

# IoT を活用した現場業務の全体最適を支援する O&M ソリューション

O&M Solution That Supports the Total Optimization of Field Operations Using IoT

喜多村 卓 KITAMURA, Takashi

山田 隆雄 YAMADA, Takao

近年、現場のさまざまなシステムの中に埋もれたデータを、IoT 技術や AI 技術を導入していかに有効活用し、業務改善を進めていくかが求められている。富士電機は、運転管理や保全管理で蓄積されたデータを統合・連携することでデータの効果的な活用を目的とした O&M プラットフォームと、それを活用する O&M ソリューションを開発した。O&M プラットフォームは、ISO 18435 に基づいた運転と保全情報の相互利用モデルを適用している。O&M ソリューションにより、設備保全の最適化や障害復旧時間の短縮などが可能である。

In recent years, there has been a need to improve operations by effectively utilizing the data stored in various systems in the field through the introduction of IoT and AI technologies. To effectively use data by integrating and linking data collected in operation and maintenance management, Fuji Electric has developed an O&M solution, which uses O&M platform. The O&M platform is built based on ISO 18435 model, which is for interactive use of operation and maintenance information. The O&M solution helps optimize equipment maintenance and shorten the time required for disaster recovery.

## ① まえがき

2015 年頃から欧米を中心に“Industrie4.0”や“スマートマニュファクチャリング”という概念が広まり、日本においても“第 4 次産業革命”や“Society 5.0”など、これまでにはなかった新たな価値をもたらす社会の実現を模索し始めた。製造業においても IoT (Internet of Things) 技術や AI (Artificial Intelligence) 技術を導入し、ものづくりだけでなくサービスを含め、さらなる進化への動きが大きくなっている。

生産効率を上げるため、運転管理システムや保全管理システムなど、さまざまなシステムが導入されている。しかし、システム内に蓄積されたデータの活用は、ほとんどがそのシステム内での利用に留まっているのが現状である。さらなる生産効率の向上のためには、システムの中に埋もれたデータを有効活用し、現場の業務改善を進めていくことが必要である。

さらに、2020 年初頭からの新型コロナウイルス感染症の世界的な流行により、製造業を取り巻く環境は急激に変化し、ものの流れやものづくりにおける IT 技術を使った変革 [DX (デジタルトランスフォーメーション: Digital Transformation)] は最優先の事項となっている。

富士電機の DX の核となる IoT システムとして、運転 (Operation) 管理や保全 (Maintenance) 管理で蓄積されたデータを統合・連携することで、データを効果的に活用する O&M プラットフォームと、そのプラットフォームを活用する O&M ソリューションを開発したのでここに述べる。

## ② 現場の運転・保全業務における課題

製造現場では、生産設備の安定的な稼働や設備保全費の低減、高経年設備への対応、さらにはトラブルの未然防止などさまざまな設備管理上の課題を抱えている。さらに、保全担当者の高齢化と長期的な人材不足も一層深刻化するという課題もある。このような課題を解決するためには、IoT や AI などの最新技術の活用により次に示すようなスマート化の推進が必要である。

### (1) 設備診断技術の活用

劣化や故障などを未然に予測する設備診断技術を活用することで突発故障を防止し、設備稼働率の最適化を図る。

### (2) 生産性向上に向けたデータ活用

生産現場で収集されるデータを活用することにより、生産のダウンタイムの短縮や製造設備の効率的稼働、製品の品質向上による生産性向上を図る。

### (3) 業務データのデジタル化と保守業務の自動化

作業記録や報告書などの業務データをデジタル化し、分析・評価することにより、現場作業や管理の効率化を図る。また、ガイダンスによる作業支援、一連の作業指示などの管理業務の支援など現場の運営および保守業務の自動化を図り、ヌケ・モレを防止する。

### (4) 蓄積された知見などの活用

デジタル化されたデータの分析・評価の結果を知見として蓄積・活用することにより、熟練技術者のノウハウ継承を図る。

さらに製造現場においては、運転データと保全データの連携による生産効率向上を図ることが大きな流れになってきている。保守部門では設備の安全性と信頼性を重視するのに対して、生産部門では効率的で安定した生産を重視する。両部門は、おのおのが重視する項目を改善するため

