

トレンド

計測・制御システムのDX戦略により加速する 製造業・社会インフラの技術革新

Technological Innovations in Manufacturing Industries and Social Infrastructure Systems Based on DX Strategies for Measurement and Control Systems

阿南 和弘 ANAN Kazuhiro 関 錚錚 GUAN Zhengzheng 百武 博幸 MOMOTAKE Hiroyuki

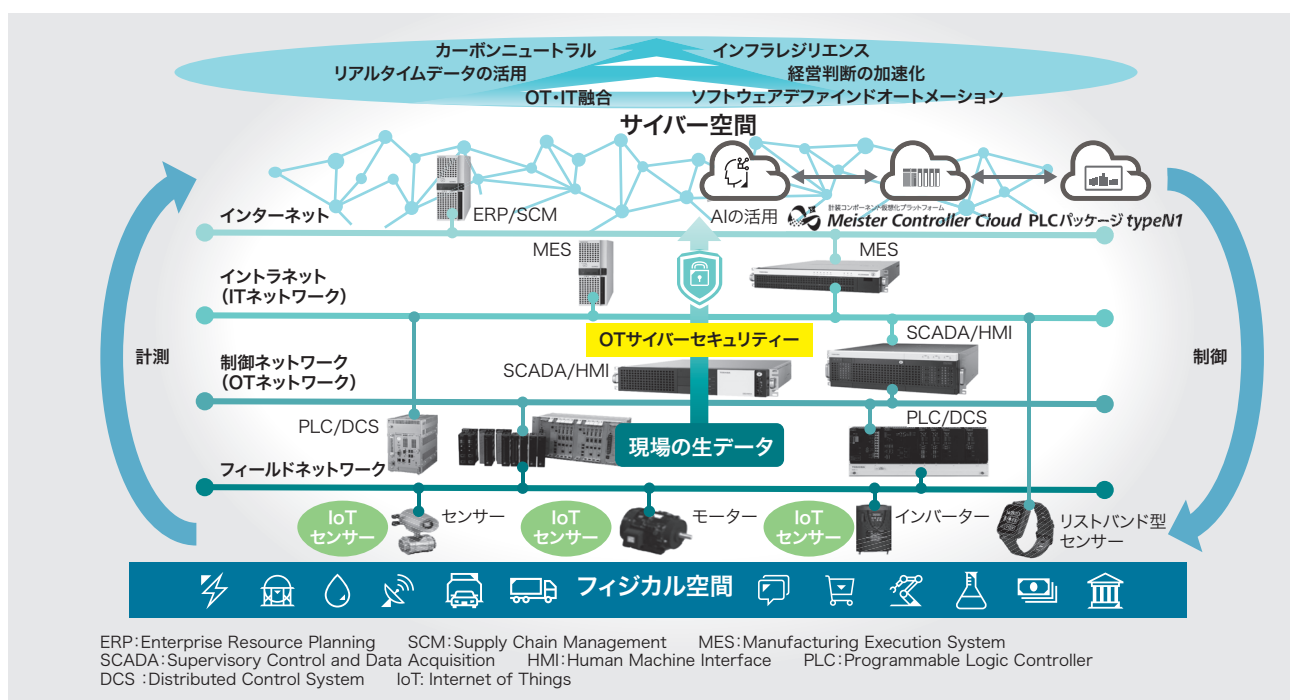
計測・制御システムは、OT（制御・運用技術）領域とIT（情報技術）領域の融合（以下、OT・IT融合と呼ぶ）に伴い、データの利活用によるデジタルトランスフォーメーション（DX）が進んでいる。

情勢変化への迅速な対応や持続可能な社会への貢献といった時代の要請に応え、OT・IT融合は、生成AIなどの新たな革新技術を取り込みながら、機能要素のソフトウェアデファインド化により柔軟なシステム構成を可能とするシステム自動化（ソフトウェアデファインドオートメーション）の段階へと進む。同時に増大するセキュリティリスクに対して、OTサイバーセキュリティもますます重要になってきている。

東芝グループは、OT・IT融合を推進するOTコンポーネントやそれを応用して進化する計測・制御システムを提供し、製造業や社会インフラの技術革新に貢献する。

Recently, there has been a trend toward accelerating digital transformation (DX) in measurement and control systems by utilizing data that results from the convergence of operational technology (OT) and information technology (IT). To meet the needs of the times, including immediately responding to changing circumstances and contributing to achieving a sustainable society, technologies that combine OT and IT are advancing to the next stage known as software-defined automation, which is capable of flexibly adapting system configurations by means of software-defined functional elements while incorporating innovative technologies including generative artificial intelligence (AI). OT cybersecurity is also becoming an essential countermeasure against growing security risks.

