

製造現場を支える無線システムの安定化技術の実験に成功 ～無線の可視化と異種システム協調制御で“止まらないライン”を実現～

【ポイント】

- NICT とトヨタ自動車は稼働中の工場で、無線可視化など無線システムの安定化技術の実験に成功
- 無線の可視化技術をトヨタ自動車の稼働中の組立ラインで検証、登録外端末の持ち込み検出を実現
- SRF 無線プラットフォームによる異種システム協調制御を検証、突発的な無線混雑の回避を実現

国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT、理事長: 徳田 英幸)とトヨタ自動車株式会社は、製造現場を支える無線システムの安定化技術の実験に成功し、“止まらないライン”を実現しました。

“止まらないライン”は、無線の可視化によって登録外の端末の持ち込みを検出し、計画外の無線の混雑を抑制することと、それでも発生してしまう突発的な干渉を異種システム協調制御によって回避することで、実現できます。今回、これらの技術を2か所の稼働中のトヨタ自動車の工場において、それぞれ実証しました。

- ・トヨタ自動車高岡工場における実証: NICT が開発した無線環境のリアルタイム可視化技術の検証を、実際に稼働中の組立ラインで実施し、製造ラインの無線システムに影響を及ぼす前に登録外端末を検出できることを確認しました。
- ・トヨタ自動車元町工場における実証: NICT が開発した異なる無線通信システム間の協調制御によって安定した無線通信を可能にする SRF 無線プラットフォーム^{*1} の検証を実施しました。その結果、無線の混雑度に応じて適切な通信経路を確立するなど、本プラットフォームの有効性を確認することができました。

今後、トヨタ自動車では、製造現場での無線システムの適切な管理のため、本可視化技術を他の工場にも順次導入していく予定です。NICT は、トヨタ自動車の他の工場でも本可視化技術の実証実験を継続するとともに、SRF プラットフォームの研究開発を推進し、工場において無線システムの安定化技術の実用化を目指します。

※SRF 無線プラットフォームの研究開発の一部は、NICT が総務省から受託した「電波資源拡大のための研究開発(JPJ000254)」における委託研究「狭空間における周波数稠密利用のための周波数有効利用技術の研究開発」により実施しています。

【背景】

製造現場では、生産性向上のため生産設備の柔軟性を高める目的で、無線通信を用いた製造システムの導入が年々進んでおり、今後も更に増加するものと予想されます。一方で、無線通信技術は、個人の生活と切っても切れないものになっています。製造現場では、日々、多くの人々がモノづくりに取り組んでいますが、モバイルルータなど人に付随する無線通信が意図せず製造ラインにおける無線システムに悪影響を及ぼす場合があります。

このような事態を避けるため、NICT とトヨタ自動車は、製造現場の無線環境の可視化に2015年から共同で取り組んできました。図1は、人が電波を発する端末と共に現場内を移動した際に、端末からの電波が到達する範囲をセンサーにより可視化したものです。

