

令和 6 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

製造および医療分野において、効率化や生産性向上を目的に、従来は有線で行っていた通信の無線化が急速に進みつつある。しかしながら、限られた空間に複数の無線システムが混在することによる、無線のトラブルが深刻化している。製造現場や医療現場において、無線トラブルが発生した場合には、極めて迅速な対応と未然のトラブル発生予測および回避が必要不可欠である。また、ほぼすべての現場において、無線の専門家が不在または不足しており、対応の遅れや復旧まで時間が掛かり過ぎることが、非常に大きな問題となっている。

情報通信研究機構（以下、NICT）では、工場特有のトラフィックパターンに着目し、多数の無線システムを協調制御する（譲り合いさせる）ことで衝突を回避し、同一周波数に収容できる無線システムや無線端末数を増加させつつ止まらない製造ラインを実現する技術として Smart Resource Flow 無線プラットフォーム（以下、SRF 無線 PF）の研究開発とその普及活動を進めている。

本研究開発では、SRF 無線 PF を普及させることで、製造や医療現場をはじめとする様々な分野のシステムへの無線通信技術の利用促進させるため、既存のネットワークや設備を一切変更せずに、SRF Device 化していない無線機器や無線環境の情報をパッシブに取得することが可能な非干渉型の無線環境センサー（SRF 無線センサー）及び情報収集手法を開発する。

また、現場利用者の無線に関する知識レベルによらず業務停止に至る無線の潜在課題に気づかせその解決／回避に向けた行動を示唆するための、利用者の無線知識レベルに応じた無線潜在課題検出手法及び可視化手法を開発する。

(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 6 年度までの総額 180 百万円（令和 6 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	0	0
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	0	0
	その他研究発表	3	2
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	1	1
	展示会	3	3
	受賞・表彰	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

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年度は、SRF 無線センサーからデータを収集する際、収集されたデータを用途に合わせて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設計を行った。また、用途に合わせてデータ収集チャンネルなどを制御するため、センサーのパラメータを変更できる機能を追加した。また、Field Manager から独立して研究開発項目2の分析・可視化システムにアラート検出に十分な遅延時間で届けるための Fast Relay 機能を設計、これらの機能をファームウェアとして実装し、稼働中の製造現場において、既設の無線センサー約 40 台のうち 12 台のファームウェアを新規開発した物に入れ替え、本システムでデータ収集が行えることを確認した。

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

稼働中の製造現場で、SRF 無線センサー配置を決定する上での基礎調査を行い、プリント基板工場では MCS index=12 以下で同心円状に近い電波の広がりになり、自動車工場では、MCS index=4 以上ではライン設備を跨ぐことができない結果となった。このため、通常実施されるような同心円想定配置計画は不可であり、現地の構造確認が必要であることが分かった。

研究開発項目 1-3：SRF 無線センサーの開発

本研究開発で無線環境評価に必要な AP とデバイスの接続関係やデバイス個別の FCS エラー率など、異常端末の特定に必要な詳細情報のやり取りに関する仕様が現在の SRF 無線 PF の使用には含まれていないため、nodeMonitors という項目を新たに定義した。

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

令和 6 年度は、無線通信における問題が事業停止に大きく関与する①無線を用いた製造設備の停止、②AGV の発信不良、③外部持ち込み端末による干渉の 3 つの事象を抽出し、それらを検出する無線環境モニタリングシステムの全体設計をするため、研究開発項目 1 と連携し、リアルタイムなアラート検出実現のためのアルゴリズムの設計、データベースからデータを高速に転送し即時に分析・判断を行う Fast Relay 機能によるセンサーデータ転送 API の設計、アラート閾値の自動調整に用いる過去データを取得するための API の設計を行った。さらに、複数のセンサーの情報を扱う必要があるため、複数のセンサーデータに分析用データベースを対応させた。

研究開発項目 2-2：分析データの可視化手法の研究開発

3 つの潜在課題に対して無線知識レベルに応じた UI 表示を実装し、各無線知識レベルの利用者が可視化情報を元にしたトラブル回避行動をとることを可能にした。レベル 0 利用者には常時表示画面の設備状態を確認して上位レベル利用者への報告ができるようにした。

レベル 1 以上の利用者には詳細表示画面での干渉源リストを確認して、干渉源機器の電源 OFF や移動を行えるようにした。レベル 2 以上の利用者には、レベル 1 向けの対処行動に加え、詳細表示画面のチャンネル利用状況を確認してチャンネル変更を行えるようにした。レベル 3 利用者はレベル 2 向けの対処行動を実施後、時系列のセンサーデータを取得して専門的な解析・対処を行えるようにした。

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

無線通信の問題に起因した業務不具合発生を防止するため、3 つの潜在課題をモデル化した模擬環境を用いた再現試験を通して、業務不具合発生に影響のある無線通信状況を示す指標の洗い出しとアラート判定アルゴリズムの導出と有効性の検証を行った。課題①設備停止では単一指標では不十分であったものの信号強度と無線 LAN 利用率の組み合わせ指標が有効であることが分かった。課題②AGV 発信不良では信号強度と通信継続時間の組み合わせ指標が有効であった。課題③管理外の外部持ち込み端末では登録外端末の信号強度と無線 LAN 利用率が有効であった。また社会実装を想定している現場で利用される予定の SRF 無線センサーを用いて同等の検出が可能であることを確認した。さらに製造現場では多様な無線システムによる干渉が発生する状況を想定して、信号強度の代替としてスペクトル強度を用いることを検討し、無線 LAN 利用率とスペクトル強度の組み合わせ指標でも同様に検出可能であることを確認した。

(8) 今後の研究開発計画

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：複数無線システムの同時管理用データ収集システムの設計と試作

- ・ 拡張試作と総合評価
 - 令和 6 年度に試作したシステムの評価結果と実導入を加味した拡張設計
 - 可視化・分析システムと統合した実環境での総合評価

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

- ・ 拡張試作、実環境での評価と改善
 - データ収集システムが収容するセンサー端末数や観測される無線端末の数と、必要となる計算資源の対応を明らかにするためのシステムリソース状況の評価
 - 令和 6 年度の試作システムと可視化・分析システムの結合評価
 - 可視化・分析システムと結合した実環境での総合評価

研究開発項目 1-3：SRF 無線センサーの開発

- ・ 結合／総合評価
 - 令和 6 年度の課題のフィードバック
 - 各研究開発項目を結合した実環境での総合評価
 - 新 SRF 無線センサー（小型化、ax 対応）の継続試作

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

- アラート検出の閾値自動算出
- 複数エリア対応（システム構成 4 での評価）
- データ収集システムと結合した実環境での総合評価

研究開発項目 2-2：分析データの可視化手法の研究開発

- 現場利用者による試作 UI の評価と改良
- データ収集システムと結合した実環境での総合評価

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

- センサー配置制約/複数センサー対応
- データ収集システムと結合した実環境での総合評価