

# プロセスオートメーション向け工業用無線システム

## Industrial Wireless Systems for Process Automation

日向 一人 Kazuhito Hinata

四蔵 達之 Tatsuyuki Shikura

プロセスオートメーションの分野で工業用無線の国際標準規格に対応した無線対応フィールド機器が製品化され始めている。富士電機では、ISA 100.11a 準拠無線システムのプラットフォームを開発し、石油・化学プラント向けに、本プラットフォームを適用したガス検知システムを試作した。機器の無線化により、現場だけでなく中央制御室でのリアルタイム監視が可能となり、プラントの安全性向上にいつそう貢献できる。無線対応フィールド機器の設計においては、間欠動作のほか、電源回路や通信タイミングの最適化設計により、低消費電力を実現し、電池駆動を可能にしている。

In the field of process automation, wireless-compatible field devices are starting to be commercialized that support international industrial wireless standards. Fuji Electric has developed a ISA 100.11a-compliant wireless system platform. For petroleum and chemical plants, we have created a prototype gas detection system that uses this platform. By making the devices wireless, real-time monitoring becomes possible not just on-site but in the central control room, which can contribute to further increase in plant safety. In design of wireless corresponding field devices, by employing intermittent operation as well as optimized design of the power circuit and communication timing, low power consumption and battery operation have been realized.

### 1 まえがき

無線技術は、配線が困難な場所でのデータ計測や一時的な設置箇所などでの計測を可能とし、各種センサ情報伝送などの有線ネットワークを補完し、敷設コストの削減を実現する技術として期待されている。

近年、特にプロセスオートメーション（PA）の分野では国際標準規格に対応した無線対応フィールド機器が製品化され始めており、フィールド無線市場の拡大が期待されている。

本稿では、工業用無線への要件について整理し、標準化の動向について概説する。次に、富士電機の標準化への取組みを紹介するとともに、技術開発の取組みとして無線技術のプラットフォーム開発、さらに、その適用例としてプラント向けガス検知無線システムについて紹介する。

### 2 プロセスオートメーション向け無線システムの要件と標準化動向

#### 2.1 プロセスオートメーション向け無線システムの要件

PA 分野では、石油、ガス、化学、電力など社会基盤を担う生産に関わるため、通信に対するシステムの要求は非常に厳しい。通信トラブルなどによる設備の停止や誤動作などといった、信頼性および安全性を低下させることはあってはならない。また、プラントの拡張・更新、既設有線ネットワークとの接続性の確保も不可欠である。これらを踏まえ、PA 向け無線技術に求められる要件を整理すると次のようになる。

##### (a) 高信頼性

他の無線システムとの電波干渉により、無線通信が途絶えることがあってはならない。また、無線通信データ

には、プラントの運転に関する情報なども含まれることから、盗聴、データ改ざん、なりすましといったセキュリティ上の脅威をなくすることが求められる。

##### (b) オープン性

プラントの監視制御システムは、さまざまなメーカーが提供する機器の組合せて成り立っている。このようなマルチベンダー環境に対応するため、オープン性の確保が不可欠である。

##### (c) 拡張性

ネットワークへのフィールド機器の追加や削除が容易であることはもちろんのこと、将来への発展性が求められる。

##### (d) 実時間性

PA 分野のアプリケーションは多岐にわたり、データのロギング、設備保守、ループ制御などの用途では通信における実時間性が求められる。

##### (e) 導入・運用の容易性

無線技術は、既設プラントの改良、新規プラントの建設といった条件を問わず、導入・運用可能であることが必要である。そのため既存有線ネットワークに、容易に接続可能であることが求められる。

#### 2.2 無線技術の標準化動向

無線技術の標準化領域は、物理層、通信プロトコル、相互運用性試験、設置・保守、防爆・安全など多岐にわたる。次に、代表的な通信プロトコルにおける標準化活動について紹介する。

