

計測・制御システムの動向と展開

Trends in and Future Outlook for Measurement and Control Systems

梶原 繁 梅田 裕二 三村 昭弘

■KAJIHARA Shigeru ■UMEDA Yuji ■MIMURA Akihiro

計測・制御システムは、一般産業、社会インフラ、及び電力といった各分野の製造設備や環境関連の機器などに、多岐にわたって適用されている。

東芝は、これまでも時代の要請に応じて先進技術を取り込み、システムの高機能化と高信頼化に取り組んできた。現在も、社会や産業の変化や、システムの効率化及び高度化のニーズに対応するため、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、フィールド計測器、及び圧延計測器の技術開発、並びにシステムソリューションの提供を進めている。

Measurement and control systems are used in manufacturing facilities, environment-related equipment, and other facilities in various spheres including industrial systems, social infrastructure systems, and power systems.

Toshiba has been supplying measurement and control systems and components for these systems with advanced functionality and high reliability, applying state-of-the-art technologies. Accompanying the changes taking place in society and the industrial world as well as the increasing need for improvement of the efficiency and sophistication of these systems, we are making continuous efforts to supply a wide range of solutions and to develop technologies for industrial controllers, industrial computers, field measurement equipment, and rolling measurement equipment.

計測・制御システムを 取り巻く市場環境と課題

東芝の計測・制御システムは、鉄鋼や、紙パルプ、石油化学プラントなどの一般産業分野、通信や、交通、上下水道、ビル管理などの社会インフラ分野、及び電力分野といった各分野の製造設備や環境関連の機器などに幅広く活用され、社会基盤を支えている⁽¹⁾(図1)。

これまでも計測・制御システムは、その時代の要請に応じて最新技術を適用することで高機能化と高信頼化が図られて発展してきた。高性能、高品質、及び低コスト化に加えて、長期供給、長期保守、互換性、及び継承性に配慮しながら、環境調和や安全性など時代の要請に応え、機能の拡充と統合、及びオープン化への進化を遂げてきている。

最近ではこれらに加えて、新たな社会や産業の構造変化に対応しうるモノづくりの変革が、各種環境問題への対応とともに求められている。以下にその具体例について述べる。

IoT (Internet of Things) と呼ばれ

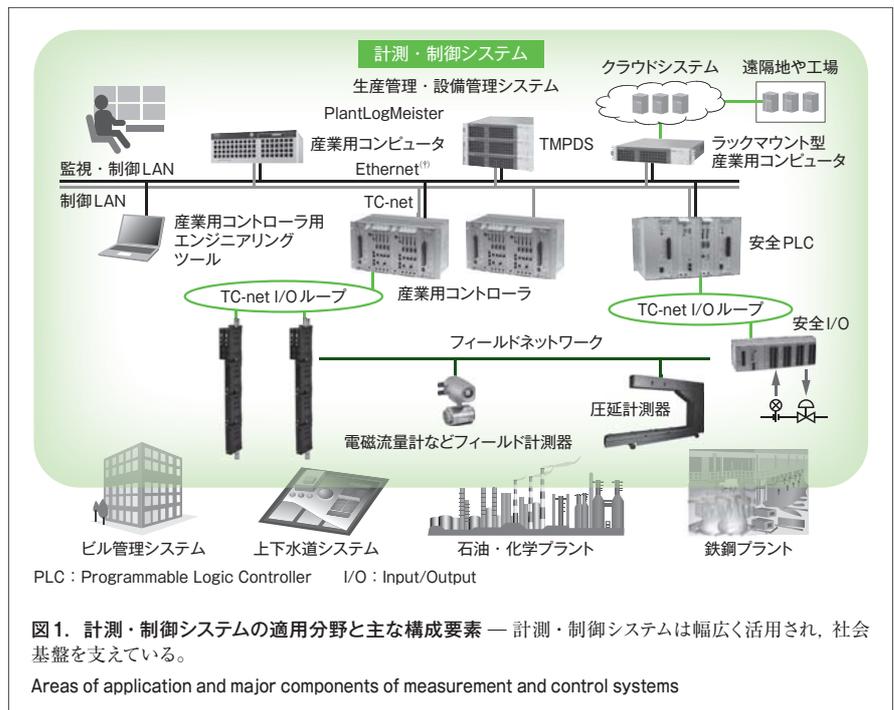


図1. 計測・制御システムの適用分野と主な構成要素 — 計測・制御システムは幅広く活用され、社会基盤を支えている。

Areas of application and major components of measurement and control systems

る概念のように、あらゆる“モノ”がインターネットに接続される新しい時代を迎え、膨大な電子情報(ビッグデータ)をリアルタイムに蓄積できる環境が整いつつある。また、産業界ではドイツのIndustrie 4.0や米国のIndustrial Internetと

