

# 制御システムのライフサイクルフルサポートに貢献する IoT を活用した遠隔監視診断システム

Remote Monitoring and Diagnostic System Utilizing IoT That Contributes to Full Life Cycle Support of Control Systems

原口 隆 HARAGUCHI, Takashi

近年は、現場の熟練運転員・保守員の高齢化や要員確保の問題などから、生産設備の安定稼働や保全業務の負荷低減がより大きな課題となりつつある。富士電機は顧客の設備のライフサイクル全体の最適化に貢献すべく、IoT や AI などを用いたデータ活用に基づく、操業支援ソリューションの開発・展開を推進している。このたび、DX 推進の一環として遠隔監視診断システムを開発した。従来の RAS 収集・解析機能を高度化し、O&M プラットフォームと連携したシステムである。これにより、設備稼働率の向上や保守コストの低減を図ることができる。

In recent years, it has become increasingly important to ensure the stable operation of production facilities and to reduce the burden of maintenance work, due to the aging of skilled operators and maintenance personnel and the problems associated with securing personnel. Fuji Electric is contributing to the optimization of the entire life cycle of its customers' facilities by developing and providing operation support solutions based on data processed by IoT, AI. As part of our efforts to promote DX, we have developed a remote monitoring and diagnostic system. With enhanced conventional RAS collection and analysis systems, it links to our O&M platform, improving equipment availability and reducing maintenance costs.

## 1 まえがき

生産設備の保全は、安定操業を実現する上で重要な要素の一つである。設備事故は、企業イメージの低下と社会的責任の不履行、経営責任などの経営リスクだけでなくお客さまの安全にも関わるため、メーカーはお客さまと共に設備保全技術の向上を図り、安全・安心な操業維持に取り組んでいる。

また、近年は、現場の熟練運転員や保守員の高齢化が進んでいることや、要員確保が困難になっていることにより、設備の安定稼働や保全業務の負荷低減がより大きな課題となりつつある。

富士電機は、お客さまの設備のライフサイクル全体の最適化に貢献するために、DX (デジタルトランスフォーメーション: Digital Transformation) 推進の一環として、IoT (Internet of Things) や AI (Artificial Intelligence) などを活用したデータ活用に基づく、運転支援や保全支援から構成される操業支援ソリューションを開発し、展開を推進している。

本稿では、保全支援ソリューションの一アイテムとして、IoT を活用した遠隔監視診断システムについて述べる。

## 2 従来技術・サービス

### 2.1 分散型制御システムの概要

富士電機は、顧客の設備に分散型制御システム (DCS: Distributed Control System) を多数納入している。

DCS は、各種の機器とネットワークから構成され、鉄鋼、セメント、清掃工場など各プラントの運転制御を行う重要な装置である。

富士電機が提供する監視制御システム「MICREX-View

XX (ダブルエックス)」は、次の機器で構成される。基本構成を図1に示す。

- (1) データベースステーション「XDS-3000」  
プラントや各種プロセスのデータを一元管理する。
- (2) オペレータステーション「XOS-3000」  
プラントの状態監視と操作や、データベースステーションで管理するトレンド、警報・運転履歴、帳票 (日報・月報) の表示を行う。視認性よく情報を集約し、オペレーターが安全に操業するためにサポートする。
- (3) コントロールステーション「XCS-3000」  
各種現場機器からのデータ収集と、制御演算を行う。
- (4) エンジニアリングステーション「XES-3000」  
画面やコントロールステーションのエンジニアリングやメンテナンスを行う。