WirelessHART<sup>〔注1〕</sup> は、アナログ通信として広く使われて

〔注1〕 WirelessHART：米国 HART Communication Foundation の商標または登録商標。

いる4～20mAの信号にデジタル信号を加えて、機器診断情報などを伝送する有線通信規格HART (Highway Addressable Remote Transducer)の無線対応版であり、HART Communication Foundationにより規格策定と認証が行われている。WirelessHART規格は、2007年9月に発行されたHARTバージョン7に含まれている。

ISA 100.11aは、ISA (International Society of Automation) 100委員会より、2009年9月にリリースされたPA向けの無線通信技術のISA規格である。ISA 100委員会は、PA分野にとどまらず、ファクトリーオートメーション、無線バックボーンネットワークなど工場全体に関わる一連の規格化作業を推進している。また、WirelessHARTとの統合、相互運用性確保のためのワーキンググループ(WG)もあり、ユーザメリットを考慮した活動が行われている。

一方、工業用無線の国際標準化としては、IEC (International Electrotechnical Commission: 国際電気標準会議) TC65のSC65C内に設けられたPA向け無線ネットワークを扱うWG16において、標準化作業が行われている。既にWirelessHART仕様がIEC規格として承認されており、中国からの提案であるWIA-PA規格も審議中である。今後、ISA 100.11aもIECへ提案されて審議される予定である。

### 2.3 ISA 100.11aの特徴

#### (a) ネットワーク構成(トポロジ)

図1に、ISA 100.11a準拠無線システムの構成例を示す。無線フィールド機器は無線通信機能を備えたフィールド機器で、ゲートウェイは無線通信ネットワークとアプリケーションのインタフェースとして上位システムと

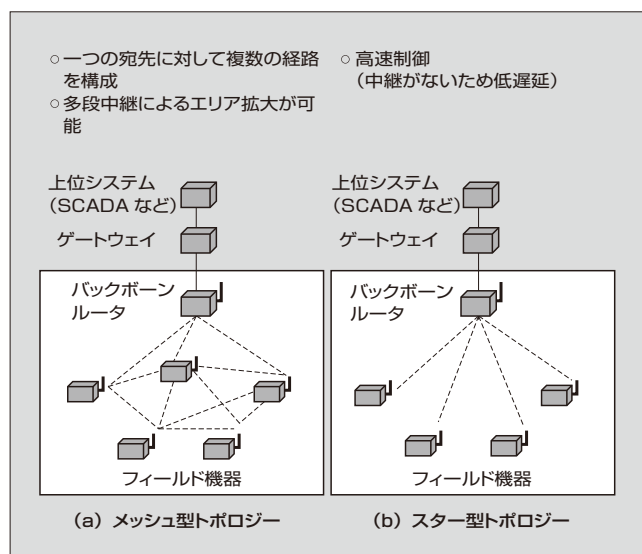


図1 ISA 100.11a 準拠無線システムの構成例

〈注2〉 TC65: 計測・産業用オートメーション関連の標準化専門委員会

〈注3〉 SC65: デジタルデータ転送分科委員会

のゲートウェイ機能を持つ。バックボーンルータは無線フィールド機器間および無線フィールド機器とゲートウェイ間を相互接続する機能を持つ。

ISA 100.11a 準拠無線システムは、図1に示すメッシュ型トポロジのサポートにより、ネットワーク経路の冗長化による通信信頼性の確保、多段中継による通信エリアの拡大を可能とし、無線ネットワークの高信頼性と拡張性を実現している。また、スター型トポロジのサポートによる高速制御、メッシュ型トポロジとスター型トポロジの組み合わせ利用による多様なシステム構成を実現可能としている。

#### (b) チャンネルホッピング

チャンネルホッピングとは、図2に示すように通信電波の周波数チャンネルを固定ではなく、一定のルールにより変更(ホッピング)を行う通信方式である。特定の周波数チャンネルで電波干渉が発生しても、他の周波数チャンネルでの再送によるリカバリが可能であり、無線通信の高信頼性を実現している。

