

計測制御システムの現状と展望

特集

垣塚 健 (かきざかい けん)

若杉 繁実 (わかすぎ しげみ)

木佐 一之 (きさ かずゆき)

① まえがき

産業システム分野における2006年度以降の設備投資の伸張は、生産現場において、生産工場の改善あるいは革新の取組みを活性化させてきた。計測制御システム分野では、リプレース期に合わせたフィールドのインテリジェント化への取組みや、MES (Manufacturing Execution System), ERP (Enterprise Resource Planning), SCM (Supply Chain Management) などの基幹業務システムとの融合によるシームレスな生産情報管理システムの構築、さらには無線LAN導入によるITネットワークの構築など、多様なアプローチがなされるようになってきた。

製造業における製品品質は、製品そのものの品質はもちろんのこと、これを実現する組織能力、技術力など、企業におけるパフォーマンスの総体(経営の質)を意味している。“品質”はいまや目指すべき“企業の姿勢”であり、経営への直接的な影響を持った重要課題となっている。

これに伴い、近年のものづくり品質への取組みも、“製品検査中心”から“製造プロセスレベルでの品質保証”へと、その品質管理の質を高める方向に移行し、“見える化”に代表される、現場・管理スタッフおよび経営にわたる製造情報の共有化(垂直統合)やトレーサビリティ環境の整備が進展している。

一方で、重大事故や災害に対するリスクを低減し、人命・環境・設備に対して高い安全性を確保するため、プラントの安全性に関しても注目が集まっており、プロセスハザード解析に基づくアラームマネジメントシステムの導入が進展している。また、安全に関する国際規格IEC 61508, IEC 61511のJIS規格化を契機に、国際規格への対応が要求されるようになった。この要求を受け、これまで海外向け石油化学プラントなど特定分野に限られていた安全計装システムの適用範囲が今後拡大していくものと予測される。

さらに、運転コストの低減の要求と、自動化技術の進歩により大規模なプラントが少人数で運転されており、また、プラント建設当時から運転に携わってきた熟練運転員の大量退職が始まっている。一方、機器の高信頼性や安定

運転の実現が、BM (Break-down Maintenance) 指数^(注1)の大幅低下やトラブル経験の機会減少につながっている。これらの状況からプラント運転員や保守員に対する熟練技術の伝承が差し迫った課題となっている。この、いわゆる2007年問題は、今後さらに深刻化すると予想され、設備の安定稼働や異常対応への運転ノウハウを継承できる仕組みとして、運転支援システムの高度化へ要求が高まっている。

環境問題への対応に加え、最近の原油高騰に代表される原料価格の上昇は、省エネルギーに対する要請を促し、個々のプラント運転の最適化や、工場・地域でのエネルギー共有による最適化の試みが加速している。また、多変数形モデル予測制御に代表されるように、制御技術によるプロセス改善の適用が進むなど、制御現場では着実に改革が進行している。

本稿では、これら近年変貌(へんぼう)を遂げてきた計測制御システムに対する要求を踏まえ、“垂直・水平統合ソリューション”を提供する富士電機の取組みについて紹介する。

② 計測制御システムの市場動向と課題

2.1 DCSの市場動向と課題

1990年代にDCS (Distributed Control System) は、DCSメーカー専用のシステムから、UNIX^(注2)やWindows^(注3)など汎用的なOSをベースとするオープン化システムへと変遷してきた。また、Windowsのデファクトスタンダード化の進展に伴い、Windows上で動作する監視制御パッケージとしてSCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) が出現し、SCADAをミドルウェアに適用したパソコンDCSが導入された。さらに、インターネッ

〈注1〉 BM指数: BM件数/計器台数

〈注2〉 UNIX: X/Open Co., Ltd. がライセンスしている米国ならびに他の国における登録商標

〈注3〉 Windows: 米国Microsoft Corp. の登録商標



垣塚 健

計測機器の開発・設計に従事。現在、富士電機システムズ株式会社制御システム本部PIA統括部長。



若杉 繁実

エネルギー分野をはじめとした計測制御システムのエンジニアリング業務に従事。現在、富士電機システムズ株式会社制御システム本部PIA統括部計測システム技術第一部長。計測自動制御学会会員。



