

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名 屋内環境における情報・電力伝送統合自営B5G/6Gの研究開発
- ◆受託者 (大)電気通信大学、(株)山本金属製作所、(大)東京大学、(大)広島大学
- ◆研究開発期間 令和4年度～令和6年度(3年間)
- ◆研究開発予算(契約額) 令和4年度から令和5年度までの総額198百万円(令和5年度100百万円)

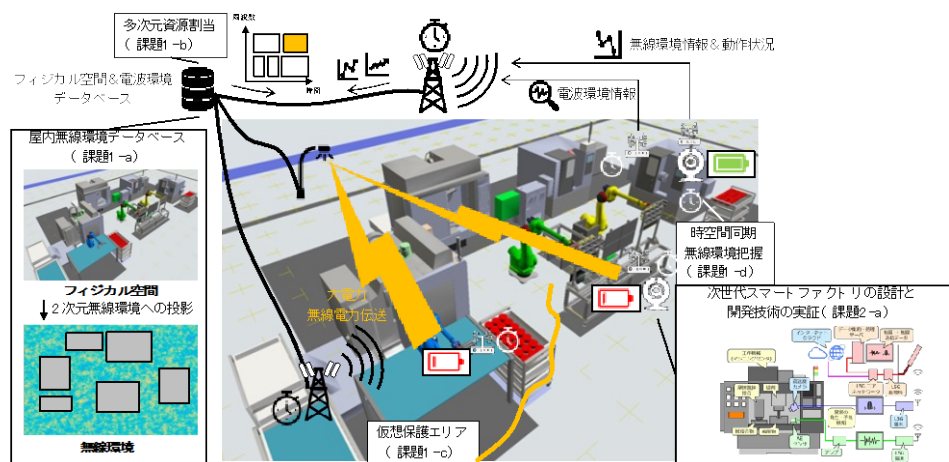
2. 研究開発の目標

本研究開発では、情報のみでなく電力伝送をも無線化し、時間・周波数・空間・電力などの多次元的な無線資源のダイナミックな割り当てにより周波数の有効利用を実現する技術を確認する。特に、通信状況の過酷な屋内環境における周波数有効利用および情報・電力伝送での周波数共用を目指し、機器や端末の物理的制御と多次元無線資源割当を統合的に行うことで、屋内自営B5G/6Gをターゲットにした情報・電力同時伝送を可能にする技術シーズを創出する。次世代スマートファクトリのデモを設計・構築し、実環境を用いた実証実験によりその将来性を明らかにする。

❖ 屋内無線環境における情報伝送・無線電力同時伝送による周波数有効利用を目指した研究課題

❖ 解決すべき課題

1. 高精度な屋内位置測位の実現
2. 屋内無線環境の把握
3. 大電力無線電力伝送の安全かつ効率的実現のための防護エリア設定
4. 屋内無線環境や防護エリアに基づく無線資源の緻密な制御



❖ 研究開発成果

- ・高精度な屋内位置測位の実現
 - 位置既知ビーコン、位置未知端末を併用することで、高精度な屋内位置推定ができることを確認
- ・屋内無線環境把握
 - ローカル5G受信信号電力、スループット測定を実施し、位置情報に紐づいた誤差7dB以内の無線環境把握を確認
 - 多地点・複数周波数同時センシングのためにスペクトラムモニタ4台を用いた同時センシングシステムの詳細設計
 - ・実装ならびにそのシステムを用いた実測評価を実施
- ・大電力無線電力伝送にむけた防護エリア設定
 - ノル領域を有するビームフォーミング方式の高度化(小論文発表済)
 - ビームフォーミング方式の特性を踏まえた送電アンテナアレイ配置により、3dB以上の電波強度低減効果を確認
- ・無線資源の緻密な制御
 - 所望の通信レートを維持しながら無線給電により動作可能なユーザ端末数を20%以上向上できることを確認
 - 自動搬送ロボットを想定し、通信品質の先見性に基づいた無線資源割当と経路設計を統一的行った場合に比較手法と比べて通信成功率を40%以上向上できることを示した
- ・屋内環境における要求条件の明確化
 - 振動10[MS/s]・映像100[fps]で収集、遅延時間約30[ms]で送信し、スマートファクトリ実現に必要な、加工監視・機械制御が可能である事を示した

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
2 (2)	0 (0)	0 (0)	11 (10)	0 (0)	1 (1)	1 (1)	1 (1)

※成果数は累計件数、（ ）内は当該年度の件数です。

- ・スマートファクトリでの実用化を視野に入れた、無線通信を用いた工作機械制御に関する特許および、電波環境マップに用いて将来のチャネル状態を考慮するユーザスケジューリング手法に関して国内特許出願を行った。
- ・本年度の研究成果として得られた電波防護エリアを考慮した無線電力伝送に用いるビームフォーミングの設計手法に関する論文が査読付小論文（IEICE ComEX）に採択された。
- ・その他の研究発表としては、査読付国際会議（IEEE APWCS 2023、ICOIN 2024）や国内研究会（電子情報通信学会無線通信システム研究会、RISING 2023）、国内大会（電子情報通信学会ソサイエティ大会・総合大会）で着々と研究成果を対外発表している。

5. 今後の研究開発計画

2024年度の研究開発計画は以下の通りである。

課題1-a) 屋内無線環境データベース化技術の検討（電通大）

研究開発項目2-bで実施する実証実験を通して得られたデータを基に最終的な無線環境データベースの精度検証を実施し、周波数・時間・空間をダイナミックに活用可能な情報・電力同時伝送ハイブリッド共用無線の実現に向けたアルゴリズムの確立および性能評価を進める。

課題1-b) 情報・電力同時伝送における多次元資源割当の検討（電通大）

研究開発項目2-bを通して得られた情報を用いた高信頼・大容量・低遅延な情報伝送および無線電力伝送を実現する多次元無線資源割当の高度化を行う。さらに、令和5年度に引き続き、山本金属が導入した移動搬送ロボットに無線資源・移動経路決定アルゴリズムを導入し、検討を進める。

課題1-c) 電波の仮想保護エリア確保手法の検討（東大）

開発してきたビームフォーミング方式と送電アンテナ配置方式を組み合わせることで、電波の仮想保護エリア確保手法の性能を向上させる。また、実測による評価で得られた結果に基づいて提案方式の特性解析・改良を進める。

課題1-d) 時空間同期を用いた無線環境把握技術の検討（広島大）

3点以上の多地点同時センシングかつモニタ間時刻同期精度ミリ秒オーダ以下が実現可能なセンシングシステムを構築し、実環境において実測評価の実施を行い、提案技術の評価を進める。

課題2-a) 次世代スマートファクトリの設計と開発技術の実証（山本金属製作所）

令和6年度は、これまで正義してきた通信・ネットワーク環境を用いて、画像による異常検知ならびにLearning Factoryでの通信実験を継続し、最終目標を達成する。

課題2-b) 実環境における情報・電力共用ハイブリッド無線技術の検証（電通大・東大・広島大）

本研究開発最終年度として実際のファクトリ内で自動走行ロボットなどを動作させた状態での無線環境把握技術の性能検証を行う。