

スマート保安先進事例集

経済産業省 産業保安グループ

令和4年 4月

目次 | 本先進事例集の構成

1章	本先進事例集の概要	P. 02
i	本先進事例集について	P. 03
ii	本先進事例集の読み方	P. 04
2章	スマート保安における先進事例	P. 05
i	本事例集にて取り上げる先進事例の一覧	P. 06
ii	分野別の先進事例	P. 08
3章	スマート保安の期待効果	P. 77
i	AIシステムの導入による期待効果の概要	P. 78
ii	IoTの導入による期待効果の概要	P. 79
iii	防爆モビリティの導入による期待効果の概要	P. 80
4章	スマート保安の検討・開発・導入・定着・展開時に想定されるKFS(重要成功要因)一覧	P. 81
i	スマート保安の検討・開発・導入・展開の実務ステップとKFS(重要成功要因)の一覧	P. 82
ii	各プロセスでのKFS(重要成功要因)詳細	P. 83

目次 | 本先進事例集の構成

1章 本先進事例集の概要

P. 02

i 本先進事例集について

P. 03

ii 本先進事例集の読み方

P. 04

2章 スマート保安における先進事例

P. 05

i 本事例集にて取り上げる先進事例の一覧

P. 06

ii 分野別の先進事例

P. 08

3章 スマート保安の期待効果

P. 77

i AIシステムの導入による期待効果の概要

P. 78

ii IoTの導入による期待効果の概要

P. 79

ii 防爆モビリティの導入による期待効果の概要

P. 80

4章 スマート保安の検討・開発・導入・定着・展開時に想定されるKFS(重要成功要因)一覧

P. 81

iii スマート保安の検討・開発・導入・展開の実務ステップとKFS(重要成功要因)の一覧

P. 82

iv 各プロセスでのKFS(重要成功要因)詳細

P. 83

本先進事例集について

- ✓我が国の産業保安の現場では、テクノロジーの革新的進展や保安人材の枯渇といった環境変化を背景として、様々な事業者・団体においてスマート保安（※）の取組が進められています。
- ✓本事例集では、スマート保安における**特徴的な取組を紹介**するとともに、**期待される効果、検討から展開の各段階におけるあるある課題および解決策**を整理しています。
- ✓なお、これまでに公表されている経済産業省による各種事例集との関係性は下図に示すとおりです。

名称	対象
スマート保安先行事例集 (平成29年公表)	✓ 平成28年までに民間企業によって取り組まれたスマート保安の取組
令和2年度産業保安高度化推進事業スマート保安事例集 (令和3年公表)	✓ 「令和2年度第1次補正予算 産業保安高度化推進事業費補助金」に係る実証事業を行った民間企業・各種団体
本先進事例集	✓ 「令和2年度第1次補正予算 産業保安高度化推進事業費補助金」に係る実証事業を行った民間企業・各種団体（「令和2年度産業保安高度化推進事業スマート保安事例集」で取り上げた事例についてはその最新情報を整理） ✓ 「令和2年度第3次補正予算 産業保安高度化推進事業費補助金」に係る実証事業を行った民間企業・各種団体 ✓ 上記以外にスマート保安に取り組む民間企業・各種団体（スマート保安先行事例集で取り上げた民間企業についてはその最新情報を整理）

(※) 電力、ガス、高圧ガス等の産業保安分野で、IoT、ビッグデータ（BD）、人工知能（AI）、ドローン等の新たなテクノロジー等の革新的技術の導入を通じ、安全性と効率性を追求しつつ、保安レベルを持続的に向上させるための取組（参照：令和3年12月21日 産業構造審議会保安・消費生活用製品安全分科会 産業保安分野における当面の制度化に向けた取組と今後の重要課題）

本先進事例集の読み方

- ✓本事例集は、産業保安に係る幅広い層を読み手として想定しています。
下図に示す、主な読み手のイメージと読み方を参考に、好きなパートから読み進めてください。

Case.1

先進的なスマート保安の実証における
具体的な取組内容を知りたい方

⇒ 「2章：スマート保安における先進事例」をチェック

Case.2

スマート保安の推進を検討しているものの、
スマート保安により期待される効果が分からない方

⇒ 「3章：スマート保安の期待効果」を読んで概要を把握したうえで、
「2章：スマート保安における先進事例」を読んで各事例の期待効果をチェック

Case.3

実際にスマート保安の
推進方法が分からない / 推進過程で困っている方

⇒ 「4章：スマート保安の検討・開発・導入・定着・展開時に想定されるKFS(重要成功要因)一覧」をチェック

目次 | 本先進事例集の構成

1章	本先進事例集の概要	P. 02
i	本先進事例集について	P. 03
ii	本先進事例集の読み方	P. 04
2章	スマート保安における先進事例	P. 05
i	本事例集にて取り上げる先進事例の一覧	P. 06
ii	分野別の先進事例	P. 08
3章	スマート保安の期待効果	P. 77
i	AIシステムの導入による期待効果の概要	P. 78
ii	IoTの導入による期待効果の概要	P. 79
iii	防爆モビリティの導入による期待効果の概要	P. 80
4章	スマート保安の検討・開発・導入・定着・展開時に想定されるKFS(重要成功要因)一覧	P. 81
i	スマート保安の検討・開発・導入・展開の実務ステップとKFS(重要成功要因)の一覧	P. 82
ii	各プロセスでのKFS(重要成功要因)詳細	P. 83

本事例集にて取り上げる先進事例の一覧（1 / 2）

No.	事業者名	事業名	導入業界	導入先設備	該当する技術分野			ページ
					AI分野	IoT分野	防爆分野	
1	ENEOS株式会社	プラント自動運転AI導入による安全安定操業体制の確立	石油精製・石油化学	製油所	○			P8
2	住友化学株式会社	工場における無線型振動計を活用した設備監視システム	石油化学	石油化学誘導品工場		○		P11
3	三菱ケミカル株式会社 (富山事業所)	スマートデバイスを活用した現場作業における効率化および高度化	石油化学	石油化学プラント		○		P14
4	三菱重工業株式会社	プラント自動巡回点検防爆ロボット	石油化学	石油化学プラント			○	P17
5	横河電機株式会社、 JSR株式会社	ブタジエン生産プラントのAI制御システム	石油化学	蒸留塔	○			P20
6	千代田化工建設株式会社、 西部石油株式会社	装置監視AIを活用した運転支援システム	石油精製	石油精製装置	○	○		P23
7	日揮株式会社	配管内面腐食のAI予測システム	石油精製・石油化学	高圧ガス管	○			P26
8	大阪ガス株式会社、 株式会社ニシヤマ、株式 会社システム計画研究所	デジタルX線検査におけるAIを活用した自動判定システム	ガス	ガス管	○			P29
9	東京ガス株式会社、東京 ガスエンジニアリングソリュー ションズ株式会社、株式 会社ガスター	ガス取り扱い施設における常時ガス漏洩監視	ガス	ガス管		○		P32
10	北海道ガス株式会社、新 和産業株式会社	クラウドシステムを活用したガス導管漏洩検査結果の管理	ガス	埋設ガス導管		○		P35
11	株式会社ゾディアック	配管の保守工事における3D配管MAP構築システム	ガス	都市ガス		○		P38

本事例集にて取り上げる先進事例の一覧（2 / 2）

No.	事業者名	事業名	導入業界	導入先設備	該当する技術分野			ページ
					AI分野	IoT分野	防爆分野	
12	株式会社Liberaware	狭所空間特化型手動点検ドローン、自動巡回点検ドローン	製造業全般	高炉内部、煙突内部、洞道内部		○		P41
13	JFEスチール株式会社	コークス炉における無線温度センサを用いたAI炉温管理	製鉄	製鉄所内コークス炉	○			P44
14	日本製鉄株式会社	インバリアント分析を活用した製鉄所における異常予兆検知	製鉄	製鉄所	○			P47
15	関西電力株式会社	火力発電所の煙突検査におけるドローン活用	電力	火力発電所内煙突		○		P50
16	関西電力株式会社	巡視点検ロボット・診断システム	電力	火力発電所内タービン建屋	○			P53
17	中国電力株式会社	IoTプラットフォームを活用した水力発電設備における健全性の見える化	電力	水力発電所発電機		○		P56
18	神奈川県企業庁	モニタリングシステムを活用した県営水力発電所の遠隔監視	電力	水力発電所		○		P59
19	株式会社ハイテックシステム	クラウドAIシステムを活用した送電鉄塔の遠隔監視	電力	送電鉄塔	○	○		P62
20	一般財団法人東北電気保安協会	受変電設備におけるIoTとAIを組み合わせた点検システムの構築	電力	受変電設備	○	○		P65
21	株式会社グリーンパワーインベストメント	風力発電所の外観点検業務における自動飛行ドローンを活用した点検システム構築	電力	風力発電所		○		P68
22	エナジー・ソリューションズ株式会社	ドローンとAIを活用した太陽光発電所の遠隔監視システム	電力	太陽光発電設備	○	○		P71
23	オーナンバ株式会社	太陽光発電設備における遠隔監視データを活用した異常予兆検知システム	電力	太陽光発電設備		○		P74

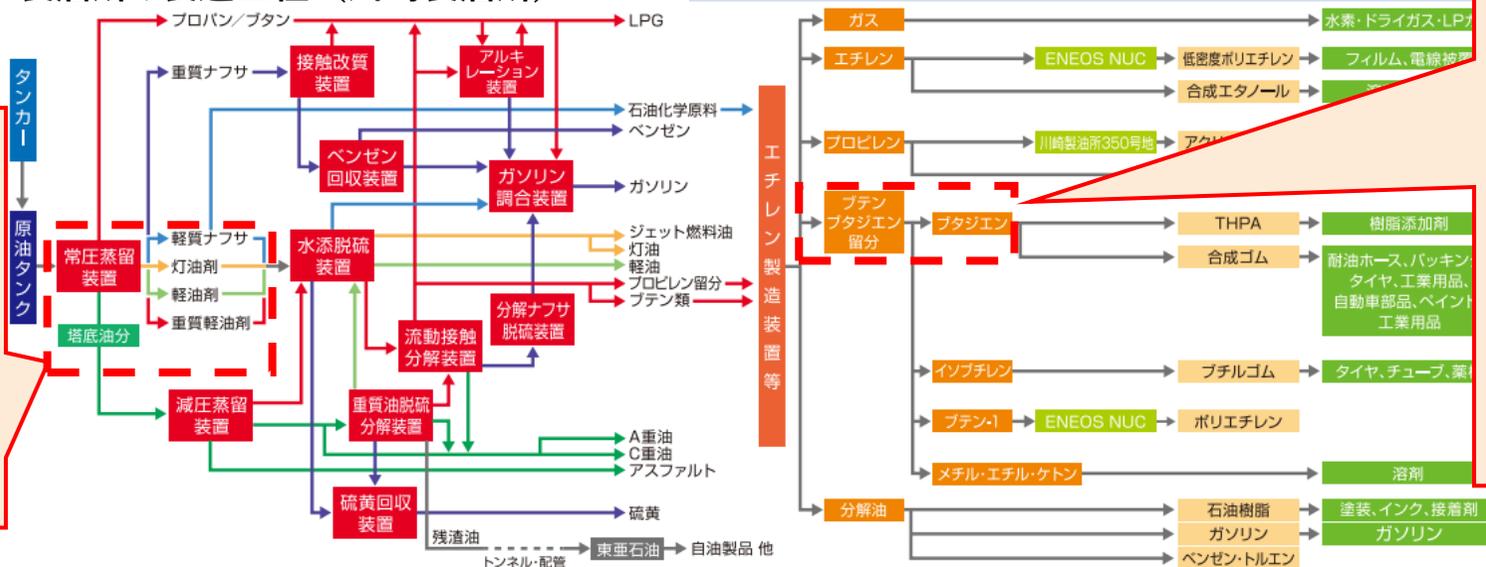
プラント自動運転AI導入による安全安定操業体制の確立

導入事業者：ENEOS株式会社

導入対象	常圧蒸留装置及びブタジエン抽出装置における運転業務
現状の業務内容	運転員が24時間体制で運転監視・操作判断を実施
直面していた課題	高齢化により運転ノウハウを有する熟練運転員の減少
活用技術	リアルタイムのプラントデータを監視し、安定かつ最適なバルブ操作を導き出すAIモデル
期待効果	<ul style="list-style-type: none"> 運転操作ミス等の人的要因による装置トラブルを削減 運転業務から設備点検業務へリソースを再配分することで物的要因による装置トラブルを削減

導入対象設備

製油所の製造工程（川崎製油所）



常圧蒸留装置

加熱した原油を蒸留塔に投入し、温度に応じた成分分離を行う。



ブタジエン抽出装置
上流の装置から留出される不純物が多い粗ブタジエンから、ブタジエンのみを抽出する。

- 本システムは、プラントにおける様々な製造工程のうち、常温常圧及びブタジエン抽出の工程において、運転を自動化を行うものである。常温常圧装置は一連のプロセスのうち上流に位置しており、操作すべき変数が多いという特徴がある。一方、ブタジエン抽出装置は製造工程の下流に位置しており、常圧蒸留装置と比較すると変数が少ないという特徴がある。

プラント自動運転AI導入による安全安定操業体制の確立

導入事業者：ENEOS株式会社

導入技術の選定理由

システムの技術的特徴

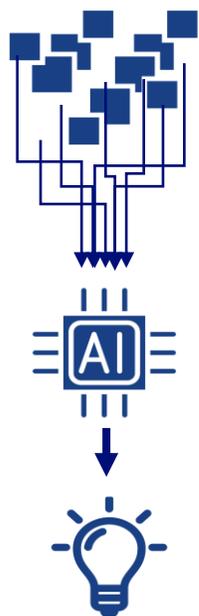
データから短期間にプラント運転を学習可能
になるため、多数のケースにおいてもAIにて運転可能となる。

リアルタイムの将来予測と自動操作
が実行可能になるため、将来的には運転員の代替になることが期待できる。

現場で生じていた問題

- ✓ プラント運転には、多数のケースがあることから、ノウハウの習熟に時間を要し、加えてノウハウのマニュアル化が困難。
- ✓ 感染症蔓延時等により人的リソースが不足した場合、装置を停止する可能性がある。

導入技術の機能



データのインプット

- インプットデータはプラントから取得したセンサーデータを活用している。具体的な項目の一部を下表に示す。なお、AIの導入にあたって新たに設置したセンサーはない。

カテゴリー	データ項目
常圧蒸留装置	約1000種類のセンサーデータ（例：流量計、圧力計、温度計、液面計、分析計など）
ブタジエン抽出装置	約500種類のセンサーデータ（例：流量計、圧力計、温度計、液面計、分析計など）

- なお、AIの学習時には、過去の実機運転データやシミュレータでのシミュレーション結果などを活用した。

AIによる計算

- 各監視指標の将来予測値と推奨操作を計算。
- なお、監視指標数は常圧蒸留装置では80-90程度、ブタジエン抽出装置では20-30程度である。

計算結果のアプトプット

- **推奨操作を既存の制御システムにアウトプットすることで自動運転を実行する。**
- システム画面上に各監視指標の予測値や推奨操作を表示する。

プラント自動運転AI導入による安全安定操業体制の確立

導入事業者：ENEOS株式会社

- 自動運転AIが導入されることで、運転操作ミス等の人的要因による装置トラブルの削減、自動化により生まれたリソースを装置の異常検知に充てることで物的要因による装置トラブルの削減、加えてパンデミック等の有事の際に少人数でプラント運転が可能な体制の構築などについて実現が期待できる。

業務プロセスのBEFORE/AFTERと期待効果

導入前の運転プロセス

- ✓ 運転員は制御盤を監視し、適切な操作を入力（24時間体制）
- ✓ 2名の運転員を配置



運転

- ✓ 現場を巡回し、設備異常の有無を確認
- ✓ 4名の現場巡回点検員を配置



現場巡回

導入後の運転プロセス

運転



- ✓ 運転員はAIの制御を監視し、サポートする（24時間体制）
- ✓ 1名の運転員とAIで装置を運転

現場巡回（平時）



- ✓ 現場を巡回し、設備異常の有無を確認（実施内容自体は導入前から変更なし）
- ✓ 5名の現場巡回点検員を配置

現場巡回（パンデミック等の有事）



- ✓ 現場を巡回し、設備異常の有無を確認（実施内容自体は導入前から変更なし）
- ✓ 従来同様に4名で現場巡回を実施

プロセスの変化によりもたらされる効果

直接的な効果

- ✓ AI導入により運転を省人化
- ✓ 人的要因によるトラブル防止

- ✓ AI導入により運転を省人化した分のリソースで、現場巡回を強化
- ✓ 人員増強により設備の信頼性向上

- ✓ 有事の際には必要最低限の人員で現場巡回を実施（運転と現場巡回に必要な人員総数が減少）

波及的な効果

- ✓ 運転に必要な人的リソースが減ることで組織の柔軟性が向上（スマート保安等への取り組み強化）
- ✓ 運転員以上の生産効率化、省エネ運転

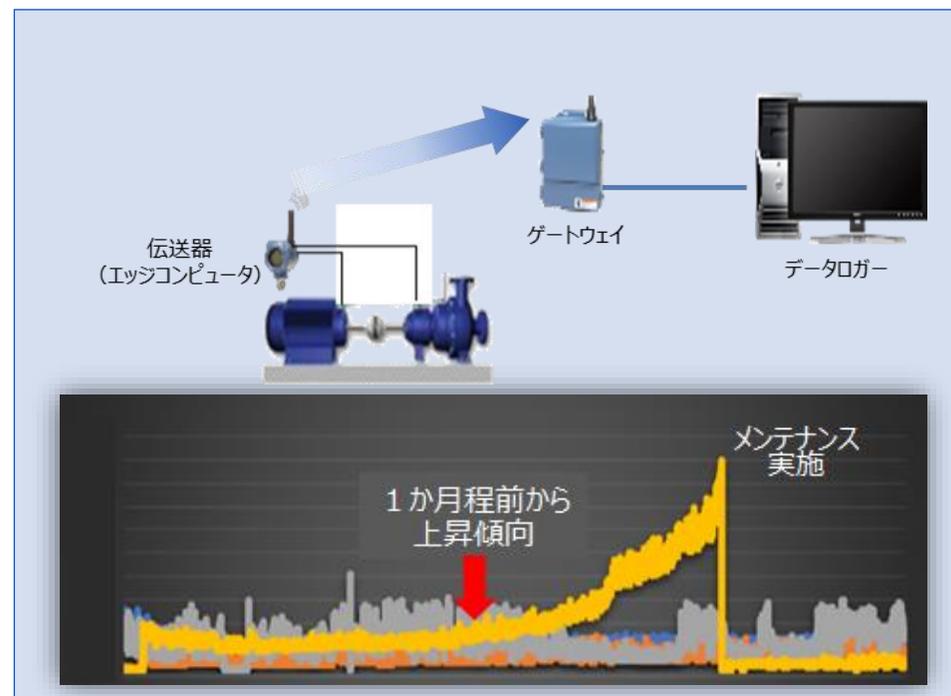
工場における無線型振動計を活用した設備監視システム

導入事業者：住友化学株式会社

導入対象	石油化学誘導品工場における設備点検プロセス（自主点検）
現状の業務内容	定期的な設備診断の実施および日常巡回点検における作業員の五感に基づく状態監視
直面していた課題	異常判断における作業員の属人性の解消、現場での状態監視・日常点検における業務負荷の解消
活用技術	稼働データを収集するセンサーを搭載した無線型振動計、プロセスデータ活用基盤の構築
期待効果	リアルタイムで監視することによる監視精度向上、遠隔監視の実現による現場業務負荷が軽減

導入対象設備

無線型振動計が導入されているプラント



工場における無線型振動計を活用した設備監視システム

導入事業者：住友化学株式会社

導入技術の選定理由

遠隔監視システムの技術的特徴

遠隔監視データを用いた設備監視の実現
により、現場監視の一部を代替、作業量減少に貢献

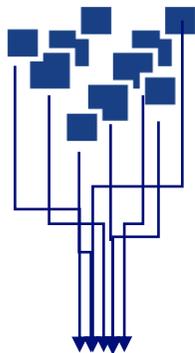
リアルタイムで定量的な数値データの取得
ができるようになり、運転状態がデータを基に可視化され、設備の監視精度が向上した。

現場で生じていた課題

現場における異常監視業務を定期的実施する必要があり、作業負担が大きい。

センサーが一部装置に未設置等、データ収集・活用の環境が整備されておらず、異常監視のために、作業員の属人的な判断が必要だった。

導入技術の機能



データの
入力

- インputデータは、振動センサーで検出したデータを無線型伝送器により計器室の監視システムへ取り込む（1時間に1回の頻度で取得）

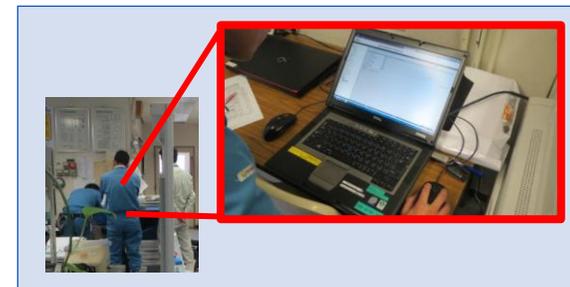
データ項目	監視・適用例
速度データ	回転機のアンバランス、ミスアライメント、滑り軸受の異常を判定
加速度データ	転がり軸受、ギヤの異常を判定
スペクトラム	速度・加速度のピーク値とおおよその振動周波数を示す 簡易診断として活用
エネルギーバンド	速度・加速度を周波数領域に区分し、ピークの領域を監視。簡易診断として活用

- なお、各データは、これまで数か月に1回程度の定期的な設備診断で確認していた。日常的な状態監視は、作業員の五感を活用したパトロールによる。



データの比較、
異常の検知

- 上記インputデータを、データヒストリアンシステム上に自動で可視化して、遠隔地の画面上でも確認できるようにした。
- 上記のリアルタイムで定量的な数値データのトレンドを監視することで、設備の異常予兆発生を早期に把握することができる。

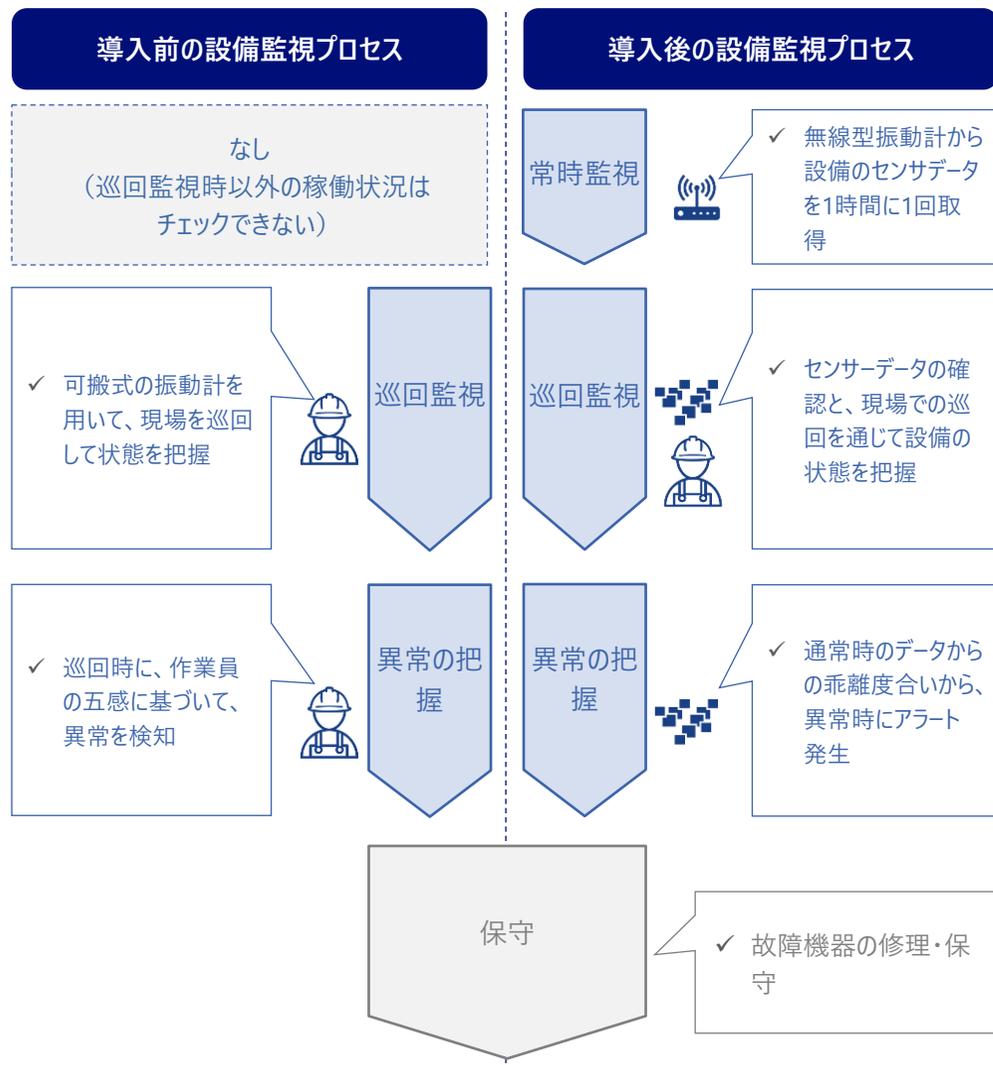


工場における無線型振動計を活用した設備監視システム

導入事業者：住友化学株式会社

- 設備監視システムの導入により、巡回業務が削減されたほか、早期での異常発見につながり、保安レベルが向上した。

業務プロセスのBEFORE/AFTERと期待効果



プロセスの変化によりもたらされる効果

直接的な効果

- ✓ データ取得作業の遠隔化
- ✓ 設備の状態を示すデータを取得する頻度の向上
- ✓ 巡回頻度の削減による、現場でデータを取得するための派遣工数が削減
- ✓ 異常の監視精度の向上
- ✓ 定量的な異常判断の実現による、属人性の削減