木佐 一之

計測機器の開発・設計に従事。現在、富士電機システムズ株式会社制御システム本部PIA統括部計測機器技術第二部長。

ト技術の進展とともに、WindowsのデファクトなインタフェースであるOPCがDCSの世界にも浸透し、国際標準規格に対応したフィールドバスが適用され、DCSのオープン化をさらに加速させてきた。

2000年代に入りPLC計装システムが発売され、DCSメーカー、PLCメーカーとSCADAメーカーの計測制御領域のすみ分けは、さらに複雑になってきている。

一方でDCSは、ユーザーにとって、DCSの導入から更新に至るまでのトータルライフサイクルにわたって、TCO(Total Cost of Ownership)を効果的に下げる手段として見直されるようになってきた。さらに最近では、IT関連技術の発達によって、DCSの位置づけは生産設備の自動化や省力化など監視制御の実現から、生産システムでの運転操業の現場と経営を直結し、経営効率や企業価値をいかにして最大化するかに注目が移行してきている。

このような観点では、DCSは単独では存在し得ず、基幹業務システムであるERPやSCM、MESと連携し、効果的に運用される必要があり、シームレスな統合とMESをはじめとするソリューション商品の充実がベンダーの課題となっている。

サービスの面でも、設備の延命化により、長期にわたるDCSの保守保全が要求されており、オープン化による汎用品化と延命化の相反する命題をいかに解決していくかが大きな課題となっている。また、DCSの日本国内市場は、新規プラントの需要は少なく、プラントを維持するための設備更新需要が大半である。このため、ユーザー資産を継承しつつ革新的なシステムに移行するためのマイグレーション技術の供給がDCSメーカーとしての重要課題となっている。

〈注4〉 OPC：米国Microsoft Corp.の標準インタフェース仕様

2.2 工業用計測機器の市場動向と課題

工業用計測機器はグローバル商品で、市場はここ数年、中国を中心とするアジア市場などでの設備投資増、特に計測機器の主要顧客である素材産業分野での設備投資増により回復している。また、温暖化防止など地球環境保護への関心の高まりの中、排出規制強化に伴う需要が中国を中心に伸張している。

工業用計測機器は、発信器や流量計のフィールド機器、記録計や調節計の受信計器、分析計に大別される。最近の計測機器の製品動向として挙げられるのは、フィールドネットワーク、ワイヤレス伝送や安全計装への対応である。2007年11月に開催された国内最大の計測・制御技術の専門展である計測展(社団法人日本電気計測器工業会主催)においても、これらの機器の展示が多かった。また、海外メーカーの出展社数や展示規模が拡張し、アジア地区の計測機器市場への期待をうかがわせる。

