

背景

ダムや橋梁などの老朽化点検から海底資源探査まで無人潜水艇が活躍
 →バッテリー交換に伴う潜航・浮上による**運用効率の低下**が問題
 →給電ステーションによる**無線電力情報伝送**を用いることで運用効率を改善
水中での無線電力伝送 (WPT) の多くは磁界結合
 →漏洩磁界抑制のためのフェライトや金属遮蔽による重量増加が問題
 →**電界結合**は漏洩電磁界の抑制と軽量化が可能

目的

電界結合を用いた水中での**高効率電力伝送**と**高速情報伝送**の実現

無人潜水艇
(水中ドローン)

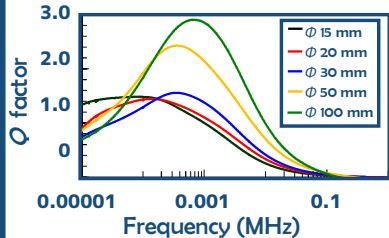


Energy & Data
給電ステーション

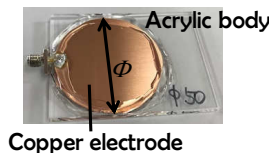
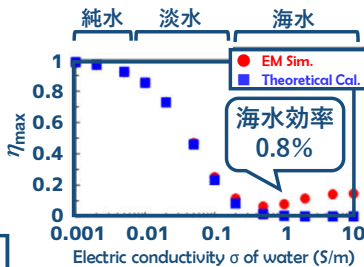
海中での電界結合型WPTの実現へ

海水の周波数特性による2種類のWPT手法を発見

- ◆ 10kHz以下では電気二重層により**絶縁体として振る舞う**
→容量性結合
- ◆ 高周波では**導電性が支配的**
→導電性結合



海水のQ値特性



Copper electrode

液相の誘電率測定器

水中ドローンへの無線給電

結合器は水中ドローンの外部に装着

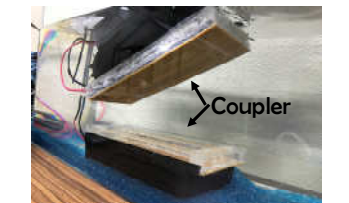
→ドローン内(ケース)に結合器を収納することで、**電極の腐食・摩耗による劣化を抑制可能**



水中ドローン



プールでの送電実験

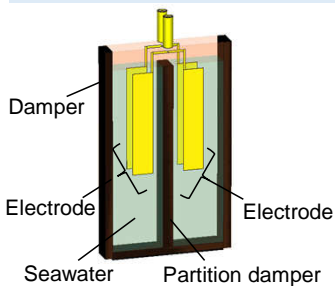


水中ドローンに搭載した結合器

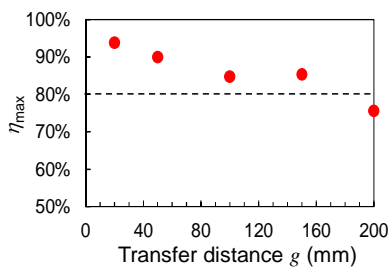
効率測定手法

1. 海水の周波数特性を基に電界型結合器を作製
2. 電極間距離を可変させつつVNAを用いて効率を測定

→ **伝送距離20mm以下で効率90%以上を達成**



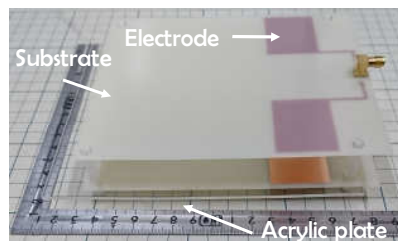
作製した導波路型結合器



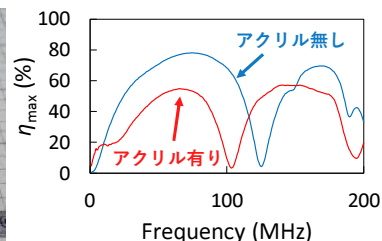
電力伝送効率の距離特性

効率測定手法

1. 淡水用の電界型結合器にアクリル板を挿入
 2. VNAを用いて1MHz~200MHzにおける効率を測定
- アクリル有無により**最大有能電力伝送効率の低下を確認**
最大有能電力伝送効率を改善する工夫が必要



作製した結合器



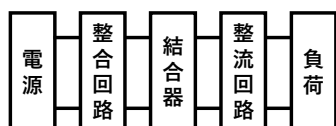
アクリル有無の電力伝送効率

WPTシステムの高効率化

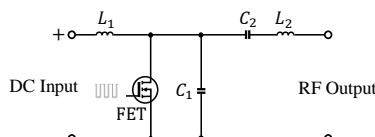
WPTシステムの高効率化を達成するには損失の少ない電源が必要
 →電源に**E級インバータ**を用いることで**損失抑制(高効率)**

E級インバータの特徴

- ◆ スイッチングインバータなので**変換効率が高い**
- ◆ スイッチング素子が少ないので**スイッチング損失が少ない**



WPTシステムの構成

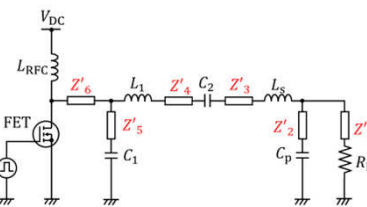


E級インバータの回路図

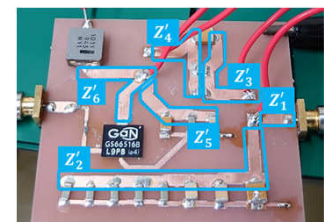
◆ 高周波回路上では

部品を実装する線路による位相ずれの影響でE級インバータの最適化が困難

→ **部品実装線路の影響を考慮した設計手法を構築**



高周波回路上でのE級インバータの回路図



回路上の部品実装線路