

# 国際標準化活動報告

## 計測展2020 OSAKA JEMIMA委員会セミナー

### スマートマニュファクチャリングを支える基礎技術の最新動向

IEC TC65国内委員会

#### 1. はじめに

IEC TC65国内委員会は、計測展2020 OSAKAにて委員会セミナーを開催した。「スマートマニュファクチャリングを支える基礎技術の最新動向」をテーマに、産業用IoTを支える基盤技術として工業用無線と産業セキュリティ、及びEMC関連技術と標準の最新動向を紹介した（表1）。当日はCOVID-19影響下での開催にもかかわらず、多数のお客様にご来場いただき盛況なセミナーとなった。また、計測展初の試みとして展示会終了後にオンデマンドによる配信も行い、多数の方にご視聴いただいた。本稿では、委員会セミナーのダイジェスト版として、各講演内容の要旨を紹介する。

表 1 計測展 2020 OSAKA TC65 国内委員会セミナー講演内容

No.	演 題
1	産業用IoTで製造現場をスマート化 工業用無線
2	産業用IoTを支えるセキュリティ 産業セキュリティの標準
3	産業用IoTを実現するためのEMC技術 EMC関連技術と標準



写真 1. 松本委員長ご挨拶

#### 2. 産業用IoTで製造現場をスマート化 工業用無線

##### 2.1 産業用IoTを支える無線技術

工業用無線は、製造現場のスマート化を支える重要なインフラ技術として広く利活用が進んでおり、産業用IoTの足回りとして「生産性の向上」、「運転・保全コストの削減」、「プラントの安全操業」などモノづくりの新しい体験や価値の提供が期待されている。図1に産業用IoTを支える無線技術と適合するアプリケーションの例を示す。プラントの制御・監視など通信の実時間性や高信頼性が求められる用途においては、広く無線計装として知られているWirelessHART (IEC 62591)や、ISA100 Wireless (IEC 62734)の製品が利用されている。一方で、プラント設備の状態監視や予防保全など通信の実時間性を必要としない用途では、様々なLPWA (Low Power Wide Area) の無線方式が登場している。また、現場作業支援や運転・保全ツールの用途では、Wi-FiやBluetoothの活用が進んでいる。産業用途への無線活用が進み、多様な無線方式の中からデータ量、通信距離、通信速度などアプリケーションの要件を考慮して、最適な無線方式が選定できるようになってきたと言える。最近では5Gの製造業への活用にも注目が集まっており、5Gの製造業への展開に向けた検討が、ドイツZVEI 5G-ACIA(製造業における5G技術の活用を検討・推進する業界団体：<https://www.5g-acia.org>)にて進行中である。国内においては、事業者の建物内や敷地内でのみ利用を許可されるローカル5Gの導入に関するガイドラインが2019年12月に公表され、免許申請受付が開始された。ローカル5Gは、4.6-4.8GHz及び28.2-29.1GHzの周波数を利用することが想定されている。

##### 2.2 無線導入の課題と無線共存管理

工業用無線の利活用が進むことでプラントや工場などの同一環境下において無線機器が爆発的に増加しており、様々な無線システムが混在することで空きチャンネルが効率的に利用できない事態が散見されるようになりつつある。複数の無線システムの円滑な運用を実現するために、電波環境の変化にともなう通信エラーや受信強度の変動を監視し、通信パラメータを再調整し良好な状態を保つ共存管理がますます重要になってくる。このような背景のもと、無線システム間の周波数の共存管理のルール作りが求められており、

IEC/SC65C/WG17（無線共存）においてIEC 62657シリーズとして無線共存管理の国際標準化の審議が進められている。図2にIEC 62657-2で規定している共存管理コンセプトモデルを示す。共存管理のコンセプトモデルでは「周波数帯域」、「空間」、「時間」で構成される周波数資源を共有する複数の無線計装アプリケーションにおいて、各アプリケーションの「干渉耐性」と「周波数資源利用」の要件を調査の上で、周波数資源の割り当て計画を策定し、複数の無線計装アプリケーションを共存管理するものである。各アプリケーションの「干渉耐性」と「周波数資源利用」の要件を満たさなくなった場合は、再度調査を行い周波数資源の割り当て計画を修正する。具体的なアプローチとして、無線の導入時には、「利用周波数」、「障害物の有無」、「干渉源の把握」などの電波環境の調査に基づいて通信パラメータや通信周波数の設定などのエンジニアリングを行い、安定した通信環境を構築する。無線導入後には、「通信エラー率」、「信号強度」などのパラメータを監視し、電波環境の変化や他の無線システムと電波干渉を把握し、「通信エラー率」、「信号強度」が無線システムの要件を満たさなくなった場合は、通信パラメータや通信周波数の設定を変更する。表2にIEC 62657シリーズの規格概要及び標準化状況をまとめる。IEC 62657シリーズでは、無線の共存管理を行うための要件定義、パラメータ、共存管理の自動化のためのパラメータの相互関係のモデル化、自動化による集中管理の概念や監視設定パラメータ・コマンドなどを定義している。IEC 62657シリーズは2021年8月に国際規格の発行が完了する予定である。

