

どこでもいつでも無線で電力伝送可能な技術 新たなメタサーフェスの実現と無線電力伝送技術への有効性の確立

ポイント

- ① 従来型無線電力伝送システムには伝送効率、伝送距離、ミスアラインメントで電力伝送ができないという問題がありました。
- ② 上記の問題を対処するため、新たなメタサーフェスを開発し、それらを用いて磁場の制御に成功しました。
- ③ タブレット、携帯などを机に置くだけで充電可能な技術の開発が期待されます。

概要

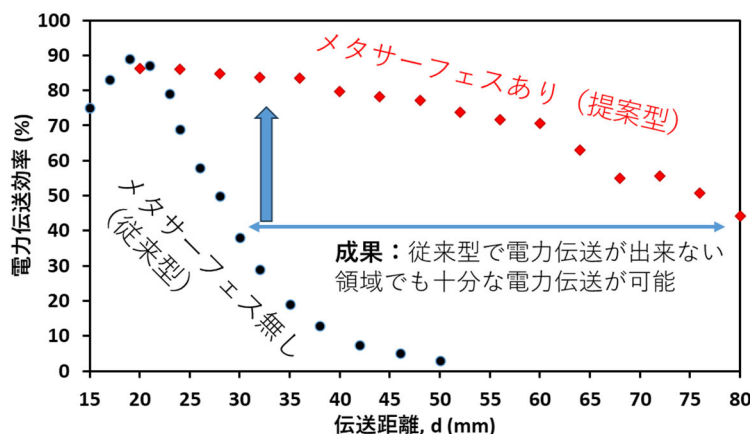
スマートフォンや医療機器などの小型デバイスの普及に伴い、充電の方法が有線から無線へと移行しています。このようなシステムでは、無線電力伝送(※1)が不可欠ですが、WPT システムを小型化することで電力伝送効率が低下し、遠距離での電力伝送に制約が生じていました。また、受信機と送信機の位置のずれにより、電力伝送が妨げられる問題も存在しました。本研究では、新たなメタサーフェス(※2)を開発し、小型化された WPT システムに導入することで、元の伝送効率を維持しながら、最大 300%まで伝送距離を向上させることに成功しました。具体的には、メタサーフェスを導入する前の 40mm の伝送距離での伝送効率が 8%だったものが、メタサーフェスを応用することで 78%まで向上しました。さらに、受信機と送信機の位置ずれによるミスアラインメント(※3)の問題も、開発したメタサーフェスの応用により大幅に改善されました。このような新たな WPT システムの性能向上は、当該分野においては画期的な成果となりました。

九州大学大学院システム情報科学研究所 Ramesh Pokharel (ポカレル ラメシュ) 教授のグループと共同研究者の Mohamed Aboualalaa(モハメド アブアララー)外国人特別研究員が、メタサーフェスの設計を行い、無線電力伝送システムの送信器と受信器の間の磁場を制御することにより、無線電力伝送距離およびミスアラインメント問題が解決されることを明らかにしました。

本研究成果は米国の雑誌「IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement」に 2023 年 10 月 17 日 (水) 午前 10 時 (日本時間) に掲載されました。



提案の無線電力伝送システム



従来型無線電力伝送システムの不可能な領域でも提案型のシステムにより無線電力伝送が可能

【研究の背景と経緯】

スマートフォンや医療機器などの小型デバイスの急速な普及は、ワイヤレス充電技術の発展にとって重要な要因となりました。有線充電からワイヤレス充電への移行は、利便性と使用可能なデバイスの設置場所の柔軟性を向上させました。しかし、これに伴う新たな課題も浮上しました。

一つは、無線電力伝送（WPT）システムの伝送距離です。従来のWPTシステムは、近距離でしか効果的に電力を伝送できない傾向があり、長距離への電力伝送は難しいという問題がありました。さらに、受信機と送信機の位置のずれによるアラインメントの問題が浮上しました。WPTシステムでは、受信機が送信機に正確に位置合わせされる必要があり、位置ずれが発生すると電力伝送ができなくなるという問題がありました。

