

製造現場とITをつなぐOTコンポーネント

OT Components Connecting Manufacturing Sites with IT

深井 英五 FUKAI Eigo 百武 博幸 MOMOTAKE Hiroyuki 林田 章裕 HAYASHIDA Akihiro

東芝グループは、製造現場へのIT（情報技術）ソリューションの導入を可能にするOT（制御・運用技術）コンポーネントの提供により製造業のDX（デジタルトランスフォーメーション）を推進している。

OTコンポーネントとしては、厳しい現場環境で制御盤に設置可能なラックマウント型産業用コンピューターを新たに開発した。また、ソフトウェアデファインド化された産業用コントローラーの適用で、製造ラインの増設や組み替えへの柔軟な対応を可能とした。更に、リモート環境からクラウドシステム上でエンジニアリングだけでなく製造現場の制御が可能な計装コンポーネント仮想化プラットフォームを提供することで、不良品検査プロセスにおける機能拡張性向上やライトアセット化などに貢献している。

The Toshiba Group has been focusing on promoting digital transformation (DX) in manufacturing by providing a variety of operational technology (OT) components that enable introduction of information technology (IT) solutions at manufacturing sites.

Part of these efforts entails developing the following OT components: (1) a rackmount industrial computer capable of operating under severe conditions and being installed in a control cabinet, (2) a software-defined industrial controller capable of flexibly responding to addition and/or rearrangement of manufacturing lines, and (3) an instrument component virtualization platform capable of remotely providing engineering as well as manufacturing control via cloud systems, resulting in an asset-light defect inspection system with enhanced functionality.

1. まえがき

「2023年版ものづくり白書」⁽¹⁾によると、脱炭素に向けた取り組みの重要性が増していると回答した企業の割合は、2022年と比較して35.9%増加している。このことから分かるように、製造業では、カーボンニュートラル化の機運が高まっている。しかし、製造現場では各設備で発生する二酸化炭素（CO₂）排出量の把握がまだできていないのが実情である。また、サプライチェーンに関わる企業間のCO₂排出量の見える化の実施率は4.4%⁽¹⁾と低調であることから、国内のスマートマニュファクチャリング化が進んでいないことが分かる。これを推進するためには、ITソリューションを製造現場に導入し、DXを進めることが必要となる。製造現場で収集したデータを製造実行システム（MES：Manufacturing Execution System）などの上位層のITソリューションで収集し、製造プロセスを可視化することでカーボンフットプリントを把握しつつ、実際の製造装置の運用効率化など、製造オペレーションを高度化することが望まれる。

東芝グループは、スマートマニュファクチャリング化を進めるために、製造現場向けのITソリューションだけでなく、製造現場からのデータをそのままITソリューションに適用可

能なOTコンポーネントも併せて提供してきた。

その一つとして、産業用コンピューターがある。産業用コンピューターの役割は、OTシステム全体の中で増している。従来は、単にHMI（ヒューマンマシンインターフェース）としてオペレーターの作業を支援するだけであったが、現在はこれに加えて、OTシステムの一部を制御し、エッジコンピューティングとしての活用にも役割が拡大している。現場に設置された産業用コンピューターにITソリューションを搭載し、PLC（Programmable Logic Controller）やDCS（Distributed Control System）といったOTコンポーネントとつなぐことにより、製造現場のデータとITソリューションの連携が図られている。ラックマウント型の産業用コンピューターFR2100TX model 700（以下、FR2100TXと略記）は、ほかのOTコンポーネントをまとめて管理し、製造現場でのメンテナンス性を向上させることが可能である。更に、東芝グループは、ITソリューションとの連携を製造現場から促進するために、ソフトウェアデファインド化された産業用コントローラーも提供している^{(2), (3)}。PLC型の“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FA（Factory Automation）用として、また、DCS型である“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PA（Process Automation）用として、それぞれ提供してお