表 2. IEC 62657無線共存管理規格の概要

シリーズ番号	概要	状況
IEC 62657-1	工業用無線の通信要件の定義と専用周波数帯の訴求	Ed.1 IS発行 2017-5-11
IEC 62657-2	無線共存管理を行なうための、パラメータと手順を定義	Ed.3審議中 2021-8発行予定
IEC 62657-3	共存管理の調査、分析、実行をするために必要な無線通信に影響する各種パラメータとその相互関係をモデル化。	Ed.1審議中 2021-8発行予定
IEC 62657-4	共存管理を自動化するために複数の無線システムを集中管理するCCP(Central coordination point)の概念、監視・設定パラメータ、コマンドを定義	Ed.1審議中 2021-8発行予定

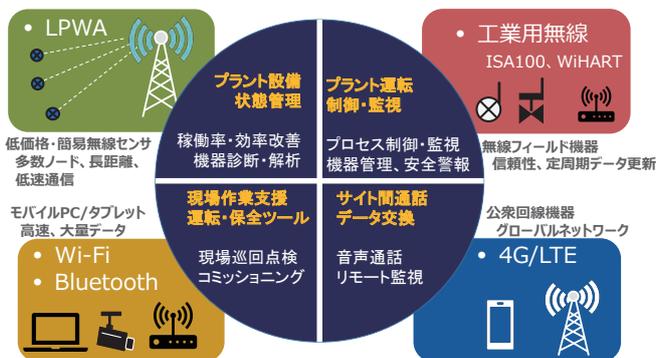


図 1. 産業用 IoT を支える無線技術

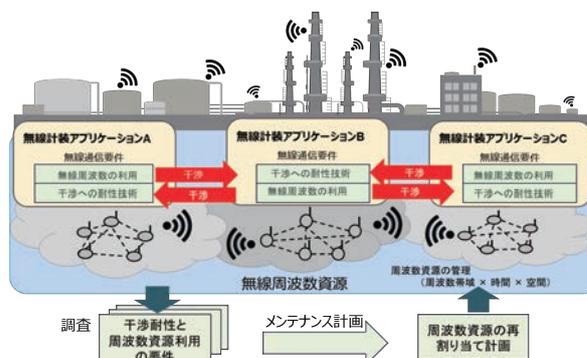


図 2. IEC 62657-2 共存管理コンセプトモデル

### 3. 産業用IoTを支えるセキュリティ 産業セキュリティの標準

#### 3.1 いま、そこにある危機：制御システムセキュリティ

産業用IoTシステムは、社会インフラ設備からスマホまで、思いもしないモノ同士がつながるため、予期せぬ事故や被害が起こる可能性がある。特に、情報流出よりも社会インフラや工場の威力業務妨害、すなわち破壊や操業停止を狙った攻撃が多数報告されている。例えば、核燃料濃縮工場の装置を破壊したStuxnet、電力システムを操作し大停電を起こしたCrashOverride（別名Industroyer）、安全計装システムの基本ソフトを書き換えたTRITON（別名TRISIS）である。いずれも、制御用ネットワーク/プロトコルを介して、制御装置や保護装置を直接攻撃している。しばらく前まで攻撃されるのは汎用ITであり、制御機器を直接狙うことは想

定されていない。しかし現在は、汎用ITだけではなく専用の制御機器への直接的な攻撃事例が発生しており、重要インフラや工場の生産システムのセキュリティリスクが高まっている。

### 3.2 産業セキュリティの国際標準

情報セキュリティと比べて産業セキュリティは、機器設備の寿命が十年以上に及び、簡単にはシステムを止められない、また制御を行う機器は組込製品なのでソフトウェア更新が困難、などの特徴を抱える。このため、著名な情報セキュリティ規格ISO/IEC 27000を参照するだけでは不十分であり、産業制御システムの特性をふまえたセキュリティ対策標準が別途必要になる。これが IEC 62443である。

