

自動化と省エネルギーに貢献する 計測・制御・情報システムの現状と展望

Instrumentation, Control, and Information Systems Contributing to
Automation and Energy Saving: Current Status and Future Outlook

鉄谷 裕司 TETSUTANI, Hiroshi

松本 康 MATSUMOTO, Yasushi

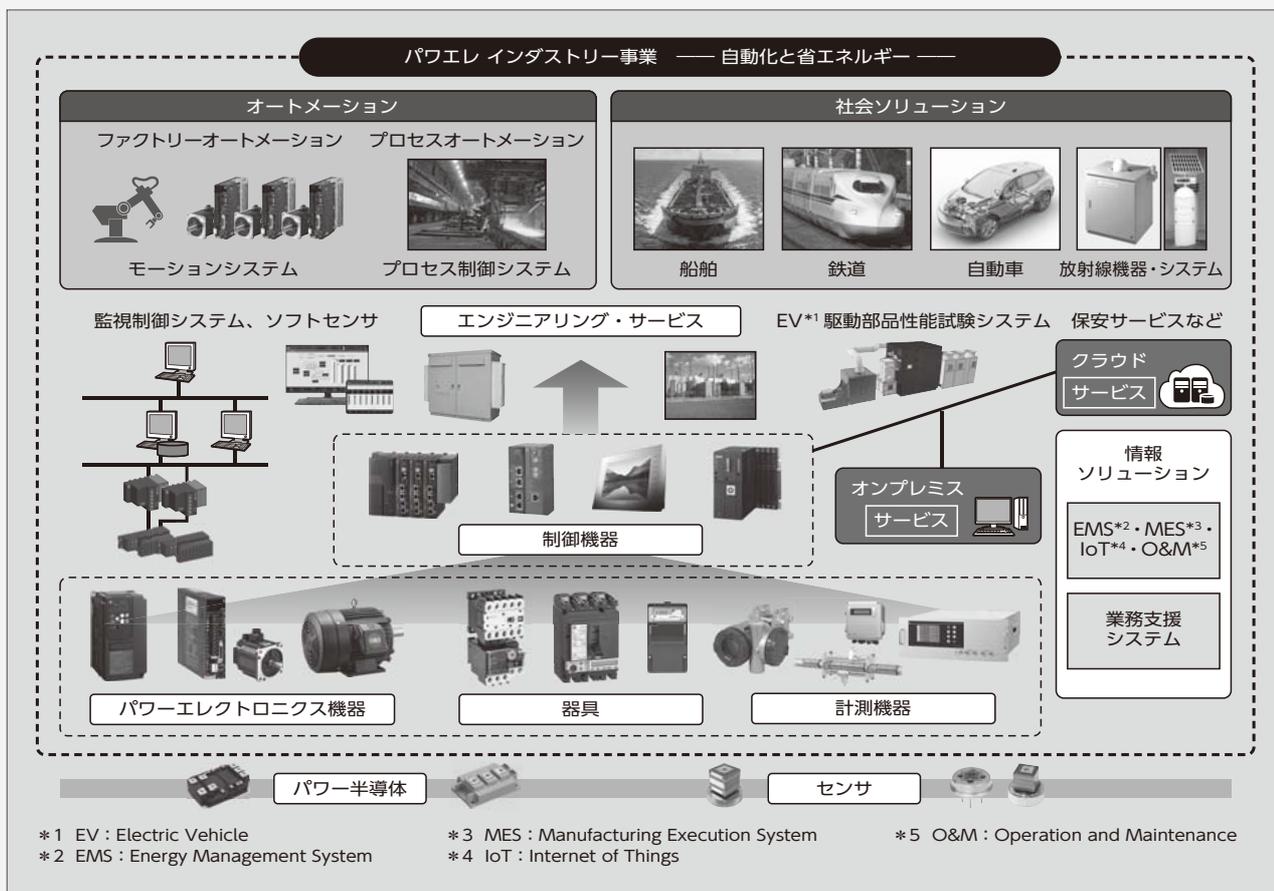
① まえがき

近年、産業や生活を取り巻く環境は、脱炭素化に関わる環境対策需要の高まりや労働力不足などで大きく変化している。そのため、グローバルで脱炭素化、自動化、DX（デジタルトランスフォーメーション：Digital Transformation）などへの設備投資が今後一層期待される。ファクトリーオートメーション機器・システム分野では、新型コロナウイルス感染症拡大の影響、半導体をはじめとする世界的な部材調達難の影響などにより、コンポーネントの需要は不透明な状況が継続していたが、東南アジア・インドの市況はコロ

ナ禍からの回復基調が続くと予測される。また、プラント制御システム分野では、鉄鋼や化学分野において生産性向上に向けた更新需要や高機能化、電動化、カーボンニュートラル関連の戦略投資が期待される。

富士電機はエネルギー・環境技術の革新により、安全・安心で持続可能な社会の実現に貢献すべく強いコンポーネントを創出し、さらにシステムを強化し、システムでの事業拡大を進めている。図1に富士電機のパワーエレクトロニクス機器および計測・制御・情報システムと応用分野の概要を示す。

本稿では、富士電機が取り組んでいる自動化と省エネルギー（省エネ）に貢献する計測機器、制御機器お



*1 EV : Electric Vehicle
*2 EMS : Energy Management System
