



Flexible Factory Project

—製造現場におけるIoTと無線通信技術の活用—

国立研究開発法人情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク総合研究センター ワイヤレスシステム研究室 主任研究員

いたや さとこ
板谷 聡子

1. はじめに

日本の製造業は、厳しい国際競争を勝ち抜くため、生産性向上のための改善と多品種少量生産/ライフサイクルの短期化への対応が急務であり、そのために組み換えが容易な柔軟性の高い製造ラインの実現が鍵となる^[1]。生産性向上のため、工場での生産設備や生産状況の「見える化」が進む中、ネットワークにつながる無線タグやセンサーなどの機器の導入や有線ケーブル移設費用及び作業時間が増えるのを抑えたいといったニーズがあり、無線通信はこれらの要求を満たす有効な通信手段である。近年、製造設備に付随して工場内に無線システムが導入される事例が増加、今後も更に増加するものと予想される。

2. Flexible Factory Project

工場内での無線利用においては、無線システム間の干渉による通信の不安定化や設備稼働への影響といった懸念があるが、複数の無線システムが共存する製造現場において、無線通信の課題解決に向けた試みは、これまで行われてこなかった。このような背景から、国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT) では、製造現場でIoT化を推進し、無線通信を活用したスマート工場実現のためFlexible Factory Projectを立ち上げ、稼働中の工場における多種類の無線通信性能評価実験を行っており (図1)、複数の企業と業界の垣根を越えて協力しながら、製造現場における環境と用途に応じた適応的無線制御方式の実現を目指している^[2]。プロジェクトは2015年6月にスタートし、現在も継続中である。



■ 図1. Flexible Factory Project 実験の様子

3. 製造現場における無線の課題

これまでの実験等を通して、製造現場において無線通信技術を使いこなすためには大きく3つの課題があることが分かっている^[3,4]。

3.1 ダイナミックな無線環境の変化

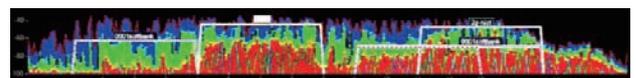
製造現場には金属帯などの遮蔽物が多く、人やものなどが移動する。また、狭く閉じられた空間であるためマルチパス環境となり、ミリ秒～秒のオーダーで不感地帯が出現したり、消滅したり、移動したりする。製造工程における段取り替えやシステムの電源を入り切りすることで数時間～数日のオーダーで、レイアウト変更や新規ラインの導入などで数か月～数年のオーダーで無線環境が変化し、あらかじめすべての場合を想定した固定的な無線システムの運用に限界がある。

3.2 多様な無線環境

例えば、工場の立地によっては外来波の影響を考慮しなければならない。図2は、住宅地に隣接する工場においてスペクトラムアナライザを用いて2.4GHz帯の周波数利用状態を調査した際のスナップショットである。縦軸が受信信号レベル、横軸が利用チャネル、色が赤いほど長時間電波が観測されていることを意味する。図2の両端に通信事業者が設置した無線LANホットスポットの識別名 (ESSID) が確認でき、工場内で使われているRF-IDタグシステムより広い周波数にわたり強い信号レベルを示していることが分かった。このことから、住宅地近接型の工場では、自社システムのみ把握しているだけでは無線通信環境を評価するには不十分であると言える。

また、製造システムが通信を阻害するようなノイズ源になる場合もある。図3は大型加工機付近で実証実験中に長時間分解能を持つスペクトラムアナライザにより観測されたノイズをとらえたものである。

このように、製造現場は、業種、工場の規模、電波遮蔽物の有無、立地条件による外来波の到来、または設備起因のノイズの有無によって無線環境の状態が異なることが製造現場における無線の利活用における課題となっている。



■ 図2. (住宅地隣接型中小規模工場) 住宅地設置のWi-Fi APの影響



■ 図3. (隔離型大規模工場) 機器ノイズの影響

3.3 混在する異種システム

さらに、製造現場では、すべてのシステムが同時に入れ替えられることはまれで、システムごとに個別最適化された個々の設備や、個々の工程ごとに段階的に異種の無線システムが導入されるのが一般的であり、システム全体の最適化が困難である。また、グローバルで使いやすい2.4GHz帯から混雑する傾向がある。