IEC 62443は、産業制御システムのセキュリティ対策に関する国際標準である。現在IEC 62443の主要な規格文書はIEC/TC65/WG10から発行済みであり、2編の文書の発行予定がある。表3に IEC 62443文書の一覧を示す。IEC 62443は産業制御システム以外の事業分野での活用も期待されており、ISO/IEC 27000シリーズのような水平規格として活用するための議論が活発化している。これらの日本国内での審議・議論はTC65/WG10国内委員会で行っている。

表3. IEC 62443文書一覧

発行済みおよび発行予定日が設定されている文書のみを示す。この他にも準備中の文書がある。

主な 想定読者	分類	IEC No.	版	Type <sup>注</sup>	タイトル	概要	発行日	発行 予定日
一般	General	62443-1-1	1.0	TS	Terminology, concepts and models	用語、コンセプト、モデルの定義	2009-07-30	
アセット オーナー	Policies and Procedures	62443-2-1	1.0	IS	Establishing an industrial automation and control system security program	セキュリティマネジメントシステムの構築	2010-11-10	
			2.0	IS	Security program requirements for IACS asset owners	IACSアセットオーナーに対するセキュリティプログラム要件	-	2021-10
		62443-2-2	1.0	IS	IACS Security Program Ratings	IACSセキュリティプログラムの格付け	-	2022-04
		62443-2-3	1.0	TR	Patch management in the IACS environment	IACSにおけるパッチ管理方式	2015-06-30	
		62443-2-4	1.1	IS	Security program requirements for IACS service providers	IACSサービス提供者に対するセキュリティ要求事項	2017-08-24	
2.0	IS		Security program requirements for IACS service providers	IACSサービス提供者に対するセキュリティ要求事項	-	2022-04		
システム 構築者	System	62443-3-1	1.0	TR	Security technologies for industrial automation and control systems	IACSで利用可能なセキュリティ技術	2009-07-30	
		62443-3-2	1.0	IS	Security risk assessment for system design	セキュリティリスク分析とシステム設計	2020-06-24	
		62443-3-3	1.0	IS	System security requirements and security levels	制御システムのセキュリティ機能要件	2013-08-07	
制御機器 開発者	Component	62443-4-1	1.0	IS	Secure product development lifecycle requirements	セキュアな制御機器の開発プロセス	2018-01-15	
		62443-4-2	1.0	IS	Technical security requirements for IACS components	制御機器のセキュリティ機能要件	2019-02-27	

注) IS: International Standard (国際規格)、TS: Technical Specification (技術仕様書)、TR: Technical Report (技術報告書)

IEC 62443で求めるセキュリティ対策の第一歩は、事業者（アセットオーナー）におけるセキュリティ管理体制の確立である。産業制御システムに対するセキュリティリスクを明確にし、リスクに対応するための体制を構築し、その体制の監視と改善を継続していく必要がある。制御システムベンダー/インテグレータ/サービスプロバイダは、セキュアな製品や技術的対策の提供およびセキュリティを維持するための支援を行う。セキュアな制御システムを構築するためには、セキュリティリスクに基づく設計・対策の導入が必要である。

IEC 62443では産業制御システムに対して脅威/脆弱性分析に基づいたリスクアセスメントを実施し、許容できないリスクについてリスク低減対策(セキュリティ対策)を講じることを要求している。対策は、人への対策、ネットワークへの対策、機器への対策、プロセス・体制による対策など幅広い。

### 3.3 セキュリティ認証制度

セキュリティ機器・システムが規格適合しているかは、購入者にとって重要な問題である。このような場合はベンダ自己宣言でなく、然るべき審査機関による第三者認証が望ましい。現状、審査手順や提出文書は審査機関によって異なっているが、認証手続きを標準化する動きがある。機器ベンダにも購入者にとっても、制度が単純化するの喜ばしい。

この制御機器や制御システムのIEC 62443適合評価の動向について、TC65国内委員会・諮問委員会・SG201認証専門グループが調査研究を行っている。IEC規格適合性評価方法を管理するCABでは、IECEE/CMC/WG31を設置して産業制御システム及び機器に関する認証制度の検討を進めている。評価のための標準が必要な場合、先述のTC65/WG10に標準化を要請している。欧州は、ネットワークセキュリティ(NIS)指令に従って、制御機器の認証制度の開発を進めている。米国は、ISAがIEC 62443に基づく認証制度ISASecureを運用中である。

