

# プラントを最適に運用する計測・制御システムソリューション

Instrumentation and Control System Solutions for Optimizing Plant Operation

吉川 譲 YOSHIKAWA, Yuzuru

朱 剣云 SHU, Kenun

小野 健一 ONO, Kenichi

計測・制御システムを取り巻く環境は、プラント運用の最適化や運転員の世代交代などにより、求められる機能が変わってきている。これまでは、単純な監視制御であったが、最近では、トラブルへの迅速な対応や安全・安定操業への課題を解決することが求められる。これに応えるため、富士電機では、プラント異常への迅速な対応を行うためのナビゲーション機能や強制設定機能、ならびに運転員の教育を目的としたシミュレーション機能を提供している。さらに化学プラント、石油・ガスパイプライン、清掃工場において分野に合わせたソリューションを展開している。

Required functionality of instrumentation and control systems has been changing depending on such environmental factors as the optimization of plant operation and generational change in operators. Up until now, these systems performed simple monitoring and control, but recent needs have required functionality capable of quickly responding to trouble and ensuring safe and stable operations. In order to meet these needs, Fuji Electric is providing navigation functions for quickly responding to plant abnormalities, functions for supporting enforced settings and simulation functions for training operators. We are also providing solutions that meet the needs of various business sectors, such as chemical plants, gas and oil pipelines and waste incineration plants.

## 1 まえがき

富士電機の計測機器は約60年の歴史があり、計測・制御システムは、1975年に最初の分散型制御システム(DCS: Distributed Control System)を発売して以来、40年以上の歴史がある。この間、富士電機は、お客さまの課題解決や要求に応えるべく、さまざまなソリューションを提供してきた。

本稿では、富士電機のプラント向け計測・制御システムの最新技術と提供するソリューションについて述べる。対象とするプラント設備は、化学プラント、石油・ガスパイプライン、清掃工場である。

## 2 計測・制御システムを取り巻く環境

プラント運用に関して、自動化による生産効率の向上に始まり、最近では、地球および地域の環境問題の解決に取り組むため、設備の改善や省エネルギー(省エネ)への投資が検討され実施されている。今後は、通信機能を備えたセンサが普及し、これまで収集できなかった情報が集められるようになり、プラント運用における変革が期待されている。

一方、計測・制御システムに対する要求は、システムが登場してからおよそ30年間、監視・制御はもちろん、信頼性や拡張性、エンジニアリング機能の充実であった。その後、情報技術の発達に伴い、経営層から現場レベルまでのさまざまな要求に応えるために、製造実行システム(MES: Manufacturing Execute System)や製品情報管理(PDM: Product Data Management)などの外部の機能と連携することで、システム全体の機能強化が行われてきた。しかし、現場データを外部へ持ち出す利便性と引き

換えに、外部からの不正アクセスやコンピュータウィルスの問題、外部媒体を使った安易なデータの持ち出しによる機密漏えいなど、セキュリティに関わる問題が生じ、計測・制御システムの健全性を確保する必要性が高まっている。今後は、計測・制御システムにおいてIoT(Internet of Things)への投資が進むことが予想され、継続的なセキュリティ対策および安全・安定操業、さらに生産性と品質の向上を狙った改善などプラント運用の最適化に向けた取組みが進むことが予想される。

## 3 計測・制御システムの課題と新機能

### 3.1 計測・制御システムの課題

プラントにおいては、操業停止によって影響を受ける範囲が極めて大きい。そのため、安全・安定操業は最も重要な課題である。この課題に対して、各社、計測・制御システムを進化させながら対応し、解決してきた。しかし、現場において発生する突発的なトラブルや安全面のリスクは皆無にはなっていない。このような突発的なトラブルや安全面のリスクにどのように対処するかが、安全・安定操業を維持する上で重要である。これまでは、DCSの進歩とともにノウハウを蓄積してきた熟練エンジニアや運転員が、突発的なトラブルに対して柔軟に対応してきた。今後は、経験の浅いエンジニアや運転員におけるトラブル発生時の対応力の強化と教育が重要な課題である。また、システムの更新やプラントの立上げなど、システムの導入におけるエンジニアリングや現地調整の期間が短くなっている反面、品質に対する要求は高くなっており、これに対しての支援機能も必要とされてきている。

