーに判断結果とともに名前をつけて、事象・種別とのラベリングを行なうことで、AIが次回以降は自動で判断ができるようになる。

昭和電工株式会社大分コンビナートでは、安全性向上、収益力向上、技術伝承を目的として、エチレンプラント分解炉の異常検知と要因分析にARTiMoを導入し、まず炉内のデコーキングでの検証を行った。運転員は導入直後では懐疑的だったが、導入から2年を過ぎると、運転の中での出来事とARTiMoの予兆が合っていることが体験的にわかってきて、現場の運転員の間で徐々に信頼ができつつある状態になっている。ARTiMoを使うことで設備状態に合わせたデコーキングが可能になり、切替ロスの低減、設備故障リスクの低減も効果があがって来ている。

同社では、現状では部分的にデジタル化ができていないなどから、連携が不十分な状態を解消するためのツールが必要だと考えている。そのため今すでに持っている既設のデータ、ツール、マニュアルを自動で集めてきて、必要な人に提供することで情報の共有化を図る構造化されたプラットフォームの形成を始めている。

構造化情報プラットフォームを使ったプラント診断の将来イメージ



© Hitachi, Ltd. 2020. All rights reserved.

導入するプラント	対応する課題	技術の特徴
●化学プラント、発電プラント、焼却プラント等	●現場にベテランが少なくなり技術伝承が課題 ●最適化によって、プラントの省力化、CO2削減等にも対応したい	●現場の幅広いデータを集めて、現状と目的をコミュニケーションを通じて可視化させる ●予測と運転指針ガイダンスで意思決定を支援

ベテラン社員の減少から、過去のデータをためて技術伝承をするため、独自の社内ツールとしてAI開発を始め、運用開始後に社外でも使えると判断し、「ENERGY CLOUD」として提供を開始。スタート時の教師データは、同社内のものづくり現場でのベテランの経験・知見、ノウハウ等を幅広く徹底的にヒアリングして、データ化したもの。

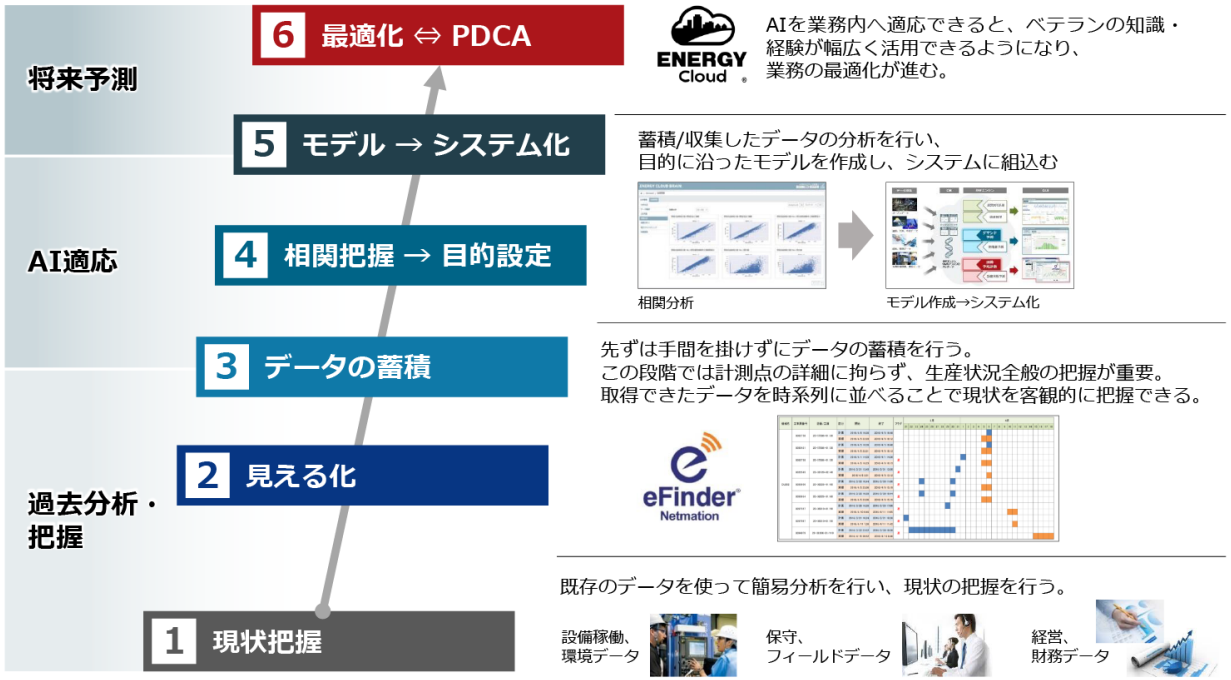
ENERGY CLOUDの導入にあたっては、最初の現状把握のために保守や営業、経営に関する幅広いデータを集め、それをデータのレベルで可視化して、不足のデータを簡易的に集め、相関を把握した後に目的設定を行なう。初期段階で目的設定をするとその達成が目的となりかねないので、スタートは肩肘張らずに考えて、データを集めて本当に解決したい問題がより具体的に見えた段階で考えることがポイント。

この完成までの一連のステップを進めるにあたっては、社内のコミュニケーションを活性化して、今まで担当外で知らなかったことも知るきっかけを作ることにもなるので、同社ではENERGY CLOUDは新しいコミュニケーションツールにもなると考えている。

ENERGY CLOUDの導入例としては、予防保全、ボイラー運転のガイダンス、プラントのエネルギーサプライチェーンの最適化等がある。

導入当初はAIからの発報が誤報だったり、厳しいタイミングになったりするが、AIの学習が効いて次第に現場が納得できるようなると、次第に現場に受け入れられるようになる。

ENERGY CLOUDでのソリューション手順



© MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. All Rights Reserved.