

計測・制御システムの動向と展開

Trends in Measurement and Control Systems and Future Outlook

日下部 宏之 柴田 浩司 原 秀之

■ KUSAKABE Hiroyuki ■ SHIBATA Koji ■ HARA Hideyuki

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おり、東芝は、時代の要請に応じて、先進的技術を取り込みながら発展させてきた。現在、先進国においては、安全・安心及びセキュリティへのニーズに対応した計測・制御システムの信頼性や安全性の向上が、新興国においては、社会インフラシステムへの投資の増加に対応した計測・制御システムの低コスト化が求められている。そのような状況のなかで、このたびの大震災を契機に、個別のエネルギー管理から統合的なエネルギー管理へとかじが大きくかつ急激に切られつつある。

そのため、当社は社会インフラシステムにおいて、スマートコミュニティに代表される統合的なエネルギー管理とエネルギー効率の向上に向けて、その構成要素となる計測・制御システムの技術開発を進めている。

Measurement and control systems are widely used in various fields including industrial systems as well as public and other facilities. In response to a broad range of market needs, Toshiba has been developing measurement and control system equipment including supervisory and control systems and components incorporating advanced technologies. Demand has been growing in recent years for improvement of the reliability and safety of these systems in developed countries to construct a safe and secure society, and for reduction of the cost of these systems in developing countries to improve their infrastructures. The recent large-scale earthquake disaster has led to growing awareness that a drastic shift is required from conventional individual system-type energy management to integrated energy management.

As a solution to this issue, we are aiming to realize integrated energy management and improve energy efficiency in the social infrastructure field through the further development of technologies for measurement and control systems constituting social infrastructure systems.

計測・制御システムを取り巻く市場環境とニーズ

東芝が1975年に産業用コントローラのTOSDICTMを世の中に出して以降、計測・制御システムが、社会インフラシステムの各分野で使用されてきた。

また、そのなかで、高性能、高品質、高精度、高信頼性、耐環境性、長期安定性、メンテナンス性、環境調和、及び安全性が求められ、更に、低コスト化、長期供給、長期保守、互換性、及び継承性など時代の要請に従い、機能の拡充と統合、及びオープン化を進めながら進化を遂げてきている。

最近では特に、地球内企業としてより良い地球環境を実現するために、地球温暖化の防止や資源の有効活用といった環境調和が求められており、そのうち、例えば地球温暖化防止のためには、省エネや温室効果ガス排出量の削減目

標が設定されている。

地球温暖化防止対策としては、二酸化炭素(CO₂)など温室効果ガスの排出量を削減するとともに、原子力発電を主体として、太陽光、水力、風力、地熱など温室効果ガスを排出しないクリーンな再生可能エネルギーや、化石燃料ではあるが温室効果ガスの発生が少ない天然ガスなどへエネルギー源を転換してきた。

一方、新興国市場では、経済発展が急激だったため、製造工場などインフラの拡大に対応してエネルギーインフラの整備が追従できず、電力供給が不安定になるという問題がある。

わが国でも、2011年3月の大震災を契機に、原子力発電の安全性に対する見直しが叫ばれるようになり、エネルギー供給源として再生可能エネルギーや天然ガスへの期待が高まるとともに、スマートグリッドやスマートコミュニティ

などエネルギーの供給と需要の最適化を追求した技術が一気に注目を集めるようになってきた。

また、大震災では、エネルギーの供給と需要のバランスを保つために計画停電が実施されたが、エネルギー供給側の体制が整うまでは、このような事態を避けるために、省エネの重要性がより増している。

前述したエネルギーの供給と需要の最適化には、電力の流れを供給側と需要側の両方から制御し最適化できる送電網のスマートグリッドや、住宅あるいはビル、工場それぞれでの消費エネルギーの最適化システムがある。

更にその先には、住宅、ビル、工場、及び交通システムや上下水道システムなど社会のシステム全体を支えるインフラを統合的に管理し制御して、社会全体をスマート化させるスマートコミュニティがある。

スマートコミュニティでは、扱うエネルギーも電力だけでなく、ガスや、廃熱、水など全てのエネルギーが対象になる。

社会インフラシステムは、管理し制御する対象が広がるほど、各種設備の故障、寿命による劣化、及び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経済損失が大きい。人的被害を伴う事故を発生させた場合は社会的影響が更に大きくなり、今回の大震災でもわかったように経済活動の長期停止にもつながるため、安全性に対する要求が高まっている。