### 3.2 プラント運用における障害発生時の対応機能

近年、高度で複雑な運転制御が計測・制御システムを使って実現されるようになり、プラント運用の自動化や省力化が進んできている。一方、プラント設備の老朽化や消耗による故障や、プラント運用中に実施する、一部設備のメンテナンスによる復旧作業などの非常運転があり、警報発生への対応は避けられない。また、故障したセンサが、二次障害を起こす可能性もある。障害が発生すると、これを回避するためのセンサ交換などが早急に必要になり、対応が遅れるとプラント運用に大きな損害が生じることもある。これまでは、警報が発生した原因の究明は、過去に経験した事例や現場をよく知る運転員への依存が高く、属人性の排除や省力化をさらに進める上で課題になっていた。

この課題を解決するために、富士電機の中小規模監視制御システム「MICREX-VieW XX (ダブルエックス)」では、運転中に発生する非常運用に対し、運転員がより容易にプラント障害の解析や一時的な障害回避ができるように、ナビゲーション機能および強制設定機能を実装している。

#### (1) ナビゲーション機能

ナビゲーション機能とは、オペレーション画面やエンジニアリング画面で、アクチュエータ名をキーワードとして、関連する機能の一覧表示を行うものである。これまでは運転員が自主的に関連する画面へ移行し表示させていたが、この機能により、指定したアクチュエータに関する画面のみが一覧表示され、それを選択することにより、運転員が

