

令和3年度中小企業等産業公害防止対策調査

「中国地域におけるデジタル技術を活用した環境管理可能性調査」

報告書概要版

令和4年2月 中国経済産業局

デジタル技術導入事例

旭化成株式会社

所在地: 東京都千代田区有楽町一丁目1番2号

設立: 1931年(昭和6年)

資本金: 103,389,000,000円

社員数: 約44,497名

【デジタル技術の取組概要】

・水島製造所は設立から約50年経っており、設備の経年が進行している。プラントの配管についても、その維持管理は重要な課題の一つである。

・プラントを長期運転するほど、配管腐食の可能性は高くなるため、プラントの安定稼働のためにも腐食を早期に発見することは重要である。通常、プラントの配管には保温材が巻かれているため、仮に腐食が発生していたとしても、その発生箇所を外見からは特定することは難しい。また、保温材を剥離して検査を行おうとすると、剥離の手間や、場合によっては足場の設置が必要となり、追加の費用が発生する。そのため、水島製造所では、従来、ガイド波等の超音波を活用した非破壊検査法による、保温材下の配管腐食(CUI)の検査を実施してきた。

・同製造所では、「配管リスク評価」を行うことによって、予め対処すべき配管の優先順位付けを行った。そして、優先度が高いものから検査を実施することで、効率的に検査を実施し、これにより、経年劣化設備の維持コストの最適化を図ることができた。

【現状の課題、効果、今後の展望等】

旭化成水島製造所で開発された、この「CUI予測モデル」は、その後同社だけに留まらず、複数の企業と共同で更なる検討が進められた。この事業で、収集したCUI検査データを分析し、より精度の高い、CUI発生可能性の定量的な推定方法を構築し、その普及を図り日本全体の高経年化プラントの信頼性向上を目指す。

【デジタル技術のテーマ】

配管・機器の保温材下腐食(CUI)予測モデル

保温材下腐食(Corrosion Under Insulation, CUI)とは

- 保温材、保冷材でおおわれた炭素鋼系の機器・配管が対象
- 高経年化プラントでの共通で保安上最も重要な課題



保温材下腐食(CUI)

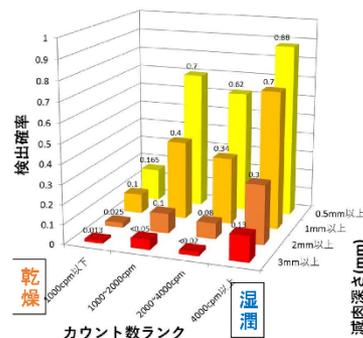
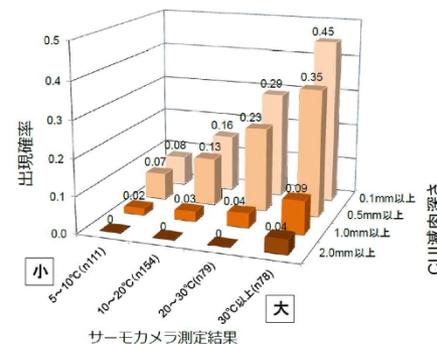


図4. 中性子水分測定結果ランクとCUI検出分布の例



(平均的温度部と異常部の温度差: °C)

図5. サーモカメラ結果ランクとCUI検出分布の例

非破壊的なCUI検査方法の適用可能性

デジタル技術導入事例

宇部興産株式会社

所在地: 山口県宇部市大字小串1978-96

設立: 1942年(昭和17年)

資本金: 58,400,000,000円

社員数: 約10,897名

【デジタル技術の取組概要】

・化学プラントは一度事故を起こしてしまうと各種認定の取り消しや一定期間運転停止の処分がある等、事故による損害は非常に大きい。従来は熟練人材がこのような不具合につながる予兆を検知して対処していたが、世代交代や海外工場への展開によって熟練人材が減少し、対処が必要であった。

・プラント運転に際して、DCSの画面を見て一度に確認できるデータは熟練人材で5~6種類のデータを一度に見て状況判断をしている。これは、長い経験を通して感覚的に各数値の相関を把握することで実現できるものである。このようなスキルは暗黙知であるため、なかなか熟練人材から中堅・若手人材への伝承が難しい。

・そこで、近年注目されているスマート化技術をプラント運転に導入することで安全性向上や品質の安定化を目指し、ビッグデータを活用したソリューションの検討を行った。また、プラント設計理論に詳しいデータサイエンティストを育成し、システムの開発を促進した。

