

## 制御システムのDX化をサポートするクラウドサービス

Cloud Services Aimed at Digital Transformation of Control Systems

村上 佳介 MURAKAMI Keisuke 立野 元気 TATENO Genki 劉 榴 LIU Liu

計測・制御システムは、スマート工場の実現に向けて、エッジリッチ戦略やクラウドコンピューティングを応用したデータ利活用を図ることで、DX（デジタルトランスフォーメーション）に対応するために進化し続けている。

東芝インフラシステムズ(株)は、従来の計測・制御システムをDX化する上でキーとなるコントローラー“ユニファイドコントローラVmシリーズ typeS”（以下、typeSと略記）を開発して提供し、更に機能・性能の拡充を続けている。また、DX化に向けた新たなクラウドサービスをユーザーに提供するため、リモート環境でのエンジニアリングを可能にして開発・運用効率を向上させる統合エンジニアリング環境“nV-Toolsクラウド”と、様々な機器やシステムでデータを利活用するための、顧客システムごとにデータを管理するプラットフォームを開発した。

The movement toward the realization of smart factories has recently been progressing in manufacturing industries. In particular, control systems continue to evolve for digital transformation (DX) through the utilization of data processed by edge and cloud computing.

Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corporation has already developed and released the Unified Controller Vm series typeS industrial controllers, which are playing a key role in the DX of conventional control systems. We are making continuous efforts to further enhance the functions and performance of such systems. In order to provide users with new cloud services focusing on DX, we have now developed nV-Tools Cloud, an integrated engineering environment that makes it possible to improve the efficiency of development and operation by means of remote engineering. In addition, we have developed a platform that allows individual users to manage and make effective use of information and data collected by the equipment comprising their control systems.

### 1. まえがき

産業用コントローラーが適用される社会インフラ及び産業オートメーションシステムは、これまでのハードウェアをメインとした構成から、よりソフトウェア化された柔軟なシステム構成へと変化を続けている。また、これらのシステムでは、IoT（Internet of Things）の潮流により、現場機器がネットワークに接続されて様々なデータが収集可能となり、DX化が起こっている。更に、昨今の働き方改革やコロナ禍の影響を受けたリモートワークなど働き方の変化や、少子高齢化を受けた技術者の省人化や技術継承への対応が求められている。

東芝インフラシステムズ(株)は、このような技術的・社会的要請に対して、従来の計測・制御システムをデジタル変革するエッジリッチ戦略（分散）を推進し、更にそこで蓄積した技術をクラウド応用（集中）することでDX化を進め、働き方の変化などに対応できる製品を提供している。

エッジリッチ戦略としては、現場に分散したエッジ部で収集したI/O（Input/Output）データの分析やAIの活用が可能で、高性能で大容量のコントローラー typeS を、2020年

にリリースした<sup>(1), (2)</sup>。クラウド応用としては、ユーザーのエンジニアリング効率を向上させるために、クラウド技術の活用による統合エンジニアリング環境として、nV-Toolsクラウドの提供を開始した。また、制御システムのユーザーが対象システムのコンポーネント製品の技術・生産・品質情報を管理し、データを利活用するためのプラットフォームを開発した。

ここでは、DXを見据えた計測・制御システム向けのコンポーネントとデータサービスについて述べる。

### 2. エッジリッチなシステム構築に適した typeS

typeSの特長を、以下に述べる。

- (1) コントローラー機能とコンピューター機能の連携  
汎用マルチコアプロセッサを基幹とし、大容量メモリー、大容量ストレージ、及びPC（パソコン）で使用される汎用アーキテクチャーを採用した。これにより、従来の高速シーケンス制御用コントローラーである“ユニファイドコントローラnvシリーズ type1”と比較して、CPUの演算性能が大幅に向上した。また、コンピューター機能が加わることで、大容量データの高速処理や蓄積が可能となった。

コントローラー機能とコンピューター機能の間には共有のメモリー領域を確保しており、二つの機能の連携動作ができる。従来のシステムでは、多くの現場機器がネットワークに接続される中で、コントローラーでの情報の蓄積が困難なため、上位機器のコンピューターに蓄積していた。その結果、データ転送に伴ってLANの通信トラフィックが増大する傾向にあった。typeSでは、コントローラー機能とコンピューター機能の間でシームレスかつ高速なデータ交換が可能なので、通信トラフィックの最適化と安定化ができる。また、現場の近くでデータを処理することで、制御系と収集・分析系のレイテンシーが短縮され、分析結果のリアルタイムなフィードバックが可能となった<sup>(3)</sup>(図1)。typeSは、従来の制御システムをデジタル変革するためのキーコンポーネントであり、高い演算性能、及び大容量のハードウェアリソースによって、エッジ領域での大容量データの収集・蓄積・分析を可能にした<sup>(4)</sup>。