*3 MES : Manufacturing Execution System
*4 IoT : Internet of Things
*5 O&M : Operation and Maintenance

図1 富士電機のパワーエレクトロニクス機器および計測・制御・情報システムと応用分野の概要

特集 自動化と省エネルギーに貢献する計測・制御・情報システム

よびシステムと、そのエンジニアリング・サービスについて、新たな取組みと展望について述べる。

② プラント監視制御システム

2.1 プラント監視制御システムの市場動向

プラント監視制御システムは、生産現場において生産や業務の効率化を目的として、生産設備や生産工程の可視化、自動化、さらに安定操業に貢献してきた。

これらのシステムは、主に、中国、インドなど、人口が増加するエリアで市場が伸びている。一方、日本国内は、システムの更新や延命が主体で、市場は飽和状態であった。しかし、昨今、DXやカーボンニュートラルに向けた設備改造など、新たなニーズの高まりで、プラント監視制御システムへの投資が活発化し始めている。

また、国内、国外問わず、これまでクローズされていたプラント監視制御システムは、外部ネットワークと接続することが一般的になり、監視や制御だけの機能に加えて、セキュリティ対策や広域なデータ連携などが重要な機能になってきている。

2.2 富士電機の取組み

(1) 監視制御システム

富士電機は、プロセスオートメーションの各分野や、そのプラント規模に応じ、最適な監視制御システム製品とソリューションを提供している。図2に監視制御システムのラインアップを示す。

監視制御システムは、プラントの各設備を対象とし、計測機器により常時、圧力・流量・温度など、現場の情報を取り込み、その状況に合わせ最適な自動運転のための監視制御を行うものであり、富士電機は、基幹のプラント監視制御システムとして「MICREX-VieW XX (ダブルエックス)」を提供している(図1中央右)。

