

# 設備機器のIoT化に柔軟かつセキュアに対応可能な産業用システム機器

Industrial Systems and Components Flexibly and Securely Responding to Needs of IoT Systems for Facilities

岡部 基彦

立野 元気

百武 博幸

■ OKABE Motohiko

■ TATENO Genki

■ MOMOTAKE Hiroyuki

近年、プラントやインフラ設備で用いられる制御システムでは、システムの小型化や、ビッグデータの利用、異なるベンダー機器との多様な接続などが進んでいる。IoT (Internet of Things) の普及に伴って、全てのモノがネットワークにつながることでシステム稼働上のリスクが高まり、よりセキュアで安心なシステムを構築できる産業用コントローラーが求められている。

東芝インフラシステムズ(株)は、既存の技術を有効に活用・継承した産業用コントローラーの新製品として、ユニファイドコントローラ nv-packシリーズ typeFR をリリースした。監視・制御システムのコンピューターとコントローラーを一体化して省スペース化し、情報系システムと容易に接続できる。また、ネットワークとの接続性を向上し、セキュリティーに対応した製品を提供している。

In the field of control systems for plants and infrastructure facilities, movements toward the downsizing of overall systems, utilization of big data, and interconnection between multiple devices developed by different vendors have recently been progressing. Furthermore, accompanying the expansion of industrial Internet of Things (IoT) devices, there is a strong need for industrial controllers capable of constructing a safe and secure system to address the increased risks of vulnerability in an open network.

In this context, Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corporation has developed the Unified Controller nv-pack series "typeFR" as a new industrial controller product through the effective utilization and inheritance of existing technologies. The typeFR integrates controller and computer applications into one unit in order to reduce installation space and allow it to be easily connected to higher-level information systems. In addition, our software products ensure connectivity to networks and safety of control systems complying with international security standards.

## 1 まえがき

産業用のコントローラーやコンピューターは、鉄鋼、紙パルプ、石油化学プラントなどの産業インフラシステム、及び上下水道、ビル管理などの社会インフラシステムにおいて、制御・監視向けの産業用システム機器として幅広く用いられてきた。

近年、ICT (情報通信技術) の急速な発展に伴い、産業界の構造変化の要求が拡大して、イノベーションへのコンセプト提案が活発化し、その動きはグローバル化により世界各地へと広がっている。新たなコンセプト提案として、例えばドイツの Industrie 4.0 や、米国 GE (General Electric Company) が提唱した Industrial Internet がある。我が国でも、内閣府の総合科学技術・イノベーション会議において、世界に先駆けた「超スマート社会」の実現を目指す“Society 5.0”の推進が「未来投資戦略2017」<sup>(1)</sup>として2017年に閣議決定され、経団連(日本経済団体連合会)がその行動計画を示している。これら官民レベルの構想の基となったのは、M2M (Machine to Machine), CPS (Cyber Physical System), IoT (Internet of Things), IoE (Internet of Everything) といった、ICTの発展を背景とする技術革新のコンセプトである。

ICTの発展は産業用システム機器の分野にも波及し、市場

環境が大きく変化している。この中で、Ethernetを基盤とした通信技術の利用が進み、汎用機の性能向上に伴う専用機から汎用機へのシフトによって、コンピューターの用途が拡大した。そして、コンピューターの汎用OS (オペレーティングシステム) 上で動作するソフトウェアの利用拡大をもたらしている。

このような変化に応えるため、東芝インフラシステムズ(株)はユニファイドコントローラ nv-packシリーズ typeFR (以下、typeFRと略記)を新たに開発した。ここでは、最新技術を導入したtypeFRと、セキュアな制御システムの構築を支援するソフトウェア製品について述べる。

## 2 制御システムとICTの連携

制御システムでは、コントローラーがコントローラーアプリケーションに従って入出力と演算処理を行い、その結果に基づいてプラントの自動制御を行う。また、コントローラーは周囲の機器と接続するため、入出力に使用するI/O (Input/Output) インターフェース、及び様々な通信方式に対応したネットワークインターフェースを備える。制御システムの上位に位置する情報系システムとはLANで接続し、プラントの操業情報や生産管理と連携する。プラントのフィールド機器とは、I/Oで信号線

