

# 工業用無線の導入および無線共存ガイド

工業用無線機器およびシステムの導入、無線共存管理

第1版

2018年3月31日

一般社団法人 日本電気計測器工業会

JEMIMA 産業計測機器・システム委員会

工業用無線技術調査・研究 WG

## 工業用無線の導入および無線共存ガイドブック

### 工業用無線の導入および無線共存ガイド公開にあたって

無線技術の応用は留まるところを知らず、産業オートメーション分野への適用は日々進歩している。

工場・プラントに工業用無線システムの導入が進む中、複数の無線システムが共存する状況においては、適切な無線共存管理が必要となっており、その手法は各無線システムにより、様々な技術が採用されている。欧米においては様々な技術検討および標準化の取り組みが行われている。無線システムを安心して利用するためには、システム提供者およびユーザへの無線共存に関する基礎知識や運用管理などのガイドラインの情報提供が重要である。

(一社)日本電気計測器工業会(以下、JEMIMA と呼ぶ) PA・FA 計測制御委員会(現:産業計測機器・システム委員会)では、2007年に工業用無線技術調査・研究WGを発足して工業用無線技術の調査を開始するとともに、実際に導入が進む工業用無線の実態について研究・調査を行ってきた。さらにIEC(国際電気標準会議)にて工業用無線の共存を検討する国際標準化の取り組みが進む中、無線共存に関する平易な解説の必要性を感じ、2012年には、無線共存サブWGを発足し、本ガイドブックの作成を検討してきた。

本ガイドブックが、工業用無線の導入を検討しているオートメーションユーザおよびベンダが安心して簡易に無線システムを導入するための参考となることを期待し、JEMIMA 会員企業内に限定して発行する。なお、本誌の情報は2015年3月時点のものであり、常に最新の内容であることを保証するものではない。実際の業務への利用については別途、最新情報を入手することを推奨する。

一般社団法人 日本電気計測器工業会  
JEMIMA 産業計測機器・システム委員会  
工業用無線技術調査・研究WG

目次

1.	はじめに.....	7
1.1	無線導入の状況.....	7
1.2	工業用無線.....	8
1.3	本ガイドブックの概要.....	8
2.	工業用無線の基礎.....	9
2.1	電波の特性と性質.....	9
2.1.1	電磁波.....	9
2.1.2	周波数.....	10
2.1.3	電波の強度と単位.....	10
2.1.4	電波の伝播.....	11
2.1.5	フレネルゾーン.....	13
2.1.6	偏波.....	14
2.2	無線機器および特長.....	14
2.2.1	無線機器の構成.....	14
2.2.2	アンテナ.....	17
2.2.3	アンテナの指向性.....	18
2.2.4	変調方式.....	19
2.2.5	トポロジー.....	23
3.	工業用無線および応用事例.....	25
3.1	工業用無線について.....	25
3.1.1	工業用無線の特長.....	25
3.1.2	工業用無線の規格.....	26
3.1.3	工業用無線の電波.....	26
3.2	応用事例.....	27
3.2.1	計測データのモニタリング.....	27
3.2.2	フィールド・メンテナンスの無線化.....	27
3.2.3	テンポラリー設置.....	28
3.2.4	有線計装配線の難しい場所.....	28
3.3	工業用無線のアドバンテージ.....	29
4.	無線の測定方法.....	33
4.1	はじめに.....	33
4.1.1	波形測定.....	33
4.1.2	伝播効率測定.....	33
4.1.3	エネルギー.....	33
4.2	測定機器.....	33
4.2.1	波形測定.....	33
4.2.2	伝播効率.....	33
4.2.3	エネルギー.....	34
4.3	無線共存における無線の測定.....	34

4.3.1	測定事例1	34
4.3.2	測定事例2	36
5.	無線共存管理と無線の導入手順	37
5.1	IEC 62657の概要	37
5.2	無線通信要求仕様と周波数検討IEC 62657-1	37
5.2.1	構成	37
5.2.2	スコープ	38
5.2.3	産業オートメーションにおける工業用無線への要求	38
5.3	無線共存管理IEC 62657-2	41
5.3.1	概要	41
5.3.2	構成	41
5.3.3	無線システムの共存とは	41
5.4	無線の導入手順	42
5.4.1	調査フェーズ	43
5.4.2	計画フェーズ	43
5.4.3	実装フェーズ	44
5.4.4	運用フェーズ	45
6.	国際標準規格および関連活動	46
6.1	工業用無線に関する標準化規格	46
6.2	工業用無線に関する各国の周波数状況	48
6.3	工業用無線に関する国際標準化動向	51
6.3.1	国際標準化の進捗サマリ	51
6.3.2	IECにおける状況	52
6.4	国際標準と標準化機関	52
6.4.1	3大国際標準化機関	53
6.4.2	地域・国家標準化機関	53
6.4.3	フォーラム	54
6.4.4	コンソーシアム	55
6.5	関連する標準化情報	56
6.5.1	防爆	56
6.5.2	安全	56
6.5.3	電池（無線伝送器に関する規格・動向）	57
7.	日本および各国の周波数	58
7.1	はじめに	58
7.2	日本の状況	58
7.2.1	概要	58
7.2.2	2.4GHz帯	58
7.2.3	5GHz帯	60
7.2.4	920MHz帯	61
7.3	欧州の状況	61

