

計測・制御システム機器の動向と展望

Trends in Measurement and Control System Equipment and Future Outlook

大庭 章 筧 敦行

■ OHBA Akira

■ KAKEHI Atsuyuki

東芝が1975年に、分散型デジタル制御システムのTOSDIC™を他社に先駆けて発表してから、今年が30周年となる。その間にデジタル化の波は、原子力や火力といった電力システムから、石油化学、鉄鋼、食品、薬品といった産業システム、及び上下水道、道路、空港などの公共システムまで広く浸透した。現在は、オープン化とIT（情報技術）化、統合化が進み、情報系システムも含めた全体システム最適化のなかで、監視制御システムをどう構築するかが注目されている。ここでは、計測・制御システム機器のトレンドと最近のトピックスを紹介し、将来の展望を概説する。

This year marks the 30th anniversary of Toshiba's world-pioneering introduction of the TOSDIC™ distributed digital control system in 1975. The wave of digitization has become widely disseminated in many fields since that time, encompassing power systems including nuclear and thermal power systems; industrial systems including petrochemicals, steel, foods, and pharmaceuticals; and infrastructure systems including water and sewage, road, and airport control systems. Substantial progress has been made in open system technologies, information technologies, and integration technologies, and methods of configuring control systems under total system optimization including information systems are now attracting global attention.

This paper introduces the trends and latest topics in measurement and control systems as well as their future outlook.

30年の進化

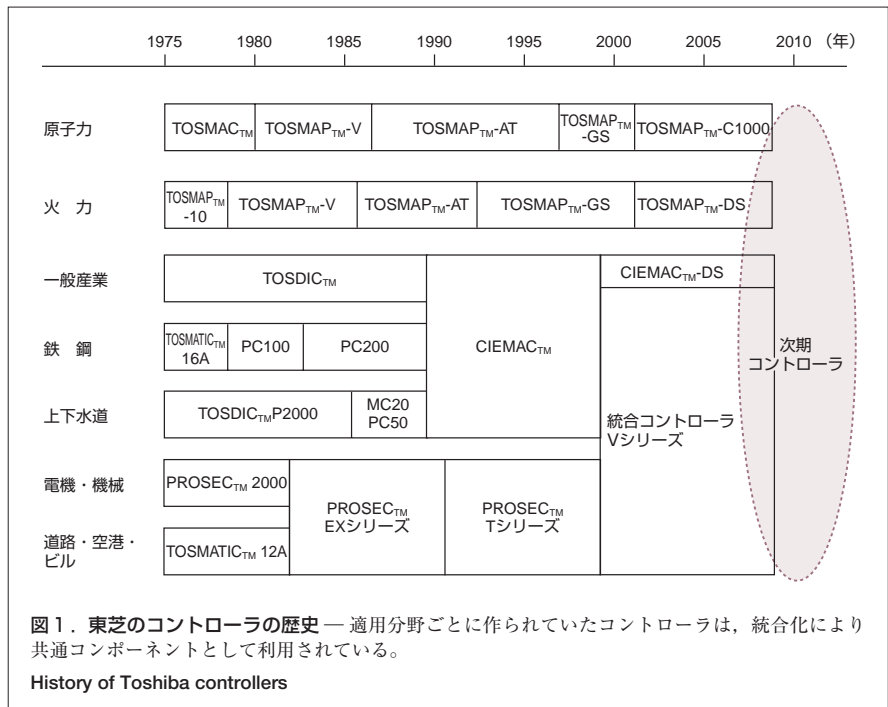
デジタル制御システムが登場して30年たつが、この間、マイクロプロセッサと情報系技術の進展に追従して大きく進化をしてきた。

ここでは、統合化やオープン化をキーワードに、計測・制御システム機器の技術動向について述べる。

統合化

東芝が1975年にTOSDIC™を世の中に出して以降、各分野で使用されてきたコントローラを図1に示す。過去に2回、コントローラの統合化が行われてきたことがわかる。

1回目は、1989年のCIEMAC™によるCIE（C：コンピュータ制御、I：計装制御、E：電気制御）統合で、これにより、石油化学、紙パルプ、食品などの一般産業システム、鉄鋼システム、上下水道システムが共通のコントローラをベースに制御システムを構築できるよう



