

令和 7 年度研究開発成果概要書

採 択 番 号 23101
研究開発課題名 無線環境管理のための無線環境評価手法の研究開発
副 題 利用者の無線知識レベルに応じた無線環境モニタリングシステムの研究開発

(1) 研究開発の目的

本研究開発の目的は、製造現場および医療現場において深刻化している無線通信トラブルによる業務停止リスクを低減し、現場に無線の専門家が不在であっても、無線トラブルの早期検知・原因特定・予兆把握・未然防止を可能とする非干渉型無線環境モニタリングシステムの構築にある。

近年、製造業や医療分野では業務効率化・生産性向上のため、従来の有線通信から無線通信への移行が急速に進んでいる。しかし、限られた空間に多様な無線システムが共存することで、通信干渉や電波環境悪化によるトラブルが頻発しており、生産ライン停止や医療作業の混乱を招く深刻な問題となっている。特に、自動車工場においては、わずか 1 分のライン停止が車 1 台分（約 300 万円）の損失につながり、さらには部品供給や上流工程にも甚大な影響を与える。医療現場でも、無線機器のトラブルは医療従事者の業務負担増大や医療事故リスクの上昇につながることから、迅速な対応が不可欠である。

しかし多くの現場では無線の専門家が不足しており、トラブル発生時の原因切り分けや復旧までに時間がかかり、現場の要求するスピードに対応できていない。専門家を手配して無線環境調査を実施するには日単位の時間を要し、これは「止めない運用」が求められる現場にとって大きなギャップとなっている。このギャップを埋めるためには、現場で直接的に業務停止につながる無線関連の潜在課題を自動検出し、その発現を未然に防げる仕組みが求められる。

そこで本研究開発では、従来の「無線専門家のための無線性能可視化」とは異なり、現場の非専門家が直感的に理解し、適切な行動判断ができることを目指した「産業システムへの影響の見える化」を実現するモニタリングシステムを開発する。特に、本システムは既存の現場システムに影響を与えず導入できる非干渉型アーキテクチャを採用し、「止まらない無線」を実現する SRF 無線プラットフォームに準拠した非干渉型の SRF 無線センサーを開発し、将来の社会実装において SRF 無線プラットフォームの普及活動と連携した展開を見据える。

(2) 研究開発期間

令和 5 年度から令和 7 年度（3 年間）

(3) 受託者

サンリツオートメーション株式会社＜代表研究者＞
株式会社構造計画研究所

(4) 研究開発予算（契約額）

令和 5 年度から令和 7 年度までの総額 280 百万円（令和 7 年度 100 百万円）
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究開発項目 1 複数無線システム同時管理用データ収集システムの研究開発

1-1. 複数無線システム同時管理用データ収集システムの設計と試作（サンリツオートメーション株式会社）

1-2. 無線システム管理用データ収集アルゴリズムの研究開発（サンリツオートメーション株式会社）

1-3. SRF 無線センサーの開発（サンリツオートメーション株式会社）

研究開発項目 2 データ分析・可視化ソフトウェアの研究開発

2-1. データ分析・可視化ソフトウェアの設計と試作（株式会社構造計画研究所）

- 2-2. 分析データの可視化手法の研究開発（株式会社構造計画研究所）
 2-3. 無線環境評価指標アルゴリズムの研究開発（株式会社構造計画研究所）

（6）特許出願、外部発表等

		累計（件）	当該年度（件）
特許出願	国内出願	1	1
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	0	0
	その他研究発表	11	8
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	1	0
	展示会	7	4
	受賞・表彰	0	0

（7）具体的な実施内容と最終成果

研究開発項目 1：複数無線システム同時管理用データ収集システムの研究開発

研究開発項目 1-1 複数無線システム同時管理用データ収集システムの設計と試作

- 令和6年度に実施した、センサー1 台の小規模構成から、40 台以上の製造ライン規模まで柔軟に拡張できるスケーラブルな設計に基づき実装した。
- システムの性能評価としてセンサー1 台当たりのシステム資源を測定し、社会実装に十分耐えられることを確認した。

研究開発項目 1-2 無線システム管理用データ収集アルゴリズムの研究開発

- 令和6年度に設計した、即時利用と長時間保存を可能にするデータベースとバッファの実装を行った。
- 令和6年度に設計した FastRelay 機能の実装と、分析・可視化システムとの結合確認を行い、正常にデータが届けられることを確認した。
- 複数センサーのデータ収集タイミングを同期させることで収集データの同時性を確保した。
- センサー位置と測定可能範囲を測定し、限界距離を判定した。

研究開発項目 1-3 SRF 無線センサーの開発

- センサー動作設定を動的に変更できる I/F を実装した。
- 小型化、ax 対応した SRF 無線センサーの試作を完了した。
- 試作した SRF 無線センサーに対する SRF 認証を取得した。

研究開発項目 2：データ分析・可視化ソフトウェアの研究開発

研究開発項目 2-1 データ分析・可視化ソフトウェアの設計と試作

- データ分析・可視化ソフトウェアとして、SRF 無線センサーのデータから無線環境評価指標の時系列データを作成し蓄積する機能、無線環境評価指標の時間変化を分析し業務システムトラブル発生リスクを検出・通知するアラート機能、および利用者へ行動示唆を行う機能をパイプラインとして設計・実装した。
- 運用最適化のため、過去のトラブル実績に基づくアラートパラメータ調整機能や、多数のセンサーを一括設定する SRF センサーパラメータ設定機能を備え、実用性を高めた。
- 開発したソフトウェアを用いて複数の潜在課題を同時に検出してアラート表示できることを確認した。