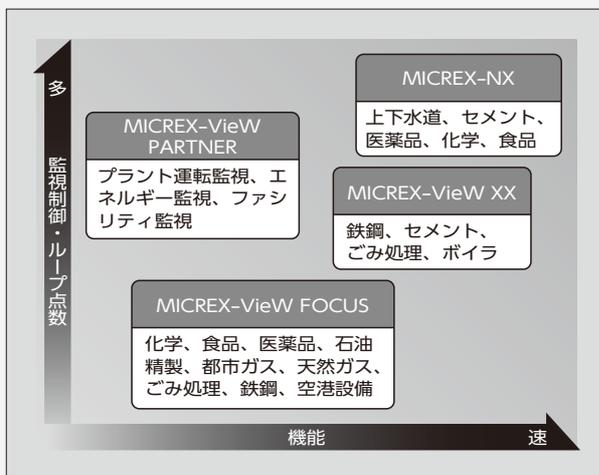


図2 監視制御システムのラインアップ

このシステムは、プラントの連続稼働を可能とする高い信頼性と保守性に優れた監視制御システムであり、主に鉄鋼、セメント、ごみ処理プラントの監視制御に適している。

「MICREX-NX」は情報システムとの親和性が高く、処理量の多い水処理プラントなどの監視点数の多い大規模プラントへの適用に向いている。

「MICREX-VieW PARTNER」は、設備や規模を選ばず、現場を見える化でき、エネルギー監視や設備監視への適用に向いている。「MICREX-VieW FOCUS」は、HMI (Human Machine Interface) においてシステム固有ではなく汎用のSCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) を導入したオープンな監視制御システムであり、化学、食品・医薬品、ガス分野での適用に向いている。このたび、本シリーズには、短期習得ができ、顧客によるエンジニアリングや、国外のエンジニアによる現地完結でのシステム構築を可能とする、扱いやすい監視制御システム「MICREX-VieW FOCUS Evolution」をラインアップした。本システムでは、各種プログラミングツールを統合し、PC画面上でのドラッグ&ドロップ作業で、容易かつ効率的にアプリケーションソフトウェアの作成が可能なエンジニアリング環境や、顧客の要件に応じ、運転画面を容易にカスタマイズできる機能を備えており、今後もさらにその価値を高め、業種の拡大や国外への適用を進めていく(22ページ、「エンジニアリングのリードタイム短縮と品質向上を実現してDXを加速する支援ツール」参照)。

図3に監視制御システムの基本例となるMICREX-VieW XXのシステム構成例を示す。エンジニアリングステーションは、コントローラやHMIを担うオペレータステーションをエンジニアリングするためのツール環境である。オペレータステーションでは、プラント操業者によるプラントの監視操作を行い、コントロールステーションのほか、リモートI/Oおよびフィールド機器により、プラント操業に必要なデータを収集・出力し自動制御を行っている。この監視制御システムには、各種ソリューションコンテンツが組合せで使用できるようにしており、これらは各監視制御システム製品で共通に使用できるようにしている。

製品の国外展開については、国外でのシステムビジネス拡大に向け、東南アジアとインドにおいて、小規模システムである環境モニタや水処理、小規模ボイラなどを中心に標準化を図りながら展開している。

また、プラント制御システム分野では、監視制御システムがプラント監視のプラットフォームとなり、そこから収集したデータをどう扱うかが重要になっている。実際、収集したデータにAI (Artificial Intelligence) 技術などを使い、数理モデルを用いた