The Toshiba Group is committed to providing not only OT components to promote the convergence of OT and IT, but also measurement and control systems that evolve through the use of our OT components with the aim of supporting technological innovations in the manufacturing industry and social infrastructure systems.



特集の概要図。東芝グループのDX戦略によるデジタル革新

Overview of Toshiba Group's DX strategies

1. まえがき

変わりゆく時代の要請に応え、様々な技術革新を取り込み、計測・制御システムは、新たな価値を生み出しながら進化を続け、製造業や社会インフラなどを支えてきた。

近年、製造業は、サプライチェーンがグローバル化していることから、世界情勢の変化への迅速な対応が求められている。また、サーキュラーエコノミー（CE）、カーボンニュートラル（CN）をはじめとした持続可能な社会への貢献も求められている。更に、我が国では、少子高齢化による労働人口減少への対応や、国際競争力強化のための生産性向上も喫緊の課題である。

他方で、システムの高度化・大規模化により障害発生時の影響やリスクが増大していることに対して、インフラレジリエンスが求められている。これには、技術的な対応だけでなく、EU（欧州連合）のEUサイバーレジリエンス法（CRA）や国内の経済安全保障推進法など、法規制への対応も必要になる。

このような時代の要請に応えて、これまで技術的制約の中で生産性向上や最適化を実現するため、クローズドな環境で進化してきた計測・制御システムを含むOT領域では、IT領域と技術的に融合し、データの利活用によるDXが進められている⁽¹⁾。このOT・IT融合は、構成変更や機能拡張の更なる柔軟性向上のため、機能要素をソフトウェアデファインド化したソフトウェアデファインドオートメーションの段階へと進み、著しい高機能化を続けている生成AIを取り込むことで、更なる進化を始めている。同時に、このような進化とともに増大していくセキュリティリスクへの対応のためのOTサイバーセキュリティも、ますます重要になってきている。

東芝グループは、OT・IT融合を推進するOTコンポーネントやそれを応用して進化する計測・制御システムを提供し、製造業や社会インフラの技術革新に貢献する（特集の概要図）。

2. OT・IT融合とその進化

OT・IT融合により、現場データをクラウドシステムなどの上位システムで蓄積・分析し、再度現場へフィードバックすることで新たな価値を生み出すための基礎は整った。

製造業では、製造システムの操業データを経営データなどと合わせて高度な分析を行い、その結果に基づいて製造システムを制御することで、生産性の向上やエネルギー・資源消費の最適化を行うスマートマニュファクチャリングへの取り組みが進んでいる。高度な分析には、生成AIなどのAI技術の採用が始まっている。ここでの課題は、データ通