研究開発項目 2-2 分析データの可視化手法の研究開発

- 可視化手法の確立にあたって、非無線専門家へのヒアリング結果をもとに、利用者の知識レベルと知識レベル毎に取るべき対処行動を定義した。
- 定義した対処行動に必要な情報を、知識レベルに分けて段階的に提示する可視化画面を構築した。この可視化画面に加えアラート対応マニュアルを活用することにより、全知

識レベルの利用者が迷うことなく対処行動をとることが可能になった。

- ・ 可視化手法を組み込んだ無線環境モニタリングシステムを用いた行動検証を実施し、可視化手法を用いることで無線の非専門家でも業務トラブルの認知やトラブル解決に向けた対処行動がとれることを確認した。

研究開発項目 2-3 無線環境評価指標アルゴリズムの研究開発

- ・ SRF 無線センサーにより計測された無線環境情報を解析し、業務停止に直結する業務トラブル発生リスクの増大を高精度に検出するためのアルゴリズム開発を行った。
- ・ システムの導入および再調整の作業を効率化するため、過去のセンサーデータとトラブル記録を基に、業務トラブル発生リスクの検出に用いるパラメータを自動で調整するアルゴリズムの開発とシステムへの実装を行った。
- ・ パラメータの自動調整は、常設設置を想定し、センサーを監視対象機器の横に配置できない場合にも有効であることを確認した。これらの結果から、SRF センサーを理想的な配置ができない場合でも、業務トラブル発生リスクの検出が可能なことを検証した。

(8) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

① 社会実装

本研究で開発した無線環境モニタリングシステムは、現場で求められている以下の要求に対し、各項目に示す対応（表 1）を行うことで実現した。

- ・ 現場の要求
- ・ 複数エリアの無線環境を常時監視し、予兆を検知することでライン停止を未然に防止
- ・ 各工程での業務トラブル発生リスクの見える化
- ・ 無線品質の可視化
- ・ 障害発生時の原因究明および影響範囲特定に必要な情報を収集、蓄積
- ・ 必要な情報の取り漏らしをなくす
- ・ 過去にさかのぼって情報を参照できる
- ・ ネットワークの非専門家でも次の行動がわかる
- ・ 知識レベルに応じた適切な行動を示唆／誘発する情報提供
- ・ 現場のシステムには一切影響を与えない

現在、製造現場に導入されているシステムは、無線環境の可視化（ヒートマップ、混雑率）を主な機能としており、これらは研究課題 1 で包含している。さらに、研究課題 2 で得られた成果である「行動示唆・アラート検出」は、可視化機能を構成する重要なコンポーネントとなるものであり、これらを統合したシステムとして提供していく。

表 1 現場の要求と実現内容

現場の要求	実現内容	
無線環境の常時監視・予兆検知	課題 1	・SRF基本データ(wlanMonitors、spectrumMonitors)を収集 ・SRF規格に不足している情報を補うために拡張データ(nodeMonitors)を追加
	課題 2	・無線環境の異常、予兆を検出
無線品質の可視化	課題 1	・センサ動作の設定を動的に行うI/F ・CH単位に収集したデータを早期に通知するためのI/F
	課題 2	・アラート検出した異常、予兆をマップ表示
障害時の原因追及	課題 1	・常時複数センサーのデータを過去データとしてDBに蓄積 ・障害発生時点のデータを後から参照
	課題 2	・過去データからアラート検出の閾値を自動調整
NW非専門家でも適切な行動	課題 2	・知識レベルに合わせた行動示唆
現場システムに影響を与えない	課題 1	・独立したNW、受信専用のセンサーにより、現場設備に影響を与えない

② 計画

無線環境モニタリングシステムの実用化に向け、製造分野では既に無線可視化システムを導入

し、無線可視化の必要性やトラブル発生時の対応に課題を抱えている自動車メーカーに対して本システムのアナウンスを行ってきた。その結果、本無線環境モニタリングシステムの有効性について理解を得ており、現在 2026 年度から 2027 年度にかけて、国内 3 つの製造工場での採用が検討されている。

また、自動車メーカーの海外工場への展開も視野に入れ、海外工場におけるシステム導入の総合エンジニアリングを担う商社に対してもアプローチを実施し、現在はどうのようなスキームで導入を進めるかについて検討段階に入っている。

医療分野では、本システムを一括で導入するにはコスト負担が大きいことから、ピンポイントでサーバイ可能なシステムとしての導入が検討されている。

さらに、オフィスビル、病院、学校、スタジアムなどのネットワーク施工管理を行う複数のメーカーに対して、可視化ツールの一つとして本システムの導入検討が進められている。

③ 展望

製造現場での無線可視化ニーズの高まりを受けて、自動車メーカーや関連製造工場で導入・検討が進んでいる。製造業務のワイヤレス IoT 利用拡大の潮流とも整合する。現状は多くの無線を利用し、無線システムのトラブルが生産性や安全安心なシステム運営に著しく影響を及ぼす分野への導入となるが、無線・ワイヤレス関連市場自体は、デジタルワイヤレスシステム全体で世界的に拡大傾向にあり、2025～2035 年で総額約 2.9 兆米ドルへの成長予測が示されているほか、屋内ワイヤレス市場も 2030 年に約 394 億米ドル規模に達する見込みであるなど、大きな市場ポテンシャルがある。

本無線環境モニタリングシステムを通じて、通信技術、IoT システム、データ解析、トラブルシューティングなど、企業内研修による技術者育成にも寄与するとともに、現場の導入検討を通じ、実装スキルと運用ノウハウを持つ人材が育成されるとも考える。また、本システムによりトラブル検出・対応の迅速化をもたらし、これらにより製造現場や医療現場におけるダウンタイムの削減、機器管理の効率化、ネットワークシステムの最適化や遠隔運用・保守支援、ユーザー体験の向上などといった利便性が社会全体にもたらされることを期待する。

以上