社会インフラシステムを構築する産業用コンポーネントがまさに、この領域を担ってきている。

ビル管理システム及び、鉄鋼や、石油、化学、紙などの工場オートメーションシステム、上下水道システムなどの監視制御システムでは、産業用の計測・制御システムがコアコンポーネントとして使われ

ており、高い稼働率、高い信頼性、及び長期供給と長期保守などを実現し、高性能化と高効率化によるトータルの省エネ化を目指して進化している。

計測・制御システムを取り巻く環境と求められる方向性を図1に示す。

今後、計測・制御システムは、社会インフラシステムにおけるキーシステムとして、システム間の横のつながりだけでなく、広範囲な監視及び管理のためのクラウドコンピューティング技術などを適用した縦のつながりにおいても、異なるシステム間を高い信頼性で安全につなぐために、機能安全技術に代表される安全への取組みが重要になってくる。

計測・制御システムの展開

計測・制御システムとして社会インフラシステムを支える鉄鋼プラントシステム、計装DCS (Distributed Control Sys-

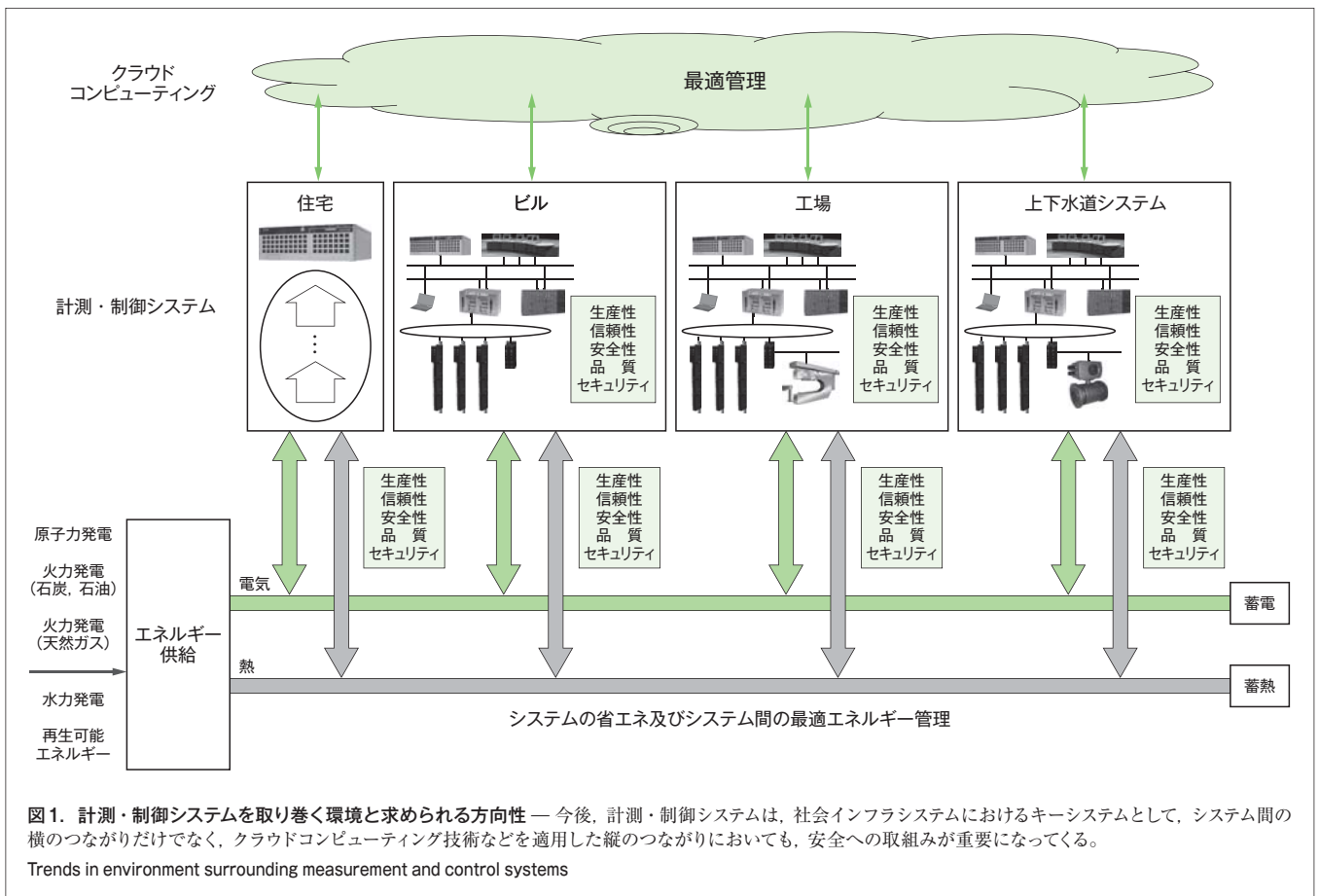
tem)、ファシリティシステム、及びそれらを支えるコンポーネントを対象に、今後の進展が期待されるスマートコミュニティに向けた関わりについて以下に述べる。