をつなぐ場合や、省配線に対応した機器間のネットワークを使用する場合がある。

制御システムにIoTを導入すると、システムのフィールド機器で使用するセンサーが増え、増えたセンサーからの入力信号データを収集し、蓄積したビッグデータに基づいた解析により付加価値を創出できるようになる。データ解析としては、センサーからのアナログ入力信号を高速に演算処理し、演算結果の履歴データと判定モデルを照合して故障の要因分析や故障予兆診断を行って、システムの保全性を向上させる事例がある。

ICTとの連携を更に進めると、プラントの操業情報や生産管理、原価管理、基幹業務などを行う情報系システムは、オープンなインターネットの利用からクラウドコンピューティングで提供されるサービス、例えばSaaS (Software as a Service) へ変化することが予想される。この情報系システムの変化により、システムにおける保全コストの削減、保守の省人化、稼働率の向上を図ることができる。また、調査会社のARC Advisory Groupが提唱している情報駆動型の経営フレームワーク (Information Driven Enterprise Concept) では、プラント操業時のデータを分析し利用する最新のソフトウェアを積極的に導入すること、及び新技術で得られる効果により顧客に新たな価値を提供することが述べられている<sup>(2)</sup>。その中で、経営を改善するにはソフトウェアによる技術革新を取り込むことが必要であり、規制や市場競争の変化が加速している近年では、最新技術との格差による経営への影響がリスクとして捉えられている。

このように制御システムは、IoTの導入でセンサー入力を使用したデータ分析・解析を新たな機能として加えることで、顧客に新たな付加価値を提供できる。また、コントローラーアプリケーションと汎用OS上で動作するソフトウェアを連携させ、ICTを制御システムで活用することで、システムを安定に稼働したり、ソフトウェア技術の導入を支援したりすることも期待されている。

### 3 産業用コントローラーの新製品

当社製産業用コントローラーのユニファイドコントローラ nv シリーズ type1 (電気制御用) 及びtype2 (計装制御用) は、高い信頼性と大規模システムの高速度制御を特長とし、長年にわたり幅広い分野で稼働実績を積み重ねてきた。また、中小規模システム向けにtype1 light (電気制御用) 及びtype2 light (計装制御用) もラインアップに加え、システム規模に応じた柔軟な対応を可能にした<sup>(3), (4)</sup>。更に、これらのコントローラーで共通に使用できる、統合エンジニアリングツール nV-Toolや高速シリアルI/Oシステム TC-net I/Oを提供することで、制御システムの構築と安定稼働を実現してきた。

これまでの制御システムは、コンピューターによる情報系と



図1. typeFR — typeFRは、監視・制御システムのコンピューターとコントローラーを一体化することで、省スペース化を実現するとともに情報システムとの接続性を向上させた。

Unified Controller nv-pack series typeFR

コントローラーによる制御系をLANで接続し、制御システムの規模や機能に応じて、複数のコンピューターやコントローラーで構成していた。制御システムの機能追加や増設にあたっては、機器ごとに必要な数のコンピューターとコントローラーを追加していた。また、コンピューター用とコントローラー用のアプリケーション、及びそれらをLAN経由で連携させるプログラムの作成が必要であった。

また、IoTを導入する場合などに、センサーの入力数を増やしてコンピューターで数値計算や履歴データの処理を行うには、コントローラーを経由してセンサーからのデータを入力するためのアプリケーションを新たに作成する必要があった。

そこで当社は、コンピューターアプリケーションとコントローラーアプリケーションを連携させたシステムを、より単純かつ簡単に構築し同一のハードウェア上に搭載できる、汎用性の高い産業用システム機器として、typeFRをリリースした(図1)。