波及的な効果

- ✓ データ取得頻度の向上、監視精度の向上による、早期での異常発見の実現
- ✓ 巡回業務の工数が削減されることによる、工費の削減

事例③

スマートデバイスを活用した現場作業における効率化および高度化

導入事業者：三菱ケミカル株式会社（富山事業所）

導入対象	富山事業所内のユーティリティ製造設備を対象とした巡回点検記録業務（自主点検）
現状の業務内容	作業者が現場で1日3回巡回点検記録業務を実施
直面していた課題	1直あたりの人数が少ないため、巡回業務と異常発生時の対応業務の負荷が高く、作業者の育成も困難だった。点検結果を手書きで紙面に記録しているため、業務工数(転記作業や紙の管理)が多くなる上に、過去データを活用することが困難だった。
活用技術	スマートデバイスを活用し管理者による遠隔支援を実現、および計器指示値を音声入力・手入力によりデータ化
期待効果	巡回業務の省力化、異常発生時の迅速・確実な対応、育成の高度化、データ活用による保守の質の向上

導入対象設備

遠隔支援システム・計器指示値データ化システムが導入されているユーティリティ製造設備



製造設備イメージ(実際とは異なる)



現場計器の例



スマートデバイス（スマートグラス）

遠隔支援システムにより
現場状況をカメラ画像共有

スマートデバイス（スマートフォン/タブレット）

計器指示値データ化システムにより
現場計器指示値をデータ化

スマートデバイスを活用した現場作業における効率化および高度化

導入事業者：三菱ケミカル株式会社（富山事業所）

導入技術の選定理由

スマートデバイスの技術的特徴

管理者が現場巡回の様子を遠隔監視できる
ことで、同程度の保安レベルを維持しつつ、巡回業務を省力化

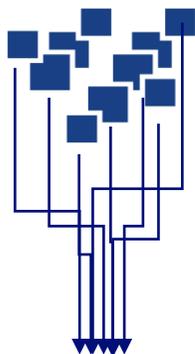
現場における計器指示値のデジタルデータ化
により、省力化とデータの集約化が実現

現場で生じていた課題

1直あたりの人数が少ないため、巡回業務と異常発生時の対応業務の負荷が高く、作業者の育成も困難だった。

点検結果を手書きで紙面に記録しているため、業務工数(転記作業や紙の管理)が多くなる上に、過去データを活用することが困難だった。

導入技術の機能



データの
インプット

- インプットデータは、計器指示値の読み取りデータである。
- 日に3回の頻度で合計約300点のデータを約100箇所の計器から取得している。具体的な項目を下表に示す。
- これまでは作業者が巡回業務の際に手書きで紙に記録していた。
- 作業者は複数の計器指示値から設備の異常・運転条件の異常の有無を、過去の経験に基づき判断していた。

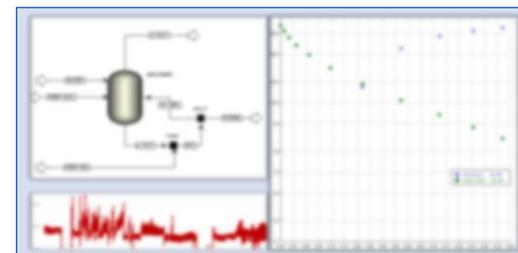
カテゴリー	データ項目
電力製造設備に設置された計器	圧力、温度、流量、電流、弁開度、など
圧縮空気製造設備に設置された計器	

- 計器指示値データ化システムにより、巡回点検業務の際に各データが直接デジタルデータとして記録される。



データの比較、
異常の検知

- リアルタイムにデータを過去データと比較できる。
- データを可視化して異常の有無を発見しやすくなる。
- データを解析して予兆検知の検討につなげることができる。



スマートデバイスを活用した現場作業における効率化および高度化

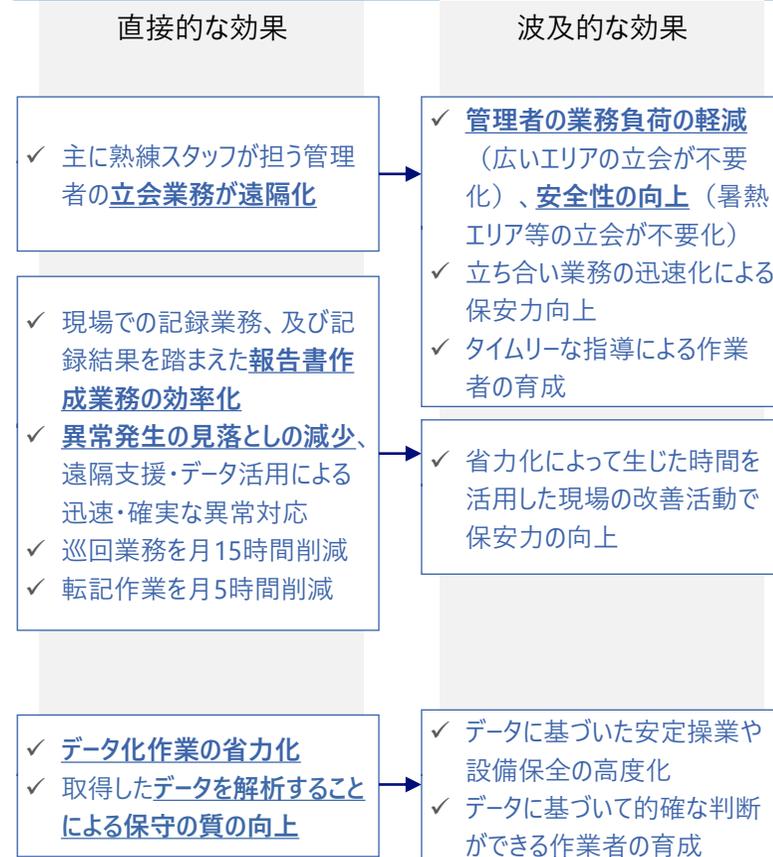
導入事業者：三菱ケミカル株式会社（富山事業所）

- スマートデバイスの導入により、巡回業務における管理者の立ち合い業務の削減が達成されたほか、異常発生の見落としの減少につながり、保安レベルが向上した。

業務プロセスのBEFORE/AFTERと期待効果



プロセスの変化によりもたらされる効果



事例④ プラント自動巡回点検防爆ロボット

技術提供事業者：三菱重工株式会社

導入対象	石油ガスプラント内における、主に危険場所等での巡回点検業務
現状の業務内容	稼働中のプラントにおいて平常・インシデント発生時に点検員が現場で直接状況確認・データ取得・入力等を実施
直面していた課題	平常時・インシデント発生時共に作業の安全性確保、人手不足の対応
活用技術	自動運転・各点検業務(目視点検・熱計測・音収集・ガス濃度計測・マニピュレータによる作業等)が可能な防爆ロボット
期待効果	可燃性ガスのある危険場所 (Zone1) で昼夜を問わず点検を行い、作業員の安全向上と、設備稼働率の向上に寄与。また、点検データをデジタル化する事で有効活用でき、人間はより高度な分析作業等に専念が可能、等

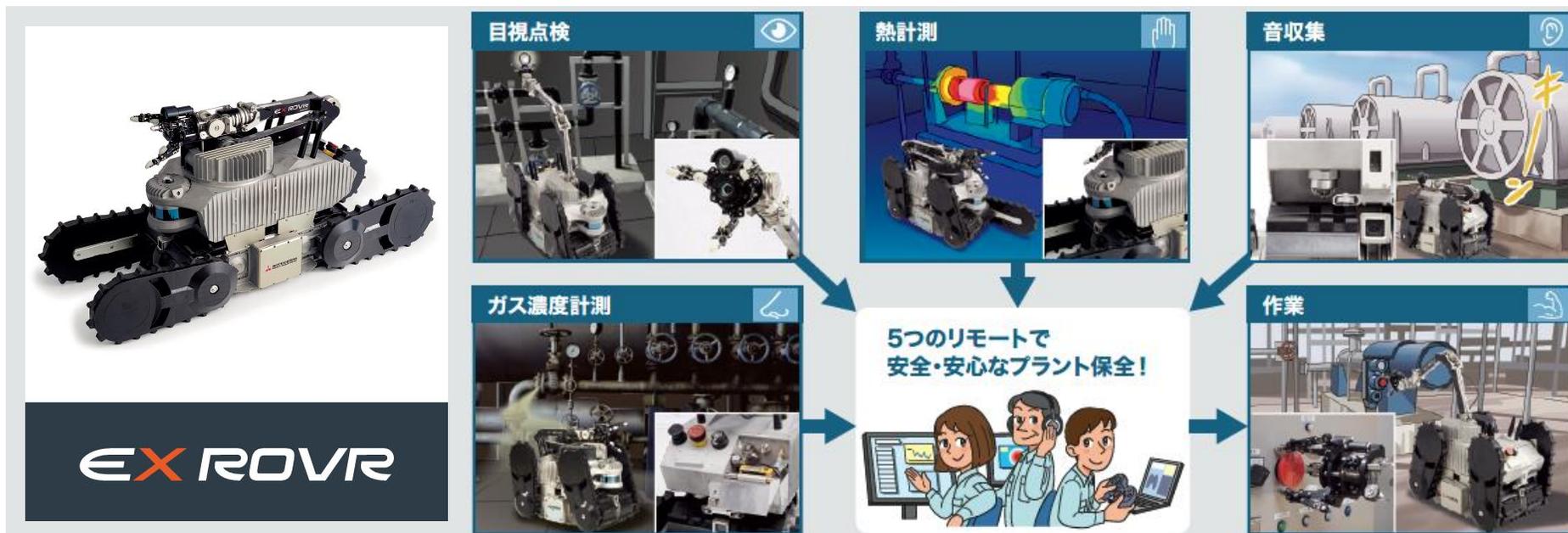
導入技術

ロボットがプラント内を自動巡回し、取得した情報をクラウドに蓄積するいわば“動くIoTセンサ”

6自由度マニピュレータでカメラを案内し、巡回点検でチェックすべきほとんどの計器を撮影

ロボット両サイドの熱画像カメラで狭い通路の両側機器の温度もピンポイントに計測

搭載するマイクでプラント内の同じ場所の音を定期的に録音し周波数領域で比較



“EX ROVR”(エクスローバ)は防爆型式検定を取得し 2022年春リリース

巡回点検員が常備するものと同じ4種類ガス検知器で常時監視

あらかじめ指定した巡回点検シナリオを24時間365日実行しDXにも貢献

遠隔操作でのボタン操作などによりインシデント時の早期復旧に寄与

事例④ プラント自動巡回点検防爆ロボット

技術提供事業者：三菱重工業株式会社

導入技術の選定理由

防爆ロボットの特徴

平常時の巡回点検作業を自動化

できるため、現場の人手不足問題の解消または夜間勤務等の労務環境改善に向けた施策となる

インシデント発生時の点検作業を遠隔で実施

できるため、ガス漏洩等の危険場所での人手業務が軽減される

現場で生じていた問題

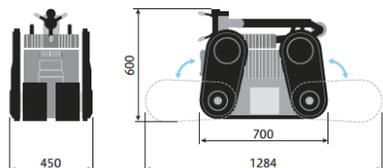
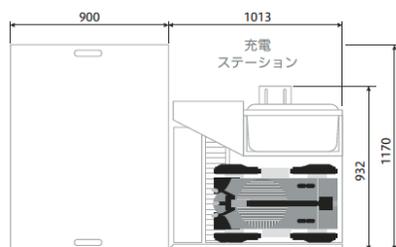
平常時に、24時間体制で巡回点検業務を実施する必要があることで、労務環境の悪化、人手不足が発生している。

インシデント発生時に必要な現場作業の際に、作業員に危険が生じる。

導入技術の機能

主な外形寸法 (mm)

本体質量：70 kg



カテゴリ	概要
基本機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 防爆機能：様々な国の規制に対応 日本(Ex2018)、IECEX、ATEX ・ 自動運転：LiDARによる3次元自己位置推定、障害物検知、階段昇降アルゴリズム 等多層階を含むおおよそ100m四方を巡回点検、複数ステーションの配置により行動範囲を拡大 ・ 機動性：46°(基準最大)の階段昇降、狭い階段踊り場での旋回、防油堤の障害物乗り越え ・ マニピュレータ：6自由度防爆マニピュレータ、対象物の形状に倣うハンド ・ データ蓄積：ウェブブラウザで点検メニューとスケジュールの設定、クラウド上で点検データ蓄積・分析 等 ・ 自動充電：危険場所での大容量非接触自動給電、2時間満充電で最大2時間稼働の高い稼働率 等
人為作業の代替機能	目視点検、熱計測、音収集、ガス濃度計測、マニピュレータによる作業 等

事例④ プラント自動巡回点検防爆ロボット

技術提供事業者：三菱重工業株式会社

- 昼夜を問わず点検を行い、作業員の安全向上と、設備稼働率の向上に寄与。また、点検データをデジタル化する事で有効活用でき、人間はより高度な分析作業等に専念できる。

業務プロセスのBEFORE/AFTERと期待効果

導入前の現場巡回点検プロセス

- ✓ 昼夜間を問わず、監視しつつ現場を巡回を行う
- ✓ インシデント発生時は必要安全具を装備の上、異常箇所への駆け付けを行う



巡回点検

- ✓ 点検・情報取得が必要な箇所について人手による操作や確認作業を行う



操作
データ取得

- ✓ 点検・所得データの結果を紙媒体で取り纏め、報告書等を作成
- ✓ 紙媒体の場合は書庫等で保管



データ
処理・蓄積

導入後の現場巡回点検プロセス

巡回点検



- ✓ ルート設定による自動運転または遠隔操作により防爆ロボットが巡回を行う

操作
データ取得



- ✓ 点検・情報取得が必要な箇所について、アーム・カメラ等のロボットの搭載機器により対応を実施

データ
処理・蓄積



- ✓ クラウド等を通じてロボットが取得した情報をデジタルデータとして処理、蓄積

データ
分析



- ✓ 取得情報を基に、人がより高度なデータ分析を実施

プロセスの変化によりもたらされる効果

直接的な効果

- ✓ 現場に向かわずとも自動または遠隔で巡回点検が可能
- ✓ 業務時間の短縮化
- ✓ (ロボット導入前に比し25%減の省人化と点検カバー率50%増※)
- ✓ 業務事故リスクの低減

※ロボット能力を人の50%と仮定した一例

波及的な効果

- ✓ **労務環境の改善**
- ✓ 企業ブランディングやPRへの寄与

- ✓ ロボットが取得したデータを多様な形で有効活用

- ✓ **業務時間の短縮化**

- 生まれた時間をより高度な(例えばデジタル化された蓄積データをプラント稼働率向上に生かすDX化)仕事に当てることによる
- ✓ 既存人材の有効活用
- ✓ 人材育成の高度化

事例⑤ ブタジエン生産プラントのAI制御システム

技術提供事業者：横河電機株式会社、JSR株式会社

導入対象	ブタジエン生産プラントの蒸留塔
現状の業務内容	生産状況に合わせ、一部の回収熱利用の最適化にマニュアル操作でバルブ開度調整を行っている
直面していた課題	当該バルブ開度調整を従来技術では自動制御できずオペレーターへの負荷を下げられない
活用技術	プラントシミュレータを使った学習によりAI制御モデルを安全に構築し、バルブ開度調整を自動化する
期待効果	AI制御システムによる自動制御実現を通じた、人の管理業務の軽減、業務の属人性の削減、製品のアウトスペック期間の短縮 自動化範囲の拡大による保安レベルの向上

導入技術

AI自動制御システムを導入したブタジエン生産プラント



圧力伝送器
(圧力・レベルデータを取得)



流量計
(流量のデータを取得)



事例⑤ ブタジエン生産プラントのAI制御システム

技術提供事業者：横河電機株式会社、JSR株式会社

導入技術の特徴

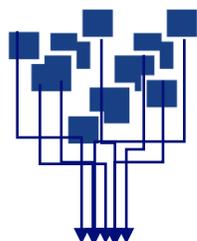
AIシステムの特徴

強化学習AIアルゴリズムにプラントシミュレータを組み合わせた自動学習
を実現することで、プラントに対するAI制御モデルを安全に構築でき、自動化することができた

現場で生じていた問題

オペレータが15分に1回プラントの状態を確認し、必要に応じてバルブ開度調整を行う必要があった。

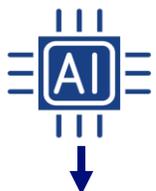
導入技術の機能



データの
インプット

- 強化学習AIアルゴリズムによるAI制御モデルの自動生成に使用するプラントシミュレータの構築 および 制御対象の液面レベルの予測値を示すAI監視モデルの構築のために、事業者から提供された配管計装図、各センサーや設備の設計情報を利用している。

カテゴリ	データ項目
配管計装図	当該蒸留塔に関する設計データのほぼ全て(機器名、高さ、各種設備の繋がりなど)
各機器の情報	センサー設置場所・種類、ポンプ能力など
運転データ	流量、温度、圧力、液面レベル、濃度など



AIによる学習

- 安全に強化学習を行うために、バルブ開度のAI制御モデルを、プラントシミュレータを用いて自動学習で生成した。
- 運転データのうち16変数を説明変数に用いて液面レベルの予測値をしめすAI監視モデルを構築した。



分析結果の
レポート

- AI制御モデルによるバルブ操作結果とAI監視モデルによる液面レベルの予測結果を併せて表示するグラフィックを備えたAI制御システムを構築し**、これにより、AI制御モデルによるバルブ操作が適切かどうかを、オペレータが確認できるようにしている。
- 既存の安全機構に加えて、AI制御モデルが誤動作したり、動作不全を起こしたりしても、それらを検知する機構を組み込むことで、安全性を高めている

事例⑤ ブタジエン生産プラントのAI制御システム

技術提供事業者：横河電機株式会社、JSR株式会社

- プラントの生産性を維持しつつ、AIによるブタジエン生産の自動化の実現を通じて、プラントの現場業務の削減、業務の脱属人化の実現、及び製品のアウトスペック期間の削減が期待される。また、自動化範囲の拡大による保安レベルの向上も期待される。

業務プロセスのBEFORE/AFTERと期待効果

導入前のプラント制御プロセス

- ✓ 現場のオペレータが15分に1回、蒸留塔の状態を確認して、開閉操作の必要性を判断



現場確認

- ✓ オペレータが、経験則に基づいて開閉度合いを決定して、操作を実施



バルブの開閉操作

導入後のプラント制御プロセス

AIによる
開閉
操作、液
面予測



- ✓ AI制御システムが、バルブの開閉操作を判断し、自動で操作を実施

プロセスの変化によりもたらされる効果

直接的な効果

- ✓ AIによる操作判断の実現により、業務が脱属人化
- ✓ 強化学習AIの導入により、制御が高度化

- ✓ 現場確認頻度の削減による業務削減

波及的な効果

- ✓ AI制御の実現により、リポイラー操作の自動化による熱収支が改善、省エネルギーの達成
- ✓ 自動制御の実現により、判断ミスが減少して、製品のアウトスペック期間が減少
- ✓ 既存の自動制御範囲に加えて、バルブ操作の自動制御が実現したことによる、人的ミスの減少を通じた保安レベルの向上

事例⑥ 装置監視AIを活用した運転支援システム

導入事業者：千代田化工建設株式会社、西部石油株式会社

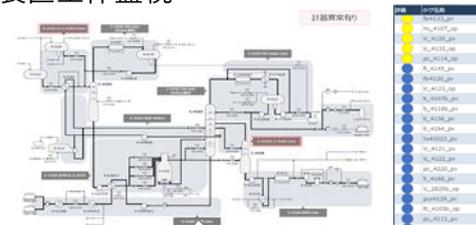
導入対象	石油精製装置における機器異常の監視プロセス
現状の業務内容	設備内のアラートシステム及びセンサーによる異常検知に基づいた、保全員による状況把握、補修計画の検討
直面していた課題	初期異常の検知率向上、誤検知の解消、アラーム内容に基づく設備異常判断の非属人化、装置全体の異常リスクの可視化
活用技術	計器ごとの異常検知を行う個別AIモデルと、計器全体での異常検知を行う包括モデルの作成、装置全体の異常発生リスクの可視化、異常発生時のアラート及び推奨アクションを通知する機能の実装
期待効果	異常原因の探索精度向上による異常対応の適正化、誤検知率・異常監視漏れ率の低下による保安レベルの向上、気づきの付与による現場作業員の監視水準の向上

導入対象設備

装置監視AIを活用した運転支援システムが導入されている石油精製装置



装置全体監視



装置全体のリスク評価



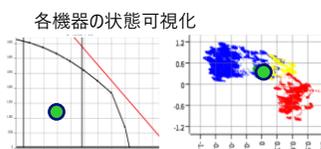
系統別監視



推奨アクション提示



計器・機器別監視



事例⑥ 装置監視AIを活用した運転支援システム

導入事業者：千代田化工建設株式会社、西部石油株式会社

導入技術の選定理由

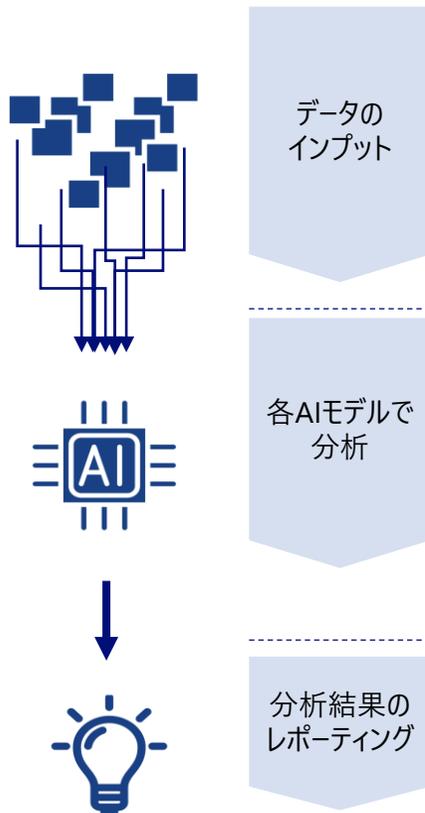
遠隔監視システムの技術的特徴

各計器・機器、並びに装置全体を対象としたAIモデルの構築により、異常原因の探索及び異常箇所の特定が高度化されたほか、網羅的に異常を把握することが可能になった

現場で生じていた課題

- ✓ 故障初期での把握が難しい異常や、センサーによる誤検知が存在
- ✓ 個別の計器異常検知では、装置全体でどこで異常が発生しているのか、どの異常を早急に対応すべきか不透明

導入技術の機能



- インプットデータは、装置内の各システムで得られるプロセスデータ（エンジニアが選別した192個の計器データ）と設置したIoTセンサーから収集したデータである。具体的な項目を下表に示す。

大分類	カテゴリ	データ項目
センサーデータ	制御弁関連	IoTセンサーデータ (調節弁開度、属性値等)、設計値
	ポンプ関連	IoTセンサーデータ (振動値、属性値等)、設計値
プロセスデータ	プロセス関連	プロセスデータ (圧力、温度、流量等)、設計値
	周辺環境関連	天候データ等

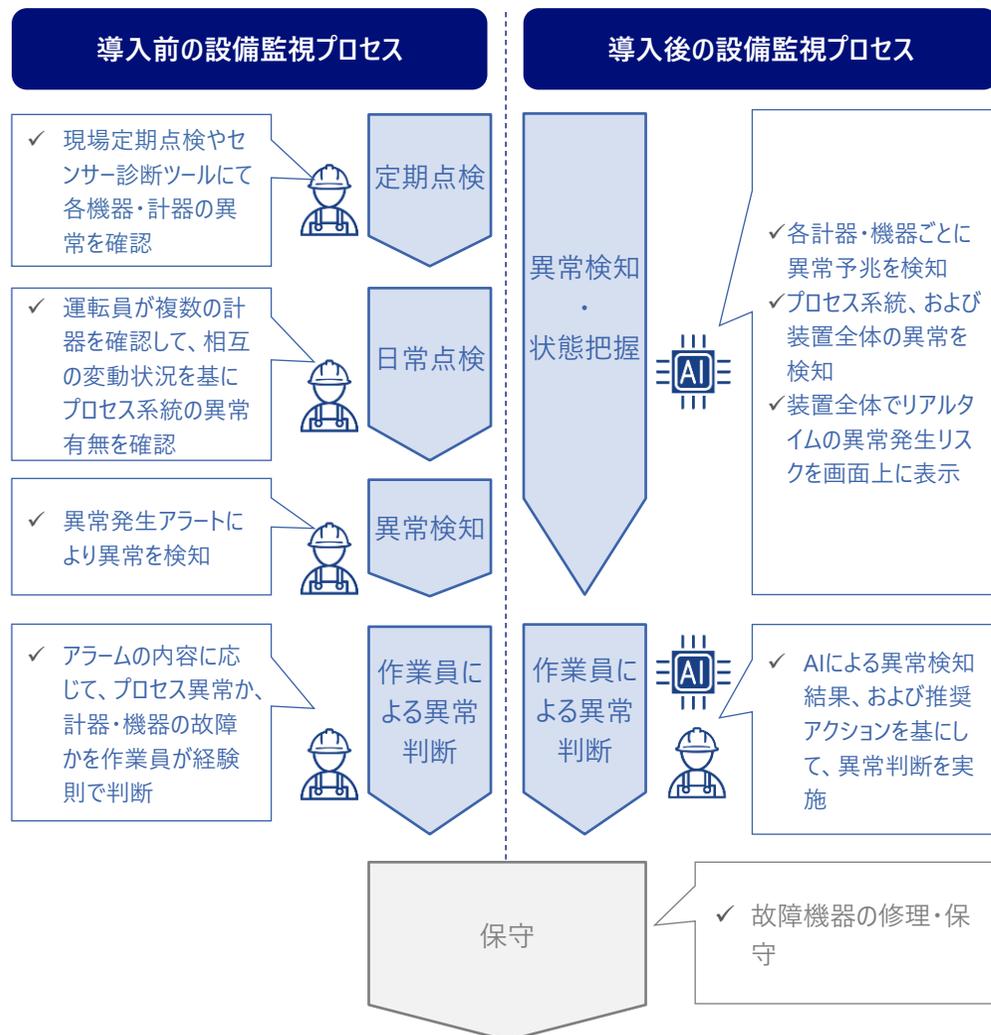
- ①個別の機器・計器を対象に異常検知を行うAIモデルと、②各プロセスシステムで異常検知を行うAIモデル、③全計器を対象に異常検知を行う工学知見を入れたAIモデルにて、それぞれでインプットデータを基に異常割合のみでなく異常が生じている計器を検知する。
- ②のプロセスシステムの異常検知AIモデルは、合計で8つのプロセスを対象に予兆分析を行っている。その際、インプットデータを基に、運転変動等、工学的プロセス要素を加味したモデルを構築している。
- なお、①にて**個別に異常検知すべき機器および計器を整理する際には、装置を熟知した設計の観点からの抽出と現場作業員への確認を通じて、運転制御の観点から重要と判断した機器および計器を選定した。**
- 上記の異常検知結果を基にして、**装置全体における現在の状態やそのリスク傾向を、重要度と緊急性という2軸で指標化し、システム上に可視化**している(特許取得済)。
- **異常を検知した際には上記のリスク状態に加えて、検知した装置と推奨アクションが提示**されるため、現場の作業員がその提示案を参考にしつつ、異常判断を実施する。