7.4米国の状況.....	62
7.5アジアの状況.....	63
7.6工業用無線の周波数帯の将来動向.....	63
7.7工業用無線の今後の課題と今後の方向性.....	63
8. おわりに.....	65
9. 執筆担当および作成委員会の構成表.....	66

図の目次

図2.1 電磁波.....	9
図2.2 電界.....	9
図2.3 磁界.....	10
図2.4 自由空間での伝播損失.....	12
図2.5 電波の伝播.....	13
図2.6 フレネルゾーン.....	13
図2.7 電波の偏波.....	14
図2.8 送信機のブロック.....	14
図2.9 受信機のブロック.....	16
図2.10 電波の伝達経路.....	17
図2.11 アンテナ.....	18
図2.12アンテナの指向性.....	18
図2.13 搬送波.....	19
図2.14 振幅変調.....	20
図2.15 周波数変調.....	20
図2.16 位相変調.....	21
図2.17 デジタル変調.....	21
図2.18 パルス振幅変調.....	22
図2.19 パルス符号変調.....	22
図2.20 パルス幅変調、パルス位置変調.....	23
図2.21 トポロジー.....	24
図3.1 2.4GHz帯における無線LANとIEEE802.15.4のチャンネル.....	25
図3.2 工業用無線で利用されている無線規格.....	26
図3.3 計測データのモニタリング.....	27
図3.4 フィールド・メンテナンスの無線化.....	28
図3.5 有線計装配線の難しい場所.....	28
図4.1 スペクトラム測定例1.....	35
図4.2 スペクトラム測定例2.....	35
図4.3 スペクトラム測定例3.....	36
図5.1 IEC 62657-2の無線共存の概念モデル.....	42
図5.2 無線導入サイクル.....	43
図6.1 IEEE 802 規格階層.....	46

図6.2 IEEE 802 規格階層.....	53
図7.1 小電力無線局の無線設備のARIB標準規格体系（920MHz帯、2.4GHz帯、5GHz帯）.....	58
図7.2 変調方式別の空中線電力.....	60

表の目次

表2.1 電波の電力単位の関連.....	10
表2.2 電磁波の周波数による区分.....	11
表3.1 工業用無線と無線LANの比較.....	25
表3.2 工業用無線のアドバンテージ.....	29
表5.1 調査フェーズのテンプレート例.....	43
表5.2 計画フェーズのテンプレート例.....	44
表5.3 実装フェーズのテンプレート例.....	44
表5.4 運用フェーズのテンプレート例.....	45
表6.1 産業における無線技術標準と対象アプリケーションのリスト.....	47
表6.2 2.4GHz帯の送信電力規制の相違.....	48
表6.3 2.4GHz帯 各国周波数状況.....	48
表6.4 5GHz帯 各国周波数状況.....	48
表6.5 “License-free” ISM周波数帯.....	51
表6.6 IEC/SC65C/WG16(工業用無線)プロジェクト.....	52
表6.7 IEC/SC65C/WG17(無線共存)プロジェクト.....	52

## 1. はじめに

近年、無線技術の進歩により、無線は様々な分野への応用が進んでいる。

産業オートメーション分野でも、工場やプラントなどにおいて現場のセンサや計測器で測定した情報を無線通信で伝送するセンサネットワークの導入が加速してきており、配線コストの削減や従来設置の難しかった場所への測定器の導入が可能となり、生産効率の向上や生産コストの削減、生産エネルギーの削減に大きく貢献している。また、オフィス環境で活用されている無線 LAN もそのアプリケーションが工場現場にも広がり、作業効率の向上、安心・安全の向上のために活用され始めている。

このような状況の中、産業オートメーション分野では、安全で効果的に無線技術を活用するために、工業用途に耐え得る、様々な安全で高信頼性を確保した技術が開発され、世界各国で導入が進んでいる。さらに、複雑な工場・プラントの現場では、複数の無線システムを導入して、共存して活用するための仕組みの開発や取り組みも行われてきている。

一方、工場・プラントのグローバル化が進み、従来、先進国において行われてきた生産活動も新興国をはじめとして、世界各国で行われるようになってきており、生産システム・設備に国際標準化への対応が求められるとともに、生産システム・設備で使用される機器やそこに応用される技術などにも国際標準化が求められ、国際標準化機関である IEC（国際電気標準会議）や ISO（国際標準化機構）などで活発に国際標準規格の開発が行われている。

日本においても従来から工業向けに無線システムの提供が行われてきている中、近年では国際標準に準拠した製品も提供されてきており、海外の先進ユーザの導入にも触発されて、多くのユーザがその導入効果を期待している。