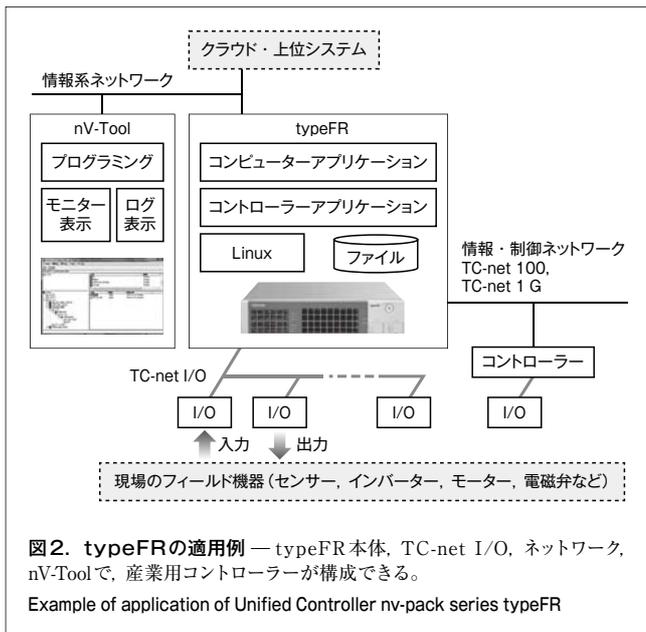
typeFRは、産業用のコントローラーとコンピューターの開発を通して蓄積した当社の基盤技術を基に、東芝グループの先端ソフトウェア技術を導入し、オープンソースソフトウェア(OSS)で安定性、相互接続性、保守性を確保することに加えて、OSSを制御機器に適用できるようにリアルタイム性を実現した<sup>(5)</sup>。更にOS仮想化技術を適用して、コントローラーとコンピューターの異なる2種類の汎用OSを同一プラットフォーム上に構成し、それぞれのアプリケーションをコントローラー機能とコンピューター機能として搭載できるようにした。

これらによって、コンピューター機能とコントローラー機能を容易に連携させ、高速、高信頼な制御を可能にした。また、汎用プログラミング言語を使ったアプリケーションとの連携でコントローラー機能による複雑な動作を実現した。

以下に、typeFRの継承性と省スペース性について述べる。

#### 3.1 継承性

nV-Toolは、プログラム言語の国際標準規格であるIEC 61131-3に準拠しており、以前から製品として提供している統合コントローラーとユニファイドコントローラの両方で共通に使用できる。またtypeFRとnvシリーズは、共通のI/Oと制御ネットワークを使用してシステム構築が可能である(図2)。



統合コントローラやユニファイドコントローラで作成したプログラムや、ユーザー定義ファンクション、ユーザー定義ファンクションブロックなどを活用することで、エンジニアリング効率の向上や既存ソフトウェア資産の継承を図ることができる。

フィールド機器に接続するI/Oは、既設I/Oモジュール用アダプターで従来のI/Oモジュールと配線をそのまま使用できるマイグレーション（システムの更新）対応により、統合コントローラ Vシリーズ model 2000からユニファイドコントローラに移行することができる。またVシリーズ model 3000からユニファイドコントローラへのマイグレーションは、端子台変換モジュールを使用することでI/O端子台と配線をそのまま使うことができる。

このように既設のコントローラを段階的にシステム更新することで、最新技術を適用した情報処理や上位システムと既設の現場機器間の接続が、コンピューターアプリケーションで簡単に実現できる。更に、既設の制御システムでこれまで使用していたアプリケーションや現場機器の配線をそのまま流用することで、工事費用の削減と更新期間の短縮を図ることができる。

### 3.2 オールインワン

新製品のtypeFRは、これまで別置きであったコントローラとコンピューターを一体化することで、省スペース化を実現した。また、ラックマウント型の本体1台だけで簡単に取り付け作業ができるようにして、設置に伴う作業性を向上させた。

コントローラの基本機能である演算、入出力、伝送の各機能は、typeFRではコンピューター上で動作する専用ソフトウェアで実現している。エンジニアリングツールの接続サポートや、ネットワークとI/Oの拡張などは拡張カードにより構成し、フィールド機器との入出力を行う。

typeFRでは、OSや、メモリー、インターフェースなどのリ

ソースをコントローラ機能とコンピューター機能とで分離し、それぞれ独立した動作を可能にした。更に、コントローラ機能とコンピューター機能の間は、同一の実行メモリー上のデータを共有している。これによって、通信プログラムがなくてもそれぞれのアプリケーションから相互にそのデータを使用できるので、コントローラ機能とコンピューター機能の連携が容易になり、LANなどを介することによる待ち時間の削減もできる。