事例⑥ 装置監視AIを活用した運転支援システム

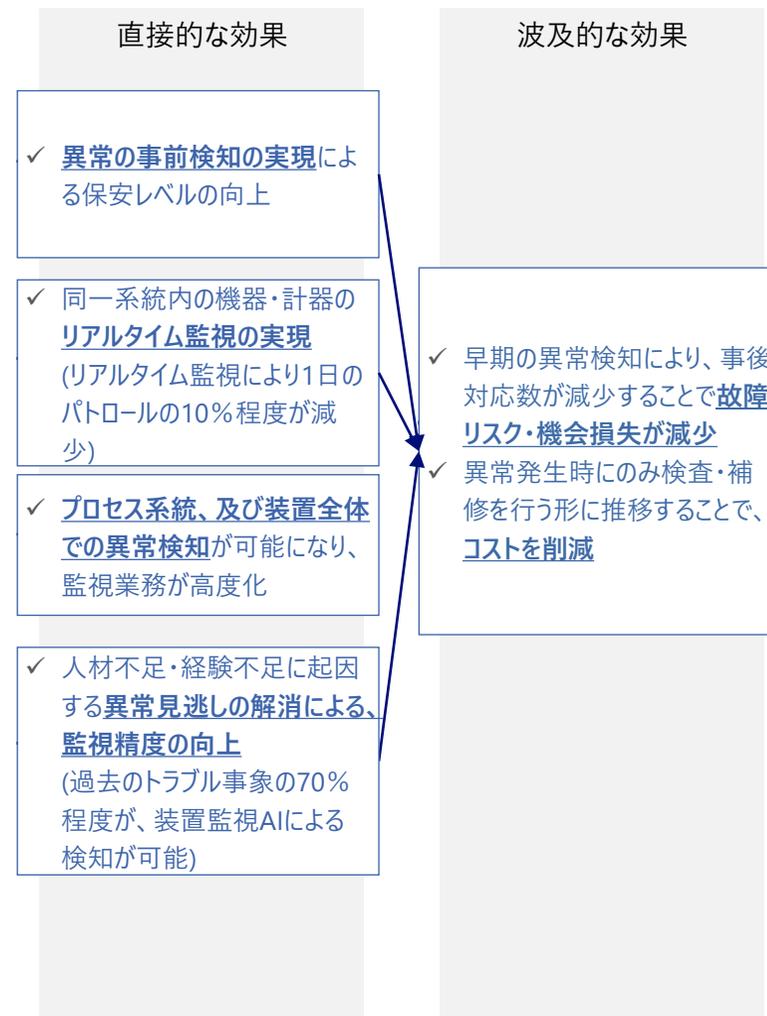
導入事業者：千代田化工建設株式会社、西部石油株式会社

- 設備監視システムの導入により、巡回業務が削減されたほか、早期での異常発見につながり、保安レベルが向上した。

業務プロセスのBEFORE/AFTERと期待効果



プロセスの変化によりもたらされる効果



配管内面腐食のAI予測システム

技術提供事業者：日揮株式会社

導入対象	各種プラントの配管部分
現状の業務内容	長いものでは数年から十数年の間隔で配管内面腐食の点検を実施
直面していた課題	限りある点検リソースにおいて、劣化が進んでいる箇所の点検が間に合わず、劣化を見落とすリスク（点検データや運転データを詳細解析して逐次点検計画を見直す作業などを実施する保全員リソースは不足傾向）
活用技術	プラントの運転条件や環境の変化をインプットとして配管の腐食予測を行うAI
期待効果	劣化予兆検知の実現による事故リスクの低減

導入技術

限りある保全リソースにおいて、劣化が進んでいる箇所の点検が間に合わず、劣化を見落とすリスク（点検データや運転データを詳細解析して逐次点検計画を見直す作業などを実施する保全員リソースは不足傾向）

石油精製・石油化学プラント

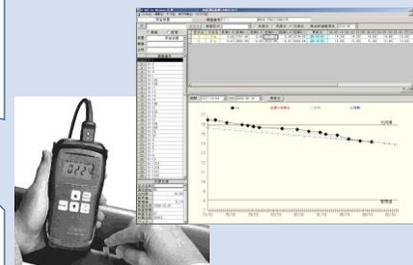
プラントセンサー（本事業では主に配管に設置された計器類およびサンプル分析データ等から取得された運転情報）



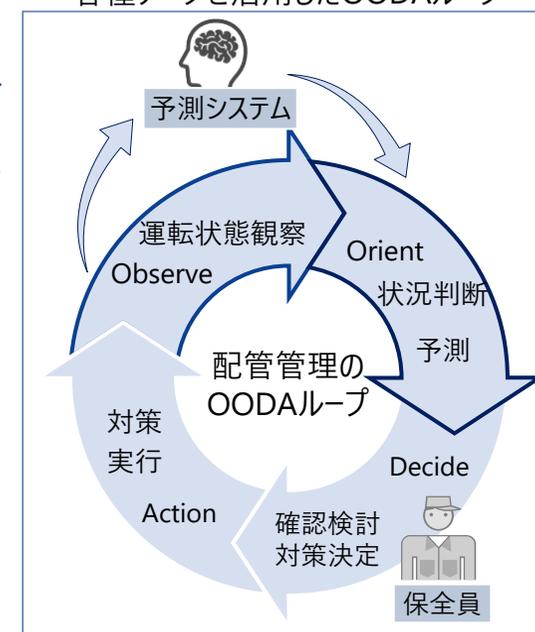
各種データ（予測用運転データ）

各種データ（学習データ構築用）

可搬型センサー（配管肉厚データ、学習データ構築のみに利用）



各種データを活用したOODAループ



- プラントの配管では鉄等が腐食することがあるが、センサーから取得する各種データを分析することで腐食を事前に察知。なお、本システムは運転温度や流量などのDCSデータから腐食予測が可能

配管内面腐食のAI予測システム

技術提供事業者：日揮株式会社

導入技術の特徴

AIシステムの特徴

データを活用することで網羅的に状況把握し、劣化が進む箇所（ケアが必要な箇所）を特定

できるため、劣化の見落としリスクが低減（データはプラントオーナーが日揮に提供）

データに基づく配管肉厚の予測結果を活用

することで、予防保全を行うことが可能

現場で生じていた問題

点検頻度が低い箇所では、劣化が見落とされているリスクがあった。

異常発生時、センサーが異常を検知してから初動対応をとっていたため対応が遅れる可能性があった。

導入技術の機能

データの インプット

- 主なインプットデータを下表に示す。なお、実際のインプットデータはプラントオーナーと協議のうえで決定される。

カテゴリー	データ項目
配管関係	配管の肉厚データ（可搬センサー）
設備（配管以外）関係	対象設備の流体情報（DCS: 温度, 圧力, 流量等、その他サンプル分析値などのデータ）

AI分析・ 予測

- インプットデータをクラウドで日次分析または定期的にプラントオーナーからデータを受領し分析することで予測を実施
- 各装置各系の標準値予測と特異点的な最大値予測の両方を同時出力、各々で最適なアルゴリズムを適用
- 変数として腐食損傷モードに応じた腐食因子濃度などを用いる事で利用者が理解しやすいモデルとした

分析結果の レポート ング

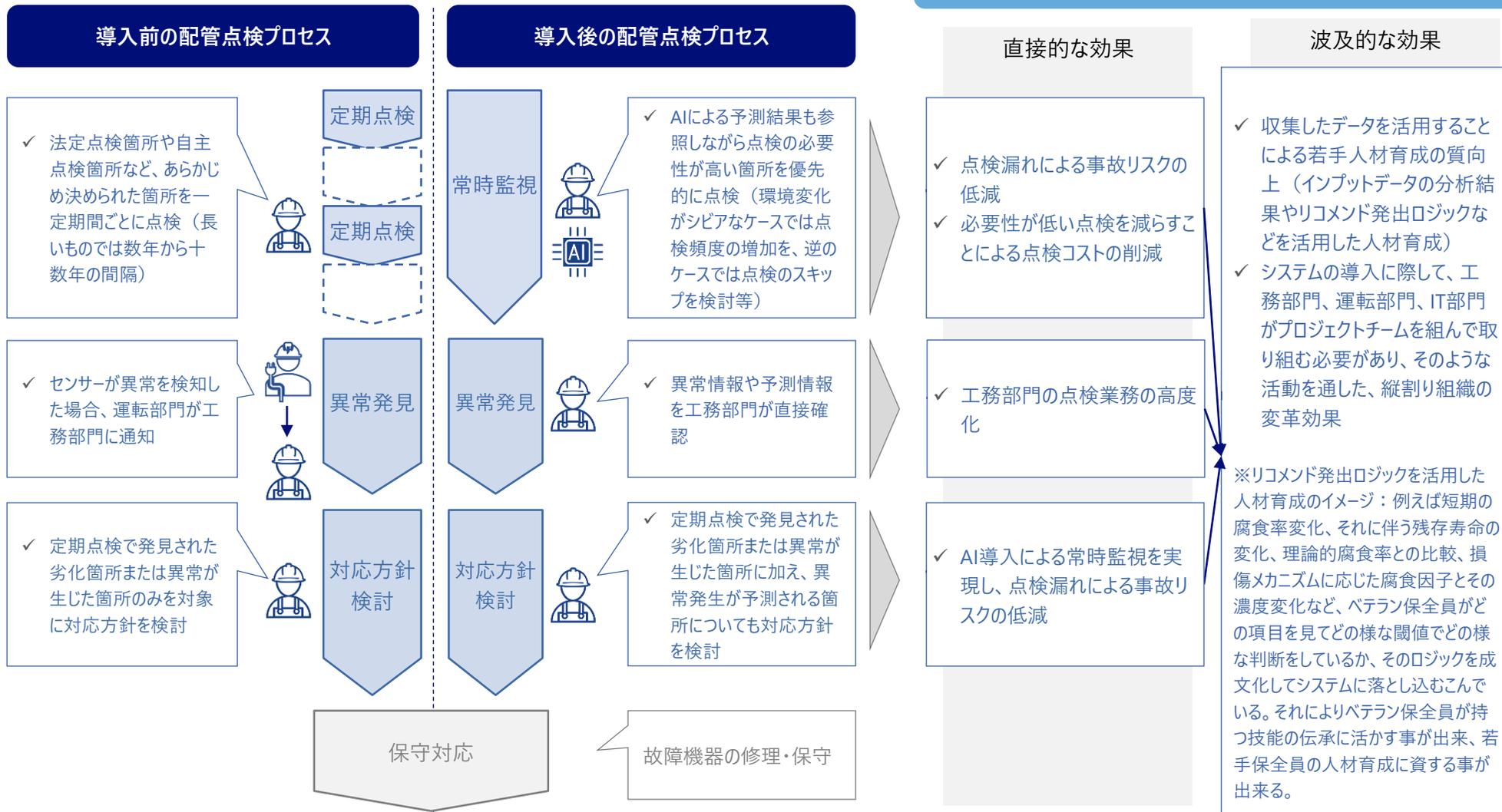
- AIによる予測結果とあわせてインプットデータから導出した腐食の理論値もレポート**するようにしている。これにより、予測値が理論値と乖離している場合に、詳細点検を行いその原因を特定するなどより高度な点検が可能（なお、理論値については、条件によって一部過大評価気味のものもあるため、必ず予測値とセットで評価を実施。）
- 理論値を確認することで予測の根拠が分かるため、異常の予兆を発見した際に、**追加的な詳細点検の必要性を議論しやすくなること**も期待 予測値については、シビアケースとマイルドケースなど、様々な運転条件を想定した任意運転条件での予測結果を出力出来る仕組みとすることで、点検時の判断や工事計画検討をサポート（なお、「理論値」は学問的に構築された算定方式に必要な変数の値を当てはめたものであり、「予測値」は過去データからAIが（理論的根拠に基づかずに）導いた予測値である。理論的根拠に基づいていないものの、学問的に構築された算定方式ではとらえきれていない要因を反映した予測になっている可能性があり、「理論値」とは補完関係にある。）
- 従来の点検プロセスでは、異常検知を運転部門が担い、現場部門は運転部門からの連絡がないと異常発生を認識できない場合でも、**本システムを導入することで現場部門がダイレクトにモニターや帳票で「腐食状況」を確認することで異常発生を予測することが可能**

配管内面腐食のAI予測システム

技術提供事業者：日揮株式会社

- 予測データや理論値の提供を通して、プラントの運転条件や環境の変化を踏まえた設備管理による事故リスクの低減が期待される

業務プロセスのBEFORE/AFTERと期待効果

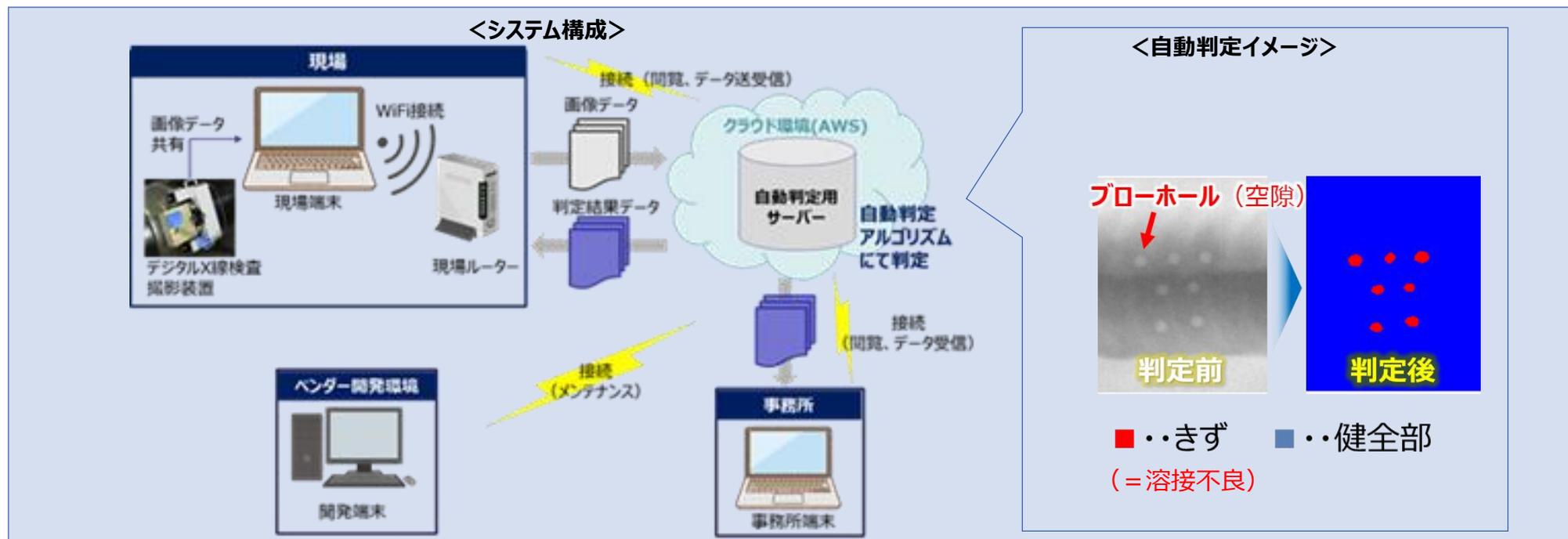


デジタルX線検査におけるAIを活用した自動判定システム

導入事業者：大阪ガス株式会社、株式会社ニシヤマ、株式会社システム計画研究所

導入対象	パイプライン溶接部のデジタルX線検査
現状の業務内容	検査画像を専属判定員が目視判定
直面していた課題	検査費用における判定員の人件費削減、「非破壊試験技術者資格試験」に基づいた特殊な技能を有するベテラン判定員の不足
活用技術	デジタルX線検査における、AIを活用した判定の自動化
期待効果	現場作業の高速化・省人化・品質安定化

導入対象設備



- 現場で取得したデジタルX線検査の画像を、クラウド環境に設定した自動判定用サーバーに送付して、自動判定を実施
- 判定員と同程度の判定精度を有する

デジタルX線検査におけるAIを活用した自動判定システム

導入事業者：大阪ガス株式会社、株式会社ニシヤマ、株式会社システム計画研究所

導入技術の選定理由

システムの特徴

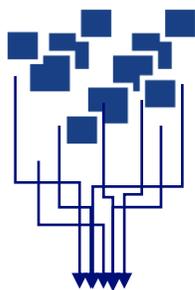
- 自動判定システムを構築**することで、
- ・検査時間の短縮（配管能率向上）及び人件費の低減が可能。
 - ・人材不足解消が可能。

現場で生じていた問題

検査35分の内25分が判定員による判定の時間であり、検査費の中で判定員の人件費が課題となっていた

特殊な技能が必要なベテラン判定員が不足

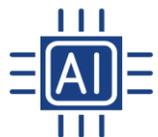
導入技術の機能



データの
インプット

- ・ 撮影した画像データを送付

カテゴリ	データ項目
検査データ	ガスパイプラインの管同士の溶接接合部分の画像データ



クラウドで
AIによる
自動判定

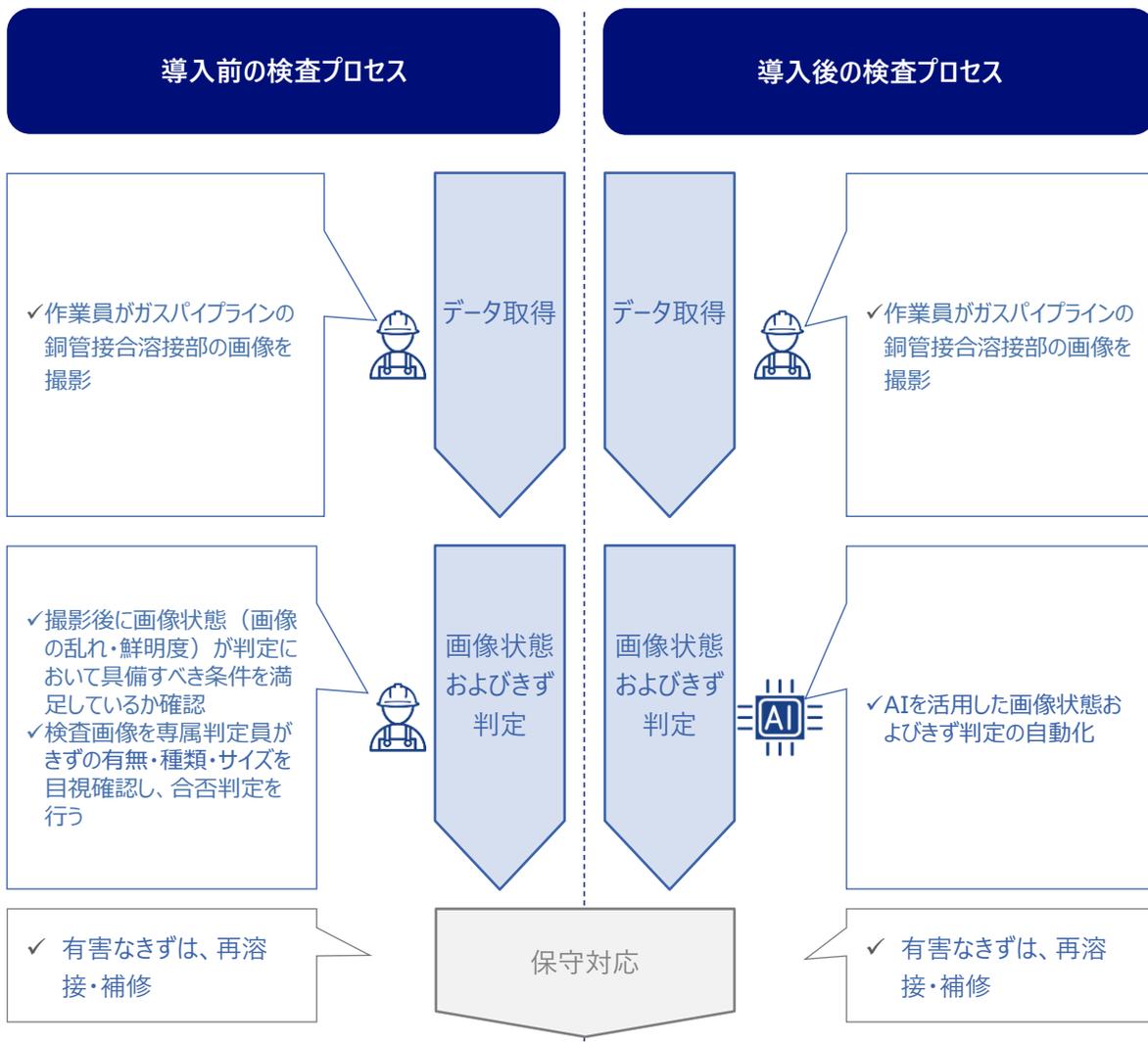
- ・ **きずを最も判定しやすくなる濃淡調整等の画像処理をAIと組み合わせた自動判定アルゴリズムを開発**
- ・ 実際のきずに加え、**人工的に作成したきずを追加学習してAIを改良**することで、微細なきずを高精度に発見することを可能にした（検査員と同程度の判定精度を実現）
- ・ クラウド上で判定することで、以下を実現
 - クラウドにアクセスすることで、物理的な制約なく判定結果を確認可能
 - 複数の工事現場の集中管理が容易

デジタルX線検査におけるAIを活用した自動判定システム

導入事業者：大阪ガス株式会社、株式会社ニシヤマ、株式会社システム計画研究所

- AI自動判定システムを導入することで検査時間短縮、検査員費用と検査員の削減が可能となる。

業務プロセスのBEFORE/AFTERと期待効果



プロセスの変化によりもたらされる効果

直接的な効果

- ✓ 検査時間の高速化によって配管能率を向上
 - ✓ 判定員省人化によって判定員の担い手不足を解消
 - ✓ 判定品質の安定化
- (法定検査への導入には規制見直しが必要)

波及的な効果

- ✓ 他ガス事業者やエネルギー・プラント事業者等への展開を検討

事例⑨ ガス取り扱い施設における常時ガス漏洩監視

導入事業者：東京ガス株式会社、東京ガスエンジニアリングソリューションズ株式会社、株式会社ガスター

導入対象	ガス取り扱い施設における常時ガス漏洩監視
現状の業務内容	ガス取り扱い施設に立ち入り、可搬式のガス検知器によりガス設備近傍の雰囲気を吸引・分析することでガス漏れの有無を確認
直面していた課題	遠隔地域や広範囲における漏洩検査、常時ガス漏洩監視、危険箇所での作業員の安全性確保、異常発生時のガス漏洩場所特定の時間短縮
活用技術	レーザー光照射による遠隔からの常時メタンガス検知
期待効果	従来は検知できなかった場所のガス漏洩を検知でき保安品質が向上、漏洩場所の特定簡易化による人件費削減、危険地域での漏洩検査が不要となるため作業員の安全性確保

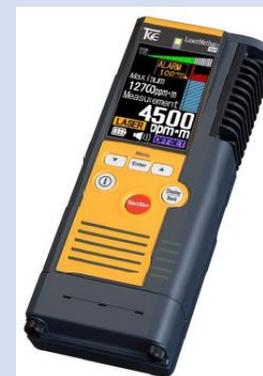
導入対象設備

漏洩検査現場の様子



レーザーファルコンを搭載した定置型漏洩監視システム
常時回転して敷地内の漏洩を監視する。

レーザーメタン検知器の種類



【レーザーメタン mini】
・ガス事業者の点検に活用



【レーザーファルコン】
IoT対応の軽量タイプ

- ・レーザー光を照射するだけで離れた地点からガス漏洩の有無を検査可能
- ・ドローンによる点検の他、画像データと漏洩スキャンニングデータの組み合わせによる遠隔監視も可能

事例⑨ ガス取り扱い施設における常時ガス漏洩監視

導入事業者：東京ガス株式会社、東京ガスエンジニアリングソリューションズ株式会社、株式会社ガスター

導入技術の選定理由

システムの特徴

ガス漏洩関連データ取得し、常時送信

することで、常時ガス漏れをモニタリングでき、保安品質が向上。

「点」でなく「面」でのデータ取得

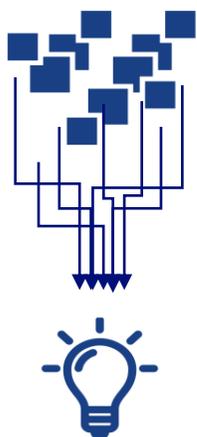
できるため、作業員の安全確保と工数削減、点検箇所拡充が可能。

現場で生じていた問題

施設内には吸引型の検知器が設置されているが、設備内全域にわたる保安確保のため、検査員による定期検査を実施。コスト要因になっている。

多くの吸引型ガス検知器を設置し点検箇所を増やすことは、メンテナンスやデータの転送などコストの増大を招く。

導入技術の機能



データの
インプット

- 自主点検において、レーザーメタン検知器のデータ取得し、通信機能を使って送信。

カテゴリ	データ項目
検査データ	スキャン角度およびメタン漏洩量情報
検査関連データ	機器のステータス情報

点検

- 非漏洩時のデータとの比較**により漏洩の有無を監視。
- データが十分に蓄積され、データからガス漏れを判断できるようになればレーザーファルコンで検知した後に、作業員が現場に赴くといった活用も検討される。