本ガイドブックでは、産業オートメーションの工場・プラントに無線技術を導入するにあたり、ユーザのみならず、ベンダにも理解を深めていただき、無線システム導入への障壁を取り除き、安心・安全に無線システムを活用いただけることを目的として策定した。本ガイドブックにより、多くのユーザおよびベンダの皆様が、生産効率や現場の安全向上のために安心して無線システムの導入を検討する一助としていただければ幸いである。

### 1.1 無線導入の状況

無線の特性を生かして、安全性、信頼性、経済性、作業性などのさらなる向上のために、様々な分野で無線の導入が行われている。無線周波数の有効利用は、国際機関である ITU（国際電気通信連合）によって、アプリケーションごとの割り当てが策定され、各国ではこの割り当てに対応して、自国の周波数割り当てを決めている。各国の事情により、全世界で必ずしも同じ周波数が割り当てられている訳ではなく、導入が行われてきた分野の歴史的背景や各国の事情や方針によりその割り当ては異なる。このような状況の中、グローバルに共通で利用できる周波数帯が検討されており、近年では特に無線技術の動向や周波数の特徴に合わせて、全世界共通に同じ用途で同じ周波数帯を割り当てるような試みも行われてきている。

アプリケーションごとの要求仕様が異なるために、複数のアプリケーションで同じ周波数帯を利用するためには、簡易で効率的な共存管理の仕組みや、運用ルールの検討が必要となってくる。また、無線通信技術も、その用途により要求仕様が異なる。コンシューマ向けのアプリケーションでは、限られた周波数資源が状況に応じて、多くのユーザ・端末によって利用されるため、ベストエフォート型のサービス提供となるのが一般的である。一方、産業オートメーション分野では、リアルタイム性、高信頼性が重要視される。さらに、グローバルでも安心して利用するために、IEC の産業プロセス計測制御オートメーション分野を扱う技術委員会 TC65 の工業用ネットワークを扱うサブ委員会 SC65C にて、無線共存に関する国際標準規格が IEC 62657 として策定されている。

## 1.2 工業用無線

工業用無線は、そのアプリケーションによって要求仕様が異なっており、一般に気体・流体などを扱うプロセスオートメーションでは、数秒や 100 ミリ秒程度の時間間隔で数百メートル、数キロメートル程度の広範囲にわたる長距離通信が要求される。一方、部品や組み立てやロボットなどのファクトリーオートメーションでは、比較的近距离ではあるが数ミリ秒単位の通信精度が要求される。工業用無線は、このような必要要件を満足し、ユーザが容易に利用できる様々な機能が導入されている。

工業用に開発された無線センサネットワークでは、通信の信頼性を上げるためには、IEEE802.15.4 規格による 5MHz の狭い帯域でチャンネルを区切って、送信ごとに周波数を切り替えるような周波数ホッピングや雑音による影響を避けるために周波数拡散などが適用され、無線 LAN などの比較的周波数帯域の広い無線システムとの共存を可能としている。

また、無線機器の通信経路にメッシュネットワークなどを利用して、広いエリアでの無線通信を可能としたり、無線通信経路を冗長化させることにより信頼性を向上させたりする技術も導入されている。また、さらにこのような技術の適用や導入・運用時のメンテナンスのためのツールを提供することにより、比較的簡易に無線システムの導入が可能となっている。

本ガイドブックでは、無線システムの導入検討および運用時のメンテナンスを行うために必要な知識や情報を提供することを目的としている。

## 1.3 本ガイドブックの概要

無線通信は、有線ケーブルを使わずに電磁波を利用して通信する手段である。無線通信は、有線ケーブルも敷かず送信機と受信機だけで通信することが可能であり、無線を利用したことがあるユーザには手放せない通信手段となってきている。無線の場合は、有線通信とは異なる知識や解決手段が必要になるが、ある程度の知識を習得すれば安心して利用することができる（第 2 章：無線の基礎）。

国際的には、免許不要で共通に使用できる周波数帯として、主に ISM (Industry - Science - Medical) 周波数帯である 2.4GHz 帯無線の利用が進んでおり、無線 LAN などがビジネスオフィスや一般家庭に導入され、さらには工業用途でも適用が行われている（第 3 章：工業用無線の応用事例）。

無線機器の状態や通信経路の状態を確認するためには、適切な測定器やツールを活用することが重要である（第 4 章：無線の測定方法）。

無線通信は、周波数、時間、空間をうまく利用することで、複数のシステムを共存させることが可能である。産業オートメーションの工場・プラントでは、アプリケーションによって、タイミングやデータ量などの通信手段へ要求仕様が異なるため、適切な要件を満足する無線通信システムの選択が重要である（第 5 章：無線の導入手順）。

IEC では、SC65C にて、2010 年に無線共存を検討する作業グループ WG17 が設立され、IEC 62657 として、工業用に無線を導入するメリットと導入にあたっての要件を Part 1 としてまとめ、無線共存管理の手順や手法を Part 2 として発行している（第 6 章：国際標準規格の動向）。また、無線システム導入に際して、各国・各地域のそれぞれの適用環境に適合した規制や仕様・性能要件を満足しているかどうかを把握しておくことも重要がある（第 7 章：日本および国際情勢と規制）。