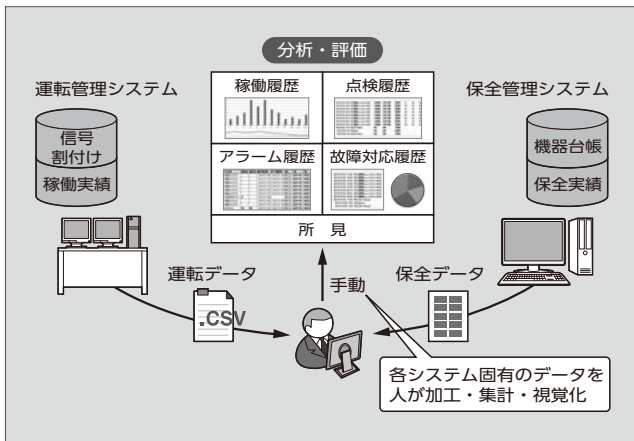


図1 現状の運転管理システムと安全管理システムの手動によるデータ連携

に、おのおのの裁量に基づき IT 化などを進める傾向にある。しかし、実際には設備停止を伴うメンテナンスが保守部門で計画されていても、生産部門の生産計画上の制約から設備停止が行えず、メンテナンスを先延ばしにし、その結果、設備故障によって生産が停止する事態となることもある。そのため、企業の競争力を強化するためには、生産設備の運転とメンテナンスを統合的に計画・管理するシステムが必要である。図1に示すように、従来多くの現場では、フォーマットや管理体系が異なる運転管理システムと安全管理システムのデータを合わせて分析するためには、データの補正や整合などの加工が人手を介した作業となり多大な労力を必要としていた。