また、多くの製造システムの無線化が進むと、無

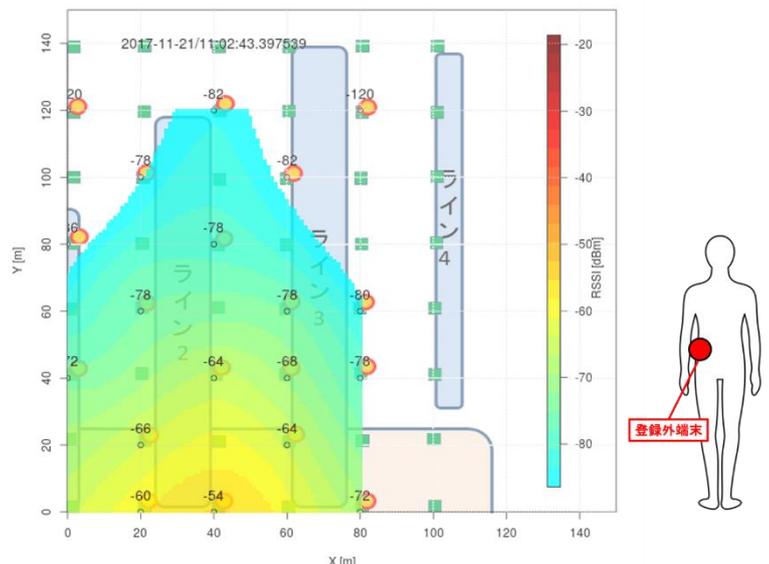


図1 無線環境のリアルタイム可視化技術の実験イメージ(右)と可視化画面(左)
左図の黄色の○印に設置したセンサーからの情報を解析することで、電波到達範囲を強度と色で示し、登録外端末の位置を特定。
X軸、Y軸: 工場内の距離[m] ○印の上の値: RSSI(電波強度)[dBm]
※ Web で動画を公開しています。 <https://youtu.be/41IEZIsAhg0>

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もあります。NICT では、2015 年から、製造現場の無線化を推進する Flexible Factory Project² の活動を実施しており、本活動を通して得られた知見を活かし、異種無線通信の協調制御により無線通信を安定化させる SRF 無線プラットフォームの研究開発を推進してきました。また、研究開発の成果を社会実装していくため、2017 年 7 月に、SRF 無線プラットフォームに高い関心を持つ企業と共にフレキシブルファクトリパートナーアライアンス(FFPA)³ を設立し、技術仕様の標準化を推進してきました。そして、2019 年 9 月に、SRF 無線プラットフォームの技術仕様書 ver.1.0 を発行⁴しました。

【今回の成果】

今回、NICT とトヨタ自動車は、2 か所の稼働中のトヨタ自動車の工場において、製造現場を支える無線システムの安定化技術の共同実験を実施し、“止まらないライン”の実現に成功しました。

一つ目は、無線環境のリアルタイム可視化技術の効果の検証で、トヨタ自動車高岡工場稼働中の組立ラインにおいて、共同実験を実施しました(図 1 参照、動画は <https://youtu.be/41IEZIsAhg0> 参照)。本可視化技術は、アクセスポイントからの電波がどこまで届いているかを管理画面上のフロアマップに可視化します。また、事前に登録されていないモバイルルータなどの無線端末が工場に持ち込まれた際に検出してアラートを表示し、管理者に注意喚起を行います。2019 年末から、必要となる機器の設置等を行い、建屋全体の可視化に挑戦し、数か月にわたる効果検証の結果、電波到達範囲の可視化と登録外端末の検出が可能であることが確認できました(詳細は補足資料 1. 参照)。

今後、トヨタ自動車は、製造現場での無線システムの適切な管理のため、本可視化技術を他の工場にも順次導入していく予定です。

二つ目は、異種システム協調制御の実環境での機能の検証で、トヨタ自動車元町工場において、SRF 無線プラットフォームの実証実験を実施しました。本プラットフォームは、他の無線システムとの協調制御を行うため、無線の環境を常に監視し、適切な通信経路や通信方式を動的に選定します。今回の実証実験では、トヨタ自動車元町工場にて、製造ラインで使われているものと同じ周波数帯の試験用通信を発生させ、この試験用通信の遅延を評価しました(詳細は補足資料 2. 参照)。その結果、Field Manager(管理サーバ)からの制御により、適切な通信経路に切り替えることで、遅延を大幅に低減し、100msec 以下の遅延を満たす割合を 100%に向上できることを確認しました(図 2 参照)。

100 msec 以下の遅延を保証することにより、無線化が検討されている製造システムの 8 割以上を安定稼働させることができます。この実験結果により、SRF 無線プラットフォームを使用することで、実際の製造ラインに新たに無線アプリケーションを導入した際に、要求遅延を満足できることを実証しました。