り、上流から下流の全てにおいて、製造現場に合わせた製品ラインアップをそろえている。ソフトウェアデファインド化された産業用コントローラーは、東芝グループの組み込み用OS（基本ソフトウェア）上にコンピューター機能と制御機能を融合させた一つのハードウェアで構成しているため、ITソリューションとの連携性が高く、より高度なエッジコンピューティングシステムの構築が可能となっている。

また、近年ではクラウドコンピューティングプラットフォームの活用がIT分野でも急速に進んでいる。東芝グループは、クラウドシステム（以下、クラウドと略記）上の産業用コントローラーであるMeister Controller Cloud PLCパッケージ typeN1（以下、typeN1と略記）を中核として、ITシステムとの連携をクラウド上でも進めている。typeN1の開発環境であるMeister nV-Tools Cloudも、クラウド上での運用サービスを提供している^{(3), (4)}。

ここでは、製造現場とITソリューションをつなぐOTコンポーネントの特長と、その適用事例について述べる。

2. ラックマウント型産業用コンピューター FR2100TXの特長

産業用コンピューターは、紙パルプや、鉄鋼、石油化学、廃棄物処理などの分野における監視制御用途だけでなく、半導体製造装置や各種検査装置の組み込み用途など

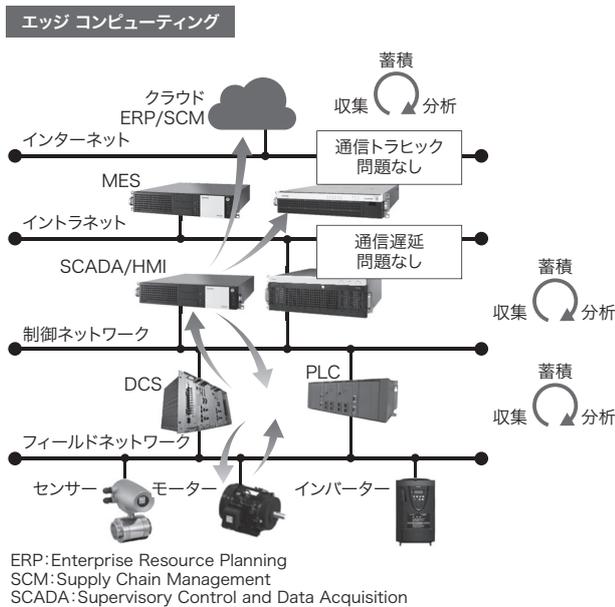


図1. エッジコンピューティングシステム

エッジコンピューティングが可能なラックマウント型産業用コンピューターのFR2100TXを適用して制御データを利活用することにより、DXの推進を図ることができる。

Edge computing system configuration

に採用されてきたが、近年、エッジコンピューティング分野における適用事例が拡大している。その構成例を、図1に示す。

生産管理システムのMESなどでは、システム規模に応じて、生成されたデータをネットワーク経由で収集・管理し、システム全体を効率かつ安定的に運用することが求められる。特に、食品及び飲料分野などの中小規模のOTシステムでは、高い処理能力を持ちつつ、専用室や空調設備がない厳しい環境の現場に機器を設置し、運用及びメンテナンスをしていくことが求められる。東芝グループは、このような過酷な現場での使用を想定し、幅広い使用温度範囲、大きなノイズに耐えられるノイズ耐性、及び24時間連続稼働かつ長期使用に耐え得る頑健性・保守性を備えたラックマウント型産業用コンピューターFR2100TXを開発した。近年の高度化されたシステム向けに、処理性能の向上や、LANポートの増加、ストレージの大容量化などを図った。FR2100TXの主な仕様を表1に、制御盤内の実装例を図2にそれぞれ示す。