## 2. 工業用無線の基礎

本章では、無線に関する基本的な事項に関して説明する。

一般に「無線とは無線通信の略称で、有線ケーブルを使わずに無線媒体を利用して電気信号を伝達すること」とされている。まず、複数の無線システムが共存した場合の障害を解決するための一助となることを目的として、電波および無線機器に関する基礎的な内容を把握するために、電波の特性と性質、無線機器および特長について説明する。

### 2.1 電波の特性と性質

#### 2.1.1 電磁波

電磁波とは、電界（電場）と磁界（磁場）が相互に作用して組み合わせり、空間を伝達する波のことと定義される。アンテナにより、電気信号が電磁波に変換され、空中に発射される。電磁波には、ガンマ線、エックス線、紫外線、太陽光線、電波等が含まれる。

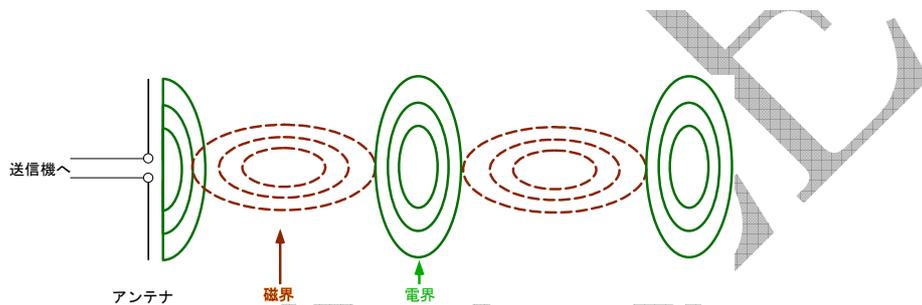


図 2.1 電磁波

以下に、電界と磁界について説明する。

#### ・ 電界

物に電位差がある空間の状態。例えば、科学繊維でできたハタキをこすりゴミを吸着するのは、静電気による現象で、ドアノブと人体間での放電も同様な静電気による現象である。雷も雲の中の水滴や氷の粒に電荷がたまり、放電する現象である。

電荷（物質や原子・電子などが帯びている電気やその量のこと）がプラス電荷とマイナス電荷が偏って集まることで電界が生じる。これらの電荷が流れると電流と呼ばれる。導体に電圧がかかるとその間に電界が発生する。

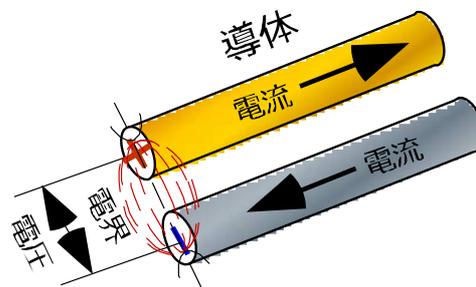


図 2.2 電界

#### ・ 磁界

砂鉄のような磁性微粒子に磁石を近づけると、粒子は特定のパターンを描く、これは磁界による

### 3. 工業用無線および応用事例

工業用無線では、リアルタイム性や高信頼性に対応した要求仕様を考慮した標準規格が策定され、産業オートメーション分野にて適用されている。本章では、工業用無線の概要について説明し、具体的に適用されている応用事例について紹介する。

#### 3.1 工業用無線について

##### 3.1.1 工業用無線の特長

工業用無線センサネットワークでは主に ISA100.11a、WirelessHART、ZigBee などが利用されている。一般的に利用されている無線 LAN とは以下の点が異なっている。

表 3.1 工業用無線と無線 LAN の比較

	工業用無線	無線 LAN
主な通信プロトコル	ISA100.11a WirelessHART ZigBee	無線 LAN
通信規格	IEEE802.15.4	IEEE802.11
使用周波数帯域	920MHz 帯/2.4GHz 帯	2.4GHz 帯/5GHz 帯など
チャンネル数	920MHz: 38 / 2.4GHz: 16	b:14, a: 19, g:13, n:13/19
チャンネル幅	920MHz: 2MHz / 2.4GHz: 5MHz	b:22MHz, a:20MHz, g:20MHz, n:20MHz or 40MHz
送信レート	920MHz: 100kbps 2.4GHz: 250 kbps	b:11Mbps, a:54MHz, g:54Mbps, n:600Mbps
主な通信方法	・メッシュネットワーク 通信端末同士が、ネットワークを形成し、親機と子機間で通信障害が生じた場合、代替ルートで通信を行う	・インフラストラクチャモード 通信端末は、アクセスポイントと通信を行う事で、インターネットへ接続する事ができる ・アドホックモード 通信端末は、アクセスポイントなどの外部通信機器を経由せずに通信端末同士を直接接続し、通信を行う