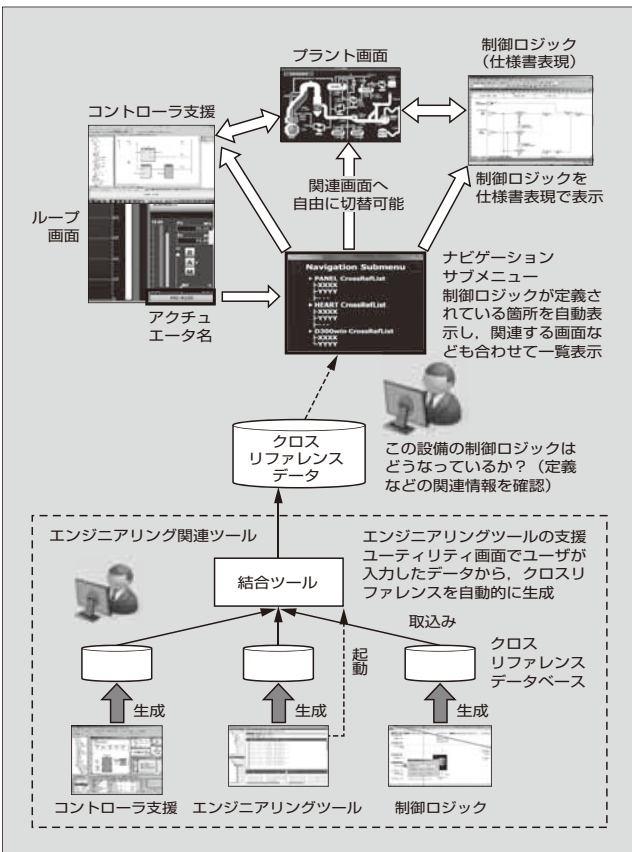


図1 ナビゲーション機能

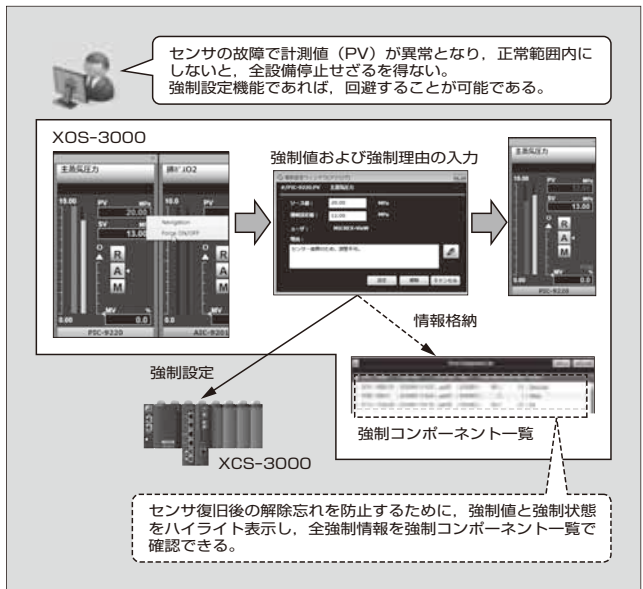


図2 強制設定機能

目的とする画面へ容易に遷移できるようになる (図1)。

ナビゲーション機能の実現には、データ名やメモリアドレスをキーデータとした、システムを横断した検索情報 (クロスリファレンス) が必要となる。MICREX-VieW XX では、エンジニアリングツールの支援ユーティリティ画面でユーザが入力したデータから、クロスリファレンスを自動的に生成する。

異常が発生した場合、ナビゲーション機能により、経験の浅い運転員でも故障や警報の発生原因に容易にたどり着くことができる。これにより、迅速な障害対応ができ、プラントへの影響を最小限に抑えることができる。

#### (2) 強制設定機能

強制設定機能とは、プラント運転中に発生する異常を一時的に回避、あるいは二次障害を回避するためのものである。異常状態にあるセンサの計測値を使用している制御ロジックによるメモリへの書き込みを強制的にブロックし、ユーザが設定した代替値で継続運転ができる (図2)。これにより、センサ異常に対してアプリケーションソフトウェアを変更することなく、障害状態を一時的に回避できる。

さらに、データベースに格納された操作履歴をオンラインで参照することができる。プラントで異常が発生した場合、前述のナビゲーション機能により、素早く状況を把握して原因を特定し、運転員の判断で強制設定機能を使うことができるため、不要なプラント停止を回避できる。

### 3.3 プラント運用最適化に関する拡張機能

プラントビジネスの競争が激化する中、さらなる生産性と品質の向上が求められる。このために、プラントのライフサイクルに関する全てのデータをデータベースにより一元管理し、関連する各部門が共有することが必要である。例えば、これらのデータをプラントシミュレータで使用することにより、実プラントでの試験をする前に自動制御

プログラムの品質を向上させることができる。

富士電機では、DCSである「MICREX-NX」を提供している。さらに、プラントマネジメントツールCOMOSの提供を目指し、まずはプラントシミュレータSIMITの提供を開始した。図3に、プラントエンジニアリングのデジタル化と製品ラインアップを示す。

(1) 統合データプラットフォーム

プラント全体のライフサイクルにおいて、エンジニアリングや調整の不備は、品質や稼働率の低下などにつながり、プラントの運用と保守に要するコストや時間に重大な悪影響を及ぼす。

特に現地調整は、その後の安全・安定操業に重大な影響を及ぼす重要な作業であるが、これに要する時間のほとんどが自動制御の試験・調整である。ここで発見されるソフトウェアのバグのほとんどがエンジニアリング期間中に作り込まれている。

さらに、プラントが実運用に入った後、非正常状態に対する運転員の教育は難しく、プラント事故を想定した運転員への教育が十分に実施できないのが現状である。ひとたび非正常状態になると、十分な教育が行われていないことによる影響は大きく、安全・安定操業に重大な影響を及ぼす。そこで、仕様決定からプラント運用までの各過程において、実プラントに限りなく近いシミュレーションをシステム構築に取り入れることで、不要なエンジニアリングコストと時間の大幅な削減が可能である。

これを実現するものが、プラントのエンジニアリングとオペレーションに関わるデータを統一して管理する統合データプラットフォームである。

(2) プラントマネジメントツール COMOS

COMOSは、プラントのライフサイクルに関わる全てのデータ（電気・計装、制御フロー、設備・配管フローなど）の統合管理を行うものであり、MICREX-NXやSIMITにシームレスに連携することが可能なツールである。これにより、プラント全体の設計から運用までのライフサイクルを最適化するデジタルエンジニアリングツ