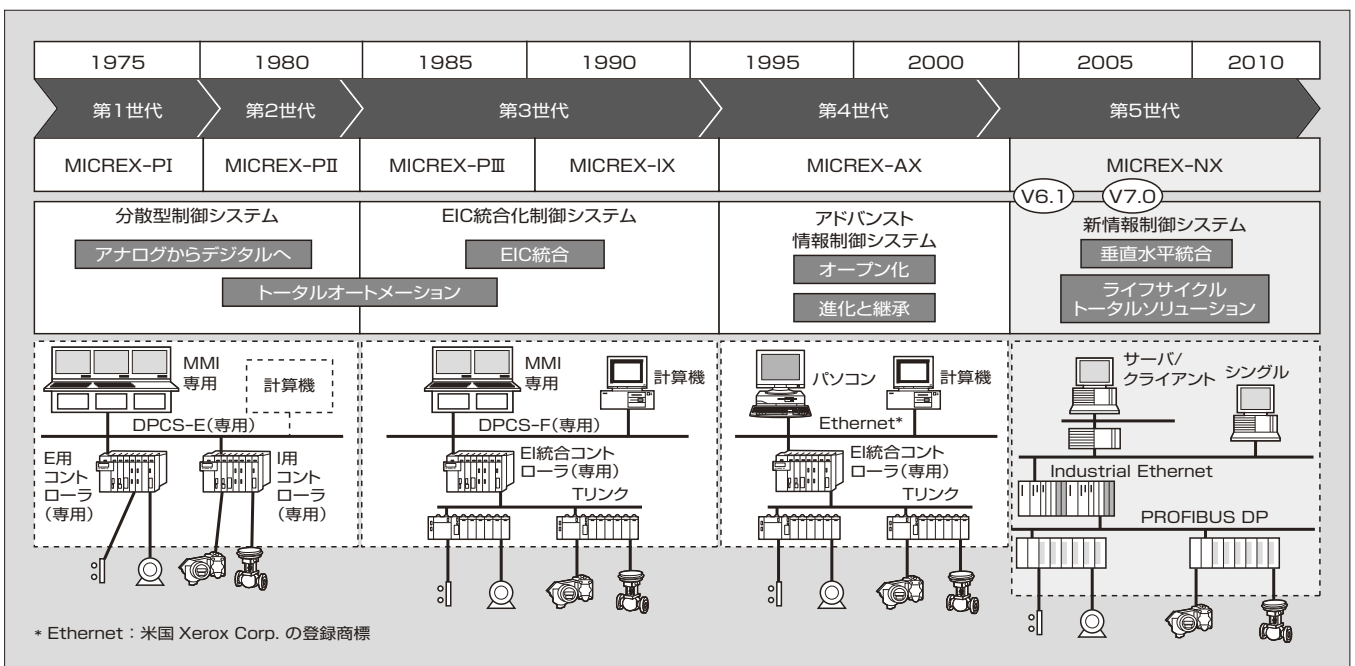
工業用計測機器の多くは計測制御システムに組み込まれるが、その需要構造はデファクトスタンダード化が進んだ結果、計測機器群として取り扱われ、グローバルな競争が繰り広げられている。これらに対応するには、市場の要求を着実に把握し、タイムリーな商品の市場投入や1台で広範囲の測定をカバーし機種数の削減ができるなどの付加価値の盛込みがますます重要になる。

③ 富士電機の計測制御システムへの取組み⁽¹⁾

3.1 DCSの取組み

計測制御システムは1970年代にDCSが出現したことで、高度化・高性能化が進展し、現在に至っている。富士電機では、図1に示すように、第2世代でPA(Process

図1 富士電機の計測制御システムの発展



Automation) と FA (Factory Automation) の融合によるトータルオートメーションを、第3世代では電気 (E)、計装 (I)、コンピュータ (C) 機能の EIC 統合化を実現した。第4世代ではオープン化および進化と継承をコンセプトとした「MICREX-AX」を発表した。

2004年に発売した新情報制御システム「MICREX-NX」は第5世代のDCSにあたる。MICREX-NXは、富士電機がドイツ・シーメンス社とプロセスオートメーション事業での協業の一環として、シーメンス社のDCSである「PCS7」をベースに共同開発した、垂直・水平統合ソリューションと、統合化エンジニアリングを特徴とする次世代情報制御システムである。このMICREX-NXは2008年6月に「MICREX-NX/V7.0」に機能拡充され、さらに進化する。

中小システム向けには、SCADAシステムと汎用PLCで構築できる「FOCUS」や「SIRIUS」があり、ニーズに幅広く対応できる。図2に富士電機の計測制御システムのシステム構成と階層化を示す。

(1) ライフサイクルトータルソリューション

富士電機は、これからの制御システムのコンセプトとして“ライフサイクルトータルソリューション”を提案している。MICREX-NXはプラントのシステム構築から運用(運転・保守)、更新に至るライフサイクルの各フェーズにおいて、TCOの低減やプラントの最適経営を実現するため、さまざまなソリューションを提供する。次に、その特