CPUにはXeon® W-1270TEを、メモリーにはDDR4(Double Date Rate 4)-2933を採用し、コア数は8コア、最大メモ

表1. FR2100TXの主な仕様

FR2100TX main specifications

項目	仕様	
CPU	Intel® Xeon® W-1270TE 2.0 GHz	
チップセット	Intel® Chipset W480E	
コア数/スレッド数	8/16	
メインメモリー	DDR4 SDRAM (DDR4-2933/PC4-23400) 最小8 Gバイト/最大32 Gバイト ECC付き	
ストレージ	最大2台 シングルディスク構成 SSD : 128 Gバイト/512 Gバイト HDD : 4 Tバイト ミラーリングディスク構成 SSD : 160 Gバイト/400 Gバイト HDD : 500 Gバイト/4 Tバイト	
拡張スロット	PCI Express (x16) : 1ポート PCI Express (x4) : 1ポート PCI (5 V, 32ビット) : 2ポート	
インターフェース	COM : RS-232C (D-Sub 9pin) : 2ポート LAN : 1000BASE-T/100BASE-TX/10BASE-T : 4ポート USB : USB 5 Gビット/s : 6ポート グラフィック : VGA : 1ポート, DisplayPort : 1ポート Audio : LINE OUT : 1ポート DI/DO : DI : 4ポート, DO : 4ポート, リモート入力 : 1ポート	
寸法	430 (幅) × 87 (高さ) × 450 (奥行き) mm (突起部不含)	
設置環境	温度	動作時 : 5 ~ 40 °C / 保存時 : 10 ~ 50 °C
	振動	動作時 : 4.9 m/s ² 以下 (SSD 構成時) 2.0 m/s ² 以下 (HDD 構成時) 梱包 (こんぼう) 時 : 19.6 m/s ² 以下

SDRAM : Synchronous DRAM
HDD : ハードディスクドライブ
T : テラ(10¹²)
D-Sub : D-Subminiature
VGA : Video Graphics Array
PCI : Peripheral Component Interconnect
ECC : Error Check and Correct
SSD : ソリッドステートドライブ
COM : シリアル通信ポート
USB : Universal Serial Bus
DI : デジタル入力 DO : デジタル出力



図2. FR2100TXの19インチラックへの実装例

過酷な現場での使用を想定した幅広い使用温度範囲、大きなノイズに耐えられるノイズ耐性、24時間連続稼働かつ長期使用に耐え得る頑健性、及びフロントメンテナンス可能な保守性を備えている。

FR2100TX industrial computer mounted on 19-inch rack

リー容量は32 Gバイトを備える。LANポートは4ポートをサポートしているので、同一制御盤内に格納されている産業用コントローラーやほかのITシステムとの連携・接続が容易に可能となっている。これらの特長により、FR2100TXは、増加するフィールド機器から生成される膨大なデータの高速処理が可能となり、エッジコンピューティング端末として適用できる。

また、産業用コンピューターとして培ってきた様々な特長を、以下に示すように継承している。

- (1) レガシー対応 拡張スロットは、PCI Express (Peripheral Component Interconnect Express) の x4, x16を各1スロット、PCIスロットを2スロット備えている。RS-232CやPCIなどレガシーなインターフェースも備え、ユーザーが所有する既存資産の有効利用にも貢献する。
- (2) 豊富なRAS機能 自身の温度・電圧などの状態監視や、デジタル入出力を使用した状態通知、各種ログ情報などによる情報活用などを実現している。また、RAS (Reliability, Availability, Serviceability) サポートソフトウェアではAPI (Application Programming Interface) を用意し、ユーザー独自の監視機構の構築に貢献している。
- (3) 互換性維持 現行機の外形寸法を維持することで、設置しているスペースをそのまま活用できる。
- (4) フロントメンテナンス 寿命品(ファン、ストレージ、バッテリー)は、前面から特別な工具を使用することなく短時間で交換でき、システムメンテナンスに掛かるダウンタイムの削減に貢献する。
- (5) 長期供給長期保守 販売開始から5年間は製品を供給し、販売終了後7年間は保守対応を行う。更