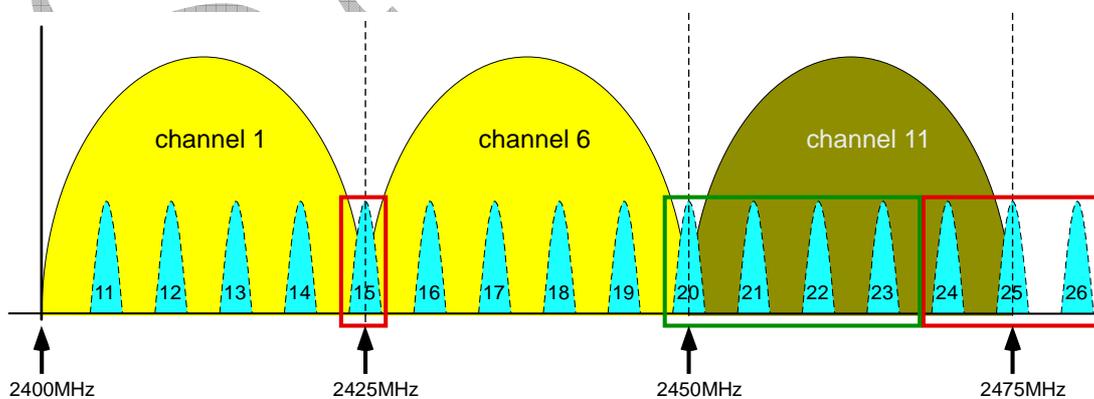


図 3.1 2.4GHz 帯における無線 LAN と IEEE802.15.4 のチャンネル

工業用無線を導入することにより、これまで監視できなかったプラント内のプロセスや設備状態のデー

## 4. 無線の測定方法

### 4.1 はじめに

無線の測定を電波の測定と読み替えて以下、記述する。我々が利用する電波は周波数、変調の種類、変調度等により大きくその性質を変えるため、測定に当たっては注意が必要である。以下、基本的且つ有用な測定の種類、使用する機器概要、および、測定に当たりどのような注意が必要か等について記載する。IEC 62657 part 2 の第 7.4 章には、無線システム導入に関する手順が概要から手段まで、記述されている。最近では無線共存の視点で有用なツールとして、パソコンに USB 接続することで、パソコン画面上でスペクトラムアナライザ機能を実現する小型な機器も商品化されている。この辺りの紹介を最終章で行う。

電波の測定の種類には以下の項目が存在する。

#### 4.1.1 波形測定

##### 4.1.1.1 目的

電磁波波形そのものを電圧信号に変換して視覚的に直接観測する。電圧・電流、また周波数も測定する。電磁波の状況を視覚的に直接知ることができる基本的な測定である。これにより、より詳細な測定・解析をするべきかどうかの検討に有用である。

##### 4.1.1.2 測定項目

電圧、電流、周波数が主な測定項目である。

#### 4.1.2 伝播効率測定

##### 4.1.2.1 目的

電磁波放出源からの電界強度、定在波比 (SWR)、インピーダンス等を測定し、電磁波の伝播特性を知る。伝播効率の良否はシステム全体に影響を及ぼし、必要に応じて対策が必要になる。送受信システムの伝播効率を適切にすることにより不必要な電力投入や、指向性アンテナ使用等による電波資源の有効活用に役立てる。

##### 4.1.2.2 測定項目

電界強度、インピーダンス (または、アドミタンス)、SWR 等の測定項目が挙げられる。

#### 4.1.3 エネルギー

電力、及び、スペクトラム測定があげられる。これらの測定は電磁波放出源の同定にも有効である。工業用無線においては、その通信の成否によりプラント運転に影響を及ぼす恐れがある。限られた無線周波数帯域内の電波エネルギー分布を知ることにより適切な運用方法を検討する。無線共存の観点から重要な測定である。

## 4.2 測定機器

### 4.2.1 波形測定

波形を直に測定する機器としては、オシロスコープが一般的である。波形から、電圧、電流、及び周波数を物理量として測定可能である。

### 4.2.2 伝播効率

- ・電界強度

電波発信源の電界強度が大きければ、S/N 比を大きく取れ、電波伝搬に大きく影響する。測定器として、電界強度計、スペクトラムアナライザがあげられる。

- ・インピーダンス

電波発信源から測定系において、インピーダンス整合は重要である。測定器としては、ネットワークアナライザ、インピーダンスアナライザが上げられる。最近では、伝播効率に大きく影

## 5. 無線共存管理と無線の導入手順

### 5.1 IEC 62657 の概要

IEC/SC65C では、フィールドバスや高可用性ネットワーク、機能安全用フィールドバスなどの工業用有線ネットワークに加えて、近年では、工業用無線と無線共存についての規格策定を行っている。無線共存については、2009 年より IEC 62657 として国際標準規格の開発を開始し、複数の無線システムの共存の状態を定義して、適切に無線共存を管理するための手順を策定してパート 2 として規格化した。また、その後、各国の電波当局へ工業用無線の有効性と必要性を訴求するために、工業用無線の要求仕様をまとめて、産業オートメーションの専門家にも工業用無線の有効性をまとめて、パート 1 として技術仕様書を発行した。