この課題に対し富士電機は、ISO 18435 (O&M 統合モデル) に基づいた運転と保全情報の相互利用モデルを実現する O&M プラットフォームを開発した。

### 3 O&M プラットフォームの概要

#### 3.1 IoT システムにおける O&M プラットフォームの位置付け

O&M プラットフォームは、図2に示すように IoT シス

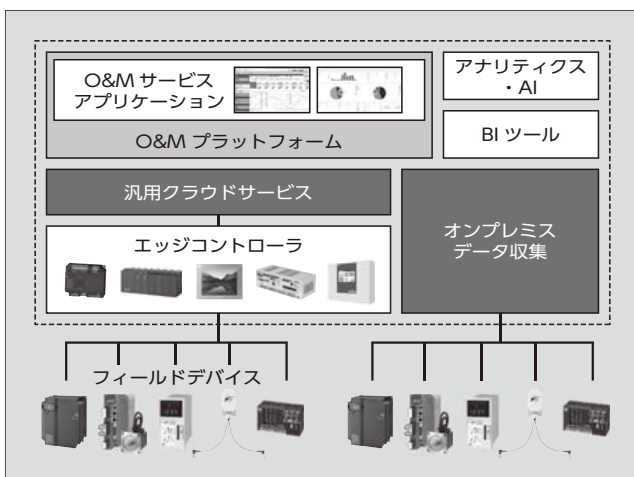


図2 IoT システムにおける O&M プラットフォームの位置付け

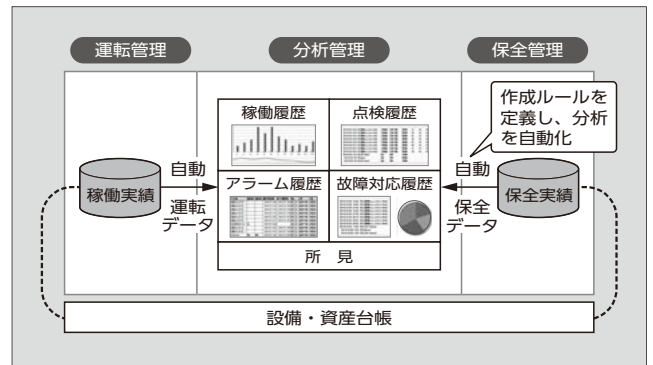


図3 O&Mプラットフォームによる運転データと保全データの連携

テムの要素として位置付けられ、フィールドデバイスからデータを収集するエッジコントローラ、汎用クラウドサービスおよび収集したデータを分析および解析するビジネスインテリジェンスツール (BI ツール) やアナリティクス・AI と連携する。さらに、この O&M プラットフォームでは、図3に示すように運転データと保全データを統合して管理できるようにするため、運転管理と安全管理で使用する設備・資産台帳を統一した。これにより、運転データと保全データを連携したデータとして一つのシステム上で、自動収集して分析管理ができるようになった。この連携を通して O&M プラットフォームは、運転データおよび保全データを活用するさまざまな O&M サービスアプリケーションを実行し、O&M ソリューションを実現する。

また、O&M プラットフォームは、クラウド環境とオンプレミス環境の両形態で提供可能であり、顧客のセキュリティ要件やデータ量などの制約に柔軟に対応できる。

#### 3.2 O&M 統合モデルへの準拠

O&M プラットフォームは、ISO 18435 に基づいた運転と保全情報の相互利用モデルを適用した機能を備えている。

図4に O&M 統合モデルの全体像を示す。左が運転管理、右が安全管理、そして中央が両者を統合する分析管理である。製造現場の課題 (安定稼働、業務効率化、ノウハウ継承) に対して、分析管理においてデータを分析した結果を運転計画や保全計画にフィードバックし、改善を継続的に行うサイクルを回すことで解決を図る。例えば、設備の稼働状態、環境負荷と保全履歴の相関などから分析を行う。この分析結果を基に、保全計画や運転計画の見直しや修正、設備の運用・管理を最適化する。