に、ロングライフメンテナンスを使うとプラス3年、最大15年間(2039年1月まで)同一製品を使用でき、機器の再選定に関わる人や、時間、コストなどのリソース削減に貢献する。

3. ソフトウェアデファインド産業用コントローラーの特長と適用事例

東芝グループの産業用コントローラーは、鉄鋼、石油化学及び上下水道などの主制御用コンポーネントとして採用され続けている。これまでの統合コントローラーや“ユニファイドコントローラnvシリーズ”の製品は、演算速度や高速ネットワークを実現するために専用LSIや部品ハードウェアで構成されており、実装しているメモリー容量や使用可能な演算方式に制約があるため、近年のITソリューションで扱われているようなソフトウェアを活用することが困難であった。そこで、従来のハードウェアで実現していた制御機能をソフトウェアデファインド化してIntelのアーキテクチャー上で実装し、コンピューター機能との連携を可能とした。

3.1 ソフトウェアデファインド産業用コントローラーの特長

ソフトウェアデファインド化された産業用コントローラーの特長を、以下に示す。

- (1) 複数制御コアを同一ハードウェアで実施 Intel アーキテクチャーを採用し、typeSでは制御コアを最大2台まで実行可能とした。これにより、最大2系統の製造ラインの制御を同時に実行できる。
- (2) コンピューター機能と制御機能との高速データ交換 制御コアと計算機の演算コアに同一のハードウェアを使用することで、高速なデータ交換を実現した。
- (3) 頑健性と冗長化構成 大規模システムでは、システムのダウンタイムを最小限にすることが必要となる。ハードウェアとして高い頑健性を備えつつも、冗長化構成も選択可能とした。
- (4) 互換性の維持 現行機の東芝製I/O (Input/Output) と共通化でき、設置スペースをそのまま流用できる。
- (5) エンジニアリングのフルフラット化 FA用途のtypeS、PA用途のtypeLといった最新のソフトウェアデファインド化された産業用コントローラーはもちろん、従来使用してきたハードウェアコントローラーにも適用できる統一した開発環境でエンジニアリングが可能になる。
- (6) フルリモートI/O 設備機器の設置場所や製造ラインの配置に依存しない、端子台付きフルリモ

ト I/O システムも選択して採用できる。

3.2 FA分野での適用事例

食品製造ラインで製造する商品は、季節ごとの商品入れ替えがあるだけでなく需要に影響されるため、製造ラインの組み替えが発生する。このため、日々の生産目標量に応じて製造ラインの組み替えが柔軟に実現できる仕組みが求められる。また、製造ラインは搬送機や食品製造設備から構成されているが、装置ベンダーごとに採用するPLCが異なり、複数の設備からデータ収集を行い、制御にフィードバックするのが困難であるため、複数のPLCからのデータを一括で収集できる仕組みが必要とされている。これは、各装置に組み込まれているPLCベンダーが混在することに起因している。加えて、装置ベンダーごとにエンジニアリング環境が異なるため、制御プログラムの管理にも手間が掛かっていた。このような食品製造ラインに、FA用のtypeSを適用した際のシステム構成図を、**図3**に示す。typeSは、産業用コントローラー内の制御コアを増やして、製造ライン増設の要望に応じることが可能である。また、他社ベンダーも広く採用している産業用のネットワークModbus/TCPをサポートしている。このことにより、既存設備の他社リモートI/Oを、他社PLCを介さずにtypeSから制御できる。一般的に、PLCは産業用コンピューターとの接続が可能のため、他社製であっても、typeSが持つコンピューター機能側から接続して製造データを収集することが可能である。typeSは、このような仕組みを用いて、複数ベンダーのPLCから製造データをリアルタイムに収集・蓄積できるようにした。収集した