また、ISA 100.11aでは複数のホッピング方式を備えている。センサデータの定期的な収集など定時性の必要な用途からファームウェアの更新など大容量データの伝送用途までをカバーすることができる。

#### (c) チャンネルブラックリスト

チャンネルブラックリストとは、他の無線通信と干渉するチャンネルを回避する機能である。無線LANの利用チャンネルを自動的に検出し、空きチャンネルのみでホッピングパターンを生成する。これによりユーザが意識することなく、無線LANなど他の無線システムとの共存を可能とし、工業用無線ネットワークの高信頼性を実現している。

#### (d) セキュリティ

隣接するデバイス間のセキュリティ、および末端のI/Oデバイスと上位システムとのインタフェース機能を持つゲートウェイ間(エンド-エンド間)のセキュリティを確保する2階層構成により、高信頼性を実現している。

#### (e) 既存有線フィールドバス伝送フレームのトンネリング機能

FOUNDATION フィールドバス、PROFIBUS、HARTなどの既存有線フィールドバスの伝送フレームを、トン

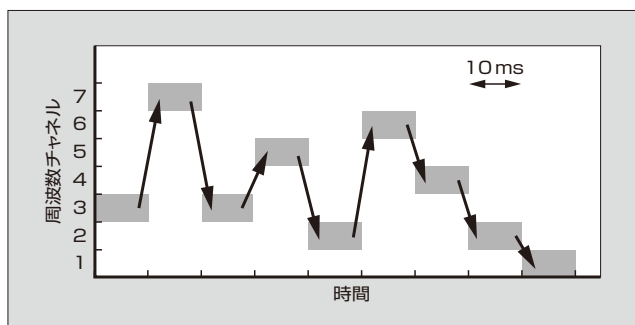


図2 チャンネルホッピングの例

ネリング機能により透過することで、無線ネットワークの導入の利便性を高めている。

このほか、将来性およびオープン性を考慮した IPv6 アドレス対応などもサポートしている。

### ③ 富士電機の実組み

#### 3.1 標準化への取組み

これまで述べてきたように、PA 分野への適用要件を満たすため、技術の発展と国際標準の整備が進み、工業用無線を適用できる環境が整いつつある。このような状況の下、富士電機では、業界・標準化団体活動に積極的に参加することで普及促進に貢献している。

2.3 節で述べた ISA 100.11a の優れた特長に着目し、2008 年から ISA 100 委員会に参加するとともに、ISA 100 規格の認証、普及推進団体である WCI (ISA100 Wireless Compliance Institute) にも参加している。この中で、WCI ベンダ各社と協力し規格の認証・検査支援、教育・技術サポートなど ISA 100.11a の普及活動を推進している。

#### 3.2 無線技術開発への取組み

##### (1) ISA 100.11a 準拠無線システムプラットフォーム

前述のとおり、本規格は、PA 分野で要求される機能を備えている。今後、無線化の市場ニーズの高まりとともに、さまざまな用途への適用拡大が期待される。富士電機では、ISA 100.11a ドラフト仕様を搭載した圧力発信器を試作、2008 年 10 月に米国テキサス州ヒューストンで開

催された ISA Expo に試作品を出展するなど、いち早く ISA 100.11a の技術に取り組んできた。今回、この規格の適用拡大を見据え、品質の高い無線システムの提供をより効率的に行うため、図 3 に示す無線システムのプラットフォームを開発した。

工業用無線システムは、センサやアクチュエータなどのフィールド機器であるノード、無線ネットワークに接続されたフィールド機器を管理し上位システムとの間でデータを中継するホスト、ホストと接続しノードが収集したデータをモニタリングする SCADA などの上位システム、およびエンジニアリングツールから構成される。

プラントに無線システムを適用する場合、目的と用途によりノードのセンサ、上位システムは異なる。このことを踏まえ、無線システムをノード、ホストおよびツールから成るシステムと捉え、それら全体をプラットフォーム化することにより、容易に無線システムが構築できる。