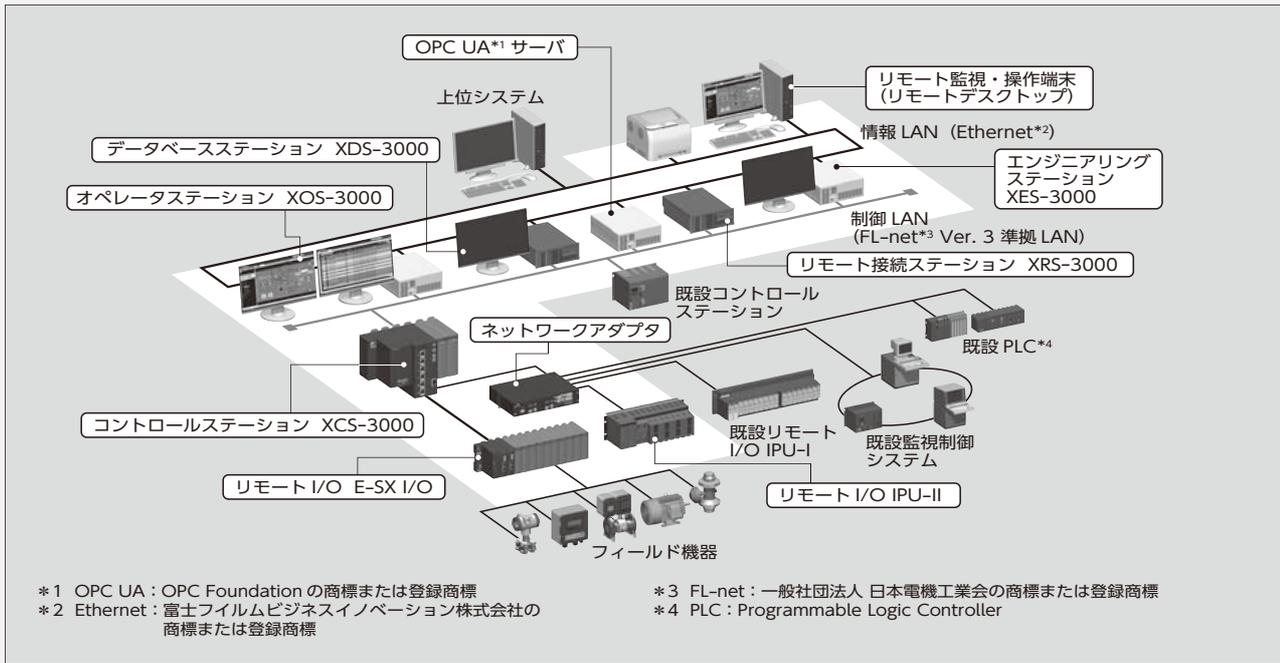


図3 「MICREX-View XX」のシステム構成例

高度な予測技術の現場適用が進んでいる。富士電機では、その一つのアイテムとして、現場で定期的にサンプリングしている製品の成分濃度などの重要な品質値の現時点の値を、すでに収集している品質値から算出して推測するソフトセンサの現場適用に取り組んでいる。また、プラント監視の膨大なデータを定周期で取り込み、過去のプラント状態を画面で再生する機能など、プラントの操業を支援する機能を拡充している(17ページ、「プラントの操業最適化に貢献するソフトセンサ」参照)。富士電機は、今後も継続してデータ収集と、その活用に向けた取組みを推進していく。

(2) システムを支える計測機器

富士電機は、大気汚染などの環境計測を支えるさま

ざまなガス分析計、飽和蒸気をはじめ液体や空気などを測定することで省エネを支える流量計、世界のフィールドで稼働している差圧・圧力発信器「FCXシリーズ」をラインアップすることで、環境保全、省エネに貢献している。図4に富士電機の差圧・圧力発信器、流量計、分析計を示す。

FCXシリーズは、1989年の発売以来、世界中で100万台を超える販売実績を積み上げてきた。さらなる性能向上や機能安全への対応など新機能追加の要望に応えるため、「FCX-A IVシリーズ」を開発した(35ページ、「プラントの監視制御システムの高度化に貢献する差圧・圧力発信器」参照)。



図4 富士電機の差圧・圧力発信器、流量計、分析計

3 ファクトリーオートメーションシステム

3.1 ファクトリーオートメーションシステムの市場動向

ファクトリーオートメーションシステムの市場においても、デジタル化を主体としたIoT（Internet of Things）化の推進から、それをベースに顧客が新たな価値創出に向けて進めるDXに貢献するソリューションのニーズが高まっている。各メーカーともシステムにおける得意領域でのソリューションを手掛けているが、顧客は複数領域を統合するソリューションを求めつつある。富士電機では、ISA（International Society of Automation）が標準規格であるISA-95で提唱しているシステムの階層モデルをベースに、製造実行・生産管理（L3）、監視制御・モニタリング（L2）、装置・制御（L1）に階層化したデジタルソリューションにより、顧客の製造・品質・在庫・保全・エネルギー管理の高度化を目指している。図5に工場系DXの全体像を示す。3.2節では、L3層の製造実行システム、L1層のモーションコントロールシステム、電気自動車（EV：Electric Vehicle）駆動部品性能試験システムについて述べる。