コントローラ機能は、フィールド機器の制御をミリ秒単位の高速度で実行しながら、クラウドコンピューティングなどの上位システムのプログラム資産を利用できる。更にコンピューター機能は、コントローラ機能のI/Oやネットワークを使用して、フィールド機器のセンサーからのデータを簡単に収集することもできる。複数のtypeFRや外部のコントローラにおける操業中の現場データは、コントローラ機能で管理されるネットワークを通して常に更新され、コンピューター機能での情報処理に使用できる。

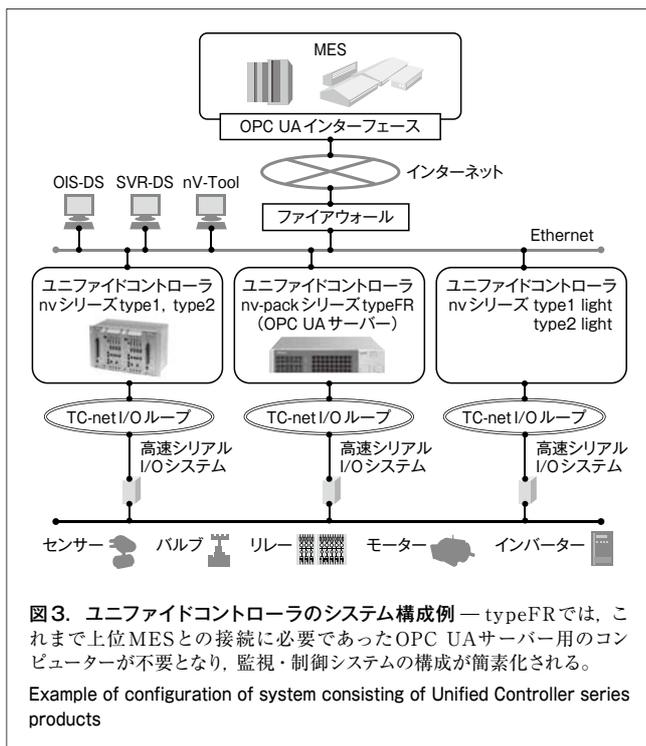
## 4 ソフトウェアとセキュリティ

当社は、統合制御システムCIEMAC-DS/nvをシステム構築向けに提供している。ハードウェア製品の産業用コントローラと産業用ネットワーク、更に以下の各種ソフトウェア製品で制御システムが構成される。nV-Tool、プラントのオペレーターが操作するHMI (Human Machine Interface) のOIS-DS、プロセスのトレンドデータや履歴を管理、保管するサーバーのSVR-DS、エンジニアリングワークステーションとして産業用コンピューターにインストールして使用するオープンネットワークサービスのONSサポートパッケージ、VB (Visual Basic) でシステムに連携したアプリケーションを作成するVBインターフェースパッケージ、プロセス制御システムにおいて運転時のサンプリングデータからパラメーターを同定するプロセス制御最適化ツールnv-ADCOPがある。システム構成例を図3に示す。

近年、ネットワークのオープン化により、制御システムのセキュリティ対策が必要になっている。セキュリティ強化を目的として、経済産業省が中心となって設立した技術研究組合 制御システムセキュリティセンター (CSSC) の活動に、当社も設立メンバーの一員として参画している。

このセキュリティ対策について、ユニファイドコントローラnvシリーズtype2で機器レベルの対応を行った。製品の認証をCSSCにて実施し、ISASecure規格のEDSA (Embedded Device Security Assurance) 認証を取得した。

システムのHMIやサーバーとして使用するコンピューター環境にも、アプリケーションへのセキュリティ対策が必要となる。不正アクセスや標的型攻撃などの脅威に対して、ユーザーがあらかじめ承認したホワイトリストを使用してシステムを守る、ホワイトリストパッケージをサポートしている。