(2) 技術・資産の継承 typeSは、当社の産業用コントローラーのコア技術であるエンジニアリングツールnV-Tool(国際標準プログラミング言語IEC 61131-3(国際電気標準会議規格 61131-3)準拠)、リアルタイム制御ネットワークTC-net 100(産業用リアルタイムイーサネットIEC 61784-2/61158準拠、通信速度:

100 Mビット/s)、及び高速シリアルI/OシステムであるTC-net I/Oをサポートしており、ユーザーの制御プログラム資産や既設フィールドネットワークをそのまま流用可能である。

(3) 機能・性能向上 typeSの機能・性能向上のために、2020年にリリースしたTC-net 100対応製品よりも高速なTC-net 1G(通信速度:1 Gビット/s)対応製品をラインアップに追加し、より高性能な制御システムコンポーネントとした。今後、当社の従来製品を適用した既設システムで使用されているI/O(G3 I/O)に直結して入出力できるモジュールを開発し、I/Oマイグレーションを実現する。これにより、ユーザーのG3 I/Oの既存設備がそのまま有効活用できるようになるほか、既設システムのコントローラーをtypeSに置き換えることで、そのデータの利活用が可能となる。

また、“ユニファイドコントローラVmシリーズ”に、DCS(Distributed Control System)機能をサポートするtypeL(仮称)を追加し、従来のDCS同様に、統合制御システムCIEMAC-DS/nvのHMI(Human Machine Interface)とのタグアクセスによる接続や、コントローラーの二重化に対応する。これにより、DCSでもコンピューター機能とコントローラー機能を連携させた高度なリアルタイム制御を可能とする。