##### (1) 運転管理機能

運転管理機能は、図5に示すように現場の生産設備の運転や環境、品質などの稼働データをエッジコントローラ経由で収集し、蓄積したデータの管理や見える化を行う。

〈注〉 オンプレミス：サーバやソフトウェアなどの情報システムを使用者 (通常は企業) が管理する設備内に設置・導入し、運用することをいう。

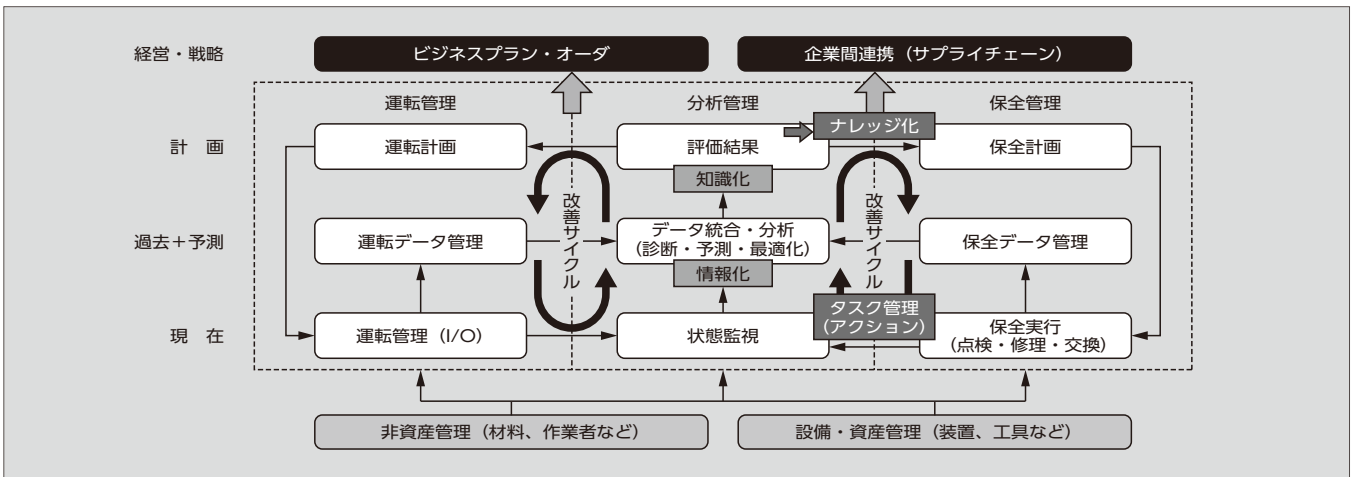


図4 O&M 統合モデルの全体像

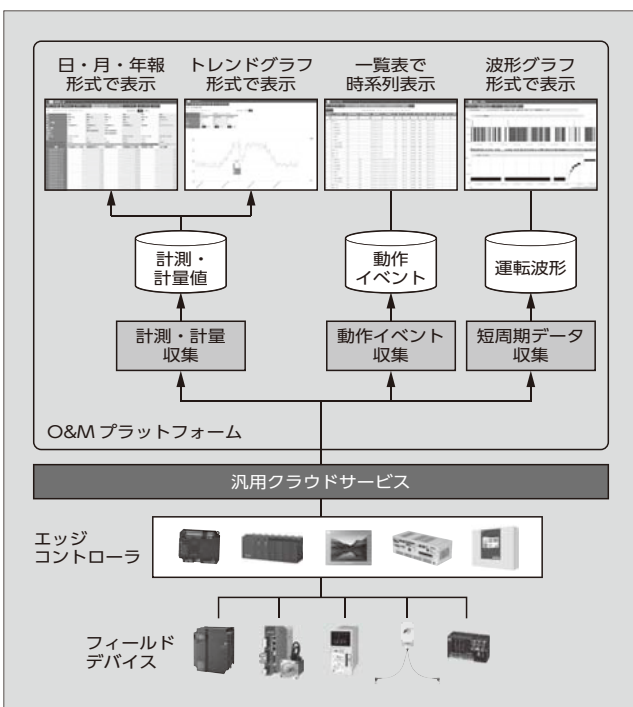


図5 運転管理機能の概要

(a) 計測・計量値

集計処理をした上で、日・月・年報形式の時系列表やトレンドグラフで表示できる。

(b) 動作イベント

時系列形式で表示され、過去から現在までの現場状態が確認できる。

(c) 運転波形

秒単位以下の短周期で収集されるデータは、ファイルとして O&M プラットフォームにアップロードし、波形グラフにして表示することができる。

その他、音声や画像、データなどが格納されたファイルも O&M プラットフォームにアップロードし、遠隔の Web 端末でダウンロードすることが可能である。

(2) 保安全管理機能

保安全管理機能は、図6に示すように設備の保安全管理に関

わる業務を支援する。

定期点検などの計画作業とその作業実績、故障対応などの非計画作業とその対応実績（原因、要因、措置対策）のデータを管理する。これらのデータに基づき、点検などの計画作業の周期調整、作業項目の見直し（管理項目の追加・変更・削除、しきい値など）など保全計画を調整・管理できる。後述の分析管理の状態監視機能にて検知したアラート情報に基づき、修理や点検の業務指示が自動発行されるため、迅速な保全作業が可能となる。

(3) 分析管理機能

分析管理機能は、図7に示すように運転管理データや保安全管理データを統合・活用して現場の課題解決を支援する。

(a) 状態監視

イベントや数値が監視条件の設定範囲を逸脱すると、メール通知や保全作業の指示を要求するなど、対策アクションのトリガーを出す。

(b) データ統合分析

運転管理データと保安全管理データを統合したデータから、分析に必要な情報をモデル化し、BI ツールを活用して技術的分析〔傾向・差異、相関、俯瞰（ふかん）など〕を実施する。この技術的分析により、設備の劣化予測や劣化部位の判定などを行い、最適な点検周期を提案できる。さらに、故障時の原因分析などに利用することで改善ポイントを見つけ出すことができる。

(c) 定型帳票

統合したデータを使って、帳票や報告書を作成することができる。

(4) 改善サイクル支援機能

現場には、生産・設備稼働情報および保全計画や設備点検結果、さらに分析管理機能での分析結果の報告書など、業務ノウハウとなるさまざまな技術文書や管理データが存在している。改善サイクル支援機能は、図8に示すようにそれらの情報をつないで活用できる形にし、現場を改善するためメンバー間で情報を共有し、アクションの推進を支援する。