- ・パート 1: Wireless communication requirements and spectrum consideration

無線通信要求仕様と周波数検討

- ・パート 2: Coexistence management

無線共存管理

パート 1 は、工業用通信ソリューションのための基本である産業オートメーションと周波数検討の一般的な必要要件を提供するもので、国際、各国・地域、ローカルな規制へ将来の工業用に共通な周波数帯の利用を促進することを意図しており、技術仕様として発行されている。パート 2 は、共存管理の概念と手順を提供するもので、共存管理の手順に基づいて、特定のアプリケーションの必要条件を考慮して、与えられた周波数帯で無線通信による複数のアプリケーションの共存を実現することを可能とする。

以下に各パートの概要について紹介する。

### 5.2 無線通信要求仕様と周波数検討 IEC 62657-1

#### 5.2.1 構成

パート 1 は、無線通信要求仕様と周波数検討というタイトルとなっており、工業用無線の利用状況と可能性、具体的なユースケースが紹介されており、無線管理当局の担当者向けと産業オートメーション分野におけるプロセスおよび計装専門家向けとに分けて記載されている。現在、技術仕様書 (TS: Technical Specification) として発行されているが、国際標準規格 (IS: International Standard) として発行するための改訂プロセスが始まっている。

以下に規格の構成を紹介する。

1. スコープ
2. 必須参照規格
3. 用語、定義、略語
4. 産業オートメーションの無線通信の要求仕様 — 無線管理局のための検討事項
  - 4.1 世界的に統一された周波数利用
  - 4.2 共存管理手順 (IEC 62657-2 参照)
  - 4.3 工業用無線アプリケーションにおける周波数利用の概念
  - 4.4 市場妥当性と必要条件
  - 4.5 社会面、健康面、環境面の特徴
5. 産業オートメーションの無線通信の要求仕様 — オートメーション専門家のための検討事項
  - 5.1 産業オートメーションにおける無線通信ネットワークの利用
  - 5.2 産業オートメーションアプリケーションの必要条件 (ユースケース)
  - 5.3 無線通信ネットワークの必要条件

## 6. 国際標準規格および関連活動

### 6.1 工業用無線に関する標準化規格

IEEE802 に関する規格を図 6.1 に示す。

工業用無線は IEEE802.15.4 Low Rate WPAN が主に選択される。表 6.1 は産業分野で選択される無線技術・規格リストを示す。

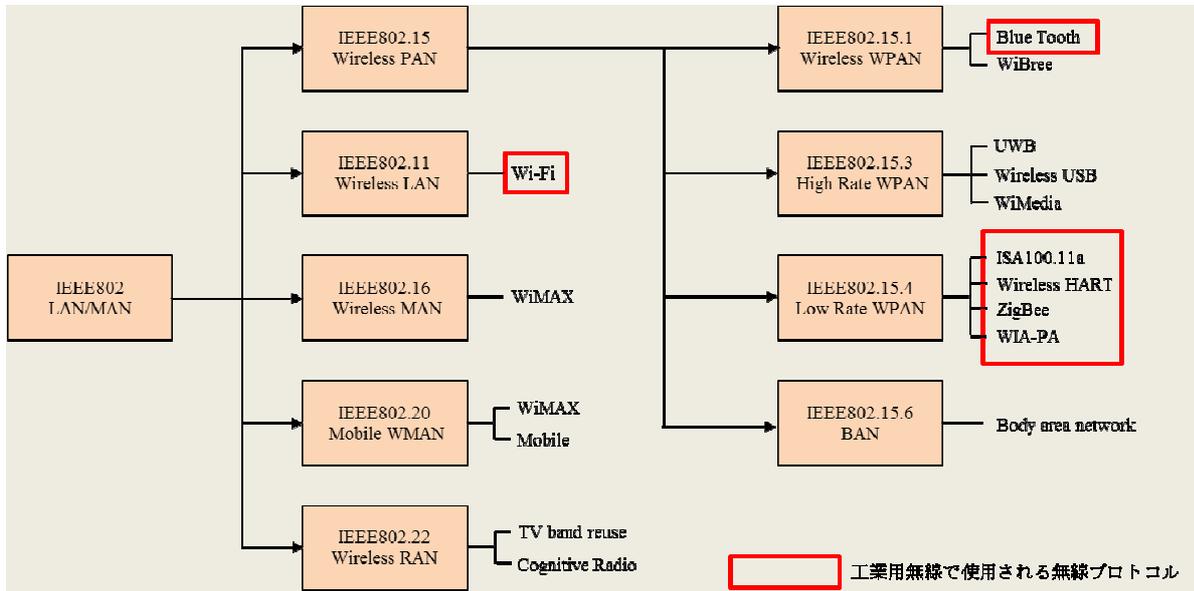


図 6.1 IEEE 802 規格階層

(IEEE 802 LAN/MAN Standards Committee <http://www.ieee802.org/>参照)