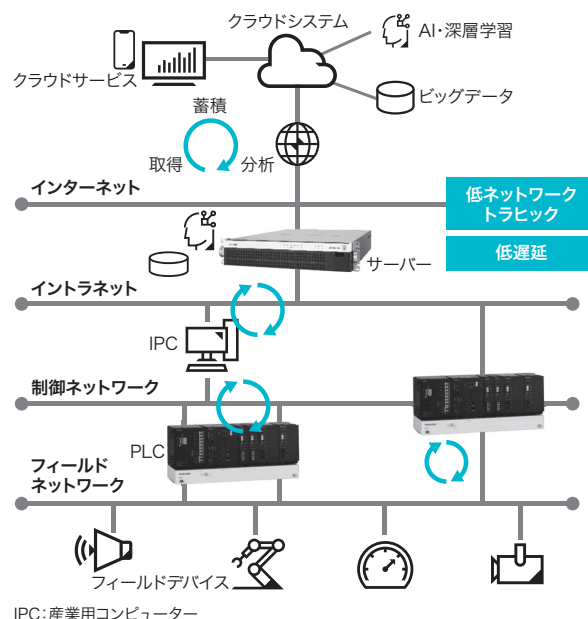


図1. OT・IT融合の課題を解決するエッジコンピューティング

エッジ側で演算を行い、必要なデータだけを上位システムに送ることでデータ通信量を抑制し、同時にリアルタイム性も確保する。

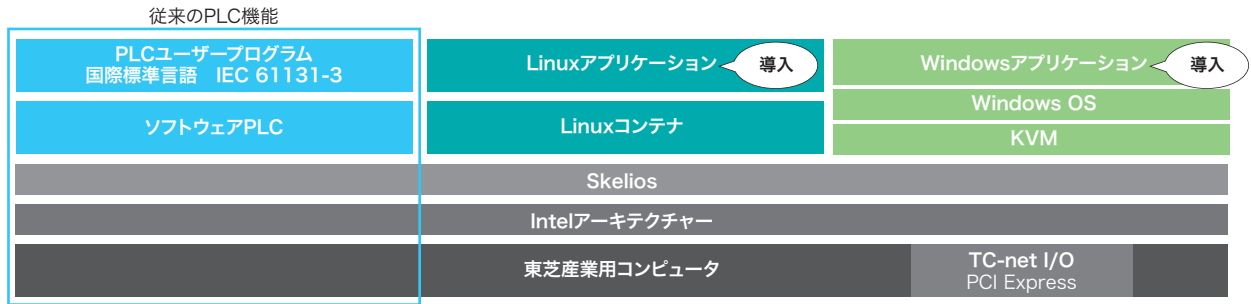
Overview of edge computing to solve issues related to convergence of OT and IT

信量の増加対策とリアルタイム性の確保である。東芝グループは、エッジ側での高度な演算を可能にする“東芝産業用コンピュータ”や、コンピュータ機能を搭載した“東芝産業用コントローラ”を提供し、エッジコンピューティングにより、この課題を解決する（図1）。

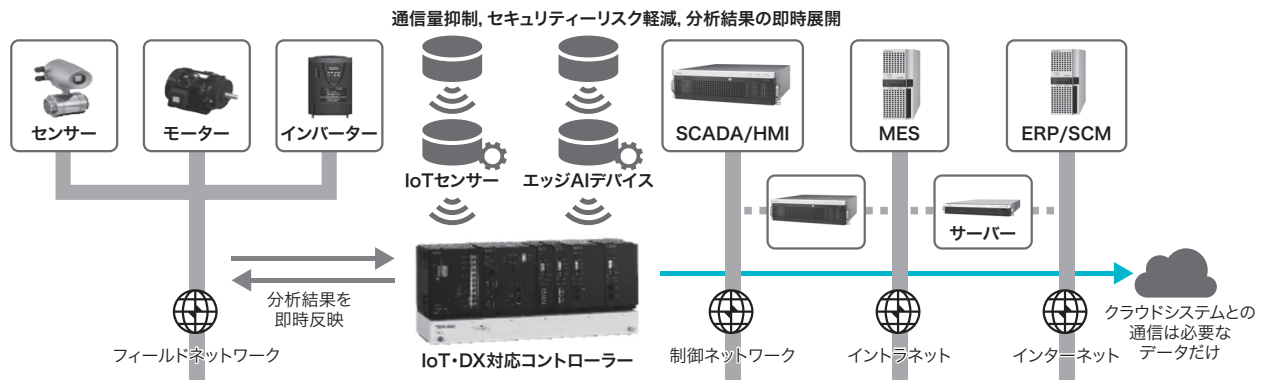
また、次の段階として、分析結果から製造システムの構成変更や機能拡張までも可能とし、更なる生産性向上や最適化を求める動きがある。製造システムを機能単位に分解し、ソフトウェアデファインド化するソフトウェアデファインドオートメーションである（図2）。ソフトウェアデファインド化によりもたらされるシステムの柔軟性は次なる進化の礎でもある。ここでの課題は、システム構成の柔軟性確保である。また、インターネット回線を使用する構成であればセキュリティ確保も課題となる。東芝グループは、クラウドシステム上にソフトウェアデファインド化したコントローラ機能を実装し、インターネット回線を経由してエッジ側機器を制御するクラウド型PLC（Programmable Logic Controller）を開発し、この課題に対応するための実証を進めている。インターネット回線を使用するため、セキュリティリスク分析に基づいた対策も実装している。

