



スマート保安先行事例集

～安全性と収益性の両立に向けて～

平成29年4月

経済産業省 保安課

目次

1	本事例集の概要	1
1.1.	本事例集について	2
1.2.	本事例集におけるスマート化投資の技術について	3
1.3.	保全・保安業務へのスマート化技術活用の方法	4
2	スマート化投資のメリット	5
2.1.	スマート化投資による保安面及び収益面のメリット	6
2.2.	安全性向上の手段としてのスマート化	7
2.3.	収益性向上の手段としてのスマート化	10
3	スマート化投資の成功要因	13
3.1.	スマート化の成功要因	14
3.2.	強いリーダーシップ／ボトムアップの文化・仕組み	15
3.3.	段階的な導入／システム導入のタイミング	16
3.4.	外部専門企業との協働／技術研修	17
3.5.	システムの調整・最適化	18
4	スマート化投資を行った事例	19
4.1.	個別事例から見た各社が享受したメリット 一覧	20
4.2.	企業別個表	21
	用語・調査方法の解説	71
	本事例集における用語の定義	72
	本事例集における調査方法	74

石油精製

1. 太陽石油株式会社 四国事業所 21
2. 富士石油株式会社 袖ヶ浦製油所 23

石油化学

3. 宇部興産株式会社 宇部ケミカル工場 25
4. JNC石油化学株式会社 市原製造所 27
5. 昭和電工株式会社 川崎事業所 29
6. 住友化学株式会社 31
7. テクノポリマー株式会社 四日市事業所 33
8. 丸善石油化学株式会社 千葉工場 35

一般化学

9. 旭化成株式会社 水島製造所 37
10. 花王株式会社 和歌山工場 39
11. 四国化成工業株式会社 丸亀工場 41
12. 株式会社ダイセル 網干工場 43
13. 東洋合成工業株式会社 市川工場 45
14. 日本エイアンドエル株式会社 愛媛工場 47
15. 日本曹達株式会社 二本木工場 49
16. 三菱ガス化学株式会社 四日市工場 51

電力

17. 関西電力株式会社 舞鶴発電所 53
18. 中国電力株式会社 島根原子力発電所 55
19. 中部電力株式会社 碧南火力発電所 57
20. 北海道電力株式会社 59

ガス

21. 大阪ガス株式会社 61
22. 東京ガス株式会社 63
23. 北海道ガス株式会社 65

インフラ等

24. ニッポン高度紙工業株式会社 米子工場 67
25. 東日本旅客鉄道株式会社 69

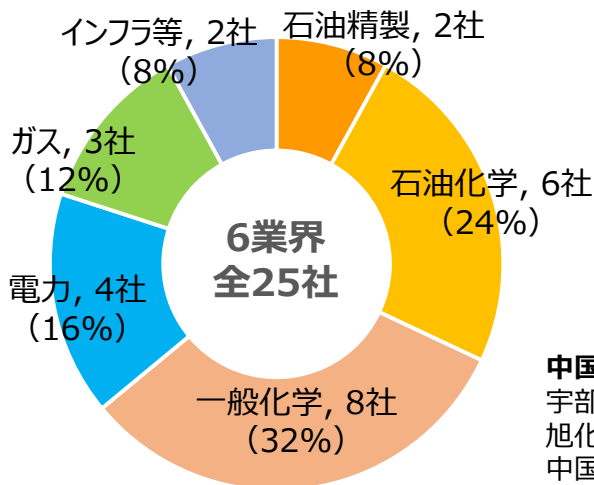
1

本事例集の概要

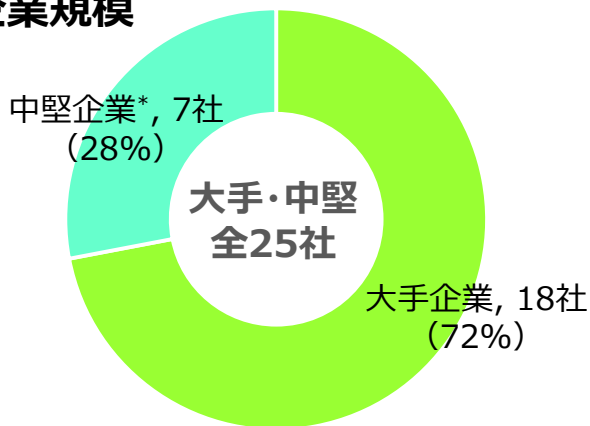
1.1.本事例集について

本事例集では、ヒアリングを通じて、スマート化投資を行った企業から得た情報に基づき、スマート化のメリット及び成功要因についてとりまとめ、以下の6業種に属する25社分を事例として収載した。

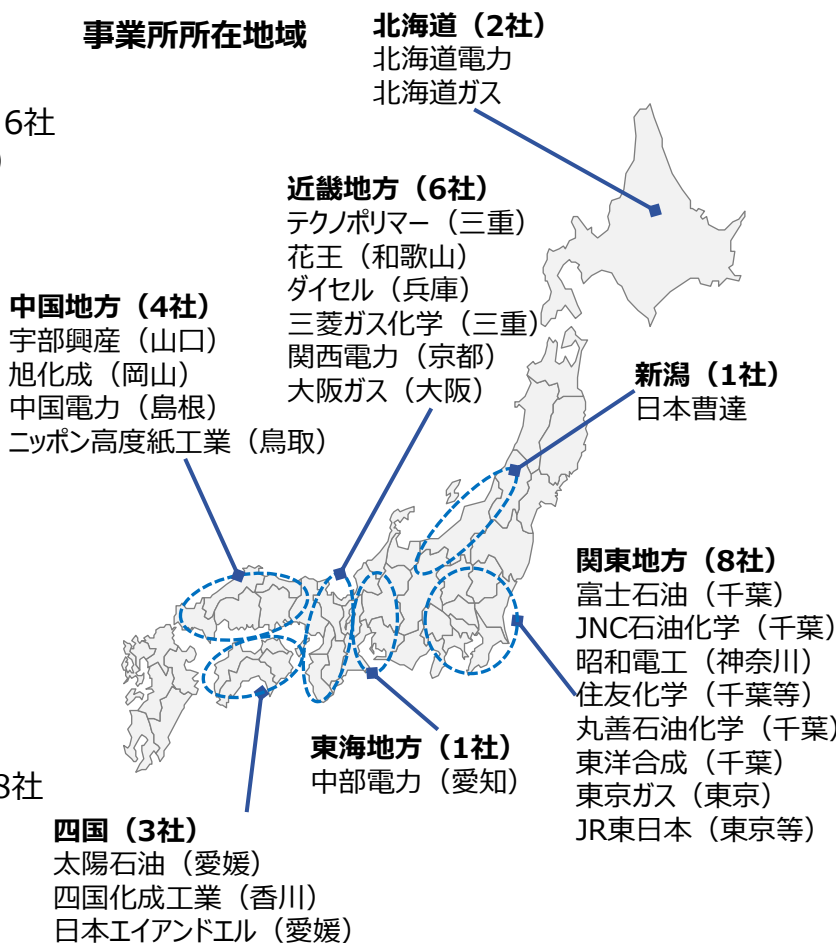
業界



企業規模



事業所所在地域



*本事例集では、資本金100億円未満の企業を指す

1.2.本事例集におけるスマート化投資の技術について

本事例集では、従来より大量・多種の情報を電子データとしてリアルタイムに取得・共有する技術や、人では気づかない異常の予兆検知の技術を導入・活用し、プラントの収益性や安全性を向上する取組をヒアリング対象とした。

スマート化技術の代表例は以下のとおりである。

スマート技術の事例

具体的活用方法

タブレットの活用



端末を活用し点検を効率化



- 現場で点検データや作業メモをタブレットに入力することで、履歴の電子化を促進

センサーの活用



より大量・多種のデータをリアルタイムに取得



- 調節弁にセンサーを搭載し（スマートバルブ）、稼働を止めずデータを収集可能

データベース化



作業記録等を電子データ化してノウハウを蓄積

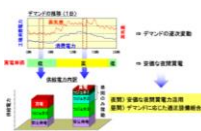


- 熟練運転員の知見・意思決定プロセスをデータベースに蓄積して共有

事前予兆検知



最適モデルを予測し、人では気づかない予兆を検知



- 過去の実績値等を基に発電量の最適化を図る

アラームマネジメント



重要な事故に繋がり得る予兆等に限定して、作業員に周知



- アラームシステムの閾値や頻度を設定することで、必要なアラームのみを作動

データ取得

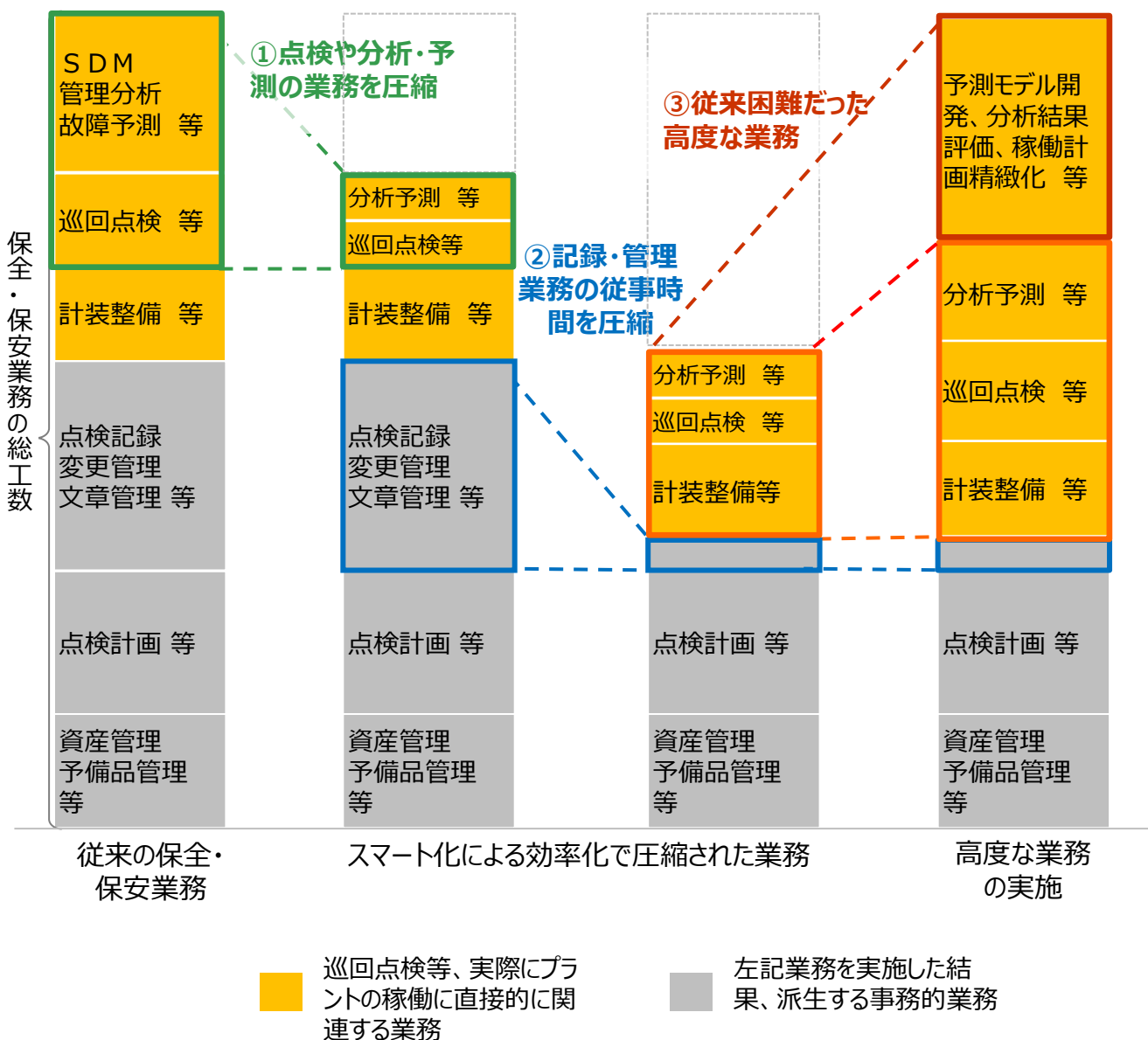
データ蓄積・分析

結果の周知

1.3.保全・保安業務へのスマート化技術活用の方法

本事例集の掲載企業の事例ではスマート化技術を、①従来の点検や分析業務の効率化・圧縮、②記録・管理業務の効率化・圧縮、③従来困難だった高度な保全・保安業務の実施などに活用した事例が存在した。

スマート化による従来の業務時間の圧縮とそれにより生まれた時間の活用イメージ



2

スマート化投資のメリット

2.1.スマート化投資による保安面及び収益面のメリット

本事例集では保安面及び収益面の2点に基づいて、スマート化投資のメリットを収集・分析した。その結果、本事例集における掲載企業（25社）の全てが、スマート化を通じて、保安面及び収益面双方が向上と回答。（25社のうち、21社が保安面・収益面双方の向上を目指してスマート化技術を導入、3社が保安面の向上、1社が収益面の向上を目指して同技術を導入した。）

また、本事例集では、保安面及び収益面のメリットをそれぞれ4点に分けて分析を行った。具体的なメリット及びその具体例は以下のとおりである。

保安面のメリット	具体例	収益面のメリット	具体例
 作業履歴の管理 12/25社	現場での作業に関するメモなど、 作業履歴を電子データ化。タブレット端末を用いて効率的かつ効果的に入力・保存できる仕組み でバックアップ（住友化学）	 エネルギーコストの削減 2/25社	熟練のノウハウ、過去の実績、予測値を組み合わせた シミュレーションを行うことで、工場全体の総光熱費の最適化を図り、1.2%の改善を実現 （花王）
 熟練ノウハウの蓄積・可視化 7/25社	ITを駆使して、これらをシステム化し、運転員の的確な判断と迅速な対処に貢献 （ダイセル）	 生産性向上による売上拡大 10/25社	異常予兆検知システムにより、 異常への早期対応及び安定稼働が可能 となり、 品質のぶれ幅を縮小 。品質を一定に保つことで従来より売上を向上（宇部興産）
 従来把握できなかった状態の監視 13/25社	ドローンの活用により、 危険な現場の点検が可能となり、点検作業の安全性が向上 。また、従来の 目視点検では確認しにくく見落としがちであった箇所も容易に確認可能 （関西電力）	 維持修繕におけるコスト削減 23/25社	全て手作業で行っていた発注書作成等の作業を自動化することで、 業務工数を約4分の1に削減 。（JNC石油化学）
 故障の予測 10/25社	新たに配管の腐食速度、腐食倍率を導きだし、 配管の腐食を予測することで、配管からの漏れ等のトラブルを未然に防止 （旭化成）	 新ビジネス創出を通じた売上拡大 1/25社	将来的には、 設備故障の予兆監視等の各サービスを国内外の火力発電事業者 に提供する 予定 であり、 インフラ輸出にもつながる 可能性を有する（中部電力）

2.2.安全性向上の手段としてのスマート化

本事例集では安全性向上のメリットを「作業履歴の管理」、「熟練ノウハウの蓄積・可視化」、「従来把握できなかった状態の監視」、「故障の予測」の4つに分類した。

メリットの概要

該当企業*

作業履歴の管理

- ✓作業とその判断の履歴を電子データとして記録することで作業の抜漏を防止
- ✓モバイルデバイスによる作業履歴の即時入力・共有を通じ、情報の検索工数を削減

12/25社

JNC石油化学 三菱ガス化学
住友化学 中国電力
テクノポリマー 大阪ガス
丸善石油化学 北海道ガス
ダイセル ニッポン高度紙工業
日本曹達 JR東日本

熟練ノウハウの蓄積・可視化

- ✓熟練作業員のノウハウをデータとして蓄積・可視化し、若手人材も保全業務に活用
- ✓システムに熟練ノウハウを反映し活用

7/25社

JNC石油化学 日本エイアンドエル
住友化学 三菱ガス化学
テクノポリマー
花王
ダイセル

従来把握できなかった状態の監視

- ✓従来の点検では見えなかった箇所を監視
- ✓点検に危険が伴う箇所を監視

13/25社

太陽石油 関西電力
富士石油 北海道電力
昭和電工 大阪ガス
旭化成 東京ガス
花王 北海道ガス
東洋合成工業 ニッポン高度紙工業
業 JR東日本

故障の予測

- ✓データ解析・予兆検知システムを通じた、異常の未然防止
- ✓熟練ノウハウや新しく利用可能となったデータを用いた、人による予測

10/25社

太陽石油 ダイセル
宇部興産 中国電力
JNC石油化学 中部電力
昭和電工 JR東日本
旭化成
四国化成

2.2.安全性向上の手段としてのスマート化 作業履歴の管理／熟練ノウハウの蓄積・可視化

作業履歴の 管理

概要

運転操作や点検、判断に関する履歴を電子データとして記録。トラブル対応時などは、過去の類似状況の検索・参照を容易にすることで、必要なタイミングで必要な情報を取得

ヒアリング企業の事例

現場での作業に関するメモなど、作業履歴を電子データ化。タブレット端末を用いて効率的かつ効果的に入力・保存できる仕組みでバックアップ（石油化学：住友化学）

紙資料の電子化を担当する専属のスタッフを配置し、必要性の高い資料を優先的に電子化。機器の部品の単価、作業に必要な工数、作業履歴等の設備保全に関連するほぼすべてのデータを保全管理システムに蓄積していった（石油化学：JNC 石油化学）

本システム導入により、引継ぎ情報を時系列で管理し、後から活用しやすい形式で運転異常への対応方法等のノウハウを蓄積することが容易になった（石油化学：テクノポリマー）

保安に係る各種情報を地図上で一元管理し、災害によりガス供給を停止した顧客を速やかに確定。各作業工程間で確実に情報連携を行い、復旧進捗状況の「見える化」を実現（ガス：大阪ガス）

該当事例数
12/25社



熟練ノウハウ の蓄積・可視 化

概要

熟練作業員のノウハウを電子データとして蓄積。モバイル等を通じて可視化・共有化し、若手人材も保全業務に活用

ヒアリング企業の事例

日々の稼働状況を数値化していく過程で、熟練のノウハウを蓄積・可視化。更にシミュレーション値と実際の稼働値の差などを日々若手と熟練で議論していくことにより、技術伝承のきっかけとしても作用（一般化学：花王）

熟練運転員へのインタビューを通して、意思決定方法を表出させ標準化。ITを駆使して、これらをシステム化し、運転員の的確な判断と迅速な対処に貢献（一般化学：ダイセル）

熟練人材のノウハウを基に、アラーム作動時の機器の対応操作手順を標準化し、若手人材が熟練ノウハウを活用（一般化学：日本エイアンドエル）

従来はノートに記録されていた作業の申し送り事項を、ナレッジデータベース機能を有するシステムに電子データとして入力・共有することにより、適切な操作方法・判断基準の伝承・標準化が進んでいる（一般化学：三菱ガス化学）

該当事例数
7/25社



2.2.安全性向上の手段としてのスマート化 従来把握できなかった状態の監視／故障の予測

従来把握できなかった状態の監視

該当事例数
13/25社



概要

センサーが搭載された機器で、従来の点検では見えなかった箇所を監視。高所点検に危険が伴う箇所を監視する機器や、普段見えない箇所の問題点を周辺情報から推測。より詳細な状態の把握につなげるとともに、危険が伴う作業を削減

ヒアリング企業の事例

従来は見えなかった緊急停止ロジックの作動状況（予め設定された条件に基づき回路や調節弁等の設備が正しく作動するか等）が可視化されるなど、万が一の場合の安全・安心な対応に備えた状態監視に寄与（石油精製：富士石油）

（スマートバルブにより）調節弁の動作状況など、従来の点検では取得できなかったデータが入手でき、異常を検知しやすくなった（石油化学：昭和電工）

ドローンの活用により、危険な高所へ人が行かずとも、現場の点検が可能となるため、点検作業の安全性が向上。また、目視点検では確認しにくく見落としがちであった箇所も容易に確認可能（電力：関西電力）

（送電線故障情報システムにより）故障地点の標定誤差（標定された故障地点と実際の故障地点との距離）が、従来の手法と比較して平均約1/7に縮小され、より高精度で状態を管理できるようになった（電力：北海道電力）

故障の予測

該当事例数
10/25社



概要

データ解析・予兆検知システムにより異常を予兆段階で検知。故障や事故を未然に防止すると共に、設備の余寿命をより正確に予測し、適切なタイミングで修繕・交換を実施

ヒアリング企業の事例

将来の重要プロセス変数のトレンド予測に基づき、プラントの異常運転により生じる設備の故障も予測しアラームを発する。有効なアラームの割合は10か月で約60%程度である（石油精製：太陽石油）

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（石油化学：宇部興産）

新たに配管の腐食速度、腐食倍率を導きだし、配管の腐食を予測することで、配管からの漏れ等のトラブルを未然に防止（一般化学：旭化成）

検測車両の走行時に、軌道の高低差や架線設備の摩耗状態などの設備状態のデータを収集。閾値を逸脱したデータを検知した場合、速やかに職場へ送付（インフラ等：JR東日本）

2.3.収益性向上の手段としてのスマート化

本事例集では収益性向上のメリットを「エネルギーコストの削減」、「生産性向上による売上拡大」、「維持修繕におけるコスト削減」、「新ビジネス創出を通じた売上拡大」の4つに分類した。

	メリットの概要		該当企業*
 エネルギーコストの削減	✓稼働の安定化を通じたエネルギーコストの削減	2/25社	花王 ダイセル
 生産性向上による売上拡大	✓異常の予兆検知と早期対応により設備トラブルを防ぎ、稼働率を向上 ✓異常検知システムによる品質のブレ幅縮小などにより、価格の高い高品質製品の生産量を増加	10/25社	太陽石油 宇部興産 JNC石油化学 テクノポリマー 四国化成 ダイセル 東洋合成工業 日本エイアンドエル 三菱ガス化学 中部電力
 維持修繕におけるコスト削減	✓従来より広範囲・高頻度な点検を通じ、必要なタイミングのみで修繕・交換することで、無駄な費用を回避 ✓点検や分析業務の機械化、および紙文書の電子データ化等による業務工数削減	23/25社	（太陽石油、花王を除く全社）
 新ビジネス創出を通じた売上拡大	✓ベンダーの技術をベースにしつつ、自社で開発を加えたシステムを、プラントのスマート化製品として他社に販売	1/25社	中部電力