## 4. 産業用IoTを実現するためのEMC技術 EMC関連技術と標準

### 4.1 EMC規格について

EMCは、電磁両立性と訳される。性能が両立しているという意味であり、その性能とは電磁障害(EMI)と、電磁感受性(EMS)である(図3)。電磁障害とは、許容できない電磁障害を周りのいかなるものへも与えないことであり、電磁感受性とは、機器のおかれた電磁環境下で、機器が満足に動作する能力である。これらの性能の両立によって、さまざまな電気機器の共存が達成されているといえる。



注：一般的に、EMIは“エミッション”という用語が使われることが多い。また、EMSは、一般的には、“イミュニティ(妨害に対する耐性)”という用語が使われる。

図3. 電磁両立性(EMC)

EMC規格は、その内容によって、基本規格、共通規格と製品(群)規格に分類される。

基本規格は、電磁現象の基本原理や概念や用語、そして具体的な試験方法や測定方法を規定する文書である。製品(群)規格は特定の製品を対象として、EMIの限度値やEMSの試験レベル、試験条件や性能評価基準(合否判定基準)を規定する。共通規格も、製品(群)規格と同様の内容を規定するが、製品(群)規格との違いは、特定の製品を対象としておらず、機器を使用する環境毎に、EMIの限度値、EMSの試験レベル、及び性能評価基準を規定している。別の言い方をすると、製品(群)規格を持たない機器を対象とする規格である。現在、以下の共通規格が存在する。

- － IEC 61000-6-1 (住宅、商業及び軽工業環境におけるEMS)
- － IEC 61000-6-2 (工業環境におけるEMS)
- － IEC 61000-6-3 (住宅、商業及び軽工業環境におけるEMI)
- － IEC 61000-6-4 (工業環境におけるEMI)
- － IEC 61000-6-5 (発電所及び変電所環境におけるEMS)
- － IEC 61000-6-6 (屋内機器の高高度電磁パルス(HEMP)におけるEMS)
- － IEC 61000-6-7 (工業環境における安全関連機能(機能安全)の遂行を意図した装置のEMS)

－ IEC 61000-6-8 (商業及び軽工業環境における専門機器のEMI)

EMC規格を審議する組織図を図4に示す。EMC規格を審議するのはEMC規格を専門的に扱うTC77、CISPR(国際無線障害特別委員会)、及び各TCのSCとしてEMC規格を扱うWGである。TC65ではSC65A/WG4が該当する。EMC規格の組織には、電磁両立性諮問委員会(ACEC)の存在がある。様々な製品を扱うため多数あるEMC規格を調整し、必要に応じて助言、指導を行う。また、EMC規格を作成するための規定であるIEC Guide 107を審議している団体でもある。

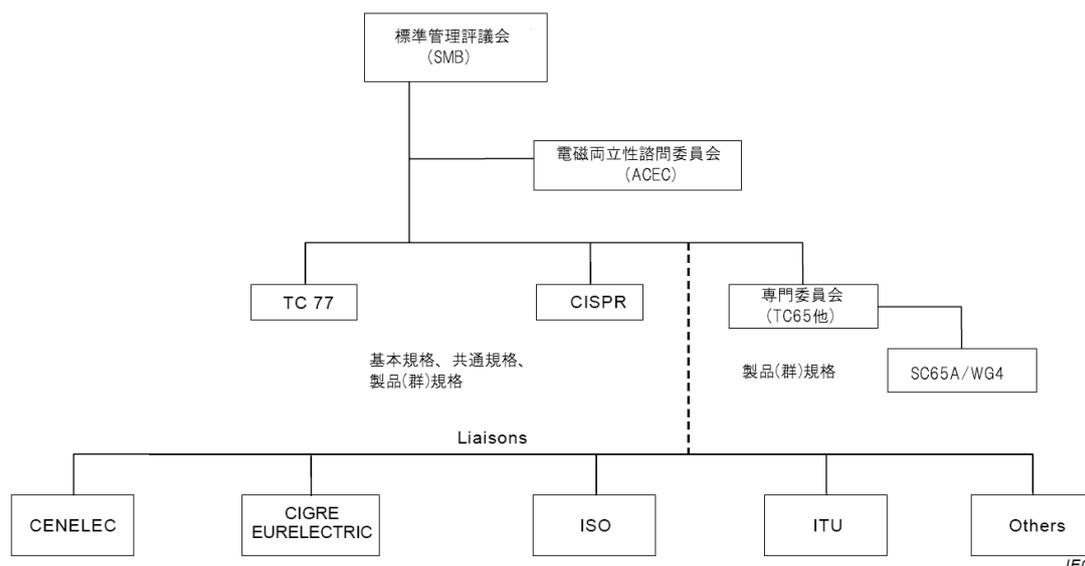


図4. EMCに関するIEC規格を審議する組織(出典：IEC Guide 107)