【現状の課題、効果、今後の展望等】

・従来は異常が発生してからアラームが作動するため、対処のための時間が十分に確保できない場合があったが、予兆を検知することで確実に対応することが可能となる。更に、本システム導入によりプラントの運転異常への確実な対処ができるようになったことで、異常回避に留まらずプラント運転の安定化を通じた品質向上にもつながっている。

【デジタル技術のテーマ】

異常予兆検知システム

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット



熟練人材が経験の中で身につけた異常の予兆に関する「気づき」をシステムで検知。対処のための時間を確保することでプラント運転を安定化

収益面のメリット



異常予兆検知システムにより、異常への早期対応及びこれまで以上の安定稼働が可能となり、品質のぶれ幅を縮小。低品質になるとその分価格が下がるため、品質を一定に保つことで従来より売上を向上

スマート化技術導入の成功要因

- 1 強いリーダーシップ ITの知見を有する社長がトップダウンで導入を決定。組織横断のプロジェクトメンバーが現場でヒアリングを実施し、安全性向上に向けた課題を明確化
- 6 技術研修 従来より自社内のプラント設計理論に詳しい人材にデータ解析の方法を教えることで、データサイエンティストを育成
- 7 システムの調整・最適化 社内で組織横断のプロジェクトチームを組成し、システム開発に必要な専門性を結集することで、自社プラントの稼働上の特性を反映したシステムを開発

異常予兆検知システムのメリットと成功要因

デジタル技術導入事例

ENEOS株式会社

所在地：東京都千代田区大手町一丁目1番2号

設立：1888年（明治21年）

資本金：30,000,000,000円

社員数：約9,348名

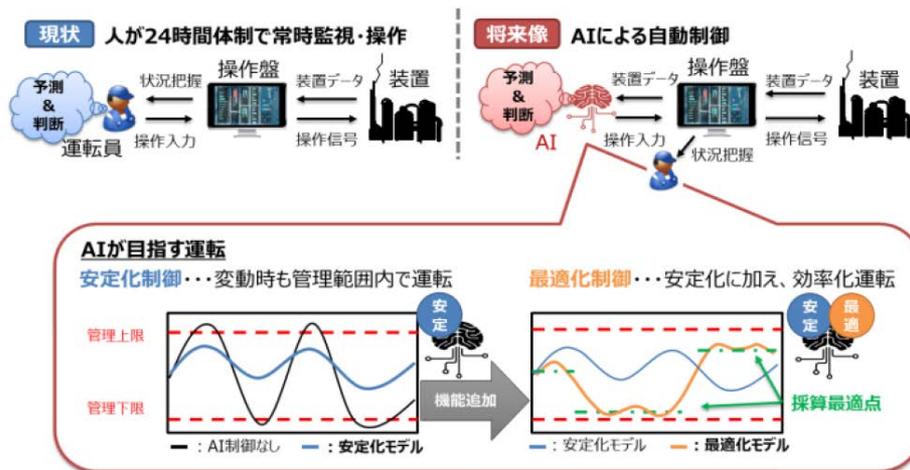
【デジタル技術の取組概要】

- ・ 現在プラント運転にて人が行っている24時間体制のプラント監視業務と異常回避などの操作判断をAIによる監視、および操作に置き換え、運転の常時自動化を実現することで保安力向上を目指した。
- ・ 実証事業では一般的な石油精製/石油化学品製造装置に適用可能な汎用性のあるAIの開発を目指している。開発したAIは外乱による運転変動の常時安定化、およびベテラン運転員と同等以上の生産効率化・省エネルギー運転を実行するモデルである。
- ・ AIによるプラント自動運転では、装置変動の予測および変動を安定化する操作を自動化することでトラブルを削減し、更に自動化で生まれた人的リソースを設備の点検に配分することで、物的要因のトラブルの削減が期待できる。
- ・ 将来的にはAIによるプラント自動運転が実現することで、感染症蔓延時などの有事の際にも少人数でプラント運転を維持可能となり、エネルギーの安定供給に繋がることが期待できる。
- ・ AIによる安定化制御では、装置変動時においても機器の管理値、および製品の規格値範囲内に運転を調整することができるため、常時安定した運転が可能になる。