3.2 富士電機の取組み

(1) 製造実行システム

製造実行システム（MES：Manufacturing Execution System）は、一般的にERP（Enterprise Resource Planning）をはじめとする基幹業務システムと現場の制御システムとをシームレスに連携し、製造計画に基づいた工程別の製造指示を行うとともに、製造実績を収集する仕組みである。

富士電機のMESは、前述の基本機能に加え、品質のトレーサビリティの確保や、製造実績の高度分析による改善フィードバックを支援することをコンセプトとしている。

最新の取組みとしては、新たにMESコンセプトを整理し、新アーキテクチャーを採用した新MESパッケージの開発に着手している。OPC UA^(*)の標準データモデルに準拠した構造により、将来にわたりさまざまな変化にサステナブルに対応し、さまざまなデータ（イベント、トレンド、テキスト、画像、音声など）の分析を同一のユーザビリティで実施可能な環境の実現を目指している。

また、近年高まりを見せている、ものづくり環境の高度化、デジタルツイン環境の実現、グローバル視点

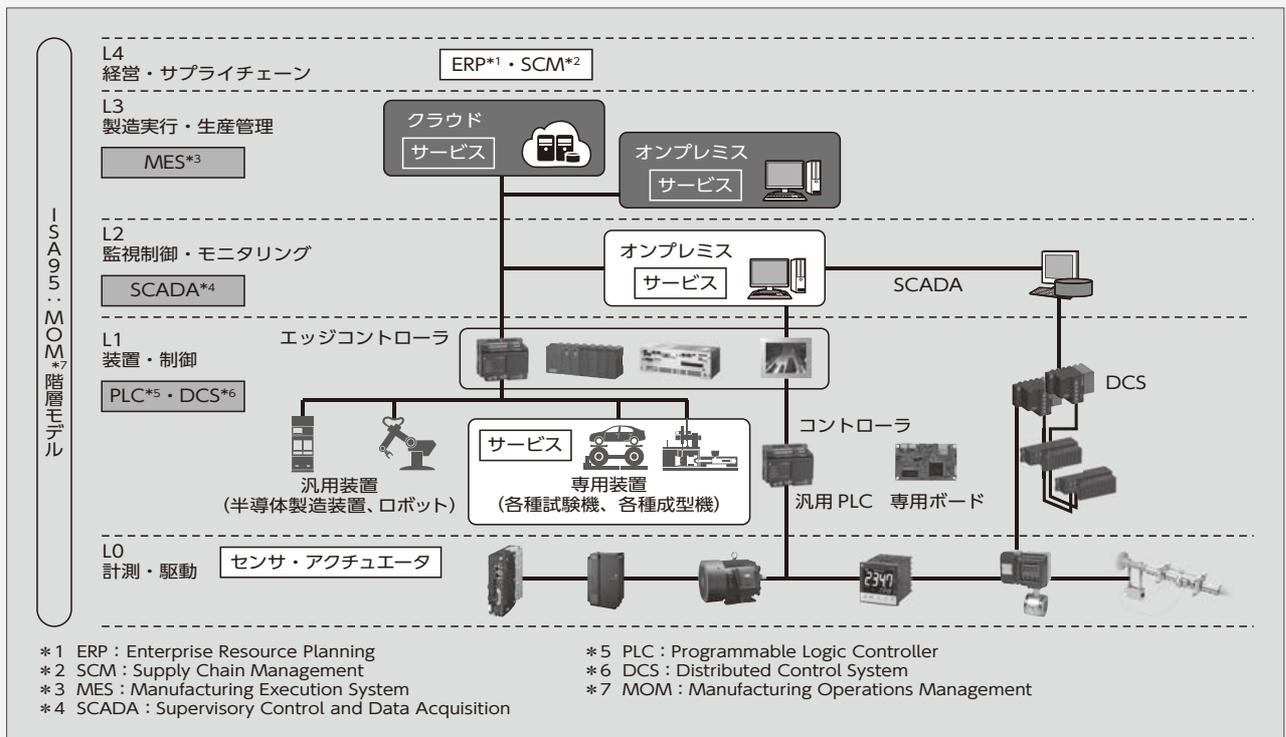


図5 工場系DXの全体像

(*) OPC UA

OPC Foundationの商標または登録商標

での標準化、カーボンニュートラルの実現といった顧客ニーズに対し、製造拠点における製造、保全、設備、エネルギー情報の統合データベース化、およびAI技術と解析技術の活用を技術コアに、MES、EMS (Energy Management System)、保全システム、設備監視システムなどのパッケージ商品群の統合提案としてまとめた“グローバルスマートファクトリー”コンセプトの提案を進めている。図6にグローバルスマートファクトリーのパッケージ群を示す。

一方、MESのエンジニアリング機能については、従来は実装されている機能に特化した定義となっているため、効率が良い反面、機能の変更や、他用途での利用が困難であった。OPC UAの概念である情報モデルを採用した新システムでは、製造現場を抽象化した情報モデルとしてデジタルツインを構築し、必要な情報を体系的に管理することで、機能変更や多用途活用が容易な構造としている(27ページ、“製造現場のDXに貢献する製造実行システム”参照)。

(2) モーションコントロールシステム

モーションコントロールシステムは、産業用ロボットをはじめとする産業用機械や装置に使用され、精密な位置決め、速度制御、トルク制御などのモーション制御を行うシステムである。一般的にモーションコントロールシステムは、サーボモータなどのアクチュエータ、モーションコントローラ、プログラブル表示器、制御ソフトウェアなどのコンポーネントから構成される。