になり、技術の共有化やエンジニアリング業務の効率化が推進された。

2回目は、1999年に製品化した統合コントローラ VシリーズによるDCS (Distributed Control System)とPLC

(Programmable Logic Controller)の統合である。DCS機能とPLC機能、更にコンピュータ機能を一つのモジュールに収納することにより、ユーザーは制御用途に合わせてモジュールを自由に

選択できるようになった。これにより、主に電機・機械システムと道路・空港・ビルシステムなどで使用されていたPLCシステムも、共通のコントローラをベースに制御システムを構築できるようになった。

更に、次期コントローラの開発においては3回目の統合を計画しており、後述する。

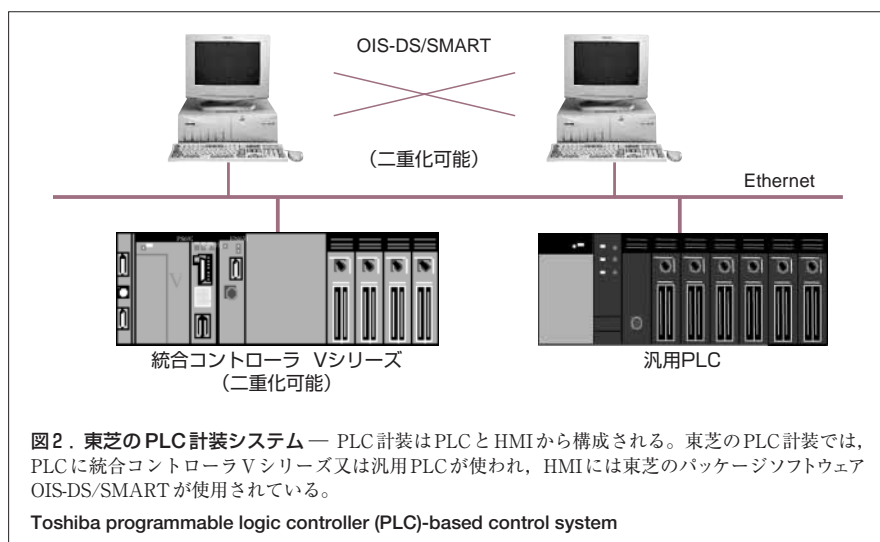
DCS対PLC計装

東芝は、統合コントローラVシリーズによりDCSとPLCの統合を実現したが、制御システム業界ではDCS市場にPLCを採用した計装システムが入ってきたため、DCS対PLC計装という構図が出現した。毎年、学界と産業界から多くの人々が参加して行われる計装制御技術会議(主催:(社)日本能率協会)では、この3年間、DCS対PLCの議論を行っている。ヒューマンマシンインタフェース(HMI)からコントローラまでシステムを一括でサポートするが高価なDCSと、コントローラ(PLC)と汎用HMIソフトウェアの組み合わせでシステムを構築する安価なPLC計装というように、それぞれ一長一短があり結論は出ていない。議論のポイントとしては、導入コストだけでなく、プラントの廃棄までの長い期間、定期検査やリプレースでの発生を含めたコスト面の考察、システム保証の問題、及びリプレースのやり方などがある。

当社のPLC計装システムを図2に示す。HMIのハードウェアは、標準は産業用コンピュータのFA3100シリーズであるが、汎用パソコンの採用も可能となっている。

HMIのソフトウェアは、DCSであるCIEMACTM-DSのソフトウェアをそのままパッケージ化しているため、タグオペレーションを基本とした豊富なHMI機能をそのまま利用できる。

ネットワークはEthernet、PLCは統合コントローラVシリーズのSモジュール



を使用するが、汎用PLCであるMELSEC^(注1)やSYSMAC^(注2)を使用することも可能である。

オープン化、国際標準化

制御システムのシステムインテグレータは、システム価格を低減するために、オープン化やデファクトスタンダード採用によるマルチベンダ化を要求している。制御システム機器では、コントローラ、HMI、ネットワークそれぞれの部分で標準化要求に答えている。統合コントローラVシリーズのプログラミング言語はIEC 61131-3(国際電気標準会議規格61131-3)準拠、HMIのOIS(Operator Interface Station)-DSはOPC(OLE(Object Linking and Embedding) for Process Control)対応、制御LANはEthernetベース、フィールドネットワークとしては、PROFIBUS^(注3)、DeviceNet^(注4)、FL-netなどをサポートしている。