事例⑨ ガス取り扱い施設における常時ガス漏洩監視

導入事業者：東京ガス株式会社、東京ガスエンジニアリングソリューションズ株式会社、株式会社ガスター

■ クラウドシステムが導入されることで、検査結果の連携が容易になることに加え、検査報告書の作成が自動化される。

業務プロセスのBEFORE/AFTERと期待効果

導入前の検査プロセス

- ✓ 吸引型検知器を設置、「点」で検知器に空気を吸引、分析してガスを検知
- ✓ 定期的に検査員が現場をパトロールし漏洩などの異常を監視



漏洩検査
(自主点検)

- ✓ 検査員が、ガス漏洩している場所に立ち入り、検知器に空気を吸引、分析してガスを検知、漏洩箇所を特定



漏洩時の対応

保守対応

導入後の検査プロセス

- ✓ 吸引型のガス検知器を設置し漏洩を監視
- ✓ 加えて、レーザーファルコンを用いて、遠隔で「面」で漏洩情報を取得。異常が疑われる場所を常時把握



漏洩検査
(自主点検)

- ✓ 漏洩検知情報に基づいて、検査員が現場に出動、レーザーメタンを使って漏洩箇所を特定



漏洩時の対応

故障箇所の修理・保守

プロセスの変化によりもたらされる効果

直接的な効果

- ✓ 「点」ではなく「面」の情報取得により、ガス漏れの疑われる場所やタイミングにあった自主点検が可能となり、保安品質が向上
- ✓ ガスの検知感度向上に課題がある実証段階。普段のメンテナンスのアドオンの位置づけであるため、人件費削減には至っていない

- ✓ 漏洩が疑われる場所に直接立ち入らず、遠隔からメタンを検知し、場所を特定できるため、作業員の安全性を確保できるほか、作業員が立ち入れない場所の検知でき保安力が向上

波及的な効果

- ✓ モニタリングデータと事故データを蓄積し、定常時と異常時の状態変化度合いを見極め、ガス漏れを検知の信頼度を向上すれば、人を介さない点検および漏洩場所の特定ができる可能性がある。これにより、常時監視による保安力の向上および人による業務時間削減およびコスト低減が可能

クラウドシステムを活用したガス導管漏洩検査結果の管理

導入事業者：北海道ガス株式会社、新和産業株式会社

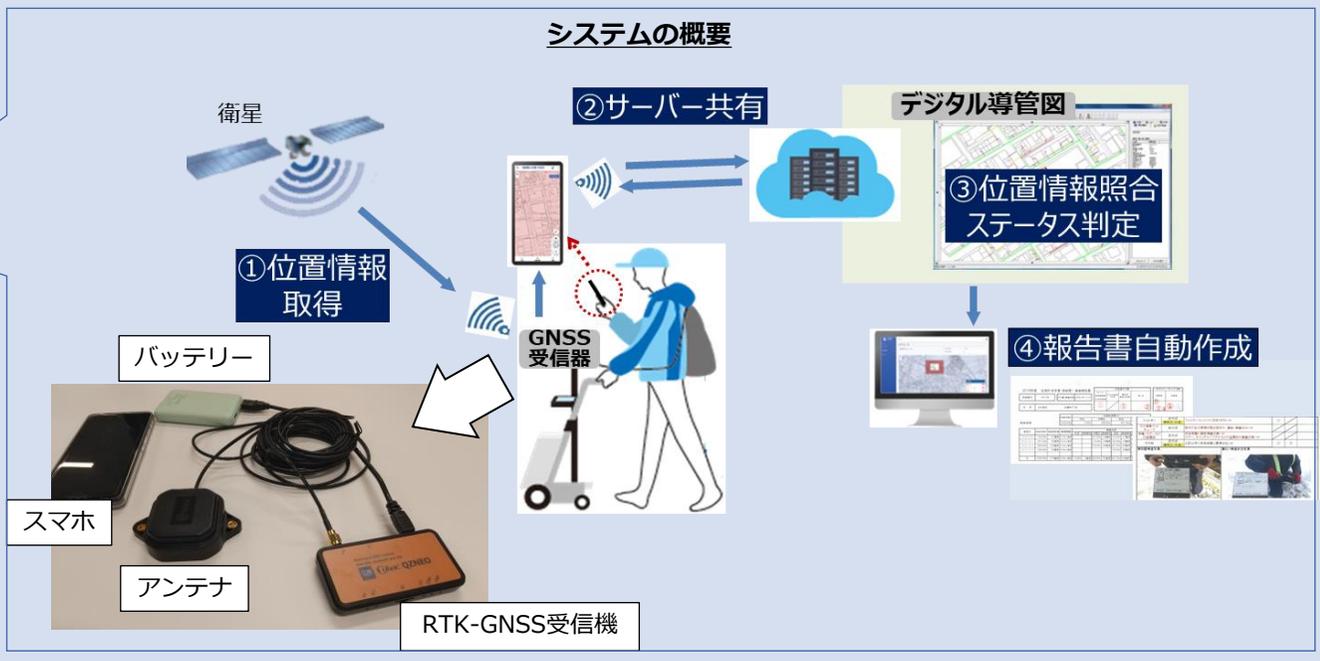
導入対象	埋設ガス導管の漏洩検査
現状の業務内容	検査管理に使用する導管の位置情報や検査結果など全ての情報が紙媒体で管理
直面していた課題	手作業による検査結果の記録、複数の紙資料の目視確認などが多く、人為的ミスを防ぐための多重確認の工数が膨大
活用技術	タブレットまたはスマートフォンによる検査情報管理アプリ、クラウド上での検査データ管理システム
期待効果	現場作業時間の削減、検査結果取りまとめの自動化による事務作業時間削減

導入対象設備

漏洩検査現場の様子



システムの概要



- 現状の測位精度は誤差数cm。ただし、ビルで囲まれたエリアでは精度が下がる傾向。
- システム上でのコメント投稿機能があり、位置情報とコメント情報を一元的に管理可能。

クラウドシステムを活用したガス導管漏洩検査結果の管理

導入事業者：北海道ガス株式会社、新和産業株式会社

導入技術の選定理由

システムの特徴

システム上で現場作業に必要な情報を管理

できるため、紙資料を扱うことに伴う現場作業の非効率性が生じない。

自動で検査結果報告書を作成

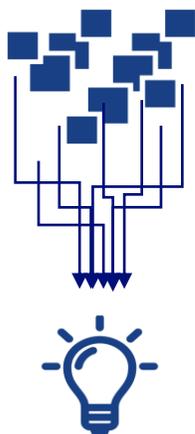
できるため、現場作業後の業務時間が大幅に削減できる。

現場で生じていた問題

手作業による検査結果の記録、複数の紙資料の目視確認などが多く、人為的ミスが起こる可能性がある。また、そのようなミスを防ぐために、多重確認を行っておりその工数が膨大になっている。

現場作業後の報告書作成時に、各種集計作業を手作業にて行っているため、多くの工数がかかっている。

導入技術の機能



データの
インプット

- アプリ内の地図データ上に下表のインプットデータを紐づけ。

カテゴリ	データ項目
検査データ	検査ステータス（検査を実施した導管）、ガスの漏洩箇所
検査関連データ	（検査に事前許可が必要な場合の）調整状況、設備の状態等に関するコメント

報告書作成・
データの一元
管理

- インプットデータから自動的に報告書を作成（**法令に基づく定期検査**の報告書を作成可能）できる。
- 検査結果はクラウド上で管理され、適宜参照することができる（事業所から参照できるほか、現場作業中もアプリ経由で参照することが可能）。

クラウドシステムを活用したガス導管漏洩検査結果の管理

導入事業者：北海道ガス株式会社、新和産業株式会社

■ クラウドシステムが導入されることで、検査結果の連携が容易になることに加え、検査報告書の作成が自動化される。

業務プロセスのBEFORE/AFTERと期待効果



配管の保守工事における3D配管MAP構築システム

技術提供事業者：株式会社ゾディアック

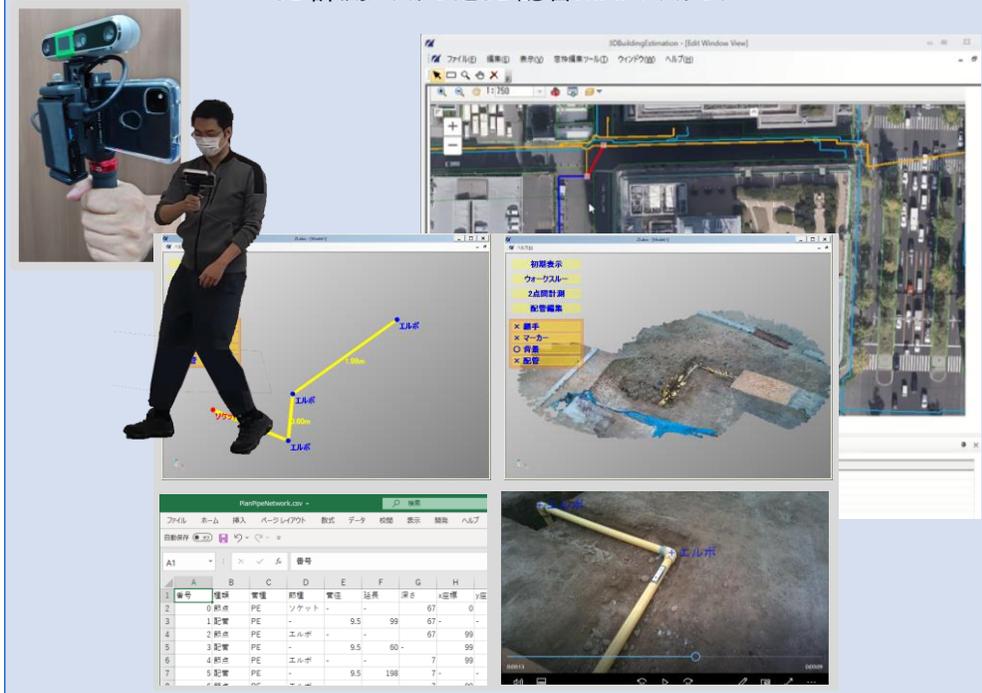
導入対象	ガス配管の保守工事における配管計測・マッピング業務
現状の業務内容	手動での配管計測およびその計測結果を基にした2次元MAPデータの作成
直面していた課題	アナログでの配管計測業務及びMAPデータ作成業務の負荷削減、および属人性の解消
活用技術	スマホベースでの3次元配管計測技術、計測データを用いた自動配管マッピング技術
期待効果	自動計測による計測効率の改善、計測業務の属人性の解消およびデータの標準化、計測精度の向上

導入対象設備

配管計測システムが導入されるガス管施工現場



3D計測システムと3D配管MAPシステム



配管の保守工事における3D配管MAP構築システム

技術提供事業者：株式会社ゾディアック

導入技術の選定理由

遠隔監視システムの技術的特徴

画像データから配管形状の自動生成が可能
なので、現場計測の精度が向上し工数が大幅に低減

高精度な配管MAPの生成が実現
したことで、大規模で長寿命なDBの維持工数が大幅低減

現場で生じていた課題

施工配管の完成計測が属人的アナログ作業が多く、標準化が困難でバラつきも大きかった。

配管MAP化プロセスにおいて複数のシステムを操作者が判断しながら操作する作業が多く、作業負担と維持管理工数が大きかった。

導入技術の機能



データの
入力

- インputデータは、保守工事の際に取得する、配管計測機器にて取得したデータおよび配管周辺の構造物に関するデータである。具体的な項目を下表に示す。

カテゴリ	データ項目
配管撮影データ	配管の撮影動画データ（配管に沿って歩行しながら動画撮影）
その他データ	周辺構造物の情報、配管の方位・座標データ、地図システムデータ

- なお、従来は作業員が配管の長さや構造をメジャー等で計測して、後の工程で手動で配管MAPを構築していたのを、本システムでは、動画データの自動処理で代替している。



3D配管MAPの
構築

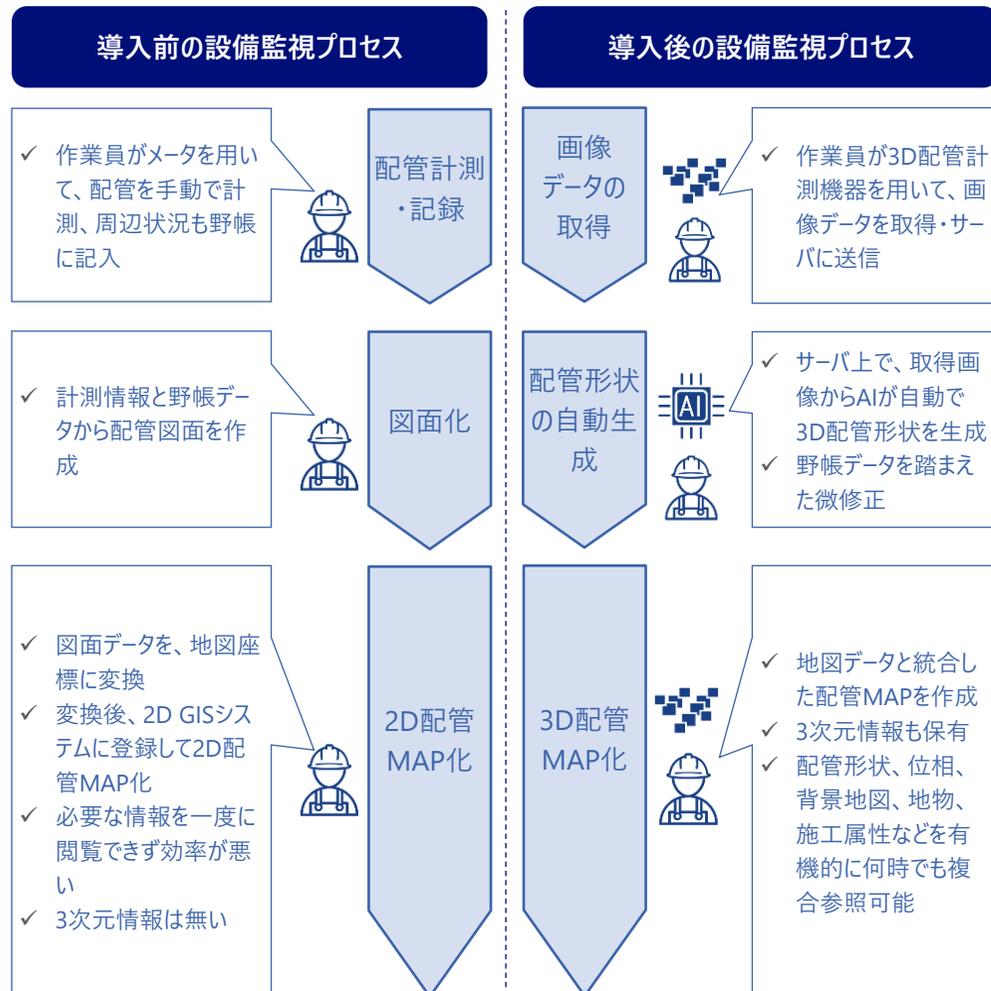
- 上記インputデータを基に、画像認識AIが自動で3D処理を行い、配管形状を自動生成する。
- この配管形状とその他データを併せて、作業員が配管MAPを修正することで高精度な3D配管MAPが構築される。

配管の保守工事における3D配管MAP構築システム

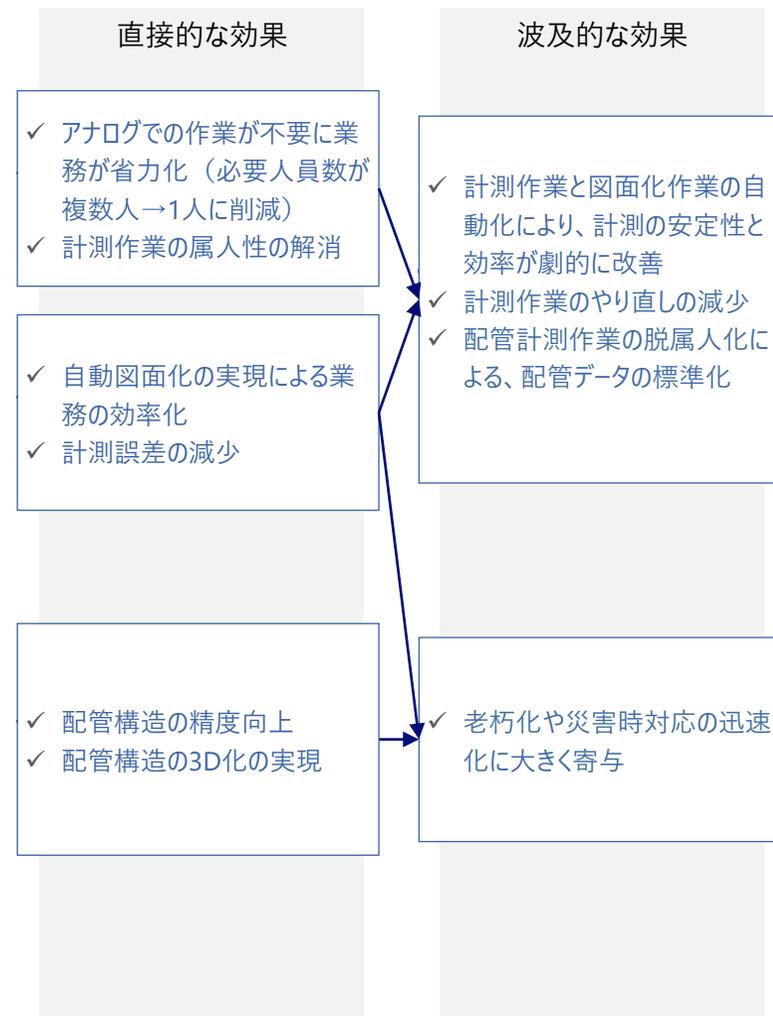
技術提供事業者：株式会社ゾディアック

- 設備監視システムの導入により、巡回業務が削減されたほか、早期での異常発見につながり、保安レベルが向上する。

業務プロセスのBEFORE/AFTERと期待効果



プロセスの変化によりもたらされる効果



狭所空間特化型手動点検ドローン、自動巡回点検ドローン

技術提供事業者：株式会社Liberaware

機体	狭小空間用手動点検ドローン	自動巡回点検ドローン
外観		
導入対象	天井裏、貯留施設、高炉内部、煙突等の設備の月次・年次点検	洞道、計器、データセンター、などにおける日々の巡回点検・監視
現状の業務内容	狭く、暗く、汚れた設備点検を点検員が現場の温度調整や高所に足場の設置などを経て、実施	上記箇所を対象に設備の巡回点検を有人で実施
直面していた課題	点検時の死角の存在による、ひび割れ等の見落としへの対応、高所から人の落下のリスクなど	巡回点検における業務時間やコストの削減
活用技術	粉塵対策用モータ、暗所用カメラなど	SLAM技術、異常検知システム、充電ステーションなど
期待効果	有人点検が難しかった箇所での点検の実現、また目視点検に関する時間並びにコストの大幅削減を通しての生産性の向上	対象箇所における目視点検の遠隔化・省人化、緊急時における人に代わって現場の状況確認、点検期間の削減によるコスト削減

導入技術



商業施設の天井裏点検

大型商業施設のリニューアル工事に伴い、人が進入できない天井裏の様子をドローンで確認。形状や損傷具合、資機材の有無などを調査。



雨水貯留施設の壁面調査

巨大かつ足元が悪い施設のため、足場の架設には多額の費用が発生する施設の壁面をIBISで調査。大きなクラックやコンクリートの剥離等を点検。



洞道における巡回点検

洞道において人の代わりにドローンを用いて配管の水漏れなどを点検、クラウドへデータを蓄積。これにより設備の経年劣化の予測などにもつながる。



計器監視

計器監視を人の代わりにドローンを用いて実施、クラウドへデータを蓄積。緊急時には遠隔操作により現場状況を確認可能。

狭所空間特化型手動点検ドローン、自動巡回点検ドローン

技術提供事業者：株式会社Liberaware

導入技術の選定理由

現場で生じていた問題

・天井裏、貯留施設、高炉内部、煙突等の点検で高所からの落下リスク、足場の設置時間やコスト、死角による見落とし、心身負担生じる、



狭小空間用手動点検ドローンの特徴

- ・高温環境下での飛行実現により、目視点検を遠隔で実施できるため、事故リスク、準備時間、コスト、心身負担が大幅削減
- ・赤外線カメラの搭載により、確認が難しい箇所の画像撮影ができるため、屋内空間における点検漏れリスクが軽減

現場で生じていた問題

・洞道、計器、データセンター、などにおける日々の巡回点検・監視で生じる、現場までの移動負担、計器数値の記録、緊急時の二次災害



自動巡回点検ドローンの特徴

- ・全自動飛行機能により、現場での巡回点検・監視を実施できるため、移動負担、計器記録の人の作業の代替可能
- ・緊急時における遠隔操作による現場確認ができるため、人による二次災害屋を防げ、状況を把握可能

導入技術の機能

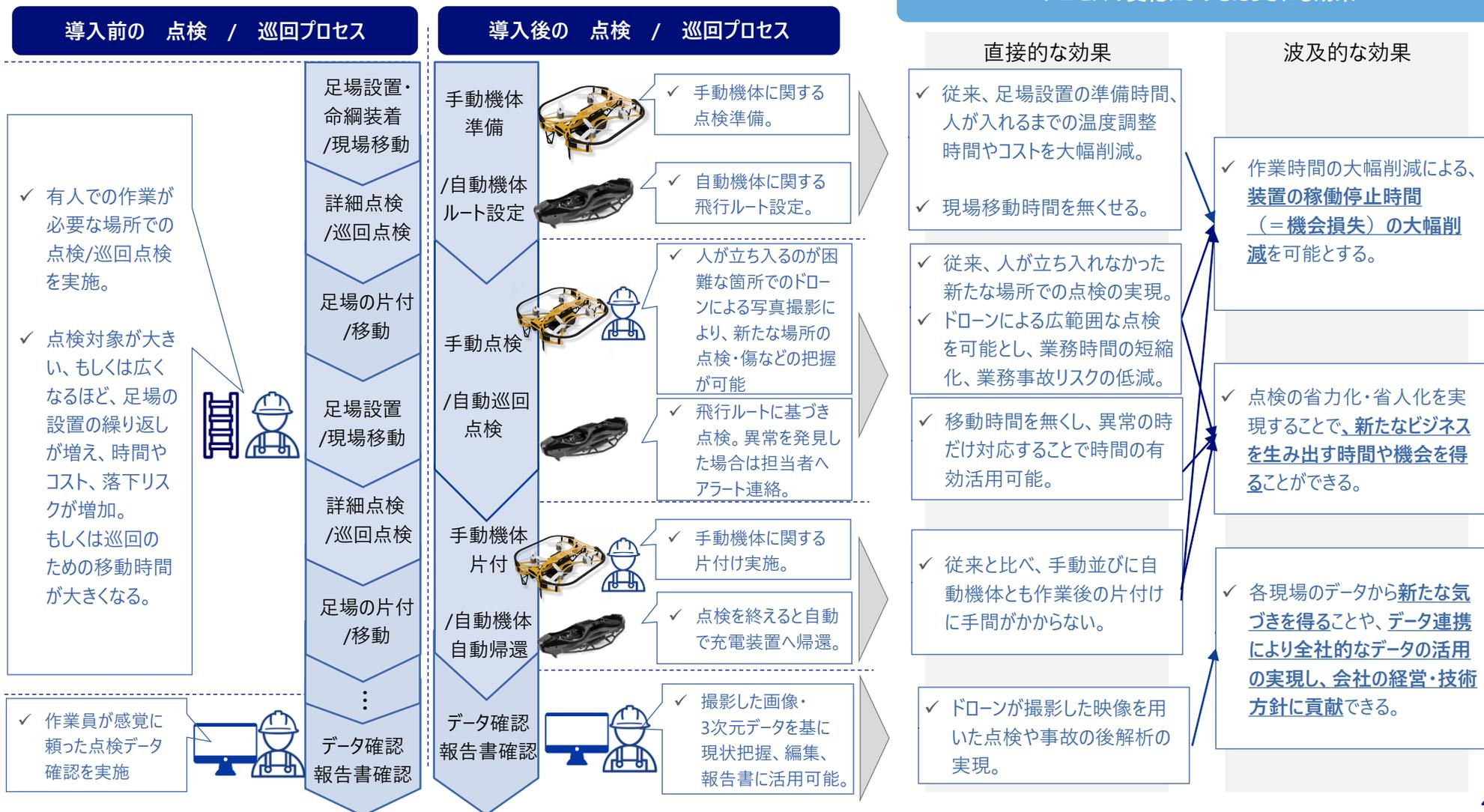
カテゴリ	狭小空間用手動点検ドローン 概要	自動巡回点検ドローン 概要
概要	<ul style="list-style-type: none"> ・ 主な外観寸法(mm)：190×180×50 ・ 本体質量：180g 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 主な外観寸法(mm)：450×200×120 ・ 本体質量：-
基本機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ コントローラ基板一体型フレーム：小型、軽量で強度が高い基盤【意匠登録済】 ・ 粉塵対策用モータ：天井裏、貯留施設、高炉内部、煙突、等にある粉塵がモータに入らず、熱が籠らないような構造を持つモータ ・ ロバスト制御：乱気流の中の制御を可能 ・ データ提供：ドローンが撮影したオルソ画像や、3次元マッピングデータの提供 ・ 耐熱性機体：高温環境下での手動飛行が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自動飛行：SLAM機能（画像、レーザを用いた位置推定）による自動飛行等 ・ 充電ステーション：ドローンに備わっているバッテリーを充電するため装置 ・ カメラ記録：Full HD (1920×1080 px)で撮影、巡回記録 ・ 映像伝送：リアルタイム映像伝送 ・ データ提供：ドローンが撮影したオルソ画像、3次元マッピングデータの提供
人為作業の代替機能	目視点検、熱計測、有毒ガス濃度計測等	巡回点検・監視、緊急時での現場確認