* 企業によっては複数のメリットが該当

2.3.収益性向上の手段としてのスマート化 エネルギーコストの削減／生産性向上による売上拡大

エネルギーコストの削減

概要

異常の予兆検知やアラームシステムを活用し、異常の発生を未然に防ぐことで稼働を安定化。エネルギーのロスを防ぐ

ヒアリング企業の事例

熟練のノウハウ、過去の実績、予測値を組み合わせシミュレーションを行うことで、工場全体の総光熱費の最適化を図り、1.2%の改善を実現（一般化学：花王）

該当事例数
2/25社



運転員の作業負荷件数90%削減するとともに、安全・安定生産や品質改善、コストダウンを実現し、総原価20%の削減や生産性3倍を達成（一般化学：ダイセル）

生産性向上による売上拡大

概要

異常の予兆検知と、それに基づく早期対応により設備トラブルを未然に防ぎ、稼働を安定化。設備の停止や異常に伴う機会損失の減少・品質のブレ幅縮小により、生産性を向上

ヒアリング企業の事例

異常予兆検知システムにより、異常への早期対応およ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（石油化学：宇部興産）

修理計画や予算策定、発注書作成作業を自動化することで、業務工数を約4分の1に削減。工数削減によって得た時間は、保全周期の再考等の業務改善や、より付加価値の高い事業の検討等、プロジェクト的な活動にあてられるようになった（石油化学：JNC石油化学）

該当事例数
10/25社



申し送りの電子化により品質トレンドが管理しやすくなり、収益減の要因となりうる品質のばらつきの抑制を実現（一般化学：三菱ガス化学）

稼働効率の低下因子を分析・検知し、早期に対応。稼働率向上により収益が増加（電力：中部電力）

2.3.収益性向上の手段としてのスマート化 維持修繕におけるコスト削減／新ビジネス創出を通じた売上拡大

維持修繕にお けるコスト削減

概要

高頻度な点検や分析・予測、アラーム発出業務等の機械化や、紙文書の電子データ化とモバイルを活用した情報共有等により、維持・修繕に係る業務工数を削減

ヒアリング企業の事例

稼働中のバルブの状態を把握し状態基準保全へ移行することで、不要なメンテナンスを1割程度回避し、コスト削減を図る（石油化学：昭和電工）

従業員の業務の約10%程度を占めた文書の検索作業を効率化。工事発注用仕様書の自動作成が可能となり、プラントの運転や保全に関わる従業員一人あたりの年間約180時間の工数を削減（石油化学：丸善石油化学）

（異常予兆検知システムにより）保守が必要な時期をより正確につかむことで、分解点検等の頻度を削減でき、将来、保守コストの低減につながる（電力：中国電力）

（地震防災システムによって）ガス管に被害を及ぼすような大きな揺れを検知した地域のガス供給を遠隔操作で停止。従来、現地作業のため40時間程度かかると想定されていたガス供給の停止作業が10分程度で済むようになった（ガス：東京ガス）

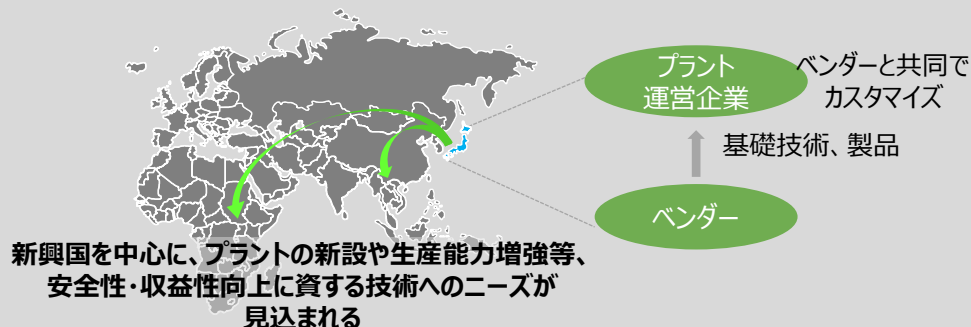
該当事例数
23/25社



新ビジネス創 出を通じた売 上拡大

概要

ベンダーの技術をベースにしつつ、自社で開発をしたシステムを、プラントのスマート化製品として他社に販売



ヒアリング企業の事例

将来的には、設備故障の予兆監視、要因分析および運転保守支援等の各サービスを国内外の火力発電事業者に提供する予定であり、インフラ輸出にもつながる可能性を有している

（電力：中部電力）

該当事例数
1/25社



3

スマート化投資の成功要因

3.1.スマート化の成功要因

ヒアリング企業がスマート化投資を行う際に、重要な事項として挙げた成功要因を7つに分類して記載を行った。

要因の概要

該当企業*

① 強いリーダーシップ

- ✓経営層によるスマート化方針の提示
- ✓予算不足や導入リスク等の現場が抱える課題の解決策の提供

11/25社

富士石油 日本曹達 中部電力
宇部興産 三菱ガス化学 北海道電力
住友化学 関西電力 ニッポン高度紙
四国化成 中国電力 工業

② ボトムアップの文化・仕組み

- ✓現場からの活発な提案
- ✓現場の人材も加わった技術の開発・導入

12/25社

太陽石油 丸善石油化学 中国電力
昭和電工 JNC石油化学 大阪ガス
住友化学 旭化成 北海道ガス
テクノポリマー 三菱ガス化学 JR東日本

③ 段階的な導入

- ✓効果を検証しながら、スマート化技術への投資規模を拡充、他事業所への横展開

8/25社

昭和電工 花王
住友化学 東洋合成工業
テクノポリマー 日本曹達
丸善石油化学 中部電力

④ システム導入のタイミング

- ✓スマート化の社会的気運の高まりを受けた導入検討
- ✓新プラントの増設のタイミングを狙った導入

5/25社

四国化成 中部電力
ダイセル 東京ガス
東洋合成工業

⑤ 外部専門企業との協働

- ✓自社に合った技術の提案や、導入時のカスタマイズにおける支援
- ✓社内人材へのIT技術研修における支援

3/25社

太陽石油
日本エイアンドエル
JR東日本

⑥ 技術研修

- ✓現場人材がスマート化技術を活用するための支援

8/25社

富士石油 日本エイアンドエル 東京ガス
宇部興産 関西電力
花王 中国電力
ダイセル

⑦ システムの調整・最適化

- ✓生産設備の更新等に合わせ、継続的にチューニングを実施

13/25社

太陽石油 花王 大阪ガス
宇部興産 ダイセル 北海道ガス
テクノポリマー 日本エイアンドエル ニッポン高度
JNC石油化学 三菱ガス化学 紙工業
旭化成 北海道電力

* 企業によっては複数の要因が該当

3.2. 強いリーダーシップ／ボトムアップの文化・仕組み

成功要因① 強いリーダーシップ

11/25社

- スマート化技術を導入する際は、経営層による自社のスマート化方針の提示が重要
- 経営層が、現場の抱える予算制限や導入リスクといった課題解決を支援し、不安感を減らすことが効果的

ヒアリング企業の事例

- ✓ **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（宇部興産）
- ✓ **本社IT部門が、本社の費用負担でのタブレット導入を各工場に打診**し、製造現場へのタブレット導入を推進（日本曹達）
- ✓ 本社にてスマート化の方針と導入技術の種類を定め各事業所に提案し、**事業所での取組を予算面や情報面などからサポート**（三菱ガス化学）
- ✓ システムの導入は**本店工務部を中心に決定**した。無駄な故障地点の探査が軽減されるなど、**現場でもメリットをイメージしやすいよう説明**がなされた（北海道電力）

成功要因② ボトムアップの文化・仕組み

12/25社

- 保全・保安現場の担当者からの自発的な提案に基づき技術導入が進められることにより、同じ現場の理解が得られやすく、技術導入がスムーズに行える
- 現場の人材も加わったシステムの開発・構築も効果的

ヒアリング企業の事例

- ✓ **本社経営層が生産現場を理解することを重要視**し、本社の保安部門等では現場経験者を半数程度配置。現場からの提案を促進する文化を形成（太陽石油）
- ✓ 現場が主体的にシステム導入を推進。**システム導入後も現場が発案したシステム改善に関するアイデアを取り纏めることで、導入効果を向上**（テクノポリマー）
- ✓ **事業所で独自に決裁できる予算**の範囲内で、現場主導による新技術導入を促進（昭和電工）
- ✓ 現場担当者からのニーズによりシステム構築が開始され、**現場担当者が開発に直接関与することで、使い勝手のよいシステムを構築**（北海道ガス）

3.3. 段階的な導入／システム導入のタイミング

成功要因③ 段階的な導入

8/25社

- まずモデルケースとなる事業所や、一部の部署において、スマート化技術の導入効果を検証し、効果が確認された技術から投資規模を拡充し、他事業所への横展開を図る

ヒアリング企業の事例

- ✓ **スモールスタート**で新技術を導入し、効果を確認後に導入規模を拡大（昭和電工）
- ✓ **本社がスモールスタートで多数の技術導入の検討を進め、効果が確認できたものから、拡充や複数事業所への横展開を実施**（住友化学）
- ✓ 優先度を付けて無線通信機能付きの液面計を設置するタンクを決め、小規模な技術導入で効果を実証（東洋合成）
- ✓ ベンダーとも協力し、**まずは実証的な研究で有効性を確認した後に本格導入**（中部電力）

成功要因④ システム導入のタイミング

5/25社

- 経営の効率化など業界・企業の転機を好機ととらえ、新技術を導入することが効果的
- 社内での新技術の活用への関心や気運の高まりを活用することも重要

ヒアリング企業の事例

- ✓ プラント増設のタイミングで、新しいシステムを導入（四国化成）
- ✓ **熟練運転員の減少と海外企業との競争激化に備え、システム開発を含む抜本的な業務改革を実施**（ダイセル）
- ✓ **社内でデータ活用の必要性が認識されたタイミングで、新技術を導入し、効果を実証**（東洋合成）
- ✓ 国内電力の需要低下に伴い、**経営効率化や新ビジネスの機会創出等の必要性が認識され、更に社会がIoTなどの新技術に注目するようになった頃に導入**（中部電力）

3.4. 外部専門企業との協働／技術研修

成功要因 ⑤ 外部専門企業との協働

3/25社

- ベンダーからの提案を活用して、技術の導入を実施
- 導入時のカスタマイズにおいてベンダーの知見を活用することでカスタマイズが効率的に実施できる

ヒアリング企業の事例

- ✓ベンダーの技術サポートによって、将来の重要プロセス変数の変動トレンド予測モデルを精緻化（太陽石油）
- ✓保安ベンダーと共同で、運転員の非定常時の対応力など、自社人材の保安面での熟練度合に適したアラームマネジメントシステムを導入（日本エイアンドエル）
- ✓検測（設備検査を目的とした測定）については、専門知識を有する関連会社に委託し、データの保存については、システム会社に委託することで、日々の検測作業を確立している（東日本旅客鉄道）

成功要因 ⑥ 技術研修

8/25社

- 導入したスマート化技術を現場の人材が活用できるようになるために、導入時に研修を行うことが重要
- 導入技術の習熟のために、定期的な研修も効果的

ヒアリング企業の事例

- ✓技術の採用担当者が仕様を習得した上で社内教育を行い、人材を育成。運転に係るシステムは単に機能面だけでなく、運用面でのノウハウも必要であり（保全部門担当者への引渡し、引取り等）、社内での人材育成が重要となる（富士石油）
- ✓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（宇部興産）
- ✓社内でITが得意な人材やITに関心のある人材に、社内のDCSに詳しい人材が技術教育を実施することで、自社内でシステム保守・改善が可能となった（日本エイアンドエル）
- ✓ドローンの操縦技術の研修を進めるとともに、設備に精通したベテラン社員の持つ点検ノウハウも併用することで、点検技能の習熟を図った（関西電力）

3.5. システムの調整・最適化

成功要因⑦ システムの調整・最適化

13/25社

- 実際に使用する現場職員のニーズに合わせて、導入システム・技術をカスタマイズ
- 導入時の一度だけでなく、生産設備の更新等に合わせて継続的にチューニングを行うことが重要

ヒアリング企業の事例

- ✓ 自社プラントの稼働設備における温度や圧力変動の傾向に合わせて**導入後のシステムをチューニングすることで、アラーム作動の精度や信頼性を向上**（太陽石油）
- ✓ 自社内でシステムの調整・最適化を続けることで、使い勝手の良い保全システムを構築（JNC石油化学）
- ✓ 現場のニーズに応じて、申し送り情報電子化システムやタブレットを柔軟に調整。事業所が導入技術を選定する際は拡張性を評価項目とし、**現場の運用方法に合わせ、柔軟に調整できるシステムを選定**（三菱ガス化学）
- ✓ システム設定（アラーム作動の閾値や頻度、優先度等）を**3ヶ月に1回、作業員の技量等に合うよう見直す**ことで、監視漏れ・操作ミスの防止効果を最適化（日本エイアンドエル）

4

スマート化投資を行った事例

個別事例から見た各社が享受したメリット 一覧

		安全性向上のメリット				収益性向上のメリット			
		作業履歴の 管理	熟練ノウハウ の蓄積・可視 化	熟練把握で きなかった 状態の監視	故障の予測	エネルギー コストの削減	生産性向上 による 売上拡大	維持・修繕に おける コスト削減	新ビジネスの 創出を通じた 売上拡大
石油精製	1	太陽石油株式会社 四国事業所		✓	✓		✓		
	2	富士石油株式会社 袖ヶ浦製油所		✓				✓	
石油化学	3	宇部興産株式会社 宇部ケミカル工場			✓		✓	✓	
	4	JNC石油化学株式会社 市原製造所	✓	✓	✓		✓	✓	
	5	昭和電工株式会社 川崎事業所		✓	✓			✓	
	6	住友化学株式会社	✓	✓				✓	
	7	テクノポリマー株式会社 四日市事業所	✓	✓			✓	✓	
	8	丸善石油化学株式会社 千葉工場	✓					✓	
	9	旭化成株式会社 水島製造所		✓	✓			✓	
一般化学	10	花王株式会社 和歌山工場		✓		✓			
	11	四国化成工業株式会社 丸亀工場			✓		✓	✓	
	12	株式会社ダイセル 網干工場	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	13	東洋合成工業株式会社 市川工場		✓			✓	✓	
	14	日本エイアンドエル株式会社 愛媛工場		✓			✓	✓	
	15	日本曹達株式会社 二本木工場	✓					✓	
	16	三菱ガス化学株式会社 四日市工場	✓	✓			✓	✓	
電力	17	関西電力株式会社 舞鶴発電所		✓				✓	
	18	中国電力株式会社 島根原子力発電所	✓		✓			✓	
	19	中部電力株式会社 碧南火力発電所			✓		✓	✓	✓
	20	北海道電力株式会社		✓				✓	
ガス	21	大阪ガス株式会社	✓	✓				✓	
	22	東京ガス株式会社		✓				✓	
	23	北海道ガス株式会社	✓	✓				✓	
インフラ等	24	ニッポン高度紙工業株式会社 米子工場	✓	✓				✓	
	25	東日本旅客鉄道株式会社	✓	✓	✓			✓	
合計		12	7	13	10	2	10	23	1

1. 太陽石油株式会社四国事業所

現場のノウハウを反映した異常の予兆検知システムを活用。稼働安定化による生産性向上につなげる

事業内容

事業内容



石油精製

事業所
従業員数



408名

所在地

愛媛県今治市

会社情報

本社
所在地

東京都千代田区

従業員総数

669名

資本金

56億円

生産
製品

石油製品
石油副産品

導入技術



重要プロセス
変動監視ツール

- ▶ 重要プロセス変数（温度・圧力等）を監視し、その将来の変動トレンドを予測することで、運転異常の予兆を検知
- ▶ 将来予測に基づいて緊急対応を促すアラームを作動させ、オペレーターの異常事態の見過ごしを防止

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット

- ☐ 作業履歴の管理
- ☐ ノウハウの蓄積・可視化
- ☒ 従来把握できなかった状態の監視
- ☒ 故障の予測

将来の重要プロセス変数のトレンド予測に基づき、プラントの異常運転により生じる設備の故障も予測しアラームを発する。有効なアラームの割合は10か月で約60%程度である

収益面のメリット

- ☐ エネルギーコストの削減
- ☒ 生産性向上による売上拡大
- ☐ 維持・修繕におけるコスト削減
- ☐ 新ビジネスの創出を通じた売上拡大

運転異常に影響し得る重要プロセス変数（温度や圧力等）の将来トレンドを予測し、運転異常の予兆を検知。正常化に向けた運転調整を早期に行うことで、安全・安定運転を維持し生産性を向上（売上拡大を意図したものではない）

スマート化技術導入の成功要因

2

ボトムアップの文化・仕組み

本社経営層が生産現場を理解することを重要視し、本社の保安部門等では現場経験者を半数程度配置。現場からの提案を促進する文化を形成

5

外部専門企業との協働

ベンダーの技術サポートによって、将来の重要プロセス変数の変動トレンド予測モデルを精緻化

7

システムの調整・最適化

自社プラントの稼働設備における温度や圧力変動の傾向に合わせて導入後のシステムをチューニングすることで、アラーム作動の精度や信頼性を向上

現場経験者を本社に配置し、現場からのボトムアップでの提案を促進

太陽石油は、東京に本社を置き、愛媛県今治市に石油精製プラントを持つ。

太陽石油の四国事業所では、プラントの運転・保全・保安に関わるベテラン人材が減少し、若手人材の割合が増加するにつれ、プラントの安全・安定稼働を左右するオペレーターの経験・スキルが低下していくことが危惧されていた。それらの懸念事項があっても保安レベルを維持していかなければ、安全・安定運転は維持できないと考え、早急な対応を求める声が多くなった。

今回取り上げる「重要プロセス変動監視ツール」は、そんな現場の声を反映し、導入したシステムである。

太陽石油では、現場の意見を尊重する風土がある。**本社の企画部門や保安部門において、現場経験者が半数程度を占めており、現場の事情を熟知している職員が多い。**本社の人材も、**現場ではプラントの安全・安定稼働にどのように取り組んでいるかを知っていることが重要という、経営層の方針**が反映されたものである。このように、現場から提案された取り組みが理解されやすく、導入されやすい仕組みがある。

現場のノウハウをシステムに反映し、有効アラームの割合を30%増加

プラント運転が非定常状態となったとき、従来のDCSのアラームシステムでは、大量のアラームが作動し、アラームの洪水状態になってしまうことで、オペレーターが重要なアラームに気づかないという事態が多発していた。「重要プロセス変動監視ツール」はそんな事態を解消するためのDCSとは別の独立したシステムである。

本システムは、**運転異常に繋がり得る温度や圧力などの重要プロセス変数の変動を常時監視し、変数と設備稼働状況の相関関係等のモデルを導出することで、将来の運転状況を予測するシステムである。**これにより、熟練以外の人材であっても、見えない状況の変化に早期に気が付くことができる。

重要プロセス変動監視ツールの導入時は、現場の製造部の人員が、温度や圧力等のパラメーターとすべき重要変数を選定した。そのパラメーターを、システムのベンダーが本アラームシステムに登録した。しかし当初は、アラームの誤報も多く、システムの未来予測に基づくもののうち、実際に有効だったアラームは30%程度に留まるものだった。アラームの精度を上げるため、システムを自社の生産設備に合わせてカスタマイズする段階では、**プログラミングなどに対応できる社内のIT人材では数が足りなかったため、ベンダーの技術サポートを活用した。**操業ノウハウを豊富に持つプラント運転管理部門長の指揮の下、ベンダーのコンサルタントが**現場の人材から聞き取りを行い、重要変数の変化に基づき緊急停止すべき閾値や、爆発につながりかねない限界閾値等を加味しながらチューニング**を行った。これにより、自社の生産設備に合った適切なタイミングで、未来予測に基づき可視化されたトレンドデータと合わせアラームが発せられるようになった。その結果、約10か月後には、**有効アラームの割合を30%から60%に増加**させ、アラームの精度を改善できた。

また、このシステムは、オペレーターの見逃しを防ぐよう、大型ディスプレイに、システムが予測した未来変動を強制出力するなど、チームで異常に気づき、対応できる環境を創出することにも一役買っている。

システムに依存せず活用できる人材の育成

重要プロセス変動監視ツールに限らず、様々な自動制御機能の導入により、保安力が向上した一方で、オペレーターが機械に頼りきってしまうことが懸念された。

そこで、**原油種或いは原料油切換えの際には製造工程の自動制御機能の一部を切って、オペレーターに手動で操作を行わせることで、作業員の知識・判断力・技術力の低下を防止している。**システムに依存するのではなく、操作理由を理解して判断できる人材を育て、安全なプラント運転に必要な技術を伝承している。

このように、太陽石油では、スマート化技術を活用しつつ、人材育成も行ことで、高い技術力を保持し、安定したプラント稼働に日夜注力している。

2. 富士石油株式会社袖ヶ浦製油所

プラントの安全性向上を目的に安全計装システムを導入。緊急時に安全かつ速やかにプラントを緊急停止することで、事故の防止と運転の早期正常化を行う

事業内容				導入技術	
事業内容	 石油精製			 安全計装システム	
事業所従業員数	 381名（平成28年10月1日現在）	所在地	千葉県袖ヶ浦市		
会社情報	本社所在地	東京都品川区	生産製品	➢ 従来の緊急停止の仕組みは多数のリレー（ハードウェア）により構築していたが、安全計装システムではプログラム（ソフトウェア）により構築 ➢ 緊急停止ロジックおよびその作動状況の最適化を容易にし、異常発生時の迅速・安全な対応に寄与 ➢ 安全性認証を取得したシステム	
	従業員総数	481名（平成28年10月1日現在）			
	資本金	245億円			
			石油製品 石油化学基礎製品		

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット

- ☐  作業履歴の管理
- ☐  熟練ノウハウの蓄積・可視化
- ☒  従来把握できなかった状態の監視
- ☐  故障の予測

従来は見えなかった緊急停止ロジックの作動状況（予め設定された条件に基づき回路や調節弁等の設備が正しく作動するか等）が可視化されるなど、万が一の場合の安全・安心な対応に備えた状態監視に寄与