無線の可視化によって登録外の端末の持ち込みを検出することで、計画外の無線の混雑を抑制することと、それでも発生してしまう突発的な干渉を SRF 無線プラットフォームで回避することで、“止まらないライン”を実現することができます。今回、これらの技術の有効性が稼働中の工場で確認できたことで、人と機械の共存する製造現場において、無線通信技術を用いた製造システムの安定稼働が可能になるものと期待されます。

【今後の展望】

今後、NICT は、無線環境のリアルタイム可視化技術をトヨタ自動車の他の工場に順次展開し、実証実験を継続、実用化を目指します。また、SRF 無線プラットフォームに関しては、本実証実験の結果を活かし、工場において安定した無線通信を活用できるプラットフォームとして実用化を目指し、研究開発及び標準仕様の策定と認証制度の整備を推進していきます。

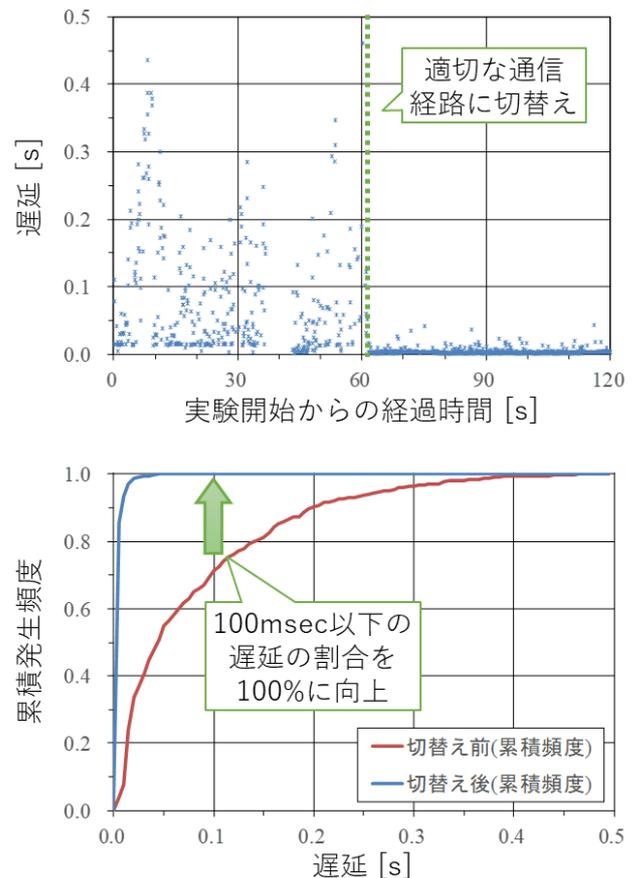


図 2 SRF 無線プラットフォームの実証実験結果
 上図: 遅延の時間変化、下図: 遅延の発生頻度

<各機関の役割分担>

- ・国立研究開発法人情報通信研究機構：実験システム構築・実験実施及びデータ分析
- ・トヨタ自動車株式会社：実験環境整備及び実験実施支援

<関連する過去のプレスリリース>

- ・2017年1月17日 工場IoT化に向け、業界の垣根を超えて無線通信技術を稼働中の大手工場で検証
<https://www.nict.go.jp/press/2017/01/17-1.html>
- ・2019年3月26日 無線通信システムが導入された製造現場のためのセキュリティ導入ガイドを発行
<https://www.nict.go.jp/press/2019/03/26-1.html>
- ・2019年10月10日 製造現場での安定した無線通信の利活用を強力にサポート
<https://www.nict.go.jp/press/2019/10/10-1.html>

<用語解説>

*1 Smart Resource Flow(SRF)無線プラットフォーム

多種多様な無線機器や設備を繋ぎ、安定に動作させるためのシステム構成。Smart Resource Flow は、マルチレイヤシステム分析を用い、製造に関わる資源(人、設備、機器、材料、エネルギー、通信など)がスムーズに流れるよう管理するシステム工学戦略。同一空間内に共存する他のアプリケーションの通信状況を監視して通信に使用するチャネルや通信速度を適応的に制御することで、無線区間での干渉を回避して通信遅延を抑制する。SRF 無線プラットフォームの技術仕様はFFPAにより策定された。