狭所空間特化型手動点検ドローン、自動巡回点検ドローン

技術提供事業者：株式会社Liberaware

- 点検プロセスに各種点検ドローンが導入されることで、点検業務の遠隔化・省人化や、点検時間及びその準備期間の削減によるコスト削減が実現されるほか、ドローンで撮影した画像を活用した点検プロセスが実現されるようになる。

業務プロセスのBEFORE/AFTERと期待効果



コークス炉における無線温度センサを用いたAI炉温管理

導入事業者：JFEスチール株式会社

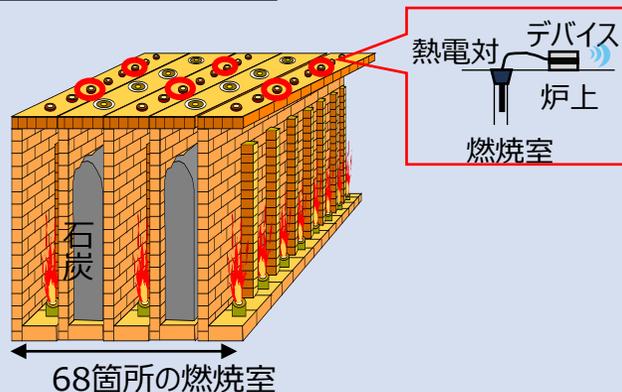
導入対象	製鉄所内コークス炉の測温業務並びに炉温調整業務
現状の業務内容	(測温業務) 作業員が測定地点にて1日4回の炉温の測温を実施 (炉温調整業務) コークス炉内の温度が一定以上になるよう、ガスを投入して温度調整
直面していた課題	オペレータの経験の有無によらない、ガスの投入による炉温調整の仕組みの実現
活用技術	無線温度センサからリアルタイムで取得した多地点の炉温を基に、将来の炉温予測及び必要ガス量のガイダンスが可能なAIモデル
期待効果	炉温測定作業並び将来的なガス投入調整業務の代替、炉の異常の早期発見、炉体損傷の防止、調整業務の脱属人化

導入対象設備

温度測定の様子



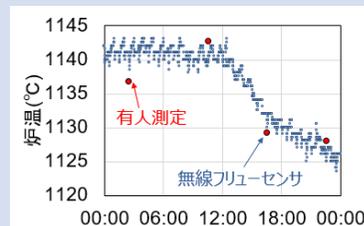
無線温度センサ設置イメージ



無線デバイス



測定データ例



- 本システムは、コークス工程のうち、「炉温管理プロセス」における自動測温、炉温調整を行うものである。炉温管理プロセスでは、ガスの投入量の調整により、コークス炉の炉温を調整するが、ガスの投入タイミングから炉温変化のタイミングにラグがあるため、継続的な温度調整が難しい、という特徴がある。

コークス炉における無線温度センサを用いたAI炉温管理

導入事業者：JFEスチール株式会社

導入技術の選定理由

システムの技術的特徴

過酷な環境下での業務をセンサーを活用することで遠隔化

したため、現地測温回数が削減され、リアルタイム監視が実現

将来の炉温の予測結果に加え、ガスコック操作をガイダンス

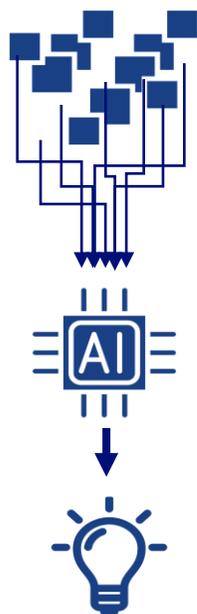
するため、誰でも操作可能になり、技術伝承が不要になる

現場で生じていた問題

炉温管理のために、現在の炉温を把握する必要があるため、暑熱環境下で、172箇所にて1日4回、有人の測温業務を実施しており、現場作業員から代替コースがあった。

ガスコック開閉と炉温変化のタイミングが異なるため、炉温調整はオペレータの経験則に頼る必要があった。

導入技術の機能



データの
入力

- インputデータは1分おきに測定した計136箇所の炉温データである。具体的な項目の一部を下表に示す。

カテゴリー	データ項目
温度	コークス炉内炉温データ（1分おきに自動取得）

- なお、今後は、インputデータとして、石炭の投入タイミング、石炭の含有水分量、コークス炉への投入ガス量といったデータを学習することを検討している。

AI分析

- 多地点・多時点のインputデータを基に、その後の炭化室の温度、並びに一定温度に温度を維持するために必要なガスコックの開閉タイミングを予測する。
- 多地点時系列データの時系列相関の学習に有効な、リカレントニューラルネットワークを導入して炉温予測を実施。

分析結果の
レポート

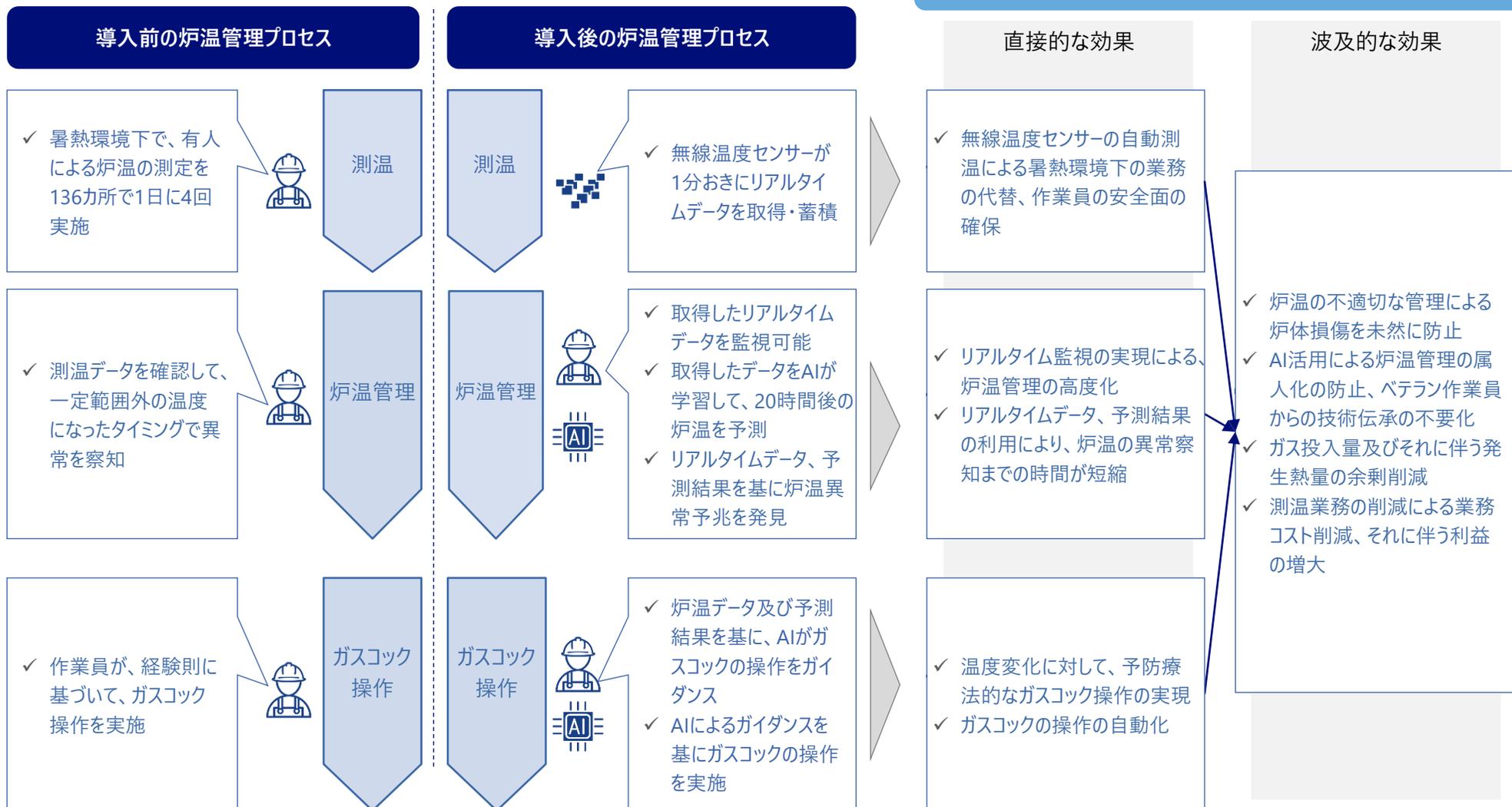
- **分析結果として、20時間後の炉温並びにガスコックの開閉に関するガイダンスを表示**するようにしている。
- 保全員・運転員は、ガイダンス結果に基づいて、ガスコックの操作を実施することになる。

コークス炉における無線温度センサを用いたAI炉温管理

導入事業者：JFEスチール株式会社

- AI炉温管理が導入されることで、測定作業が代替されるほか、リアルタイム監視の実現により早期の異常検知、非属人的な炉温調整プロセスが実現されるようになる。

業務プロセスのBEFORE/AFTERと期待効果



インバリエント分析を活用した製鉄所における異常予兆検知

導入事業者：日本製鉄株式会社

導入対象	熱間圧延工程のモニタリング業務
現状の業務内容	点検員が稼働状況のデータをモニタリングし、異常が見受けられた場合は現場確認を実施
直面していた課題	AIを構築することで異常検知を迅速化したかったが異常データが少なく学習が困難
活用技術	従来の保全員・運転員によるプロセス監視データのモニタリングに加え、工程の異常検知にインバリエント分析を活用
期待効果	異常の発生から把握までの時間の短縮、迅速な異常検知による事故リスク低減、業務負荷の軽減、保全員・運転員の育成等

導入対象設備

熱間圧延工程の概要

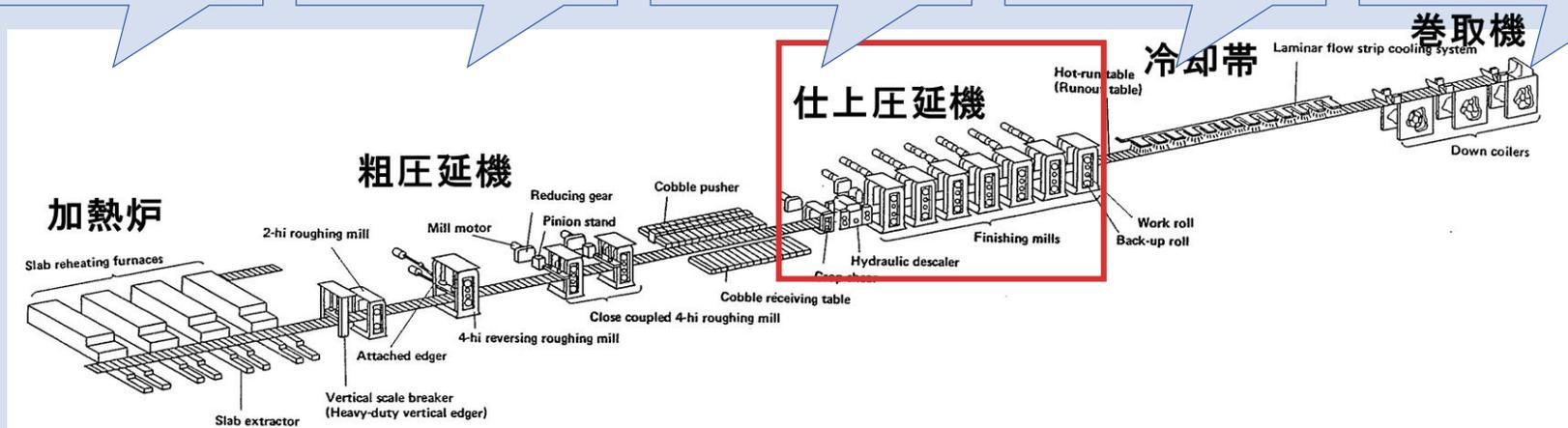
ガス加熱にて約1200℃に
スラブ再加熱。

ガススラブを一本ずつ
粗バーまで圧延。
板厚み約300mm→約40mm

粗バーを精度よくストリップま
で圧延。
約40mm→約1.2mm

水冷にて
品質作り込み。

コイル状に巻取り。



- 本システムは、熱間圧延工程のうち、「仕上圧延プロセス（上図の赤枠部分）」における異常検知を行うものである。仕上げ圧延プロセスでは、スラブを40mmから1.2mmまで圧延するが、様々な幅の金属の加工をするため負荷変動が大きいという特徴がある。

インバリエント分析を活用した製鉄所における異常予兆検知

導入事業者：日本製鉄株式会社

導入技術の選定理由

インバリエント分析の技術的特徴

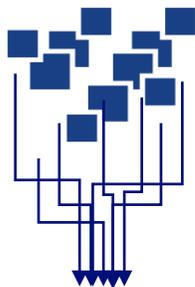
AIモデル構築時に異常時のデータが不要

であるため、異常データの件数が少ない仕上圧延プロセスの監視に向いていると判断

現場で生じていた問題

以前からプロセスにおけるデータ収集が進んでいたものの、異常データ件数が少ないこともあり十分な成果が得られていなかった。

導入技術の機能

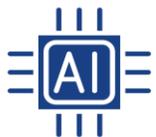


データのインプ
ト

- ・ インputデータは制御用ネットワークから取得している（2,000項目程度）。具体的な項目の一部を下表に示す。

カテゴリ	データ項目
各仕上圧延機（全7スタンド）	圧延荷重(ロードセル)、圧下量、油圧圧下油柱実績、サイドガイド開度、ロール周速、ルーパ（角度、電流値、張力、ロール回転速度）等
高圧水関連	水温、流量、圧力、高圧水ポンプ（電流、回転数）等
トラッキング関連	各トラッキング用センサー、オンロードリレーセンサー 等
搬送テーブル関連	テーブルモータ（電流、速度）等
鋼板関連	板厚、板幅、鋼板温度、鋼板形状値 等
その他	各種制御目標値、モデル計算値 等

- ・ なお、実際の分析に用いているデータはこのうち一部であり、どのデータを活用すると適切な分析ができるかは現場スタッフと技術スタッフが協力して選定している。



インバリエント分
析

- ・ インputデータを時系列でモニタリングし、データが異常な挙動を示していないかをインバリエント分析（通常時のデータ同士の関係性とリアルタイムでインputされてくるデータ群を比較することで異常の予兆を検知）を活用して監視
- ・ 分析は10分ごとに実施



分析結果のレ
ポート

- ・ 分析結果として、トラブルの原因と考えられる要因の上位5件のみを表示するようにしている。
- ・ 保全員・運転員は、通知が来た場合には、まずシステム上で状況を確認後、現場対応に当たることになる。

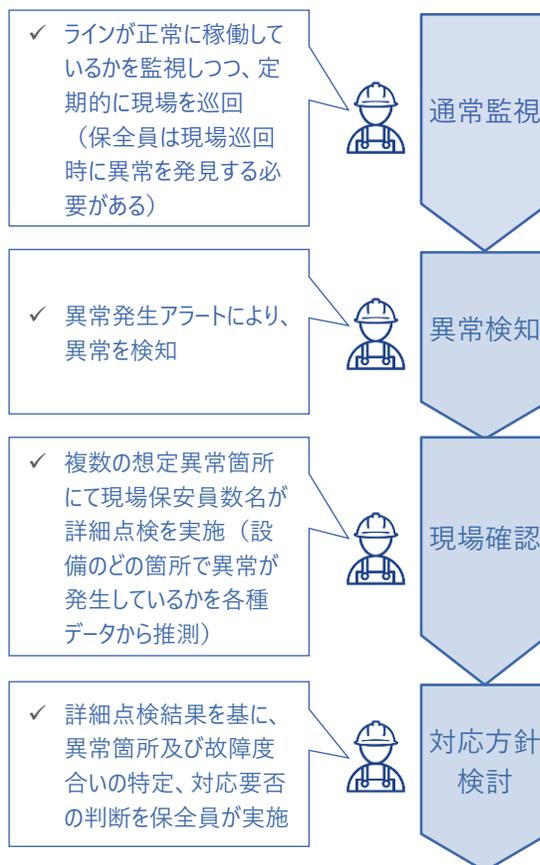
インバリエント分析を活用した製鉄所における異常予兆検知

導入事業者：日本製鉄株式会社

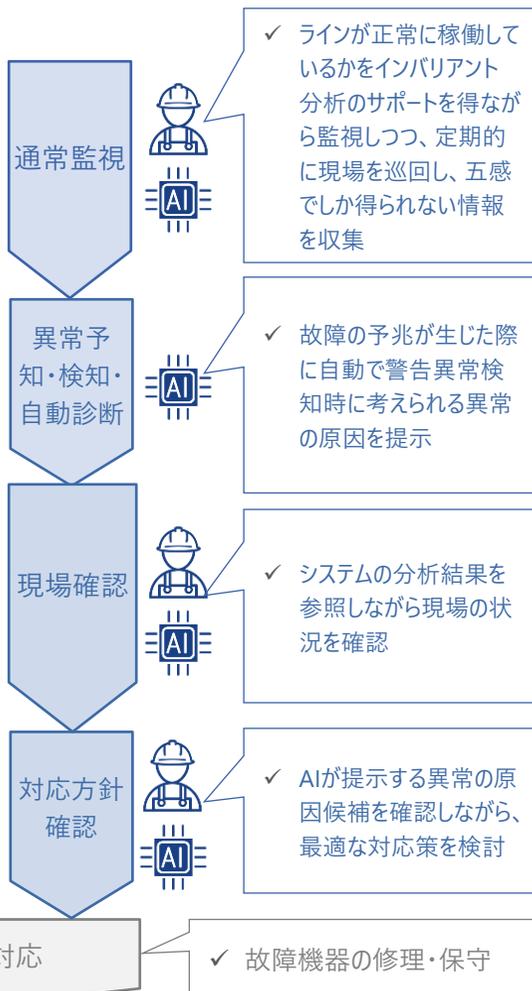
- インバリエント分析が導入されることで、従来の監視よりも迅速に異常を検知・原因の究明をすることができるようになる。

業務プロセスのBEFORE/AFTERと期待効果

導入前の点検プロセス

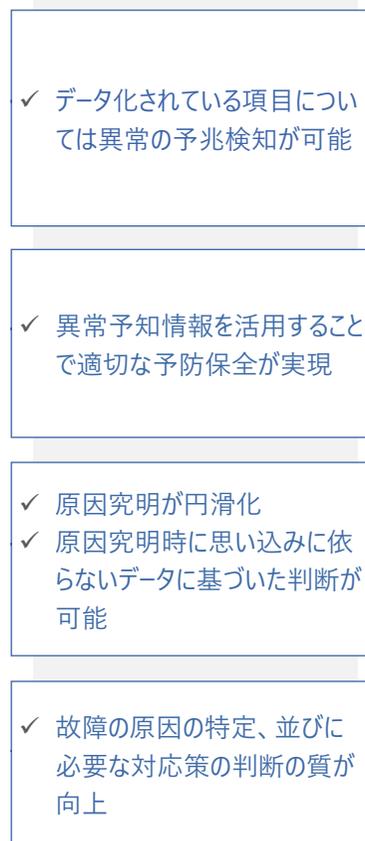


導入後の点検プロセス

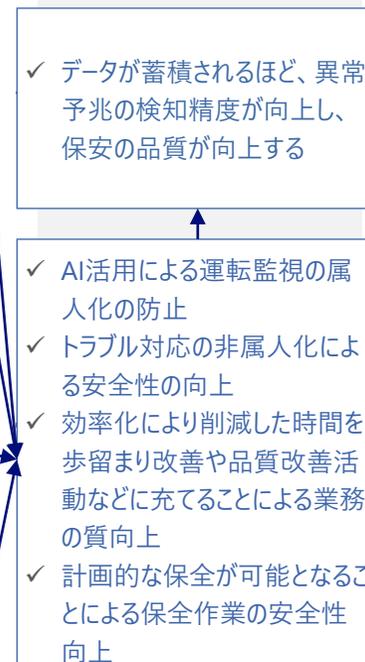


プロセスの変化によりもたらされる効果

直接的な効果



波及的な効果



事例⑮ 火力発電所の煙突検査におけるドローン活用

導入事業者：関西電力株式会社

導入対象	火力発電所における煙突内部の定期点検
現状の業務内容	煙突内部にゴンドラを組み、点検員がゴンドラに乗って点検を実施
直面していた課題	点検時にかかる工数の削減、点検の安全性向上等
活用技術	非GPS環境でも飛行可能なドローン
期待効果	工期の短縮、点検費用（ゴンドラ設置コスト、人件費等）の圧縮、点検の安全性向上等

導入対象設備

煙突内部の様子



- 壁面のクラックは0.3mm幅まで確認することが可能
- 対応可能な煙突の直径は4~20m程度

開発したドローン



- 開発したドローンは、GPSが機能しない煙突内部でも飛行可能なドローンであり、遠隔操作で煙突内を飛行し、搭載したカメラにより煙突内部を撮影し、その写真を確認することで劣化箇所を抽出することができる。

火力発電所の煙突検査におけるドローン活用

導入事業者：関西電力株式会社

導入技術の選定理由

ドローンの技術的特徴

非GPS環境でも遠隔で点検が可能

であるため高所作業および重機作業が不要であり、現場作業に伴う危険性が大幅に削減

大掛かりな事前準備が不要

であり、点検自体も省力化できるためトータルの工数を削減することが可能

現場で生じていた問題

煙突点検に危険が伴う（ゴンドラを活用した点検では高所作業および重機作業があるため危険性あり）。

ゴンドラによる点検では事前のゴンドラ設置など工数がかかる。

導入技術の機能

カテゴリー	詳細
概要	<ul style="list-style-type: none"> • 主な外観寸法(機体本体)：長さ1,117mm,幅1,223mm,高さ654mm • 本体質量(機体本体)：10.6kg • 点検用機材：点検用カメラ（一眼レフカメラ、全天球カメラ等） 1台
基本機能	<ul style="list-style-type: none"> • 自動飛行：SLAM（カメラと画像処理技術を用いた位置推定機能）やLiDAR（光を用いた測距機能）などによる自動飛行 • 衝突回避：LiDARによる物体との衝突回避 • データ提供：ドローンが撮影した画像および動画や、3次元マッピングデータの事業者への提供 （詳細点検：一眼レフカメラ、簡易点検：全天球カメラ）
人為作業の代替機能	目視点検等

事例⑮ 火力発電所の煙突検査におけるドローン活用

導入事業者：関西電力株式会社

■ ドローンが導入されることで、費用面、工期、安全面、プラントの非稼働時間削減による売上増の面で効果が期待される。

業務プロセスのBEFORE/AFTERと期待効果



巡視点検ロボット・診断システム

導入事業者：関西電力株式会社

導入対象	発電所のタービン建屋における巡視点検業務（自主）
現状の業務内容	巡視員の五感に基づく設備異常の感知・気付き
直面していた課題	巡視時間の削減、業務品質の安定化（属人性の排除）、事故リスクの低減（計画外停止期間の最小限化）
活用技術	人の五感に基づく設備異常の感知・気付きをロボットによる現場データ収集とAI異常診断システムで代替
期待効果	自動化：人による感知と気づきを代替する 高度化：頻度を増やすことで異常の早期発見に繋げる 標準化：ベテランノウハウの形式知化を行う

導入対象設備

巡視点検ロボット・診断システムが導入されている堺港発電所



振動センサー（固定設置、ポンプの振動データを取得）



注：画像は参考イメージ

巡視点検ロボット（可視光・サーモ・音声・ガス検知器のデータを取得）

可視光カメラ・サーモカメラ



集音マイク（ロボットに設置、ポンプの回転音を取得）

ガスセンサー（ロボットに設置、ガス漏洩を検知）

巡視点検ロボット・診断システム

導入事業者：関西電力株式会社

導入技術の選定理由

巡視点検ロボット×AIシステムの技術的特徴

作業員の五感による「気付き」をAIで代替
することで、属人性を排除し、業務品質の安定化を実現

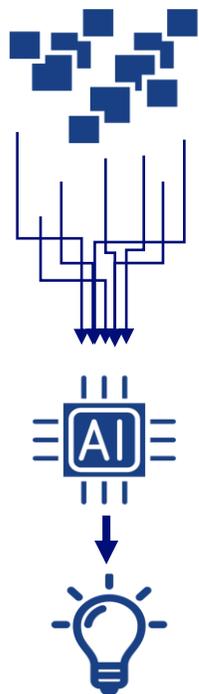
ロボットによる高頻度でのデータ取得により、
データ取得を代替、さらに異常の見落としの削減に貢献

現場で生じていた課題

巡視員の五感による「気付き」のバラツキ等

ベテラン層（現場の当直員等）の大量退職に伴う、業務の質の低下、
人手不足

導入技術の機能



データの
インプット

AI異常診断
システム

- インプットデータは、ロボット（1日に複数回巡視）に搭載した各装置（可視光カメラ、サーモカメラ、ガス検知器、集音マイク）と固定センサ（1日に1時間のペース）から収集したデータである。具体的な項目を下表に示す。

カテゴリー	データ項目
聴覚データ	ポンプの回転音（ロボットより収集）、蒸気や空気配管周りの音響（固定センサより収集）
嗅覚データ	メタンガスの濃度、水素ガスの濃度、煙検知（ロボットより収集）
触覚データ	主要設備の温度（ロボットより収集）、ポンプの振動値（固定センサより収集）
視覚データ	主要設備の画像データ（ロボットおよび固定センサより収集）

- 各データは、これまで現場の作業員が五感による点検を行った際に、意識していた箇所である。聴覚データは、ポンプの異常や蒸気・ガス漏れ、嗅覚データはガス漏れ、触覚データは、ポンプの異常、視覚データは油や薬品漏れをそれぞれ検知する際に有効であった。