## 7. 日本および各国の周波数

### 7.1 はじめに

日本は、国際標準化機関 ITU に加盟するとともに、それに準拠して、電波法を策定・施行している。実際の電波の使用にあたっては、電波法に沿って、一般社団法人電波産業会（ARIB）が電波利用の発展を目的として、通信・放送分野における電波の有効利用に関する調査研究、研究開発、標準化などの事業を行うとともに、電波をより高密度に利用するための電波の周波数の調整などを行うコンサルティング、関連外国機関との連絡・協力などの事業を総務省の支援と電気通信事業者、放送事業者、無線機器製造業者、電波関係団体などの参加を得て、実施している。

現在、工業用無線は、免許を必要としない周波数帯での利用が進んでおり、グローバルに共通で利用できる周波数帯として、2.4GHz 帯、5GHz 帯があり、近年では 920MHz 帯が候補となってきている。以下に工業用途への利用が目されている周波数帯について、対象となる標準規格を紹介する。

### 7.2 日本の状況

#### 7.2.1 概要

電波産業会では、電波法第 14 条に従い標準規格の規格体系を整備し、ARIB 標準規格体系が示されている。図 7.1 に通信分野の 920MHz 帯、2.4GHz 帯、5GHz 帯に対応した規格を抜粋した。

用途	電気通信業務用無線局	公共業務用無線局	一般業務用無線局	小電力業務用無線局	特定小電力無線局
移動系					
固定系		【5GHz帯】 広帯域移動アクセスシステム (HiSWAN) STD-T70		小電力データ通信/無線LAN (2.4GHz帯) 小電力データ通信システム/ ワイヤレスLANシステム STD-33 【2.4GHz帯】 第二世代小電力データ通信システム/ ワイヤレスLANシステム STD-T66 【5GHz帯】 広帯域移動アクセスシステム (HiSWAN) STD-T70 【5GHz帯】 広帯域移動アクセスシステム (CSMA) STD-T71 【5GHz帯】 小電力データ通信システム/ ワイヤレスLANシステム STD-T72	
RFID		【5GHz帯】 広帯域移動アクセスシステム (CSMA) STD-T71	構内無線局2.4GHz帯 移動本識別用無線設備 STD-1 構内無線局920MHz帯 移動本識別用無線設備 STD-T106		特定小電力無線局2.4GHz帯 移動本識別用無線設備 STD-29 特定小電力無線局2.4GHz帯 移動本識別用無線設備 (Hopping方式を用いた2.4GHz帯移動本識別用無線設備) STD-T81 特定小電力無線局920MHz帯 移動本識別用無線設備 STD-T107
テレメータ等					920MHz帯テレメータ用、テレコントロール用及びデータ伝送用無線設備 STD-T108 (第1編)

図 7.1 小電力無線局の無線設備の ARIB 標準規格体系 (920MHz 帯、2.4GHz 帯、5GHz 帯)

電波産業会ホームページ([https://www.arib.or.jp/kikaku/kikaku\\_taikei/taikei01.html](https://www.arib.or.jp/kikaku/kikaku_taikei/taikei01.html))より抜粋

#### 7.2.2 2.4GHz 帯

無線センサネットワークでは、一般的に免許不要で使用できる 2.4GHz 帯が使われることが多く、工業利用のためにその信頼性と安全性向上のために、周波数ホッピングなどの手法が用いられる。

日本においては、一般社団法人電波産業会において、電波法に準拠してアプリケーションや各周波数の状況に合わせて標準規格が制定されている。

2.4GHz 帯については、以下の標準規格が整備されている。

- ・ ARIB STD-T33 : 小電力データ通信システム/ワイヤレス LAN システム標準規格

## 8. おわりに

IoT (Internet of Thing) が産業オートメーション分野へも適用される動きがある中、今まで以上の大量データを収集するためには、無線の利用は不可欠であり、その共存が求められる。2.4GHz 帯をすべての分野で共通に利用できるインフラとして整備して、アプリケーションごとに専用の周波数帯を利用するという考え方も示されているが、グローバルで共通して整備されるには、数十年単位での時間を要することが予想される。すでに有効性が確認されて利用が促進される無線システムは、人間のコミュニケーション手段として欠かせない事情もあるなか、産業オートメーション分野で利用することによって、人類共通の資源であるエネルギーや資源の削減に貢献することも期待される。

電波は人類共通の資源であり、長期的な視野に立った周波数利用の考慮が必要な段階に入ってきている。産業オートメーション分野での無線システムの利用が、生産効率の向上だけでなく、安全・安心操業を実現し、人類の未来へ貢献することが期待される。

