

製造業DXを支える相互運用規格 - IEC 62541 OPC UAと関連規格

IEC TC65国内委員会

1. はじめに

近年、急速に進むデジタル変革（DX）の潮流の中、製造業ではデータ駆動により操業効率を最大化する取り組みが展開されている。製造現場には、生産状況を把握するために利用可能なデータが大量に存在する。このデータを、機械学習や人工知能等の情報技術を利用し、速やかに製造の状況を把握して意思決定及びアクションにつなげることで、プラントのエネルギー消費の改善や、製品品質の向上が期待されている。

製造業で利用される生産システムは規模が大きく稼働期間も長いいため、生産システム全体を更新する機会は少なく、初期構築から拡張を繰り返して進化している。また、上下水道、電気、ガス等の社会インフラに利用される事も多く、安全性に次いで機能継続性が重視される。そのため、システムの安定稼働を阻害するリスクは許容されない。このような背景から、製造業におけるDXでは、生産システムを一新するのではなく、既存システムへの影響を最小化しながら、緩やかに最新の情報技術と融合させる方法が研究されている。相互運用は、この緩やかな融合を実現する鍵となる技術である。

システムの独立性を維持しながら緩やかにつなげることで、お互いのライフサイクルに干渉することなく独自の進化が可能となる。つまり、既存システムは、これまでどおり持続的な進化を果たしながら、必要に応じて先端技術と融合できるようになる。このような背景から、相互運用の国際規格であるIEC 62541（OPC UA）は、欧州や北米を代表するスマートマニュファクチャリングの研究機関からシステムやコンポーネント間のコミュニケーション技術として参照されている。

本稿では、IEC TC 65/SC 65E/WG 8（以降WG8と略す）で開発が行われているIEC 62541を取り上げ、製造業DXで相互運用が果たす役割を考察する。更に、プロセス産業における活用例を紹介し、最後に、OPC UAの最新動向として、WG8のCリエゾン（WG業務に参加して専門的な貢献を果たす他の機関との外部リエゾン）である OPC Foundation（以降OPC-Fと略す）の動向について紹介する。尚、WG8国内委員会の活動については、本誌 Vol. 56, No. 3で紹介させて頂いているので、ご興味のある方は合わせて参照いただきたい。

2. 製造業DXにおける相互運用技術の役割

プラントオーナーの期待は、多様化する顧客の要求を満たす製品やサービスを提供し、更にQCD（Quality（品質）, Cost（価格）, Delivery（納期））を向上させて競争力を維持することである。製造業DXは、データ駆動により、現場で積み上げた知識と、先端の情報技術、そして専門家の知恵を融合させることで、製造現場を変革する概念であると言える。

この概念により、何がどのように変わるのであろうか？ 現在、変革の潮流が押し寄せる中、明確な答えに言及することはできない。しかし、2017年にドイツ工学アカデミー（acatech STUDY）が公開したデジタル化の成熟度¹⁾を評価する指針（表 1）が参考になる。

表 1 デジタル化の成熟度

成熟度		成熟度の指標
1	Computerization	データが機械可読である（コンピュータ化）
2	Connected	データがネットワークを介して交換できる
3	Visibility	データが情報モデルにより可視化できる 現場で起きている事象を把握できる
4	Transparency	現場で起きている事象の原因を把握できる
5	Predictive capability	現場で何が起きるか予測できる
6	Adaptability	現場で起こる事象を回避する行動がとれる