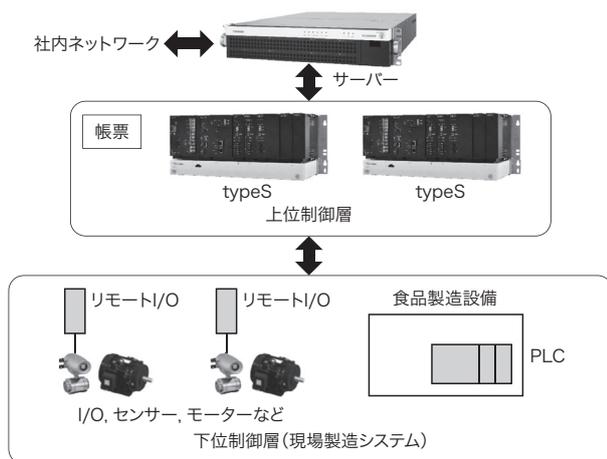


図3. typeSを用いたシステムの食品製造設備への適用例

製造データをリアルタイムに収集・蓄積でき、他社製I/Oや複数ベンダーのPLCとの接続が可能であることから、頻繁に製造ラインの組み替えや増設がある食品製造設備にも対応可能である。

Application of typeS software-defined industrial controller at food manufacturing facility

データは、制御機能とコンピューター機能を接続する共有メモリーによりコンピューター機能に集約できる。コンピューター機能にITソリューションを実装して分析し、その結果の製造装置制御パラメーターへのリアルタイムな反映を可能としている。コンピューター機能はWindows及びLinuxをサポートしており、これまでオフィス環境で使用してきたようなITソリューションも、そのままtypeSのコンピューター機能に実装して、製造データを逐次反映することもできる。製造現場では、日々の業務の報告用に汎用の帳票ソフトウェアを使用しているが、製造データを直接反映することも可能となったことで作業員のシステム操作の手間を削減できる。

3.3 PA分野での適用事例

化学プラントや工業プロセスで使用される反応缶に、PA用のtypeLを適用した事例について述べる。反応缶のプロセスでは、複数の原料を混合し、流量や圧力、温度などを調整しながら製造している。製品の品質精度を保つには、連続的に製造データを取得してデータ解析し、製造に使用する即時制御パラメーターへのフィードバックが必要である。製造データをリアルタイムに制御に反映するには、制御盤内に産業用パソコン(PC)を設置し、高速な通信ネットワークで接続していく方法が一般的であるが、typeLは、従来解析に使用していたアプリケーションをコンピューター機能で実施し、制御に反映することを可能としている。また、反応缶内でのセンサーの実装位置によって計測値が異なるため、実際の混合状況を計測できない場合でも、制御機能から収集される計測値を基に、コンピューター機能で補完できるようになった。このため、既存の現場データの利活用、省スペース化、メンテナンスコストの抑制、及びケーブル敷設工事の不要化といった利点をもたらしている(**図4**)。また、

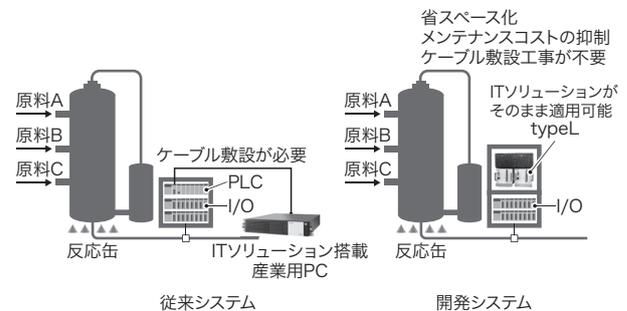


図4. typeLを用いたシステムの反応缶プロセスへの適用例

反応缶プロセスにtypeLを適用したシステムでは、既存データの利活用やリアルタイムの収集・蓄積が可能であり、これに加えて、省スペース、メンテナンスコストの抑制、ケーブル敷設工事の不要化などの利点が得られた。