鉄鋼プラントのエネルギー管理システム

2009年の環境省の調査によると、わが国の温室効果ガス排出量のうち製造業が約40%を占めており⁽¹⁾、今後のスマートコミュニティ化に向けてこの分野への注目度が高まっている。

その中でも特に鉄鋼業は、生産のために大きなエネルギーを必要とし温室効果ガスの排出量も大きい。このため、鉄鋼プラントは生産性の向上だけでなく、省エネを意識したシビアなエネルギー管理が求められている。

この特集の“鉄鋼プラント向け省エネ・予防保全ソリューション”(p.7-10参照)で、製造設備の保全と信頼性を維持しながら製鉄所のエネルギー使用



量を最適化する、プラントデータベースを活用したエネルギー管理ソリューションと、鉄鋼プラント設備で使用される大形電動機及び誘導加熱装置の余寿命診断アプリケーションについて述べる。

■計装DCSの進化と業務支援

スマートコミュニティにおける工場のオートメーションシステムでは、生産設備のシステム自動化及び省力化が促進されている。システム自動化及び省力化では、現場のオペレーターや管理者が重要な役割を担っているが、システムの高度化に伴い、また、現場の人数に限られるなかで、ひとりの担当者が負う責任範囲や課題解決のための負担は増えることになる。しかし、今回の大震災を契機に、課題解決における現場力の重要性が再認識されている。

このような背景から、計装DCSにおけるHMI（ヒューマンマシンインタフェース）が、現場力を引き出すための進化を遂げた。

この特集の“計装DCSと業務支援システムの進化による現場力強化”（p.11-14参照）で、生産改革の基盤である現場力を支援する進化したDCSについて述べる。このシステムは、現場力を最大限に引き出すための環境の提供や課題の抽出を支援し、課題発生時には、必要とされる関連情報を提供して現場判断を支援するとともに、蓄積されたノウハウや技術を伝承する。

■ファシリティソリューションにおける計測・制御システム

スマートコミュニティを作るうえで欠かせないビルのエネルギー管理システムでは、2010年4月の改正省エネ法の完全施行に伴い、小規模のビルに対するエネルギーの監視制御へのニーズが高まりを見せている。

この特集の“大中規模ビルから小規模ビルまで、快適さと省エネを実現するBUILDAC™-U及びBUILDAC™-Us”（p.15-18参照）で、大中規模ビル向け

と、小規模ビル向けのエネルギー管理システムについて述べる。

■産業用コントローラ

スマートコミュニティにおける工場のオートメーションシステムでは、生産設備のシステム自動化及び省力化のキーコンポーネントが産業用コントローラである。この産業用コントローラは、前述のファシリティシステムや計装DCSだけでなく、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システムや上下水道などの監視制御システム、あるいは、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システムなど、幅広い分野で使われる、高効率システムの構築に貢献している。

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。

また、広範囲に及ぶ大規模なシステムであっても、複数に分割することなく一つのネットワークで、ミリ秒オーダーで大量のデータを交換できる制御ネットワークを備えている。

これにより、プラント全体の制御データのやり取りに加え、生産物やエネルギーの情報管理も統合して一元管理が可能なシステムを構築できる。

この制御ネットワークはオープン化しており、国際標準のIEC 61784-2（国際電気標準会議規格61784-2）CPF 11（Communication Profile Family 11）でProfileが、IEC 61158 Type11でProtocol and Serviceが規定され、今でも進化を続けている（[囲み記事参照](#)）。

この特集の“産業用コントローラの新技術と標準化”（p.19-22参照）で、今後のスマートコミュニティにおける産業用コントローラの役割、新技術、及び特徴などについて述べる。

■産業用コンピュータ

産業用コンピュータの性能は、汎用コ

ンピュータと同様で、業界標準の技術の変遷とともに向上している。

しかし、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り、監視制御システムなどの効率的で安定的な管理、監視、及び制御のために、高い信頼性、頑健性、耐環境性、及びメンテナンス性に加え長期供給や互換機種の提供が求められ、これらに対応した回路設計や、熱設計、防振設計、防じん設計などを行っている。