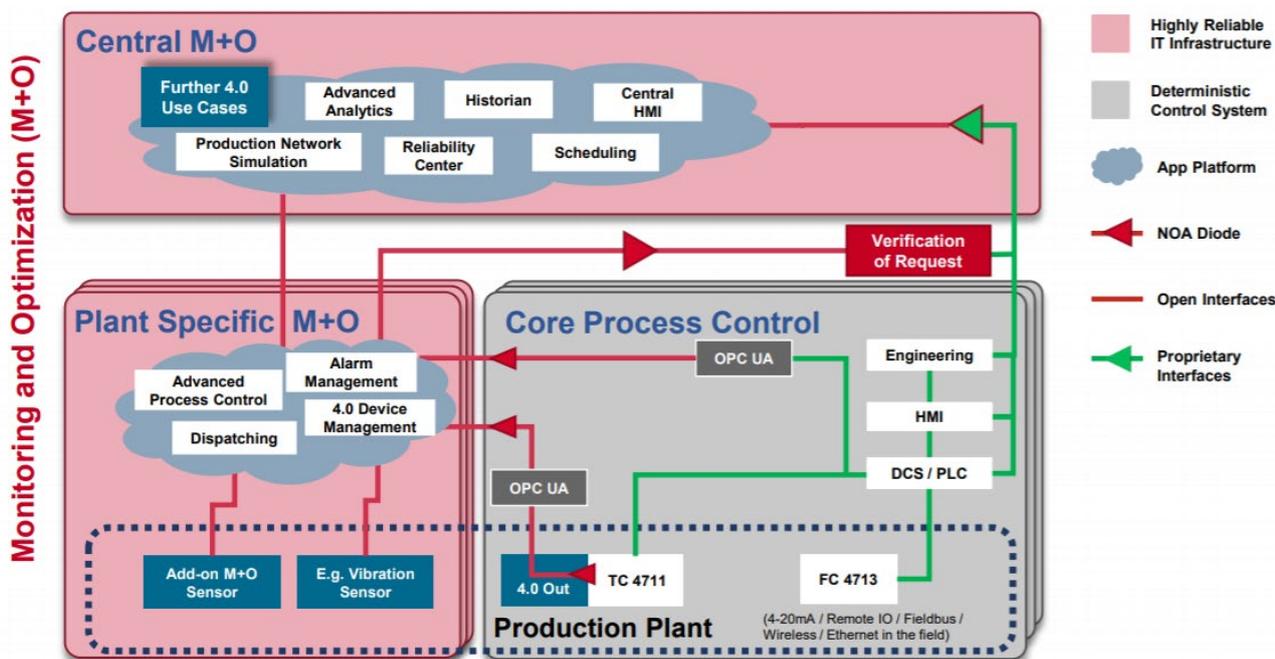
ここで、本稿の主題でもある相互運用の観点から、デジタル化の成熟度指標をデータの成熟度に置き換えて考察すると、成熟度の向上に伴いデータ量が減り、目的に応じてデータが知識化されていることが分かる。例えば、成熟度2の場合には、現場から大量のデータが集められるが、データそのものから有用な情報を見出すには、専門家の知見が必要となる。一方、成熟度4になると、専門家が不在でも知識化されたデータにより現場で起きている事象を把握できる。データが知識化されることにより本来データが持つ情報量は低下するが、目的に合致した情報が得られる。つまり、目的に応じて最適な形に変換されており、データとしての利用価値が向上していると言える。このように、デジタル変革（DX）は、専門家の知恵により大量のデータから利用目的に最適な情報を創出することで、課題に対する速やかな対応を実現する概念であると解釈できる。この概念を実現する上で、データを流通させるための相互運用技術と、データから知識を見つけ出す情報技術の果たす役割は大きい。本稿では、製造業における相互運用技術に着目して更に考察を進める。

デジタル化の成熟度として定義される指標は、相互運用の要件として解釈できる。つまり、成熟度が上がると同時に要件も高度化されることになる。成熟度2では、プラント内外に配置されるコンポーネントやシステム間で、物理的にデータ交換するための取り決めが要求され、センサーとのデータ交換や、コントローラ間におけるリアルタイムのデータ交換、更にクラウドとの間でのデータ交換など、あらゆる分野のデータ交換に対応する必要がある。成熟度3～6では、データを全ての利用者が共通理解するための知識化が要求され、情報の構造や意味を標準化する必要がある。情報の標準化は、製造業だけでなく、あらゆる分野におけるデジタル化の鍵となる。更に、分野横断で、知識化された情報の意味を共通理解する概念も求められると考える。また、デジタル化の成熟度には示されないが、データのセキュリティを確保することは、相互運用を実現する上で最も重要なことである。安全なデータ交換ができる環境を保証できなければ、相互運用の価値はないと言える。