当社の制御システムは、今までは国際規格に従って商品化してきたが、当社の技術を積極的に国際標準にしていく活動も行っている。一例として、当社のタイムクリティカル制御LAN“TC-netTM 100”の技術を工業用Ethernetの国際規格にするための活動に取り組んでいる(囲み記事参照)。

エミュレータによるシステム更新

1980年代にDCS化したプラントは、20年を経過しシステム更新の時期になっている。ユーザーの声は、手間をかけずに最新機種に更新したいという要求が多い。また、外線や端子台、入出力カードはそのまま流用してコントローラ部だけ更新したいという要求もある。これらの要求に応えるために開発したのがPCS(Process Control Station)エミュレータとDPCS(Distributed PCS)エミュレータである。アプリケーションプログラムはそのまま流用し、コントローラを最新のハードウェアに更新する手法としてエミュレーション技術を活用した。その概要を図3に示す。

TOSDICTMのコントローラであるDPCSや、CIEMACTMのコントローラであるPCSは、この手法でシステム更新を推進している。

(注1) MELSECは、三菱電機(株)の登録商標。
 (注2) SYSMACは、オムロン(株)の登録商標。
 (注3) PROFIBUSは、PROFIBUS User Organizationの登録商標。
 (注4)、(注7) DeviceNet, EtherNet/IPは、Open DeviceNet Vendors Associationの商標。

フィールドバスから工業用 Ethernet へ — 国際標準化の動向

2003年に、センサレベルのフィールドバスがIECによって国際規格となった。IEC 61784-1にプロファイルが、IEC 61158にプロトコルとサービスが記述された。IEC 61784-1には七つのフィールドバスが記載されている。Foundation Fieldbus^(注5) (H1及びHSE (High Speed Ethernet) 含む), ControlNet^(注6) (DeviceNet, EtherNet/IP^(注7) 含む), PROFIBUS (PROFINET CBA 含む), P-NET, WorldFIP, INTERBUS^(注8), SwiftNetである。

従来、フィールドバスは4~20 mAのアナログ信号線が主流であり、1990年代半ばに省配線を目的としてデジタル化が進められた。単にデジタル化するだけでなく、ファンクションブロックやデバイス記述言語などが組み込まれ、制御機能をフィールドに分散させるというアイデアが盛り込まれていった。同時に世界各地で多様な規格が発生し、そのような状況のなかで、前述のとおり2003年に、フィールドバスファミリーの標準化がなされた。また、2001年に、日本発のCC-Link^(注9)がSEMI (Semiconductor Equipment and

Materials International) 規格となっており、その後2003年に、FL-netやADS-netと共に、そのフレームワークがISO 15745 (国際標準化機構規格 15745) として標準化された。

2005年の現在、IECでは、コントローラレベルにおけるネットワークの標準化作業がTC65 (専門委員会 65)/SC65C (分科委員会 65C)/WG11 (作業グループ 11) で活発に行われている。特にEthernet技術を応用し、リアルタイム通信と通常のTCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) 通信を共存させた工業用Ethernetを取り扱っている。

作業スケジュールとしては、2007年8月に国際規格として発行される予定で、プロファイルはIEC 61784-2となり、プロトコルとサービスはIEC 61158に追加されることになる。審議されている工業用Ethernetとしては、EtherNet/IP with time synchronization, PROFINET IO, P-NET on IP, Vnet/IP^(注10), TCnetTM, EtherCAT, Ethernet Powerlink, EPA (Ethernet for Plant Automation), MODBUS^(注11)-RTSP, SERCOS^(注12) III

がある。フィールドバスと同様に欧米諸国のコンソーシアム仕様は多いが、日本からも経済産業省の支援を受けて、TCnetTM (東芝)とVnet/IP (横河電機 (株)) を提案している。また、中国からの提案 (EPA) も加わっている。