ノードは無線通信機能を持ち、センサ素子とセンサ信号処理回路間を結ぶセンサインタフェース、適用電源インタフェースおよび無線-センサインタフェースを開発することで無線化を可能としている。

ホストは、ISA 100.11a で定義されたシステム管理、セキュリティ管理、ゲートウェイおよびバックボーンルータを持つ。これらの機能は無線システムを構築する際、システムの種別によらず共通的に利用することが可能である。

また、エンジニアリングツールは電波測定、アンテナ・電波伝搬解析など、エンジニアリングの効率化に効果を発揮する。エンジニアリングツールは、ISA 100.11a に限ったものではなく、無線 LAN や他の無線システム構築においても適用可能である。またノードのアンテナは、アンテナ解析ツールを利用して設計ができる。

##### (2) 石油・化学プラント向けガス検知無線システム

プラットフォームの適用例として、石油・化学プラント向けのガス検知無線システムを紹介する。

同システムは、PA に必要な物理量の計測以外に、プラントの安全監視や環境モニタリングへの適用が期待されて

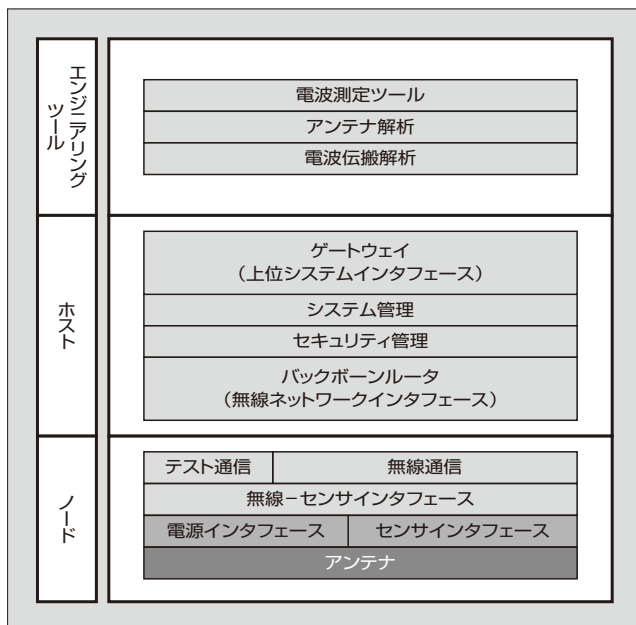


図 3 無線システムプラットフォーム

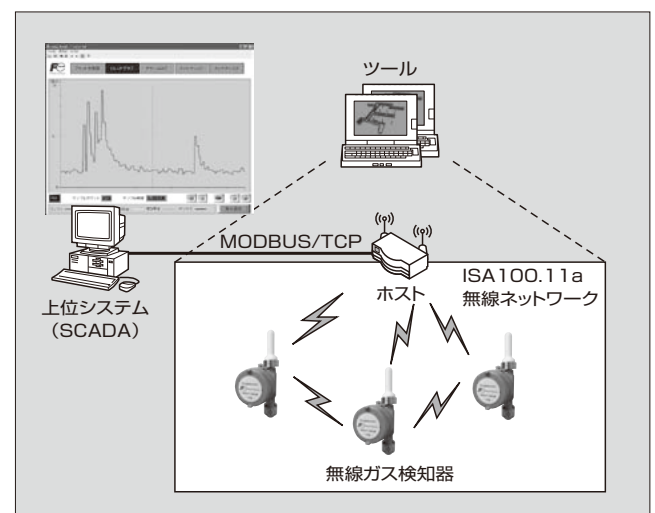


図 4 石油・化学プラント向けガス検知無線システム

〈注 4〉 FOUNDATION フィールドバス：フィールドバス協会の商標または登録商標

〈注 5〉 PROFIBUS：PROFIBUS User Organization の商標または登録商標

いる。例えば、安全監視では定置型ガス検知器の設置やポータブルな検知器を持ち歩く場合がある。しかし、定置型では容易に持ち運ぶことができず、ポータブル型では中央制御室でのリアルタイム監視ができないという不便さがあった。このような課題に対し機器の無線化により、現場だけでなく中央制御室でのリアルタイム監視が可能となり、より安全性向上に貢献できる。