### 2.2 DCS の故障解析情報

DCS の故障解析情報である RAS (Reliability, Availability and Serviceability) は、図2に示すよう

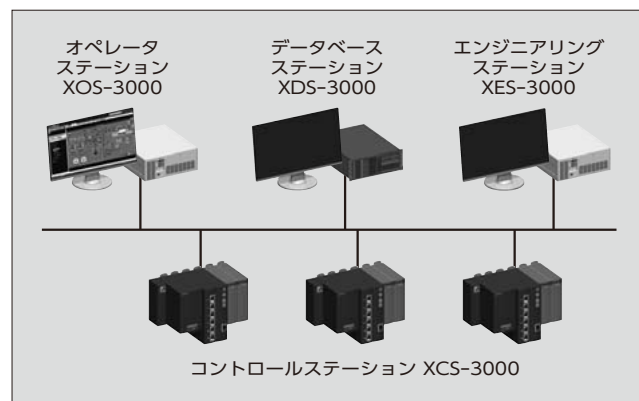


図1 「MICREX-View XX」の基本構成

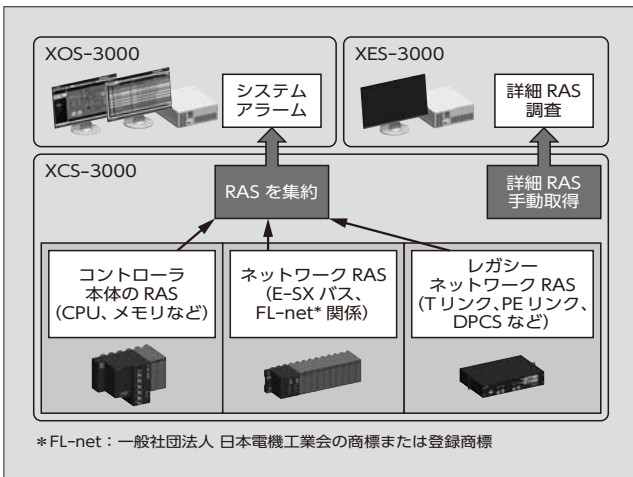


図2 RASの構成

に、コントロールステーションの運転状態や故障状態などの“コントローラ本体のRAS”、I/O機器の運転状態や故障状態などの“ネットワークRAS”、ネットワークアダプタの運転状態や故障状態などの“レガシーネットワークRAS”から構成されている。

プラントを操業するオペレーターは、監視操作を行うXOS-3000のシステムコンディション画面でRASの情報を確認できる。この情報は、運転状態の変化をリアルタイムで把握するため、一定周期で情報を自動で取得したRAS（集約RAS）で表示される。これにより、運転状態の変化があればすぐに対応できる。

より詳細なRAS（詳細RAS）の情報を参照したい場合は、エンジニアリングを行うXES-3000を使って手動で取得する。

### 2.3 DCSの保守サービス

富士電機は、2.2節で説明したRASを活用し、次の保守サービスを提供してきた。図3に富士電機が提供する保守サービスを示す。従来のサポートは次に示すとおりである。

#### (1) 事後保全と予防保全

設備や機器が故障した際に、敏速に修理や部品交換を行う事後保全（事故発生基準）、および決められた計画に基づき保全を行う予防保全（時間基準）

#### (2) 緊急時のコールセンター機能

24時間365日のコール受付対応

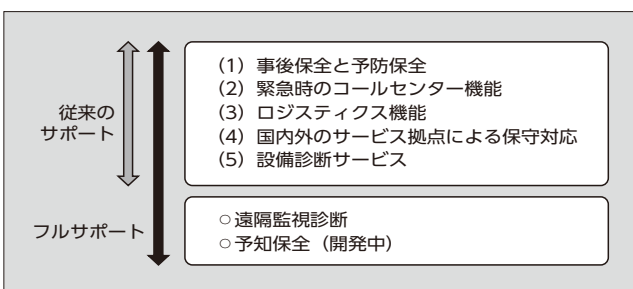


図3 設備の保守サービス

#### (3) ロジスティクス機能

緊急保守用部品ストックと供給支援の対応

#### (4) 充実した国内外のサービス拠点による保守対応

最寄りの拠点技術者の派遣

#### (5) 設備診断サービス

環境診断などの設備診断サービスの提供

## 3 制御システムの保守サービスにおける課題

制御システムのライフサイクルにおいて、顧客からは、“設備の稼働率を上げるため、故障した場合でもより早く復旧したい”“劣化による突発的な故障による設備停止を防止したい”“耐用年数に達したら更新するのではなく寿命まで使い切りしたい”といった要望が多い。