(a) ナレッジ化機能

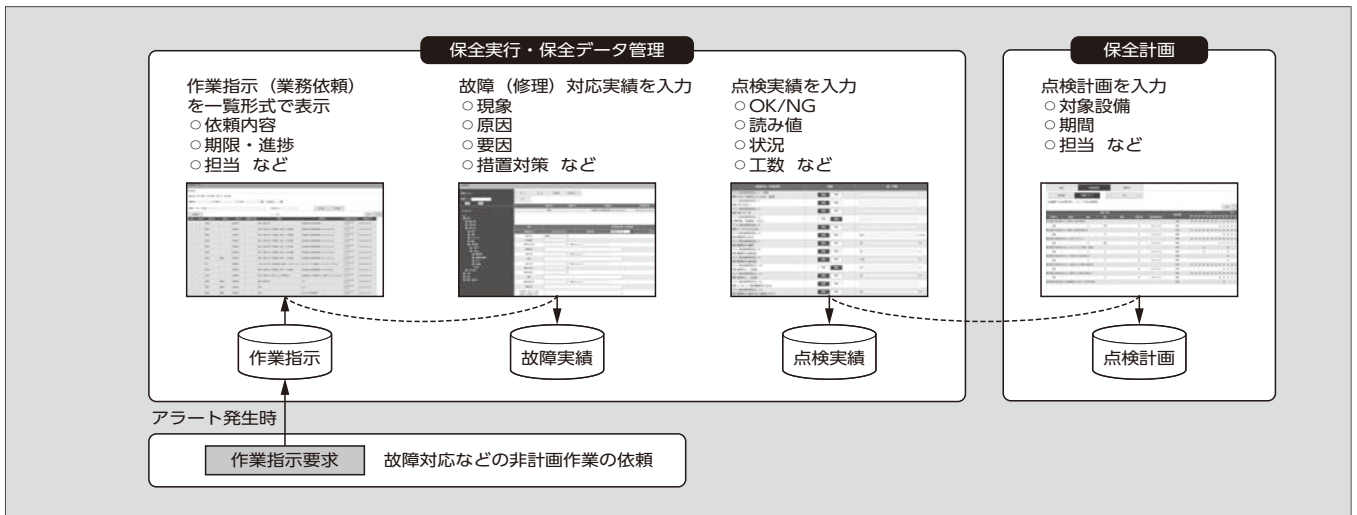


図 6 保安全管理機能の概要

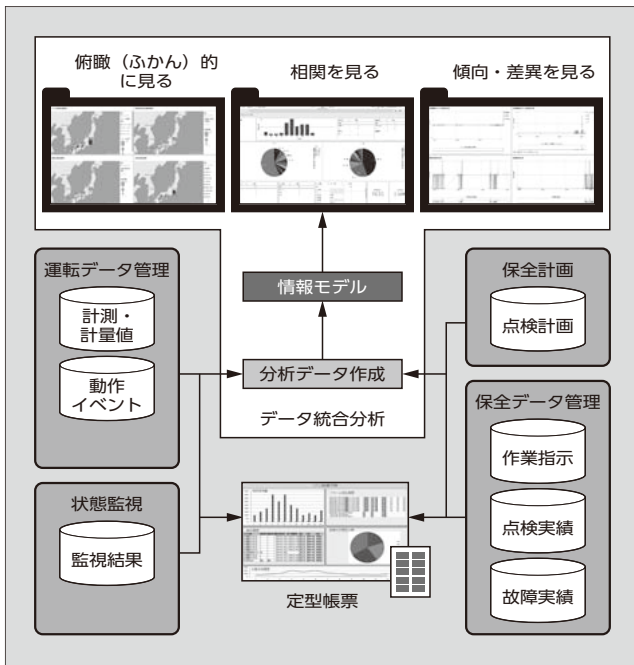


図 7 分析管理機能の概要

現場に存在する報告書、帳票、調査表、作業指示書といった文書ファイルを O&M プラットフォームに登録すると、自動的に検索キーを生成し、関連するアラーム情報や計測値、設備情報などとリンクした形でナレッジ情報を登録することができる。登録された文書ファイルを有効活用できるようにするため、必要な情報が効率的に見つけられる全文検索機能を持っている。例えば、トラブル発生時のアラーム情報を基に過去の同じようなトラブルの調査報告書や対応指示書を検索する。次に、関連した製品や部品の仕様、対応手順などの保全情報がひも付いた検索結果の情報を活用して対策の迅速化や、同一部品を使った他の設備をリストアップし、対策を横展開することによる予防保全なども可能になる。

(b) タスク管理機能

故障や異常などのアラートが発生すると、対応のため一連のタスクを実行する。併せて、その要因を分析し改善サイクルを回してさらなる改善につなげることが重要である。

O&M プラットフォームは、改善サイクルを回すためのタスク管理機能を持っている。故障や異常などの対応を開始するとタスクが起票される。このタスクには、

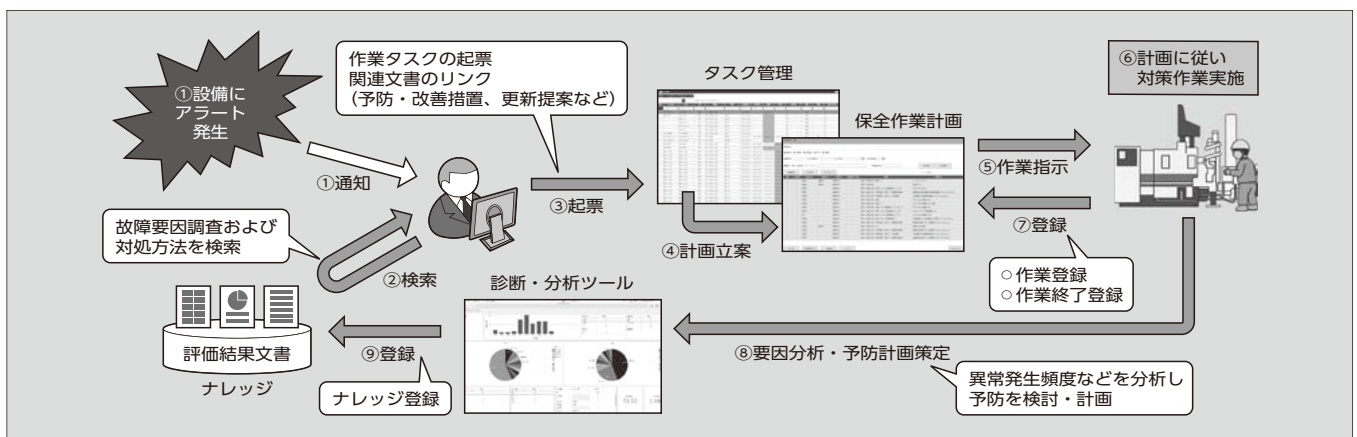


図 8 改善サイクル支援機能の概要

O&M プラットフォームで保存している関連する運転管理の情報や保全管理の情報、ナレッジ化された文書がリンクされるため、管理者や対策担当者間で関連する情報を共有しながら効率的にタスクを進められるようになっている。さらに、タスクの進捗状況も共有できるため、先に対応したメンバーとの情報共有や、対策結果の評価も適時行うことができ、効率的にタスクが進められる。

タスクを進める中で、新たに作成されたドキュメントを新しいナレッジとして登録すると、将来何らかの故障や異常が発生した場合にそのナレッジがひも付けられるので、改善サイクルを回すことができる。

#### ④ O&M プラットフォームの適用ソリューション事例

富士電機は、O&M プラットフォームを適用した O&M ソリューションとして、工場のボイラや焼却炉の煙突などに設置されているガス分析計の計測データを使って異常診断を行うガス分析装置遠隔監視サービス、電動回転機の振動データやインバータの状態データから診断を行い、異常発生前に異常の予兆を検出するドライブシステム異常予兆診断システムを展開している。また、船舶に取り付けられたスクラバの計測データを衛星回線でクラウドに収集し、異常検知時にその推定要因と対処方法が記載された対処ガイドを船員に通知する船舶 IoT システムなど多数のシステムを展開している。