収益面のメリット

- ☐  エネルギーコストの削減
- ☐  生産性向上による売上拡大
- ☒  維持・修繕におけるコスト削減
- ☐  新ビジネスの創出を通じた売上拡大

安全計装システムは、緊急停止に関わる設備の自己診断も可能とする。同システムを採用した結果、設備のハードウェアの定期更新が不要となり、保全費の低減に寄与

スマート化技術導入の成功要因

- 1 強いリーダーシップ

緊急時の対応として、安全度水準の高いシステムを採用したいという経営層からの強い要求があった
- 6 技術研修

技術の採用担当者が仕様を習得した上で社内教育を行い、人材を育成。例えばハードウェアからソフトウェアによる停止回路に変わったため、保全担当者の意識改善と教育、および保全部門から製造部への教育を実施

緊急時の安全性向上を目指す経営層の方針

富士石油は、千葉県袖ヶ浦に製油所を保有する石油精製企業である。

安全計装システムの導入の背景には、**大規模地震や装置の異常事態発生等により装置を緊急停止する場合に安全かつ速やかに停止し、爆発・火災等の二次災害を防止するという、経営層の安全に対する意識の高さ**が重要であった。

また、高度制御（多変数モデル予測制御）システム等の普及により、異常時には複数装置に波及する運転構成に変わってきており、**万が一の事象が発生した際に、安全性を担保するには、制御システムとは切り離された、より安全に停止できるシステムが必要**ということを経営層が認識していた。

そのような折に、製油所の保全部門から安全計装システム導入の提案が上がってきた。保全部門担当者は業界団体の勉強会でのユーザー企業による発表や懇親会、展示会、メーカーからの紹介等を通して、技術に関する情報を収集していた。提案を経営層に説明した結果、安全計装システム導入については、費用は掛かるが会社として安全・安心の観点から総合的にメリットが大きいと判断した。

システムの迅速な最適化と、自己診断による効率的な状態監視

従来の緊急停止システムは、リレーシーケンスに基づき構築されていた。それは、リレー（電磁継電器）と呼ばれる、回路の結節点で遮断弁を閉じるなどの操作を行う機器（ハードウェア）を用い、事前に設定された順序や閾値等のロジックに基づき稼働を停止する仕組みである。安全計装システムは、従来のハードウェアに基づくシーケンス制御から、ソフトウェアに基づくシーケンス制御への移行である。従来の仕組みの課題を解決しながら、安全性向上に寄与している。

例えば、プラントの稼働設備は適宜メンテナンスされるものだが、リレーシーケンスの改造が必要になった場合は、判定に必要な閾値の変更以外に、リレーや配線の追加・変更作業といったハードウェアの改造作業に大きな負荷がかかる。**安全計装システムはコンピュータ上でロジックをプログラムするため、変更が容易となり、緊急停止のシステムを迅速に最適化することが可能**となった。

それ以外にも、ソフトウェアであることから、DCS画面上でロジックの作動状態の可視化が可能となった。**従来は見えなかった緊急停止ロジックの作動状況（設定された条件に基づき回路や調節弁等の設備が正しく作動するか等）を可視化**するなど、万が一の場合の安全・安心な対応に備えた状態監視に寄与している。

また、従来はリレー等の個々の機器の健全性（異常時に適切に作動するか）を担保するために、模擬信号を使ったテストによる作動確認や、定期交換を行っていたが、タイミングは人の推測により決められていた。安全計装システムでは**自己診断機能が備わっており、緊急停止に係る機器の健全性を常時監視できるため、定期的な更新が不要となるなど、コスト面でのメリット**も見いだせている。

社内教育を通じ、システムの機能面のみでなく運用面のノウハウも強化

富士石油では、新しいシステムの活用には社内体制構築と社内教育が重要と考えている。安全計装システムに関しては、**保全部門の担当者、運転を担当する製造部メンバーの体制で、既存の緊急停止回路を新システムに反映**すると共に、メーカーの工場立会試験、現地実機試験で緊急停止システムの作動状況を確認した。

教育面では、**技術の採用担当者が仕様を習得した上で、社内教育を行い人材を育成**している。ハードウェアを用いた従来の制御回路からソフトウェアに基づくシステムに変わったため、保全担当者の意識改善と教育、および保全部門が製造部に対して新システムの教育を行うことが必要であった。**運転に係るシステムは単に機能面だけでなく、運用面でのノウハウも必要であり（保全部門担当者への引渡し、引取り等）、社内での人材育成が重要**となる。

このように、富士石油は安全性を追求する方針の下、新技術の導入とそれを活用するための社内人材育成を行いながら、保安力を向上させている。

3. 宇部興産株式会社宇部ケミカル工場

プラント稼働の異常を予兆段階で検知し、非定常状態に確実に対応。プラント稼働を安定化させ、安全・品質の両面を向上

事業内容			導入技術	
事業内容	 化学品製造		 異常予兆検知システム	➢ 異常が発生する際の各数値の相関（温度や流量、圧力等の各設備変数の関連性）を把握 ➢ 数値の変動を予測することで、異常の予兆を検知。異常時の確実な対応を可能とする
事業所従業員数	 3,693名	所在地		
会社情報	本社所在地	山口県宇部市		
	従業員総数	9,524名	生産製品	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
	資本金	584億円		

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット

- ☐  作業履歴の管理
- ☐  熟練ノウハウの蓄積・可視化
- ☐  従来把握できなかった状態の監視
- ☒  故障の予測

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

- ☐  エネルギーコストの削減
- ☒  生産性向上による売上拡大
- ☒  維持・修繕におけるコスト削減
- ☐  新ビジネスの創出を通じた売上拡大の可能性

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

化学プラントでの事故増加、熟練人材減少を受けたシステム導入

宇部興産の主要生産拠点である宇部ケミカル工場は、ナイロン原料やナイロン樹脂、ファインケミカル等を製造し、爆発や火災の危険性を有する物質を扱っている。近年国内の化学プラントで事故が増加したことがきっかけとなり、経営層も生産現場におけるリスク管理の必要性を強く感じていた。

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、また顧客は製品の調達先を変えてしまう可能性があり、事故による損害は非常に大きい。宇部ケミカル工場においても、センサーの不具合やバルブの詰まり等に起因する不具合が発生した。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**熟練人材が減少したことにより対処が遅れた**ことが要因であった。

トップダウンでの新たな技術の導入

プラント運転に際して、経験が浅くノウハウが少ない人材がDCSの画面を見て一度に確認できるデータは2～3種類程度である一方、**熟練人材は5～6種類、多ければ10種類程度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。

経営層も熟練人材の減少と若手従業員の割合の増加による課題に対処するため、**経験が浅い人材だけでも異常検知を含めた非定常時の対応を確実に行うことができる体制の構築**が急務と考えていた。そこで、経営層が自ら現場（計器室）を訪問し、従業員の声を聴いたところ、事故発生のリスクの高まりに対して問題意識を持っている従業員が多いことがわかった。

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が可能ではないかと考え、**社長主導でビッグデータを活用したソリューションの検討チームが発足した**。チーム構築の際には、ビッグデータ活用に必要なスキルをもった人材が様々な部署に散逸していたため、**部署（製造部門・プラント設計部門・装置研究開発部）をまたがるプロジェクトチームを組成**することで理論計算やデータ解析等の知見を結集した。また、プラント設計理論に詳しい自社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**し、システムの開発を促進した。

リアルタイムでの異常検知システムによる稼働安定性・品質向上

異常の予兆検知システムは、**現場従業員の判断を支援するシステムという位置づけ**で導入した。異常検知の仕組みとしては、プラント設計時に算出した理論上の稼働データと実際に運転した際の稼働データを比較するというアプローチを採っている。安定した稼働をしている時の各数値の相関（温度や流量、圧力等の変動の関連性）を特定し、その相関が崩れる事態を異常の予兆としてアラームを作動するものである。

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。**製品の価格は品質に左右される面があるため、品質を一定に保てれば売上向上にもつながる**。

また、化学物質が過剰に加熱されることによる、**火災につながりかねない異常の予兆検知にも成功**している。人が見つけることが難しい異常であり、従来のアラームが作動してからの対応では事故につながりかねない事態を安全に収束させることができる。

導入された異常検知システムはネットアプリケーションであり、**どこからでも稼働情報をリアルタイムに確認できる**。将来的には、海外にあるプラントの稼働データを日本からリアルタイムに確認することや、稼働情報をダッシュボード化することで経営層がいつでも確認できるようにすることを目指している。

4. JNC石油化学株式会社市原製造所

細部に渡る保全履歴のデータベース化により、保全計画にかかる工数を1/4に削減

事業内容

事業内容



化学品製造

事業所
従業員数

694名

所在地

千葉県市原市

会社情報

本社
所在地

東京都千代田区

従業員総数

700名

資本金

20億円

生産
製品合成樹脂
有機化学品
液晶組成物
その他化学製
品の製造

導入技術



保全システム

(電子台帳データベース)

- 設備台帳や保全履歴等のデータベースシステムを相互連携させることで、修理計画や予算計画、発注書などの自動作成を可能にした

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット

作業履歴の
管理熟練ノウハウの
蓄積・可視化従来把握できなかった
状態の監視

故障の予測

設備台帳や検査履歴等、保全業務に関するほぼ全てのデータをシステム上に蓄積することで、保全活動の分析が可能となり、保全活動の傾向や腐食箇所の傾向の把握が可能となった

収益面のメリット

エネルギーコストの
削減生産性向上
による売上拡大維持・修繕に
おけるコスト削減新ビジネスの創出を通じ
た売上拡大の可能性

従来全て手作業で行っていた修理計画や予算策定、発注書作成作業を自動化することで、業務工数を約4分の1に削減。削減できた工数で、より付加価値の高い事業に従事

スマート化技術導入の成功要因

2

ボトムアップの
文化・仕組み

保全現場のボトムアップの文化により、データ活用に対する現場の思考をシステムに反映

7

システムの
調整・最適化

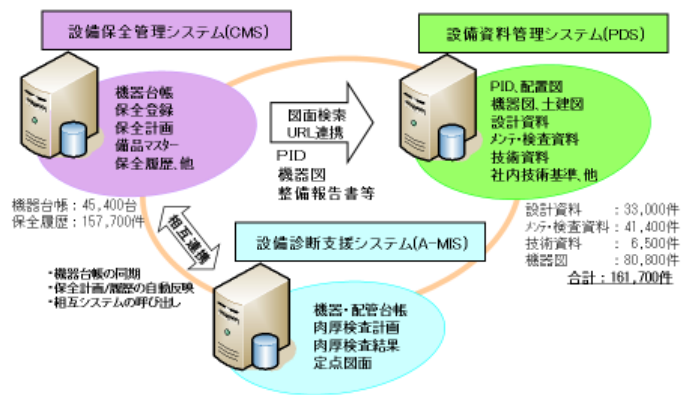
自社内でシステムの調整・最適化を続けることで、使い勝手の良い保全システムを構築

戦略的な設備点検を実現するシステムを導入

JNC市原製造所は1962年に設立された石油化学製品の製造工場である。生産製品は石油化学製品にとどまらず、液晶材料の生産拠点として革新的技術に挑戦している製造所である市原製造所では、**保全業務に関連する施策は主に予防保全方式である**。従来から保全データの収集に積極的ではあったが、保全部では、更なる効率的なデータ活用が必要という認識があった。そこで、**より戦略的な設備点検の実施を可能にすることを目的として、複数のデータベースを相互連携させた保全システムを構築した**。

保全システムは、①設備保管理システム（機器台帳や保全履歴を管理）、②設備資料管理システム（図面や設計資料を管理）、③設備診断支援システム（検査計画や検査結果を管理）の3つのデータベースから構成されている。

データベース自体はそれぞれ独立しているが、**各システムは相互連携が可能**であり、これにより**網羅的な情報取得ができる**。さらに、これらのシステム上に蓄積されている設備台帳情報や保全履歴は、運転部門とも情報共有が可能であり、稼働状況の分析にも活用されている。



保全システムの構成

システムで代替可能な作業を自動化し、作業工数を4分の1まで削減

保管理システムの導入にあたっては、これまで紙で保存していた設備台帳等を全て電子化する必要があり、この作業に膨大な時間を要した。そのため、JNCでは、**紙資料の電子化を担当する専属のスタッフを配置し、必要性の高い資料を優先的に電子化**を行い、システム構築後に早期に効果が実感できるよう心がけた。また、**保全計画や点検結果データの入力方法を標準化**し、システム間で円滑に連携できるようにした。さらに、**機器の部品の単価、作業に必要な工数、作業履歴等の設備保全に関連するほぼすべてのデータを保管理システムに蓄積**していった。

この結果、従来は関連する複数の情報を参照しつつ、全て手作業で行っていた設備台帳への入力作業や検査会社等への発注書の作成が、本システムにより、**ボタン1つで自動作成できるようになり、システム導入前と比較して、書類作成業務にかかる工数を4分の1程度まで削減できた**。工数削減によって得た時間は、保全周期の再考等の業務改善や、より付加価値の高い事業の検討等、プロジェクト的な活動にあてられるようになった。

配管腐食箇所の予測への可能性

保管理システムに保存されている、過去30～40年分の保全履歴データ（約158,000件）は、設備やプラントの信頼性や稼働率、保守性の分析にも活用している。これによると、**近年の保全作業は全体の1/4弱が配管類にあてられていることが分かった**。したがって、JNC市原製造所では配管類の検査に注力している。

配管については、JNC市原製造所では、外面腐食検査の結果の活用が進められており、配置図等へ腐食進行程度や腐食発生原因の情報を反映させている。これにより、**海に面している配管は潮風の影響で腐食が進行しやすいが、防風林により腐食を抑制できているなど、市原製造所独自の腐食傾向を把握**している。

今後の活動としては、検査結果データから配管腐食を予測する手法を模索しており、更にクラウド化等により他事業所とデータ共有をし、より戦略的な検査へ活用できるようにするなど、さらなるデータの活用を計画している。

5. 昭和電工株式会社川崎事業所

調節弁の動作に関する情報を収集し状態監視を行うことにより、設備点検コストの削減・早期の異常検知を実現

事業内容			
事業内容	 化学品製造		
事業所従業員数	 800名	所在地	神奈川県川崎市
会社情報	本社所在地	東京都港区	生産製品 石油化学製品 産業ガス 基礎化学製品 セラミックス等
	従業員総数	3,735名	
	資本金	1,406億円	

導入技術
 スマートバルブ
➤ プラント制御に不可欠なバルブ（調節弁）にセンサーを搭載し、稼働を止めることなくデータ収集を可能にした次世代バルブ
➤ 設備を稼働しながらバルブの状態を監視することで、状態基準保全への移行を可能にする技術

スマート化・先端技術導入のメリット

保安面のメリット

- ☐  作業履歴の管理
- ☐  熟練ノウハウの蓄積・可視化
- ☒  従来把握できなかった状態の監視
- ☒  故障の予測

調節弁の動作状況など、従来の点検では取得できなかったデータが入手でき、異常を検知しやすくなった。今後は故障の予測に繋げていく計画

収益面のメリット

- ☐  エネルギーコストの削減
- ☐  生産性向上による売上拡大
- ☒  維持・修繕におけるコスト削減
- ☐  新ビジネスの創出を通じた売上拡大の可能性

稼働中のバルブの状態を把握し状態基準保全へ移行することで、不要なメンテナンスを1割程度回避し、コスト削減を図る

スマート化・先端技術導入の成功要因

- 2

ボトムアップの文化・仕組み

事業所で独自に決裁できる予算の範囲内で、現場主導による新技術導入を促進
- 3

段階的な導入

スモールスタートで新技術を導入し、効果を確認後に導入規模を拡大

現場主導のスマートスタートで新技術を導入

石油化学業界において国際競争が激化する状況下で、昭和電工も生き残りをかけて、経営課題としてコスト削減の必要性を認識していた。

上記のような課題をうけて、現場が目をつけたのが調節弁（バルブ）だった。石油化学のプラントには、設備の各所にバルブが設置されており、昭和電工においても川崎事業所だけで4,000～5,000個のバルブが設置されている。全てのバルブを定期的に点検する工数は非常に大きく、従来のバルブ点検では年に1回程度の点検で、年に1,000人日の工数を要しており、計装機器に対する保安費用の20%に及ぶ。すなわち、バルブの点検にかかる工数を削減できれば、大きなコスト削減効果を生み出すことができる。

2016年8月に川崎事業所が導入したスマートバルブとは、**センサーが搭載されたバルブとコンピュータを組み合わせ、設備を停止せずにセンサー情報からバルブ自身の状態を診断することを可能にする**ものである。従来の調節弁では、設備の稼働を停止しなければ弁の異常や故障を確認できなかったが、スマートバルブの導入によって、**設備を稼働しながら修理や交換が必要な部分だけ点検・修繕する状態基準保全への移行が可能となり、保安業務の工数・コストの1割削減が期待できるようになった**。

かねてより保安ベンダーからスマートバルブ導入の提案を受けており、IoTへの注目の高まりをうけて、事業所が主導して導入を決定した。**現場のグループ単位で独自に決裁できる予算を使用することで、本社での稟議等を経ることなく現場主導の速やかな導入（グループ内での連携のみであったため説明・合意形成は迅速）が可能となった**。

スマートスタートの考え方でスマートバルブの導入を行っており、2016年8月には16台導入した。まずは**技術の効果を検証し、その後導入規模や範囲を拡張**する予定である。



スマートバルブ

導入2か月で効果を発揮

スマートバルブは導入後2か月余りの間に早速効果を発揮した。稼働中に調節弁の動きが鈍いことが検知されたことがあり、**これまで流体の量や圧力、温度などのプロセス的な要因と思われた問題が即解決した**。例えば、調節弁の状態が状態監視により可視化されたことで、動きが悪い原因は調節弁本体の問題ではなく、調節弁のグランド部（パッキンやボルトを含む、流体の漏れを制限する部位）の締め付けが固すぎることで迅速に判明した。これにより、調節弁の動きを元に戻し、稼働を正常な状態にすることができた。

このように、**調節弁の部品の状況データを常時取得するというこれまでは出来なかった点検を可能にする**ことで、**異常検知に役立つ新しいデータの取得・蓄積に繋げていく**予定である。さらに、**それらのデータを活用し、どのような数値が出たら異常の可能性ありと判断するかなどの基準を定め、モデルを策定することで、故障の予測にも繋げる**計画を有する。

導入から半年程度経過した段階で、導入による効果を定量的に試算し、本格導入への移行を計画している。そうならばデータの蓄積が一層進み、故障の予防と稼働率の向上が進展する見込みである。

スマート化によって現場の働き方を変える

プラントをスマート化することで、現場作業員に求められるスキルや役割は変化していくことが予想される。このような流れを不安視する意見もあるものの、川崎事業所ではその流れを前向きに捉えている。

スマート化によって、機械が人を代替する作業が増えると考えられるが、**人はより付加価値が高い仕事（例えば、新しいデータを解析し、どのような数値が出たら異常と判断するかといった基準づくり等）に専念できると**考えている。さらに、**新しい技術・仕事に触れることが若手従業員への良い刺激となることを期待している**。

6. 住友化学株式会社

新たな価値創造に向けた取り組みとして、IoTをテーマに幅広く新技術の導入を検討。国内外の複数の製造現場において、タブレット端末導入と情報の電子化等によるワークスタイル変革を推進

事業内容			導入技術
事業内容	 総合化学		 タブレット端末 (作業履歴・ノウハウの電子データ化含む)
会社情報	本社所在地	東京、大阪	
	従業員総数	31,094名 (連結)	
	資本金	897億円	
		事業部門	石油化学部門、エネルギー・機能材料部門、情報電子化学部門、健康・農業関連事業部門、医薬品部門

- ▶ 製造現場に導入したタブレット端末を通して資料を参照。また、設備状況を撮影した写真を共有
- ▶ 現場で作業メモをタブレット端末に入力することで、作業履歴の電子化を促進

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット

☒

 作業履歴の管理

☒

 熟練ノウハウの蓄積・可視化

☐

 従来把握できなかった状態の監視

☐

 故障の予測

現場での作業に関するメモなど、作業履歴を電子データ化。タブレット端末を用いて効率的かつ効果的に入力・保存できる仕組みでバックアップ。今後は、蓄積データの解析により、保全業務のさらなる効率化を図る

収益面のメリット

☐

 エネルギーコストの削減

☐

 生産性向上による売上拡大

☒

 維持・修繕におけるコスト削減

☐

 新しいビジネスの創出を通じた売上拡大の可能性

従来は、多くの紙資料を参照しながら業務を行っていたが、タブレット端末を用い現場から直接電子データにアクセスすることで作業時間を短縮。新しく生まれた時間を、工事安全や工事品質の管理をはじめとした重要業務に充てること等を通じ、一層の安全・安定操業を実現するとともに、今後はワークスタイルの変革も推進したい

スマート化技術導入の成功要因

① 強いリーダーシップ	全社を挙げてプラントへのIoT導入を促進。その一環として、タブレット端末の利用や情報の電子データ化を推進（各工場での取り組みと連携）
② ボトムアップの文化・仕組み	現場が現状課題を認識の上、将来の在りたい工場の姿を描き、変革ニーズを抽出。その結果、現場から、スマート化もてこにした、情報蓄積の促進や利活用などのニーズが挙がってきた
③ 段階的な導入	幅広い取り組みを小規模に実施し、効果を確認できたものから、拡充および複数事業所への横展開を行う

IoTをテーマとした新技術導入を推進

住友化学は、石油化学、エネルギー・機能材料、情報電子化学、健康・農業関連事業、医薬品の5つの事業を手掛ける総合化学メーカーである。

モバイル機器をはじめとしたデジタル技術の進化などの流れを受け、IoTをテーマにデータの蓄積・活用を推進している。プラントに関しても、保全業務やサプライチェーンの管理、研究開発の効率化を図る取り組みを展開し、様々な技術の導入や、技術を導入・活用するためのインフラ・仕組みづくりなど、幅広いテーマでの導入検討および準備を行っている。

このような流れの中で、新しい技術を活用して製造現場での人の働き方を変革し、業務効率化への取り組みとして、千葉工場や大分工場、シンガポールのグループ会社など国内外のプラントにおいて、タブレット端末等のデジタル技術を展開および計画している。

