

空中のドローンへの5G電磁波ワイヤレス給電実験に成功

次世代のモビリティ（輸送・移動手段）として、小型無人機「ドローン」や電動垂直離着陸機「空飛ぶクルマ」が注目されています。しかし、それらの多くは、バッテリーや燃料の容量や重さの影響により、飛行時間や距離が制限されます。そのため、本体にバッテリーを搭載せず、地上から直接、ワイヤレスで給電する技術が注目されています。本研究では、指向性の高い5G電磁波を使って地上から燃料をワイヤレスに供給する技術を開発し、空中でホバリング（停止飛行）するドローンへのワイヤレス給電実験に世界で初めて成功しました。

本実験では、5Gマイクロ波（28GHz）を用いて、飛行高度800mmでホバリングするドローンに、30秒間にわたって、ほぼ途切れることなくマイクロ波を送受電し、既存研究のおよそ10倍という、極めて高い周波数でワイヤレス給電が可能であることを示しました。

この技術を用いると、現状では航空モビリティ重量の大半を占めている燃料（バッテリー）の割合を限りなく小さくすることができます。それにより、荷物や人員を運べるスペースを拡張するとともに、燃料切れを心配せずに飛行することが可能となります。

現在の技術では、送電電力が小さいため、ドローンの駆動に関しては、マイクロ波だけで十分な給電はできませんが、今後、飛翔体の位置とビームのリアルタイム制御の精度向上や送受電用アンテナ間効率の改善を通じて、ワイヤレス給電効率の向上と送電の長距離化、大電力化を目指します。

研究代表者

筑波大学システム情報系

嶋村 耕平 助教

研究の背景

現在のモビリティ（自動車・航空機・ロケットなどの輸送・移動手段）は、ほとんど全てが、化学燃焼によって生じる熱エネルギーを動力に変換する内燃機関を用いています。近年では、環境負荷低減に向け、電動自動車（EV）や水素燃料車（FCV）が普及しつつあり、電動垂直離着陸機（空飛ぶクルマ、eVTOL）や小型無人機（ドローン）といった次世代モビリティに期待が寄せられています。

電動航空機の航続距離や時間の最大の障壁は、搭載バッテリーの電力エネルギー密度、すなわちバッテリー性能にあります。現状のリチウムイオンバッテリーの性能では、eVTOLを駆動させる場合、20-30分程度が限界であり、上昇と下降が多いほどバッテリーの消耗は激しくなります。また、充電にもEV同様に数時間かかり、充電設備を備えた飛行場を整備する必要があります。このため高密度・高性能なバッテリーや、化石燃料とのハイブリットエンジンの研究が進められています。

一方、宇宙太陽発電衛星の実現を目指し、1960年代から、長距離かつ大電力のマイクロ波送電技術が研究されてきました。最近では、経産省などが2.45GHz～5.8GHz帯のマイクロ波を利用したドローン（模型飛行機含む）への給電実験デモンストレーションを行なっています。また、家電製品や自動車などにおいては、ワイヤレス給電技術が実用化されつつあります。ワイヤレス給電に関しては、すでに磁界共鳴方式による車やバスへの大電力給電が実現していますが、送電距離は1m未満にすぎません。また、比較的長距離送電が可能とされるマイクロ波方式では、IoTやエネルギーハーベスティング（周囲の環境から微小なエネルギーを電力に変換する技術）向けに特化した技術開発が行われています。

本研究グループでは、こうしたモビリティに関連するさまざまな課題に対する新しいアプローチとして、電磁波を用いて地上から上空の移動体にワイヤレスで給電する「ビームド・モビリティ」という概念を提案しています。移動体へのワイヤレス給電の利点は、バッテリーや燃料の性能や重量・体積を考慮せずにデバイスを設計できる点にあり、電動化が進む自動車や小型航空機、空飛ぶクルマなどバッテリーの制約を取り除くことが可能になります。

研究内容と成果

本研究では、高いエネルギー密度を必要とするモビリティへ対応するため、指向性の高いマイクロ波（ミリ波）に着目しました。これは、従来のマイクロ波ワイヤレス給電研究が対象としてきた動作周波数の10倍以上に相当するものであり、5G電磁波（28GHz）を用いた実験としては世界で初めてです。この実験を実現するために、以下の3つの技術を開発しました。