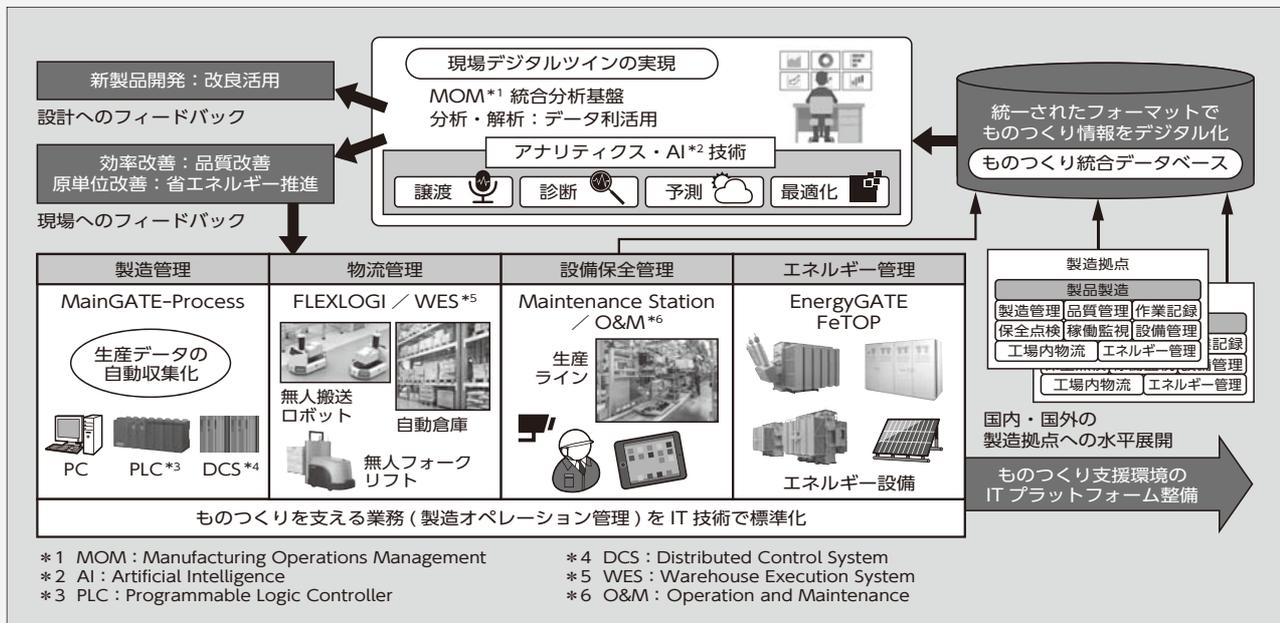
成される。

これらの用途では、複雑な動作や加工への対応、工程時間の短縮および高精度化の要求があり、より多くの制御軸において、より高速な制御周期で同期制御できる性能が求められている。また、複数メーカーから最適な構成要素を選択できるオープンネットワークとして、EtherCATの普及が加速してきていることから、EtherCAT対応コントローラ「SPH5000EC」を開発した。図7にEtherCATのシステム構成を示す。

本コントローラは、二つのコアを持つプロセッサを採用して従来機種2台分のPLC (Programmable Logic Controller) アプリケーションソフトウェアを同時実行できるようにした“マルチコアプラットフォーム”で、シーケンス制御とモーション制御を並列に同時実行することにより、従来品と比べて4倍のモーション制御性能を実現した。また、複数のEtherCAT間の同期制御により、大規模なシステムにも対応可能である(31ページ、“工場設備の自動化に貢献するモーションコントローラ”参照)。

(3) EV駆動部品性能試験システム