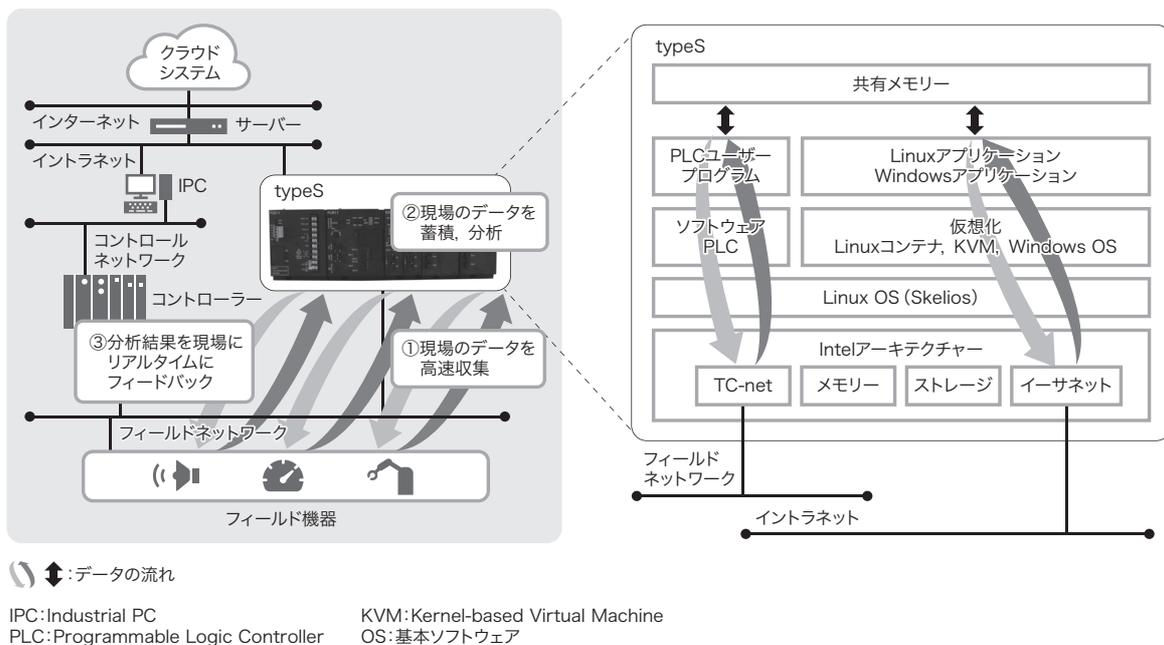


図1. 制御システムへのtypeS適用例

コントローラー機能とコンピューター機能を融合したtypeSにより、スマート工場の実現を可能とする。

Positioning of typeS in control system and its configuration

### 3. nV-Toolsクラウド

近年、制御システムは統合化や高度化が進み、そのエンジニアリングコストはますます増大する傾向にある。その解決手段として、当社は、PA (Process Automation) とFA (Factory Automation) の両分野に適用可能な統合エンジニアリング環境を実現し、システムアプリケーションの生産性と品質向上に寄与してきた。

この度、クラウドシステム上で制御アプリケーションのプログラミング・デバッグ・シミュレーションを可能にした統合エンジニアリング環境である、nV-Toolsクラウドの提供を開始した。

既にオンプレミス用として実績のあるnV-Toolや、コントローラシミュレーターである“ユニファイドコントローラnvシミュレータ”(以下、nvシミュレータと略記)<sup>6)</sup>のソフトウェア実行環境とそのユーザーデータをクラウドシステム上に提供することで、いつでもどこでもエンジニアリングが可能である(図2)。

nV-Toolは、システム構築から、プログラミング、モニタリング、RAS (Reliability, Availability, Serviceability) 情報の収集、監視までカバーする様々な機能をサポートしている。また、nvシミュレータは、Windows上で各種コントローラの動作を模擬し、実機レスでの試験環境を提供する。

一般的には、システムインテグレーター (Sier) は、最終顧客への納品前に自らの事業所 (工場) で制御プログラムの開発やデバッグを行うために、コントローラ実機、又はシミュレーター設備を準備する。その際、システムの開発規

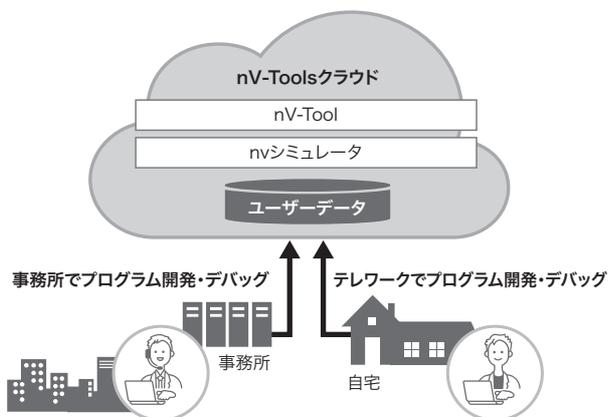


図2. nV-Toolsクラウドによるリモートエンジニアリングの実現

テレワークも含めた遠隔地からの開発とメンテナンスを可能にし、エンジニアリング業務を場所や時間の制約から解放する。

Remote engineering using nV-Tools Cloud service

模や、フェーズ、分業体制などに応じて、設備環境の増強や、システムの成果物であるユーザーデータの管理が必要となる。

また、昨今の働き方改革やコロナ禍への対応として、ノートPCを活用して工場以外でエンジニアリングを進めるSierも多くなり、リモート環境でのエンジニアリングが加速している。そこで問題となるのが、デバッグ作業の制約である。リモート環境でのデバッグ作業の際は、シミュレーターを使用することが一般的であるが、エンジニアリングツールやシミュレーターのソフトウェアの実行環境を作業員ごとに準備した上で、個々の作業での成果物を受け渡す必要があった。

更なる作業の効率化に向けて、リモートエンジニアリングでは実システムへの接続も期待されている。セキュリティ面の配慮は必要であるものの、制御システムの現地立ち上げや納品後のシステム運用・保守などにリモート化を広げることで、得られる恩恵はより大きくなる。

これらに対応するため、クラウド技術を活用したnV-Toolsクラウドを開発した。様々な制御システムのエンジニアリングに適したユーザーフレンドリーな環境を提供するnV-Toolsクラウドの特長を、以下に述べる。