【研究の内容と成果】

上記の問題に対処するために、研究グループは新たなアプローチを追求し、メタサーフェスという新しい人工誘電体を提案しました。この提案したメタサーフェスは、その特異な光学特性により、送信器と受信器間の磁場を効果的に制御し、遠距離への電力伝送を実現します。具体的には、メタサーフェスを導入する前の40mmの伝送距離での伝送効率はずか8%に過ぎませんでしたが、メタサーフェスを応用することで78%まで向上させることに成功しました。また、この新たな技術の応用により、受信機と送信機の位置ずれに起因するミスアラインメント問題も大幅に改善されました。

【今後の展開】

今回の成果により、受信器の位置に依存しない無線電力伝送システムの開発が可能になります。これにより、例えば、どこでもいつでも無線で電力伝送が可能となり、タブレットや携帯電話を単に机に置くだけで充電できる技術開発への貢献が期待されます。また、医療分野においても、ペースメーカーや人工心臓などの埋め込み型医療機器のバッテリーを体外から充電でき、バッテリー交換のための手術が不要になることが期待されます。このような進歩は、ワイヤレス充電技術の広範な応用可能性を開拓し、未来の技術に大きな寄与をするものと見込まれています。

【参考図】

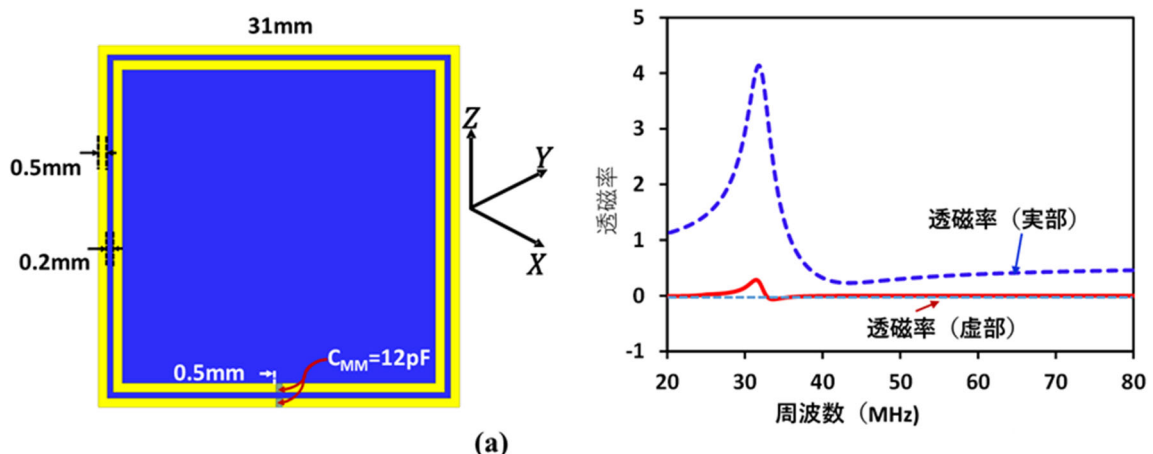


図1：提案のメタサーフェス(a)、とその電気特性(b)

【用語解説】

(※1) WPT システム：Wireless Power Transfer は、電力を物理的な接触なしで伝送する技術です。

(※2) メタサーフェス：負や零に近い透磁率を有する人工誘電体のことを示します。

(※3) ミスアラインメント：ミスアラインメントとは、送信側と受信側のコイルやアンテナが完全に一致していない場合や、位置がずれている場合を指します。このミスアラインメントが生じると、伝送効率の低下、熱の問題、通信の中断が送る可能性があります。

【謝辞】

本研究は JSPS 奨励金 (外国人特別研究員科研費 JP21F51046)、JSPS 基盤研究 (C) (JP21K04178)、総務省:MIC/SCOPE (JP215010003)の助成を受けたものです。

【論文情報】

掲載誌：IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement

タイトル：Reliable Multiple Cascaded Resonators WPT System Using Stacked Split-ring Metamaterial Passive Relays

著者名：Mohamed Aboualalaa and Ramesh K. Pokharel

D O I : 10.1109/TIM.2023.3324672

【お問合せ先】

<研究に関すること>

九州大学 大学院システム情報科学研究所 教授 Ramesh Pokharel (ポカレル ラメシュ)

TEL : 092-802-3749 FAX : 092-802-3749

Mail : pokharel@ed.kyushu-u.ac.jp

<報道に関すること>

九州大学 広報課

TEL : 092-802-2130 FAX : 092-802-2139

Mail : koho@jimu.kyushu-u.ac.jp