製造現場へのタブレット端末導入により、運転・保全業務の工数を削減

従来は、事務所の資料棚に保管してある、パイプ式ファイル等の膨大な紙資料から必要な図面や過去の記録などの資料を探し出さなければならなかった。

さらに、現場での作業には、必要な資料のコピーを取って携行しなければならず、またノート、カメラや電卓等のツールを用いなければならない。また作業後には、事務所に戻らなければ現場の状況を撮影した写真等の情報を共有できなかったため、現場と事務所の往復により、時間のロスが生まれていた。

現在、このような作業時間のロスの削減を目指して、保全現場でタブレット端末活用の効果を実証実験している。現場でタブレット端末を用いて資料を参照できるようになり、また撮影した写真をタブレット端末を通じて事務所のメンバーと共有することなどが可能となった。現在は効果検証中の段階ではあるが、業務の効率化が期待できる。

業務効率化によって新たに生まれた時間は、例えば、現場立会の時間を増やしてより細やかな工事品質管理などの重要業務に充てることもできる。また若手担当者にとっては、蓄積されるデータが多い分、ノウハウの習得が容易になる。

スモールスタートで、現場を巻き込みながら技術導入・活用

IoT技術の導入効果に関しては、実際に活用してみなければ定量的で正確な費用対効果を算出することは難しい。そのため、住友化学では、スモールスタートで多数の技術導入の検討を進め、効果が確認できたものから拡充や複数事業所への横展開を行っている。このような取り組みが、コストや生産性の面で、競争優位の源泉となり得る。

また、トップダウンでIoT活用によるスマート化に取り組んでいるが、現場が抱えている課題を解決できるような取り組みでなければ、効果の発揮は難しい。今回の取り組みにより、蓄積された情報を活用したいという要望が、現場からボトムアップで上がってきた。このように、経営層がリードしつつ現場を巻き込み、現場が考える工場の将来像に基づいてスマート化による変革のニーズを抽出することが、成功の重要な要素と考えている。

住友化学では、タブレット端末の利用や作業履歴・ノウハウの電子データ化の他にも、幅広いテーマでの取り組みを並行して検討・実施している。千葉工場や大分工場、シンガポールのグループ会社など国内外のプラントにおいて、予知保全をはじめとした生産性向上に資する技術、保全許可業務の電子化、無線通信環境とそれを支えるサイバーセキュリティ技術等の導入検討も進めており、スマート化を一層推進していく計画である。

7. テクノポリマー株式会社四日市事業所

運転情報の引継ぎを電子化することで、作業履歴やトラブル対応のノウハウを蓄積。また、導入したシステムを応用し、保全業務の履歴管理にも活用することで、設備保全のノウハウも蓄積

事業内容

事業内容



化学品製造

事業所
従業員数



200名

所在地

三重県四日市市

会社情報

本社
所在地

東京都港区

従業員総数

260名

資本金

30億円

生産
製品

スチレン系樹脂(ABS・AS・ASA・その他ポリマーアロイ)等

導入技術



運転引継ぎ情報
電子化システム

- ▶ 交代勤務をしているプラントの運転員間のトラブル等の引継ぎを電子化するシステム
- ▶ 引継ぎ情報を時系列で管理し、トラブルへの対応方法等のノウハウを蓄積することが容易に

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット



作業履歴の
管理



熟練ノウハウの
蓄積・可視化



従来把握できなかった
状態の監視



故障の予測

本システムの導入により、引継ぎ情報を時系列で管理し、後から活用しやすい形式で運転異常への対応方法等のノウハウを蓄積することが容易になった。設備の不具合発生からその事態の収束までの情報を整理・保管することで、設備を軸とした保全ノウハウを蓄積・可視化

収益面のメリット



エネルギーコストの
削減



生産性向上
による売上拡大



維持・修繕に
おけるコスト削減



新ビジネスの創出を通じ
た売上拡大の可能性

関連部門間の情報連携が強化された結果、トラブル発生時などの対応検討や工事等の手配に要する時間が短縮された。又、生産量に変化が生じ得る事態が発生した際にも、その影響を速やかに生産計画に反映する事が可能となった

スマート化技術導入の成功要因

2

ボトムアップの
文化・仕組み

現場が主体的にシステム導入を推進。システム導入後も現場が発案したシステム改善に関するアイデアを取り纏めることで、導入効果を向上

3

段階的な導入

一部の引継ぎ業務に試用版のシステムを導入し、効果を検証。検証の結果、導入による効果が確認できたため、本システムを本格導入

7

システムの
調整・最適化

引継ぎ情報の共有用に導入したシステムを活用し、設備の不具合発生から事態収束までの情報を整理・保管することで、保全ノウハウを蓄積・可視化

現場の意見を取り入れ、紙ベースの引継ぎを刷新

テクノポリマーは、ABS樹脂の製造メーカーとして国内で大きなシェアを誇る企業であり、生産する製品は自動車や建材等、幅広い産業の材料として使用されている。同社は海外市場にも積極的に進出しており、現在、さらなるグローバル展開を図っている。

同社の四日市事業所では、**製造現場での運転引継ぎや、発生したトラブルに関する情報を正確に共有するために、電子引継ぎシステムを活用している。**

従来、交代勤務者が紙媒体で生産ラインの運転状況や点検結果等の申し送り事項の情報を共有をしていた。しかし、媒体が紙であるゆえに、情報管理がうまく行えていなかった。例えば、あるトラブル事象についての時系列の経過なども、各担当者がよほど注視して記述しない限り、引継ぎが繰り返される中で、事象の発生から処置、結果という経過が正確にとらえられなくなっており、トラブルの要因調査に多大な労力を要していた。

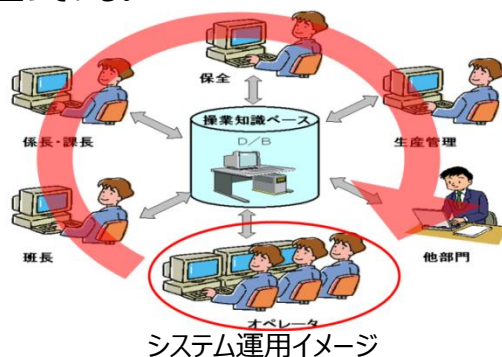
このような問題意識を感じていたところ、ベンダーからの、電子引継ぎシステムの提案プレゼンテーションを見る機会があり、**その提案が現場ニーズに合致していたため、現場が主体となって本システムの導入が進められることになった。**

現場の意見を反映させていくことで、現場全体のシステムへ

当該システムの導入にあたっては、まずは**製造現場の一部の部署の引継ぎ業務に、試用版のシステムを導入し、システム導入による効果を検証することから始めた。**その後、1年程度の検証期間を経て、**引継ぎの効率化やトラブル対応に関するノウハウ蓄積等の効果を確認できたため、本格的なシステム導入が実現された。**

本システムでは、引継ぎ情報を事象単位でスレッドにまとめて管理が可能であり、**トラブルについても、その発生から完了に至る経緯が速やかに確認ができるようになり、継続中の作業のステータスや、重要度なども一目で分かるようになり、作業漏れ等の防止にも役立っている。**

本システムは、ユーザ側が積極的にシステムを活用すること意識しなければ、有用な情報がシステムに入力されない。しかし、元々本システムの導入が現場主導で始まったこともあり、現場の運転員がシステムの活用上好意的であったため、積極的なシステムの活用が行われた。本システムの運用に慣れてくると、**どのように使い方を更に工夫したらよいか、現場作業員から声が上がってくるようになり、それを関連部門で検討し反映することで、本システムの使い勝手を絶えず改良**していった。



総合知識データベースとしての活用

製造現場での導入効果を踏まえ、現在では、本システムを設備管理部門でも活用されている。その活用方法として、運転情報の引き継ぎ以外の情報共有も行っている。

具体的には、「**設備**」という切り口で、**不具合の発生から事態の収束までの情報を記録・整理しており、各設備の点検方法やトラブル時の対応を記録した写真、対応手順も本システムで共有し、保全ノウハウの蓄積にも活用しており、総合知識データベースとしても機能するようになった。**

従来の引き継ぎは運転担当者間だけの情報共有だったが、本システム導入後は、関連部門にも共有されることにより、**発生した事象を瞬時に広範囲に共有できるようになった。**これにより、**現場の状況が関連部門に速やかに把握され、事象への評価やその対応、工事等の手配にかかる時間が短縮された。**また、**事象の影響による生産計画への速やかな反映も可能になった。**

同社では、今後はビッグデータを活用したプロセスデータの解析の検討も進めており、更なるデータ活用に意欲的である。

8. 丸善石油化学株式会社千葉工場

設備の図面や保全履歴等の文書の電子化を実施。継続的にシステムをカスタマイズすることで、年間180時間の業務工数削減効果を発揮

事業内容			導入技術	
事業内容	 化学品製造		 社内資料の電子化	
事業所従業員数	 617名	所在地	千葉県市原市	
会社情報	本社所在地	東京都中央区	生産製品 エチレン、プロピレン、ベンゼン等の基礎石油化学製品等	
	従業員総数	829名		
	資本金	100億円		
			➢ 従来、紙媒体で保管されていた設備の図面や保全履歴等の社内資料を電子化し、保管・管理するシステムを導入 ➢ 図面データをメンテナンスする専門スタッフを配置して常に最新データとなるように維持することで、文書の検索にかかる時間を大幅に削減	

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット

☒  作業履歴の管理
 ☐  熟練ノウハウの蓄積・可視化
 ☐  従来把握できなかった状態の把握
 ☐  故障の予測

設備の保全履歴を電子化し、設備点検の漏れが発生する危険性を排除。また、保全に関連する資料をデータとして保管することが習慣化され、保全履歴等の情報共有の漏れを防止

収益面のメリット

☐  エネルギーコストの削減
 ☐  生産性向上による売上拡大
 ☒  維持・修繕におけるコスト削減
 ☐  新ビジネスの創出を通じた売上拡大の可能性

従業員の業務の約10%程度を占めていた文書の検索作業を大幅効率化。工事発注用の仕様書の自動作成が可能となったことで、プラントの運転や保全に関わる従業員一人あたりの年間約180時間の工数を削減

スマート化技術導入の成功要因

2	ボトムアップの文化・仕組み	現場の従業員が社内資料の電子化の必要性を認識し、導入を推進
3	段階的な導入	当初は設備の図面のみの電子化から始まり、文書電子化の有用性を確認した後、現在は多くの社内資料の電子化を実施

9. 旭化成株式会社水島製造所

保温材下腐食(CUI)検査データの統計的な分析により予測モデルを確立し、CUIが原因によるトラブルゼロを実現

事業内容

事業内容



化学品製造

事業所
従業員数



1,200名

所在地

岡山県倉敷市

会社情報

本社
所在地

東京都千代田区

従業員総数

32,821名

資本金

1,034億円

生産
製品

基礎化学品、
石油化学・樹
脂製品

導入技術



配管・機器の
保温材下腐食
(CUI)
予測モデル

- 腐食の検査データを使用条件と関連付けて系統的に分類し、統計的に解析して、予測モデルを構築

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット

- ☐ 作業履歴の管理
- ☐ 熟練ノウハウの蓄積・可視化
- ☒ 従来把握できなかった状態の監視
- ☒ 故障の予測

新たに配管の腐食速度、腐食倍率を導きだし、配管の腐食を予測することで、配管からの漏れ等のトラブルを未然に防止

収益面のメリット

- ☐ エネルギーコストの削減
- ☐ 生産性向上による売上拡大
- ☒ 維持・修繕におけるコスト削減
- ☐ 新ビジネスの創出を通じた売上拡大の可能性

対処すべき配管の優先付けを行い経年劣化設備の維持コストの最適化を実現

スマート化技術導入の成功要因

2

ボトムアップの文化・仕組み

工場の運転・設備管理担当によるボトムアップの立案

7

システムの調整・最適化

自社内でのシステム開発に加え、協力企業から提供されたデータや、検討の枠組みを活用していくことで、更なるシステムの高度化を実現

現場主導による新技術の導入

旭化成は、ケミカル・繊維から電子材料・電子部品、医薬・医療、住宅、建材等、幅広い事業領域で活躍している総合化学メーカーである。今回取り上げる水島製造所は、そんな旭化成の中でも石油化学製品のためのプラントを有する製造所である。

水島製造所では、元来**現場の運転・設備管理担当のボトムアップで、保全に関する技術の開発や導入が進められてきた**。例えば、伸縮可能なポールとデジカメを使った新しい高所の目視点検方法に取り組んでいる。

配管・機器の高経年化を契機とした独自の腐食予測モデルの構築

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例外ではなく、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が、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、従来より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。

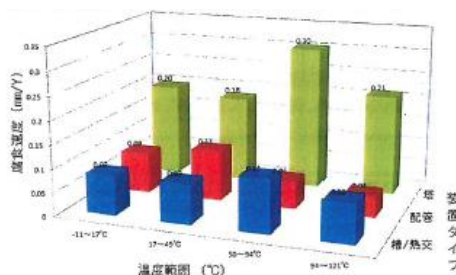
ただし、プラントには数多くの配管が存在し、ただ適用法規に依拠して網羅的に検査を行うのは非効率である。そのため、同製造所では、**「配管リスク評価」を行うことによって、予め対処すべき配管の優先順位付けを行った**。そして、優先度が高いものから検査を実施することで、効率的に検査を実施し、これにより、経年劣化設備の維持コストの最適化を図ることができた。

このリスク評価は、「腐食結果影響度評価」（火災・環境・人的被害等の項目に従い、配管から漏えいがあった際の影響を評価）と「腐食発生可能性評価（旭化成独自方式）」の二つの評価に分けることができる。

このうち、「腐食発生可能性評価」には、水島製造所独自の「CUI予測モデル」が活用されている。この「CUI予測モデル」は、同製造所の種々の設備（塔、槽、熱交換機、配管等）から収集された約6,000点のCUIデータを基に構築されたものである。

モデルの構築にはまず、CUIに関する検査データを、**温度、環境、構造、塗装仕様などの配管の使用条件毎に分類し、統計的に解析を実施**。これにより、「基準腐食速度」と「腐食倍率」を導き出し、この値を「CUI予測モデル」の係数として活用することで、**腐食速度を推定し、CUI発生可能性を評価することが可能**となる。

この「CUI予測モデル」による保温材を剥離した検査の効果として、**想定外の腐食箇所も漏れなく検出でき、水島製造所ではCUIが原因のトラブルは近年発生していない**。



各装置のタイプ・温度によるCUIの分布

更なるビッグデータの展開を目指して

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てきた。まず協力化学会社7社から配管に限定したCUIデータ約1,900点の提供を受け、これを「CUI予測モデル」を活用して分析を行った。

更に、平成28年には、旭化成を含む化学会社14社の合同提案が、経済産業省の「IoT推進のための新産業モデル創出基盤事業」に採択された。この事業では、上記14社が収集したCUI検査データを分析し、これにより従来より精度の高い、CUI発生可能性の定量的な推定方法の構築し、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している。

10. 花王株式会社和歌山工場

熟練のノウハウ、過去の実績、予測値を組み合わせることで、工場全体の総光熱費の最適化を図り、1.2%の改善を実現し、技術伝承の機会としても活用

事業内容

事業内容



化学品製造

事業所
従業員数

1,673名

所在地

和歌山県和歌山市

会社情報

本社
所在地

東京都中央区

従業員総数

33,026名

資本金

854億円

生産
製品家庭用洗剤、
石鹼、その他
家庭用消耗
品、化学製品
等

導入技術

最適運転支援
システム

- 電力消費量が大きく変動する工場において数理計算手法や過去の実績値や熟練のノウハウを基に発電量の最適化を図る

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット

作業履歴の
管理熟練ノウハウの
蓄積・可視化従来把握できなかった
状態の監視

故障の予測

日々の稼働状況を数値化していく過程で、熟練のノウハウを蓄積・可視化。更にシミュレーション値と実際の稼働値の差などを日々若手と熟練で議論していくことにより、技術伝承のきっかけとしても作用

収益面のメリット

エネルギーコストの
削減生産性向上
による売上拡大維持・修繕に
おけるコスト削減新ビジネスの創出を通じ
た売上拡大の可能性

熟練のノウハウ、過去の実績、予測値を組み合わせることで、工場全体の総光熱費の最適化を図り、1.2%の改善を実現

スマート化技術導入の成功要因

3

段階的な導入

マザー工場である和歌山工場で実績を作り、その後、複数の国内工場に展開。今後は全世界の工場に展開しデータの一元管理を図る

6

技術研修

システムによって導出された最適な発電設備の稼働とオペレータによる操作の場合の差を現場で毎朝議論し、運転技術の向上や技術伝承につなげている

7

システムの
調整・最適化

自社で開発を行うことにより、システムのブラックボックス化を避け、日々の稼働状況をシステムに反映しやすくしている

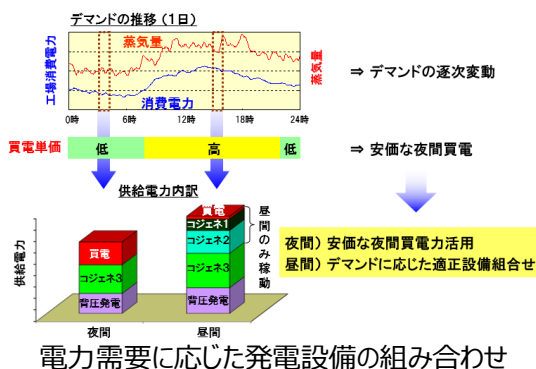
花王和歌山工場は、国内外にある花王の工場の中でも最大規模の工場であり、花王の各工場で原料として使用される化学製品を製造して供給するなど、旗艦工場としての役割を果たしている。そんな和歌山工場ではデータの活用に注力しており、中でも「ノウハウの見える化」においては、特筆すべきものがある。同社の「ナレッジマネジメント」システムは、国内のみならず、同社の海外のすべての拠点と連携するなど、その規模と情報量は他社の追随を許さない。今回紹介する「運転最適化システム」は、そんな同社の取組の一環である。

数理的計画手法による最適運転支援システム

和歌山工場のプラントは、バッチプラントが多いため運転が頻繁に停止し、これによる電力需要の変動が大きい。プラント内で必要な電力は、自家発電と買電によって賄われている。買電の場合の単価は昼・夜で異なる（昼と比較して夜は安価）ため、夜は買電した電力を使用し、昼は自家発電による電力を主に用いている。従来、このような配分は主にベテランのオペレータの経験によって決められていたが、**2010年よりエネルギー使用に関する全体最適化の取組を数値的に把握する動き**が始まった。

和歌山工場では、システムの発展性とメンテナンス性を考慮して、システムの基礎部分は自社で開発するべきと考え、今回の最適化のための一連のモデル構築も自社内で進められた。

まず、全ての関連設備を線形モデルで定式化することに着手した。更に、**コジェネの連続稼働・停止制約の条件を加味し、モデル式の変動要因になりうる外気温・湿度の変動やボイラー内部の電熱特性の変化を、過去の実績データを加えていくことで、モデル式の精緻化を図っていった。**



また、実際には、各設備の消費電力や蒸気のデマンドは逐次変化するため、そのデマンド予測に基づいた運転最適化が必要となる。そのため、**各部門の消費電力を合計し、工場トータルの消費電力を予測**し、その値を更にモデル式に加えていくことでシステムの実用度を高めていった。

現在、和歌山工場では、上記のモデルに基づき、過去の実績値を基礎データとして、1時間毎に最適化の計算が行われており、その結果に基づいた最適化運転のガイダンスをリアルタイムで実施している。このシステムの活用により、コジェネの運用方針や買電の量とそのタイミングの改善が図られ、システム導入後には、**総光熱費の最適化を図り、1.2%の改善を実現する効果があった。**

本システムはまず和歌山工場で導入され、現在では複数の国内工場にも導入されており、今後は、**全工場のデータを一覧化することで、工場をまたがった稼働の最適化を目指している**。また、現在は電力の供給側のコントロールが対象だが、将来的には電力を消費する設備の稼働最適化を通して電力の供給・需要の最適化を実現していく予定である。

ノウハウ伝授の機会に

花王では「人の判断力」を重視しており、システムはあくまでも人の補助として機能するものとの認識である。更に、システム導入を通して、各従業員が日常の作業を改めて考える「きっかけ」になることを期待している。今回本紙で紹介したシステムも、稼働の最適化を補助するものであるが、自動制御を目的とするものではない。そのため、システムのシミュレーションの値と、実際の稼働値が異なることがある。

花王ではこのような機会を運転技術向上の契機としてとらえている。**毎朝現場にて、システムによって導出された最適な発電設備の稼働と、実際にオペレータによって行われた稼働の差が議論されている**。その際には、まず若手にその原因を考察させ、その後に熟練の見解を伝えるなど、**運転技術の向上や技術伝承の場としても活用**している。

11. 四国化成工業株式会社丸亀工場

プラント増設に合わせ、異常の予兆検知システムの導入を決定。プラント稼働の安定化、およびそれを通じた生産性向上を見込む

事業内容

事業内容



一般化学

事業所
従業員数



150名

所在地

香川県丸亀市

会社情報

本社
所在地

香川県丸亀市

従業員総数

584名

資本金

68億円

生産
製品

不溶性硫黄
等の無機化
学品、有機化
学品、ファイン
ケミカル、建材
等

導入技術



重要プロセス変数
変動監視システム

- ▶ 重要プロセス変数（温度・圧力等）を監視し、その将来の変動トレンドを予測することで、運転異常の予兆を検知
- ▶ 将来予測に基づいて緊急対応を促すアラームを作動させ、オペレーターの異常事態の見過ごしを防止

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット

- ☐ 作業履歴の管理
- ☐ 熟練ノウハウの蓄積・可視化
- ☐ 従来把握できなかった状態の監視
- ☒ 故障の予測

将来の重要プロセス変数のトレンド予測に基づき、プラント運転の異常から生じる設備の故障を予測しアラームを発する。また、プラント稼働の安定化によって人の操作への介入を減らし、事故リスクの低下を見込む

収益面のメリット

- ☐ エネルギーコストの削減
- ☒ 生産性向上による売上拡大
- ☒ 維持・修繕におけるコスト削減
- ☐ 新ビジネスの創出を通じた売上拡大の可能性

運転異常に影響し得る重要プロセス変数（温度や圧力等）の将来トレンドを予測し、異常の予兆を検知。異常発生前に対処することでプラント稼働を安定化し、エネルギーコストや設備調整のコストを削減するとともに、連続生産を維持することで生産性向上を見込む

