



電界結合で水中無線電力伝送を実現

～水中点検ロボットで構造物の劣化をいち早くキャッチ～

<概要>

豊橋技術科学大学 電気・電子情報工学系 田村昌也准教授らの研究チームが、電界結合を用いて淡水中での無線電力伝送に成功しました。無線電力伝送の世界では、淡水は非常に損失の大きな誘電体としてふるまうため、電界結合による水中での無線電力伝送は困難だとされてきました。今回、淡水の高周波特性を実験により明らかにし、電界でも高効率に伝送可能な周波数帯と高効率化を実現する電極構造を発見しました。

<詳細>

無線電力伝送はモバイル端末から自動車まで幅広い分野で注目を浴びています。これまでは陸上環境での研究が主でしたが、次のターゲットとして水中環境が期待されています。例えば、配管や冷却塔、ダム の 堤 体 壁 面 など 構 造 ヘ ル ス モ ニ タ リ ン グ シ ス テ ム に お い て は、自由に移動でき、災害時でも調査が可能な水中点検ロボットの開発が急務となっています。このロボットはバッテリー駆動のため、充電のために何度も引き上げ、再び潜航させるという作業を繰り返す必要があります。このような作業による運用効率の低下を改善するには、給電ステーションを介した水中での無線電力情報伝送 (図1) の技術開発がキーとなります。

そこで、田村昌也准教授らの研究チームは淡水中でも高効率に無線で給電できる電界結合器を開発しました。

無線電力伝送における電力伝送効率は伝送用結合器のもつ結合係数 k と周辺環境の影響も含めた結合器の損失を表す Q 値の積である kQ 積に依存します。 kQ 積が高いほど伝送効率も向上します。水中では結合器よりも結合器を取り巻く水の影響が支配的であることから本研究では淡水の高周波特性に注目し、自作の測定セルを用いて測定を行い、周波数と淡水の Q 値の関係を明らかにしました。その結果を用いて電磁界解析から淡水中で kQ 積が最大値を示す電力伝送周波数と結合器構造を明らかにしました。これにより送電距離 2cm で 90%以上、5cm で 80%以上の電力伝送効率を実現しました。実際に淡水を介した無線電力伝送でセンサモジュールを駆動し、赤外線によるデータ通信にも成功しました。また、400W の電力を送電距離 2cm で送電しても電力伝送効率 90%以上を維持できています。給電ステーションに着底することを考えると、実用に耐えうる効率と考えられます。

<今後の展望>

研究チームは、本研究成果により発電所の配管や冷却塔、ダム の堤体壁などの水 中点検ロボットに対し、点検区域内での通信・充電が可能となり、使用者の安全性やロボットの運用効率の飛躍的向上に貢献できると考えています。開発した結合器は非常にシンプルかつ、軽量であるため、水中点検ロボットの総重量に与える影響を最小限に抑え、浮力システムの大掛かりな再設計も不要になることが期待されます。また、電界結合による淡水中での情報通信や海水中での無線電力伝送効率も高効率化が見えてきており、最終的には、淡水・海水のどちらでも無線電力情報伝送を実現したいと考えています。

<論文情報>

Masaya Tamura, Yasumasa Naka, Kousuke Murai, Takuma Nakata, “Design of a Capacitive Wireless Power Transfer System for Operation in Fresh Water,” IEEE Trans. Microwave Theory and Techniques, vol. 66, no. 12, pp.5873-5884, Dec. 2018.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/8516348>

Yasumasa Naka, Kyohei Yamamoto, Takuma Nakata, Masaya Tamura, “Improvement in Efficiency of Underwater Wireless Power Transfer with Electric Coupling,” IEICE Trans. Electron, vol. E100-C, no. 10, pp.850-857, Oct. 2017.

http://search.ieice.org/bin/summary.php?id=e100-c_10_850.

<外部資金情報>

公益財団法人 中部電気利用基礎研究振興財団

日本学術振興会 科学研究費助成事業 基盤研究 (C)

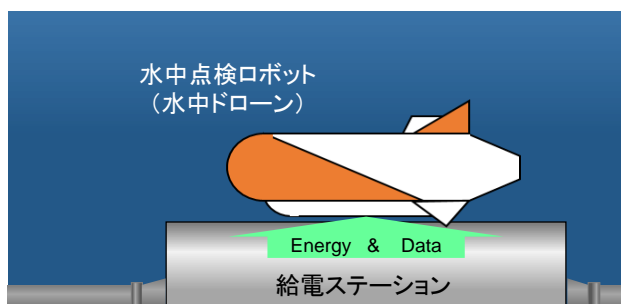


図1 水中での無線電力伝送の想定図

水中点検ロボットが給電ステーションに着底し、バッテリーの給電と収集したデータなどの情報通信を行う。

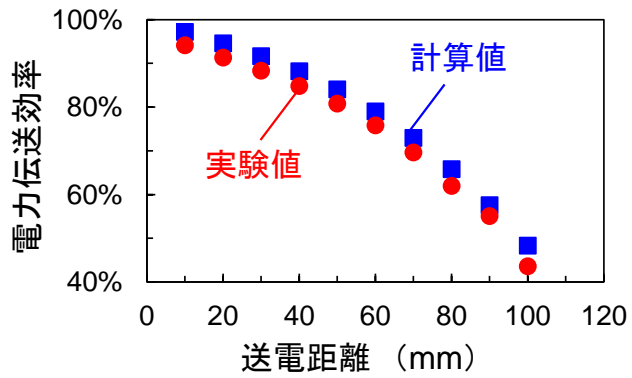


図2 水中における送電距離と電力伝送効率の関係
 計算値と実験値はよく一致しており、距離 2cm でも 90%以上、5cm でも 80%以上の伝送効率を実現している。

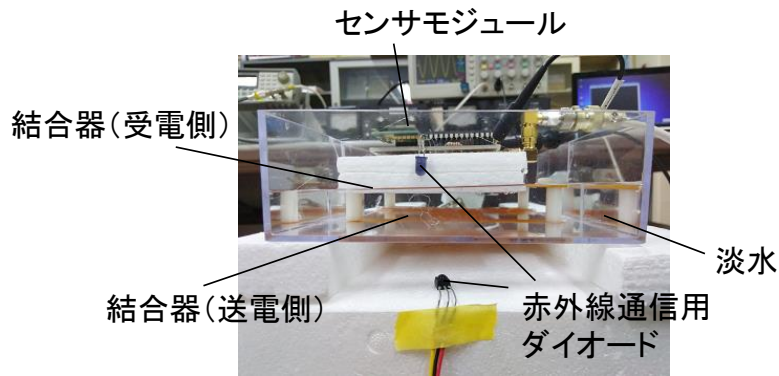


図3 水中ワイヤレス電力情報伝送実験
 淡水を介した無線電力伝送でセンサモジュールを駆動し、赤外線によるデータ通信を行っている実験の様子。

本件に関する連絡先
 広報担当：総務課広報係 前田・高柳 TEL:0532-44-6506