【現状の課題、効果、今後の展望等】

- ・ AIによるプラント自動運転では、装置変動の予測および変動を安定化する操作を自動化することでトラブルを削減し、更に自動化で生まれた人的リソースを設備の点検に配分することで、物的要因のトラブルの削減が期待できる。
- ・ 将来的にはAIによるプラント自動運転が実現することで、感染症蔓延時などの有事の際にも少人数でプラント運転を維持可能となり、エネルギーの安定供給に繋がることが期待できる。

【デジタル技術のテーマ】 異常予兆検知システム



異常予兆検知システムのメリットと成功要因

デジタル技術導入事例

JFEスチール株式会社 西日本製鉄所（福山地区）

所在地：広島県福山市鋼管町1（西日本製鉄所福山地区）

設立：2003年（平成15年）

資本金：239,600,000,000円

社員数：約45,844名

【デジタル技術の取組概要】

・実証を行うAIは、コークス炉のガス漏れ、着火を早期検知し、防災トラブル防止を目的としたもの。ガス漏れ、着火点検作業における、目視での点検作業を、カメラ監視化（AI）することで、監視業務の無人化、常時監視化し、保安力強化を図る。

・本事業により、ガス漏れ・着火を検知可能な画像認識AIの開発及び、発報システムを構築し、着火防止に繋げ、保安力強化を図る。

・本実証事業では、①カメラ設置、②実績データ蓄積、機械学習、③システム構築、④AIの性能評価、⑤効果検証を実施。

・カメラ設置は、既設高所設備へのカメラの取付け、及び配線工事を実施。

・実績データ蓄積、機械学習は、データの蓄積、機械学習、判定テストを実施。

・モニター設置、ガス漏れ・着火検知アラーム設置、各機器の導入によりシステム構築。

・AIの性能評価は、正常状態、ガス漏れ、着火正答率を評価。

【現状の課題、効果、今後の展望等】

・大規模製造プロセスの操業が前提であり、従来から社内体制強化・人材育成・専門部署設立・社外連携強化の全面で取り組みを実施。

・経済産業省が定めるDX認定制度に基づき、「DX認定事業者」としての認定を取得。

・データサイエンティストを社内で階層的に養成する体制を構築し、運用中（①データサイエンティスト先駆者、②データサイエンティスト伝道者、③データサイエンティスト活用者、④データサイエンティスト利用者の4階層）。

・①データサイエンティスト先駆者、②データサイエンティスト伝道者はいずれも、研究所在籍の元々の専門家に加え、現場での実際の課題を社内外データサイエンティストと共に解決するというOJT形式にて養成。

【デジタル技術のテーマ】

ガス漏れ・着火検知システム導入によるコークス炉保安力向上

導入前		導入後		導入後の期待される効果（見込み）		
プロセス図	業務概要	プロセス図	業務概要			
点検、見回り	<ul style="list-style-type: none"> 24時間連続操業に対し、現場見回り：日中のみ定期点検：2回/週×2時間/回であり、不十分 		<ul style="list-style-type: none"> 管理室画面での監視 ガス漏れ・着火検知時、アラーム発報 	<ul style="list-style-type: none"> 無人常時監視の実現により、点検、見回り作業が不要 常時監視の実現によりガス漏れ・着火の見逃し削減 ガス漏れを早期に検知が出来るため、着火に至る前に着火を抑制することが可能 着火に対し、早期に検知が出来るため、早期消火が可能 		
ガス漏れ・着火確認	<ul style="list-style-type: none"> 目視による判定 点検時にガス漏れ・着火していない場合は、見逃す 				<ul style="list-style-type: none"> 着火の時点で補修 ガス漏れは優先順位をつけて判断 	<ul style="list-style-type: none"> 補修優先順位の明確化
補修判断	<ul style="list-style-type: none"> 目視による判定 				補修	<ul style="list-style-type: none"> 導入前：故障時の修繕措置中心の対応 導入後：故障前の予防措置中心の対応 保安力向上の評価方法：システム導入後のガス漏れ・着火検知件数の増加、補修削減件数を元に間接的に評価。
補修	<ul style="list-style-type: none"> 程度により補修内容変更 				補修	

ガス漏れ・着火検知システム導入

デジタル技術導入事例

株式会社ダイセル

所在地：広島県大竹市東栄2-1-4（大竹工場）

設立：1919年（大正8年）

資本金：36,275,440,089円

社員数：約11,142名

【デジタル技術の取組概要】

・モノづくりに関わる情報を同期・一元化し、複数工場の全体最適化を実現する「バーチャルファクトリー」の仕組みを実現。また、今後はこれら一連の活動の中で蓄積した膨大なノウハウ情報を、ビッグデータとして、AIで解析することで、予知予測機能を強化するなど、新たな革新への展開に挑む。