このように、データをプラント内外で流通させ、全ての利用者が、データの意味や構造を共通理解できる環境を整えることが、製造業DXにおける相互運用技術の役割であると言える。IEC 62541は、相互運用に関する国際規格であり、各地域の標準化機関（SDO）で利用することができる。そのため、OPC-Fは、65を超えるSDOと連携して、情報モデルの標準化を進めている。この情報モデルは、製造業DXの推進に大きく貢献するものとする。

3. プロセス産業（PA）によるIEC 62541の活用例

PAにおける生産システムの構成は、IEC 62264で定義される機能階層モデルで表すことができる。冒頭で説明したとおり、そのライフサイクルは非常に長く、その間、生産能力を維持するため機能継続を保証しなければならない。したがって、安全で高信頼なシステムが必要である。PAにおいて、安全と機能継続は最優先の課題であり、これまで醸成された能力を低下させることは許されない。NAMURは、現状の機能継続レベルを維持しながら、プラントの監視・最適化に、先端技術を融合するアーキテクチャとして、NOA（NAMUR Open Architecture）を提案した。図1に示すとおりNOAでは、既存の制御システムと、プラントの監視・最適化アクティビティの間に、オープンなインターフェースを設け、既存の制御システムに影響を与えることなく先端情報技術を利用して柔軟に拡張できる監視（M）+最適化（O）機能に、必要な情報及び操作を提供する。このOpenでSecureなインターフェースとしてIEC 62541が利用されている。したがって、NOAで扱われる情報は、IEC 62541に基づく情報モデルとして設計されることになる。



出典 : <https://www.namur.net/en/focus-topics/namur-open-architecture/>

図1 NAMUR オープンアーキテクチャ

次に、NOAで採用されている情報モデルとして、OPC 30081 - PA-DIMを紹介する。PA-DIM (Process Automation Device Information Model) は、SDOであるFieldComm Group (FCG)、PROFIBUS/PROFINET International (PI)、OPC-Fにより作成されたデバイス情報モデルであり、デバイスの自己診断や、コンフィギュレーション、パラメータ設定に対応している。この情報モデルを利用することで、図2に示すとおり、如何なるフィールドバスにも依存することなく、プラントワイドで、デバイスの情報を参照することが可能となる。

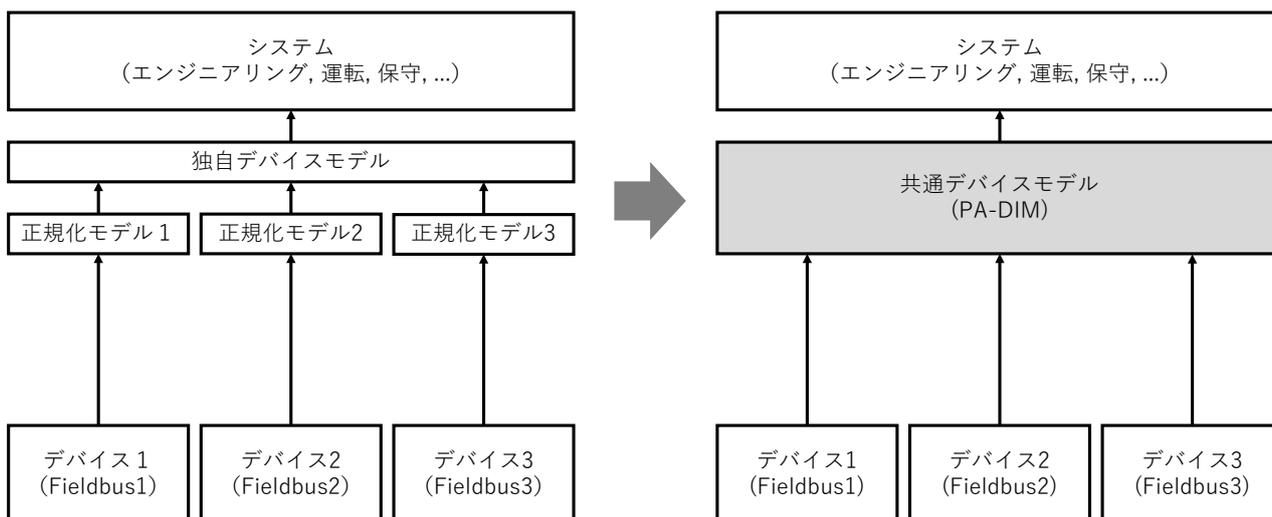


図2 プラントワイドコミュニケーションにおける接続性とセマンティック統合

このように、PA-DIMは、専門家のデバイスに関する知識を情報モデルとして表すことで、如何なる利用者也容易にデバイスの状態を共通理解することができる。これにより、現場の状況を、機械学習や人工知能等の先端情報技術により効率的に処理することが可能となる。仮に、情報モデルとしてデータが表されていない場