<https://www.ffp-a.org/news/jp-index.html#20190924b>

*2 Flexible Factory Project

工場での無線利活用促進の目的で2015年6月に設立した、NICTが主導する、稼働中の工場を対象とした多種無線通信実験プロジェクト。現在、NICTの他に、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、富士通株式会社、富士通関西中部ネットテック株式会社、サンリツオートメーション株式会社、村田機械株式会社、株式会社モバイルテクノ、パナソニック株式会社、株式会社インターネットイニシアティブ、株式会社構造計画研究所、サイレックス・テクノロジー株式会社、株式会社デンソー、トヨタテクニカルディベロップメント株式会社、株式会社NTTドコモ、PwCコンサルティング合同会社の16社が参加している。

*3 フレキシブルファクトリパートナーアライアンス(FFPA)

フレキシブルファクトリパートナーアライアンスは、複数の無線システムが混在する環境下での安定した通信を実現する協調制御技術の規格策定と標準化及び普及の促進を通じ、製造現場のIoT化を推進するために2017年7月に設立された非営利の任意団体。メンバー企業は、2020年10月末現在、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、国立研究開発法人情報通信研究機構、日本電気株式会社、富士通株式会社、サンリツオートメーション株式会社、村田機械株式会社、シーメンス株式会社、一般財団法人テレコムエンジニアリングセンターの9者。

<https://www.ffp-a.org/jp-index.html>

*4 SRF 無線プラットフォームの技術仕様書 ver.1.0 を発行

FFPAが策定した、製造現場の様々な用途として混在して利用される多様な無線システムの安定化を図るために必要な通信規格の技術仕様。本技術仕様では、SRF 無線プラットフォームの機能、インターフェースを規定し、製造現場に混在している多様な世代、規格、メーカーの無線システムが共存及び協調できる仕組みを実現している。

NICT お知らせ 2019年9月24日 製造現場に混在する多様な無線通信を安定化する通信規格の技術仕様策定を完了
<https://www.nict.go.jp/info/topics/2019/09/24-1.html>

< 本件に関する問合せ先 >

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
板谷 聡子
E-mail: ffpj-info@ml.nict.go.jp

< 広報（取材受付） >

広報部 報道室
廣田 幸子
Tel: 042-327-6923
E-mail: publicity@nict.go.jp

1. 無線環境のリアルタイム可視化技術

無線環境のリアルタイム可視化技術は、電波計測用のセンサーからのビーコン情報を収集・統合し、その情報を解析した結果を管理画面上のフロアマップ上に描画します(図 3 参照)。本技術は、複数のセンサーから収集したビーコン情報を基にフロア内の電波強度の変化を推定することで、電波到達範囲を可視化します。また、ビーコンの BSSID の情報を基に登録端末か否かを照合し、登録外端末の場合は電波強度からその位置を特定します(図 4 参照)。