## 9. 執筆担当および作成委員会の構成表

本ガイドブックの各章の主な執筆担当は以下の通り。

- 第1章： 林 尚典（横河電機株式会社）
- 第2章： 荒井 由太郎（東京計装株式会社）
- 第3章： 名村 将由（理化学工業株式会社）
- 第4章： 榎木 茂実（新川センサテクノロジー株式会社）
- 第5章： 佐藤 哲史（株式会社チノー）
- 第6章： 川崎 潤一郎（大倉電気株式会社）
- 第7章： 林 尚典（横河電機株式会社）

尚、章によっては、構成の都合や編集により複数の委員により執筆した文章や図・表が含まれているものもある。また、事情により途中で委員会をご退任された日高武雄委員には、全体にわたって有用な情報のご提供をいただき、各章の文章へ反映させていただいた。

本ガイドブック策定にあたっては、無線共存サブWGを原案作成委員会として平成25から26年度に策定し、その後、工業用無線技術調査・研究WGのTGとして、レビューおよび改訂作業を荒井委員を中心に行った。各委員会およびWGの構成表を次に示す。

### 無線共存サブWG（平成25～26年度） 構成表

	氏名	所属
(主査)	林 尚典	横河電機株式会社
(委員)	名村 将由	理化学工業株式会社
	佐藤 哲史	株式会社チノー
	荒井 由太郎	東京計装株式会社
	榎木 茂実	新川センサテクノロジー株式会社
	川崎 潤一郎	大倉電気株式会社
	一条 浩一	株式会社日立ハイテクソリューションズ
	福田 力	株式会社安川電機
	喜多井 剛志	アズビル株式会社（IEC/SC65C/WG17 国内幹事）
(事務局)	日高 武雄	元アズビル株式会社
	瀧田 誠治	一般社団法人日本電気計測器工業会（事務局）
	松元 敏行	一般社団法人日本電気計測器工業会（事務局）

### 工業用無線技術調査・研究WG（平成28年度） 構成表

	氏名	所属
(主査)	鄭 立	株式会社チノー
(副主査)	岩山 哲治	三菱電機株式会社
(委員)	新 誠一	電気通信大学
	長谷川 敏	横河電機株式会社
	中川 隆広	アズビル株式会社
	山口 知男	東京計器株式会社
	柴田 浩司	株式会社東芝
	畠内 孝明	富士電機株式会社
	立花 孝治	株式会社日立ハイテクソリューションズ

	坊田 信吾	新川センサテクノロジー株式会社
	亀山 辰未	株式会社オーバル
	宋 欣光	新川電機株式会社
	林 尚典	横河電機株式会社
	逢 強	東京計装株式会社
	小坂 哲也	三菱電機株式会社
	高田 芽衣	株式会社日立製作所
	金澤 怜志	横河電機株式会社
	日向 一人	富士電機株式会社
	古賀 陸樹	株式会社日立ハイテクソリューションズ
	瀬和居 裕志	島津システムソリューションズ株式会社
	加藤 泰輔	富士電機株式会社
	名村 将由	理化学工業株式会社
	佐藤 哲史	株式会社チノー
	荒井 由太郎	東京計装株式会社
	榎木 茂美	新川センサテクノロジー株式会社
	川崎 潤一郎	大倉電気株式会社
	一條 浩一	株式会社日立ハイテクソリューションズ
	小林 和敏	株式会社安川電機
	生方 唯史	アンリツ株式会社
	日高 武雄	日本エマソン株式会社
(事務局)	瀧田 誠治	一般社団法人日本電気計測器工業会
	松元 敏行	一般社団法人日本電気計測器工業会

**工業用無線技術調査・研究 WG（平成 29 年度） 構成表**

	氏名	所属
(主査)	長谷川 敏	横河電機株式会社
(副主査)	加藤 泰輔	富士電機株式会社
(委員)	金澤 怜志	横河電機株式会社
	中川 隆広	アズビル株式会社
	荒井 由太郎	東京計装株式会社
	岩山 哲治	三菱電機株式会社
	鄭 立	株式会社チノー
	瀬和居 裕志	島津システムソリューションズ株式会社
	名村 将由	理化学工業株式会社
	生方 唯史	アンリツ株式会社
	宋 欣光	新川電機株式会社
	坊田 信吾	新川センサテクノロジー株式会社
	川崎 潤一郎	大倉電気株式会社
	柴田 浩司	株式会社東芝
	渡辺 友馬	株式会社東芝
	新 誠一	電気通信大学
(事務局)	瀧田 誠治	一般社団法人日本電気計測器工業会 (事務局)
	井上 賢一	一般社団法人日本電気計測器工業会 (事務局)
	松元 敏行	一般社団法人日本電気計測器工業会 (事務局)

本資料に掲載されている社名、商標は、各社の社名、商標です。 また各社の販売資料から文章や画像を転載させて頂きました。 この場を借りて御礼申し上げます。

### 禁無断転載

本資料の著作権は一般社団法人日本電気計測器工業会が保有しています。 引用される場合には当工業会にご連絡頂くと共に、本資料の資料名を明示してください。最終成果物の印刷物またはpdf ファイルをご提供いただくことがあります。

SAMPLE