3章ではOT・IT融合を推進するコンポーネントの概略について、4章ではスマートマニュファクチャリングに向けた展開について、それぞれ述べる。

リアルタイムLinuxと仮想化によりコンピューター機能とコントローラー機能を統合



(a) ソフトウェアデファインドコントローラーのアーキテクチャ



(b) エッジリッチな制御システムの構築

KVM: Kernel-based Virtual Machine

図2. ソフトウェアデファインドオートメーションにおけるシステム構成

機能要素をソフトウェアデファインド化し、構成変更や機能拡張に対する柔軟性を向上させる。

Hierarchical architecture of software-defined controller and configuration of edge-rich control system

3. OT・IT融合を推進するコンポーネント

東芝グループは、計測・制御システムの進化を支えるコンポーネントを提供している。製造システムでの現状の課題を解決するため、ソフトウェアデファインド化、OT・ITデータ連携、エッジコンピューティングをキーワードに開発した製品について述べる(この特集のp.23-27参照)。

3.1 クラウド型PLC typeN1

東芝グループは、クラウドシステムからの制御を可能とするクラウド型PLCとして、計装コンポーネント仮想化プラットフォームの“Meister Controller Cloud PLCパッケージ typeN1”(以下、typeN1と略記)を提供している。typeN1は、東芝産業用コントローラの制御機能をソフトウェアデファインド化し、クラウドシステム上に実装して、インターネット回線のゲートウェイ端末であるエッジエージェント装置を介して、クラウドシステムから製造現場や施設に設置された機器を制御する。セキュアにリアルタイムで現場データをクラウドシステムに上げることで、ITアプリケーションと連携したOT・ITデータ連携の制御システム構築を可能

にした。

水産業における外観検査システムのリモートメンテナンス化による省力化や、ビル空調管理の効率化などの事例で、typeN1を用いたシステムの実証を進めている。

3.2 東芝産業用コントローラ typeL, 東芝産業用コントローラ用シミュレーター Vmシミュレーター

OT・ITデータ連携により膨大な現場データを活用して付加価値を創出するには、フィールド機器から上位システムまでのデータ通信量の増大や、制御系と収集・分析系の間に生じる遅延時間によるリアルタイム性能の劣化などの問題を解決する必要がある。

東芝グループは、この問題解決のため、エッジ側で高度な演算を行い、上位システムへの通信を最小限に抑え、リアルタイム性能の低下を防ぐエッジコンピューティングを提唱してきた。

それを具現化するコンポーネントとして、石油化学、鉄鋼などのプラントを制御するDCS (Distributed Control System) タイプの東芝産業用コントローラ“ユニファイドコントローラVmシリーズ typeL”(以下、typeLと略記)をリリース

スしている。

typeLでは、リアルタイム性を確保したLinuxベースの東芝グループ独自のOS（基本ソフトウェア）であるSkelios上に、ソフトウェアデファインド化したコントローラー機能と、Linuxコンテナ又はWindows上でアプリケーションを実行できるコンピューター機能を搭載した。コントローラー機能で収集した操業上の重要なデータは、共有メモリーを介してコンピューター機能へ高速転送され、蓄積・分析できる。これらにより、従来はクラウドシステム上の上位システムや別のパソコン（PC）が必要であった操業上の重要なデータの蓄積・分析を、エッジ側のtypeLだけで処理可能にして通信量を削減し、生産改善をタイムリーに行えるようにした。

また、システム開発での効率的なエンジニアリングを実現する“ユニファイドコントローラVmシリーズシミュレータ”（以下、Vmシミュレータと略記）を開発した。typeLでソフトウェアデファインド化したコントローラー機能をPC上の仮想環境で動作させ、実機レスでの開発を可能とし、効率的なシステム開発を支援する。

3.3 東芝産業用コンピュータFA3100TX model 800

OT・ITデータ連携におけるゲートウェイや現場でのITソリューションの導入によるエッジコンピューティングの実現には、PCの汎用性とOTコンポーネントに求められる高い信頼性や長期供給性・保守性を兼ね備えたコンポーネントが不可欠である。

