

国際標準化活動報告

IEC/SC65E/WG8

OPC UA

IEC/TC65国内委員会

1. はじめに

近年、様々な業種、企業、人、機械、データなどがつながる Connected Industries や、産業用IoTが新たな潮流として現れるなか、「つなげる、伝える、安全に」を実現する技術としてOPC UAが注目されている。OPC UAは、産業用オートメーションや、制御装置間の相互運用を規定する国際標準である。2008年に、IEC の専門委員会TC65（工業用プロセス制御）の下で分化委員会SC65E（企業システムにおける装置及び統合）に、WG8というワーキンググループ（以降IEC/SC65E/WG8またはWG8と称す）が創設され、IEC62541（OPC Unified Architecture）シリーズとして国際規格の開発が開始された。現在も活動は継続されており、これまでに、技術報告書を含め13の国際規格が発行されてきた。

WG8のタイトルとして定義されている”OPC”は、OPC Foundation（以降OPC-Fと略す）のビジョンを表し、産業オートメーション分野やその他業界における、「安全で信頼性あるデータ交換を目的としたシステムの相互運用」を意味する。OPC-Fは、産業分野で利用されるソフトウェアや、各種装置間における相互運用を目的とした技術仕様を策定するコンソーシアムである。1995年に活動を開始し、これまでに、OPC Classicや、OPC UA等の相互運用仕様を開発・公開し、産業分野における装置やアプリケーションの相互運用性を向上してきた。しかし、これらの成果は、コンソーシアム標準であり、公的に認知されたものではない。そのため、国際規格として公開される文書から参照することはできなかつた。この課題を解決するため、OPC-Fは、2008年に、IECに対してOPC UAの国際規格化を提案した。そして、SC65EにWG8が設置されることになった。

つまり、WG8は、産業分野でデファクトとして認知されたOPCの成果を、国際規格として醸成する役割を担う。そして、スマートマニュファクチャリングやデジタルトランスフォーメーションの実現に鍵となる仕組みを開発することで、国際社会の発展に貢献する。その結果、現在、Industrie 4.0 や IIC等の各国を代表するイニシアティブから、相互運用を実現する主要技術として参照されるようになった。本稿では、OPCが開発されるに至った経緯を紹介し、WG8の審議内容やOPCの最新動向を紹介する。

2. 開発の経緯

OPC-Fは、「産業オートメーション分野を中心に、安全で信頼性あるデータ交換を目的とした相互運用の実現を通じ、国際社会の発展に貢献する」ことを目標に活動している。この目標は、OPC-Fが開発する全ての仕様に共通しており、発足当時から変わることはない。更に、前述のとおりWG8での活動にも継承されている。しかし、ビジョンを実現する手段は、利用者からの要求を基に、常に情報技術（IT）の進化に追従している。つまり、OPCにとって、ITの進化は、その目標を具現化する手段として捉えることができる。

OPC-Fが最初に開発した仕様は、制御機器と、そのデータを利用するアプリケーション間のデータ交換仕様である。当時の制御機器は、各社・各機能で独自のデータ交換方法を規定しており、異種の制御機器を利用する制御システムの開発には、大きな負担となっていた。この課題を解決するために、OPC-Fは、制御システム関連製品を提供する企業を集め、各社のデータ交換方法に依存しない統一されたデータ交換仕様を開発した。この仕様の実装には、Microsoft社のDCOMという技術が利用された。そして、Windows NTの普及に後押しされ、産業分野のデファクトとして認知されるようになった。その後も、アラーム&イベントや、ヒストリカルデータ等の制御システム運用に必要な不可欠なデータ交換技術に対応した。この仕様は、後に、OPC Classic と呼ばれることになる。

次に手掛けた仕様が、OPC UAである。この仕様は、2003年に開発が開始された。開発の動機は、利用者からの要求である。OPC Classicは、データ交換手段毎に、専用のインターフェースを拡充するアプローチを取った。その結果、物理的に同一のデータに対して、用途毎に独立したデータ交換サービスが提供されるよう