1. マイクロ波を遮蔽するシールドルーム内（非GPS環境）でも飛行可能にするためのドローン制御アルゴリズム
2. マイクロ波送電器の位相を制御してドローンの座標に対して送電ビームを追尾できる技術
3. 5Gの周波数でマイクロ波を直流（DC）に変換できるアンテナ整流器

これらの技術を用いて実験を行なった結果、飛行高度800mmでホバリングするドローンに対して、30秒間にわたって、ほぼ途切れることなくマイクロ波を送受電することができました。

（デモ実験動画：<https://www.youtube.com/watch?v=hK48Wq5Jtm4>）

今後の展開

本研究で開発したワイヤレス給電技術は、いまだ開発途上であり、マイクロ波だけでドローンを駆動するには送電規模が不足しています。今後、飛翔体の位置とビームのリアルタイム制御の精度向上、送受電アンテナ間効率の改善を通じてワイヤレス給電効率の向上および送電の長距離化、大電力化を目指し

ます。これにより、将来的には、送電網を必要としない新しい電力供給・送電インフラや、バッテリーレスで半永久に航行できる空飛ぶクルマなどの実現が期待されます。

参考図

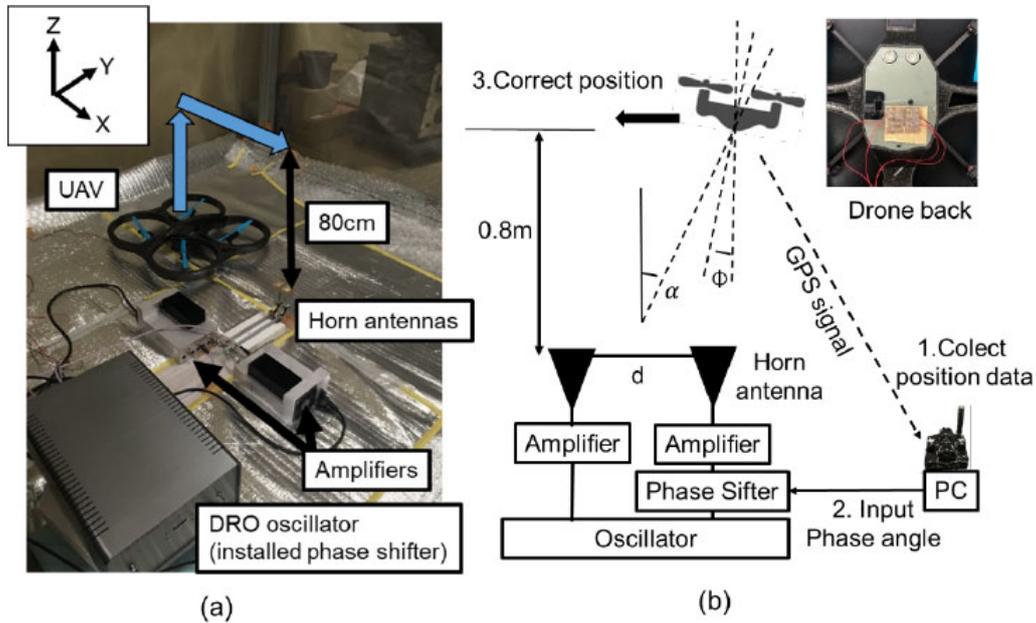


図 電波シールドルーム内でのマイクロ波ワイヤレス給電実験

掲載論文

【題 名】 28 GHz Microwave-powered propulsion efficiency for free-flight demonstration
(自由飛行デモンストレーションによる 28 GHz マイクロ波推進の効率の評価)

【著者名】 Satoru Suganuma, Kohei Shimamura, Maho Matsukura, Duc Hung Nguyen, Koich Mori

【掲載誌】 AIAA, Journal of Spacecraft and Rockets

【掲載日】 2021 年 7 月 5 日

【DOI】 10.2514/1.A35044

問合わせ先

【研究に関すること】

嶋村 耕平 (しまむら こうへい)

筑波大学システム情報系 助教

URL: <https://www.kz.tsukuba.ac.jp/~shimamura/index.html>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報室

TEL: 029-853-2040

E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp