

計測・制御システム機器の動向と展開

Trends in Measurement and Control System Equipment

日下部 宏之

■ KUSAKABE Hiroyuki

高柳 洋一

■ TAKAYANAGI Yoichi

岡庭 文彦

■ OKANIWA Fumihiko

計測・制御システムは、産業及び、公共、施設などの各分野で広く使用されている。

東芝は、1975年に分散形デジタル制御システム TOSDIC™を発売して以来、常に先進的技術を取り込みながら、計測・制御システムを発展させてきた。現在も、その構成機器である産業用コントローラ、産業用コンピュータ、フィールド機器である電磁流量計及び圧延計測機器などに対する時代の要請に応えられるよう、技術開発を進めている。

Measurement and control systems have been widely used in various fields including industrial, public, and facility systems.

Toshiba has been making substantial progress in measurement and control system equipment applying state-of-the-art technologies since the introduction of the TOSDIC™ distributed digital control system in 1975. To respond appropriately to market needs, we are continuously developing technologies for industrial controllers, industrial computers, field equipment such as electromagnetic flowmeters and rolling measurement equipment.

計測・制御システム機器を取り巻く状況と課題

豊かな経済活動に伴い、計測・制御システムが適用される鉄鋼、化学、電力、一般産業などのプラントや、上下水道、空港、ビルの監視システムなどから、生産される製品や提供されるサービスには、高性能・高品質化が求められるようになってきている。

一方、グローバル化の進展とともに国際競争が激化し、製品に対する価格低減の要求も強くなってきている。

また、故障、寿命による劣化、メンテナンス不足などでいったん設備を停止させてしまうと、産業及び、公共、施設などの社会インフラでは、経済的損失が大きくなるために、計測・制御システムには高い稼働率が求められている。

更に、人的被害を伴う事故を発生させた場合、社会的影響が大きく、経済活動の長期停止にもつながるため、安全性の向上に対する要求も高まっている。

それらに加え、地球内企業として、より良い地球環境の実現のために、地球温暖化防止、資源の有効活用など、環境との調和が求められている。

課題解決の考え方

これらの課題を解決するための基本的な考え方を以下に述べる。

■高性能・高品質化

高い精度と高い製造能力（高速、高機能）を備えた製造設備と、微小欠陥も逃さず検出する高精度な計測設備が必要である。

■価格低減

高い製造能力を備えた設備をリーズナブルな価格で、短期間で導入できる、システム開発の容易化（継承性、設計の容易化、省配線、現地調整の容易化）が必要である。また、低い維持コストで長期にわたり運用するための、設備の長期供給、保守性、互換性、及び継承性が必要である。更に、マルチベンダー化やオープン化もその要素である。