プロファイルについては、2nd CD (第2次委員会草案) を作成中である。一方、プロトコルとサービスについて、PAS (公開仕様書) 手順によって委員会草案を作成している。PAS手順とは、既に市場で実績がある仕様をいち早く国際規格とするための手順である。テクノロジープロバイダーは、まず自分の仕様をPAS提案し、国際投票を受ける。過半数の賛成投票により可決されると、IEC/PASの番号が付与され、IECのウェブサイトなどで全世界から参照可能となる。それを参照して、IEC 61158に追加する方法をとる。

当社が提案しているTCnetTMは、2005年3月にIEC/PAS 62406として承認された。当社の統合コントローラVシリーズを接続する情報・制御ネットワークTCnetTM 100の伝送技術を、IEC/PAS化したものである。

制御システム機器のトピックス

産業用コンピュータ

監視制御システムのHMIのハードウェアには、高い信頼性と長期安定供給を実現している産業用パソコンが、あらゆる分野で使われている。

今回は、最上位機種となる産業用コンピュータ FS10000と、組込み型コンピュータ CP-10をラインアップして適用分野を拡大している。これらについては、この特集のp.11-14で詳細に述べる。

フィールド計測機器

各種プラントのフィールド(現場)で使用される計測機器には、流量計、温度計、圧力計などがある。電磁流量計LF600は、フルドットマトリックス液晶ディスプレイ(LCD)を採用し、操作性などの機能を大幅に向上させ、またオプションでPROFIBUSにも対応している。食品産業向けのサンタリ形マイクロ波濃度計LQ610は、口径25までのラインアップをリリースし、少量多品種生産にもマッチした製品となっている。この特集のp.15-17で詳しく述べる。

次期コントローラへの展望⁽¹⁾

原子力・火力など電力システムに適用する制御用コントローラは、高信頼性と長期使用を支える長期保守への強い要求に応えるため、独自機種としてTOSMAPTMシリーズを開発し発展させてきた。発電所内の機器・設備の監視や制御を行うシステムでコントローラの適用が盛んになった1980年代は、国内電力会社向けの供給が中心であり、国内電力会社の意向に沿った高信頼性と長期保守を実現するコントローラの開発を進め、一般産業システム向