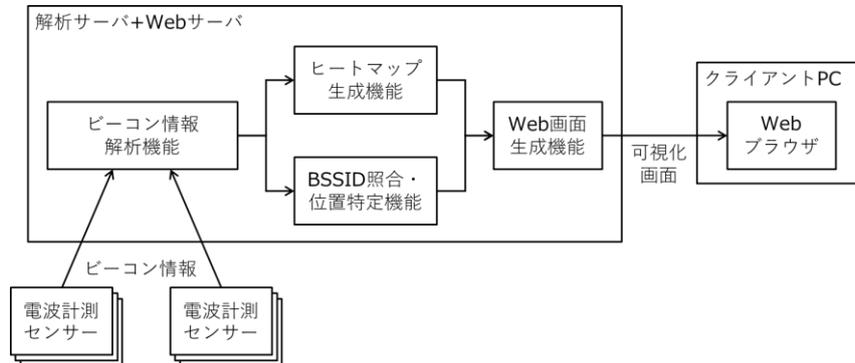


図 3 無線環境のリアルタイム可視化技術の機能構成図

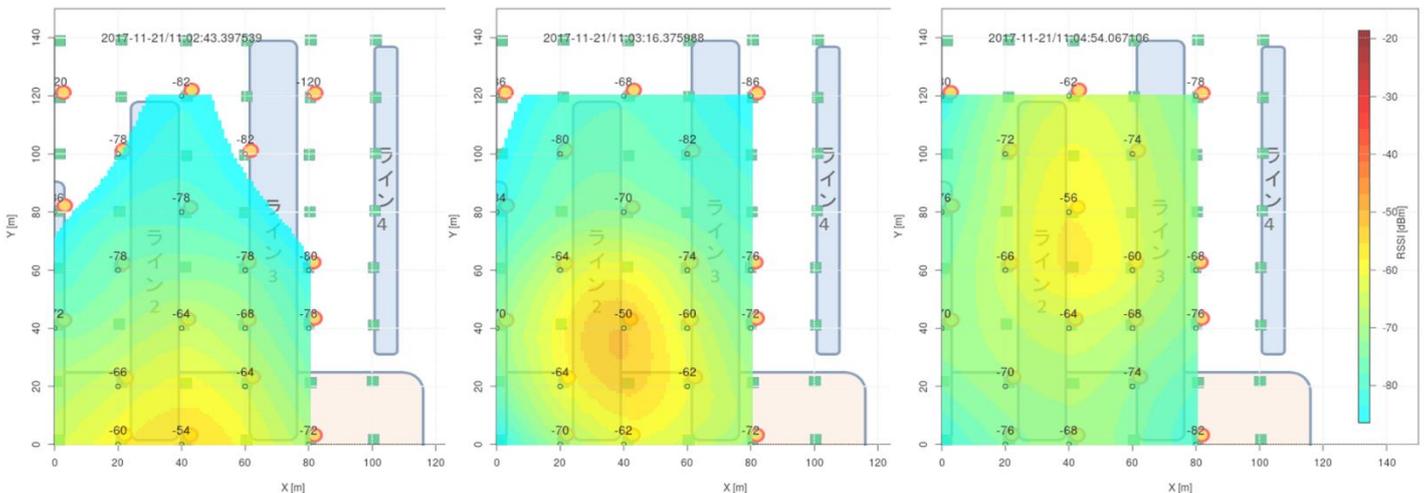


図 4 無線環境のリアルタイム可視化技術の管理画面イメージ
登録外端末の上方向への移動に合わせて、可視化画面での電波強度のピーク(黄色)が移動している。

2. SRF 無線プラットフォーム

SRF 無線プラットフォームでは、Field Manager(管理サーバ)が複数の無線システム間のリソースの調整を行うグローバル制御を行い、SRF Gateway/Device(無線機器)が単一の無線システム内の通信を最適化するローカル制御を行います(図 5 参照)。本プラットフォームは、無線環境センサーからの情報を基に、グローバル制御とローカル制御が協調連携して、他のアプリケーションの通信状況に応じて通信に使用するチャネルや通信速度を適応的に制御することで、無線区間での干渉を回避して通信遅延の抑制を実現します。

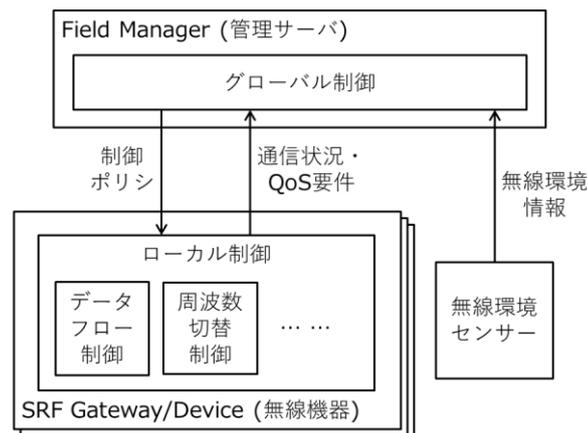


図 5 SRF 無線プラットフォームの機能構成図