Application of typeL software-defined industrial controller at control chemical processes of reactor

typeLは、冗長化構成を取ることが可能であり、異常停止が製造ロスとなるPAの現場において、製造ダウンタイムがミニマムなシステムを構築できる。

4. 計装コンポーネント仮想化プラットフォームの事例

制御コアをクラウド上で運用したtypeN1をサービス提供することで、製造現場とITソリューションの連携に寄与している。typeN1は、クラウド上の制御コアが、製造現場のI/Oを制御する。この構成により、制御データをクラウド上で扱うことが可能になる。特に近年、製造業向けのITソリューションもクラウドからの提供が増えていることから、クラウド間連携を用い、typeN1とクラウド上のITソリューションとの連携を行うことで、ITソリューションをそのまま製造現場へ提供することが可能になる。例えば、クラウド上にある計算リソースを活用して製造現場での瑕疵(かし)検査に適用することや、製造オペレーション向上のためにクラウド上にあるMES・機械シミュレーターと連携してクラウド上で設備の実際の動作をリアルタイムに模擬すること、などを可能にしている。またクラウド上にある制御コアやMeister nV-Tools Cloud、制御コアのエッジエージェント装置も相互機器認証を実施し、通信路も暗号化して扱うことでセキュアな状態で扱うことを可能としている。

4.1 typeN1の特長

typeN1の特長を、以下に示す。

- (1) クラウド間連携 パブリッククラウドが標準で提供しているインターフェースを用いて、既にほかのクラウドで運用中のITソリューションやデータベースと必要に応じて追加接続し連携できる。
- (2) リモート環境でのエンジニアリング エンジニアリング環境をクラウドで運用することで、製造現場で発生した事象をリモート環境で調査することも可能となる。製造現場で稼働している産業用コントローラーの事前シミュレーションも提供し、事象の解析を支援できる。
- (3) 機能拡張性 現場にITソリューションを提供する産業用コンピューター及びソフトウェアデファインド化された産業用コントローラーはクラウドに実装していることから、ITソリューションでの機能追加に随時対応できる。

東芝グループが提供しているMeister nV-Tools CloudはtypeN1だけでなく、typeS、typeLやほかのハードウェア産業用コントローラーのエンジニアリングも可能なクラウド上での開発環境である。Meister nV-Tools Cloudは、Microsoft AzureのAVD (Azure Virtual Desktop) 上に

エンジニアリングツールとシミュレーターを実装し、リモート環境から現場装置で異常を検出し、停止中の産業用コントローラーにアクセスできる。これにより生産性の向上と運用の効率化が可能となる。例えば現場では、センサーの誤検知や製品の製造ばらつきに起因する製造システムの一時停止などが発生する。中でも夜間に発生すると、対応可能な作業員が不在のためシステム復旧までの時間が掛かるという問題がある。特に食品製造の現場では、製造エリアは衛生上の観点から外部からのベンダー保守員の立ち入りが制限されているため、リモート環境でシステムの異常状態の確認から復旧までを行うことが求められている。Meister nV-Tools Cloudはそのような要求に応えられる。

また、食品の製造現場ではレシピ情報の漏洩(ろうえい)が経営に影響を与えるので、クラウドからセキュアな通信方法で接続することが要求される。このため東芝グループは、セキュリティーが確保されている通信サービスをクラウド及び製造現場にあるゲートウェイPC上に実装し、機器認証をクラウド及びゲートウェイPC間で実施するといった情報漏洩対策を行っている(図5)。

4.2 typeN1の適用事例

製造現場では不良品が市場へ出ないように作業員が目視で検査する工程があるが、省力化のためAI及びカメラを用いた画像検査装置を用いることが増えている。不良品判定のしきい値を適正に運用して歩留まり率を上げるには、不良判定するAIのアルゴリズムを、製造現場で運用しながら更新していくことが必要となる。また、検査工程の適用前に、必要となる演算性能の設計や検証を行うが、実運用していく中で機能拡充の必要性が生じることもある。このため実装されるAIアルゴリズムも機能拡張性があり、演算性能及びデータベースの容量を運用に応じて拡張可能なクラウドでの