このような狙いの下、図4に示す石油・化学プラント向けガス検知無線システムを開発した。ガス濃度を監視する上位システム、無線ネットワークと上位システムの間を中継するホスト（コンセントレータ）およびガス検知器から構成されており、ガス検知器から定周期でガス濃度をコンセントレータに送信し、上位システム画面でガス濃度、警報などを表示することができる。

本システムでは、ガス検知器の無線部分とホストにプラットフォームを適用している。また、上位システムとの

インタフェースには、プラットフォームの持つMODBUS/TCPによる通信を使用している。

図5にISA 100.11a対応ガス検知器外観を、図6にガス検知器構成をそれぞれ示す。ガス検知器は、上述したノードプラットフォームに、可燃性ガスを検知するセンサおよびセンサ信号処理回路、電池とセンサ部とのインタフェースで構成している。

特に、ガス検知器の設計においては、間欠動作のほか、電源回路や通信タイミングの最適化設計により、低消費電力化を実現し、電池駆動を可能にしており、センサ部以外では、データ送信周期60秒にて4年程度の動作が可能となっている。

#### 4 あとがき

富士電機の無線技術の標準化への取組み、工業用無線通信規格ISA 100.11a準拠無線システムプラットフォームと、その適用例として、ガス検知無線システムを紹介した。

工業用無線の規格化、技術の進展などにより、無線通信技術はプラントにおいて既に実用可能なレベルに到達している。また、無線技術に対するユーザからの要求、期待は大きく、利用環境などの要因により絶えず変化している。そして、それに呼応するように無線技術そのものも変化、発展を遂げている。

今後、無線システムプラットフォームを活用し、回転機振動計測システムや水処理計測システムなど、ユーザニーズを満足するシステムの提供、さらには無線技術標準化への取組みを継続するとともに新技術の導入、提案を行っていく所存である。

#### 参考文献

- (1) 安川和行. 無線の基礎及びISA100.11a技術の特徴. WCI seminar in Yokohama. 2010-8-26.
- (2) 畠内孝明ほか. オートメーションを支えるワイヤレスネットワーク. 富士時報. 2009, vol.82, no.5, p.(59)-(63).
- (3) 四蔵達之ほか. 高信頼性を実現する無線システムの解析技術. 富士時報. 2009, vol.82, no.3, p.221-224.



図5 ガス検知器の外観

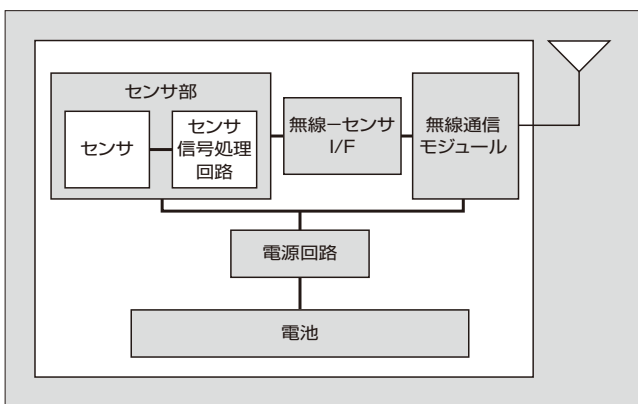


図6 ガス検知器の構成



#### 日向 一人

工業用無線技術の開発に従事。現在、富士電機株式会社技術開発本部製品技術研究所制御技術開発センター制御システム開発部主任。情報処理学会会員。



#### 四蔵 達之

工業用無線技術の開発に従事。現在、富士電機株式会社技術開発本部製品技術研究所制御技術開発センター制御システム開発部主査。電気学会会員。

〔注6〕 MODBUS：フランス Schneider Automation, Inc. の商標または登録商標



\*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する  
商標または登録商標である場合があります。