このほか、2021 年 5 月にリリースした保全ソリューションサービス「まるごとスマート保安サービス」<sup>(1)</sup>は、図 9 に示すように、O&M プラットフォームの運転管理機能、保全管理機能および分析管理機能を活用し、生産現場で稼働するさまざまな設備の保全業務のスマート化を支援する。

運転管理機能では、フィールドデバイスによるオンライン収集データ以外にも、富士電機の回転機故障予兆監視システム「Wiserot」のデータや、従来収集が難しかったア

ナログメータの計測値をカメラで自動的に読み取ったデータも活用できる。

このまるごとスマート保安サービスを導入すると次のような効果が期待できる。

##### (1) 設備保全の最適化

設備劣化の進行度は、設備の設置環境や運転負荷状態に依存する。機械設備では動作時間や繰返し応力などの累積に伴う劣化を原因とする故障が多い。そのため、設備保全は納入時に立てられた保全計画をそのまま実行するのではなく、設備の故障履歴や点検結果、設置環境、運転負荷状態を加味して見直す必要がある。まるごとスマート保安サービスは、O&M プラットフォームの機能により、これらのデータを一元管理し、統合して分析することができるので、点検や更新時期などを容易に管理することができる。

運転管理機能は、設備の稼働時間や運転回数および測定値の傾向などの運転データを収集する。保全管理機能は、故障間隔や点検周期の保全データを蓄積する。これらの運転データと保全データの相関関係を分析・評価し、適切な点検周期や部品交換時期を割り出す（図 10）。これにより、点検項目の最適化ができ巡回点検時の負荷を削減する。さらに、従来の時間基準保全（TBM：Time-Based Maintenance）から、点検周期を最適化した状態基準保全（CBM：Condition-Based Maintenance）が実現できる。結果として、設備の安定稼働を保ちつつ、保全コストの削減を図ることができる。

##### (2) 障害復旧時間の短縮

稼働中の設備について障害や異常兆候などを検知すると、異常通知メールが関係者に送信される。富士電機のサービス技術者がメールを受け取ると、即座に O&M サービスアプリケーションから詳細な状況を把握し、蓄積されている故障対応履歴（故障内容、原因、対応状況）などのノウハウを活用し、故障部と原因を特定して対応できるので、障害から復旧するまでの時間が短縮できる（図 11）。