■高稼働率化

高い信頼性、耐環境性、長期安定性、及びメンテナンス性が必要である。また、最適経営が行えるよう、生産現場と経営判断を直結させるための“見える

化”と、設備の適切な稼働と保全のための“見える化”が必要である。

■安全性向上

システムを適切に診断して、確実に停止できる安全システムが必要である。

■環境調和

高い製造能力を備えた設備を少ないエネルギーで稼働できるようエネルギー効率の向上と、環境負荷物質の低減が必要である。

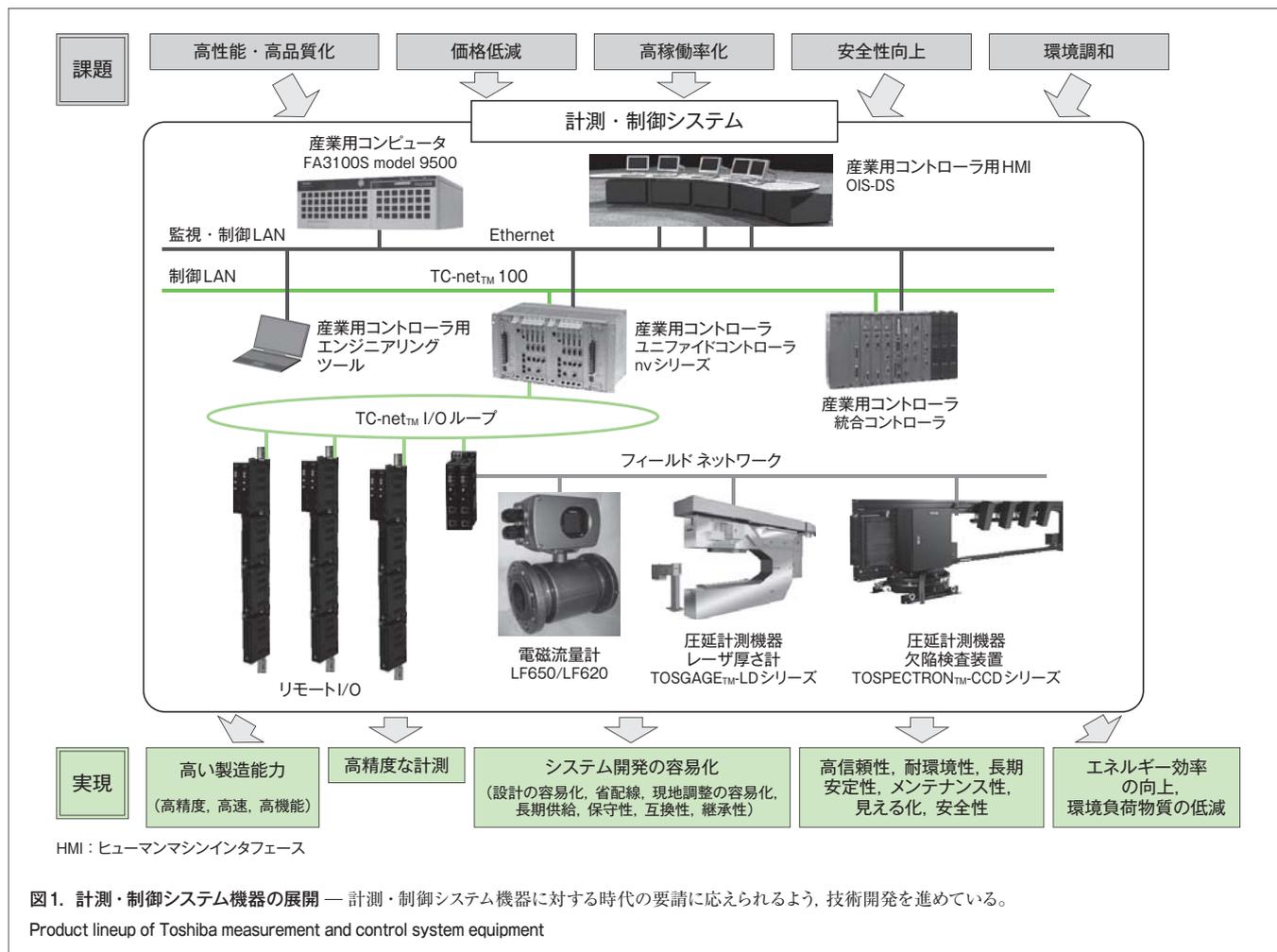
計測・制御システム機器の展開

計測・制御システム機器の課題解決に向けた東芝の取組みを図1に示すとともに、産業用コントローラ、産業用コンピュータ、及びフィールド機器の電磁流量計と圧延計測機器について以下に詳しく述べる。

■産業用コントローラ

計測・制御システムの心臓部となるのが産業用コントローラである。

鉄鋼圧延プラントなどの高速シーケンス制御を主体とした電気制御や上下水道



などの監視制御には、PLC (Programmable Logic Controller) が用いられる。

石油及び石油化学分野で多く用いられているフィードバック制御を主体とした計装制御にはDCS (Distributed Control System) コントローラが用いられる。