4. 無線通信システムを製造現場で安心して使うために

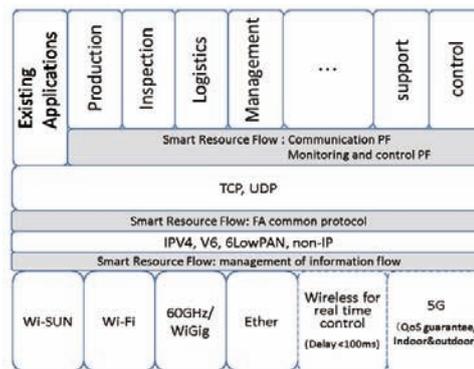
製造現場で新しいシステム導入がされる際、ユーザー側には次の3つのハードルがある。まず第1に、仕組みが分からないものや全自動はあまり好まれない傾向にある。これは、ユーザー側も技術者であることに起因すると言われるが、システムの仕組みを現場が理解できること、また、不具合発生時に問題個所が特定できるもしくは特定しやすいシステム構造になっている必要がある。第2に、製造現場において設備投資は製品価格に影響を与えることから、総入れ替えではなく部分入れ替えが可能であることが重要である。製造現場において、システム全体を入れ替えなければ効果が得られない技術の導入はなかなか進まない。第3に製造現場稼働中に何が起きているのか、何が起ころうか分かること、製造ラインが停止した場合にも、速やかに復旧することができる事業継続性の維持が重要なポイントとなる。

これらのことから、ユーザーが自分で機能を選択して組み合わせて使うことができ、既存システムへの追加や一部実装で効果が得られるようなプラットフォームの整備と、現場で起きていることを把握し、事業継続性を維持するために現場の人々の意思決定を支援する情報提示が必要である。NICTでは、材料、電力、製造機器、電波、人的リソースなど、製造現場におけるすべての資源の流れを円滑に行うためのフレームワークとしてSmart Resource Flow (SRF) を提案しており、特に、電波資源をうまく活用するためSRF無線プラットフォームの研究開発を行っている。SRF無線プラットフォームのプロトコルスタックの概略図を図4に示す。

SRF無線通信プラットフォームでは、既存のアプリケーションとの互換性維持のためTCP/IPの上下に機能を分割して実装する。

5. 無線通信を利用したスマート工場実現に向けて

製造現場への新規技術導入には、4章で述べたユーザーの3つのハードルを越えるだけでなく、システム自体の安



■ 図4. Smart Resource Flow無線プラットフォームプロトコルスタック

定動作と導入することによる他のシステムを不安定化させないことを保障する制度を確立することが重要である。また、合わせて、現場の方々の製造現場における無線通信技術の利活用に関する理解を深めるための、ガイドライン作成や課題共有のみならず、日々の運用を可能にするためのツールの整備や事業継続性を高めるための訓練など、現場と一体となった取組みが必須である。今後も実証実験を通じた現場のニーズを組み込んだ、ユーザー側で機能を選択して実装可能なプラットフォームの研究開発を推進するとともに、3つのハードルをユーザーとメーカーの方々と共に超えていけるよう、研究開発と成果展開を一体化させた活動を精力的に続けていく予定である。

(2017年7月7日 ITU-R研究会より)

謝辞

本実験の実施にご協力いただいたオムロン株式会社、株式会社国際電気通信基礎技術研究所、日本電気株式会社、日本電気通信システム株式会社、富士通関西中部ネットワーク株式会社、サンリツオートメーション株式会社、株式会社モバイルテクノ及び実験場所を提供していただいた工場の皆様に感謝の意を表する。

参考文献

- [1] 製造業をめぐる現状と課題”、http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/seizou/pdf/001_02_02.pdf
- [2] <https://www.nict.go.jp/press/2017/01/17-1.html>
- [3] 板谷、長谷川、雨海、尾関、江連、伊藤、竹内、小林、林、長谷川、丸橋、児島、“製造現場における多種無線通信実験—Flexible Factory実現に向けて—” 信学技報、RCS2015-156, pp.1-6.
- [4] 板谷、丸橋、長谷川、長谷川、雨海、尾関、江連、伊藤、小林、林、児島、“製造現場における多種無線通信—システムとしての製造現場—” 信学技報、CCS2015-75, pp.45-50.