合、データ毎にその意味を解釈する必要があり、そのエンジニアリングのため人による作業が発生し、効率的なデータ運用が行えない。この点からも、製造業DXを進める上で、情報モデルによる相互運用の果たす役割は大きいと言える。

また、PA-DIMでは、情報モデルとして定義されるデバイスタイプやデータ要素に、IEC 61987 (IEC - Common Data Dictionary (CDD)) も利用しているInternational Registration Data Identifier (IRDI) を対応付けすることができる (IRDIはISO/IEC 11179-6で定義されている)。これにより、情報モデルの機械可読性を更に向上することが可能となる。(IEC 62541の情報モデルで、デバイスタイプやデータ要素の意味付けはできるが、特定の名前空間内でのみ有効である。) 尚、IRDIによる意味付けに関しては、OPC 10000-19 - UA Specification Part19 - Dictionary Reference に定義されている。

4. 最新動向

WG 8 では、本誌 Vol.56 No. 3で紹介させて頂いた文書 (IEC 62541-3~12及び14) が、すべて発行され、現在、新規作業提案及び新規改定作業がない状況である。そのため、本稿では、表 2にIEC 62541として規格化されていない OPC UAコア仕様 (OPC UA仕様は、コア仕様とコンパニオン仕様に分類され、既存のコア仕様が国際規格化されている) の概要を紹介する。

表2 規格化されていない OPC UA コア仕様

仕様名	概要
OPC 10000-15 - UA Specification Part 15 - Safety	OPC UAを拡張して、IEC 61508およびIEC 61784-3シリーズの規格で定義されている機能安全の要件を満たすサービスを定義した仕様。
OPC 10000-17 - UA Specification Part 17 - Alias Names	AliasNamesは、システム内のどのノードに対しても、明確に定義された代替名を設定し、公開する方法を定義した仕様。
OPC 10000-19 - UA Specification Part 19 - Dictionary Reference	OPC UA情報モデルからIEC共通データ辞書やECLASSなどの外部辞書を参照するための手段を定義した仕様。

また、本稿で紹介したSDOが作成する情報モデルは、コンパニオン仕様として発行されるため、IEC 62541シリーズとして国際規格化される予定はないと思われる。しかし、現在、OPC-Fは、各SDOが作成した情報モデルの整合性を維持する目的で、分野横断で共通的な意味を持つ要素をコア仕様に再定義する作業を行っている。そのため、SDOからの要求事項が、IEC 62541に反映されることになる。

5. おわりに

現在、IEC 62541は、研究機関、産業界、団体に広く受け入れられており、今日の複雑なデータや情報の交換を容易にし、製造業DXにおけるデータの相互運用性の未来を形成する上で重要な役割を果たすことができると考えられる。また、本稿では、IEC 62541の使用価値についてご理解頂けるよう規格の背景やユースケースについて執筆させて頂いた。このように、規格の背景やビジネスへの貢献を示すことは、読者の皆様に、規格の内容及び、その使用価値を理解して頂く上で、非常に重要であると考えます。今後も、WG8国内委員会としてIEC 62541の規格作成及び維持に貢献していくと共に、関係団体との連携も進めていきたいと考えているので、今後ともTC65国内委員会へのご支援をお願いしたい。

参考文献

- 1) Günther Schuh、他：「Industrie 4.0 Maturity Index Managing the Digital Transformation of Companies Update 2020」、『acatech STUDY』

執筆

IEC/TC65/SC65E/WG8 国内委員会幹事

IEC/TC65/SC65E/WG8 国内委員会国際エキスパート

大野 敏生 (横河電機株式会社)