- (1) 生産性向上 　いつでもどこでも制御アプリケーションの構築・プログラミング・デバッグが実機レスで可能なため、テレワークにも対応可能である。移動時間や実機待ち時間の削減、及び異なる拠点間での成果物共有が可能となり、生産性向上につながる。
- (2) 設備削減 　サブスクリプション方式での提供で、制御プログラムの開発環境として必要な実機保有台数を削減し、ライトアセットな開発環境を実現できる。また、システム開発規模やフェーズに応じて、柔軟に開発環境を増減できる。
- (3) 容易な運用・保守 　シミュレーション環境にとどまらず、コントローラ実機とのオンライン機能への拡張も計画している。これにより、実機システムのリモート立ち合いサービスの提供や、運用・保守のリモート化の実現で、一層の効率化に貢献する。

### 4. データの利活用を実現する“顧客システム毎管理プラットフォーム”

計測・制御システムは、産業用コントローラーをはじめとして、入出力を担うセンサーやバルブなど、ベンダーの異なる様々なコンポーネントであふれている。当社も、これまでにコンポーネント製品を長年にわたって開発し、ユーザーに提供してきた。そして、これらのコンポーネントの品質を高めるために、仕様・機能の情報公開や、トラブル情報の収集と

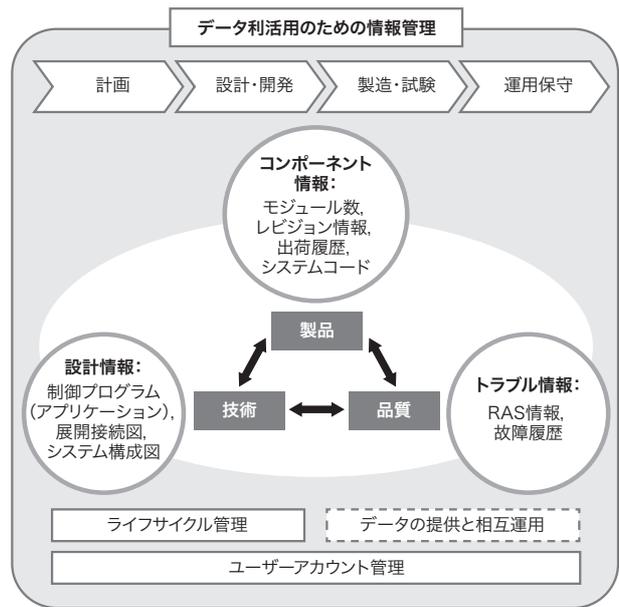
対策の横展開，ユーザーからの問い合わせへの対応など，様々な施策を展開してきた。

これらのコンポーネントは，システムに組み込み，ほかのコンポーネントと協調させ，所望の制御や監視を行えるようにエンジニアリングして，初めてシステムの一部として機能する。計測・制御システムは，システムの引き合い・受注，コンポーネントの調達，システム的设计・製造・組み立て・検証，及び現地調整・最終試験を経て，操業現場で運用される。また，運用中も，コンポーネントの定期検査や，不調・故障時の交換作業などの保守が行われる。このように，計測・制御システムは，ライフサイクルにわたり，様々な資料やデータを収集・蓄積・管理・活用する必要がある。

また，その資料やデータのソースは，コンポーネントベンダーや，SIer，EPC (Engineering, Procurement, Construction) コンストラクター，最終顧客など，様々な組織・人に由来する。例えば，SIerが設計・製造する制御プログラムや，最終顧客が提示する要求仕様，あるいはVOC (Voice of Customer) もその資料やデータの一部である。これらの情報は，各々の組織・人が個別に管理しており，システムの維持や管理に必要なときに，必要とする人にすぐに届かないという問題がある。また，昨今の少子高齢化に伴い，時とともに変遷する組織・人に対して，技術やノウハウを効率的に継承することが課題となっており，資料やデータを一元管理することが望ましい。そのような資料やデータは，必要なユーザーが必要なときにアクセス可能にする必要がある。

そこで，顧客システム毎管理プラットフォームは，**図3**に示す様々なサービス群を提供する。

- (1) ユーザーアカウント管理 個々のユーザーに対して，資料やデータにアクセスする権限を付与する機能を提供する。計測・制御システムに関係する様々な立場の作業従事者に対して不必要な資料やデータ共有を防止し，情報漏洩(ろうえい)のリスクを低減する。ユーザーアカウントは，基本的に権限上位のユーザーが，下位のユーザーに権限の付与や解除を行うことで管理する。特定の期間だけ関わる組織外のユーザーにも，必要に応じて権限を付与・解除することができるため，ユーザー間で円滑かつ適切な情報共有が可能となる。
- (2) ライフサイクル管理 ユーザーやユーザーが属する組織によって，誰が何をいつどこにどのように保管するかといった様々なポリシーに対応するため，シンプルなフォルダー構造を採用する。例えば，トラブルという名称のフォルダーで，システムやコンポーネントのトラブル情報を一元保管し，保守員にアクセス権限を付与し