スマート化技術導入の成功要因

1 強いリーダーシップ

プラントの増設にあたって、プラントの安全性向上を図るよう上層部から指示をうけて、現場で具体的な技術導入を検討・推進

4 システム導入のタイミング

プラント増設のタイミングで、新しいシステムを導入

プラント増設のタイミングで更なる安全性向上に資するシステムを導入

四国化成は、香川県丸亀市を主要な拠点として化学品と建材を製造する企業である。

四国化成では、熟練運転員が減少しており、**トラブル対応の経験が少ない若手運転員の割合が大きくなることで、非定常時の対応力が弱まっていることに危機感**を有していた。その折に、丸亀工場の生産力を増強するため、**プラント増設**が決まった。同社はこれをプラントの安全性向上のための**技術を導入する好機**と捉え、現場での検討が始まった。

四国化成では、過去に落雷による停電が発生し、一部の設備が停止した際に、プラントが危険な状態に陥るという経験をした。その際は、長い経験を有する運転員も現場にいたものの、大量のアラームが一度に作動し、その対応に苦慮する若手運転員のサポートで余裕がなくなってしまった。DCSの数値を十分に確認することができず、事故につながる予兆を把握することができなかった。その結果、異常への対応が後手に回ってしまった。加えて、大量のアラームが作動することで、重要なアラームを見落としてしまったことも事態を悪化させる要因となった。

このような経験をうけて、2017年3月から稼働予定のプラントへの導入が進められているのが重要プロセス変数変動監視システムである。

プラント稼働の異常を予兆段階で検知、特に重要なアラームを可視化

本システムは、**温度や圧力などの稼働安定性に影響する重要プロセス変数の変動を常時監視し、過去から現在までの変数の変動トレンドや設備稼働状況との相関関係等のモデルを用いて運転異常を予測するシステム**である。自動で生成されるモデルによって、**重要プロセスの変数が設備の停止や故障等に影響する限界値に達するまでの時間を推定**する。

これにより、異常の兆候を可視化し、トラブル対応の経験がないような若手運転員であっても、見えない状況の変化に早期に気が付くことができる。アラームが作動する前に異常発生兆候を把握することで、現場の運転員による**異常への対応に時間的な余裕を設け、確実な対応を促す**ことができる。

また、プラント運転が非定常状態となったとき、DCSのアラームシステムでは、大量のアラームが作動し、運転員が重要なアラームに気づかないという事態が発生し得る。本システムは、**早急に対応しなければ事故リスクが高まるような、特に重要なアラームを明示することで早期・確実な対応を可能にする機能も備えている**。具体的には、重要なアラームを専用の大型ディスプレイに強制出力することで、運転異常の予兆をオペレーターが見逃さないような仕様となっている。

プラント稼働の安定化を通して、生産性の向上・事故リスクの低下を図る

四国化成では、日頃より設備の保守契約を結んでいるベンダーによる提案をうけて、本システム導入の検討を開始した。

重要プロセス変数の変動監視システムを実装したプラントは2017年3月から稼働予定となっている。具体的な効果が出るのはそれ以降となるが、四国化成では、**本システムによりプラント稼働の安定性を高め、事故リスクの低下・生産性向上につなげることを見込んで導入を進めている**。

プラントは一度停止してしまうと、稼働を再開する際には機器の再加熱が必要となり、多大なエネルギーロスや歩留まりの低下、設備調整の追加コストが発生する。さらに、機器の再加熱には半日から1日程度要し、その間は製品が製造できなくなるため、**稼働停止により発生する機会損失は非常に大きい**。

また、プラント稼働の停止・再開時には、人の操作が介在するため、最も事故が発生しやすい。本システムを通じた**稼働の安定化によって、人の介在を減らし、事故リスクが低下することも見込んでいる**。

システム導入によって、稼働の安定性を高め、エネルギーコストや機会損失の削減、生産性の向上、事故リスクの低減を進めていく計画である。

12. 株式会社ダイセル網干工場

徹底的な安定化と合わせ、熟練運転員のノウハウを顕在化させた。運転員に必要な情報を適時に提供するシステムを構築することで、運転員の意思決定を支援

事業内容

事業内容



一般化学

事業所
従業員数

299名

所在地

兵庫県姫路市

会社情報

本社
所在地

大阪府大阪市

従業員総数

2,153名

資本金

362億円

生産
製品セルロース誘
導体製品、有
機合成品、合
成樹脂等

導入技術



運転支援システム

- ▶ 熟練運転員の意思決定プロセスを科学的な裏付けを行った上で整理
- ▶ 顕在化した約840万件の意思決定プロセスをシステムに組み込み、運転員に適時に必要な情報を提供

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット

作業履歴の
管理熟練ノウハウの
蓄積・可視化従来把握できなかった
状態の監視

故障の予測

熟練運転員へのインタビューを通して、意思決定方法を表出させ標準化。ITを駆使して、これらをシステム化し、運転員の的確な判断と迅速な対応に貢献

収益面のメリット

エネルギーコストの
削減生産性向上
による売上拡大維持・修繕に
おけるコスト削減新ビジネスの創出を通じ
た売上拡大の可能性

運転員の作業負荷件数90%削減するとともに、安全・安定生産や品質改善、コストダウンを実現し、総原価20%の削減や生産性3倍を達成

スマート化技術導入の成功要因

4

システム導入の
タイミング

熟練運転員の減少と海外企業との競争激化に備え、システム開発を含む抜本的な業務改革を実施

6

技術研修

熟練運転員のノウハウを効率的に引き出すため、社内研修を受けて手法習得し、コミュニケーション能力を有すると認定されたスタッフが、改善インタビューを実施

7

システムの
調整・最適化

運転員が一画面で必要な情報が適時に得られるような仕様（「シングルウィンドウオペレーション」）のシステムを構築

熟練運転員減少や競争激化に備え生産革新の取組を開始

ダイセルは、大阪府大阪市に本社を置く総合化学メーカーである。同社は、網干工場をモデル工場として先進的な生産革新に取り組んできた。同社網干工場で開発された生産革新手法は「ダイセル式生産革新」と呼ばれ、生産革新の好事例として他社の製造現場にも取り入れられ、プラント稼働の安定化や生産性向上に効果を発揮している。

同社がこのような生産革新に取り組んだきっかけは、網干工場主要プラントの熟練運転員の定年退職に備えて、プラント運転に関する技術伝承と生産性向上の必要に迫られたことである。同社は、基盤整備・安定化を実施した上で、安全・品質・生産量・コストに関する熟練運転員の意思決定方法を顕在化・システム化することによって、運転員の的確な判断と迅速な対処に貢献することが必要と考えた。

熟練運転員の知見とITを駆使して「知的生産システム」を構築

ダイセルにおける取組の特徴は、**熟練運転員の意思決定方法の顕在化とITを融合して取り組まれている点**にある。この取り組みでは、まず人に着目して、**従来属人的になっていた運転員の意思決定方法を表出させる「頭の中の見える化・標準化」に取り組み**、更に、一部門の改善ではなく、全社レベルでの全体最適化を実施してきた。

同社の生産革新の取組は、4段階の手法で行われる。まず、第0段階で**共通の切り口で現行業務の在り方を点検の上、全体像を把握してマスタープランを策定し**、第1段階で**業務の無駄やロスを徹底的に排除し、運転員の負荷となっている作業を排除する**。第2段階では**業務の「標準化」が行われるが**、ここでは同社で考案された**「総合オペラビリティスタディ」という手法が活用される**。この手法では、熟練運転員へのインタビューを通して、**熟練運転員の意思決定方法を「安全」「品質」「生産量」「コスト」の要素ごとに、監視—判断—操作の流れで網羅的に表出させる**。なお、**このインタビューを実施できるのは、同社で定める認定試験を通過したスタッフだけである**。そして、**総合オペラビリティスタディによって体系的に整理された運転ノウハウに、科学的な裏付けを行い、従来属人的なノウハウであったものを、「技術」のレベルまで昇華させた**。

そして第3段階として、この「技術」を**ITを駆使してシステム化したものが「知的生産システム」である**。このシステムのコンセプトは、**「必要な時に、必要な人が、必要な情報がミエル仕組み」**であり、**運転員の意思決定方法を支援するための仕組みづくり**である。化学プラントの場合、異常・変調発生時には、的確な判断と迅速な対処が求められる。しかし、従来のシステム化では、情報過多になる傾向にあり、これにより逆に運転員の負荷を増大させていた。

そのため**「知的生産システム」では「シングルウィンドオペレーション」にこだわり、一台のディスプレイから必要な画面に展開できる構成となっている**。具体的には、**運転操作画面から、運転に関連するより広い情報が見れる仕組みとして、必要情報を迅速かつ的確に確認できるよう設計されている**。



網干工場のオペレーションルーム

運転員の負荷を軽減しつつ、生産性を向上

同社では、一連の生産革新に取り組んだ結果、**運転員の作業負荷件数を90%削減すると共に、安全・安定生産や品質改善、コストダウンを実現し、総原価20%の削減や生産性3倍を達成した**。

更に同社では、「知的生産システム」を陳腐化させないために、集大成した製造技術を日々の運転の中で常にブラッシュアップさせ、標準化した運転方法を教育する仕組みと、新規プロセス設計に活用する仕組みを構築し、さらなるノウハウの顕在化・標準化に努めている。

同社は、画像判断システム等の新たな技術の導入にも積極的であり、引き続き人とシステム両面からの革新に取り組んでいる。

13. 東洋合成工業株式会社市川工場

完成した製品を保管するタンクに無線通信機能付きの液面計を設置することで、人の巡回点検の手間を省き、製品需要を反映した生産計画の実現に寄与

事業内容

事業内容



一般化学

事業所
従業員数

110名

所在地

千葉県市川市

会社情報

本社
所在地

東京都台東区

従業員総数

596名

資本金

16億円

生産
製品感光性材料、
電解液、香料
材料、電子材
料溶剤等

導入技術

無線通信機能付き
液面計

- 生産した製品を保管するタンクの液面を計測し、在庫量をモニタリング
- 液面計に無線通信機能を搭載し、計器室からリアルタイムでタンク内の在庫量を把握

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット

- ☐ 作業履歴の管理
- ☐ 熟練ノウハウの蓄積・可視化
- ☒ 従来把握できなかった状態の把握
- ☐ 故障の予測

無線通信機能を備えた新しい液面計の導入によって、人が目視しなくてもリアルタイムにタンク内の製品量を正確に把握できるようになり、作業員がタンクの上に登り、蓋を開けてタンク内を確認するという危険を伴う作業が不要となった

収益面のメリット

- ☐ エネルギーコストの削減
- ☒ 生産性向上による売上拡大
- ☒ 維持・修繕におけるコスト削減
- ☐ 新ビジネスの創出を通じた売上拡大の可能性

巡回員が目視点検しなくてもリアルタイムにタンク内の製品量が把握できるようになり、巡回点検の工数を削減。更に、製品の在庫不足によって顧客に製品を提供できないという機会損失を防ぐとともに、これまで以上に製品需要を反映した効率的な生産計画が立てられるようになり、生産性の向上に寄与

スマート化技術導入の成功要因

3 段階的な導入

優先度を付けて無線通信機能付きの液面計を設置するタンクを決め、小規模な技術導入で効果を実証

4 システム導入のタイミング

データ活用の必要性が認識されたタイミングで、社内に新技術を導入し、効果を実証

弛まぬ技術革新により、高付加価値の製品を生産

東洋合成工業は、1954年に設立された医薬品用化学製品の製造を起源とする会社である。設立以来、弛まぬ技術革新を続けており、日々研究開発に注力しており、現在の主力製造品は、①感光材、②香料用原料、③電子部品・医薬品用の溶剤である。同社の製造品の特徴は、バッチ製造で複雑な製造プロセスを経た高単価・高付加価値の製品が多いことにある。製品の中には、生産に1～2週間の期間を要するものもある。

製品在庫量のリアルタイムモニタリングにより、効率的な在庫管理を実施

電子部品・医薬品用の溶剤製造を行う東洋合成工業の市川工場では、完成した製品を保管するためのタンクが55基設置されている。通常、バッチ製造を行う化学プラントでは、連続式プラントと異なり、在庫量が少なくなったタイミングで製品を追加生産する。更に、適時に顧客に製品を提供するためには、製品の在庫量の管理が重要となる。在庫が十分でない場合、顧客の求める期間内に製品を提供できず、取引が滞るというリスクが存在する。

同社の市川工場では、在庫・原料等の管理システムを用いて在庫管理をしているものの、そのシステム上のデータはあくまでも帳簿上の数値であるため、製造ロスの発生等の理由により、実際の製造品の在庫量とズレが生じることがある。そのため、正確な在庫量の管理のために、作業員が一日2～3回現場を巡回し、タンクに設置された液面計を目視点検することでタンク内の製品量を確認しており、在庫管理の確認に時間がかかっていた。そこで、市川工場では、製造品の保管用タンクのうち2基のタンクに**無線機能付の液面計を設置し、液面の高さをモニタリング**している。**無線通信機能を備えた液面計の導入**によって、人が目視点検しなくてもリアルタイムにタンク内の製品量を把握できるようになった。

これにより、在庫不足によって顧客に製品を提供できないという機会損失を防ぐことが可能となり、これまで以上に製品需要を反映した生産計画を立てることが可能となった。

さらに、**巡回点検作業にかかる時間が削減されることで、プラントの更なる運転・保全業務の高度化のために、稼働データの分析や新技術導入に向けた検討等に時間を充てることが可能となった。**

また、従来の液面計では、特にタンクに保管されている製品が酸性が強いものと液面系が故障したり、値に誤差が出ていた。そのような場合、タンクの上に登り、蓋を開けて確認にする作業が発生していた。

しかし、**新たに導入された無線通信機能付きの液面計は、従来のものよりタンク内に保管している物質の影響を受けにくく、故障しにくい**ため、計測値の信頼性が向上した。さらに、リアルタイムで計測値が把握できることも相まって、**タンクの蓋を開けずとも状況を正確に確認できるようになったため、保全作業の安全性が向上した。**

将来的には全てのタンクに無線通信機能を搭載した液面計を設置したいと考えているが、現時点では、優先順位をつけて設置するタンクを決めている。



タンクに設置された
無線通信機能付き液面計

精緻な生産計画の策定を目指して

同社では効率的な生産計画のために、オンライン液面計等から収取した在庫管理データと製造データの統合的な管理が必要であるという課題を感じていた。そのため、**在庫管理データや製造現場の製造データ、設備の稼働データ等をシステム上で統合・分析し、精緻な生産計画を立てる構想をしている。**

最近では、同社は特殊な感光材など、製造時に温度や圧力を厳密に管理する必要がある製品を取り扱うことが多くなってきている。現在は熟練人材の経験によって、その微調整をしているが、今後は高度制御システム等を導入することで、より安定した生産を実現し、顧客の要求に応えたいと考えている。

14. 日本エイアンドエル株式会社愛媛工場

操業の安全と安定のための組織価値定義に基づくアラームマネジメントの導入により、稼働の安定化とベテラン保安人材から若手への技能伝承を実現、現場保安力を向上

事業内容

事業内容



一般化学

事業所
従業員数

200名

所在地

愛媛県新居浜市

会社情報

本社
所在地

大阪市中央区

従業員総数

300名

資本金

60億円

生産
製品ABS樹脂
SBRラテックス
ラテックスコンパ
ウンド

導入技術

アラーム
マネジメント

- 生産性・環境性・安全性の視点から自社の組織価値の最大化を目的に、アラームシステム再設計と画面の設計を実施
- アラームシステムの適正化評価と改善のための演習と訓練により、アラームの適切性を検証。さらに、定期評価等により、アラームシステムの適正を維持

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット

- ☐ 作業履歴の管理
- ☒ 熟練ノウハウの蓄積・可視化
- ☐ 従来把握できなかった状態の監視
- ☐ 故障の予測

熟練人材のノウハウを基に、アラーム作動時の機器の対応操作手順を標準化することで、若手人材が熟練ノウハウを活用

収益面のメリット

- ☐ エネルギーコストの削減
- ☒ 生産性向上による売上拡大
- ☒ 維持・修繕におけるコスト削減
- ☐ 新ビジネスの創出を通じた売上拡大

対応が必要なアラームのみを、対応工数を踏まえた必要なタイミングで発することで、異常の監視漏れや機器操作ミスをゼロ化し、稼働安定性向上、設備損傷の予防につなげた

スマート化技術導入の成功要因

5

外部専門企業
との協働

保安ベンダーと共同で、運転員の非定常時の対応力など、自社人材の保安面での熟練度合に適したアラームマネジメントシステムを導入

6

技術研修

社内でITが得意な人材やITに関心のある人材に、社内のDCSに詳しい人材が技術教育を実施することで、自社内でシステム保守・改善が可能となった

7

システムの
調整・最適化

システム設定（アラーム作動の閾値や頻度、優先度等）を3ヶ月に1回、作業員の技量等に合うよう見直すことで、監視漏れ・操作ミスの防止効果を最適化

熟練人材の大量退職をうけてスマート化技術の導入を決定

日本エイアンドエルは住友化学と三井化学の合併会社であり、新居浜市にある愛媛工場は、1966年に稼働を開始した。

10年程前に、工場操業開始時に採用された**熟練人材が大量退職**する時期を迎えた。熟練運転員の減少に伴い、製造ラインでの調整ミスから原料が十分添加されなかった際に、DCSのオペレータが異常に気付かなかった等のミスが若手運転員の間で目立つようになった。このような事態をうけ、製造現場では**工場の安定稼働に支障がでるのではないかと、という危機感**が募ってきた。

日本エイアンドエルでは運転情報のデータベース化や技能マップを作成するなどの取り組みにより熟練人材の技能伝承に努めており、その中でも特に力を入れているのがアラームシステムの構築であった。

アラームの最適化によって監視漏れ・操作ミスをゼロに

アラームはプラント稼働の異常を知らせるものだが、簡単に設定ができるからこそ、重要性の低いものまで多くのアラームを設定してしまいがちである。アラームが頻繁に作動すると、現場は原因調査・安全確認に追われ、アラーム対応の遅れやアラームを受けた機器操作にミスが生じ得る。一方で、安易なアラーム削減は重要なアラームの削除につながり得るという現場の問題意識があった。そこで注目したのが「アラームマネジメント」の考え方によるアラームシステムの導入だった。

日本エイアンドエルが導入したアラームマネジメントとは、**アラーム設計に係る思想の策定やその明文化といったプロセスを経ることで、アラームを作動する目的（品質安定や重大事故防止等）を明確化したアラーム設計**を行うことに特徴がある。その上で、**DCSを通して収集しているプラントの稼働データを解析し、アラーム作動と人の操作の相関性（アラーム作動から対応開始までにかかる時間や対応開始から収束までの時間等）を導出することで、アラームの優先度（重要性）や作動タイミングを決定**するものである。

このようにアラーム設定の目的を明確化することで、目的が不明確なままに設定されていたアラームを排除しつつ、本来必要なアラームのみを作動させることができる。更に、運転員の非定常時の対応力等を踏まえつつ、対応に必要な時間を考慮してアラーム作動タイミングを設定することで、経験の浅い運転員でも確実に異常に対処することが可能となる。

その結果、愛媛工場では運転員のアラーム対応に必要な時間の確保が可能となった。アラームマネジメントの取り組み前には、人的要因で起きたトラブルのうち監視漏れ・DCS操作ミスが60%近くを占めていた。しかしアラームマネジメント導入と、アラーム作動の閾値や頻度、優先度等の閾値の定期的な（3ヶ月に1回）見直しによって、**監視漏れ・操作ミスの割合をほぼゼロにすることに成功した**。定量的な測定は今後行う予定だが、運転員の**アラームへの対応工数の削減も実現**している。

社内人材育成によるシステムの自主改善

アラームマネジメントの導入にあたっては、**保安ベンダーの支援を受けることで円滑な導入を実現**した。

具体的には、アラームの目的を特定するために実施したHAZOP（Hazard and Operability study、安全性・運転性の評価手法。化学品の製造プロセスにおける危険性を網羅的に分析・評価するもの）等の進め方やアラーム設計の取り纏め方法に関する知見を提供してもらった。

一方、**自社内で導入技術の応用ができる人材育成**にも取り組んでいる。技術導入当初は初めての取り組みであり、システムやノウハウを理解している人材が少なかったが、**社内でITが得意な人材や関心がある人材（全体の3～5割程度）に対し、DCS等のシステムに詳しい社内人材が集中的な教育を実施**した。

社内人材の技術力が上がったことで、**自主的に、迅速に低コストでシステムを改善**できるようになり、熟練人材の大量退職後も事故を起こすことなく安全な稼働を継続することに寄与している。

15. 日本曹達株式会社二本木工場

本社による提案・支援をうけて、生産現場でタブレット活用を推進。各種パトロール業務が効率化されることで、年間80人日の業務工数を削減

事業内容

事業内容



一般化学

事業所
従業員数

329名

所在地

新潟県上越市

会社情報

本社
所在地

東京都千代田区

従業員総数

1,304名

資本金

291億円

生産
製品基礎化学品、
機能性化学
品、環境化学
品、農薬、医
薬品原料

導入技術



タブレット

- ▶ 製造現場に導入されたタブレットを通して各種パトロールデータの入力・報告書作成を実施

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット

作業履歴の
管理熟練ノウハウの
蓄積・可視化従来把握できなかった
状態の監視

故障の予測

現場で確認したデータをその場でタブレットに入力し、瞬時・円滑な情報共有が可能となった

収益面のメリット

エネルギーコストの
削減生産性向上
による売上拡大維持・修繕に
おけるコスト削減新ビジネスの創出を通じ
た売上拡大の可能性

収集した各設備のデータを現場でタブレットに入力することが可能となり、設備点検業務が効率化されることで、年間で80人日の工数削減効果を確認

スマート化技術導入の成功要因

1

強いリーダーシップ

本社IT部門が、本社の費用負担でのタブレット導入を各工場に打診し、製造現場へのタブレット導入を推進

3

段階的な導入

小規模な導入で導入効果を確認した上で、導入範囲を拡大するスモールスタートでタブレット導入を開始

巡回点検業務の効率化と情報共有の円滑化を図り、タブレットを導入

日本曹達は、アグリビジネス、機能性化学品事業、医薬品事業、環境化学品事業、クローラルカリ事業の5つの事業領域を手掛け、グローバルに展開する化学品メーカーである。

同社の本社IT企画部では、ITを活用した業務改革を計画しており、特にタブレットの導入に意欲的であった。このような流れをうけて、同社二本木工場がモデル工場に選ばれ、**タブレットを活用した安全パトロール等の保全業務が進められている**ところである。