呼ばれる概念が提唱され、ビジネス構造へも影響を及ぼしつつある。プラントの操業データや製造ラインの製造・製品データなどあらゆるデータを集めて生産管理の情報システムと連携することで、製造・流通業の経営の効率化と高

度化に対応していく必要がある。

一方、先進国での少子高齢化の進行は製造業従事者の減少を招く。例えば内閣府の高齢社会白書⁽²⁾によれば、わが国の生産年齢人口は2014年にはピーク時(1995年)から10.8%減少し、2060年には半減すると推計されている。高い品質と安全な操業を支えるベテランの減少に対応するために、技術継承が喫緊の課題である。

更に地球温暖化対策として低炭素社会の実現が求められるなか、製造業では省エネ化が進んでいるものの、国内では製造業のエネルギー消費が全体の40%を占めている⁽³⁾。エネルギー消費量の継続的な削減などの地球環境問題への対応も求められている。

計測・制御システムはモノづくりの中核の一端を担うものである。ここで述べたように社会や産業を取り巻く環境が急速に変化するなかにあって、技術の継承と発展の両立、更には社会や産業の発展と環境保護の両立といった課題を解決するために、計測・制御システムも進化し続けていく必要がある。

課題解決のために計測・制御システムに求められる要件

前章で述べた課題を解決するため、計測・制御システムに対して近年求められる要件として次の3点が挙げられる。

- (1) 高性能化と信頼性向上 社会・産業インフラシステムのトラブルは、その社会的な影響が大きいため、確実な対策が必要である。個々の機器の処理能力及び通信機能の充実とともに、従来の信頼性の確保に加えてセキュリティ強化への対応も求められる(囲み記事参照)。加えて、拠点間の通信量の抑制とサイバー攻撃の脅威軽減のために最適役割分担や最適システム構築などを可能にすることも求められる。これらにより高性能と高信頼性を両立させ、より安全かつ安心なシス

テムで社会に貢献する。

- (2) 継承性と発展性 少子高齢化の進行による、高品質や安全操業を支えるベテラン層の減少への対応が必要である。既存資産の流用や活用に加え、操業現場での技術継承を可能にし、またICT(情報通信技術)を積極的に活用したモノづくり変革にも対応することが求められる。最新技術を適用して技術を発展させるとともに、技術継承を可能にする仕組みを提供する。
- (3) 経営と環境の最適化 企業は生産性を向上させて利益を追求すると同時に、地球環境問題にも対応する必要がある。社会や産業の構造変化に適応しながら、企業経営の最適化と社会的責任への取り組みの両立を実現していくことが求められる。持続可能な社会の実現に向けた様々な製品とサービスを供給する。

計測・制御システムの展開

社会・産業インフラを支える計測・制御システムの例として、鉄鋼・非鉄金属プラントシステム、計装DCS(Distributed Control System:分散制御システム)、ファシリティシステム、及びそのコンポーネントへ当社が適用している最新技術とともに、課題解決に向けた当社の具体的な取り組みについて、次に述べる。

■鉄鋼・非鉄金属プラント向けリアルタイムデータ活用ソリューション

最近の鉄鋼や非鉄金属の製造プラントでも、製品品質及び生産性の向上のために、製品データや操業中の時系列データなど、ビッグデータを収集して分析し、有効活用することが求められている。

東芝三菱電機産業システム(株)(以下、TMEICと呼ぶ)のプラントデータ管理ソリューション TMPDSでは、制御系ネットワークTC-netの高速・大容量伝送という特長を生かして、このビッグデータ