・これまでの「ダイセル式生産革新」を基盤とし、同じセルロース製品を生産する網干工場（兵庫県）と大竹工場（広島県）をあたかも一つの工場のようにして、生産計画、エネルギー需給を最適とする仕組みを構築し、更なる収益の極大化を図る取り組みを行った。

・エネルギー設備の燃料にガスと石炭を用いる網干工場と、石炭とタイヤチップを混焼する大竹工場では調達コストが異なるため、製造に必要なエネルギーコストが異なる。両工場に必要な生産量をもとに、エネルギーコスト、在庫コスト、物流コストなどを考慮したトータルコストがミニмумとなるように、生産計画やエネルギー設備の運転条件をシミュレーションできる仕組みを構築し、運用している。

【現状の課題、効果、今後の展望等】

・従来の工場最適の考え方から、全体最適を追求することで、トータルコストの低減を実現した。

・網干工場と大竹工場での最適生産の仕組みとエネルギー運転最適化システムの構築によって、2工場体制によるバーチャルファクトリー化が完成した。

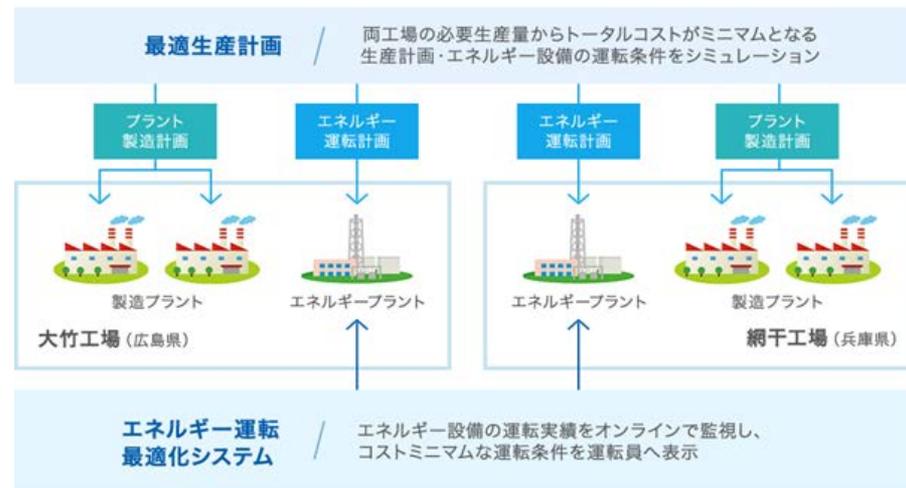
【デジタル技術のテーマ】

バーチャルファクトリー

～網干と大竹工場間の最適生産の仕組み構築～

網干—大竹工場 バーチャルファクトリー

地理的に離れている2工場をあたかも1つの工場のように運転
バーチャルファクトリー化によるコストミニмумの実現へ



バーチャルファクトリーの概要

デジタル技術導入事例

千代田化工建設株式会社

所在地：神奈川県横浜市西区みなとみらい四丁目 6番2号
設立：1948年（昭和23年）
資本金：15,014,000,000円
社員数：約5,200名

西部石油株式会社

所在地：東京都千代田区神田美土代町7番地
設立：1962年（昭和37年）
資本金：8,000,000,000円
社員数：約439名

【デジタル技術の取組概要】

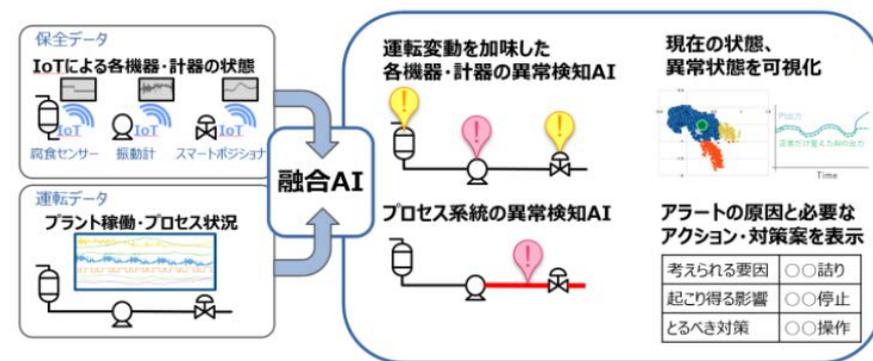
- これまで定期的に検査・補修することで確認していた機器・計器の健全性を、IoTセンサーとプロセスデータ融合AIにより常時監視し、さらに異常の発生を予測・通知することで、その時々の状態に応じた最適な検査・補修の実現を可能とする。
- IoTセンサーデータとプラントのプロセスデータを融合させる環境を構築し、各機器・計器の特性に合わせた異常検知AIの開発、プロセスシステム単位でのプロセス異常監視・安全性評価を行うAIの開発を行った。
- 既存の診断技術では機器の振動増加やバルブの急な変動を検知するが、プロセス変動に伴う正常な挙動であっても異常と診断する等の課題があるが、機器異常の顕在化(検知)とプロセス変動の相関を基に、異常の発生を精度よく予測するAIを導入することで既存の診断技術をサポートするAIを開発。
- プロセス上の機器・計器の前後関係や、プロセス流体の状態を加味してシステム(ループ)内での異常のシグナル・発生要因を捉えるなど、機器の繋がりやシステム内のバランスを捉える新しい観点を取り入れた。

【現状の課題、効果、今後の展望等】

- これまで検知できなかった異常について、故障に至るよりも前から異常の兆候を検知・捉えることが可能となる。