EVの制御はガソリン車に比べて複雑なため、完成車メーカーの開発試験工数が従来のガソリン車と比較して増大傾向にあり、試験効率向上に貢献する試験システムが求められている。富士電機のEV駆動部品性能試験システムは、EV駆動部品性能試験機、恒温槽、温調装置で構成される。図8にEV駆動部品性能試験



(*2) EtherCAT

Beckhoff Automation GmbHの商標または登録商標

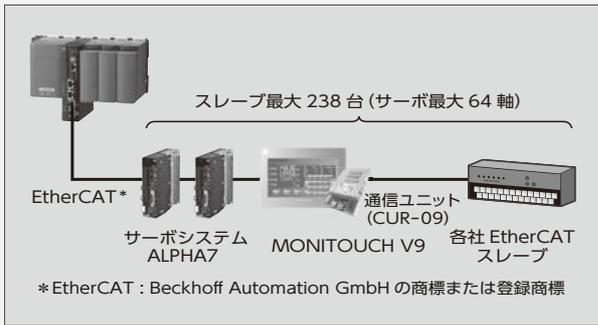


図7 EtherCAT のシステム構成

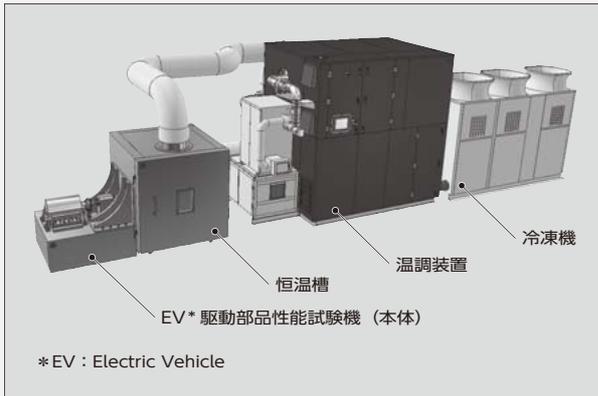


図8 EV 駆動部品性能試験システム

システムを示す。高速回転モータを主とする駆動系部品の性能評価を低温から高温の全温度領域において、環境条件を高精度に維持した状態で実施可能にする。

高速回転モータの試験機は高速回転に伴う振動によるトラブルが懸念され、その対応とともにトラブル予防のためメンテナンスの煩雑さを低減させることが求められる。今回開発した EV 駆動部品性能試験機は有限要素法によるシミュレーションと回転軸の動バランス調整を考慮した最適設計により、試験機としての高い信頼性を実現するとともに、メンテナンスの簡素化を可能にする構造を採用している。