になった。つまり、サービス間におけるデータの識別（サービス毎にデータの識別子が存在する）は、データ利用者の責務となった。そのため、全てのデータを利用する統合制御システムの開発に大きな負担をもたらした。この課題を解決するため、OPC-Fは、データを唯一の識別方式で表し、その識別子を介して用途に応じたサービスを利用できるサービスセットを開発した。これが、“Unified Architecture”の由来である。このサービスセットは、サービス指向アーキテクチャの概念に基づき設計された。また、設計には、データ交換の機能視点だけでなく、サイバーセキュリティ対策に必要な機能も考慮された。いわゆる、security by designの発想である。そして、2006年に、OPC UAのコア仕様（基本部分）の設計が完了し、その後、2年の実証試験及び醸成期間を経て、2009年に正式に公開されることになる。

OPC UA仕様の設計が完了すると、OPC-Fは、国際標準としての品質を醸成するため、IECに対してOPC UAの国際標準化を提案し、各国の国内委員会の投票により承認された。その結果、SC65EにWG8が設置され、OPC UAの国際標準化作業が開始された。当時、OPC UAは、Release Candidateの状態、実証試験を実施していた。そのため、WG8による文書の審議結果が、初版のOPC UA仕様に反映されることになった。また、コンソーシアム標準と国際標準では、開発ライフサイクルが異なるため、版管理の複雑さが懸念された。そこで、WG8では、IEC文書のライフサイクルに合わせ、OPC UA仕様を反映させる方針を立てた。そして、2011年から2012年にかけて、IEC62541シリーズのED1が公開された。その後も、OPC-Fは、OPC UA仕様の更新を繰り返し、現在、WG8では、IEC 62541のED3の公開に向けた審議を実施中である。

3. 技術概要

IEC62541は、クライアント/サーバアーキテクチャ（以降C/Sと略す）に基づくメッセージ交換仕様であり、図1に示す独立した論理階層で構成される。



図1 OPC UA 機能階層

最下位に位置するトランスポート層は、C/S間の接続を確立し、メッセージ転送を行う。メッセージ転送には、アプリケーションがサポートする通信プロトコルの中から、利用者が任意のものを採用できる構成となっている。OPCは、相互運用の観点から用途に応じて適切な通信プロトコルを選べる仕様として規定している。

中間に位置するセキュリティ層は、メッセージのセキュリティを確保する。セキュリティは、メッセージ単位で確保されるため、複数の通信機器により中継されても、安全性を確保できる。これを実現するため、ITとして実績のあるRivest-Shamir-Adleman (RSA) やAdvanced Encryption Standard (AES) 等の暗号化技術や、Secure Hash Algorithm (SHA2) を利用したメッセージの認証技術が利用されている。

最上位に位置するメッセージ層は、アプリケーション間のインタラクション（データ交換、メソッド実行等）に利用されるサービスを規定する。メッセージを転送する際、何らかのエンコーディングが必要になる。IEC62541では、独自のバイナリーエンコーディングと、汎用性の高いXMLやJSONによるエンコーディングを許容している。

これら、3つの機能階層は、完全に独立しているため、アプリケーションの用途に応じて、自由な組み合わせが可能となる。例えば、ショップフロアレベルで高速な通信が必要な場合は、トランスポート層に高速な通信プロトコルを選択し、セキュリティレベルを最大化したい場合は、暗号化に利用されるキーの長さを最大化する等の選択が可能である。このように、トランスポート層及びセキュリティ層の実装を変更できる。しかも、その変更は、メッセージ層には影響しない。つまり、メッセージ層の上位に位置するアプリケーションのライ

フサイクルに影響を及ぼさない。これは、産業分野で利用されるシステムにとって非常に重要な特性となる。なぜなら、アプリケーションのライフサイクルとITのライフサイクルは、必ずしも一致しないからである。

メッセージとして交換されるデータは、自己記述となる。すなわち、データ提供者と利用者間で、データの意味や構造、そして、他のデータとの関係を記述・解釈可能となる。これも、IEC62541の特筆すべき特徴となる。IEC62541-3には、データ提供者が公開する情報を記述するためのメタモデルが定義される。このメタモデルは、オブジェクト指向の概念に基づき、オブジェクトや、オブジェクトの持つデータやメソッド、そして、イベントを表すことができる。データ提供者は、自身のアドレス空間で公開するデータの構成をメタデータとして公開することができ、データ利用者は、そのメタデータを解釈することで、受け渡しされるデータの中身を理解することができる。