の最適処理を実現している。制御システム内の各階層の膨大なデータを同一基幹ネットワーク上でリアルタイムに伝送させて、ネットワークに接続されたローカルサーバだけで効率的に収集して分析できる。これにより、クラウドシステムなどの上位階層には負担をかけない局所処理だけで現場データの管理を可能にしている。当社とTMEICは、TMPDSを用いて鉄鋼・非鉄金属プラントでのリアルタイムデータ管理とその活用を展開している(この特集のp.6-9参照)。

■プラント操業系情報のナレッジ化を進める電子操業日誌

製造データや製品データなどの情報に比べてデータ化が遅れているプラント操業系の情報、すなわち運転指示書や、異常報告書、運転日誌などをナレッジデータとして有効活用することが望まれている。

電子操業日誌 PlantLogMeisterは、職場のコミュニケーションツールとしての役割に加え、DCSなどのプラント操業における人の経験や知識の情報源として、操業現場での技術継承にも大きく貢献できる。例えば、蓄積されたデータから隠れたルールを発見するデータマイニングにより、今までベテラン運転員だけが経験的に理解していた知識を抽出できるため、誰もが簡単にベテラン運転員の操作を再現できるようになる。当社とTMEICは、PlantLogMeisterを用いたプラント操業系情報のナレッジ化を進め、その活用に取り組んでいる(同p.10-13参照)。

■産業用コントローラ

計測・制御システムの頭脳となるのが産業用コントローラである。当社の産業用コントローラは、高精度、高速、及び複雑な制御が可能であり、小規模から大規模のシステムまで柔軟に構築できる。

製品製造の全工程がネットワークでつながれ、関連する必要な情報を全てネットワーク上に持つ、柔軟性が高いスマー

制御システムを取り巻くセキュリティ対応状況

社会インフラを構成する制御システムでもセキュリティ向上対策が進められている。社会インフラシステムにトラブルが発生した場合、影響範囲が大きなものになるため、より確実な対策が求められる。近年、制御システムにも情報システムの技術が多く取り込まれてきている。2010年には特定の制御システムを標的としたコンピュータウイルスStuxnetが発見され、制御システムも標的となることが再認識された。

このような状況の下、経済産業省を中心として制御システムのセキュリティを確保及び強化するために、技術研究組合 制御システムセキュリティセンター (CSSC) が設立され、研究開発や、国際標準化活動、認証、人材育成、普及啓発、各システムのセキュリティ検証などの活動を行い、当社も設立メンバーの一員として各種活動に参画している。また、2014年11月にはサイバーセキュリティ基本法が可決し、成立した。サイバーセキュリティに関する施策の推進にあたっての基本理念やサイバーセキュリティ戦略が述べられている。基本的施策の中では、重要インフラ事業者などのサイバーセキュリティ確保の促進が求められている。

制御システムセキュリティに関する国際標準化も進められている。制御システムセキュリティに関しては、汎用制御システムのセキュリティ規格として、IEC 62443 (国際電気標準会議規格 62443) シリーズの策定が進められている。IEC 62443シリーズは、この規格群全体の用語や概念などの定義を記述するIEC 62443-1シリーズ、主に事業者を対象として組織に対する管理や、運用、プロセスなどを記述するIEC 62443-2シリーズ、システムのセキュリティ要件や技術の概要を記述するIEC 62443-3シリーズ、及びコンポーネントのセキュリティ機能や開発プロセスの要件を記述するIEC 62443-4シリーズ、の四つのシリーズ、13の文書から構成される。2015年9月までに6文書が発行されている。