当社の最新の産業用コントローラであるユニファイドコントローラnvシリーズ(以下、ユニファイドコントローラと略記)は、PLCシステム及びDCSの両方に適用できる製品である。

高精度で、高速かつ複雑な制御が可能な、高い製造能力を持つ製造設備の構築を実現するために、ユニファイドコントローラは、高速演算性能、高速入出力性能、コントローラ間をミリ秒オーダーでデータ交換可能なリアルタイム通信性能、及びGigabit Ethernetによる上位ホストとの高速通信性能を実現し、

進化を遂げてきた。

システム導入時の工事コストの低減や工事期間の短縮を実現するために、コントローラとI/O (Input/Output) 間をシリアルバスによるフルリモートI/O構成としている。シリアルバスで省配線を可能にし、また、フルリモートI/Oで現場フィールド機器とI/O盤までの距離を最短化できるようにしている。

当社が1975年にTOSDIC™を市場に送り出してから約34年になるが、現在のユニファイドコントローラに至るまでに、TOSDIC™、CIEMAC™、及び統合コントローラを様々なプラントに納入してきた。これらの中には、既に老朽化し更新時期を迎えているものが数多くあり、TOSDIC™やCIEMAC™の既設システム全体を一度に最新のユニファイドコントローラに置き換えられれば、性能

と機能の向上が実現できるが、その反面、システム導入のコストが大きくなる。このため、ユニファイドコントローラへ徐々に、しかもスムーズに置き換えられるようにするコンポーネントの提供も、置換え促進の重要な要素である。

例えば、既設のTOSDIC™システムの筐体(きょうたい)と外線をそのまま利用できるインタフェースを用意している。このほか、既設のCIEMAC™などのI/Oを接続するためのコンポーネント開発や、既設のソフトウェア資産を活用するためのツール開発も行っている。

また、1999年にリリースした統合コントローラと、ユニファイドコントローラの共存を容易にするために、制御ネットワーク、プログラム言語、及びエンジニアリングツールの共通化を図っており、システム拡張のために最新のユニファイ

計測・制御システム向けネットワークの国際標準化

計測・制御システムにおけるオープン化指向は、IEC（国際電気標準会議）を舞台に、様々に繰り広げられている。プログラミング言語のIEC 61131-3、OPC-UA(OLE (Object Linking and Embedding) for Process Control -Unified Architecture)のIEC 62541(2011年2月発行予定)、そして、Fieldbus及びReal-Time Ethernet (RTE)のIEC 61784及び61158シリーズである。

2007年12月に発行されたIEC 61784-2では、RTEは、従来の“工業用Ethernet”と呼ばれる仕様に対して更にリアルタイム性が追求され、特に“ノード間でタイミングを同期させる動作を持ち、時間確定的な通信の仕組み”が備わっているものと定義されている。

RTEは、計測・制御システムの基幹ネットワークとしてHMI(ヒューマンマシンインタフェース)やコントローラを接続し、リアルタイム通信とTCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)通信を一つの回線で共存させることができる。そのため、上位の情報系ネットワーク上に展開されている、MES(Manufacturing Execution System)やERP(Enterprise Resource Planning)などの製造・生産管理システムに直接データを供給することが可能であり、プラントとビジネスを垂直統合するインフラとして重要視されている。

RTEの規格には、欧州で普及が進んでいるPROFINETや、米国のEtherNet/IPという有名なコンソーシアム規格が含まれてい

る。そのほか、欧州で発生したP-NET on IP, EtherCAT, ETHERNET Powerlink, SERCOS IIIや、中国から提案されたEPA, リアルタイム通信が可能になったMODBUS-RTPSが入っている。

更に、日本から提案されたVnet/IP及びTCnetもRTEの規格として含まれている。TCnetは、当社で開発した情報・制御ネットワークTC-net™ 100の基本仕様である。TC-net™ 100は、ユニファイドコントローラ間、PC間、及びコントローラとPCを接続し、鉄鋼プラントを中心に数多くの実績を持ち、上下水道施設や電力監視制御システムへも適用を拡大している。ミリ秒オーダーのデータ交換ができるリアルタイム通信と、通常のTCP/IPメッセージ通信を共存させることができる。