なお、今回のタブレット導入にあたっては、**初期導入に係る経費を本社の負担とすることで、現場が取り組みやすい環境を作った**。また、同社では元来、現場が新しい物事を積極的に取り入れる文化があるため、今回のタブレットの導入も特段の問題なく受け入れられた。

本社がタブレット導入を提案・支援することで、現場への導入を推進

従来の各種パトロールでは、指摘項目をまず紙に記録し、事務所に戻った後にPCで報告書の作成を行っていた。

さらに、現場設備の状況をより詳細に記録するために、写真で記録を行う場合は、まず現場で写真を撮影した後に、事務所に設置されているコンピュータに取り込む作業が必要であった。

一方、今回二本木工場で始められた取り組みでは、**巡回点検時に、点検すると同時にその結果をタブレットへ入力し、点検結果の記録・撮影を現場で行うことで、当該作業の効率化を図っている**。

更に、写真を含めたパトロール結果から自動的に報告書が作成できるようになったため、報告書の作成にかかる工数が削減された。

また、点検結果を直接データの形で蓄積できるようになったため、過去の指摘事項に対する改善状況の確認も容易となった。

この結果、**各種パトロール作業全体が効率化され、年間で80人日の工数削減効果が確認されている**。

なお、今回タブレットを活用する際、点検作業効率化のためのシステムでは、公共網の通信回線を使うなど、積極的な情報通信技術の活用が行われている。



現場でのタブレット活用の様子

導入規模の拡大を目指して

現在、日本曹達では、二本木工場の中でも、点検や入力作業が多い各種パトロール等の一部の現場管理業務を対象として、試験的にタブレットが導入され、実証が行われている。

このように、同社では**スモールスタートの考え方でタブレット導入を進めている**が、今後は、同社の他工場への水平展開を予定している。その際には、動画での記録や、テレビ電話の機能等を活用した製造現場と計器室間のリアルタイムのコミュニケーション等、タブレットの活用具合を深化させ、さらなる業務の効率化・情報共有の円滑化を目指している。

16. 三菱ガス化学株式会社四日市工場

タブレット端末を用いた、作業履歴や品質情報の電子データでの管理を通じ、作業の抜け漏れ防止・技能伝承、作業時間の短縮や品質向上を推進

事業内容

事業内容



化学品製造

事業所
従業員数

251名

所在地

三重県四日市市

会社情報

本社
所在地

東京都千代田区

従業員総数

8,176名

資本金

419億円

生産
製品

天然ガス系化学品、芳香族化学品、機能化学品、特殊機能材

導入技術

ナレッジデータベース
およびタブレット

- 従来はノートに記録されていた作業の申し送り事項を、ナレッジデータベース機能を有するシステムに電子データとして入力・共有
- 一部の現場情報をタブレットを用いて収集
- タブレットによるデータ共有により現場データ収集と同時にトレンド監視でき、異常の早期発見に寄与

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット

作業履歴の
管理熟練ノウハウの
蓄積・可視化従来把握できなかった
状態の監視

故障の予測

ナレッジデータベース機能により、適切な操作方法・判断基準の伝承・標準化が進んでいる
作業の申し送り事項の実施状況やスケジュールも管理できるなど、作業の抜け漏れ防止にも繋がっている

収益面のメリット

エネルギーコストの
削減生産性向上
による売上拡大維持・修繕に
おけるコスト削減新ビジネスの創出を通じ
た売上拡大の可能性

申し送りの電子化により、情報の可視化や事項の共有、過去事例の検索などを容易に行える様にした。さらに、電子化により品質トレンドが管理しやすくなり、収益減の要因となりうる品質のばらつきを抑制

スマート化技術導入の成功要因

1

強いリーダーシップ

本社にてスマート化の方針と導入技術の種類を定め各事業所に提案し、事業所での取組を予算面や情報面などからサポート

2

ボトムアップの
文化・仕組み

本社からの提案に対し、手を挙げた事業所においてスマート化を実践。本社の提案に沿いつつ事業所自らが、自分たちに合った技術を有するベンダーを調査し導入した

7

システムの
調整・最適化

事業所が導入技術を選定する際は拡張性を評価項目とし、現場の運用方法に合わせ、柔軟に調整できるシステムを選定した

本社からのサポートと現場のイニシアチブによるスマート化

三菱ガス化学は、技術の伝承、安全操業、品質安定化・向上を追求するため、ITを活用した取組にトライしている。**本社の生産技術部がスマート化に関する情報収集を行い、有効と考えた技術を現場に提案し、導入に手を挙げた事業所での取組を予算面をはじめ後押ししている。**

この一環で、2013年から全社でナレッジマネジメントに取り組む方針となり、**保全・運転業務の申し送り履歴情報の電子データ化**が本社から事業所に提案された。四日市工場はこれに対して早期に手を挙げ、タブレット端末を用いたデータ入力・確認も最初に導入した。

化学プラントは24時間操業のため交代勤務となっている。四日市工場では4班3交代制で、交代の度、申し送り（作業履歴と対応事項の引継ぎ）が発生する。この申し送りを正確・迅速に行うことは、工場の安全性や品質の向上には重要である。

より正確・迅速な申し送りと品質安定化

運転・点検履歴等の申し送り情報が電子化される前は、現場ではノートに手書きした情報を運転員間で共有していた。使い切ったノートはファイリングされていくが、過去のデータを参照しようとした場合、どのノートを参照すべきで、そのノートがどこにあるかを特定するのは容易ではなかった。

以前は一人一人がノートを見ながら行うべき業務を確認していたが、申し送りの電子化導入により、**必要な情報を大型プロジェクトに投影し、その画面を運転員同士で共有することで、より可視化され、正確な申し送りを行えるようになった。**紙のノートでは不可能だった画像や動画、PDF化した作業手順書の一元管理も可能となり、**申し送り事項の共有や適切な作業手順の検索の容易化**に繋がっている。

タブレットの導入は、運転情報の申し送り事項や点検で収集した操業データの現場での入力を可能にした。**作業内容の実施確認のトレースや、定期点検作業のスケジュール管理も可能となり、作業の抜け漏れ防止に繋がっている。**それ以外にも、予め各点検データの基準値を設定しておくことで、**入力された点検データが値を超えていた場合は、タブレットが振動し異常を知らせることもできるなど、異常の早期検知・解消にも役立っている。**

さらに、運転情報を電子データ化することで、製品品質のトレンドが管理しやすくなった。その結果、**品質のばらつきの要因を特定し対策を打つことで、品質低下を抑制し収益のマイナスを減らすことができています。**

また、顧客からは、納入品を生産した際の品質データ共有の要望を受けることもあり、このような依頼に応えることで、**顧客満足度の向上にも寄与**している。



図1 大型プロジェクトを用いた情報共有の様子



図2 現場でのタブレット活用イメージ

現場に合わせたシステムの調整と、さらなる横展開の仕組み

電子申し送りシステムには製品間で使い勝手や調整の容易さなどに差があるが、**導入に当たっては柔軟性・拡張性を重視し、現場の運用方法に合わせ、柔軟に工夫が反映できるシステムを選定した。**四日市工場での、電子データ化とタブレットでも、現場のニーズに応じた調整がなされている。

三菱ガス化学では、このような**現場での柔軟なスマート化の取組を事業所間で共有する場として、各事業所のメンバー（製造課の担当者等）を集め交流会を実施**している。その場でシステムの効果や利用方法などを共有し、導入技術の横展開等に繋げるなど、スマート化による一層の安全性・品質向上を推進している。

17. 関西電力株式会社舞鶴発電所

高所での目視点検に代わり、ドローンを活用することで、安全性の向上や作業工程の短縮を実現

事業内容

事業内容



火力発電

事業所
従業員数

120名

所在地

京都府舞鶴市

会社情報

本社
所在地

大阪府大阪市

従業員総数

21,817名

資本金

4,893億円

生産
製品

水力発電
148箇所、火
力発電12箇
所、原子力発
電3箇所等

導入技術



ドローンの活用による高所点検

- 煙道ダクトや石炭サイロ等の人が点検しにくい箇所を、ドローンにより、足場の架設なしに、容易に点検可能

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット

- ☐ 作業履歴の管理
 ☐ 熟練ノウハウの蓄積・可視化
 ☒ 従来把握できなかった状態の監視
 ☐ 故障の予測

ドローンの活用により、危険な高所へ人が行かずとも、現場の点検が可能となるため、点検作業の安全性が向上。また、従来の目視点検で確認しにくく見落としがちであった箇所も容易に確認できることにより、点検品質の精度が向上

収益面のメリット

- ☐ エネルギーコストの削減
 ☐ 生産性向上による売上拡大
 ☒ 維持・修繕におけるコスト削減
 ☐ 新ビジネスの創出を通じた売上拡大の可能性

ドローンの活用により、高所点検のための足場架設作業を省略できるため、保全コストの低減を実現

スマート化技術導入の成功要因

1

強いリーダーシップ

所長のリーダーシップのもと保全活動に積極的に新技術を導入

6

技術研修

ドローンの操縦技術の研修を進めるとともに、設備に精通したベテラン社員の持つ点検ノウハウも併用することで、点検技能の習熟を図った

意欲的な新技術の導入

関西電力株式会社は、近畿地方2府4県を営業区域とする電力会社である。同社舞鶴発電所は国内最大規模の石炭を燃料とする火力発電所である。

関西電力は日頃よりプラントの安定稼働を心がけており、最近では同発電所長の主導により、同社グループ会社の関電プラント(株)と共に、日々新しい技術の導入に意欲的に取り組んでいる。

ドローンを活用した保全活動の高度化

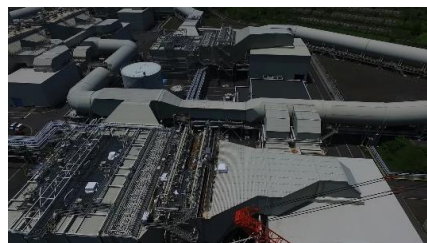
舞鶴発電所では2016年2月から6月にかけて1号機の定期点検作業を実施した。その一環で、煙道ダクトや石炭サイロ内部、配管などの不具合の確認を試みた。確認作業を行う地点は、地上5～6mの高所にあるため、従来は点検のために大掛かりな足場を構築し、目視で点検を行っていた。

2016年より、保全活動の効率化を目的として、人の目視点検に代わり、ドローンによる点検の試みが始まった。**ドローンによる点検により、高所での足場構築が不要となるため、足場の架設作業が省略され、保全コストの低減も期待できる。**また、発電所内では、大型工事が輻輳するため、現場では大型資機材の配置も重要となる。**ドローンを活用することで、資機材の配置状況を効率よく確認でき、作業スペースの有無を把握できることで、どこに資機材を置くべきかを効率的に判断することが可能である。**



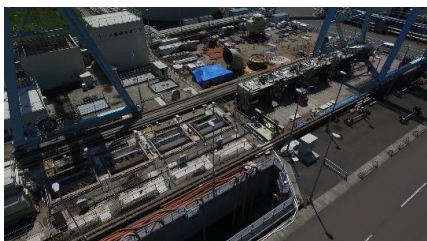
今回使用したドローン

ただし、最初から全てがうまくいったわけではない。ドローンはGPSの位置情報を基に、安定的な飛行が可能であるが、発電所内にはGPSが使えない箇所も複数存在する。そのため、石炭サイロや煙突の内部などにおいて、GPSが使えなくても問題なく操縦ができるよう、操縦訓練を度重ねた。



煙道ダクトの点検

また、ドローンの操縦は、若い社員から先行的に習得していった。しかし、実際の点検作業は、ただドローンを飛ばせば済むものではなく、点検すべき箇所をきちんと確認することが肝となり、そのためには熟練者の知見が重要となる。そのため、舞鶴発電所では、**ドローンの操縦者と、点検ポイントを熟知しているベテラン社員を組み合わせることで、点検漏れのない、効率的な点検を実施している。**



点検資材状況の確認

最近では、各持ち場担当の中で、最低でも一人はドローンが操縦できるよう操縦者の育成が進められており、新技術の導入に意欲的である。現時点では、ドローンからの映像は、システムが連携しているタブレットのみで閲覧が可能であるが、ゆくゆくは、制御室等での遠隔監視や複数の端末と連携していくことを考えている。

画像活用への期待

舞鶴発電所では、点検作業の際にドローン以外の新技術を活用している。ウェアラブルカメラはその一つである。不具合箇所の監視強化の一環で始めたもので、現時点では定期点検時のボイラーの中やタービン等の限定的な場所での実施となっている。

点検者は頭にウェアラブルカメラを装着して点検に臨む。ウェアラブルカメラで撮影された映像は、現場から離れた制御室・事務所でも同時に確認が可能である。従来は、点検者が現場で異常を感知した際、確認したい情報がある場合は、その都度現場を離れ、制御室等に戻り確認していた。しかし、**ウェアラブルカメラを活用することで、制御室側等と状況を共有できるため、制御室等の上司、上席者が必要情報を確認し、点検者に伝えることによって、点検作業の効率化を図ることができた。**

今後はドローンやウェアラブルカメラの画像の更なる活用を検討しており、画像診断システムの導入による異常の早期発見に向けた検討を行っていく。

18. 中国電力株式会社島根原子力発電所

計測データから「いつもと違う」挙動を察知し、異常の予兆を検知。システム導入によりプラント監視を現在より正確に、より効率化し、信頼性・安全性確保と安定稼働につなげる

事業内容

事業内容



原子力発電

事業所
従業員数

511名

島根本部52名含む

所在地

島根県松江市

会社情報

本社
所在地

広島県広島市

従業員総数

9,524名

資本金

1,855億円

発電
設備

火力：12カ所
水力：99カ所
原子力：1カ所
新エネルギー等：
2カ所

導入技術

異常予兆
検知システム

- 設備に設置したセンサーから収集したデータを解析
- プラントの「いつもと違う」動きを察知し、故障につながる可能性のある箇所の特定や故障発生前の早期補修が可能

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット

作業履歴の
管理熟練ノウハウの
蓄積・可視化従来把握できなかった
状態の監視

故障の予測

過去事例の分析では、運転員より約8時間前に異常検知できたケースも存在。分解点検頻度の削減が可能、分解時のヒューマンエラーの可能性も減少。分解点検とその結果の履歴管理により、原因究明も容易になる。

収益面のメリット

エネルギーコストの
削減生産性向上に
よる売上拡大維持・修繕に
おけるコスト削減新ビジネスの創出を通じ
た売上拡大の可能性

設備異常顕在化前に対処することで、信頼性、安定性が高まり安全性、稼働率向上につながる。保守が必要な時期をより正確につかむことで分解点検等の頻度を削減でき、将来、保守コストの低減につながる。

スマート化技術導入の成功要因

1

強いリーダーシップ

原子力管理部長（当時）がコンセプトをつくり、情報通信部門が現場に在勤しながら1年かけてシステムを開発

2

ボトムアップの
文化・仕組み

導入を推進するには、いかに現場を本気にさせるかが重要。現場の保守・運転員と一緒にシステムを組み立てるなど、最初からプロセスに巻き込むことで、現場の人間も前向きに対応した

6

技術研修

特に入社約5年目までの若手を対象に、計器・センサーのパラメータを変動させ、予兆の発生から事故防止対応までのシミュレーションを実施

ベテラン人材の減少をきっかけとした、人手に依存することへの課題認識

事業所では**ベテラン人材が減少してきており、人手に依存する体制は変えていく必要がある**という認識があった。人手に依存せず、異常の予兆を察知する手段について、社内で議論が重ねられた。

福島事故後のような長期停止後の再稼働では、信頼性確保に対する課題が格段に多い。プラントの異常を早期に発見することはもとより、状態を的確に捉え、客観的に評価する手段はないかが検討された。

ITベンダー企業から、システム障害対応エンジンの紹介があった。原子力管理部長（当時）は、このエンジンの障害検知に関するアルゴリズムから「プラントの状態監視に応用できる」と判断した。

現場を巻き込みシステムを開発

本エンジンを用いて、現在の計測データとモデルからの予想を比較することにより、**「いつもと違う動き＝異常の予兆」を検知**するデータ解析・異常予兆検知システムの開発・導入検討を開始。

まずは、原子力管理部長がシステムのコンセプトを作り、画面設計や何を監視すべきかなどは、保守・運転員と一緒に組立てた。その過程では、エンジン開発メーカーが持つITの専門的な知見と現場の知見を融合させるようにした。現場もベテランがいなくなることに對して、危機感を抱いていたため、このように**最初からプロセスに巻き込むことにより、現場の人間も前向きに取り組んでくれた。**

開発の過程で難しかったのは、**プラントの状態監視のためのデータとして何を採用するかであった。**異常を早期に検知するためには、水位、圧力あるいは流量、何に注目すれば良いか。**計算機により監視している約3千5百のセンサーデータを、どのように活用すれば異常を予兆の段階で検知できるか**決めねばならない。また、必要なデータは問題がある系統ではなく、異なる系統に現れることもある。例えば、原子炉の出力変化はタービン系のデータの変化として現れることもある。このような検討は**現場の運転員の協力なしでは進まない。**運転員と議論をしながら、**1年かけてシステムを作り上げた。**

人より迅速な異常予兆検知による安全性・稼働安定性向上

結果的に可能になった、あるいは高度化された業務は多岐に渡る。例えば、プラント運転中・停止中の各種系統のリアルタイム監視、定期試験における機器の状態判定、プラント起動・停止工程におけるプラントの健全性確認、機器点検・更新した機器の健全性評価、トラブル事象後の分析などである。

現在、異常予兆検知システムの性能および機能の高度化について検討中である。別途導入した**EAM（Enterprise Asset Management／統合型保全システム）と異常の予兆検知システムを連携**させることで、より詳細な分析が可能になる。EAMとは「保守管理活動全体を管理する統合型保全システム」のこと。特にヒューマンエラーの起こりやすい分解点検について、いつどのように実施し、その結果がどうだったか等の情報を電子データとして記録し、アセットの管理を行っている。これを異常予兆の分析とリンクさせることで、異常が検知された際は、例えばいつ点検して何をどう交換したことで不具合が発生しているか、どの不具合が原因になっているかなど、**異常の原因が何であったかを究明**し易くできる。

実際の効果検証はプラントの再稼働後に確認することとなるが、同社では開発・導入にあたり、過去のプラントの異常事例解析および訓練用施設を用いて様々な異常を発生させ、その事象を解析することにより異常予兆検知システムの実効性についての検証を実施してきた。

過去の異常事例解析の結果によると、**運転員よりも約8時間前に異常を検知できた**というケースもあった。今後、保守データを長期わたり蓄積して行くことにより、例えば2年ごとに分解点検を行っていた機器について、点検間隔の延長も期待できる。故障原因の多くは、いじり壊しのような分解点検時のヒューマンエラー。**分解点検の頻度を下げることで、ヒューマンエラーのリスクが下がりプラントの信頼性が向上し、稼働率が上がる。**原子力プラントでは「**信頼性・安定性向上＝安全性・稼働率向上**」であり、プラントの安全、経営面からも重要なシステム。システム導入によりプラント監視を現在より正確に、より効率化できる。

異常予兆検知システムは、若年層教育にも活用されている。若年層の中には異常を知らせるパラメータの相関関係に対して理解が浅い人達も多い。そこで機器故障の予兆事象をパターン化し、計器・センサーのパラメータを変動させ、**予兆の発生から事故防止対応までのシミュレーション**を実施している。

19. 中部電力株式会社碧南火力発電所

自社の稼働データを分析することで、事故要素を早急に検知し、プラントの異常に事前に対処

事業内容

事業内容



火力発電

使用燃料：石炭
ユニット数：5

事業所
従業員数

269名

所在地

愛知県碧南市

会社情報

本社
所在地

愛知県名古屋市

従業員総数

17,506名

資本金

4,307億円

発電
設備

火力 10ヶ
所、水力
196ヶ所、原
子力 1ヶ所、
風力 1ヶ所、
太陽光 3ヶ所

導入技術



ビッグデータ分析

- センサー・計器からデータを収集・分析し、平常時のデータの関係性を自動的に抽出
- この関係性と違う状態になったとき、早期に検知する技術

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット

- ☐ 作業履歴の管理
- ☐ 熟練ノウハウの蓄積・可視化
- ☐ 従来把握できなかった状態の監視
- ☒ 故障の予測

稼働データから自動で異常を検知し故障を予兆。今まで気付かなかったインシデント要素を検知できるようになった

収益面のメリット

- ☐ エネルギーコストの削減
- ☒ 生産性向上による売上拡大
- ☒ 維持・修繕におけるコスト削減
- ☒ 新ビジネスの創出を通じた売上拡大の可能性

稼働効率の低下因子を分析・検知し、早期に対応。稼働率向上と修繕の効率化により収益が増加。将来的には、新たなビジネスとして、海外の電力会社を対象にビッグデータ分析ソリューションの提供を計画

スマート化技術導入の成功要因

① 強いリーダーシップ

本社技術部が中心となって経営層と現場を説得し、新技術導入をけん引

③ 段階的な導入

ベンダーとも協力し、まずは実証的な研究で有効性を確認した後に本格導入

④ システム導入の
タイミング

国内電力の需要低下に伴い、経営効率化や新ビジネスの機会創出等の必要性が認識され、更に社会がIoTなどの新技術に注目するようになった頃に導入

産業保安による売上増加の追求と時宜を得た技術導入

中部電力には、中部地方に対して、安定的な電気の供給を行う中、最新鋭の高効率火力設備の投入や燃料調達・消費の柔軟性向上などを通じて良質で安価な電気の供給に努めるなど、一歩先を見据えて新たな挑戦を行う文化があった。

今回の新技術導入の構想は2014年から始まった。きっかけは、本社技術Gの担当課長が、当時ビッグデータを活用して工場の保全を行っているという情報（ビッグデータ分析システム）を得て、自社での導入を検討したことに起因する。