東芝グループは、このようなニーズに応え、東芝産業用コンピュータの新機種FA3100TX model 800（以下、FA3100TXと略記）をリリースした。FA3100TXは、頑健性や、データ保全性、豊富なRAS（Reliability, Availability, Serviceability）機能、長期供給性・保守性などの東芝産業用コンピュータの特長を継承しながら、高い拡張性と機能・性能向上を実現した。

4. スマートマニファクチャリングに向けた展開

システムへの展開に向けた取り組みとして、三つの事例について述べる。

4.1 安全な現場環境管理を支えるリストバンド型センサー MULiSiTEN MS200

製造現場では生産性向上に加え、作業員の安全管理や現場環境改善が求められている。

東芝グループは、作業員が装着したリストバンドで自身のバイタルデータや周辺環境のデータをモニターして安全管理を支援するリストバンド型センサー MULiSiTEN MS200（以下、MS200と略記）を開発し、提供している。

MS200は、従来のMS100から更に改良された暑さスト

レス計測により、作業員自身の体感だけでは気付けない体調低下などを捉えることができる。また、無線通信機能によりシステム側にデータを集積することで現場環境改善などへの展開も可能とした（この特集のp.15-19参照）。

4.2 TC-net 100による厚み計と制御機器間の高速リアルタイム伝送

スマートマニファクチャリング実現のためには、OTコンポーネント自体の更なる性能向上も不可欠である。

東芝グループは、鉄鋼圧延ラインのキーコンポーネントの一つであるX線厚み計の通信に時間確定性のある東芝グループ独自のTC-net 100を採用し、制御機器との通信のリアルタイム化とデジタル化を実現した。

これにより、鉄鋼圧延ラインの高性能化・高機能化による更なる生産性向上に貢献する（同p.20-22参照）。

4.3 AI技術を適用した製造業向け異常検知システムとプロセス監視制御システムとの連携

製造現場では、省力化への取り組みとして、AI技術を製造システムに適用して、製造工程の異常を検知する自動化が進められている。

（株）TMEICは、AIシステムの開発と、AIの適用が可能な制御コントローラーを含むプロセス監視制御システムの開発を、同時に進めてきた。AIシステムでは、独自アルゴリズムによる解析結果の精度向上と適用範囲の拡大を実現した異常検知システムである“プロセス診断システムTMBee-Atom”と、AI画像解析システムを開発した。プロセス監視制御システムでは、コンピューター機能を搭載した新コントローラー、及びAIシステムなどのデータ連携を容易に実現できるサーバーシステムをシステム化し、統合制御システムCIEMAC VSとして製品化した。

TMBee-Atom、AI画像解析システム、及びCIEMAC VSの適用により、高度で安全・安心なプラント操業ソリューションを進化させる（同p.28-31参照）。

5. あとがき

計測・制御システムは、OT・IT融合を続け、ソフトウェアデファインドオートメーション技術やAI技術を取り込み、更なる進化を始めている。そしてデータに基づく高度な自動化、サプライチェーン全体の最適化、クリーンな製造、更に、それらを統合した自律的な製造へ進化を続ける。

東芝グループは、進化する計測・制御システムで製造業や社会インフラの技術革新に貢献する。

文 献

(1) 百武博幸，ほか，計測・制御システムにおけるDX化の動向，東芝レ

ビュー. 2023, **78**, 6, p.26-29. <<https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/jp/technology/corporate/review/2023/06/b02.pdf>>, (参照 2025-06-05).

- Windows は、米国マイクロソフト社の米国及びその他の国における登録商標。
- Linux は、Linus Torvalds 氏の米国及びその他の国における登録商標あるいは商標。



阿南 和弘 ANAN Kazuhiro
スマートマニュファクチャリング事業部 計測制御機器部
Microelectronics System Components Dept.



関 錚錚 GUAN Zhengzheng
スマートマニュファクチャリング事業部 計装技術部
Instrumentation & Control Equipment Engineering Dept.



百武 博幸 MOMOTAKE Hiroyuki
スマートマニュファクチャリング事業部
Smart Manufacturing Div.