TCnet技術の特長は、スキャン伝送とコモンメモリシステムである。どのステーションにも同一容量のコモンメモリがあり、その内容は周期的に行われている同報通信(スキャン伝送)によって、全ステーションとも同一内容に更新される。ステーションに接続されている外部機器は、このコモンメモリを通してシステム全体の制御データを共有することができる仕組みになっている。これによって各ステーションは、通信プロトコルを意識することなくほかのステーションとのデータ交換が可能となる。

IECでは現在、IEC 61784-2の次のEdition2.0の編集に取りかかっている。これを担当しているワーキンググループは、

TC65(工業プロセス計測制御専門委員会) / SC65C(デジタルデータ伝送分科委員会) / MT9(メンテナンスグループ9)である。Edition2.0では、韓国が提案するRAPIEnet、ドイツのSafetyNET pが審議されている。

更に、当社からはTCnetLPを提案している。これは日本の提案として仕様を公開し、国際規格として審議されているものである。TCnetLPは、ユニファイドコントローラのI/O装置を接続するTC-net™ I/Oループの基本仕様であり、従来のTCnetがスタートボロジであったのに対して、リングボロジを構成できる。

なお、RTEの規格と同時期に、セーフティ及びサイバーセキュリティに関しても規格が成立している。IEC 61784-3やIEC 61784-4がそれぞれである。更に、工業用無線の規格化もIECで始まっている。また、ISO(国際標準化機構)でもTC184(産業オートメーションシステム及びインテグレーション専門委員会)で産業用ネットワークのアプリケーションフレームワークとして規格化が進められてきており、ISO 15745として知られている。

計測・制御システムにおいて、HMI、コントローラ、及び上位システムを接続するRTEの役割は重要である。その国際標準化において、今後とも継続して日本からの提案を行っていくことは、グローバルマーケットにおける日本の製造業の競争力強化にとって不可欠である。

ドコントローラを導入しやすくしている。

この制御ネットワークはTC-net™ 100を適用しており、ProfileをIEC 61784-2(国際電気標準会議規格61784-2) CPF11 (Communication Profile Family 11)で、Protocol and ServiceをIEC 61158 Type11で規定されたネットワークである(囲み記事参照)。また、プログラム言語には国際規格のIEC 61131-3を採用しており、グローバルなシステム技術者

に通用するものとなっている。

この特集の「産業用コントローラの新技術と標準化」(p.6-9)では、ユニファイドコントローラの特長について詳しく述べる。

■産業用コンピュータ

産業用コンピュータは、汎用コンピュータとは大きく異なる。

コンピュータの性能は、業界標準の

技術の変遷とともに向上している。産業用コンピュータでは更に、高い信頼性、保守性、長寿命、長期供給を追求するため、部品などの選定、耐環境性強化、信頼性やメンテナンス性を向上するための回路設計、熱設計、防振設計、及び防塵(ぼうじん)設計などを行っている。

また、産業機器用組込みコンピュータとして、自動化装置や検査・分析装置などにも適用され、アプリケーションが拡

大している。

この特集の「産業用コンピュータのコンセプトと新展開」(p.10-13)では、これら産業用コンピュータの特長と、当社が2002年にリリースして以来、互換性を維持しながら3代目となったFA3100S model 9500について詳しく述べる。

■電磁流量計

プロセス状態を監視する基幹センサの一つに電磁流量計がある。

電磁流量計は、ファラデーの電磁誘導の法則を応用して流体の流れ(流量)を測定するもので、磁界をかけた絶縁性のパイプ内に導電性の流体を流したときに一对の電極間に発生する起電力を測定し、各種電気信号に変換して伝送する。