徴を示す。

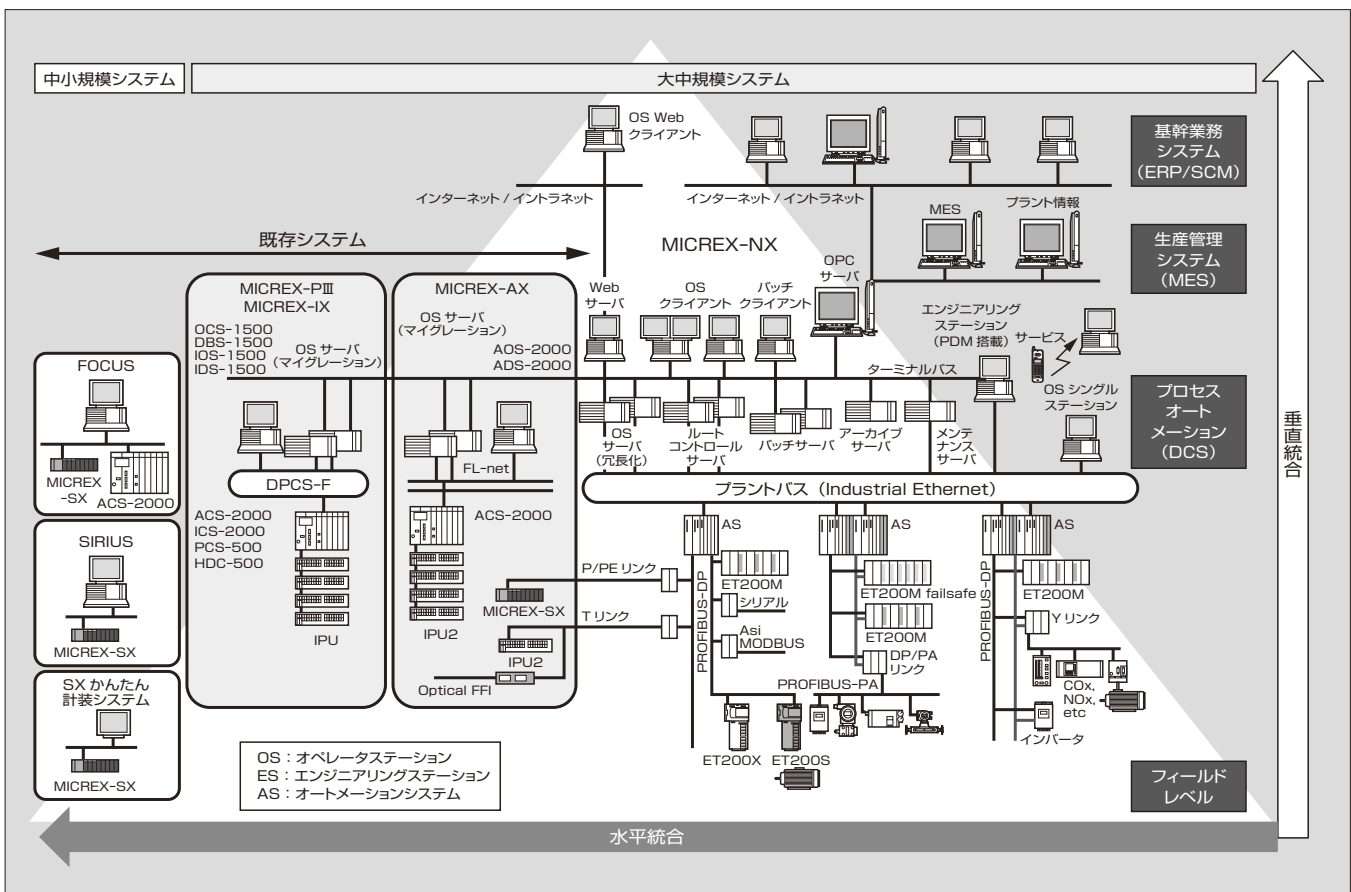
- (a) スケーラブルでオープンな基本システム
 - (b) 基本システムと一体化した安全計装・安全PLCなど拡張性と先進性を備えたシステム構成
 - (c) 統合エンジニアリング環境での品質向上と高効率の実現
 - (d) シミュレータ活用による効率的な工場試験・現地試験の実現
 - (e) 階層化設計と透明性の高いオペレーション機能
 - (f) 多重故障に強い冗長化と、容易な保守で稼働率向上
 - (g) 設備管理パッケージによる先見性の高いプラントメンテナンスの実現
 - (h) 既存資産を最大限活用するマイグレーション対応
- 本号では、これらMICREX-NXの特徴を生かした、各分野におけるソリューションの事例について紹介する。