これらの要望を実現するためには、次に示す二つの課題がある。

#### (1) 遠隔監視診断システムの構築

富士電機の技術者による対応を迅速化するため、現場から離れた場所でも故障情報を入手、事前手配・準備を可能にするシステムの構築が必要である。

#### (2) 予知保全技術の開発

これまで熟練技術者の知見やノウハウに頼っていた故障解析を、正常状態を含めて収集した情報に基づいて自動で解析することにより、予防保全（時間基準）から予知保全（状態基準）への移行が可能になる。

富士電機は、これらの課題を解決した保守サービス（フルサポート）を提供する。新たに追加したサービスについて4章以降に述べる。

## 4 IoTを活用した遠隔監視診断システム

遠隔監視診断を可能にするため、従来のRAS収集・解析機能をIoTを活用して高度化し、O&Mプラットフォーム<sup>(注1)</sup>と連携したシステムを開発した。

### 4.1 遠隔監視診断システムの概要

開発した遠隔監視診断システムは、これまでのRAS収集・解析を改良したものである。

遠隔監視診断システムは、オンプレミス環境<sup>(注2)</sup>に組み込まれ、収集機能、解析機能、表示機能、およびO&Mプラットフォーム連携機能を持っている。

〈注1〉O&Mプラットフォーム：ISO 18435（O&M統合モデル）で定義された運転管理業務、保全管理業務、分析管理業務を支援する機能があり、現場（フィールド）からデータを収集し、オンプレミス、クラウドで新しい価値を創出するO&Mソリューションを実現するための基盤システムである。<sup>(1)</sup>

〈注2〉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。

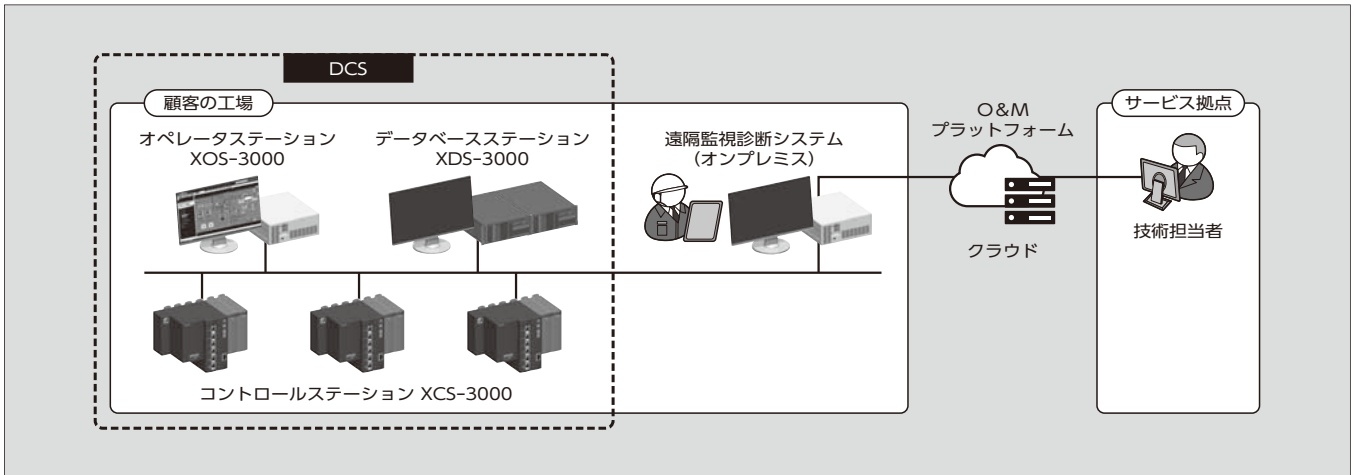


図4 遠隔監視診断システムの構成

遠隔監視診断システムの構成を図4に示す。ここで“遠隔”とは、技術担当者が現場で立ち合いをしていない状態を示す。

遠隔監視診断システムはO&Mプラットフォームと連携し、全国のサービス拠点の技術者が遠隔でサポートする。

#### 4.2 遠隔監視診断システムの機能

##### (1) 収集機能

###### (a) RAS 自動収集

従来、自動収集の対象が、集約RASだけであったが、詳細RASも周期的および異常発生時に自動収集できるようにした。また、任意の時刻を指定して、XDS-3000とXOS-3000のログファイルやダンプファイルを一括収集する。