電磁流量計は、従来、検出器の測定管内部に電極が露出した方式であったが、その後、検出器に電極がない新しい測定方式の非接液電極式が登場し、従来は困難であった極低導電率流体や高濃度スラリー流体^(注1)、及び付着性流体などの流量測定も可能になり、適用範囲が拡大している。

この特集の「グローバル市場に対応する最新のフィールド計測技術」(p.14-17)では、高精度化と低コスト化に加えて、グローバルに適用するため、北欧やカナダなどの低温環境をはじめとして、世界の各国・地域の規格に適合した新型電磁流量計 LF650/LF620について述べる。

■圧延計測機器

鉄鋼や非鉄金属の圧延ラインにおいて、加工された板材の厚さや形状、表面状態などをオンラインで測定する装置として、圧延計測機器がある。

圧延計測機器には、厚み計、表面検査装置、幅計、形状計などがある。これらは、被測定物に非接触で測定できる

ため、被測定物搬送時の振動の影響を受けない(耐環境性が高い)という特長がある。

X線厚み計は、X線技術を応用した計測機器であり、板状の被測定物にX線を照射して、透過したX線の減衰量を測定することで、板厚を測定する装置である。

レーザ厚さ計、表面検査装置、及び幅計は、X線を使わずに光技術を応用した計測機器であり、光源とカメラを用いて測定する装置である。

また、近年、維持コストの低減と環境への配慮から、放射線管理者や漏えい放射線管理が不要で、測定現場の管理が容易な、放射線を使わない厚み計が求められている。

この特集の「鉄鋼圧延ラインにおける最新の計測・検査技術」(p.18-20)では、放射線を使わず、光や磁気を応用した表面傷や厚さの検査装置について述べる。

今後の展望

今後は、更なる省配線化が進み、究極的にフルリモートI/Oの無線化へと進んでいくであろう。その場合、様々な製造現場での電磁波ノイズ環境下での通信品質や接続性の確保、複数種類の無線通信による混信の抑制など信頼性に関する課題が残っているが、IECにおける規格化の動きも活発になっており、実用化に向けた取組みを行っていく必要がある

また、リスクアセスメントによる安全管理手法が2000年に国際標準化(IEC 61508)されたが、以降、各産業分野における安全への取組みが活発化しつつある。制御システムの安全系に使用されるコントローラは安全PLCと呼ばれ、その本質は、安全PLC自身の故障発生リスクを極めて低いレベルに抑えるとともに、極力安全な方向にシステムを停止させる機能を備えていることである。そのため、この安全PLCを融合さ

せたシステムが構築できるような計測・制御システム機器を提供していく必要がある。

今後も、環境に配慮しながら最新技術を取り込み、計測・制御システムの機能や性能、信頼性の向上、及びトータルコストの低減に寄与できる機器の開発と供給を継続し、その発展に貢献していきたい。

文 献

- (1) 日下部宏之, ほか, 産業用コントローラの新展開, 東芝レビュー, 62, 10, 2007, p.7-10.
- (2) 高柳洋一, ほか, 計測・制御システム機器の動向と展望, 東芝レビュー, 62, 10, 2007, p.2-6.



日下部 宏之
KUSAKABE Hiroyuki

電力流通・産業システム社 府中事業所 計測制御機器部主幹。ユニファイドコントローラ、統合コントローラ、PLCなど産業用コントローラの開発に従事。

Fuchu Complex



高柳 洋一
TAKAYANAGI Yoichi

電力流通・産業システム社 府中事業所 計測制御機器部主務。産業用コンピュータの商品企画、事業企画に従事。計測自動制御学会、電気学会会員。IEC国際エキスパート。

Fuchu Complex



岡庭 文彦
OKANIWA Fumihiko

電力流通・産業システム社 産業システム事業部企画部参事。産業用コントローラの事業企画に従事。

Industrial Systems Div.

(注1) スラリー流体
液体中に固形分が含まれる液体。