導入について検討を始めたが、当時はビッグデータ分析システム自体が業界で知られておらず、また、その導入効果を明示することも難しく、周囲の理解を得ることは難しかった。

しかし、そんな状況は次第に変化していく。まず、将来的な**国内電力の需要低下といった流れに対して、経営効率化に加え、今まで培った経営資源である人財、技術を活かした新しいビジネス創出の必要性が生じた**。また、**社会全体がIoTなど新しい技術の導入に注目**するようになり、新技術の導入の話も話題に取り上げやすくなっていった。

それを受けて、技術Gは経営層への説明を重ねて、ビッグデータ分析システムは火力発電プラントの温度・流量・圧力等のデータの動きの相関から、従来の人間および警報装置による監視のみでは予見が困難であった異常までを検知し早期対応を可能にすることで、故障の未然防止による修繕コストの削減ならびに運転機会の損失低減および稼働率の向上による収益向上に繋がることを確認しビッグデータ分析システムの導入を決定した。

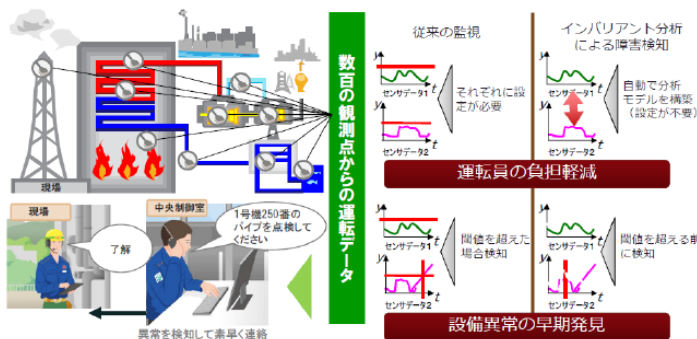
本社と現場が連携した段階的なシステム導入

本社技術G主導のもと、経営層だけではなく、現場の理解を得て、本社と現場が連携した取り組みとして進めたことが、今回のビッグデータ分析システムの導入に繋がった。

経営層に対して、上記のように、売上増加を軸にした説明を行った後、**現場職員に対しては、同システムを導入することで、従来よりも事故を事前に察知することが可能となり、火力発電プラントの更なる安全性を担保できることを説明**。加えて、**現場の運転・保守のノウハウをシステムに組み込みながらシステムを段階的に成熟させていく必要性を説明した**。

の結果、現場の理解を得て、2016年現在、碧南火力発電所では、異常の検知方法や運転員サポートの仕組みなど実用化に向けた検証を本社職員と共に進めている。

「いつもと違う」を早期に発見、故障を予兆



中部電力が導入したビッグデータ分析システムの仕組み

本システムは、中部電力の保有している火力発電に関する運転・保守ノウハウとビッグデータ分析技術を融合し、今まで気が付かなかった事故要素を早期に検知し、設備故障の予兆監視を行うシステムである。

本システムにより、従来のように個別に運転データをチェックするのではなく、収集したデータから自動的に異常検知が可能となり、効率的なプラント運営が可能となる。

本システムの導入は、2017年中に開発、2018年に運用開始の予定であり、現在、実用化に向けた検証を行っているところである。

将来的には、設備故障の予兆監視、要因分析および運転保守支援等の各サービスを国内外の火力発電事業者に提供する予定であり、インフラ輸出にもつながる可能性を有している。

20. 北海道電力株式会社

送電線の故障地点を高い精度で標定するシステムを導入し、探査要員および時間を削減

事業内容

事業内容



発電・送電

会社情報

本社
所在地

札幌市中央区

従業員総数

5,660名

資本金

1,143億円

発電
設備

水力 56ヶ所
火力 12ヶ所
原子力 1ヶ所
地熱 1ヶ所
太陽光 1ヶ所

導入技術

送電線故障
情報システム

- 送電線の両端に位置する変電所に、送電線の電圧・電流の変化を検知する検出器を設置
- 落雷等で発生した電圧・電流の変化の波形が、各検出器に到達した時間の差から、送電線上の故障地点を標定

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット

- ☐ 作業履歴の管理
- ☐ 熟練ノウハウの蓄積・可視化
- ☒ 従来把握できなかった状態の監視
- ☐ 故障の予測

故障地点の標定誤差（標定された故障地点と実際の故障地点との距離）が、従来の手法と比較して平均約1/7に縮小され、より高精度で状態を管理できるようになった。また、故障時に発生する電圧・電流変化のパターンを解析することで、故障原因の推定も行えるようになった

収益面のメリット

- ☐ エネルギーコストの削減
- ☐ 生産性向上による売上拡大
- ☒ 維持・修繕におけるコスト削減
- ☐ 新ビジネスの創出を通じた売上拡大の可能性

送電線故障情報システムの導入により、故障地点を発見するまでに要していた時間が導入前に比べて50%以上縮減された。また、探査要員を半分程度の人数で実施できるようになったという事例も見られた

スマート化技術導入の成功要因

1 強いリーダーシップ

システムの導入は本店工務部を中心に決定した。無駄な故障地点の探査が軽減されるなど、現場でもメリットをイメージしやすいよう説明がなされた

7 システムの調整・最適化

システムだけで対応出来ない事象（例えば電圧・電流の変化が検知しづらい倒木など）に対しては、保守員による手動補正機能を付加し、精度を向上した

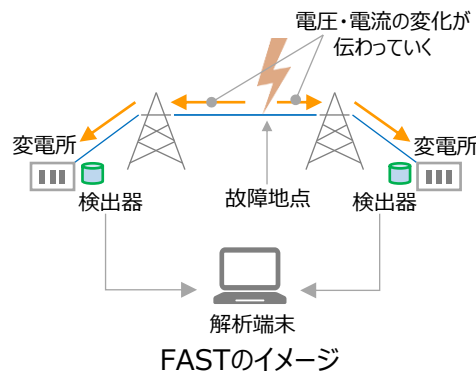
故障地点の高精度な特定を行うシステムの導入

送電線は山間部を経過していることが多く、故障点探査では保守員が地上から巡視するため、時間と労力を必要とする。また、故障停止による供給支障が発生した場合は、復旧までに時間を要し、特に冬期間においては作業も長期化する。よって、故障箇所の早期発見・復旧のため、精度の高い故障標定により効率的に保守員が現地出向することが望まれた。

このような検討事項について、電力業界内で情報共有を行う中、送電線故障情報システム（FAST：Fault Analyzing System Technology）について知ることとなった。このシステムは、元々他の電力会社と共同して開発した技術で、それを北海道電力でカスタマイズし実際に運用している。

運用の決定は、**本店工務部を中心に決定**した。**故障点探査業務の軽減など、現場としてもメリットがイメージしやすかった**ため、スムーズに受け入れられた。

同システムは、送電線の両端に位置する変電所に、送電線の電圧・電流の変化を検知する検出器を設置。落雷や鳥害、樹木との接触等により発生した**電圧・電流の波形の急な変化（故障サージ）**を両端の検出器で特定し、**各検出器にその変化の波形が到着した時間の差から、故障地点を自動演算で標定**する。故障地点は、保守員が閲覧する既存のPC画面上に、故障点標定結果として「〇〇号から××m地点」のように表示される。さらに、**電圧・電流変化のパターンの解析により、故障原因の推定も可能**。



故障地点の標定誤差が従来手法の約1/7に縮小

故障点標定装置の一つとして、C型フォルトロケータと呼ばれる、電気信号を送電線に流して故障地点で反射して戻ってくるまでの時間を測定するシステムが用いられていた。FASTの導入効果を検証した結果、主要な故障原因4点（落雷、鳥害、糞害、樹木）及び他物接触による**故障地点特定における平均誤差（標定された故障地点と実際の故障地点との距離）が、C型フォルトロケータと比較し1.24kmからFASTの0.18kmへと約1/7に縮小された***。

さらに、高精度で故障地点を標定できるようになった結果、故障点の発見までに要した**巡視平均時間が、FAST設置前の184分からFAST設置後は85分となり、50%以上の工数削減効果**が見られた。また、ある例では、従来は4班（各班2名）で故障点探査を行い故障地点を発見していたところが、2班で実施可能となったという効果も観察された。

* FASTによる自動標定のみの場合は誤差0.72Kmと、精度は従来比1.7倍程度だったが、後述の手動補正を加えることで、一層の精度向上が可能となっている。C型フォルトロケータでは同様の手動補正はできない。

故障地点の特定精度向上に向けたカスタマイズ

FASTを実用化し効果を発揮するには、精度を向上させることが課題だった。特に、主要な故障原因の一つとして倒木が挙げられるが、樹木は電気抵抗が大きく故障サージ到達時間を示す波形変化が緩慢になりがちなため、誤判読が起こりやすい。FASTの効果測定においても、樹木の倒木が原因の場合は、標定誤差が1.61Kmと大きくなった。

この課題に対しては、保守員が解析端末のモニターに映る波形変化を観察し、手動で故障サージ到達時間を補正することで、標定誤差を改善させた。その結果、例えば樹木の倒木が原因とされた故障地点の標定誤差は、1.61Kmから0.28Kmへと大幅に改善された。

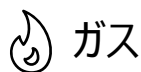
このような効果が示されたことで設置エリアの拡大が進み、2014年度末時点では、466電線路中、97電線路にFASTが設置されている。架空線全亘長（2点間の電線路の水平距離）7,982Kmの内、2,840Km（36%）が標定区間の対象となっている。

21. 大阪ガス株式会社

地図情報と顧客情報の連携により、災害時の復旧作業を「見える化」し、携帯電話を活用したリアルタイムの報告により、作業完了報告時間やシステムへの進捗反映時間を短縮

事業内容

事業内容

事業所
従業員数

5,824名

所在地

大阪府大阪市

会社情報

本社
所在地

大阪府大阪市

従業員総数

5,824名

資本金

1,321億円

生産
製品都市ガス
LPガス
電気
ガス機器

導入技術



災害復旧システム
(BRIDGE,
OG-DRESS)

- 地図情報と顧客情報を連携させるとともに、進捗状況を一元管理することで災害復旧作業を「見える化」
- 携帯電話によりリアルタイムで報告を行い、作業完了までの期間短縮や、復旧計画の早期立案が可能となった

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット

作業履歴の
管理熟練ノウハウの
蓄積・可視化従来把握できなかった
状態の監視

故障の予測

保安に係る各種情報を地図上で一元管理し、災害によりガス供給を停止した顧客を速やかに確定。各作業工程間で確実に情報連携を行い、復旧進捗状況の「見える化」を実現

収益面のメリット

エネルギーコストの
削減生産性向上
による売上拡大維持・修繕に
おけるコスト削減新ビジネスの創出を通じ
た売上拡大の可能性

関係部門が使いやすいシステムの構築により情報共有の迅速化を実現。さらに携帯電話を活用したリアルタイムの報告により、復旧作業報告の時間を93%削減

スマート化技術導入の成功要因

2

ボトムアップの
文化・仕組み

現場での課題意識に基づき、災害復旧に資するシステムの構築を実施。システムだけでなく、現場の運用ルールを併せて構築することで効果的に作用

7

システムの
調整・最適化

関連部門の現場の声をよく聞き取り、各部門の作業スタイルを保持したまま、円滑な情報共有ができるように工夫

災害復旧に資するシステムの導入

大阪ガスは、京阪神地域を中心に約3,220km²、725万世帯へ都市ガス进行供給している一般ガス事業者である。同社では、阪神淡路大震災をきっかけに防災対策が進められ、安定した都市ガス供給のために様々な取組が行われている。災害等により停止したガス供給の復旧には、様々な部門が密に連携し、現場状況を即時に情報共有することが重要だが、同社では「BRIDGE（ブリッジ）」と「OG-DRESS（オージードレス）」という二つのシステムを活用して災害復旧作業の省力化、迅速化を図っている。

密な連携により迅速な状況把握を目指して

同社では、災害対応の現場作業において、大きく分けて二つの部門が関与している。ガス導管を管理する導管部門と、顧客側のガス機器を管理する営業部門である。災害や事故後の復旧対応に際して、迅速な復旧を目指すという点では、両部門の意識に相違はないが、その作業スタイルは異なっていた。

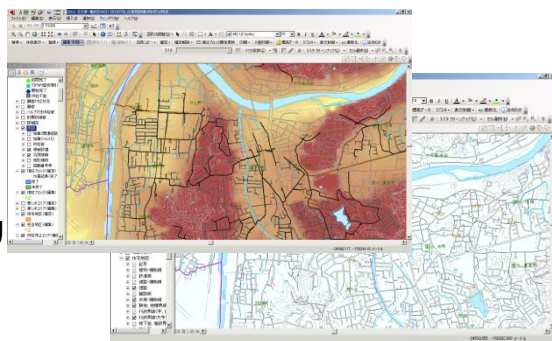
導管部門では、従来紙の地図ベースで、復旧作業の進捗確認や復旧計画の検討を行っており、開栓作業の状況等の復旧状況の集計も主に手作業で行われていた。一方営業部門では、地図ベースではなく顧客のリストベースで作業に従事しており、情報の集計は同じく手作業で行われていた。また、現場への出勤指示や状況報告の情報集約についても全て手作業で行われ、多くの労力を要していた。

このため、両者の作業スタイルを変えずに、円滑な情報共有を可能とし、作業の省力化を実現するシステムの構築を求める声が高まるようになった。これを実現するため構築されたのがBRIDGEである。元来作業スタイルが異なる二つの部門のシステムを連携させるため、そのシステム結合部分の開発にあたっては、両者の意見を取り入れつつ、試行錯誤を重ねられた。

BRIDGEでは、地図情報（導管マップシステム）と顧客情報システムを連携させ、災害等で供給停止から復旧に至るまでの情報をリアルタイムで管理することができる。BRIDGEのマップシステム上で

対象エリアの標高及び導管の配管情報が把握できるだけでなく、供給停止顧客数や開栓対応済み顧客数など、**被害の影響範囲の早期確認と復旧作業の進捗状況の確認をリアルタイムで実施できる。**これにより**各種確認作業のための工数を大幅に削減することが可能となった。**

また、**対象エリア内の顧客のリスト抽出が容易**であり、このリストを活用することで、復旧の進捗状況を導管部門・営業部門で共有できるため、共有化のための資料作成の手間が省け、**導管部門と営業部門間の情報共有を迅速化した。**



BRIDGEのシステムイメージ図

リアルタイムの状況報告

BRIDGEに加え、同社の災害復旧支援をより迅速化させたのが、モバイル端末を活用した災害システムの導入である。従来の災害復旧支援対応では、まず担当者が現場にて確認結果を紙に記入し、帰社後にその記録をOCRで読み取ることでBRIDGEに反映させていた。しかし、業務報告が各担当者の帰社後になるため、進捗状況管理に時間を要し、要員配置計画等の立案に大きな影響がでていた。

そこで構築されたのが、OG-DRESSである。まず、**BRIDGEで案件登録がされ、供給停止エリアが確定されると、その情報はOG-DRESSへ自動反映される。**これを受けて現場へ出勤した作業担当者は、本システムを活用することで、**モバイル端末を使い現場から状況を報告することができるようになった。**更に、**社内個人情報の運用ルールを構築することで、セキュリティを担保しつつBYOD*を活用できるようになり、他業務からの応援者でも、簡便に同システムを利用することができるようにした。**これらにより、復旧作業完了ー報告ーシステム反映の作業スピードは格段に向上し、**従来2時間20分かかっていた業務報告が、10分という短時間で完了させることが可能となった。**

大阪ガスでは、このようなシステムの活用に加え、日々の保安訓練にも努めており、有事の際の速やかな復旧作業体制を確保している。

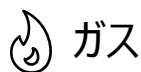
* BYOD: Bring your own device. 従業員が個人保有のデバイスを業務に使用することを示す

22. 東京ガス株式会社

超高密度で配置した地震計(SIセンサー)を用いて、地震防災システム（SUPREME）により、大規模地震発生時に低圧のガスの供給を遠隔操作にて停止させ、二次災害を防止

事業内容

事業内容



ガス

会社情報

本社
所在地

東京都港区

従業員総数

7,973名

資本金

1,418億円

生産
製品ガス
電力

導入技術

地震防災システム
(SUPREME)

- ▶ 大規模地震が発災した場合に、二次災害防止を図るシステム
- ▶ 供給エリア内に高密度でSIセンサーを設置し、地震時に本社・拠点の端末で情報を一覧表示。低圧ガス導管の被害が想定される地域への低圧ガス供給を遠隔操作で遮断

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット

- ☐ 作業履歴の管理
- ☐ 熟練ノウハウの蓄積・可視化
- ☒ 従来把握できなかった状態の監視
- ☐ 故障の予測

地区ガバナ（ガスを中圧から低圧に変換する施設）に設置されているSIセンサーがガス管に被害を及ぼすような大きな揺れを検知すると、自動的にガス供給が停止される。地震防災システム（SUPREME）により、SIセンサーから収集したデータは、地震発生後5分以内に本社・拠点端末で確認できるようになった

収益面のメリット

- ☐ エネルギーコストの削減
- ☐ 生産性向上による売上拡大
- ☒ 維持・修繕におけるコスト削減
- ☐ 新ビジネスの創出を通じた売上拡大の可能性

SUPREMEによって、ガス管に被害を及ぼすような大きな揺れを検知した地域のガス供給を遠隔操作で停止。従来、現地作業のため40時間程度かかると想定されていたガス供給の停止作業が10分程度で済むようになった

スマート化技術導入の成功要因

4 システム導入の
タイミング

阪神淡路大震災の経験を教訓に、地震対策システムSUPREMEを自社で構築し、2001年より稼働

6 技術研修

地震発生時の初動措置の訓練を毎週土日及び祝日に実施。訓練の中でSUPREME端末を実際に操作することで、作業員のシステムの操作習熟度を維持

安全なガスの提供のために

東京ガスは、供給エリア内に約5万7千kmに及ぶガス導管を保有し、1,100万件以上の顧客にガスを供給する大手都市ガス企業である。この広大なガス導管網の保持のために、日々安全に注力しており、日頃からその保全・保安活動に余念がない。

同社では、ガスを安全に供給するための取組一つとして、同社では地震など自然災害の対策にも力を入れている。今回紹介する**超高密度リアルタイム地震防災システム「SUPREME」**は、阪神・淡路大震災を教訓に2001年より運用を開始したシステムであり、**大規模地震が発災した場合に迅速な初動措置を可能にし、二次災害防止を図るもの**である。

二次災害を防止するため、自動でガス供給を遮断

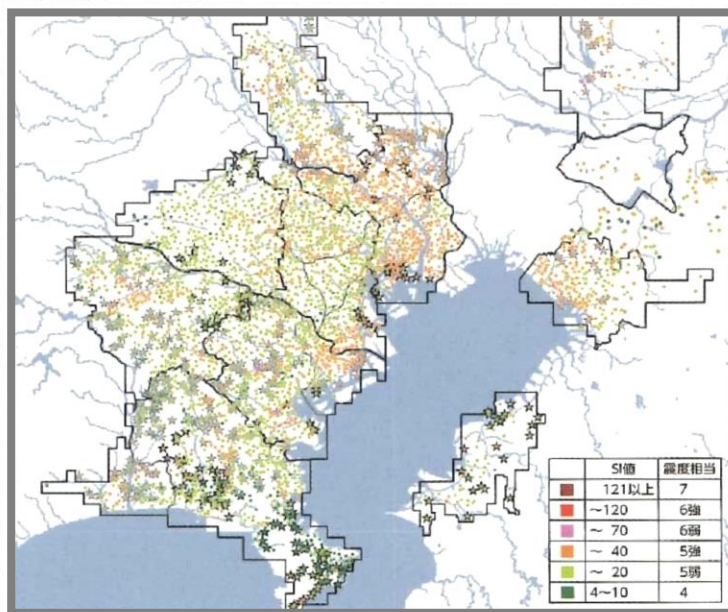
同社では、供給エリア内の約4,000箇所の低圧ガスを供給している地区ガバナに地震計（SIセンサー）を設置しており、高密度な地震計ネットワーク（1kmあたりセンサーを1基設置）を構築している。

そして、**各地区ガバナに設置されたSIセンサーから収集したデータは、地震発生後5分以内に本社の供給指令センター等で確認できるようになっている**。更に、本システムでは、各地域のSIセンサーからの震度情報から推計された液状化状況や、停電情報などを地図上に可視化する機能も備えている。

地区ガバナに設置された**SIセンサーは、ガス導管に被害を及ぼすような地震を検知すると、地区ガバナからの低圧ガス供給を自動的に遮断する**。

東京ガスでは、震災時に低圧ガス供給が停止されるエリアを最小限にするため、低圧ガス導管網を複数ブロックに分けて管理しているが、**SUPREMEは、地震が発生すると、SIセンサーで測定された地震情報と、地区ガバナからの低圧ガス供給停止情報を収集する。収集した情報から低圧ガス供給停止が必要なブロックの特定を行う**。

更に、SUPREMEでは、地震時に低圧ガス供給が自動で停止しなかった地区ガバナを特定し、**必要に応じて、遠隔で低圧ガス供給遮断をすることもできる**。



SIセンサーによる
東京ガス供給エリア内の地震観測

東日本大震災でシステム導入の効果を発揮、今後更なる効率化を図る

SUPREME導入前は、ガス導管網ブロック内で感震遮断しなかった地区ガバナごとに作業員が現地でもガス供給を停止する必要があったため、阪神・淡路大震災クラスの地震の場合は、**従来40時間程度かかると想定されていたガス供給停止の作業が、SUPREME導入後は、10分程度で済むようになった**。

実際に、2011年に発生した東日本大震災の際には、地震発生後5分間でガス管の被害状況データを収集でき、速やかな供給停止判断や導管の被害推定や液状化・停電などの状況把握、そして早期復旧に貢献した。

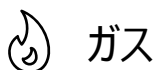
さらに、東京ガスでは、毎週土日及び祝日に地震発生を想定した訓練を行っており、その中で**実際にSUPREME端末を操作することで操作習熟度の保持に努めている**。

23. 北海道ガス株式会社

自社で開発した保安指令システムにより、通報受付、出勤から活動記録における一連の作業の効率化を実現

事業内容

事業内容



ガス

会社情報

本社所在地

北海道札幌市

従業員総数

698名

資本金

64億円

生産製品

都市ガス
LPガス
電気

導入技術

保安指令システム
(IGIS)