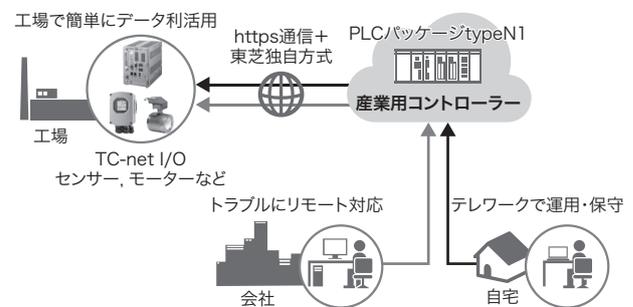
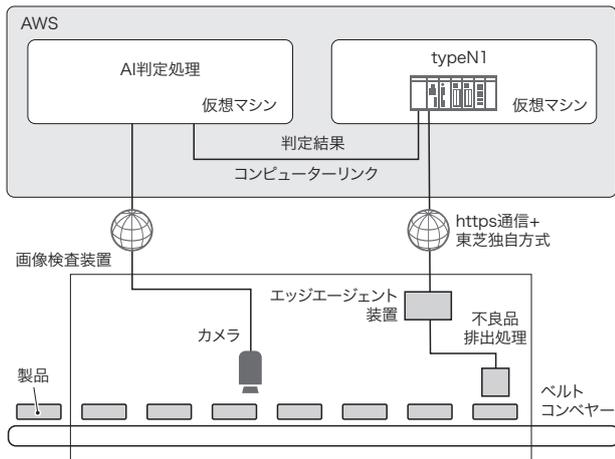


図5. Meister nV-ToolsCloudを適用したシステム

Meister nV-Tools Cloudの適用により、システムの異常確認から復旧までをリモート環境で実施できる。

Configuration of smart factory achieved with typeN1 instrument component virtualization platform



AWS: Amazon Web Services

図6. typeN1のAI連携システム

typeN1とAIがクラウド上で連携するシステムを構成することで、従来インテリジェントなコンポーネントが担っていた機能をクラウドに移行でき、現場をライトアセット化できる。

Configuration of defect inspection system achieved with typeN1 in conjunction with artificial intelligence (AI)

運用が適している。typeN1は、製造装置の制御データをクラウドで扱うことができ、画像検査に必要なAIアルゴリズムや計算リソースも機能拡張性を持つクラウドに実装することが可能となっている。

システム適用例を、図6に示す。検査装置の組み込みカメラで製品を撮像し、クラウドにあるAI検査アルゴリズムで瑕疵判定を実施したものである。判定した結果をtypeN1に通知し、不良品を製造ラインから取り除く制御を行っている。AIの瑕疵判定を行う計算能力の拡充や、他システムで使用した学習データの取り込みが行いやすいだけでなく、検査装置そのもののライトアセット化に貢献している。また、食品製造現場で必要となる防水対策や冷凍庫内での温度対策など、システムとしての耐環境性も高まる。

次に、クラウド上のMES及び機械シミュレーターとtypeN1との連携の事例について述べる(図7)。MESでは日々の工程調整を行い、typeN1が搭載された製造設備に対して製造指示を行う。クラウド上にあるOPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture) サーバーはtypeN1だけでなくHMI、機械シミュレーターとのデータ授受を行う機能を持つ。食品製造業では製造装置を清潔に保つ必要から機器を洗浄する機会が多く、装置に取り付けられているタッチパネルは防水性が求められている。クラウドにHMIがあると、コストや装置の構造上タッチパネルが実装できない装置でも稼働状態を確認できる。typeN1で使用するI/Oデータと機械シミュレーターとの組み合わせ