###### (b) ネットワークデータ収集

制御LANに接続されたXCS-3000のネットワーク情報（送受信カウンタ、各種状態など）を周期的に自動収集する。

##### (2) 解析機能

###### (a) RAS 簡易診断

RAS自動収集機能を使って収集したXCS-3000のバイナリデータ形式のRAS情報を自動解析し、故障などの要因候補を遠隔監視診断システムで絞り込む。あらかじめ分類した故障要因のどれに当たるかを自動照合するとともに、RAS情報をテキストデータに自動変換する。同時に、抽出される複数の故障要因の組合せから対処方法を自動的に決定し、簡易報告書として出力する。従来は手動で情報を解析していたため、時間がかかったが、本機能により簡易でも短時間で現場の情報が得られ、速やかに現状把握ができる。

###### (b) ネットワーク簡易解析

ネットワークデータ収集機能は収集した情報から制御LANにおいて故障が発生している箇所をパターン解析し、故障箇所を推定する。なお、この機能は汎用性が高く、機能が限定されるアンマネージドスイッチで構成されている制御システムにおいても有効である。

##### (3) 表示機能

###### (a) システムコンディション表示

図5にシステムコンディション画面を示す。制御LANに接続される各制御装置の稼働状態を、色別に表示する。異常が発生した過去の日時を選択すると、収集したRASの情報からその時の装置状態を再現し、原因解明を支援する。

###### (b) ネットワークカウンタ表示

ネットワークデータ収集機能は、収集した各XCS-

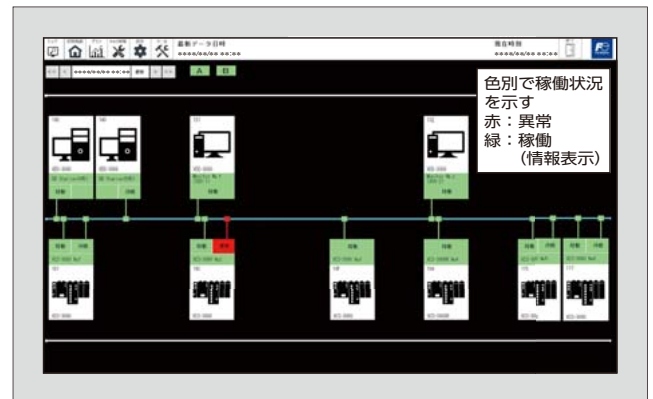


図5 システムコンディション画面

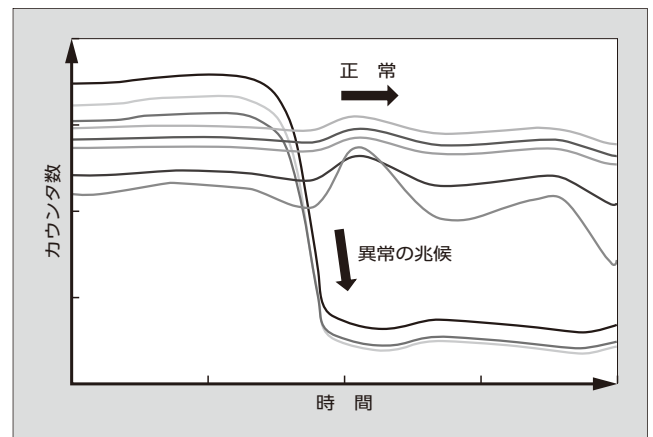


図6 ネットワークカウンタの表示例

3000 の送受信カウンタをグラフとして時系列に表示する（図6）。その変化からネットワーク異常の兆候を事前に把握できる。これにより、構成が複雑な回線においても、ネットワーク品質の維持を支援する。