- 保安状況の可視化により、複数地区の保安出動状況の把握を可能とする
- カーナビやタブレットとの連携により、現場と保安センターとのリアルタイムの連携を推進

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット

作業履歴の
管理熟練ノウハウの
蓄積・可視化従来把握できなかった
状態の監視

故障の予測

保安指令システム「IGIS」により、保安活動のステイタスや履歴の可視化、保安情報の共有化が図られ、複数地区の保安状況の把握が可能となり、専任の保安責任者による複数地区の保安指令や速やかな業務支援が可能になった

収益面のメリット

エネルギーコストの
削減生産性向上
による売上拡大維持・修繕に
おけるコスト削減新ビジネスの創出を通じ
た売上拡大の可能性

IGISとカーナビの連携、タブレットの活用により、緊急保安活動に係る時間が短縮された。また、出勤結果の分析から、保安出動抑止の取り組みを推進するなど、効率的な保安体制を実現している

スマート化技術導入の成功要因

2

ボトムアップの
文化・仕組み

現場担当者からのニーズによりシステム構築が開始され、現場担当者が開発に直接関与することで、使い勝手のよいシステムを構築

7

システムの
調整・最適化

複数の既存システムとの連携だけでなく、緊急車両のカーナビとの連動や、タブレットの活用により、保安活動の効率化・高質化・迅速化を実現

北海道ガス株式会社は、都市ガスを中心としたガス事業者であり、札幌市、石狩市、北広島市、恵庭市、千歳市、小樽市、函館市、北斗市及び北見市を供給エリアとしている。同社は安定したガスの提供のため24時間体制で安全を見守り続けており、ガス漏れ等の通報があった際には、緊急保安対応の専門員が緊急車両で現場に駆けつける。今回紹介する**保安指令システム「IGIS」**は、そんな緊急保安の根幹となるシステムである。このシステムの活用によって、ガス漏れ等の通報を受けた際の通報受付・緊急車両の出動・作業の迅速化を行っている。

IT技術を活用し、個人ではなく組織として機能する保安へ

同社では、以前はガス漏れ等の通報があった際は、電話と受付伝票等の書類などで情報共有を行っており、組織的な情報共有と統計的な記録の蓄積ができていなかった。この状況に課題意識を持った保安現場の求めに応じて開発されたのが、IGISである。本システムの開発は2008年から始まったが、**開発には同社のICT推進部、保安業務担当者及び開発ベンダーの3者からなるプロジェクトで進められたため、現場の人間が活用しやすいシステムとなっており、2010年の本格導入時の際にも、特段の混乱もなくスムーズな導入となった。**

IGISの特徴は、保安情報受付システム、マッピングシステム、顧客情報システム等との連動により、**緊急車両の稼働状況や、対応履歴を地図上で可視化できる**ことにある。まず、IGISの受付・登録画面に設定されている項目を、通報内容に応じて選択していくことで、**当該通報に緊急性があるか否かを確実に判断できる**。例えば、着火や広範囲にガス臭がする等の緊急出動に該当する事項は赤で表示され緊急度が分かるようになっている。

また、IGISのマップシステム上では、**アイコンの形や色の違いによって、緊急車両の出動状況や、対応履歴が地図上で確認でき、当該地域の保安活動が一目で分かる**。更に、同システムでは、**継続的な監視が可能**となっており、例えば同地域でガス漏れ警報器鳴動通報が複数件重なって発生した場合等、その関連性について注意喚起を図るため、予め設定した条件でアラートが鳴り、自動的に担当者へ連絡メールが送信されるシステムとなっている。

これらIGISの仕組みにより、**一つのシステム上で、複数地区の保安活動状況が一覧できるようになった**。そのため、現在は**札幌保安センターで複数地区の保安指令を一括集中管理する体制をとっており、この体制によって、保安業務の効率化と高質化を図っている**。また、IGISを用いた現場支援等により、保安処理員のサポートが可能となり、**保安品質の高度化につながっている**。



IGISの地図画面の例

リアルタイムな保安を目指して

IGISは、現場と保安センターのリアルタイムな連携にも一役買っている。IGISは、緊急車両に搭載されているカーナビとも連動しており、この**カーナビには、保安センターから出動指示のあった現場が自動的に登録されるため、地図でルートを確認しなくても、現場に向かうことが可能**となっている。また、カーナビの**GPS情報によって車両の活動状況の把握ができ、緊急車両の管理の強化につながっている**。

更に、IGISと共に2016年からはタブレットも本格的に運用され、これにより、現場においても**保安センターと同様の情報を確認することが可能となった**。以前は通報があると、まずは出動前に各種図面や関連書類の確認が必要であったが、**現在はタブレットさえて行けば現場にしながらセンターと同等の情報が確認ができるため、担当者は現場へ急行することに集中できるようになった**。

これらの試みにより、**ガス漏れ等の通報から現場到着までの時間が短縮されたほか、現場状況の迅速な把握と適切な保安処理により、保安の高度化を実現している**。

24. ニッポン高度紙工業株式会社米子工場

現場へのタブレット導入によって、タンク洗浄作業の安全性を向上させつつ、作業時の工数を削減

事業内容

事業内容



紙・パルプ業

事業所
従業員数



42名

所在地

鳥取県米子市

会社情報

本社
所在地

高知県高知市

従業員総数

549名

資本金

22億円

生産
製品

コンデンサ用セ
パレータ,
電池用セパ
レータ等

導入技術



タブレット

- ▶ タブレットとDCSをつなぐことで、現場からDCSに指示を出し、設備を操作することが可能
- ▶ タンクの洗浄作業時に、現場作業員がタブレットを通して機械を操作することで、作業に要する人員を削減しつつ、安全性を向上

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット



作業履歴の
管理



熟練ノウハウの
蓄積・可視化



従来把握できなかった
状態の監視



故障の予測

現場でDCSを通じて機械を操作できるようになったことで、現場の状況を正確に把握している作業員が機械を操作できるようになり、作業の安全性を向上。さらに、設備の保全履歴等を電子化し、タブレットを設備診断ツールとして活用することで、設備状態の可視化を図る

収益面のメリット



エネルギーコストの
削減



生産性向上
による売上拡大



維持・修繕に
おけるコスト削減



新ビジネスの創出を通じ
た売上拡大の可能性

パルプ貯蔵タンクの洗浄作業員が、現場の状況を監視しつつ、タブレットを用いてDCS経由で機械を操作。従来は「洗浄作業員」「現場の状況を監視し操作室に連絡する人員」「DCS操作室の操作人員」の3名必要であったが、「洗浄作業員」と「現場の状況を監視しながら機械を操作する人員」の2名のみで実施可能となった。

スマート化技術導入の成功要因

1

強いリーダーシップ

社長及び製造本部長がIoTの活用による製造現場の安全性向上・業務効率化の可能性に着目

7

システムの
調整・最適化

現場が求める機能について、生産技術担当者とオペレータにて綿密に検討することで、現場で活用しやすい仕様にする事ができた

「追い付け、追い越せ」の精神でIoT技術導入を推進

ニッポン高度紙工業は、コンデンサや電池用のセパレータ（電池の正極と負極を隔離する材料）を製造する高知県の企業である。セパレータ製品の国内シェア95%、世界シェア60%を誇るグローバルニッチトップ企業である。ニッポン高度紙工業では、震災リスクの分散を図って2012年に米子工場を竣工した。米子工場では、若手従業員が7割以上を占めており、同社の既存工場に「追い付け、追い越せ」という風土があり、新技術の導入に積極的な文化を有している。

設立間もない米子工場では、製造現場における生産性や安全性をどのように向上できるか模索していた。そういった状況の中、**社長や製造本部長が、世間で注目を集めているIoTを活用することが製造現場の生産性・安全性両面を向上するにあたって有用なのではないかと考えた。**

現場へのタブレット導入で、タンク洗浄作業の安全性と効率性を向上

製造本部長の指示を受けて現場でIoTの活用方法の検討を進め、2016年9月に現場での作業効率化と安全性の向上を目的としてタブレットを導入した。タブレットとDCSをつなぐことで、現場で作業する従業員がタブレットを用いて設備を操作することが可能となった。本取り組みで導入したタブレットは、パルプを貯蔵するタンクの洗浄作業時に活用されている。

タンク内の洗浄作業では、タンク内で作業する作業員の安全性を確保するため、状況に応じてタンク内の水量を調整する必要がある。そして、タンク内の水量調整は、DCSを操作することで可能となる。

そのため、従来タンク内の洗浄をする際は、「タンク内の洗浄作業をする人」と「現場の状況を監視し、操作室に連絡する人」、「PHSを用いて操作室で設備の操作をする人」の3人態勢で作業をしていた。

従来は操作室からでなければ設備を操作できなかったが、タブレット導入後は現場の状況を監視しつつ、現場でDCSを通じて機械を操作できるようになった。その結果、現場の状況を正確に把握している作業員が機械を操作できるようになり、作業の安全性を向上させることができた。さらに、3人の人員が必要であった作業を2人で実施することが可能となった。

導入後早期に効果が出ている要因は、現場がタブレット導入を好意的に受け取り、積極的に活用しているからである。

新技術の導入検討段階では経営層がリーダーシップを発揮することで、新技術導入の動きが加速した。その後、**実際に現場にタブレットを導入するにあたっては、現場のニーズにマッチした仕様にするのを留意し、現場オペレータと何度も意見交換を行った。**その結果、現場に積極的に活用される技術を導入することができた。



現場でのタブレット使用の様子（イメージ）

現場の運転員と社内IT部門の連携による、現場で活用しやすい仕様設計

ニッポン高度紙工業では、セミナーや書籍を活用して、社員に勉強してもらうことで、新技術導入に必要なデータ解析スキルを有する人材を育成している。その上で、必要に応じて社内IT部門と協力して新技術導入を進めている。

タブレットの導入に際しては、タブレット端末が使用するネットワークの構築や既存システムとの接続が必要となった。この点に関しては、**生産技術担当者と情報システム部門の担当者が共同で検討**することでより円滑な導入を実現した。既存のシステムの構造やセキュリティの観点から実現が難しい機能もあったが、**製造現場が求める機能についてオペレータと綿密に検討することで、現場で活用しやすい仕様**にすることができた。今後、**タブレットを設備診断ツールとして活用することで、設備の状態を管理・可視化**することを目指す。

ニッポン高度紙工業では、プラントのスマート化の取り組みとして、ビッグデータを活用することによる品質予測や予知保全の導入など、より高いレベルのスマート化技術導入を目指している。

25. 東日本旅客鉄道株式会社

時速275kmで走行する検測※車両によって、0.1mm単位の精度で設備状態を把握し、設備の保全計画の策定に活用

(※検測とは、設備検査を目的とした測定のことをいう)

事業内容

事業内容



鉄道

事業所
従業員数



58,550名

所在地

東京都渋谷区

会社情報

本社
所在地

東京都渋谷区

従業員総数

58,550名

資本金

2,000億円

運行
区間

東北・関東地方
全域、信越・中部地方
の一部

導入技術



検測車両による
設備検査

- ▶ 時速275kmで走行しながら、0.1mm単位で架線や線路の状態を把握
- ▶ 収集データはリアルタイムで車載機器に送信され、閾値を逸脱したデータを検知した場合、速やかに職場へ送付

スマート化技術導入のメリット

保安面のメリット



作業履歴の
管理



熟練ノウハウの
蓄積・可視化



従来把握できなかった
状態の監視



故障の予測

検測車両の走行時に、軌道の高低差や架線設備の摩耗状態などの設備状態のデータを収集する。収集データは、走行後JR東日本での設備を管理するシステムに保存され、設備を保守する各現業機関で把握が可能

収益面のメリット



エネルギーコストの
削減



生産性向上
による売上拡大



維持・修繕に
おけるコスト削減



新ビジネスの創出を通じ
た売上拡大の可能性

高速走行での、設備データの収集が可能になったことで、全線にわたる設備検査業務を効率化。また、収集したデータを保全計画に活用することで、適切かつ長期的な設備保全計画の策定をシステムで容易に行うことが可能になり、現業機関の負担が軽減した

スマート化技術導入の成功要因

2

ボトムアップの文
化・仕組み

設備の保全業務を正確かつ効率的に行うため、検測車両の老朽化に伴い、JR東日本の施策として、新規検測車両の導入が実現

5

外部専門企業
との協働

技術開発で得られた検測技術をEast-i（イーストアイ：新型電気・軌道総合検測車）に反映し、検測したデータを保全に活用しやすい形でシステムの構築をした。検測については、専門知識を有する関連会社に委託し、データの保存については、システム会社に委託することで、日々の検測作業を確立している

効率的な保全業務を行うため、高性能な検測車両を導入

東日本旅客鉄道（JR東日本）は、東北・関東・信越地方を営業エリアとする鉄道事業者である。その営業路線は7,458.2kmと長く、エリア内には、東北、上越、北陸、山形、秋田の新幹線の路線を有する。

列車が日々遅れなく安全に運転するためには、線路や電気設備などの点検や補修などの日々の保全業務が欠かせない。保全業務の対象となる路線は広大であるため、同社では、以前より、**関連会社などの協力も得ながら、積極的にITなどの技術を活用した保全業務を行っている**。

今回紹介するEast-iは、軌道や電気設備の検査を行う検測車両であり、より効率的な保全業務の実現のため、2002年にJR東日本の施策として、導入が実現したものである。この車両には、前方画像収録装置、架線の自動検測、デジタル列車無線の電界強度測定などのための新しい機器が搭載されている。

時速275kmの高速で走行しつつ、高精度で架線の設備データを収集

East-iは軌道、電力、信号、通信の各設備の状態を検測しており、その中の項目の一つとして、車両に電気を供給するための架線設備の検測がある。この架線設備の中で、「トリ線」は摩耗が進行すると最悪の場合、断線し電力供給が停止してしまう可能性がある。

そのため、トリ線の摩耗進行を把握し、張替計画を策定している。**East-iでは、トリ線にレーザーを照射しパンタグラフに接触する摺動面の横幅から、縦方向の残存径に換算し、その状態を測定している**。

トリ線の設置位置である軌道中心の横方向の距離および軌道面からの高さ方向の距離を管理する必要がある。

具体的に横方向については、トリ線がパンタグラフの集電範囲を逸脱しないこと、またパンタグラフの摩耗を均一にするため、一点のみに接触せず、トリ線をジグザグに設置する必要がある。

また高速で走行するパンタグラフが動的に安定して集電するために、トリ線のある一定の高さとし、高低差を小さくすることが必要である。このため、トリ線の横方向および高さを把握し、必要に応じて修繕を行う必要がある。

トリ線の摩耗、軌道中心からの横方向の距離および軌道面からの高さについては、人力により検査を行うと長い線路延長では多大な労力を要するが、**East-iでは時速275kmの高速走行で、これらの検測を正確かつ効率的に行うことが可能である**。なお、トリ線の摩耗については0.1mm単位での検測を行っている。

走行時に検測したデータで、閾値を逸脱したデータは、設備を保守する職場に速やかに送付している。また検測したデータは、サーバーに保存され、過去の検測値との履歴の対比をすることが可能であり、**設備状態の変化を把握することが可能になった**。

リアルタイム・高頻度のデータ解析によって、設備保全計画を策定

East-iで検測されたデータは、軌道、電力、信号、通信でそれぞれの設備管理を行っているシステムに保存され、設備を保守する各現業機関および本社、各支社で把握できるようになっている。JR東日本では**これらのデータを分析することで、設備の保全計画を策定している**。

JR東日本では、**ICTを活用して設備状態を把握し、設備状態に応じて保全計画を決定する研究開発に取り組んでいる**。架線設備・軌道設備については山手線の新車両であるE235系に機器を設置し、試験・検証を行っている。



新幹線用電気・軌道総合検測車「East-i」

参考

用語・調査方法の解説

本事例集における用語の定義①

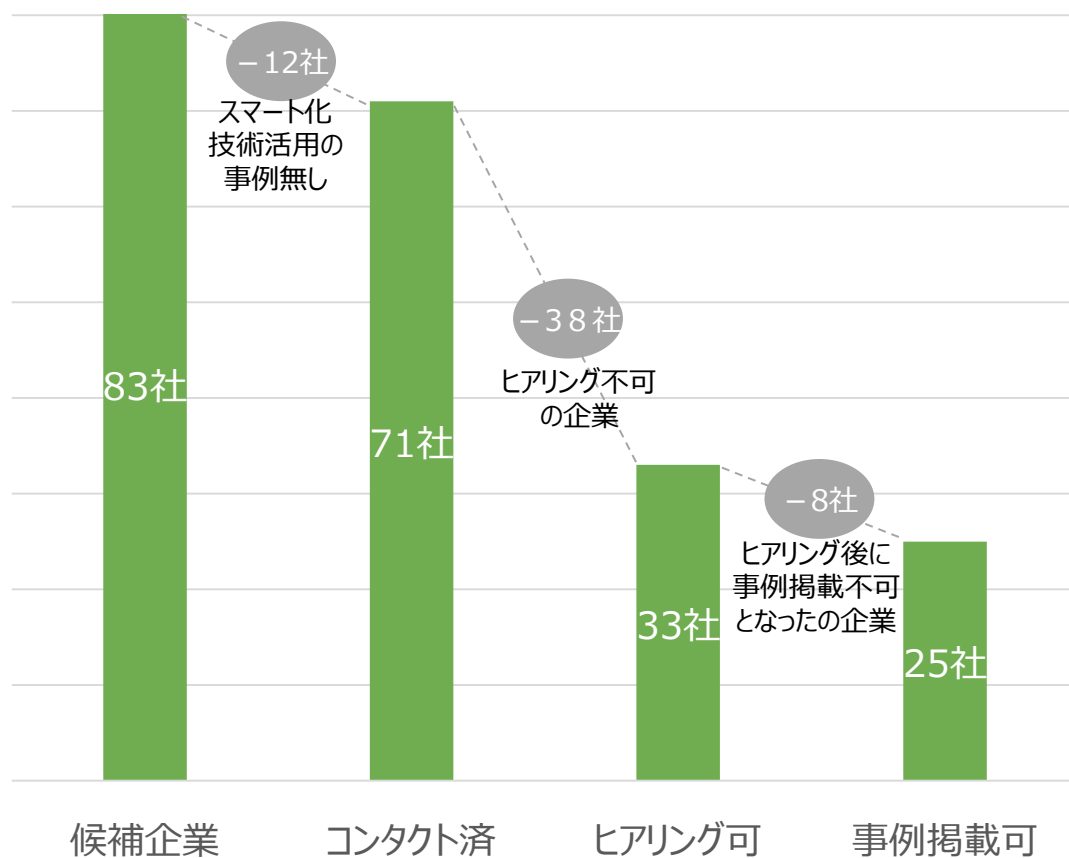
用語	定義
中堅企業	本事例集では、資本金100億円未満の企業を指す
常時監視	- 監視対象となる設備の状態をリアルタイムで監視すること - 主にセンサーやカメラ等の機器を用いた監視を指す
時間基準保全	設備の状態ではなく、設備の種類ごとに画一的に定めた更新周期に基づいて保全作業を行うこと。Time Based Maintenanceの頭文字をとって、TBMとも呼ばれる
状態基準保全	センサー等を用いて設備の劣化状況を把握し、その情報を基に保全作業を行うこと。設備の状況に応じた保全作業となるため、故障の早期検知や不必要な設備更新を削減する効果が期待される。Condition Based Maintenanceの頭文字をとって、CBMとも呼ばれる
非破壊検査	超音波や電流を用いて、外部から配管等の設備の傷や、減肉の検知をする検査方法のこと
アラームシステム	プラントの状態をモニタリングすることで、プロセス異常や設備の故障等を検知し、オペレータに対応の必要性を知らせるシステムのこと
異常（予兆）検知システム	予め設備の故障や異常のパターンを抽出し、収集したデータから故障や異常の予兆となる傾向を計測して、自動的に故障や異常を知らせるアラームを発報するシステムのこと
スマートバルブ	バルブ（調節弁）に設置されているセンサーから取得した情報を解析することで、設備を停止させずに、バルブ自身の状態を診断することが可能なバルブ
DCS	分散制御システム（Distributed Control System）の略称。プラントの生産プロセスで扱う物質の圧力・流量・温度等を統合的に監視・制御するシステム
SDM	ShutDown Maintenanceの略。プラントを停止して行う定期的なメンテナンスのこと

本事例集における用語の定義②

用語	定義
スモールスタート	新たな技術を導入する際に、まずは小規模な導入で効果を見極め、導入効果を確認した後に規模を拡大し、本格的な導入に移行する手法のこと
バッチプラント／ バッチ製造	- 反応器や装置毎に一定量の原料を投入し、中間製品や最終製品を生産する製造工程のこと。反応器や装置毎に原料を投入しなければならないという点で、製造工程を連結し、製品を連続的に生産する「連続式プラント」と異なる - バッチプラントは一般化学企業のプラントに多く、連続式プラントは石油精製プラントに多い
ビッグデータ	ITの発展に伴い生成される大容量のデジタルデータの総称。プラントでは、主に各所に設置されたセンサーを用いて継続的に収集している稼働データを指す
予防保全	設備が故障・劣化する前に保全作業を行う保全手法のこと。設備が故障・劣化してからその設備を修理・更新する事後保全に対する概念である
高度制御システム	従来のDCSによる制御を高度化したプラントの制御システムのこと。プラントの稼働データ中の複数の変数の変動をモデル化することにより、異常傾向を事前に察知するモデル予測制御システム等がある
リレーシーケンス	電磁リレーという電気信号を用いて、予め定められた順序・手続きに従って機械を制御する技術のこと

本事例集における調査方法

主に公知情報を用いて、プラントでスマート化技術を活用している可能性がある候補企業83社を抽出*。そのうち、事例等を精査の上71社にコンタクトを実施。対応可の返答があった全ての企業から事例をヒアリング。一部企業は事例掲載不可となったため、最終的に25社を事例として収載。



- 83社の内、中堅企業は東京商工リサーチより資本金額を基準に抽出し、プラントを有する企業に絞り込みを実施。
- 中堅企業*は公知情報が限られているため、コンタクトした上で事例有無を確認

* 本事例集では、資本金100億円未満の企業を指す

経済産業省
商務流通保安グループ 保安課
TEL : 03-3501-8628
FAX : 03-3501-2357