(2) 垂直・水平統合システム

(a) 垂直・統合システム

MESは生産の現場で計測制御システムとERPやSCMのような基幹業務システムの間であり、生産現場の人、業務、もの、設備などの生産資源を最適化する役割を果たす。機能としては、工程管理、仕掛管理、進捗(しんちやく)管理、実績管理、生産設備管理、品質管理などで構成され、富士電機では、製造業向けのMESとしてプラント系製造管理システム「MainGATE-Process」を提供している。ユーザーの要求により、最適

図2 MICREX-NXのシステム構成



なMESのソリューションを提供しており、MICREX-NXとシームレスに結合することで、フィールドレベルから生産管理までの垂直統合システムを実現することができる。

(b) 水平統合システム

MICREX-NXは、プロセス制御からディスクリット制御までをカバーできるシステムである。工場の生産設備から物流、ユーティリティ設備までの広い範囲で、フィールドレベルのシステムを統合化することで、意思決定に必要な情報を一元管理できる。さらに、いろいろな業種に適したシステムであり、工場の一括統合を実現する。

(3) 安全計装システム

MICREX-NXの安全計装システムは、ハードウェア、ソフトウェアともに、ドイツ技術安全機関TÜVによる適合認定がなされたものである。安全規格IEC 61508、IEC 61511に準拠し、安全性の定量的リスク評価に必要な安全度水準(SIL: Safety Integrity Level)のSIL 3に適合している。

(a) 制御システムと安全計装システムの統合

安全計装システムの高度で特殊な要求に対応するため、安全計装システムを、制御システムと別に製品化する例が多い。これに対し、MICREX-NXの安全計装システムは、コントローラ、オペレーション環境、エンジニアリング環境など制御システムとの共通化が進んでおり、安全計装システムと、制御システムの混在も可能である。図3にMICREX-NXにおける安全計装システムの特徴を示す。

(b) Safety Matrix

「Safety Matrix」とは、安全計装システムのエンジニアリングを容易にするツールである。CFC(Continuous Function Chart)に加えてSafety Matrixを利用することで、安全計装システムソフトウェアを簡単に作成できる。Safety Matrixで安全条件を入力すると、必要なセーフティ関数ブロックが展開されたCFCが自動生成される。また、エンジニアリング以外にも幾つかの機能

を含んでいる。

- ① 安全計装システムが動作した際に、HMI(Human Machine Interface)上にグラフィカルな表現で動作条件を表示できる。
- ② 確認作業、保守作業、およびシステム改良のための自動レポート機能を持っている。

Safety Matrixを使用することで、安全計装システムを比較的簡単に設計可能であり、同時に、HMIへの必要な条件表示、解析データの提供が行えるようになる。

(4) MICREX-NX/V7.0での機能拡張

MICREX-NXは、2008年6月にV6.1からV7.0にバージョンアップする。表1に示すように、V7.0での機能アップは、コントローラ本体の性能アップを始め、アラームフィルタリング機能などアラーム管理の強化、マルチユーザーエンジニアリングの強化、並びにモデル予測制御などパッケージライブラリ追加など多岐にわたっている。本号の関連記事にその詳細を記載している。

(5) ソリューションパッケージ

MICREX-NXは各製造業に対応する分野別パッケージのほか、情報管理パッケージを多数用意している。

- (a) 設備管理パッケージ
- (b) バッチシステムパッケージ
- (c) ルートコントロールパッケージ
- (d) 運転支援パッケージ

(6) 中小制御システム用計測システムパッケージ

富士電機では、中小制御システムとして従来から販売している「FOCUS」や、小規模制御システムに対応可能な「SIRIUS」に加え、「SXかんたん計装システム」用のSX計装パッケージを2007年に発売した。いずれのシステムもSCADAと汎用のPLCであるMICREX-SXで構成されたシステムであるが、富士電機の計測制御のノウハウをSCADAの上に載せることで、従来のDCSと変わらないエンジニアリング環境とオペレーション環境を提供している。

3.2 工業用計測機器の取組み

工業用計測機器はプロセス計装の源であり、生産性の向上、品質向上、予防保全などの面で重要な役目を担っている。ビジネスとしては工業用計測機器として計測制御システムからは分離される場合が多く、特徴・差別化が拡販には重要なポイントになる。各計測機器の取組みを以下に述べるとともに、表2に示す。