(c) 見える化ツールを使ったネットワークデータの表示  
ネットワーク上に伝送されるパケットのプロトコルを解析し、トークン遅延、メッセージ異常などのネットワークの異常を表示する（図7）。従来のデータは数字の羅列で、手動で解析していたが、見える化ツールに

より整理された情報が自動で表示される。これにより、ネットワークの品質状態を容易に確認できる。

(4) O&M プラットフォーム連携機能

図8に、遠隔監視システムのO&Mプラットフォーム連携機能を示す。

遠隔監視診断システムは、収集した各種 RAS 情報とその情報を基に解析した診断結果などを定周期送信データとして、クラウドに送付する。従来はオンプレミスで収集していたが、O&Mプラットフォームと連携することで、クラウドでデータを共有できる。これらはO&MプラットフォームのWeb画面で閲覧できる。また、故障発生時には、あらかじめ指定した宛先にO&Mプラットフォームからメールを送信し、サービス拠点の顧客エンジニア（CE）がメールを受け取る。CEは、必要に応じて遠隔監視診断システムからO&Mプラットフォーム経由で、故障発生時の詳細RAS（時刻指定送信データ）を取得して、緊急保守や制御システムの管理および保全計画などのリモート支援を行う。

整理された情報が画面に表示される

日時	API名	パケットNo	送信先IPアドレス	送信種類	送信先宛	送出理由	対象機	通信時間	エラーコード
2020/06/13 0:25:16.704	Noz_pcapi01	7799	192.168.0.85	56	57	トークン遅延		20	
2020/06/13 0:25:16.728	Noz_pcapi01	7751	192.168.0.86	57	58	トークン遅延		24	
2020/06/13 0:25:16.771	Noz_pcapi01	1922	192.168.0.85	56	57	トークン遅延		20	
2020/06/13 0:25:18.690	Noz_pcapi01	2238	192.168.0.85	56	57	トークン遅延		23	
2020/06/13 0:25:18.714	Noz_pcapi01	2242	192.168.0.86	57	58	トークン遅延		24	
2020/06/13 0:25:21.358	Noz_pcapi01	5976	192.168.0.63	63	64	トークン遅延		25	
2020/06/13 0:25:24.072	Noz_pcapi01	6361	192.168.0.63	63	25	伝送開始メッセージ再送			
2020/06/13 0:25:24.096	Noz_pcapi01	6366	192.168.0.63	63	64	トークン遅延		25	
2020/06/13 0:25:24.662	Noz_pcapi01	6789	192.168.0.63	63	25	伝送開始メッセージ再送			
2020/06/13 0:25:24.686	Noz_pcapi01	6803	192.168.0.63	63	64	トークン遅延		25	
2020/06/13 0:25:24.717	Noz_pcapi01	6815	192.168.0.7	31	31	トークン遅延		20	