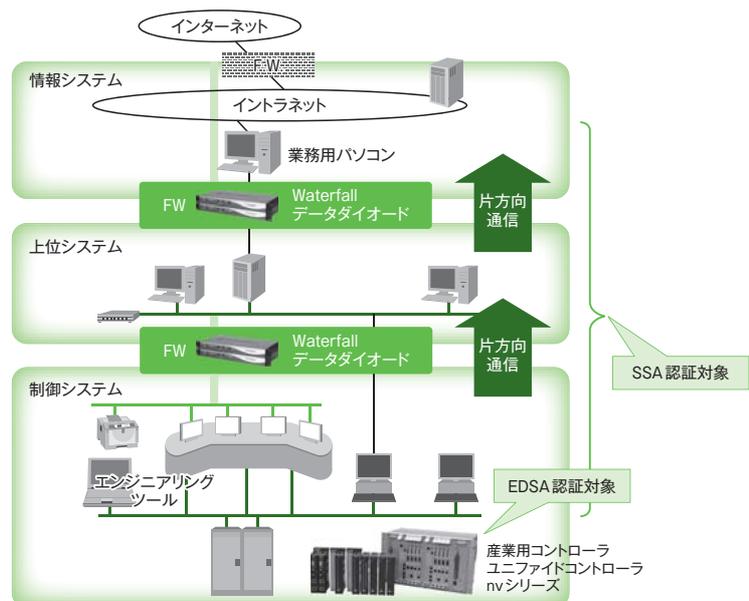
制御システムセキュリティに関する規格認証

としては、ISA (International Society of Automation) SecureのEDSA (Embedded Device Security Assurance) 認証やSSA (System Security Assurance) 認証などがある(図A)。EDSA認証は、装置ベンダーが提供する制御コンポーネント製品のセキュリティ認証プログラムで、その製品開発の各フェーズでのセキュリティ評価 (SDSA)、セキュリティ機能の実装評価 (FSA)、及び通信の堅ろう性テスト (CRT) の三つの評価項目から構成されている。また、SSA認証は、システムを供給及び運用する主にシステムインテグレーターや事業者向けであり、制御システムの特定サブセットのためのセキュリティ認証プログラムとなっている。

制御システムでは、ファイアウォールの導入や、ウイルス対策ソフトウェアの導入、侵入検知システム (IDS) や侵入防止システム (IPS) の導入、暗号化技術、入退出管理といった物理的なセキュリティへの対応など様々な対策を施し、システムをセキュリティ攻撃の脅威から守っている。当社は、制御システムのセキュリティ向上に向けて国際標準や規格認証に沿ったソリュー

ションを提供している。更に情報システムと制御システムの連携をよりセキュアなものとする様々な製品を提供している。以下では、そのセキュリティ対策の中の一例として、攻撃自体を遮断する方法でセキュリティを確保する製品である“Waterfallデータダイオード”を紹介する。

近年、制御システムでは、外部ネットワークとなる情報システムとの連携が必要になるため、従来の制御システムでは外部のネットワークとの間にファイアウォールを設けてセキュリティの確保を図っていた。しかしファイアウォールで外向き通信だけを許可した場合でも応答伝文 (ACK) による逆向き通信が発生し、攻撃者はこの通信を悪用して攻撃することができる。このため、制御システムとしてマルウェアに感染する可能性があった。Waterfallデータダイオードは、内部から外部に対する通信は透過させるが、外部から内部の通信を物理的に全て遮断するという特長を持つ(図A)。当社は、この製品を用いた既存システムの評価やオンサイトでの保守を含めたソリューションを提供しており、既に北米など海外で多数の実績がある。



FW：ファイアウォール

図A. 制御システムでのセキュリティ認証とWaterfallデータダイオード

トファクトリの実現に向けて、生産される製品のデータや操業中の監視データなどのビッグデータを取り出し、リアルタイムに処理することが求められる。

当社の産業用コントローラは、連続稼働に加えて、セキュリティ向上を含めた信頼性の確保、及び既存のシステムや様々な機器と容易につながられる継承性と発展性を実現する。加えて、上位系のシステムソリューションとの連携性も確保することで、高度情報化と操業効率化を実現していく。

当社の産業用コントローラは、製造実行システム (MES) ソリューションとの連携で、プラントの高度情報化を実現する (同p.14 - 17 参照)。

■産業用コンピュータ

産業用コンピュータは、パソコンの技術をベースにしながら、高信頼性、頑健性、耐環境性、及びメンテナンス性といった特長に加えて、産業用途で必要になる長期供給や長期保守を実現した機器である。その適用分野は、産業用オートメーションシステム、及び社会インフラシステムでの監視制御や、各種産業機器の組み込み用途など、多岐にわたる。