このため当社の産業用コンピュータは、幅広いラインアップで産業用途向けの機能及び性能とサービスを提供しており、多くの産業用システムに採用されている。適用分野は、監視制御システムをはじめとして、自動化装置や検査・分析装置など多岐にわたり、また、産業機器用組込みコンピュータとしても用途を拡大している。

今後のスマートコミュニティにおいても、産業用コンピュータはローカル局側の中核となり、広域管理における重要なコンポーネントの一つになりうるものである。

この特集の“産業用コンピュータの役割と技術”（p.23-26参照）で、社会インフラシステムなど様々な分野に適用するために産業用コンピュータと産業用サーバが備えている機能及び性能と特長について述べる。

■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、流体の流れ（流量）を測定する電磁流量計がある。その測定原理は、ファラデーの電磁誘導の法則を応用しており、磁界をかけた絶縁性のパイプ内に導電性の流体を流して一対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するものである。

今後のスマートコミュニティにおいては、空調制御システムや自動検針が可能な水道メータなどとして、社会インフラシステムにおける最適制御を行うための機能の一端を担う重要な計測コンポー

計測・制御用ネットワークの国際標準 — 工業向けフィールドバスの国際標準化と東芝の取組み

産業・社会インフラシステムを支える計測・制御分野のネットワークがフィールドバスであるが、中でも情報系ネットワークのイーサネット技術をベースに、高い信頼性とリアルタイム通信機能を付加したフィールドバス規格がリアルタイムイーサネット(RTE)規格である。

当社が提案したTCnetはRTEの一つであるが、当社製品である情報・制御ネットワークTC-net™ 100の基本仕様となっている。このTCnetは、RTE規格(IEC 61784-2, IEC 61784-5, 及びIEC 61158シリーズ)の第1版(Ed1)として、2007年12月に発行された。イーサネット関連技術は刻々と進化しており、その進展と市場要求に追従し、RTE規格の追加や更新に備えて標準化活動は継続されており、当社が提案したTCnetLPを含むRTE規格の第2版(Ed2)が2010年8月に発行された。TCnetLPは、ユニファイドコントローラnvシリーズのI/O(入出力)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がスタートポロジであったのに対して、リングトポロジを構成できることを特長としている。

規格更新を行うメンテナンスチームであるIEC/TC65(工業プロセス計測制御技術委員会)/SC65C(デジタルデータ伝送分科委員会)/MT9(フィールドバス規格メンテナンスチーム)が、2010年11月にRTE規格の第3版(Ed3)の標準化作業を開始した。これに対して、TCnetの更なる新仕様であるTC-net™ 1Gの追加提案をしている。TC-net™ 1Gは、TCnetの技術を継承し、更なる大容量にも対応可能なリアルタイム性を備えたものである。伝送速度

を1 Gビット/sに高速化し、TCnetLPと同様に、リングトポロジを基本とする。

RTEは、計測・制御システムの基幹ネットワークとして、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ことから、工場内の制御システムにおける制御系ネットワークと情報系ネットワークを垂直統合できる。そのため、生産現場の信頼性の高い自動化システムの更なる進展と情報統合を促進し、生産性、安定操業、及び効率の向上による製造業発展のキーとなりうる。

計測・制御分野のフィールドバスが欧米主導による標準化が多いので、それに追従する形で自動化を進めるだけでは、わが国製造業の国際競争力の維持、強化にとって、将来にわたり脅威となってしまう。今後とも継続して日本からの提案を行っていくことが、グローバルマーケットにおけるわが国の製造業発展のために不可欠である。

一方、IEC/TC65/SC65Cでは無線フィールドバスの国際標準化も扱っている。前述のフィールドバスを有線フィールドバスとすると、その規格と密接に関わる無線フィールドバスでは、PA(プロセスオートメーション)分野を主体とする計測・監視分野の無線であるセンサネットに関して標準化が先行している。現在Wireless HART(Highway Addressable Remote Transducer)(IEC 62591)が標準化を完了し、WIA-PA(IEC 62601)が2011年12月に完了の予定で標準化を進めている。加えて、ISA 100.11a(International Society of Automation 100.11a)(IEC 62734)について2011年6月に標準化の

審議を開始した。

また、IEC/TC65/SC65Cでは、計測分野に加え、高信頼性とリアルタイムを基本とする監視制御のFA(ファクトリオートメーション)分野についても、無線の標準化を今後実施予定としている。FA無線フィールドバスは、基幹システムと接続するバックホール回線として有線フィールドバスRTEを使用することで、有線及び無線のフィールドバスによる統合と連携が可能になり、生産現場での信頼性の高い自動化と情報統合を促進し、生産性の向上、操業の安定化、及び効率の向上による製造業の発展に、有線フィールドバスと同様に寄与することとなる。