IEC Guide 107では、「製品(群)を使用する環境に該当する共通規格の試験条件や試験レベルが適当であれば、それを製品(群)規格として参照する」ことを推奨しており(図5)、もし参照しない場合は、その理由を記載すると書かれている。後で説明するIEC 61326-1 Ed3では、この共通規格の参照による改訂がある。



図5. IEC Guide 107の内容

4.2 IEC 61326について

SC65A/WG4で審議するIEC 61326規格「計測用、制御用及び試験室用の電気装置－電磁両立性要求事項」の概要を述べる。

- － 製品群規格
- － 対象となる機器は次の通り
  - 計測及び試験用の電気装置
  - 制御用の電気装置
  - 試験室用の電気装置

- － EMIとEMS両方を規定する  
IEC 61326規格群は3部構成であり、以下のように9つの規格がある。パート1、パート2は非安全規格、パート3は安全規格となる。
- － IEC 61326-1 一般要求事項
- － IEC 61326-2-1 個別要求事項－EMC防護が施されていない感受性の高い試験用及び測定用の装置の試験配置、動作条件及び性能評価基準
- － IEC 61326-2-2 個別要求事項－低電圧配電システムで使用する可搬形の試験用、測定用及び監視用の装置の試験配置、動作条件及び性能評価基準
- － IEC 61326-2-3 個別要求事項－一体形又は分離形信号変換機能をもつトランスデューサの試験配置、動作条件及び性能評価基準
- － IEC 61326-2-4 個別要求事項－IEC 61557-8に従う絶縁監視機器及びIEC 61557-9に従う絶縁故障場所検出用装置の試験配置、動作条件及び性能評価基準
- － IEC 61326-2-5 個別要求事項－IEC 61784-1に従ったフィールドバス機器の試験配置、動作条件及び性能評価基準
- － IEC 61326-2-6 個別要求事項－体外診断用医療機器の試験配置、動作条件及び性能評価基準
- － IEC 61326-3-1 安全関連システム及び機能安全の遂行を意図した装置に対するイミュニティ要求事項(工業用途)
- － IEC 61326-3-2 安全関連システム及び機能安全の遂行を意図した装置に対するイミュニティ要求事項(特定の電磁環境下の工業用途)

特定の製品群を対象とする製品群規格とはいえ、その対象は広く、機器が使用される電磁環境も様々であるため、使用環境を3つ(基本的電磁環境、工業的電磁環境、管理された電磁環境)に場合分けして、EMSの試験レベルを決めるという特徴を持つ。また、関連するEMSの共通規格としてIEC 61000-6-1とIEC 61000-6-2がある。欧州CEマークをはじめ、各国の法規制に採用されている。

#### 4.3 IEC 61326 Ed.3について

IEC 61326が2020年11月に、8年ぶりに改訂された。なお、改訂されたのはパート1、パート2であり、パート3は今回改訂されていない。

主な改訂として、共通規格のIEC 61000-6-2:2016の影響による、以下の2点がある。

- ・ 放射無線周波電磁界の試験周波数上限が2.7GHzから6GHzに拡張
- ・ パーストの印加周波数を、5kHzと100kHzから選択する

一方で、無線周波伝導妨害の試験レベルはIEC 61000-6-2との差異があったが、それは今回の改訂後も残り、差異を正当化する表注が追加されている。

他の改訂点については、紙面の都合があるため割愛する。規格を読んで、上記の変更点とあわせて確認していただきたい。

#### 5. おわりに

今回の計測展2020 OSAKAは、COVID-19の影響下での開催となったにもかかわらず、多数のお客様にご来場いただき受講いただいた。また、活発な質疑もあった。一方、オンデマンド配信では、更に多数(140名)の方にご視聴いただいた。

本稿で紹介した標準をはじめ、IEC TC65で開発される国際標準は、JEMIMA会員企業の多くの製品やサービスに関連する規格であり、将来のグローバルなビジネス展開に必須の事項である。産業用IoTに関連した国際活動もスマートマニュファクチャリングを中心に益々拡大している。国内外ユーザの生産効率向上、エネルギー効率向上、セキュリティ・安全性向上など、標準化は認証も含めて会員企業のビジネスの発展に必須の活動である。

今後とも、IEC TC65国内委員会の活動への参画とご支援をお願いします。