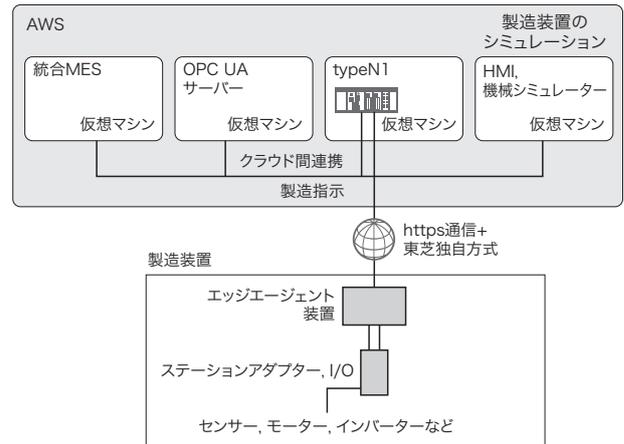


図7. typeN1のMES連携システム

製造装置の機械内部に不具合が発生したときの原因推定をクラウド上で実施でき、保守、メンテナンスに関わる時間と労力を最小化できる。

Configuration of manufacturing system achieved with typeN1 in conjunction with manufacturing execution system (MES)

により、製造装置の機械内部に関して、動作状況の確認や故障発生時のシミュレーションができる。不具合発生時における原因の推定をクラウドで実施することで、保守、メンテナンスに関わる時間と労力を最小化することが可能となった。

5. あとがき

スマートマニュファクチャリングを推進するために、ITソリューションを製造現場につなげるOTコンポーネントを導入し、DXを図ることを提案している。ここで述べた産業用コンピューターは、製造現場を頑健に支え、産業用コントローラーは、ソフトウェアデファインド化により現場とITソリューションの懸け橋としてDXを促進している。また、クラウド型PLCの計装コンポーネント仮想化プラットフォームは、新たなOTとITソリューションの懸け橋になっていく。

今後もITソリューションの接続が可能なOTコンポーネントを提供して製造業のDX化を推進し、工場の生産性や品質だけでなく、労働者の安全性の向上にも貢献していく。

文 献

- (1) 経済産業省, ほか. 令和4年度ものづくり基盤技術の振興施策. 2023, 250p. <<https://www.meti.go.jp/report/whitepaper/mono/2023/pdf/all.pdf>>, (参照 2024-05-13).
- (2) 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>, (参照 2024-05-13).
- (3) 村上佳介, ほか. 制御システムのDX化をサポートするクラウドサービス. 東芝レビュー. 2022, 77, 1, p.14-18. <https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/migration/corp/techReviewAssets/tech/review/2022/01/77_01pdf/b01.pdf>, (参照 2024-05-13).

toshiba/content/dam/toshiba/jp/technology/corporate/review/2022/01/a04.pdf>, (参照 2024-05-13).

- (4) 佐藤光永, ほか. 計測・制御システムのOTとITの融合を推進する制御システム機器. 東芝レビュー. 2023, **78**, 6, p.30-35. <<https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/jp/technology/corporate/review/2023/06/b03.pdf>>, (参照 2024-05-13).

- ・ Microsoft Azure, 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。
- ・ Amazon Web Services, AWS は, 米国及びその他の国における Amazon.com, Inc. 又はその関連会社の商標。
- ・ Intel, Xeon は, Intel Corporation の米国又はその他の国における商標。
- ・ PCI, PCI-Express は, PCI-SIG の登録商標。
- ・ Linux は, Linus Torvalds 氏の米国及びその他の国における登録商標又は商標。



深井 英五 FUKAI Eigo
東芝インフラシステムズ(株)
スマートマニュファクチャリング事業部 計装技術部
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)
スマートマニュファクチャリング事業部 計装技術部
Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corp.



林田 章裕 HAYASHIDA Akihiro
東芝インフラシステムズ(株)
スマートマニュファクチャリング事業部 計装技術部
Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corp.