(注5) Foundation Fieldbusは、Fieldbus Foundationの登録商標。

(注6) ControlNetは、ControlNet Internationalの商標。

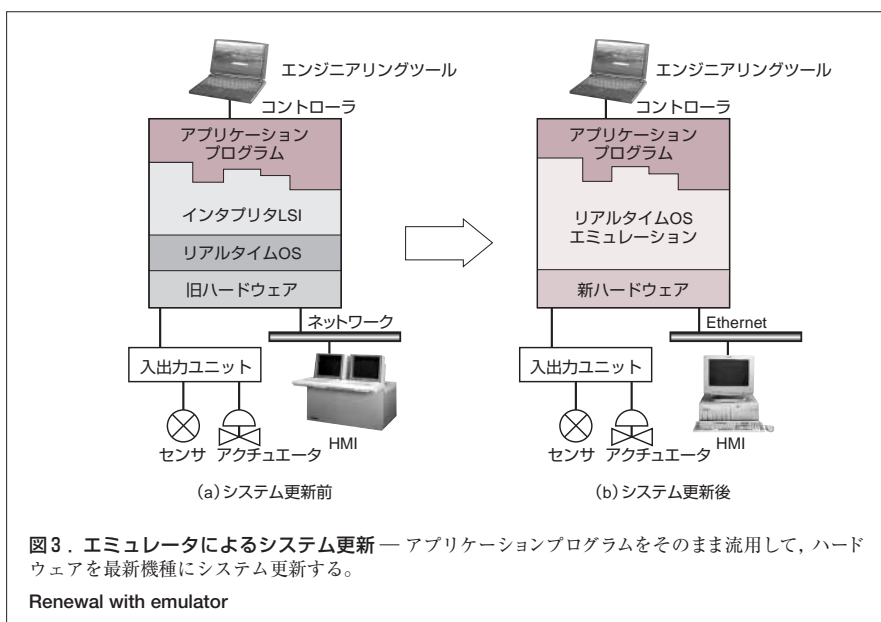
(注8) INTERBUSは、INTERBUS Clubの登録商標。

(注9) CC-Linkは、CC-Link協会の登録商標。

(注10) Vnet/IPは、横河電機(株)の登録商標。

(注11) MODBUSは、Schneider Automation Incorporatedの登録商標。

(注12) SERCOSは、Interests Group SERCOS Interface e.V.の商標。



けとは一線を画していた。その後、2000年前後から、国内電力需要のかけりに伴って電力会社の設備投資が抑制されるようになると、火力を中心に海外市場の獲得に目が向けられるようになり、オープン化と汎用技術を用いて価格低減を図る必要が生じた。

TOSMAP-DS™は、このような市場環境下で海外の火力DCS市場を目標に開発した製品であり、他社のDCSに対抗するため、一般産業システムの制御システムやコントローラの標準技術を採用した発電用DCSコントローラである⁽¹⁾。以後、信頼性や品質管理への高い要求が残っているものの、電力システムも成熟産業化して、価格競争力のいっそうの向上とオープン化が要求されている。一方、コントローラ開発の面では、電子部品の高度化と部品製造サイクルの短期化が進むなかで、コントローラの共通化を進めることにより、製品開発の効率化と、長期の部品確保など保守の効率化を進める必要性が高まっている。

このような状況下で、次機種となるコントローラの開発においては3回目の統合を計画している。その開発コンセプトは、電力や産業システム向けのDCS、及び上下水道や鉄鋼システム向

へのPLC制御を共通ハードウェアで実現し、次世代を支える高性能と十分な価格競争力を提供することである。これらの相反する要求を満足し、開発するハードウェアの種類を極力減らして製造上の量産効果を得るために、次期コントローラに採用する仕様面の特長について以下に述べる。

- (1) CPUモジュールは、高性能化を実現するハードウェアを共通化して、PLC型、一般産業システム用DCS型、電力システム用DCS型といった用途向けに3種の基本ソフトウェア(ファームウェア、OS(基本ソフトウェア)を含む)のモデルを用意する。
- (2) 監視・制御ネットワークを構築するEthernetなどのネットワークモジュールは、(1)の各モデルに対して共通化を図り、ハードウェアを統一する。
- (3) 制御システムへの適用時にコントローラの価格の大半を左右するI/O(入出力)を高速シリアル化するとともに、全用途で共通化することによる量産効果と低コスト設計で、製造コストの低減を徹底する。
- (4) アプリケーションソフトウェアの編集やコントローラの保守を行う

エンジニアリングツールは、(1)の各モデルをカバーするツールとして開発し、システムエンジニアリングへのサポートを強化する。

以上のように、コントローラはいっそう統合化を図り競争力強化を目指している。なお、原子力システムの監視・制御システム用としては、高信頼性と保守性を実現するため当面は別モデルの開発を進めるが、将来統合可能な構成で計画している。

デジタルの源流から未来へ

以上、制御システム機器の技術動向と最近のトピックス、及び次期コントローラへの展望について述べた。

社内外のシステムインテグレータに制御システム機器を長期間継続して供給していくことが、われわれのミッションである。デジタル計装30年の歴史をベースに、未来へ向けて継続と発展を目指していく。

文献

- (1) 笥 敦行, ほか. 汎用技術を駆使した分散型監視制御システム TOSMAP-DS™ “Dynastream”. 東芝レビュー. 55, 6, 2000, p.41-44.



大庭 章
OHBA Akira

電力・社会システム社 府中電力・社会システム工場 計測制御機器部主幹。CIEMAC™, 統合コントローラなどの制御システム機器の商品企画業務に従事。計測自動制御学会会員。Fuchu Operations - Industrial and Power Systems & Services



笥 敦行
KAKEHI Atsuyuki

電力・社会システム社 府中電力・社会システム工場 計測制御機器部主幹。制御システム及びDCS, コントローラの商品企画及び開発業務に従事。IEEE, 電気学会会員。Fuchu Operations - Industrial and Power Systems & Services