さらに、故障対応記録を登録することで、保全に関する

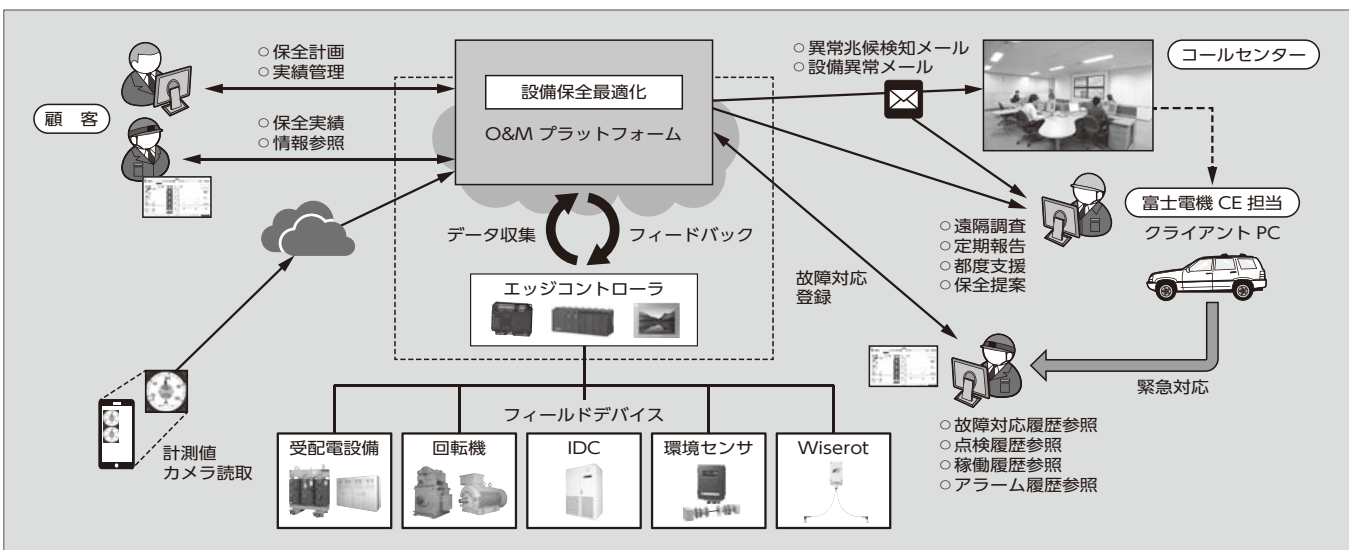


図 9 「まるごとスマート保安サービス」

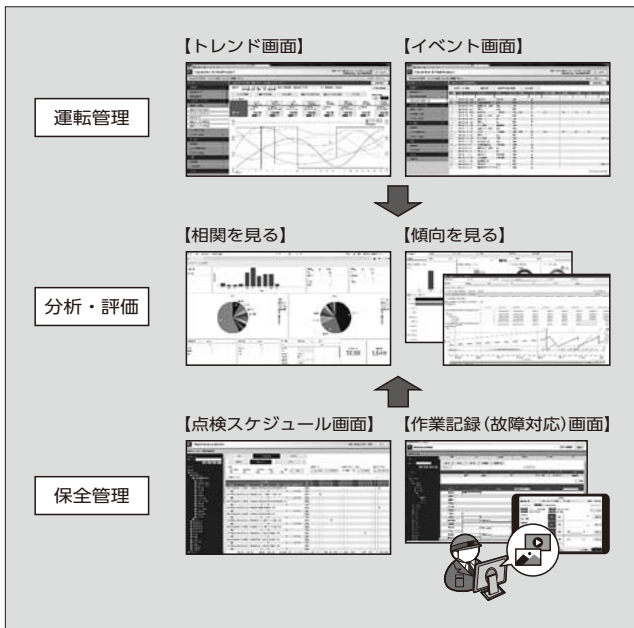


図 10 「まるごとスマート保安サービス」の分析・評価

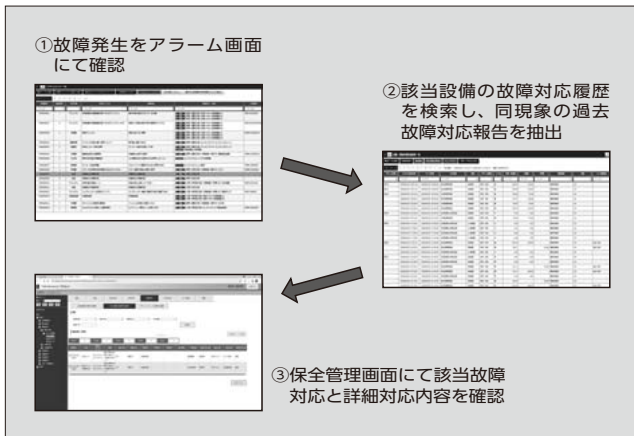


図 11 過去の故障対応履歴の活用

ノウハウの蓄積が進み、将来の障害復旧対応に活用される。

## 5 あとがき

IoT を活用した現場業務の全体最適を支援する O&M ソリューションについて述べた。

富士電機の DX として顧客価値を創出する O&M プラットフォームを、今後もさまざまな業種の運転・生産・保全改善ソリューションサービスとして拡大して提供していく所存である。

## 参考文献

- (1) 福島宗次. 設備保全の最適化を支援する「設備管理まるとサービス」. 富士電機技報. 2019, vol.92, no.3, p.161-165.



### 喜多村 卓

公共分野向けおよび IoT システムの開発に従事。現在、富士電機株式会社パワエレ インダストリー事業本部情報ソリューション事業部情報制御システム第二部長。



### 山田 隆雄

IoT システム関連開発の企画に従事。現在、富士電機株式会社技術開発本部デジタルイノベーション研究所 IoT ソリューションセンター IoT 推進部 主席。計測自動制御学会会員。



\*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する  
商標または登録商標である場合があります。