更に、IEC/TC65/SC65Cは、今後の無線システムの設置で問題となる、PA、FA、及びPAとFAの異なる技術を使用した無線機器の共存(無線共存)に関する管理指針IEC/TS 62657(技術仕様62657)の標準化を、FAにおける無線の標準化に先行して2010年に開始した。IEC/TS 62657無線共存は、現状、TSの作成を目標としているが、引き続き作成する次版では国際標準化を図る方針で活動を続けている。無線共存については、IEC以外の標準化の団体や組織においても検討と標準化が進められており、例えばETSI(欧州電気通信標準化機構)によるEN 300 328(欧州規格300 328)やIEEE(電気電子技術者協会)によるIEEE 802.19がある。

これらの標準化についても欧米主導になりがちであり、わが国のメーカーとしては、技術仕様の提案など標準化の段階から参画し、国際競争力の強化のために継続して活動していくことが必要である。

ネットである。

この特集の“フィールド計測技術のソリューション”(p.27-30参照)で、フィールド機器のBEMS(Building Energy Management System)への適用事例や、インフラ整備がこれからの新興国で

も適用しやすい電池式水道メータについて述べる。

■圧延計測機器

鉄鋼の圧延ラインで高品質の鋼板に仕上げるため、上流工程の熱間圧延か

ら下流工程の表面処理までの全工程で、加工した板材の厚さ、幅、形状、及び表面状態などをオンラインで計測できる圧延計測機器が使用されている。

これらの計測機器は、被測定物に接触することなく測定できるため、鋼板搬

送時の振動の影響を受けない(耐環境性が高い)という有利な面がある。しかし、設置される環境が非常に劣悪な厳しい条件であり、その中で24時間の連続稼働と安定した高精度な測定性能の維持が必要なため、優れた耐環境性と高信頼性が要求される。

圧延計測機器のうち、厚さの計測には従来からX線やγ線などの放射線を用いた厚み計が用いられ、板状の被測定物に放射線を照射して、透過した放射線の減衰量を測定することで板厚を測定している。

しかし、放射線を遮蔽するために特定有害物質の鉛を使用する必要があり、環境配慮の点でふさわしくないことと、放射線管理者や漏えい放射線の管理が必要になるなど、維持コストがかかるという問題もある。

このように、圧延計測機器には、スマートコミュニティにおいてエネルギー管理とともに重要である、環境調和ということが求められることになる。

そのため、放射線の代わりに環境にやさしいレーザーを照射し、その反射位置をCCD(電荷結合素子)カメラで測定するレーザー厚さ計を製品化している。

この特集の“鉄鋼圧延ラインにおける

光応用技術”(p.31-34参照)で、光技術を応用し、放射線に比べて測定対象範囲が広く、銅板のエッジ部など細かい測定も可能であるという特長があるレーザー厚さ計について述べる。特定有害物質を使用しないだけでなく、小型で消費電力も抑えた環境調和型製品である。

今後の展望

社会インフラシステム全体が今後、スマートコミュニティ化を目指していくものと思われる。そこでは、エネルギー管理、省エネ、環境、安全、及び高信頼をキーワードにして、複数の社会インフラシステムが統合的に連携され、大規模で最適化されたシステムが実現されるであろう。

その大規模システムにおけるシステムアシュアランス^(注1)の確立を念頭に置いて、コア要素である計測・制御システムも進化し続ける必要があり、今後も、その発展に貢献していきたい。

(注1) 制御系を含む様々なシステムが規制や顧客が要求する運用時の安全性や信頼性を満たしていることを、合理的に示すためのモノづくりの設計アプローチ。

文 献

- (1) 環境省. “2009年度(平成21年度)の温室効果ガス排出量(速報値)について(お知らせ)”. 環境省ホームページ. <<http://www.env.go.jp/council/06earth/y060-92/ref05.pdf>>. (参照2011-09-20).



日下部 宏之
KUSAKABE Hiroyuki

社会インフラシステム社 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、及びPLCなど産業用コントローラの開発に従事。Fuchu Complex



柴田 浩司
SHIBATA Koji

社会インフラシステム社 府中事業所 計測制御機器部主務。ユニファイド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。計測自動制御学会会員。Fuchu Complex



原 秀之
HARA Hideyuki

社会インフラシステム社 ソリューション・自動化機器事業部 計装制御営業部参事。産業用コントローラの事業企画に従事。Automation Products & Facility Solution Div.