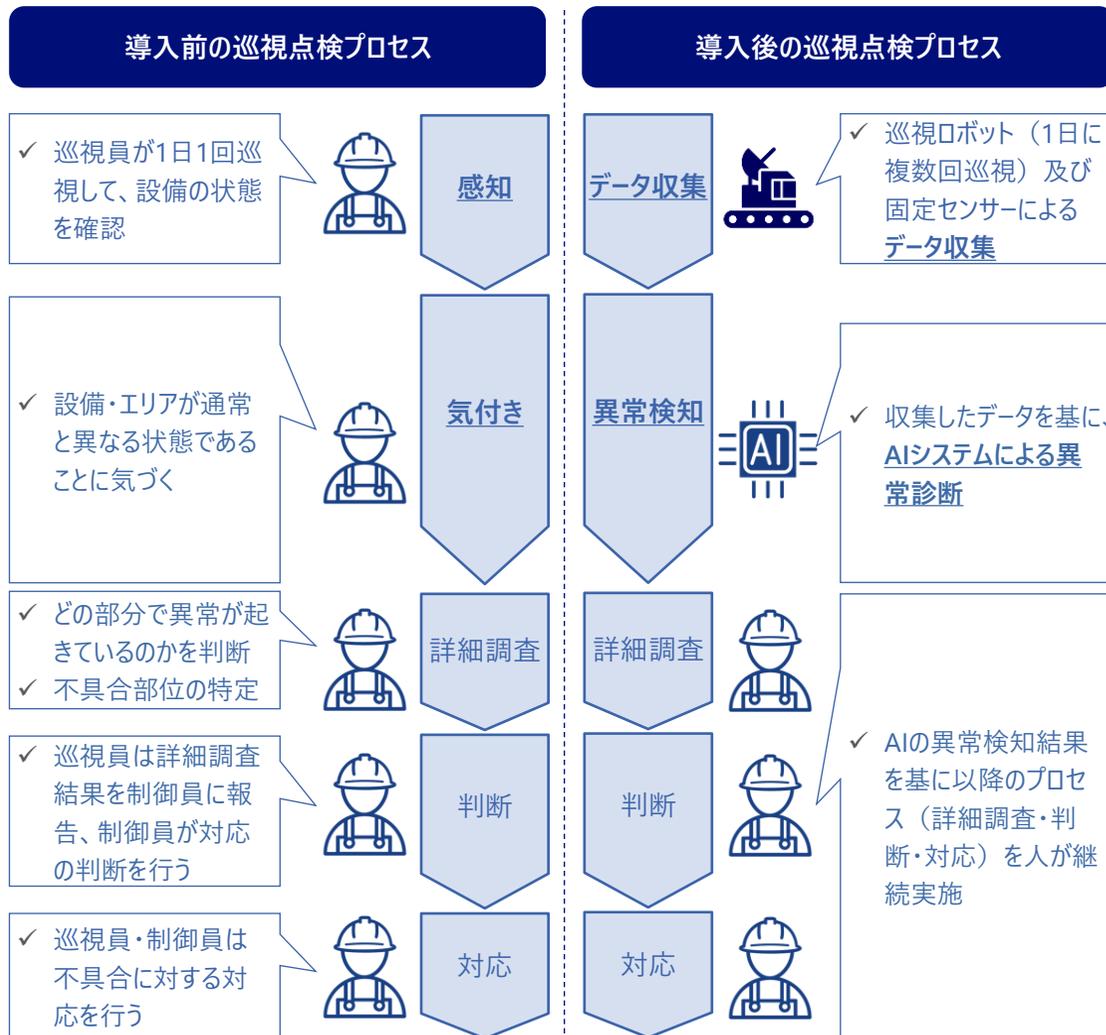
- 上記のインプットデータを基に、独自開発した異常診断AIモデルにより異常を検知
- AIは差分検知モデルを活用、異常のない画像データを教師データとして、そこからの差分により異常の有無を判断

巡視点検ロボット・診断システム

導入事業者：関西電力株式会社

- 巡視点検業務フローにおける、「感知」をロボット、「気付き」をAI異常診断に置き換え、最初のきっかけを人に与える。

業務プロセスのBEFORE/AFTERと期待効果



プロセスの変化によりもたらされる効果

直接的な効果

- 人による巡視の代替による、**巡視時間の削減**
（屋内と屋外の内、屋内の巡視を自動化する予定であり、約50%削減可能と試算。）
- 点検頻度の増加**
- AIが一定の基準で異常診断を行うことによる、**業務品質の安定化（属人性の排除）**
- 人が発見できなかった異常を検知することによる、事故リスクの低減**（計画外停止期間の最小限化）

波及的な効果

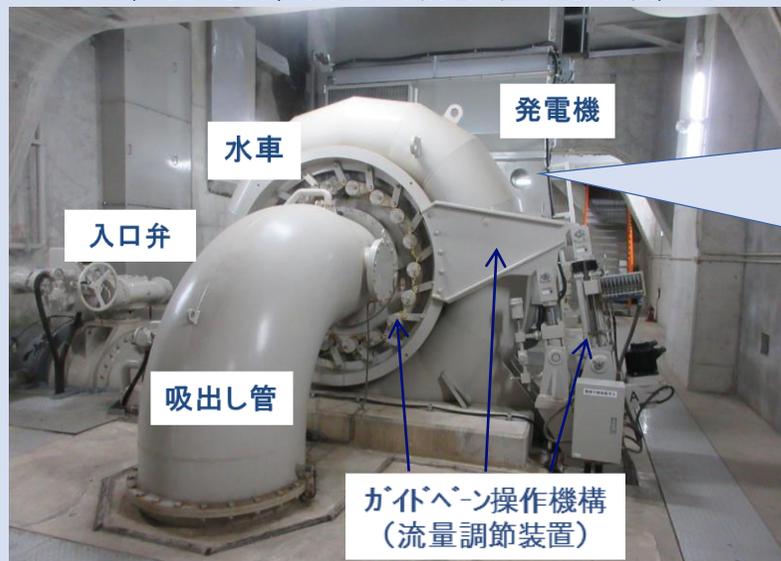
- 自動化**：人による感知と気づきを代替する
- 高度化**：高精度のカメラ・センサー+AI診断且つ、点検頻度を増やすことで異常の早期発見に繋げる
- 標準化**：ベテランノウハウの形式知化を行う

IoTプラットフォームを活用した水力発電設備における健全性の見える化

導入事業者：中国電力株式会社

導入対象	水力発電設備
現状の業務内容	巡視や定期点検のタイミングまたは制御所に故障警報が鳴った場合に、現地での状況確認を実施
直面していた課題	発電設備の状況把握頻度の向上（従来は警報が鳴ってから情報収集を始めており、警報が鳴るまで状況が全く分からなかった）
活用技術	発電設備に設置したセンサー、取得したセンサーデータを分析するエッジデバイス、センサーデータを格納するクラウド
期待効果	日常的な状況把握、異常発生時の原因究明の迅速化

導入対象設備

IoTプラットフォームが導入されている水車・発電機
(手前に水車, 奥に発電機を配置した横軸機)温湿度センサー
(空中に吊下げ)

無線送信

発電機の温度・振動等データ
(制御装置内データから取出し)

データ蓄積・解析用エッジサーバ



一次データの見える化画面



- ・左の丸メータは現在の計測値
- ・右側のグラフは、所要期間のトレンド（表示期間は任意に設定可能）

IoTプラットフォームを活用した水力発電設備における健全性の見える化

導入事業者：中国電力株式会社

導入技術の選定理由

IoTの特徴

現場に行かなくても設備の状況把握が可能

であるため、山間部にある発電所まで行かずとも、常時、機器の挙動をモニタリングし、過去のトレンドを把握することができる

逐次、蓄積されてくるデータをリアルタイムに現状分析

できるため、故障発生に遅延することなく対処することが可能となる

現場で生じていた問題

従来は巡視や定期点検のタイミングまたは制御所に故障警報が鳴った場合に現地の状況確認を実施しており、頻度の少ない重大な故障発生でも事後対処にならざるを得なかったが、現状を一定程度の頻度で把握し、兆候があれば実際に問題が生じる前に対処したいというニーズがあった。

従来は異常検知後、現場に到着してから情報を収集していたため、状況把握や原因分析に一定の時間がかかっていたが、データをリアルタイムに観察することで、作業時間を短縮することができるのではないかというニーズがあった。

導入技術の機能

データの
インプット

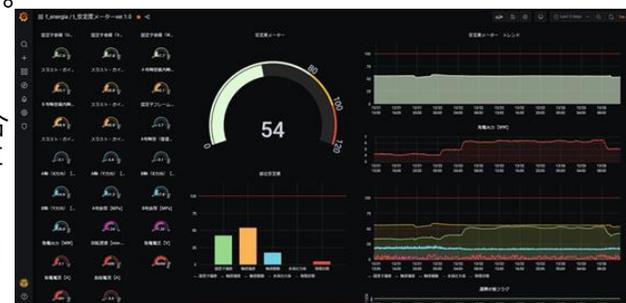
- 主なインプットデータは下表の通り。各データは1秒間隔で取得している。データの取得間隔を1秒間隔としたのは、例えば、出力調整の必要があるガイドベーンは10秒程度で全開から全閉まで動くので、1秒程度の周期であれば状況を把握できるためである。

カテゴリー	データ項目
発電された電気関連のデータ	電圧、電流、有効電力、無効電力、力率
水車、発電機関連のデータ	発電機の固定子の温度、軸受けの温度、軸振動、冷却用空気の入・出口の温度、水車にかかる各部の水圧、ガイドベーンの開度、回転速度
ダム関連のデータ	ダムの水位、取水ゲートの開度、開度に応じた取水量

取得データ・健全性の見える化

- インプットデータを保守員の事務所から確認できるように一覧化。
- また、インプットデータを分析し、水力発電設備の稼働状況が警報が鳴る水準なのかどうかを判断する指標を計算している（あらかじめ設定された閾値を計算された指標が上回った場合はアラート）。当該指標も1秒間隔で計算。リアルタイム性を要するため、センサーに近いエッジサーバで処理。
- なお、1分間隔の粗いデータをクラウドに格納し、年単位の長期保存と長期トレンド分析といった活用を想定。

収集データの見える化画面



IoTプラットフォームを活用した水力発電設備における健全性の見える化

導入事業者：中国電力株式会社

- IoTプラットフォームが導入されることで、遠隔で状況把握ができるようになるほか、蓄積した過去データを活用した現状および長期トレンドの分析ができるようになる。

業務プロセスのBEFORE/AFTERと期待効果

導入前の点検プロセス

なし

(水力発電設備は山間部にあり管理設備数も多いことから基本的には定期的な巡視のみ実施しており、日常点検は実施していない。なお、巡視を月に1回、水力発電所の発電機や水車の電圧、電流、振動、水圧等についてメーターを読み取りながらモバイルの電子端末への入力し記録保存を行っている。)

日常点検

導入後の点検プロセス

日常点検
(監視)



- 特定の設備の状況が気になった際には遠隔で稼働状況を確認

定期点検

- 現地で定期点検を実施（自主保安）。3~6年に一度の頻度で、機器停止して外観を隈なくチェックし、細部の測定等を実施。また10数年に一度の頻度で、水車・発電機を分解し、消耗品の取り換え、部分補修や小規模な改修等を実施



定期点検

定期点検



- 現地で定期点検を実施するが、自動で計測値を所定様式に記録
- 必要に応じて過去データを確認

異常時対応

- 24時間監視を行う制御室（運転/停止操作、主な警報監視等）からの連絡を受けて初めて異常発生を認識



異常発生
の通知

異常予兆
の検知



- 制御室の連絡に加え、IoTプラットフォームでも健全性をモニタリングしているため迅速に異常発生を検知

- 現場に到着してから現状把握と原因探索を開始



保守対応

保守対応



- IoTプラットフォームのデータを活用し、現場到着前から過去データを確認・分析し、事前に対応方針を検討

プロセスの変化によりもたらされる効果

直接的な効果

- 故障を事前に察知
- 不具合状態の早期から察知・観察も可能

- 点検時間および発電停止時間の短縮
- 点検データのハンドリング性向上

- 従来よりも迅速に故障発生を検知
- 故障停止の事前回避

- 現状把握と原因探索にかかる時間が短縮
- 運転再開の迅速化

波及的な効果

- 故障データと過去データ（定期点検含む）を紐づけることにより、故障判定の妥当な閾値を分析・把握

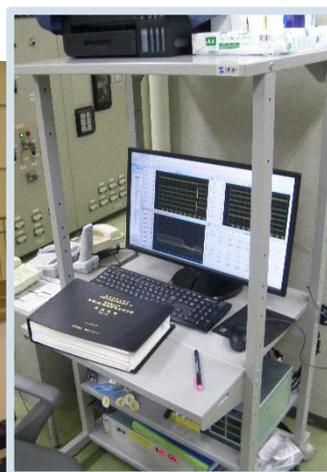
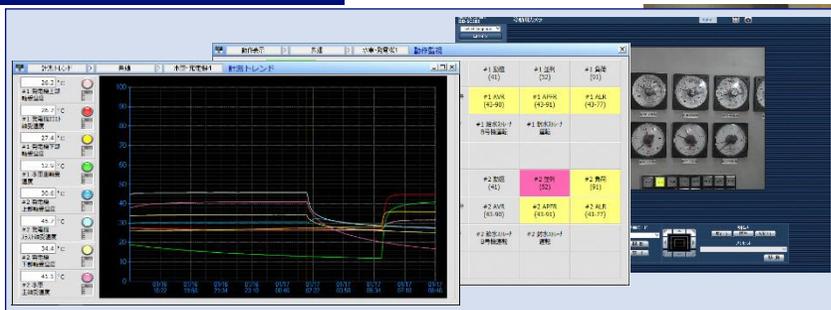
- 発電電力量（設備利用率）の向上
仮想的なケースとして、出力5,000kW×停止時間4h×8円/kWとすると16万円の損失を回避（=発電電力の向上）できる可能性（この規模の故障は年間に数回あるかどうかのイメージ）

モニタリングシステムを活用した県営水力発電所の遠隔監視

導入団体：神奈川県企業庁

導入対象	水力発電所
現状の業務内容	委託先業者による定期的な現場巡視結果により、現場対応の必要性検討
直面していた課題	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 不具合が発生した際に現地に行かないと詳細な故障項目が分からないため対応が遅れる可能性 ✓ 発電所の無人化が進んだことによりノウハウの伝承が困難化
活用技術	発電設備に設置したセンサー、カメラ（固定式および可搬式）、取得したデータを格納・分析するシステム
期待効果	不具合の発生をデータを用いて迅速に把握、巡視項目の一部をシステム取得に変えることで現場作業量を削減

導入対象設備



発電所



保守拠点



モニタリングシステムを活用した県営水力発電所の遠隔監視

導入団体：神奈川県企業庁

導入技術の選定理由

システムの特徴

発電所の詳細な稼働状況を遠隔モニタリングできるため、現地に行かずとも設備状況を把握できる。そのため、トラブル発生も迅速に捕捉することが可能

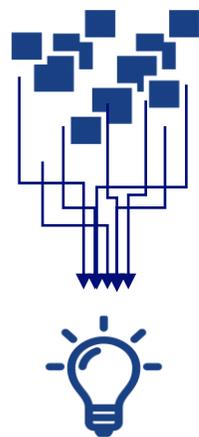
トラブル原因を拠点で推定できるため、トラブル発生後に現場確認をする前に対応方針を具体化することができる

現場で生じていた問題

現状のシステムでは遠隔で把握できる情報量が少ないため、トラブルが発生していることは把握できても、どのような問題が発生しているかは現地に到着するまで把握できない。

トラブル発生時に現場に到着してから、詳細な故障項目を確認した後、原因調査をしていたため、対応に時間がかかり、復旧作業に時間がかかるケースがある。

導入技術の機能



データの
インプット

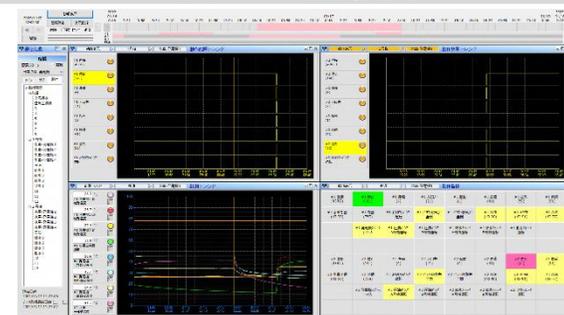
取得データ・健全性の見える化

- 主なインプットデータは下表の通り。画像データを取得するカメラは合計4台を導入しており、3台は固定式、1台は可搬式である。可搬式カメラは発電所内の任意の場所に設置ができる。なお、固定式カメラは、モニタリングが必須となる水車バレル内（2台）と配電盤室（1台）に設置した。
- 各データは1分間隔で取得している。

カテゴリ	データ項目
映像データ	光学18倍デジタル8倍ズーム、PTZ制御でリアルタイムモニタリング
数値データ	発電電力量、各種軸受温度、冷却水量などリアルタイム表示、1分データ格納

- インプットデータを時系列のトレンドデータとしてシステム上で表示。**点検員は遠隔でトレンドを確認することで異常発生を把握**することができる。
- 加えて、**カメラ画像を事務所に連携しながら、現地対応を行うことが可能**である。これにより、例えば経験が不足する職員が現地から事務所の上長に指示を仰ぎながら作業を行うなどの柔軟な運用が可能となる。

収集データの監視画面



モニタリングシステムを活用した県営水力発電所の遠隔監視

導入団体：神奈川県企業庁

- 遠隔モニタリングシステムが導入されることで、現地訪問回数を減らしながら十分な保安水準を達成することが可能となる。

業務プロセスのBEFORE/AFTERと期待効果

導入前の点検プロセス

リアルタイム監視

- 遠隔監視制御業務（保守業務とは別の所属にて、全水力発電所の遠隔監視制御業務を実施）の中では、一部データを取得しているものの、異常発生時には集約された故障発生のみしか把握できない状態（機器の状態については現場に赴かないと把握できない状況）



簡易モニタリング

導入後の点検プロセス

巡視

- 神奈川県電気事業保安規程にて定めている月2回の巡視業務の委託先業者による定期的な現場巡視結果により、現場対応の必要性検討



定期的な点検

異常時対応

- 現場に行かないと詳細な故障項目がわからないため、到着してから状況分析を行い、必要な対策を実施



異常時対応

- 異常発生時には検出した故障信号のほか、軸受温度の計測値やポンプやバルブ等の動作信号などの関連する機器の状態を定量的に把握でき、故障内容によっては固定カメラによる画像データ（現地に職員がいる場合には可搬カメラの画像データも可能）を利用することでより詳細に状況把握が可能



遠隔モニタリング

- 外部委託による定期的な現場巡視結果により、現場対応の必要性検討
- システムのデータを確認し、異常兆候が見られる箇所など重点的な巡視を依頼



定期的な点検

- 遠隔モニタリングシステムにより発生した異常の原因が推定できているため、必要な対策を具体化したうえで現場に向かうことが可能



異常時対応

プロセスの変化によりもたらされる効果

直接的な効果

- 故障発生直後時にその原因まで含めて推定することが可能

- 故障が起きそうなポイントを踏まえた巡視が可能

- 従来よりも迅速に異常時対応を行うことが可能

波及的な効果

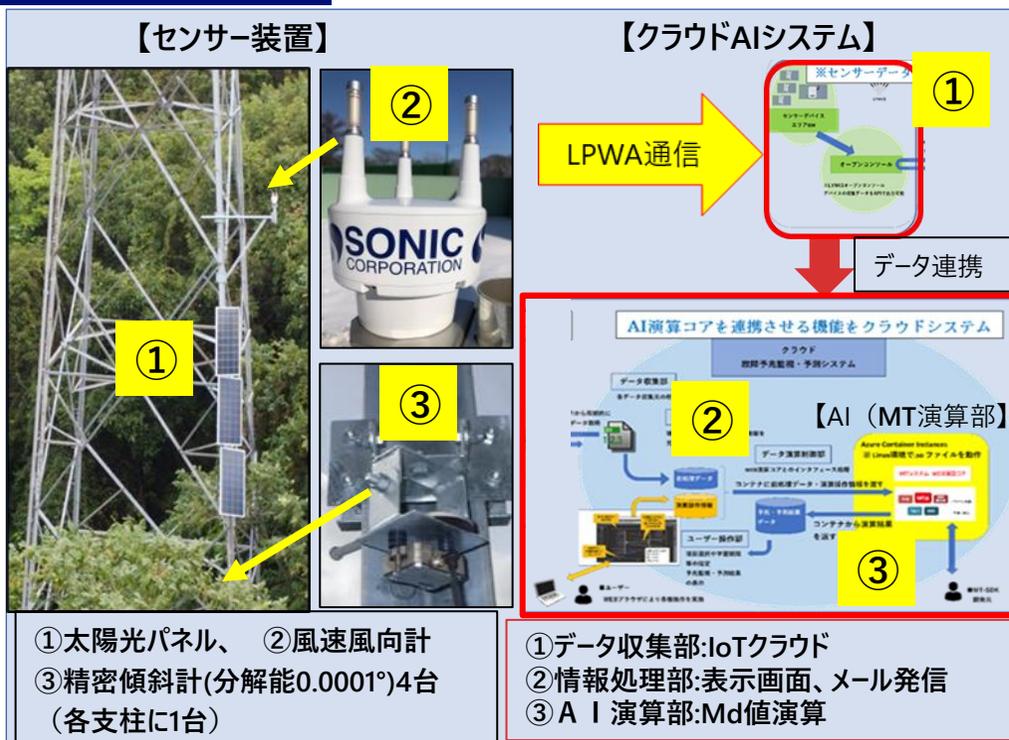
- 十数年ごとに行っているオーバーホールや定期的に行っている点検業務を、機器の劣化状態を踏まえて、適切な時期に行うことが可能。（TBMからCBMへの移行）

クラウドAIシステムを活用した送電鉄塔の遠隔監視

導入事業者：株式会社ハイテックシステム

導入対象	送電鉄塔の保守点検
現状の業務内容	現場を訪れ、点検・結果の記録・結果を踏まえた保守計画の策定を実施
直面していた課題	保安業務を行う人材の不足
活用技術	IoTセンサー（鉄塔に設置し傾斜を測定するセンサー、風速を測定するセンサー等）、AI（鉄塔の異常を検知するMT演算システム） ※MT法（Mahalanobis-Taguchi method）は取得データと基準データの差を1つのパラメータ（MD値）で評価する方法
期待効果	遠隔監視の導入による省人化、AI異常検知による異常発生時の対応迅速化

導入対象設備



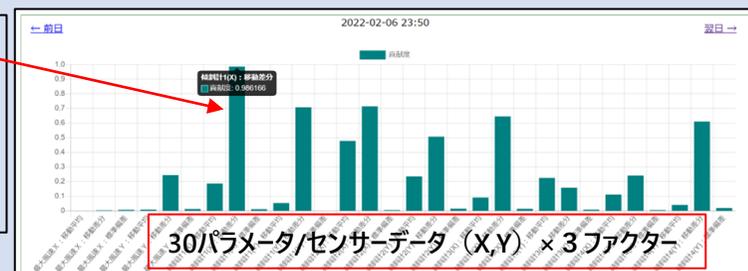
【監視対象MD (MT)】

異常発生アラートのWEB画面



【MD値貢献度分析】

MD値が大きいセンサーが異常要因であることが判る。



- 強風による鉄塔倒壊事故を参考に、風速と4支柱のX,Y変位データをLPWA通信方式でクラウド上に収集する。
- 得られたデータはクラウド上でAIにより分析し、異常状態をMD値で定量化することで、その異常原因まで推論することが可能である。

クラウドAIシステムを活用した送電鉄塔の遠隔監視

導入事業者：株式会社ハイテックシステム

導入技術の選定理由

システムの特徴

遠隔で異常を検知

できるため、従来の現地を訪れて点検を行う方法と比較して、省人化や対応の迅速化が期待される。

異常の有無を定量的に評価

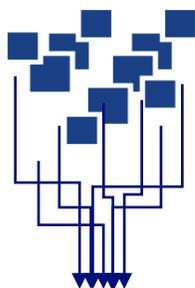
できるため、客観的な異常データを蓄積することで、より正確な保安業務を行うことが可能になる。

現場で生じていた問題

現地を訪問する人員が不足しており、リソース面がひっ迫している。また、現地訪問の場合は移動時間も長時間に及ぶことがあり、リソースの逼迫に拍車がかかっている。

従来の点検では定量的なデータを取得していないため、担当者によって点検の質にばらつきが生じている可能性があった。

導入技術の機能



データの
インプット

- 各鉄塔のセンサーから下表のデータをクラウドに連携する（データ通信間隔は10分）。
- なお、データ通信はLPWA（Low Power Wide Area）を活用している。

カテゴリ	データ項目
センサーデータ（10秒リアルタイム）	風速（X-Y）,精密傾斜度4台（X-Y） {補足:風向（360°）}
過去の点検データ（年単位）	鉄塔構造部の腐食、塩害等の目視点検と基礎部の水平検査



異常の検知・
（異常発生時の）アラート

- インプットデータからMT演算を実施する。MT演算は、異常状態をMD値として定量化できる。
- MT演算を活用することで、MD値が基準値を超えると異常状態にあると予知できる。
- 異常原因となる傾斜センサーを特定でき、どの支柱がどの方向（X,Y）変位したかが判る
- 異常を検知した場合、システムから管理者に対してメールでアラート（センサーID、MD値）を発報し、受信者は、スマホ等でシステムのURLを開き、状況を確認することができる。

クラウドAIシステムを活用した送電鉄塔の遠隔監視

導入事業者：株式会社ハイテックシステム

- クラウドAIシステムが導入されることで、遠隔で異常有無を確認でき、現地訪問の回数を削減し、業務の効率化・省人化を達成。また、鉄塔以外の構造物の異常の検知等をできるようになる。

業務プロセスのBEFORE/AFTERと期待効果

プロセスの変化によりもたらされる効果

導入前の点検プロセス

導入後の点検プロセス

直接的な効果

波及的な効果

点検

なし

(現地に行かないと異常が発生しているか分からない状況)