(1) フィールド機器

フィールド機器は圧力・差圧発信器、流量計、温度計で代表される。

発信器は仕様・性能などがデファクトスタンダード化され、グローバルな市場で過酷な競争が行われている。さらに、長期安定性の向上、フィールドネットワーク対応機能、ワイヤレス伝送やSILに対する要求があり、対応を進めている。本号では長期安定性の改良や小型化を図った新型圧力・差圧発信器「FCX-AⅢシリーズ」を紹介している。流量計には差圧式、電磁式、超音波式などがあり、超音

図3 MICREX-NXの安全計装システム

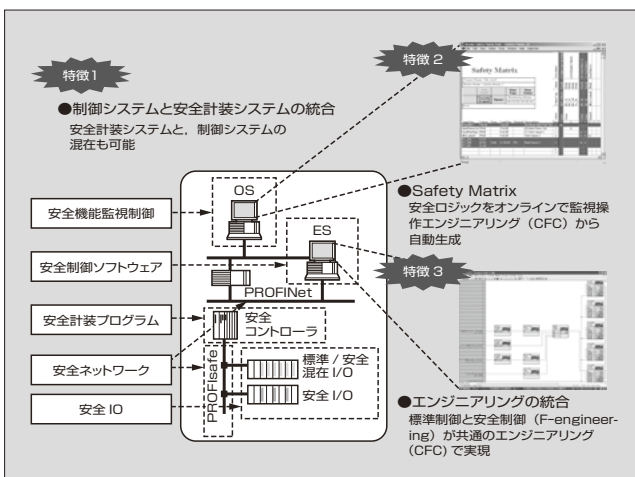


表1 MICREX-NX/V7.0機能アップ主要項目

分類	機能UP項目	
ハードウェア	工業用PC 547B (デュアルコアプロセッサ, ギガビット Ethernet)	
	コントローラ用CPU (メモリ30Mバイト, 命令実行速度18 ns)	
オペレーション	アラーム管理	プロセス状態別のアラームフィルタリング
		オペレーターによるメッセージ抑制
	トレンド機能拡張 (オンライン/アーカイブトレンド混在表示, トレンドデータ保存)	
エンジニアリング	バージョン管理	
	マルチユーザーエンジニアリング (ネットワーク経由)	
	バッチ制御とルート制御システムの連携	
パッケージ/ライブラリ	アドバンスト制御	モデル予測制御 (MPC)
		制御パフォーマンスモニタ (CPM)
	運転支援システム	
	アセットマネジメント (ストレックカウンタ, 運転時間)	
	トレンド・アラーム長期保存データのWeb表示	
	Safety Matrix	
安全計装	安全度水準SIL計算・評価ツールとの連携	
	セキュリティ通信モジュールSCALANCE S (VPN対応)	
セキュリティ	Windowsユーザー管理との統合ログオンサービス	
	FL-netゲートウェイ	
マイグレーション	IPU-II 接続	
	外部システム接続ステーションSPOSA (Single Point Of System Access, OPC/OLE DB IF)	
その他 (外部インターフェースなど)	PROFIBUS DP/FFリンク	
	PROFIBUS PA 二重化	

表2 注力計測機器の取組み

機種	キーとなる技術	取組み	主な適用分野					
			石油・石化	電機・電子	鉄 鋼	食品・医薬	環 境	水処理
圧力・差圧発信器	マイクロシリコンセンサ, 低消費電力, ネットワーク	汎用 (世界標準) 発信器対応 安全, 無線	○		○	○		○
超音波流量計	耐気泡対応, パルスドップラー・ 伝搬時間差複合方式	高精度, 口径範囲拡大	○	○	○	○		○
調節計	高速制御, 高分解能, 非干渉制御	高機能, 高精度化, モジュール化		○		○		
記録計	高速サンプリング, ネットワーク	データ蓄積機能拡充, 多チャネル化		○		○		
ガス分析計	赤外線センサ, 直接挿入・ レーザー・固体電解質	煙道直接挿入測定, 多成分同時測定	○		○		○	