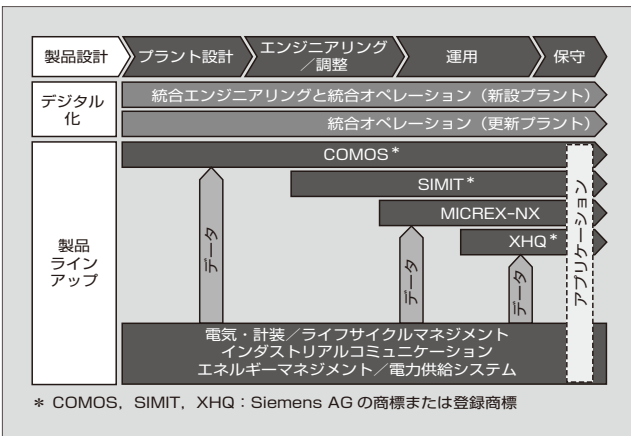


図3 プラントエンジニアリングのデジタル化と製品ラインアップ

<注> COMOS, SIMIT : Siemens AG の商標または登録商標

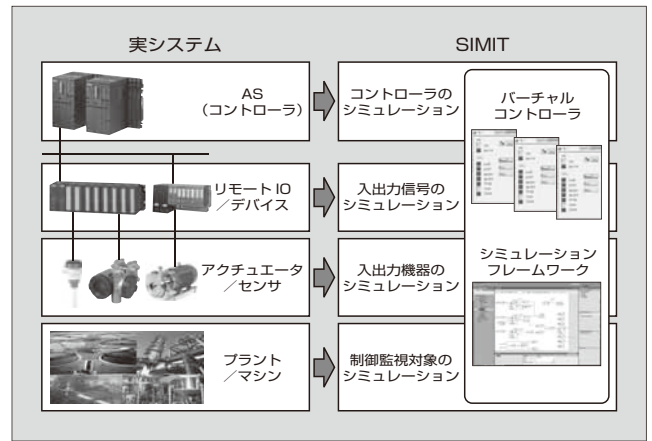


図4 SIMITのシステムイメージ

ソリューションを提供する(図3)。具体的には、COMOSで作成したデータを基にして、MICREX-NXの制御プログラムに対するSIMITのシミュレーションモデルを自動で生成できる。

(3) プラントシミュレータ SIMIT

SIMITは、シミュレーションによるエンジニアリングが可能なツールである(図4)。主な機能を次に示す。

- (a) コントローラのシミュレーション機能
- (b) 入出力信号のシミュレーション機能
- (c) センサ、バルブ、モータなどの入出力機器のモデル構築およびシミュレーション機能
- (d) プラントや機械などの制御対象全体のモデル構築およびシミュレーション機能

SIMITを使用することにより、実プラントに限りなく近いプロジェクト全体の試験・調整を事前に事務所で実施できる。そのため、実際の現地調整を問題が発生することなく短期間で終了することができる。

さらに、バーチャルコントローラ(SIMITのコントローラエミュレーションツール)とSIMITを組み合わせることにより、SIMITを運転員に対するトレーニングシステムとしても使用できる。また、SIMITの各コマンド(初期化、スタート、ストップ、一時停止、スナップショットなど)を使用し、シミュレーションによる動作確認を行った後、その過程の再現やシミュレーションのスピードを調整できる。本機能により、非正常状態のプラントの挙動をシミュレータ上に作り出すことで、緊急時の対応などの運転員への教育を行うことができる。

4 各プラント・設備における富士電機のソリューション

富士電機では、顧客の課題を解決するために、DCSであるMICREX-NXのほかに、中小規模監視制御システムMICREX-VieW XXを提供している。MICREX-VieW XXは、特に中小規模のプラントに対して、従来の分散型制御システムの機能である、優れた視認性・操作性、電機・計測制御融合、高速・高信頼性、高効率エンジニアリ

ング、高い継承性に加え、外部システムとのデータ連携機能を持っている。これにより、ビッグデータを活用した高度操業支援・設備保全管理システムと連携し、プラントの最適運用を行っている（186 ページ“進化する監視制御システム「MICREX-VieW XX」”参照）。

また、顧客の設備の規模や要求機能に応じて、SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) を採用し、運用の最適化をサポートできるシステムを提供している。

#### 4.1 化学プラント

化学プラントの分野では、システム更新の需要が増える中、継続した省エネに対する意識が高まり、設備の予兆診断による機器の最適な活用、設備安全に関する安全計装の導入検討などが進んでいる。さらに、IoTにつながる投資への模索が進んでいる