- 定期的に現地での点検を実施
※1年に1回程度実施



現地での点検

遠隔モニタリング



- 鉄塔に設置されたセンサーから取得したデータで10分間隔で異常をモニタリング
- 常時監視状態

現地での点検



- CBM (Condition Based Maintenance) が可能
- MD値の大きいグループを優先的に実施
- 点検頻度はMD値のグループ分けで計画
- 5グループなら最長5年など

- 遠隔で異常の有無を確認できるため現場訪問の回数の削減が可能
- 異常発生をすぐに把握

- 定期的に現地を訪れる必要がなくなるため業務が効率化・省人化

異常時対応

- 現地での点検をした際に異常を発見



異常の把握

異常の把握



- モニタリングの結果、異常発生を現地に行かずとも把握
- 強風や電線着雪での異常な荷重の発生状況をリアルタイムに予測

- 異常発生をすぐに把握
- 事故発生前に緊急処置
- 地震、台風後にMD値が元の値に復帰しない場合は、緊急点検対応

- その場で異常に対処する必要があるが場合によっては後日改めて対応する必要があるケースもある



現地での対処

現地での対処



- 事前に異常発生箇所等がデータで把握できる
- 事前準備をした状態で現地作業を行うことが可能

- 作業時間の短縮
- 事前の系統切り替えて停電事故の回避

- 蓄積データをコンピュータシミュレーションに活用することで、新たな技術開発 (より強度の高い新たな構造の開発等) に利用など
- 鉄塔以外の構造物の異常検知など
- 土木現場の周辺土壌変化、崩落検知など
- インフラ (橋梁、トンネル) の異常検知など
- 更新・延命計画において予算の重点配分指標など

受変電設備におけるIoTとAIを組み合わせた点検システムの構築

導入事業者：一般財団法人東北電気保安協会

導入対象	受変電設備のモニタリング業務
現状の業務内容	日常点検にて、技術員等が稼働状況のデータを現地でモニタリングし、初期の異常兆候が見受けられた場合は原因調査を実施
直面していた課題	<ul style="list-style-type: none"> ・主任技術者不足の懸念が将来にわたりある中、これに代替する技術が求められている。 ・電気事業法により、受変電設備の月次点検は、主任技術者による実施が定められている一方、主任技術者の点検では、限られた点検時間の中で異常兆候を検知するのは難しかった。
活用技術	異常の兆候に関係するセンサーデータの微細な変化を把握し、初期の兆候を検知可能なAI分析システムを導入
期待効果	異常兆候箇所の把握による点検効率化、電気事故の原因解明、事故原因への対策による事故発生件数の削減

導入対象設備



- 本システムは、受変電設備の点検工程のうち、通常時の設備モニタリングにより初期の異常兆候を検知するものである。主任技術者の巡回による点検では、限られた点検時間の中では異常兆候を検知するのは難しかった。
- そこで受変電設備のセンサーからデータを常時収集、AIで分析し、通常時からのデータの異常変動や、初期の故障兆候を検知するシステムを構築した。

受変電設備におけるIoTとAIを組み合わせた点検システムの構築

導入事業者：一般財団法人東北電気保安協会

導入技術の選定理由

IoT×AI点検システムの技術的特徴

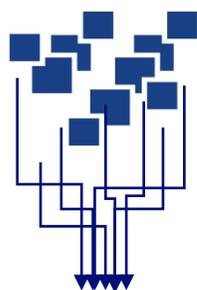
主任技術者の五感による異常兆候検知を24時間代替

するAIであるため、主任技術者の点検の質が高い水準で平準化され、さらに事故の原因解明にもつながると判断

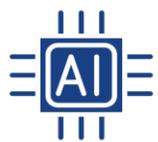
現場で生じていた問題

1設備ごとの巡回点検にかけられる時間が限られ、点検の質が属人的であるほか、異常兆候は散発的であるため異常兆候の検知割合が低かった。

導入技術の機能



データの
入力



データのAIによる
分析



分析結果の
確認

- インputデータは、合計100箇所(2021年10月以降)の受変電設備（1箇所ごとに最低7個のデータ収集センサーを設置）から高頻度に収集したデータである。具体的な項目の一部を下表に示す。

カテゴリー	データ項目
電気データ	電流、電圧、漏れ電流
聴覚データ	超音波、音波
嗅覚データ	におい

- 従来の点検では、電気データは電気の使用状態の異常、聴覚データは絶縁劣化に関する異常及び嗅覚データは電気設備の過熱を検知する際に有効だった。
- なお、上記センサーデータを無線によるネットワークを介してサーバに送り、AIが解析処理している。
- 24時間分のデータを基に解析を実施。異なるAIにて、**通常時からのデータの異常挙動の検出と、異常の初期兆候を判断**する。なお、AIは**主任技術者が気づかないレベルの異常兆候を検出する設定**としている。
- 今後、多くのフィールドデータを基にAIモデルを修正することにより、更にアラートの発出精度は向上する。
- **異常の初期兆候があるとAIが判断した場合、異常兆候のアラートが分析結果に出力**され、主任技術者は、出力情報を点検前の朝の定例MTGで確認する。
- 主任技術者は、出力結果にて異常アラートを確認した場合、まずシステム上でデータ及び状況を確認して、異常兆候が見られる受変電設備において重点的な点検を実施するよう調整する予定である。

受変電設備におけるIoTとAIを組み合わせた点検システムの構築

導入事業者：一般財団法人東北電気保安協会

- IoTとAIを組み合わせた点検システムが導入されることで、従来よりも点検作業を効率的に実施することができるようになるほか、事故原因が不明瞭だった不定期事故の一部について、原因の解明が可能になると想定される。

業務プロセスのBEFORE/AFTERと期待効果

導入前の点検プロセス

なし

(巡回点検する受変電設備以外の稼働状況はチェックできない)

- 主任技術者が各受変電設備を巡回、限られた時間で、異常兆候の有無を判断



定期点検

- 電気事故の発生、絶縁監視装置から異常警報が発令により、主任技術者が緊急出動



異常警報の発令、緊急出動

- 緊急点検結果を基に、異常箇所の原因確認、対策方法を判断



対応方針検討

保守対応

導入後の点検プロセス

常時監視



- 全設備のセンサーデータをAIが解析・判断
- 必要により主任技術者が携帯端末で確認

定期点検



- 業務始動時に異常兆候アラートを確認
- 異常兆候アラート、センサーからのデータを基に点検を実施

異常兆候の検知



- 緊急対応に至らない、初期の異常兆候を検出した際に、アラートを発出

対応方針検討



- 点検結果、アラートの内容、並びにセンサーの取得データを基に対策要否を判断

- 故障機器の修理・保守

点検プロセスの変化によりもたらされる効果

直接的な効果

- 多様な稼働状況データを、遠隔で常時確認可能
- 現地点検が難しい場合の点検業務を代替、有人での点検が不要

- センサーデータを参照することで、現場点検の質の平準化

- 異常兆候の段階で検知可能
- 緊急対応が不要

波及的な効果

- AIが異常の兆候を検知した場合でも、主任技術者が過去に遡ってセンサーデータを解析し判断可能

- 異常原因が不明瞭だった事故の原因が解明
- 設備ごとの事故の傾向を把握し、対策することで事故発生件数が削減される見込み

- 熟練スタッフの判断を学習させたAIによる業務支援により、若手スタッフの業務が効率化、脱属人化を実現

風力発電所の外観点検業務における自動飛行ドローンを活用した点検システム構築

技術提供事業者：株式会社グリーンパワーインベストメント

導入対象	風力発電のブレード外観検査
現状の業務内容	高所作業技術者が現地に行き、高所作業によって目視点検を実施
直面していた課題	作業員の安全性確保、高所作業技術者の不足解消、有事の即時点検、点検対象の拡充（外観点検業務は高額であるため、十分な点検を行えない風力機が存在）、データ管理の簡易化
活用技術	自動飛行ブレード点検ドローンシステム（自動で飛行するドローンを用いてブレードの健全性評価に適切な画像を取得）
期待効果	現場作業員の省力化、保安力の向上

導入技術

成果物項目	成果物名	イメージ	機能
LiDAR	PhiNAV(LiDAR)		ドローンによる点検を行う際、LiDARにて風車全体をスキャンし、測量データを取得する。
ソフトウェア	PhiNAV(ソフトウェア)		取得した測量データを元にドローンの自律飛行ルート及び撮影ポイントを自動で作成する。 *KMLファイルとしてアウトプットする。
プラットフォーム	vertikalitiWIND		エアロデザインジャパン提供の、情報一元管理プラットフォーム

*KML,PhiNAVシステムから作成されたKeyhole Markup Language(以下KML)となる。KMLには飛行ポイントと飛行ラインが設定されている。KMLは複雑なファイルではなく、無料アプリケーションのGoogle Earth などでも作成、閲覧が可能。

風力発電所の外観点検業務における自動飛行ドローンを活用した点検システム構築

技術提供事業者：株式会社グリーンパワーインベストメント

導入技術の特徴

技術的特徴

LiDARを活用した自動飛行ドローンの導入
により、作業員の安全確保、業務工数削減、品質安定化・向上

取得データを一元管理するシステム導入
により、必要な工数が大幅に削減

現場で生じていた問題

（点検員による点検の場合） ※本事例集作成時では実績はこれからの段階
専門技術者が高所にいく必要があり、作業員安全性の確保や、作業時間
の確保、コスト等が課題となっていた。ドローンを用いた場合でも、手動飛行
では取得画像の品質にばらつきが出るため、高度な操縦士確保が必要。

（点検員による点検の場合）
ドローンで取得した画像は枚数が多く、画像データの誤認、紛失などが発生
する上、報告書作成等の業務負荷が大きかった。

導入技術の機能



データの
入力

- 主な入力データを下表に示す。
- データ取得は2段階ある。まずはドローンの自律飛行に向けてLiDARを活用して風車をスキャンし、飛行ルートを事前に作成する。その後、ドローンが飛行を通じて風車の損傷箇所などの画像を取得する。

カテゴリー	データ項目
LiDARにより取得	風車の点群データ（ドローンの自律飛行ルート設定）
ドローンにより取得	カメラによる画像（画像容量1,500~2,000MB程度）



分析

- ドローンで撮影したデータを管理し、目視で作業員が判断する。
- 将来的には、AIによる分析や、データ蓄積による劣化予測も目標としている。



データの管理

- システム上で画像データ、ブレード上の位置情報、損傷箇所の情報、報告書情報が一元管理されることにより、業務負荷を軽減。
- また、均一な撮影データを蓄積することにより、既存の損傷箇所と比較して効率的に抽出可能となる。

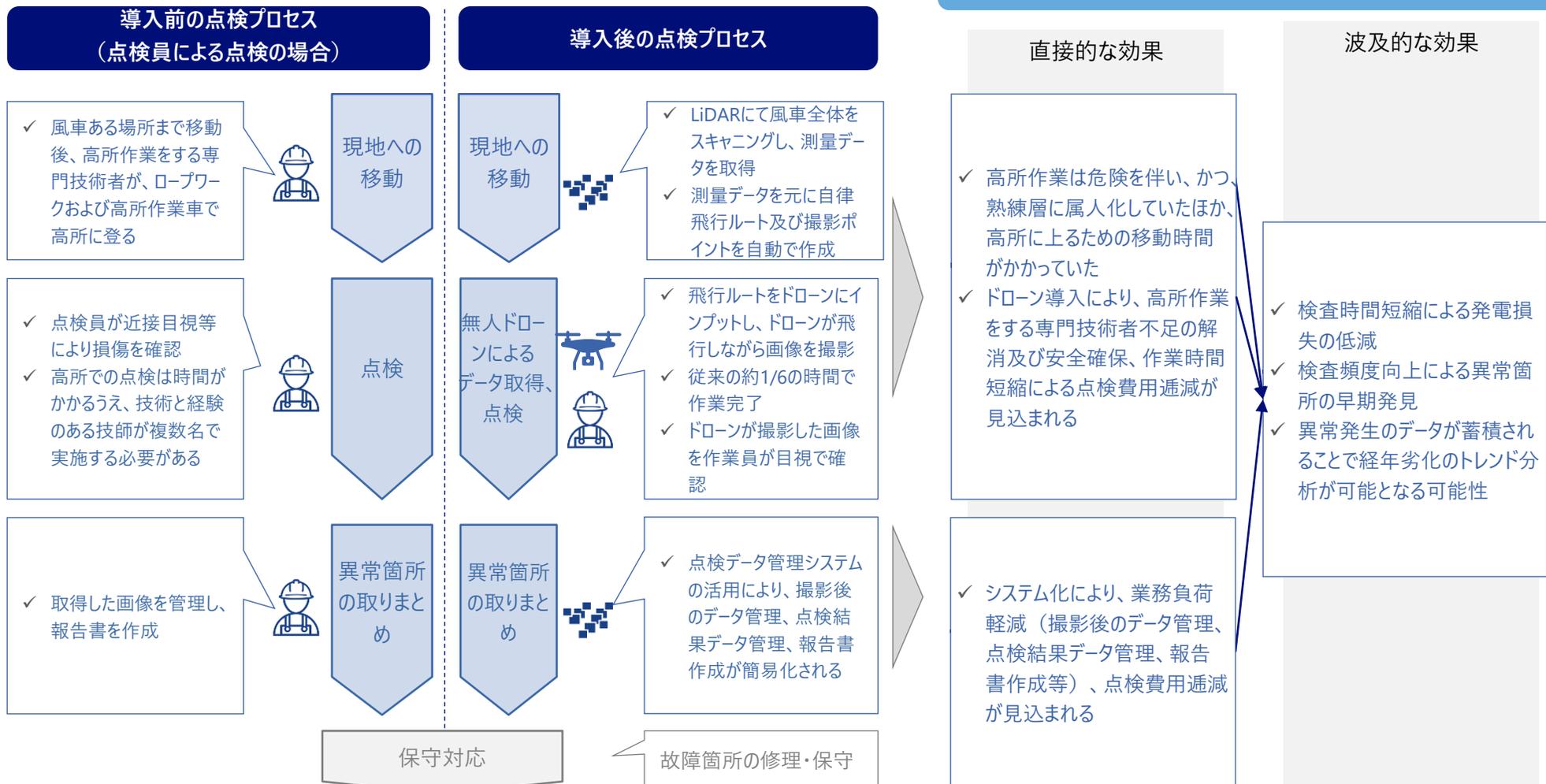
風力発電所の外観点検業務における自動飛行ドローンを活用した点検システム構築

技術提供事業者：株式会社グリーンパワーインベストメント

- ドローンを活用することで異常検出業務のプロセスが一部無人化され、業務が効率化することが期待される（従来と比較して一連の業務に必要な時間が6分の1程度にまで削減される想定）。

業務プロセスのBEFORE/AFTERと期待効果

プロセスの変化によりもたらされる効果（現在は実証段階）



ドローンとAIを活用した太陽光発電所の遠隔監視システム

技術提供事業者：エナジー・ソリューションズ株式会社

導入対象	事業用の太陽光発電設備（50kW以上の設備）
現状の業務内容	点検員が現地に行き、設置エリア内を歩きながら目視および赤外線カメラを使って異常の有無を確認
直面していた課題	現場を監督する電気主任技術者の減少により業務効率化を図る必要性
活用技術	無人飛行ドローンによる赤外線動画の取得とAIによる解析
期待効果	異常検出業務の効率化

導入技術

ドローンと発着基地（ドローンHUB）



- 無人飛行のドローン（現地のパイロットが不要）による赤外線モジュール検査
- 事前にスケジュールを設定すれば風速等の飛行環境も踏まえて自動で点検・報告を実施

ドローンの操縦画面



遠隔監視画面とAI解析結果のイメージ



ドローンとAIを活用した太陽光発電所の遠隔監視システム

技術提供事業者：エナジー・ソリューションズ株式会社

導入技術の特徴

技術的特徴

無人ドローンの導入により遠隔から点検可能
であるため、必要な工数が大幅に削減

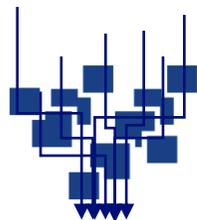
**赤外線カメラの映像をAI分析することにより
効率的に異常箇所を把握**
することで、必要な工数が大幅に削減

現場で生じていた問題

（ドローンを活用した点検の場合）※本事例集作成時では実績はこれからの段階
ドローンの飛行準備や撤収作業をするために現地に行く必要がありドローン
を活用しても時短効果が小さい

（点検員による点検の場合）太陽光発電設備の全ての接続箱の電流
異常を確認し、異常がある場合は当該接続箱が対応する太陽光発電設
備を赤外線カメラを使って確認することになり工数がかかる

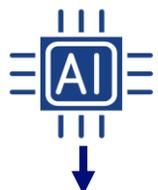
導入技術の機能



データのインプ
ト

- 主なインプットデータを下表に示す。AIへのインプットはドローンにより取得される赤外線カメラによる動画である。一方、固定センサーはドローンが離着陸するポイントに設置しており、ドローンが飛行可能か、点検を実施できるか（日射量が小さいと発電量が小さく異常検出が不可）を判定するために必要な情報を取得する。

カテゴリ	データ項目
ドローンにより取得	赤外線カメラによる動画（動画容量300~500MB程度）
固定センサーにより取得	風速、雨量、気温、日射量（1分間隔でデータ取得）



AI分析

- 赤外線カメラの動画データを分析し、部分高温、クラスター（パネルの構成要素）異常、モジュール全体の異常（1枚のパネル）、ストリング（モジュールを直列に接続したもの）の回路異常を検出する。



分析結果のレ
ポータイング

- AIによる確認結果を踏まえ、異常箇所がある場合は現地での詳細点検を計画している。
- 異常箇所の**検出精度は93.61%**を達成（太陽の反射光の影響を受けるケースがあったため再学習を実施予定）。
- 異常箇所のレポートイングまで人手を介さずに完結させることが可能**である点が特徴である。

ドローンとAIを活用した太陽光発電所の遠隔監視システム

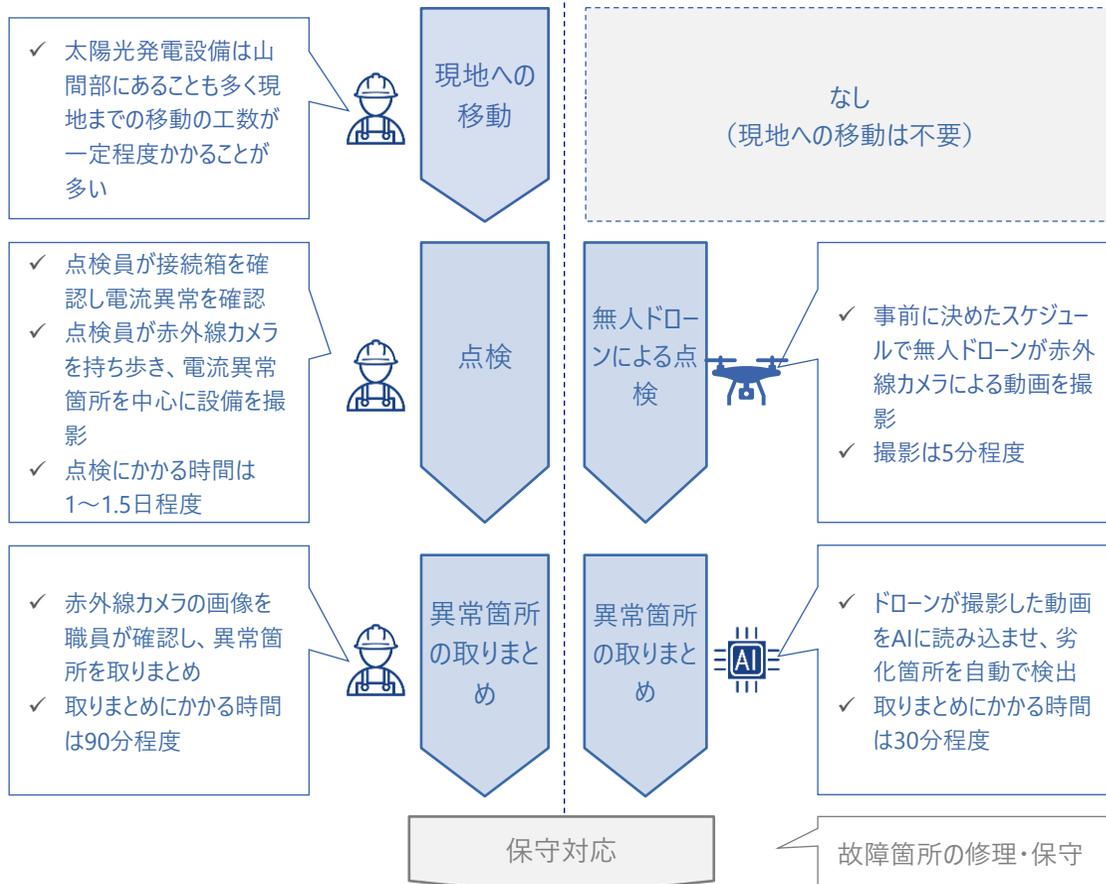
技術提供事業者：エナジー・ソリューションズ株式会社

- ドローンとAIを活用することで異常検出業務のプロセスが一部無人化され、業務が効率化することが期待される（従来と比較して一連の業務に必要な時間が3分の1程度にまで削減される想定）。

業務プロセスのBEFORE/AFTERと期待効果（下図中の作業時間は1 MWの設備の場合のイメージ）

導入前の点検プロセス （点検員による点検の場合）

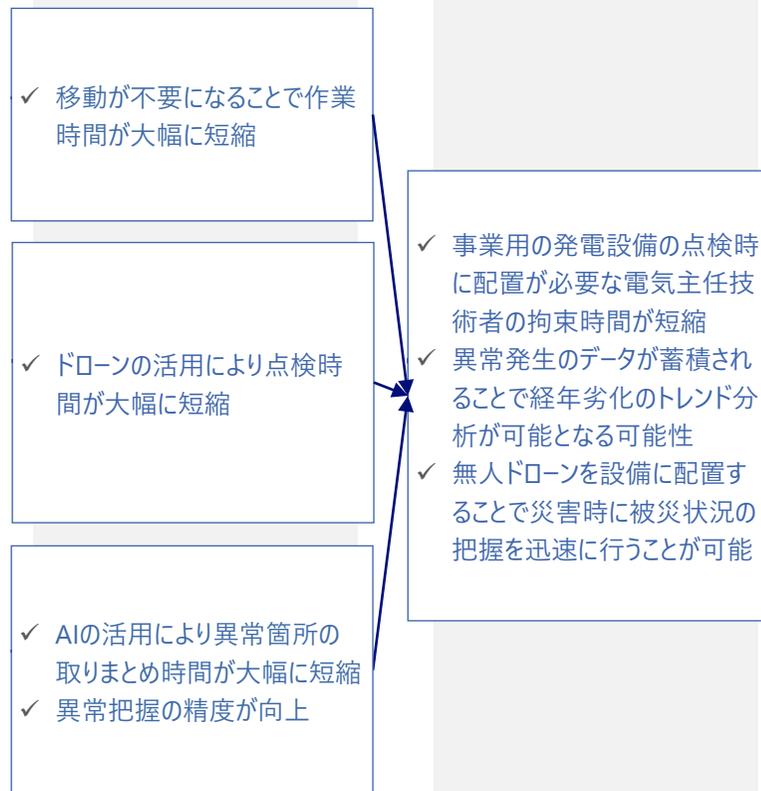
導入後の点検プロセス



プロセスの変化によりもたらされる効果

直接的な効果

波及的な効果



太陽光発電設備における遠隔監視データを活用した異常予兆検知システム

導入事業者：オーナンバ株式会社

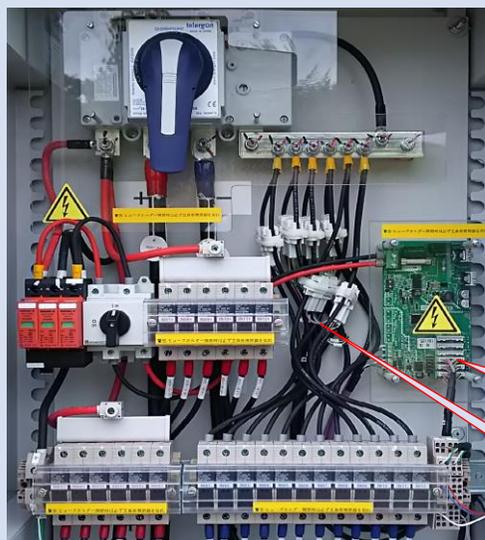
導入対象	太陽光発電設備の発電システム監視業務
現状の業務内容	保守ご担当の経験値、または設備巡視員の五感に基づく設備異常の感知・気付き
直面していた課題	発電所の監視・保守業務* における人材不足の解消、業務の属人化の解消に向けた劣化傾向診断機能を追加したが、大型発電所の劣化傾向の正しい診断には中間変電所毎のデータチューニングが必須で専門技術を要していた
活用技術	監視データを用いたストリングの劣化予兆システムに乖離率判定を追加、及びその結果の可視化ツールの実現
期待効果	発電所の周辺環境に影響されず、定量的な劣化予兆判断の実現、現場での異常状態の確認作業を省力化・遠隔化