波式が非接触測定や工事の利便性の利点により需要拡大が期待される。富士電機では液体測定用に超音波式流量計を重要な機種として注力しており、取引証明用への展開を視野に入れた高精度ハイブリッド超音波流量計（伝搬時間差とドップラー効果の複合方式）や、半導体分野（純水製造装置）、PA 分野や工場・事業所の給排水管理を対象に0.2秒の高速応答、小型化を図った設置型などを市場投入してきている。本号では、バッテリーで連続12時間動作可能な可搬型超音波流量計「ポーターフローC」を紹介している。

(2) 受信計器

受信計器は記録計と調節計に大別される。記録計ではペーパー記録計からペーパーレス記録計への切換が進み、多様な通信、ロギング・データ蓄積機能、多チャネル・高速切換などの性能・機能が要求されてきており、対応を進めている。本号では、ペーパーレス記録計「PHR」「PHW」の詳細を紹介している。

調節計では初期のプロセス計装に活躍したシングルループ調節計はリプレース需要が主になっている。大中規模システムではDCSやPLCに置き換わり、小規模システムでは機能アップした温度調節計などの汎用調節計に置き換わっている。また、機械装置組込み用の調節計は箱

物（パネル埋込み型）から表示操作部のないボード型、モジュール型が主流になりつつある。機械装置組込み用の調節計には制御精度の向上、通信機能の拡充、多チャンネル制御、PLC機能の取込みなどのニーズがあり、対応を進めている。本号では、マルチループ・モジュール型調節計「PUM」を紹介している。

(3) 分析計

ガス分析計の用途は大気汚染などの環境監視用と工業炉などの雰囲気を計測するプロセス用に分けられる。赤外線式、ジルコニア式、磁気式など従来からある測定原理をベースに多成分測定、自動校正などの演算機能の拡張などが図られてきた。最近では、レーザを応用した直接挿入形（煙道や煙突に直接センサを取り付けるタイプ）が導入されている。

環境監視用市場は世界的な地球環境保護の高まりと中国などでの法規制の強化で急成長しており、富士電機では固定発生源の排出ガス監視用にシンプルな構造で5成分（NO_x、SO₂、CO、CO₂、O₂）を同時に測定できる「シングルビーム赤外線分析計「ZRE」を2007年5月に市場投入した。また、本号で紹介している直接挿入レーザ方式ガス分析計「ZSS」を発売した。

3.3 計測制御技術の基盤整備に向けた取り組み

計測制御技術はあらゆる産業の基盤技術であり、鉄鋼、石油化学、水処理などの異なる分野の技術を統合する、横断型基幹技術である。

富士電機では、計測制御技術をコアコンピタンスとして

位置づけ、その向上を図るため、次のようなキーワードを基にその基盤整備に取り組んでいる。

- (a) 安全計装技術
- (b) 制御技術
- (c) システム化技術
- (d) 組込ソフトウェア技術
- (e) ネットワーク・無線技術
- (f) センシング技術

これらの技術により、プロセスオートメーションだけでなくすべての産業・社会に対するソリューションを提供できるようになる。

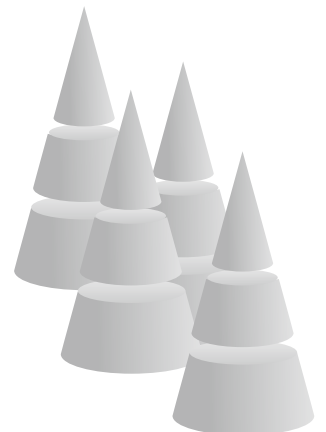
4 あとがき

生産システムの安全・安心の向上、運転効率、品質向上への要求、今後訪れる少子高齢化、世代交代に対応するため、計測制御システムの役割が高まってきている。

本号では、計測制御システムの安全・安心への取り組み、ソリューション事例、基盤となる制御技術・計測機器などを紹介している。今後も最新の技術に着目してシステム開発につなげ、差別化したシステムのタイムリーな市場投入に注力していく所存である。

参考文献

- (1) 戸高雄二ほか、計測制御システムの現状と富士電機の取り組み、富士時報、vol.79, no.3, 2006, p.243-247.





*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。