IoTや、M2M (Machine to Machine) 伝送、クラウドコンピューティングといった新たな技術開発の潮流のなかで、当社の産業用コンピュータは、その特長を生かしながらIoTデバイスのハブあるいはゲートウェイとして新たな役割を担い、最適システムの構築を可能にする。すなわち、その性能と機能を生かすことで、システムの下位層での局所的な最適処理を実現する。これにより、クラウドシステムなどの上位層との通信量の抑制、及び上位層からのサイバー攻撃の脅威軽減をも可能にする機器として活用されていく。

当社は、IoTデバイスのハブあるいはゲートウェイとして新たな役割を担う高信頼かつ高付加価値の産業用コンピュータの開発に取り組んでいる (同p.18 - 22 参照)。

■フィールド計測器

当社は、流量や、圧力、濃度、振動などを測る様々な計測器を製品化している。これらの対象を拡大するため、特徴的な製品をラインアップし、様々なアプリケーションへ展開してきた。例えば電磁流量計では、一般の接液電極形電磁流量計では困難だった液体の流量測定にも対応できる非接液電極形電磁流量計や非満水用電磁流量計がある。

これらに加え、環境問題への対応として、水の安定供給に貢献する電池駆動式電磁流量計や、窒素酸化物 (NO_x) の削減に貢献する船舶用選択触媒還元 (SCR) 脱硝装置向け電磁流量計、生態系の保護に貢献する電磁流量計などを提供している (同p.27 - 30 参照)。

■圧延計測器

圧延計測機器は、鉄鋼の圧延プロセスで、熱間圧延ラインなどの上流工程から表面処理ラインなどの下流工程までの全工程で、鋼板の厚さや、幅、形状、表面欠陥などの幅広い計測に使用されている。

当社は、鉄鋼の幅計測や、欠陥及び穴の有無の検査に、光や磁気などを応用している。最近では、薄鋼板の高品質化に対応するため、より微小な欠陥検出が可能な磁気センサを搭載した内部欠陥計や、高速ラインセンサカメラによって計測精度と検出分解能を向上させた穴幅計や形状計、従来にはなかった穴サイズ識別機能や穴画像保存機能を備えた穴検査装置などを開発して提供している。これらは鉄鋼の圧延プロセスにおける重要な品質管理機器として、鋼板の高品質化に貢献している (同p.23 - 26 参照)。

今後の展望

社会・産業インフラを支える計測・制御システムは、モノづくり変革への対応、省エネをはじめ環境保護の実現、及び

大規模で最適化されたシステムの実現のために欠くことのできないコア要素として、進化を続ける必要がある。当社は今後も、産業社会の変化や新しい時代に対応するために最新技術を取り込み、計測・制御システムの機能、性能、及び信頼性の向上、並びに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、スマートな社会や産業の発展に貢献していく。

文 献

- (1) 三村昭弘 他. 計測・制御システムの動向と東芝の取組み. 東芝レビュー. 68, 10, 2013, p.2-5.
- (2) 内閣府. “平成27年版高齢社会白書 (全体版)”. 内閣府ホームページ. <<http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2015/html/zenbun/index.html>>, (参照 2015-09-08).
- (3) 資源エネルギー庁. “[平成26年度エネルギーに関する年次報告] (エネルギー白書2015) HTML版”. 経済産業省資源エネルギー庁ホームページ. <<http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2015html/>>, (参照 2015-09-08).

• Ethernetは、富士ゼロックス (株) の商標。



梶原 繁
KAJIHARA Shigeru

社会インフラシステム社 府中社会インフラシステム工場
パワーエレクトロニクス・計測制御機器部参事。制御機器
コンポーネントの開発に従事。計測自動制御学会会員。
Fuchu Operations - Social Infrastructure Systems



梅田 裕二
UMEDA Yui

社会インフラシステム社 府中社会インフラシステム工場
パワーエレクトロニクス・計測制御機器部主査。産業用コン
トローラ及び監視制御ネットワーク装置の設計・開発に従事。
Fuchu Operations - Social Infrastructure Systems



三村 昭弘
MIMURA Akihiro

社会インフラシステム社 府中社会インフラシステム工場
パワーエレクトロニクス・計測制御機器部主幹。制御
機器の開発に従事。
Fuchu Operations - Social Infrastructure Systems