* JPEA・JEMA発行の「太陽光発電システム保守点検ガイドライン」

導入対象設備

パワーコンディショナ、及びストリング計測システム内蔵の接続箱例

ストリング計測システム内蔵接続箱



MATASサーバー
データ解析処理

パワーコンディショナ

インターネット回線

データ

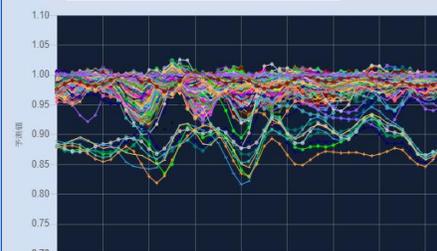
データ

データ収集装置

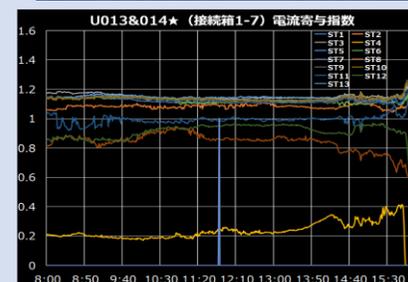
ストリング計測ユニット

ストリング電流センサー

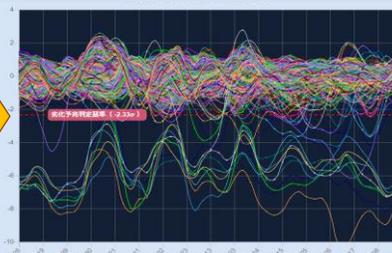
MATAS劣化傾向判定



電流寄与指数法による故障判定



乖離率判定による判定で精度向上



IVカーブ計測不具合と強い相関



太陽光発電設備における遠隔監視データを活用した異常予兆検知システム

導入事業者：オーナンバ株式会社

導入技術の選定理由

遠隔監視システムの技術的特徴

状態把握において遠隔監視データを活用することで、現場監視の一部を代替、作業量減少に貢献

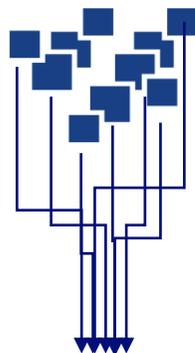
定量基準で異常検知可能な指標の導入により監視要員のスキルに依存しない監視用ツールを開発

現場で生じていた課題

現場における異常監視業務を高頻度かつ多くの箇所で実施する必要があり、作業負担が大きい

発電所における機器の劣化判定は日々のデータを解析しても、環境影響等を加味して判断することが難しく、監視要員の属人的な判断が必要だった

導入技術の機能



データの
インプット

- ・ インプットデータは、遠隔監視システムから収集したデータ（ストリング単位で取得している1分データの1週間最大値を抽出）である。具体的な項目を下表に示す。

データ収集目的	カテゴリ	データ項目
異常予知検知	電流データ	各発電所における電流（例：1 MW発電所で250ストリング）
	環境データ	日射条件、設置条件
現状の性能判定	電流データ	各発電所における電圧、電流

- ・ 各データは、これまで現場の作業員が異常検知・状態把握をする際に、監視対象としていた項目である。それぞれにおいて、将来の異常予知（劣化予知）では従来のMATAS判定に「乖離率判定手法」（発電性能を把握する指標）を追加、現在の性能判定では、新たに「電流寄与指数法」（現在の特性良否を測定する指標）を搭載。



異常検知

- ・ （異常予兆検知）上記インプットデータを基に、ストリングごとに**MATAS乖離率を計算して、この数値が一定水準を超えた際に異常予兆があると判断。**
- ・ （現状の性能判定）上記インプットデータを基に、電流寄与指数を導出し、ストリングごとの健全性を判断。

太陽光発電設備における遠隔監視データを活用した異常予兆検知システム

導入事業者：オーナンバ株式会社

- 異常予兆検知システムが導入されることで、異常予兆が生じた箇所を特定でき、現場での保守作業が削減される。

業務プロセスのBEFORE/AFTERと期待効果

導入前の点検プロセス

健全性確認

- ✓ 定期的に現地でIVカーブ測定を実施



現場測定

- ✓ 現地の測定データから健全性を確認



健全性確認

異常検知

- ✓ 設備・発電量に関する異常を目視監視



現地での監視

- ✓ 異常箇所の特定と、対応の要否を判断



異常の把握

- ✓ 判断結果に基づく保守の実施



✓ 保守

導入後の点検プロセス

遠隔監視



- ✓ 健全性確認に必要な監視データを自動で取得

健全性確認



- ✓ 監視データから電流寄与指数を算出して、健全性を確認

遠隔監視



- ✓ 自動でデータ取得、遠隔監視システムがリアルタイム分析

異常の把握



- ✓ 監視データによる分析結果から、異常予兆を検知して自動警告

✓ 保守



- ✓ 出力された診断結果に基づく保守の実施

プロセスの変化によりもたらされる効果

直接的な効果

- ✓ データ取得作業の遠隔化
- ✓ 現地でデータを取得するための派遣工数が削減
- ✓ 異常を検知した段階で的確を絞った現場確認が可能で現場作業工数の削減

- ✓ 現場での監視業務の省力化
- ✓ 定量指標に基づく異常判断の実現による、属人性の削減

- ✓ 異常予兆検知の実現による、保安の高度化（予防措置の実現）
- ✓ 今までの異常発生後のアクションから予兆検知ポイントについて、効率的、且つ計画的なメンテナンスが可能（月次、年次点検時に対応可能等）

波及的な効果

- ✓ 現場作業が抑えられるとともに保守保安業務における専門知識へのハードルが下がることによる保安要員の高齢化や人材確保への対応力強化
- ✓ 監視システムの役割が異常発生検知から異常発生予測に進展しその導入が広まることによる、日本の太陽光発電における保安力の高度化

目次 | 本先進事例集の構成

1 章	本先進事例集の概要	P. 02
i	本先進事例集について	P. 03
ii	本先進事例集の読み方	P. 04
2 章	スマート保安における先進事例	P. 05
i	本事例集にて取り上げる先進事例の一覧	P. 06
ii	分野別の先進事例	P. 08
3 章	スマート保安の期待効果	P. 77
i	AIシステムの導入による期待効果の概要	P. 78
ii	IoTの導入による期待効果の概要	P. 79
iii	防爆モビリティの導入による期待効果の概要	P. 80
4 章	スマート保安の検討・開発・導入・定着・展開時に想定されるKFS(重要成功要因)一覧	P. 81
i	スマート保安の検討・開発・導入・展開の実務ステップとKFS(重要成功要因)の一覧	P. 82
ii	各プロセスでのKFS(重要成功要因)詳細	P. 83

AIシステムの導入による期待効果の概要

AIシステム導入による期待効果の詳細

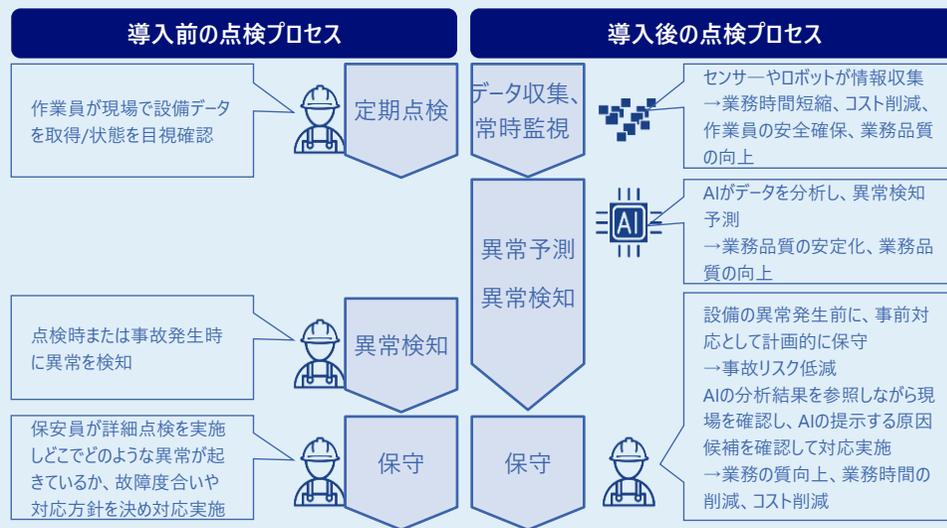
【主な業務プロセスの変化】

- AIの導入により、従来は人が行っていた、点検におけるデータ収集や異常判断に係るプロセスが短縮または削減される。
- また、従来は点検時または事故発生時に異常を検知していたが、データ収集およびAI推論による異常予測および回避操作の自動化が可能となり、予防保全が可能となる。
- さらに、保守プロセスにおいては、AIが故障箇所や原因、対策を判断する支援をすることで業務の質が向上する。

【導入による効果】

- AI導入による直接的効果として最も挙げたのは「業務品質の向上」である。データに基づく異常予測による予防保全や、点検の頻度と範囲と時間の拡大及び精度の向上を実現できる。また、AIが故障箇所特定や原因究明、対応策を支援することで、より短時間に質の高い保安業務の遂行が可能となる。
- 保安業務の質が向上することで、異常予測や点検漏れ解消等による「事故リスクの低減」が可能となるという声も多く挙げた。

主な業務プロセスの変化



直接的および波及的な効果

直接的な効果	企業例	波及的な効果	企業例
業務品質の向上 異常予測の実現、点検頻度向上と範囲と時間拡大および精度向上、現場の思い込みや原因不明・対応、データ蓄積によるAIの精度向上に伴う保安力向上	千代田化工建設、関西電力(AI)、日揮、ENEOS、JFEスチール、日本製鉄、ハイテックシステム、東北電気保安協会	事故リスクの低減 異常予測による故障リスクの低減、点検漏れ防止による事故リスクの低減	千代田化工建設、関西電力(AI)、日揮、日本製鉄、ハイテックシステム、東北電気保安協会
業務品質の安定化 AIの異常診断により業務品質安定化、トラブル対応の非属人化、センサーデータ参照による現場点検の質平準化	関西電力(AI)、日本製鉄、東北電気保安協会	他業務への人材転用 削減時間を歩留まり改善や品質改善に重点、組織の柔軟性向上	ENEOS
業務時間の短縮 センサーやロボット等による人の点検業務代替による業務時間短縮、AIによる故障箇所や原因特定、対応策判断による業務時間短縮	千代田化工建設、関西電力(AI)、日揮、JFEスチール、日本製鉄、ハイテックシステム、東北電気保安協会	省エネルギー化 ガス投入量及び発生熱量の余剰削減、省エネ運転	JFEスチール、ENEOS
作業員の安全確保 暑熱環境下で炉温を1日4回100か所以上で実施していた業務をセンサーで代替、運転をAIで代替することで運転と巡回に必要な合計人員数を削減し有事は最低限の人数で対応	JFEスチール、ENEOS	人材育成の質向上 AIの判断結果を確認することで作業員のレベル向上	日揮、東北電気保安協会
業務コストの削減 業務削減による業務コストの削減と利益の増大	JFEスチール、大阪ガス	技術継承の不要化 AI活用によるベテラン作業員の技術継承不要化	JFEスチール
		製品品質の安定化・生産性向上 人ではない、AIの運転による品質の安定化、生産性向上	ENEOS、大阪ガス、横河電機・JSR
		組織横断導入による縦割り組織変革 AI導入活動を通じた縦割り組織変革	日揮

IoTの導入による期待効果の概要

IoT導入による期待効果の詳細

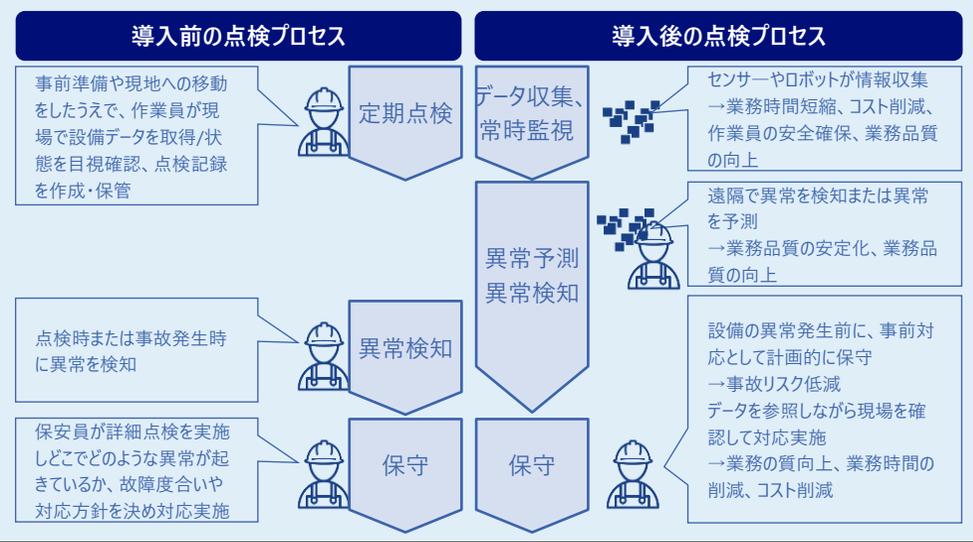
【主な業務プロセスの変化】

- IoTの導入により、事前準備や現地への移動なくデータの収集が可能となる他、常時監視も実現される。また、常時監視によるデータ蓄積により、遠隔での異常検知および異常予測が可能となる。
- 従来は故障発生時に現場で少ないデータから原因特定や対応を決める必要があったが、事前に故障箇所のデータを取得・分析することで、事前準備をしたうえで保守対応が可能となる。

【導入による効果】

- IoT導入による直接的効果として最も挙げたのは「業務品質の向上」と「業務時間の短縮」である。また、IoT導入の効果として、「災害時の迅速な対応」が可能となるといった声も見られた。
- 波及的効果として、点検および準備期間短縮による「生産性向上」が可能となるという声も多く挙げた。

主な業務プロセスの変化



直接的および波及的な効果

直接的な効果	企業例	波及的な効果	企業例
業務品質の向上 人が立ち入れない場所の点検実現、異常発生時の即時把握、予兆検知による事前準備を踏まえた保守対応、データ蓄積による経年劣化トレンド分析実現、異常の見落とし削減	Liberaware、エナジーソリューションズ、中国電力、ハイテックシステム、北海道ガス、グリーンパワーインベストメント、東京ガス、住友化学、ソディアック、三菱ケミカル等	生産性向上 点検及び準備期間（冷却や設営等）削減による稼働停止期間の売上損失の減少	Liberaware、関西電力（ドローン）、中国電力、グリーンパワーインベストメント、エナジーソリューションズ
業務品質の安定化 AI定量的な異常判断の実現による属人性の排除、人為的なミスによる検査漏れなどを防止	住友化学、北海道ガス、ソディアック、オーナンバ	予兆保全に基づく計画的なメンテナンスの実現 オーバーホール等十数年ごとに実施している点検業務を劣化状況を踏まえて適切な時期に実施可能	神奈川県企業庁、オーナンバ
業務時間の短縮 準備・撤収期間削減、点検業務の省人化（電気主任技術者の拘束時間短縮など）、故障の現状把握と原因探索に係る時間を短縮、検査記録や報告書作成および検収時間短縮	Liberaware、関西電力（ドローン）、エナジーソリューションズ、中国電力、ハイテックシステム、北海道ガス、グリーンパワーインベストメント、東京ガス、住友化学、ソディアック等	事業収益力の向上 点検コストの圧縮分を全社推進している案件の投資に振り分け、継続的成長に向けた成長投資に振り分け	関西電力（ドローン）、ハイテックシステム、北海道ガス
作業員の安全確保 付着物の落下リスクがある地域や高所作業、ガス漏洩地域など危険地域への立ち入り不要化	Liberaware、関西電力（ドローン）、グリーンパワーインベストメント、東京ガス、三菱ケミカル	働き方改革の実現 長時間労働の解消	北海道ガス
災害時の迅速な対応 災害時に被災状況の把握を迅速に行うことが可能	エナジーソリューションズ		

防爆モビリティの導入による期待効果の概要

防爆モビリティ導入による期待効果の詳細

【主な業務プロセスの変化】

- 防爆モビリティの導入により、従来は人が行っていた巡回、情報収集、データ処理・蓄積プロセスがロボットにより代替される。
- また、デジタルデータの蓄積により、高度なデータ分析が可能となることで、業務の質が向上する。

【導入による効果】

- 防爆モビリティ導入により、人の安全確保および業務時間を削減できるほか、巡回時間向上及びデータ分析による業務品質向上、属人的でない安定的な業務の遂行が可能となる。
- また、保安の質が向上および安定することで事故リスクを低減につながる。さらに、異常発生時には、ロボットが人に代わって情報収集することで、人が作業する場合に必要であった換気や準備等の時間を短縮できるため早期復旧が可能となる。

主な業務プロセスの変化

導入前の点検プロセス

昼夜間を問わず、現場を巡回
インシデント発生時は必要安全具を装備の上、異常箇所への駆け付け



巡回点検

導入後の点検プロセス



防爆ロボットが巡回
→業務時間短縮、作業員の安全確保

点検・情報取得が必要な箇所について人が操作や確認作業



操作・データ取得



点検・情報取得が必要な箇所についてロボットが対応
→業務時間短縮、業務品質の向上

紙媒体で取り纏め、報告書等を作成し、書庫に保管



データ処理・蓄積



ロボットが取得した情報をデジタルデータとして処理、蓄積
→業務時間短縮、業務品質の安定化、業務品質の向上

データ分析



高度なデータ分析を実施
→業務品質の向上

直接的および波及的な効果

直接的な効果	企業例	波及的な効果	企業例
業務品質の向上 人は常時は見ておらず、能力・環境による差異（主観的）やミスもあったが、点検カバー時間率50%増 データ蓄積により、発報時に平時の画像などを比較確認できる	爆発性雰囲気が存在する可能性がある事業者（プラント事業者、石油ガス化学産業に携わる企業など） ※本事例集では、モビリティメーカーである三菱重工工業のページに、技術事例を記載	事故リスクの低減 常時監視および、品質の安定した巡回により事故リスク低減	爆発性雰囲気が存在する可能性がある事業者（プラント事業者、石油ガス化学産業に携わる企業など） ※本事例集では、モビリティメーカーである三菱重工工業のページに、技術事例を記載
業務品質の安定化 人は常時は見ておらず、能力・環境による差異（主観的）やミスもあったが、検知性能はベテランには（当初は）劣るが客観的		他業務への人材転用 削減時間を歩留まり改善や品質改善に重点、組織の柔軟性向上	
業務時間の短縮 巡回点検、データ取得、データ処理・蓄積に係る人の業務時間を短縮可能（ロボット導入前に比し25%減の省人化）		人材育成の質向上 AIの判断結果を確認することで作業員のレベル向上	
作業員の安全確保 ガス検知器を確認しながら風上から人が突入検査を実施していたが、ローバーが遠隔で情報収集することで人の安全確保が可能		生産性向上 異常時にロボットが情報収集することで、人の準備時間やガス換気時間を短縮でき、早期復旧が可能	
業務コストの削減 業務削減による業務コストの削減と利益の増大		企業ブランディングやPRへの寄与 労務環境改善をPRできる	

目次 | 本先進事例集の構成

1章	本先進事例集の概要	P. 02
i	本先進事例集について	P. 03
ii	本先進事例集の読み方	P. 04
2章	スマート保安における先進事例	P. 05
i	本事例集にて取り上げる先進事例の一覧	P. 06
ii	分野別の先進事例	P. 08
3章	スマート保安の期待効果	P. 77
i	AIシステムの導入による期待効果の概要	P. 78
ii	IoTの導入による期待効果の概要	P. 79
iii	防爆モビリティの導入による期待効果の概要	P. 80
4章	スマート保安の検討・開発・導入・定着・展開時に想定されるKFS(重要成功要因)一覧	P. 81
i	スマート保安の検討・開発・導入・展開の実務ステップとKFS(重要成功要因)の一覧	P. 82
ii	各プロセスでのKFS(重要成功要因)詳細	P. 83

スマート保安の検討・開発・導入・展開の実務ステップとKFS（重要成功要因）の一覧

☝ KFS（重要成功要因）

事例企業

検討プロセス

- システム開発の全体像整理（目的や効果、技術や体制等）
- 検討開始の意思決定

経営層のスマート保安導入意識向上

スモールスタートでの導入開始

組織風土に応じた導入効果明示

東北電気保安協会
オーナンバ

日本製鉄

JFEスチール

開発プロセス

- 開発体制構築
- 現場担当と開発担当のコミュニケーション体制の構築
- システム開発

技術設計・開発担当と現場担当者のチーム組成と、適切なコミュニケーション体制の構築

現場の現況課題を捉えた全体構成と実利用を考えた設計

関西電力（AI）
中国電力

千代田化工建設

導入・定着プロセス

- 現場の巻き込み、合意形成
- 変革ごとのプロセスに応じた責任所在の再設計
- 経営層の理解促進

現場スタッフのスマート保安の必要性に対する納得感醸成

早い段階でコスト試算を行い、コスト面でのハードルの把握・解決

住友化学
日本製鉄

中国電力

展開プロセス

- 現在の取り組みを他拠点への展開
- 現在の取り組みを進化させる

組織的に「スマート保安」に注力する意識を醸成

技術保有企業とのネットワーク

北海道ガス

北海道ガス

検討プロセスでのKFS（重要成功要因）詳細

検討

開発

導入・定着

展開

👉 経営層のスマート保安導入意識向上



- 上層部からもIoTを用いて現場の負担を軽くするようにオーダーがあった。上層部が当初から業務負荷の軽減という課題を意識していたのは導入促進につながった。
- 外圧があるかどうか導入検討における一つの要素となる。当時、3G回線を通じた情報発信を行う自動通報装置を使用していたが、3G回線からLTE回線に切り替える検討を進めていた。（一般財団法人東北電気保安協会）

- 事業者向けにシステムや先進技術の導入を提案する際には、トップ層（経営層）向けに提案するほうが協力的に進むことが多い。他方で現場層に利用したいと思ってもらえるよう、現場層の困りごとを把握したうえで、そのニーズに沿った開発を実施している。（オーナンバ株式会社）



👉 組織風土に応じた導入効果明示

- 各部署がDXへの投資を実施しやすいように、DXに関する取り組み提案を受け付ける際に、明瞭な効果の記載がなくとも提案を受け付ける仕組みとしている。研究開発の取り組みについても、同様の形で積極的に受け入れるようにしている。（JFEスチール株式会社）



スモールスタートでの導入開始

- パッケージは、効果があるか分からないにも関わらずコストが高いため、導入のハードルが高い。まずはスモールスタートで効果を確認できるものを選定した。（日本製鉄株式会社）



開発プロセスでのKFS（重要成功要因）詳細

検討

開発

導入・定着

展開



技術設計・開発担当者と現場担当者のチーム組成と、適切なコミュニケーション体制の構築



- ・実証開始時は現場の担当者に対して、複数回システム説明会を実施し、システムの理解向上・疑問解消に努めることで、現場の担当者からの理解を得ることが出来た。
- ・現場の担当者からの理解を得る為、ロボットが巡視点検を代替するのに十分な性能を有していることを、検証中に繰り返し確認している。現場担当者と開発担当者で密に連携できるようコミュニケーション体制を構築することで、効率的に検証を進めることが出来た。
- ・経営層と合意しても、現場に「使い物にならない」と言われるとどうにもならないため、ロボットが巡視点検を代替する上で性能上問題がなく、現場運用に支障をきたさないことについて、エビデンスを基に時間を掛け、繰り返し説明を行うなど、現場の巻込・合意形成が重要となる。（関西電力株式会社（AI））

- ・技術が高度すぎても現場は使ってくれないことにも留意が必要である。特にベテランは考え方を変えることに対する抵抗が大きいため、理屈で納得してもらう必要があり、データ処理のプロセスの全体像をきちんと伝えることが大事だと考えている。本件に関しても、1秒単位の故障リスクが把握できるだけではなく、異常部位を絞り込み1次データまで確認できると伝えたところ、理解を示してくれたケースがある。（中国電力株式会社）



現場の現況課題を捉えた全体構成と実利用を考えた設計

- ・装置内の重要機器および計器選定は、装置を熟知した設計の観点と、現場作業員の運転制御の観点から議論を重ねて行った。
- ・現況の課題として、重要計器以外の機器・計器の網羅的な異常把握の課題と、異常要因選別をしたいという現場課題を考える必要があった。
- ・システムを現場で利用してもらうためには、実利用に耐えうるシステム構成・UX設計(通知・表示・画面遷移・入力等の方法・設計)が必要であり、現場作業員と設計途中から意見を多くもらうようにした。（千代田化工建設株式会社）



導入・定着プロセスでのKFS（重要成功要因）詳細

検討

開発

導入・定着

展開

現場スタッフのスマート保安の必要性に対する納得感醸成



- 現場の課題やニーズを把握しており、適切なソリューションを提案できる人材を育成することが重要である。
- 手法の変化を伴う取り組みは、押しつけになりがちである。活用を担う人材が取り組みに参画し、成功体験を共有することが重要である。
- 人材のすそ野を広げるため、インハウスのデータエンジニア教育の際に素質のある人材が参画することで、スキルを身に付けるように取り組んでいる。（住友化学株式会社）

- チーム組成を重視し、現場経験を持つ人材がシステム設計に携わり、毎日現場スタッフと画面の見せ方等の打ち合わせを実施した。
- 効果があるか不確実であるにも関わらず、パッケージソフトは高額であるため、まずは同一ライセンスで複数ラインのインバリエントを時分割で行う仕組みを構築した。（日本製鉄株式会社）



早い段階でコスト試算を行い、コスト面でのハードルの把握・解決

- できるだけ早い段階で、基本機能の導入に要するコストの見通しを持つことが重要。機能についてはいくらでも事後的に追加実装できるが、コストがネックとなり導入できない事例が散見される。（中国電力株式会社）



展開プロセスでのKFS（重要成功要因）詳細

検討

開発

導入・定着

展開

組織的に「スマート保安」に注力する意識を醸成



- 普段から国や業界団体で議論されている内容を把握し、組織としてスマート保安への理解を深めることが重要と考える。
- 社内的にはペーパーレス化や自動化が重要という認識の下で、取組の領域を拡大してきた経緯がある。スマート保安の重要性が浸透していれば新たな展開についての意思決定も円滑に行うことができる。（北海道ガス株式会社）

技術保有企業とのネットワーク

- 外部の技術保有企業とのディスカッションから得られた気づきがきっかけとなり、スマート保安の取組を拡大させた。特に通信会社や商社など先端技術に明るい事業者からの情報提供は有用であると感じる。事例集の対象となったスマート保安の取組も通信会社に提供してもらった農業分野での先端事例の情報をもとにアイデアを具体化した。
- 現場の課題を把握していれば、様々な企業とコミュニケーションを取る中で、新しいアイデアが生まれる可能性がある。そのためにも、外部企業との議論は積極的に行うことが望ましい。（北海道ガス株式会社）