また、試験環境条件の高精度化のためには、試験対象部品からの発熱を吸収して恒温槽内を一定温度に保つ必要がある。今回、発熱に対する冷凍機の運転応答性を向上させるための冷媒回路と制御方法を設計するとともに、一般的な温調装置で採用されている蒸発器の除霜運転を不要にすることで、熱負荷変動に対して±1℃の温度追従性を実現する温調装置を開発した(39 ページ、「EV 駆動部品の使用環境を再現する性能試験システム」参照)。

4 その他のシステム、ソリューション、サービス

富士電機は、各種産業分野で培った計測・制御技術を活用したシステム、ソリューション、サービスを展開している。

4.1 船舶 IoT システム

IMO（国際海事機構：International Maritime Organization）が定める SOx（硫黄酸化物）の排出規制強化により、海運業界では EGCS（排ガス浄化システム：Exhaust Gas Cleaning Systems）の導入が進んでいる。富士電機は、世界最小〔10 MW クラス（2020 年現在、富士電機調査）〕の SO_x スクラバとレーザ式ガス分析計を用いて最適制御を実現し、運航コストを最小化する EGCS を展開している。一方、EGCS はその監視やメンテナンス業務で船主や管理会社、船員の負担となっている。富士電機は EGCS 稼働データの自動収集と異常予兆診断により、安全で効率的な船舶運航に貢献する「船舶 IoT システム」を開発した（44 ページ、「排ガス浄化システムの効率的な運用管理を実現する船舶 IoT システム」参照）。

4.2 放射線管理ソリューション

化石燃料からの脱却と原子力エネルギーの活用機運が世界的に高まっている。原子力エネルギーの活用を推進するためには、安全対策の徹底が必須であり、近隣住民への安全・安心を提供するため、放射線管理は欠かすことはできない。富士電機は、従来から個人線量計、ガスモニタ、ダストモニタなどの計測機器や放射線モニタリングシステムを展開して原子力エネルギー利用の安全・安心に貢献している。さらなる測定の信頼性向上や管理の自動化の推進に向けて、耐環境性を向上したモニタリングポストや線量計、環境放射線監視テレメータシステムなどを開発した（48 ページ、「安全・安心に貢献する放射線管理ソリューション」参照）。

4.3 スマート保安サービス

石油・化学や電力・ガスなどの産業・エネルギー関連インフラでは、設備の高経年化、保安人材の高齢化や長期的な不足などにより、保全業務にかかる負荷が増大している。そのことから、設備の安定稼働、業務の効率化・スマート化が差し迫った課題となっている。

(* 3) EGCS

排ガス浄化システム：Exhaust Gas Cleaning Systems のことである。排ガスを海水で洗浄し、排

ガスに含まれる硫黄成分を除去する SO_x スクラバや、排ガス・排水中の成分を分析する測定器などで構成される。

富士電機は、IoT・AI技術を活用して従来のアナログな保全業務から生じる課題を改善し、高効率な業務運用を支援することで、保全計画の立案から設備監視・保全管理策の提案まで、設備保全の最適化を実現する「まるごとスマート保安サービス」を展開している（53ページ、「保守、点検の効率化と予知保全の実現に貢献するスマート保安サービス」参照）。

5 あとがき

富士電機が取り組んでいる自動化と省エネルギーに貢献する計測・制御・情報システムの現状と展望について述べた。これからも、自動化と省エネルギーを推進することで社会に貢献していく所存である。

参考文献

- (1) 鉄谷裕司, 笹谷俊幸. 自動化と省エネルギーに貢献する

計測・制御ソリューションの現状と展望. 富士電機技報. vol.93, no.1, 2020, p.4-10.



鉄谷 裕司

富士電機株式会社執行役員常務、パワエレ イングストリー事業本部長。



松本 康

パワエレ製品の開発に従事。現在、富士電機株式会社パワエレ イングストリー事業本部開発統括部長兼パワエレ エネルギー事業本部開発統括部長。博士（工学）。IEEE 会員、電気学会フェロー。





*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。