- プロセス異常監視・安全性評価AIにより、機器・計器の故障、プロセス装置全体での異常の挙動把握、同一システム内の機器・計器のリアルタイム状態監視が可能となる。
- 過去のトラブル事象・原因情報とプロセス情報を含めたデータ解析により、原因箇所や対策の絞込みが可能となる。
- IoTセンサーデータとプロセスデータの融合環境を構築したことで、計器室以外の場所からでも運転状態の確認が可能となる。

【デジタル技術のテーマ】

IoTセンサーと運転データの融合AIを活用した 運転支援システム



© Chiyoda Corporation 2021, All Rights Reserved

プロセスデータとIoTセンサーデータを融合するシステム環境を構築
各機器・計器の特性に合わせた異常検知AIと、プロセスシステムの異常検知AIを実装
発報されたアラートの原因と必要なアクション・対策案を表示

異常予兆検知システムのメリットと成功要因

デジタル技術導入事例

東ソー株式会社

所在地：山口県周南市開成町4560

設立：1935年（昭和10年）

資本金：55,200,000,000円

社員数：約13,631名

【デジタル技術の取組概要】

・DXの導入を積極的に進め、プラントの安全確保や安定操業にも活用している。また、DXを推し進めるために不可欠なデジタル技術に精通した人材（データサイエンティスト）の早期育成を目指し、組織的な育成プログラムの構築に取り組んでいる。

・現在、「事業所共通の監視システムの導入」、「運転支援システムの導入」、「異常予兆検知システムの導入」、「運転引き継ぎ日誌の電子化」、「現場通信用タブレットの導入」、「計装機器診断システムの導入（スマートバルブ）」、「無線式ガス検知器の導入」、「無線式振動・温度センサーの導入」、「ドローンの導入」、「ガスタービン エネルギーマネジメントシステムの導入」等に取り組んでいる。

・「異常予兆検知システムの導入」は、機械学習を利用した運転異常の予兆検知システムであり、正常状態のプラントデータ間の相関性を機械学習し、得られた正常モデルと現実のズレから早期に異常を検知することができる。また、機械学習は異常予兆検知だけでなく、品質の予測や生産性の改善などにも活用している。

・製造現場に通信用タブレット（防爆対応品）を導入している。作業現場と計器室が映像・音声通信を通じてリアルタイムに情報交換できることから、若年作業員の作業支援に活用している。

【現状の課題、効果、今後の展望等】

・2013年7月に石油化学工業協会が制定したガイドライン「産業保安に関する行動計画」を踏まえ、RC推進体制の下で、安全・安定操業に関する活動を推進している。従業員的安全・健康の確保と安定操業が経営の最重要課題であることを認識し「安全がすべてに優先する」という、環境・安全・健康基本理念および行動指針に基づき、無事故・無休業災害を目指して「安全基盤の強化」と「安全文化の醸成」を基本とした多様な安全活動を継続して展開している。

【デジタル技術のテーマ】 DXの活用



運転引き継ぎ日誌の電子化



現場通信用タブレット



無線式ガス検知器によるモニタリング



ドローンの導入による高所外観点検

DXの推進状況