IEC62541では、予め定義されたデータの定義を情報モデルと呼んでいる。図 2に示すとおり、情報モデルは、階層的に構成される。IEC62541-8～11には、業種に依存しない情報モデルが定義されている。この情報モデルは、全てのアプリケーションで利用可能である。また、一般的に、アプリケーション間で交換されるデータの構造は、その業界に特化したものとなる。そのため、近年、各業界に於けるコンソーシアムや、他のIECのWGでも、該当分野で利用されるデータを、IEC62541に基づいた情報モデル（OPC UA companion specification）として規定する動きが盛んになってきている。これは、各国のイニシアティブに、IEC62541が参照されていることが、背景になっていると言える。



図2 IEC62541 情報モデル階層

このように、IEC62541は、メッセージ交換のためのサービス（HOW）を規定し、メッセージとして交換される情報（WHAT）は、利用者が規定することになる。つまり、IEC62541は、特定の産業分野の情報モデルや、特定の技術に依存することなく、広範に利用することができる技術となっている。

4. 最新動向

表1に、現在審議中の文書を示す。

表 1 IEC 62541 審議中文書

文書番号	版	内容
IEC62541-3	ED3	ユーザ識別レベルの定義を追加 (User Id, Client Id, URL,...)
		推奨ユーザロールの定義を追加
		Datatype Dictionaryの削除 (DataTypeDefinition Attributeを利用した定義に変更)
		OAuth2によるセッションのアクティベーションパターンの追加
		Session less Invocation の追加 (対象はRead, Write Call サービスのみ)
IEC62541-5	ED3	基本タイプ定義の追加
IEC62541-6	ED3	Decimal DataTypeのシリアライズに対応
		JSONによるメッセージのエンコーディングに対応
		Security tokenにJWT(JSON Web Token)を追加
IEC62541-7	ED3	ED3更新に伴うプロファイルの更新

IEC62541-8	ED3	AnalogUnitTypeの追加
IEC62541-9	ED3	IEC62682と用語の整合性を確保
IEC62541-10	ED3	応用タイプの追加
IEC62541-11	ED3	応用タイプの追加
IEC63541-12	ED1	Discovery and Global Service仕様の新規開発
IEC62541-14	ED1	PubSub仕様の新規開発

IEC62541-3～11 は、ED2 からの更新である。IEC62541-3（メタモデル）及び IEC62541-6（トランスポート）を中心に、広範に渡り機能強化が行われている。

IEC62541-12, 14については、新仕様の提案である。IEC62541-12には、DiscoveryとGlobal Serviceが規定されている。Discoveryは、Directoryサービスで、クライアントがサーバを探すためのサービスを提供する。Global Serviceは、IEC62541準拠のアプリケーションが扱う証明書の管理（発行、更新、削除等）のサービスを規定する。簡易的に、ファイルにより証明書を管理することもできるが、必ずしも安全な方法とは言えない。Global Serviceは、IEC62541-12に規定されるサービスを介した証明書の受け渡しで安全な証明書管理環境の構築を可能とする。これまで、IEC62541-6に規定されているトランスポート層は、C / S に基づくデータ伝送方式を採用している。これに加え、IEC62541-14は、コントローラ間によるサイクリックデータ転送や、IoT機器とクラウド間でのデータ交換に対応するため、Publisher / Subscriber Architectureに対応した。データ転送に利用されるプロトコルは、ブローカーが必要なMQTTと、不要なUDP（マルチキャスト）を選択できる。これにより、対応可能なユースケースの範囲が広がり、更に多くの産業分野で利用されることが期待されている。

5. おわりに

IEC62541は、産業分野の装置やアプリケーション間の相互運用を実現する国際規格であり、現在、各国で推し進められている技術施策を実現する上で、必ず必要となる技術である。また、IEC62541を介して交換されるメッセージは、統一されたメタモデルにより、各産業分野で規定することができるので、その応用範囲が限定されることはない。したがって、今後、IEC62541の適応範囲は、更に拡大されるものとする。

尚、WG8国内委員会として、本項で紹介したWG8による国際規格化活動をとおして、日本の知見を国際規格に盛り込み、日本の技術政策に貢献するとともに、最新技術動向の共有をとおして、JEMIMA会員企業のビジネス拡大の機会創出に貢献して行く所存である。

執筆

IEC/TC65/SC65E/WG8 国内委員会幹事

IEC/TC65/SC65E/WG8 国際エキスパート

大野 敏生（横河電機株式会社）