**図3. データ利活用を実現する顧客システム毎管理プラットフォーム**  
システムのライフサイクルにおける様々な技術・生産・品質情報を，共有し，利活用するためのプラットフォームを提供する。

Outline of platform for effective utilization of various types of information

た上で，トラブル情報を収集・蓄積する。これにより，保守員が代わっても，後任にアクセス権限を付与することで，円滑に引き継ぐことができる。

- (3) データの提供と相互運用 複数の計測・制御システムを管理するユーザーにとって，仕向け先や，担当者，ハードウェアの部品，ソフトウェアのバージョンなどのデータは，特に重要である。これらの中で，当社から提供可能なデータを自動的に供給できるようにする仕組みを，現在開発中である。また，コンポーネントのトレーサビリティ情報，ユーザーが過去に問い合わせした質問・回答，トラブル時にコンポーネントが提供するRAS情報，及びその解析結果を，ユーザーとベンダーで共有する環境も開発している。過去のデータや解析結果とも照合することにより，トラブルを早期に解決できるほか，ベンダーもコンポーネントの品質向上に活用できる。

## 5. あとがき

計測・制御システムは，社会インフラ及び産業オートメーションシステムを支えるコア要素として，上位層に処理機能を集中した従来の階層構造から，エッジ側での処理に分散するエッジリッチ化へと変化し，更にクラウドシステムへの集中に，進化し続けていく。

当社は、産業構造の変化や新たな社会への変革に対応した製品の開発・提供を続け、計測・制御システムのDX対応をサポートすることで、スマートかつ安全な社会や産業の実現に貢献していく。

## 文 献

- (1) 立野元気, ほか. CPSプラットフォームに対応する次世代制御システム. 東芝レビュー. 2019, **74**, 6, p.43-46. <[https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/migration/corp/techReviewAssets/tech/review/2019/06/74\\_06pdf/b04.pdf](https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/migration/corp/techReviewAssets/tech/review/2019/06/74_06pdf/b04.pdf)>, (参照 2021-10-14).
- (2) Tangtrasthan, P. et al. "Industrial Control Product(s) with Virtualizing Technology Appropriate for CPS Platform". Proceedings of the 59th Annual Conference of the Society of Instrument and Control Engineers of Japan (SICE 2020). Online Conference, 2020-09, The Society of Instrument and Control Engineers. 2020, p.13-18.
- (3) 岡部基彦, ほか. 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. 東芝レビュー. 2017, **72**, 5, p.42-45. <[https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/migration/corp/techReviewAssets/tech/review/2017/05/72\\_05pdf/b04.pdf](https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/migration/corp/techReviewAssets/tech/review/2017/05/72_05pdf/b04.pdf)>, (参照 2021-10-14).
- (4) 本島大地, ほか. エッジリッチなCPSを実現する制御システム向けIoT対応コントローラー. 東芝レビュー. 2021, **76**, 1, p.46-49. <<https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/jp/technology/corporate/review/2021/01/f04.pdf>>, (参照 2021-10-14).
- (5) 廣前耕三. 実機レスの総合システム試験を実現させるユニファイドコントローラnvシミュレータ. 東芝レビュー. 2010, **65**, 6, p.48-51.

- 
- ・ Windowsは、Microsoft Corporationの米国及びその他の国における登録商標又は商標。
  - ・ 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。
  - ・ イーサネットは、富士フイルムビジネスイノベーション(株)の登録商標。



村上 佳介 MURAKAMI Keisuke  
東芝インフラシステムズ(株)  
府中事業所 計測制御機器部  
Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corp.



立野 元気 TATENO Genki  
東芝インフラシステムズ(株)  
府中事業所 計測制御機器部  
計測自動制御学会会員  
Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corp.



劉 榴 LIU Liu  
東芝インフラシステムズ(株)  
府中事業所 計測制御機器部  
Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corp.