

戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)

2021年度

研究開発成果等報告書

課題名：IoE社会のエネルギーシステム

研究開発項目：C-②ドローンWPTシステム

研究開発テーマ：「ドローン無線給電技術の研究開発・
実証」

研究期間：2021年4月1日 ～ 2022年3月31日

研究 責任者	氏 名	高尾 登
	所属機関	東京電力ホールディングス株式会社
	部 署	経営技術戦略研究所 技術開発部 次世代電力インフラエリア
	役 職	エリアリーダー・部長

研究開発成果等の概要

今年度は、近距離・大電力WPT研究開発において、大容量化や一部機能の自動化検討を進め、WPTシステムを搭載したドローンが実証用充電ポートに着陸・充電後、正常に離陸して飛行できることを確認した。またWPTシステム最適化研究開発ではビーム型マイクロ波送電の空間距離減衰に着目した共存検討を実施した。最終年度は更なる軽量化や、電力インフラ設備点検等の用途における実装条件を考慮した検証を実施予定である。

近距離・大電力WPT研究開発（電界結合方式）

今年度は、これまでの研究で試作した結合器、インバータ、整流器などのコンポーネントを用いた WPT 充電システムに漏洩電磁界対策を施し、360W の大電力での充電を行うシステムでありながら、高周波利用設備設置許可を取得することができた。これにより、全国で当該システムを運用することが可能となった。

また、ドローンに搭載する機器を漏洩電磁界対策と両立しながら軽量化したことによって小型ドローンへの搭載が可能となり、その実証のための飛行デモを実施した。これにより、最終目標である産業用ドローンの自動充電ステーション実現に向けて大きく前進した。



(a) WPT 搭載ドローンと充電ポート



(b) 変電所巡視の模擬試験

図 1 電界結合方式の実証試験

近距離・大電力WPT研究開発（磁界結合方式）

昨年度の中間実証での出力電力 435 W に対し、最終目標としている 750W 以上を達成するため、0.1mm 径細線 750~1000 本の撚線を用い損失を大幅に低減したリアクトルや低損失大電流整流回路などを採用した送電電力回路・受電電力回路を新たに試作した。また、自動充電に向けて重要となる着陸精度を向上する RTK(Real Time Kinematic)を採用し、雨天での飛行を想定した完全防水型モノコックボディを採用したドローンを新たに製作した。さらに、ドローンのプロペラで地上近くに生じる乱気流等による着陸時操縦性低下を防ぐため、側面に複数の開口部を設けた新しい止まり木型充電ポートを試作した。これらの送受電装置と止まり木型充電ポートを組合せて伝送電力特性を測定し、受電電力 784.2W、効率 80.0%での充電動作を確認すると共に、屋外使用に必要な高周波利用設備の電磁界エミッションの基準を満たす評価結果を得た。さらに、巡視・点検の対象となる送電鉄塔と送電線を有する東京電力 PG の訓練センターに新しい装置を設置し、WPT システムを搭載したドローンが充電ポートで充電の後、離陸して送電線に沿って飛行し、撮影後充電ポートに安定に着陸する一連の動作を確認した。



(a) WPT 搭載ドローンと充電ポート

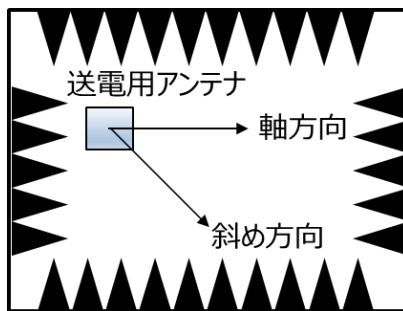


(b) 送電線巡視の模擬試験

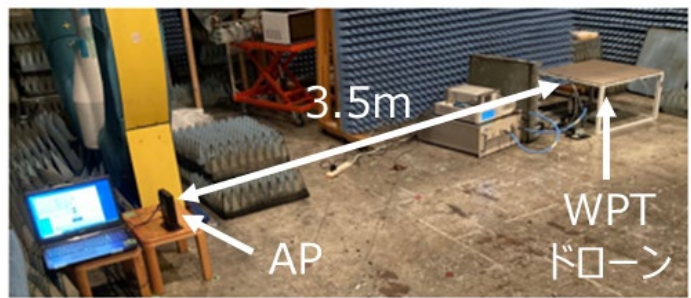
図 2 磁界結合方式の実証試験

WPT システム最適化研究開発

今年度は、昨年度までのマイクロ波 (5.7GHz) を用いたドローンへの WPT システムの構築を行い、それをもちいたビーム型マイクロ波送電の空間距離減衰に注目した共存検討及び非干渉条件の明確化を行った。電磁界シミュレーション及び実験にて、ビーム WPT が被干渉システムである無線 LAN 及び DSRC に与える影響を電波伝搬解析し、水平面における必要離隔距離を算出した。実験では、電波暗室内の WPT 付近に配置した無線 LAN のアクセスポイント (AP) に、有線 LAN で接続した送信側 PC と、無線で接続した受信側 PC を準備し、通信性能に与える影響を解析した (図 3)。送電条件は送信電力最大 100W、送電周波数 5.74GHz を基本とし、隣接 ch. である 5.52GHz 及び次隣接 ch. である 5.54GHz でも合わせて評価した。通信帯域は W56 (チャンネル 100 (5.5GHz)) であり、評価指標は通信スループットとした。軸方向については、1.5m 以下でスループットが低下する領域があり、斜め方向については 1m 以上であれば通信状況は良好となった。これはアンテナの放射パターン及び電波伝搬解析の傾向と一致している。実験の結果からは、スループットは低下するが、実使用上問題なしという結果となり、シミュレーション結果ほどの離隔距離は不要であった。



(a) 方向の定義



(b) 実験風景

図 3 実験による無線 LAN との共存検討評価

WPT システムに適したドローン機体の研究開発

設計されたシステムに最適化した機体の製作を行い、RTK を用いた自動操縦によるフライト試験を実施し、充電ポートへの自動着陸、飛行時間の延長、着陸時の安定性の向上を達成した。更なる改善に向けて結果の検証を行った上で、改善のための検討・設計等を開始している。