図7 ネットワークデータ見える化ツール画面

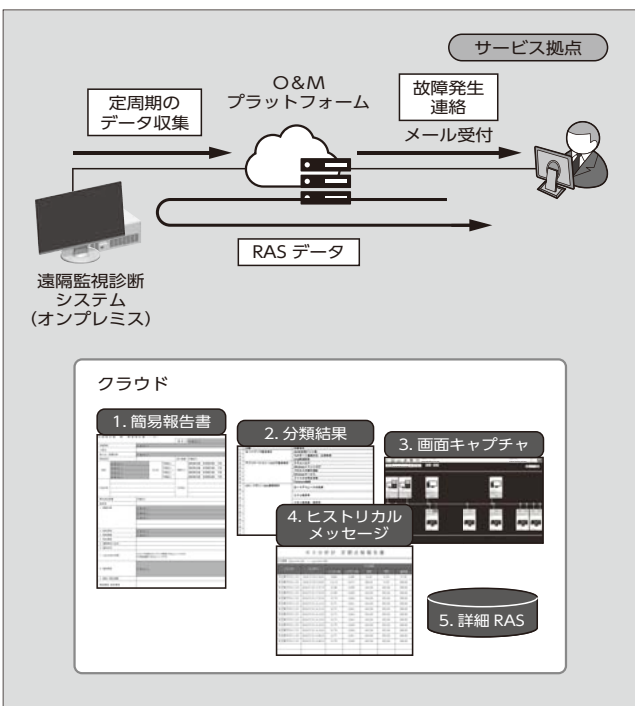


図8 O&Mプラットフォーム連携機能

5 遠隔監視診断システムの導入による効果

従来、コールセンターで受け付けた後、CEが現地に赴いて調査し、故障した機器の代替部品を手配していた。

遠隔監視診断システムを導入すると、サービス拠点でメールを受け付けた後、O&Mプラットフォーム連携機能を活用することで遠隔から調査が可能で、CEの現地への派遣と代替部品の手配を並行して行うことができる。これにより、図9に示すように、導入前と比較して障害発生から復旧完了までに要するダウンタイムを、約20%短縮できるようになった。このシステムにより、設備の稼働率を向上できる。

6 予知保全

前述した遠隔監視診断システムのほかに、部品の寿命と使用条件から各種機器や設備の交換時期を算出する“制御システム部品寿命予測”や、ネットワーク上で伝送障害を引き起こす兆候（ノイズ、断線、コネクタ異常など）を捉える“ネットワーク予知保全”もライフサイクルフルサポートとして将来実装予定である。

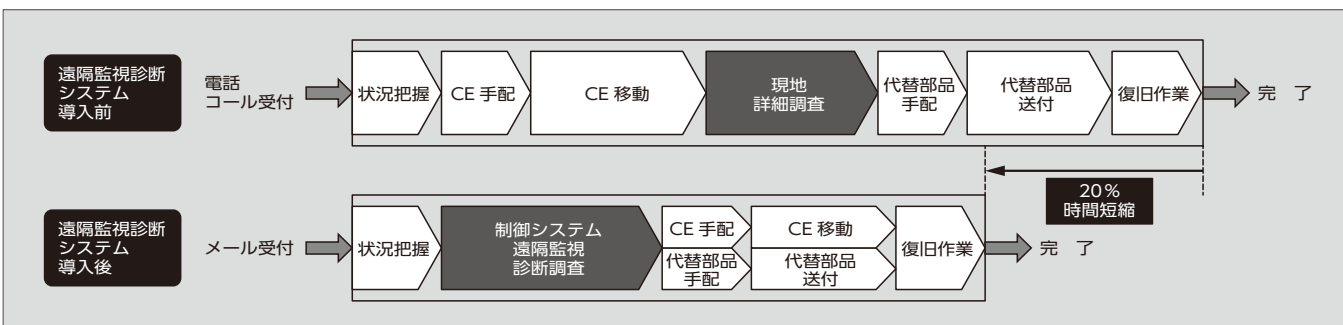


図9 遠隔監視診断システムの導入前後の障害修復時間比較



例えば、ネットワークの突発的な障害に対する予知保全は、障害発生を未然に防ぐだけでなく、無用な点検作業の抑制にもつながる。また、部品寿命予測は、予備品在庫を適正化できる。さらには、これら機能を活用する保全計画機能は、点検作業を最適化でき、保守コストは 10～20% 削減できる見込みである。

## 7 あとがき

制御システムのライフサイクルフルサポートに貢献する IoT を活用した遠隔監視診断システムについて述べた。

今後は、富士電機の DX 推進の一環として、予知保全を含む遠隔監視診断システムの機能を拡張することにより、従来の事故発生基準・時間基準から、より高度な状態基準

の保守サービスを提供することで、お客さまの設備の安定操業に貢献する所存である。

## 参考文献

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



### 原口 隆

鉄鋼分野の計測制御エンジニアリング業務に従事。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プロセスオートメーション事業部技術第一部。





\*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。