富士電機では、このIoTにつながる仕組みとして、EIC（電気、計装、計算機）統合のソリューションパッケージを開発した。化学分野では、通常、計測制御と駆動制御に設備を区分し、システムが異なることが多い。EIC 統合のソリューションパッケージは、高速な制御が必要な駆動分野にも適用できるように、富士電機のコンポーネント技術とネットワーク技術を駆使して、計測と駆動の監視制御を一つのプラットフォームで実現した。この結果、計測制御と駆動制御との間で、現場データの時刻同期を容易に保証できる。また、IoT へ向けて重要となる現場からのデータ収集の基盤が構築できることに加えて、計測と駆動のシステムの統一により、従来、別システムであったためハードワイヤやゲートウェイの設置で実施されていた設備間の取合いが簡素化される。さらに、一本化したプラットフォームにより、エンジニアリング窓口も共通で顧客に対応できるようになることで、プラント全体を考えた最適なソリューションを提供できる。

#### 4.2 石油・ガスのパイプライン

石油やガスのパイプラインでは、広域に分散する監視対象のデータを効率よく正確に収集し、中央で管理することが求められる。しかし、データを収集するための通信インフラに対する顧客の要求は多様化しており、全てのデータを統一した通信インフラやプロトコルで収集するのは難しい。

富士電機は、広域に分散するデータを収集するための「MICREX-VieW PARTNER」などの SCADA により、さまざまな通信インフラに対応している（193 ページ“統合 EMS と容易に連携可能な設備監視システム「MICREX-VieW PARTNER」”参照）。今後は IoT 投資に向けて、より現場データの収集要求が高まることが予想される。このため、顧客ニーズにマッチしたシステムにより、通信方式や通信媒体を意識することのない、プラントの最適運用を提供していく。表 1 に適用事例を示す。

表 1 石油、ガスパイプライン分野への適用事例

設備	通信方式	通信媒体
燃料輸送用パイプライン	アナログ通信によるテレメテレコン（遠方監視制御）	通信ケーブル
天然ガス輸送用パイプライン	Ethernet *通信	通信会社の優先回線、衛星通信の専用回線（バックアップ用）
都市ガス配管網	Ethernet 通信	専用無線回線、通信会社専用回線、MVNO (Mobile Virtual Network Operator)

\* Ethernet：富士ゼロックス株式会社の商標または登録商標

#### 4.3 清掃工場

清掃工場におけるプラント運用は包括契約（運用管理と維持管理）による外部委託が増えているが、これまでは、プラント運用で取得するデータは、自治体が必要なデータのみであった。しかし、包括契約がさらに増えることにより、自治体が要求するデータだけでなく、各清掃工場の効率的な運転に必要なデータを一括して外部委託先で収集・管理を行い、最適な監視、解析、運用を行うための IoT 環境の構築が進むことが予想される。

富士電機では、一括管理に向けた第一歩として、外部委託先の本社機構と清掃工場のデータ連携を実現するための EIC 統合システムを導入し、公衆回線にて本社機構へデータを伝送する環境構築を実施した。これにより、外部委託先の本社機構において、収集したデータの解析と最適な運用モデルの立案ができるようになった。

### 5 あとがき

計測・制御システムの歴史を振り返り、現在、直面している課題と富士電機の最新技術、および各分野のソリューションについて述べた。富士電機は、お客さまのプラントの最適運用に向け、よりいっそうの貢献を続けていく所存である。

#### 参考文献

- (1) 庄林直樹ほか. 安定操業・省エネルギー・環境保全を支える計測・制御システムソリューション. 富士電機技報. 2014, vol.87, no.1, p.9-13.



#### 吉川 譲

化学、食品分野の計測制御システムのエンジニアリングに従事。現在、富士電機株式会社産業インフラ事業本部素材ソリューション事業部技術第二部課長。



**朱 剣云**

監視制御システムの開発・設計に従事。現在、富士電機株式会社技術開発本部コア技術研究所制御技術開発センターシステム基盤技術開発部。



**小野 健一**

情報・プロセス制御システム「MICREX-NX」の企画・開発に従事。現在、富士電機株式会社産業インフラ事業本部素材ソリューション事業部開発企画部。





\*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。