



**Title:** Conductive and Capacitive Properties of Couplers under Seawater for Electric Wireless Power Transfer (海中における無線電力伝送用カプラの導電特性と容量特性)

**Authors:** Ning Li, Kosuke Iguchi, Xuefeng Liu, Atsuhsi Shirane, Kenichi Okada, Takeshi Shinkai (李 寧(東京工科大 助教)、井口 公佑(東京工科大 大学院生)、劉 雪峰(東京女子大 教授)、白根 篤史(東工大 准教授)、岡田 健一(東工大 教授)、新海 健(東京工科大 教授))

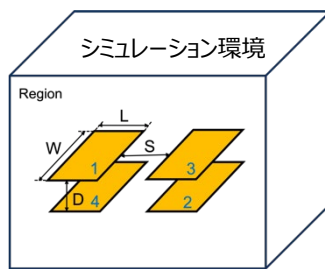
**Journal:** Proceedings of 2024 IEEE Wireless Power Technology Conference and Expo, WPTCE 2024 Pages 308 – 311  
**掲載年月:** 2024 年 5 月

**研究概要:** 本論文では、水中静電容量式ワイヤレス電力伝送 (Capacitive Wireless Power Transfer: CWPT) システムにおける平行板コンデンサのモデリングと特性を解析します。有限要素法 (Finite Element Method: FEM) によるシミュレーションを用いて、さまざまなシミュレーション要因が静電容量およびコンダクタンスのシミュレーション結果に与える影響を検討しました。また、海水環境における結合静電容量およびコンダクタンスの近似式を提案し、シミュレーション結果とよく一致していることを確認しました。

**研究背景:** 近年、静電容量式ワイヤレス電力伝送に関する研究が大きな注目を集めており、特に 2020 年以降、多くの関連論文が学術界から発表されています。CWPT は水の高い誘電率を活用できるため、特に水中での利用において有望視されています。しかし、海水中でのキャパシタンスやコンダクタンスに関する検討は十分に行われていません。

**研究成果:** 本研究では、静電容量式ワイヤレス電力伝送システムにおいて、キャパシタンスに加えてコンダクタンスの特性も詳細に解析しました。フリンジ容量を考慮したキャパシタンスおよびコンダクタンスの数学モデルを新たに提案しました。また、結合アドミタンスの実数部と虚数部の比が 3 MHz の周波数で約 295.9 であることを初めて明らかにしました。

**社会的・学術的なポイント:** 本研究の成果は、水中静電容量式ワイヤレス電力伝送システムのシミュレーションおよび設計に関する応用が期待されます。



フィッティング式

$$C_{fit} = C_{cal} \left( 1 + K_1 \frac{D}{P} \ln \left( K_2 \frac{P}{D} \right) \right)$$
$$C_{cal} = \epsilon \frac{A}{D}$$
$$G_{fit} = G_{cal} \left( 1 + \alpha_1 \frac{D}{P} \ln \left( \alpha_2 \frac{P}{D} \right) \right)$$
$$G_{cal} = \sigma \frac{A}{D}$$

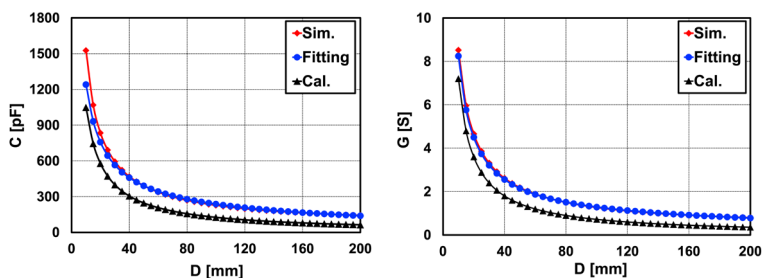


図 1：提案した数式モデルからのフィッティング結果とシミュレーションおよび計算結果の比較。

**用語解説:**

**ワイヤレス電力伝送 (WPT: Wireless Power Transfer):** 物理的な電線を使用せずに電力を送る技術。

**有限要素法 (FEM: Finite Element Method):** 複雑な物理現象や構造の解析に用いられる数値解析手法。主に、機械工学、電磁気学、構造解析、熱伝導など、多くの工学分野で使用されている。