また、今後のIoT時代のセキュリティ対応を強化するため、OPC UA (Unified Architecture) サーバーパッケージをソフトウェアのラインアップに加えた。OPC UAでは、インターネットの protocols である SOAP (Simple Object Access Protocol) や HTTPS (Hypertext Transfer Protocol over Secure Socket Layer) を採用しており、インターネットやクラウドコンピューティングなどのオープンなネットワーク環境でのセキュアな利用が可能になる。

このOPCは、制御システムでのベンダー固有の protocol による通信の壁を越えて、異なるベンダー機器間で通信する標準インターフェース仕様である。OSやハードウェアなどコンピューターのプラットフォームには依存せず、その機能は従来のOPC Classic仕様を包含している。最新技術のOPC UAはIEC 62541として国際標準規格化され、近年ではOPC Classic仕様に加えて、OPC UAに対応したソフトウェアが各社から提供され始めている。主な利用形態は、コントローラーやコンピューターにサーバー機能を実装し、クライアント機能を実装したHMI、MES (Manufacturing Execution System: 製造実行システム)、SCM (Supply Chain Management)、ERP (Enterprise Resource Planning: 統合基幹業務システム) が、サーバー内のデータにアクセスできる構成である。

typeFRはコントローラーの制御データやパラメータアクセスのためのゲートウェイとしての役割を担い、上位のソフトウェアとの間はOPC UAクライアントとセキュア通信によってデータを送受信する。更に、当社のOPC UAサーバーは、サーバーで定周期にデータを更新する構成を採ることで、制御シス

テム内におけるネットワークの負荷を低減し、プラントの安定操作に配慮した。

当社は今後も、IoTやクラウドコンピューティングを簡単に利用できるようにするため、typeFRに対応したホワイトリストパッケージやOPC UAサーバーパッケージのリリースを予定している。

## 5 あとがき

産業用システム機器の最新動向に加え、当社の新製品であるtypeFRの機能や、ソフトウェアのセキュリティとIoTに対応したOPC UAサーバーパッケージについて述べた。

今後も、コントローラーの高速制御と機能拡充や、情報処理ソフトウェアの更なる追加などを積極的に行うことで、ユーザーニーズに応えるとともに、地球環境にも配慮し、安心して使いやすい産業用コントローラーを提案していく。

## 文献

- 内閣府 総合科学技術・イノベーション会議。"未来投資戦略 2017 - Society 5.0の実現に向けた改革"。内閣府、2017、383p。 <[http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2017\\_t.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2017_t.pdf)>、(参照2017-10-16)。
- ARC Advisory Group。"Information Driven Enterprise Concept" <<https://www.arcweb.com/industry-concepts/information-driven-enterprise-concept>>、(accessed 2017-10-16)。
- 柴宮 理、ほか。高度化するユーザーニーズに応える産業用コントローラの新技術と展開。東芝レビュー。2013、68、10、p.14-17。
- 百武 博幸、ほか。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産業用コントローラ。東芝レビュー。2015、70、10、p.14-17。
- 東芝デジタルソリューションズ(株)。"社会インフラシステム向けLinux®の普及を推進する「Civil Infrastructure Platform」への参画について"。東芝デジタルソリューションズ(株) ニュースリリース。 <<http://www.toshiba.co.jp/cl/news/news20160405.htm>>、(accessed 2017-10-16)。

- Linuxは、Linus Torvalds氏の米国及びその他の国における登録商標又は商標。
- ISASecureは、ISA Security Compliance Instituteの商標。



岡部 基彦 OKABE Motohiko

東芝インフラシステムズ(株)  
府中事業所 パワーエレクトロニクス・計測制御機器部  
計測自動制御学会会員  
Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corp.



立野 元気 TATENNO Genki

東芝インフラシステムズ(株)  
府中事業所 パワーエレクトロニクス・計測制御機器部  
計測自動制御学会会員  
Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corp.



百武 博幸 MOMOTAKE Hiroyuki

東芝インフラシステムズ(株)  
府中事業所 パワーエレクトロニクス・計測制御機器部  
Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corp.