

研究成果報告書

日本財団 会長 笹川 陽平 殿

報告日付:2020年11月13日

事業ID:2018495335

事業名:水中での非接触型給電システムの開発

団体名:日本電気株式会社

代表者名:代表取締役 執行役員社長 新野 隆

代理 宇宙・防衛営業本部長 飯尾 健太郎

TEL:03-3798-4960

事業完了日:2020年10月31日



以下の通り、研究成果について報告いたします。

1. 研究開発体制について

以下の体制で研究開発を実施した。

プロジェクト管理、プロジェクト監督者であるDeepStarへの進捗報告、試験評価、報告書作成など

プロジェクト責任者	シニアマネージャー	中野 正規
プロジェクトマネージャー	シニアエキスパート	山本 満
プロジェクトリーダー	主任	小川 誠

アンテナ製造、評価支援

日本ユニバーサル電気株式会社※

計測治具製作

日本ユニバーサル電気株式会社※
アセック株式会社

2. 研究概要及び成果

2.1 研究の背景

本研究は、図1に示すように水中無人機が給電ステーションに戻った際に再充電を行う水中での非接触型給電システムを開発し、海上の活動における無人省力化、運用効率化による運用コスト低減を実現することを目的とする。

水中においては、接触型で電力伝送を行う場合、水中での着脱が可能な水中コネクタを用いると着脱回数の制限が生じると共に、水中でのゴミ混入による短絡、着脱時に強くねじ込む力が必要などの制約が多く存在するため、おのずと非接触型による電力伝送方法が望まれる。非接触型としては、電磁波エネルギーを介するワイヤレス給電方式の電力伝送効率が最も良く、将来的に水中における電力伝送方法のスタンダードになると考えられる。

このような背景に基づいて、当社は本事業に着手する以前に、50W級の水中で非接触電力伝送を行うデバイスとして、30cm×30cm×3cmの樹脂の中にスパイラル伝送線路を配した一対のアンテナを製作し(図2)、送受のアンテナ間離間距離と電力伝送効率との関係性を評価した。その結果、アンテナ間離間距離10cmで67%の電力が伝送できることを確認済みである(図3)(参考文献 1)。

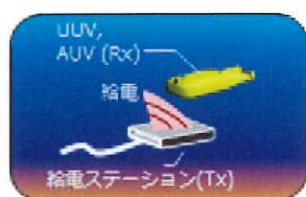


図1 非接触給電システムの構想図

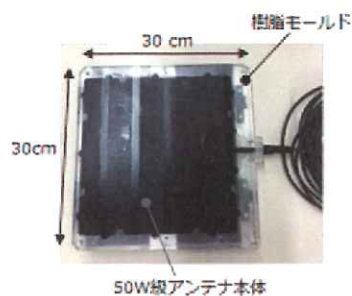


図2 50W級アンテナの外観写真

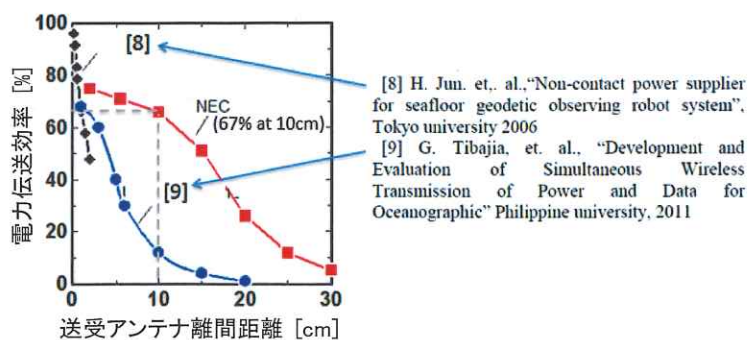


図3 送受アンテナ間離間距離と電力伝送効率

2.2 当社開発アンテナの特徴

水中においては水分子による誘電損失、海水中では Na^+ 、 Cl^- イオンが電荷として振る舞うことで電流損失が発生する。そのため、送信アンテナから放出されたエネルギーは、水中または海水中でエネルギー損失として消えてしまい、受信アンテナまで到達できるエネルギーは僅かとなってしまふ。当社が開発した海中に特化したアンテナは、電界エネルギーを送信回路内に閉じ込めるため、上下のスパイ

ラルコイル間に高誘電体シートを挟み込む(図4)ことで、アンテナ自体を大きな並行平板コンデンサ(図5)として見立てることができる構造を採用している。大きな並行平板コンデンサ内で多量の電荷を蓄えることで、電界エネルギーがアンテナ内に封じ込まれ、水中や海水中で発生するエネルギー損失が抑制されると見込んでいる(参考文献 2)。

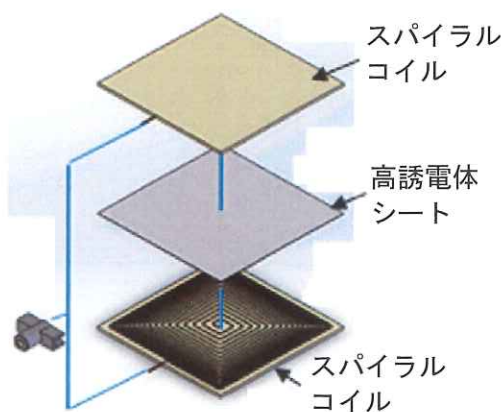


図4 当社の海中に特化したアンテナ構造

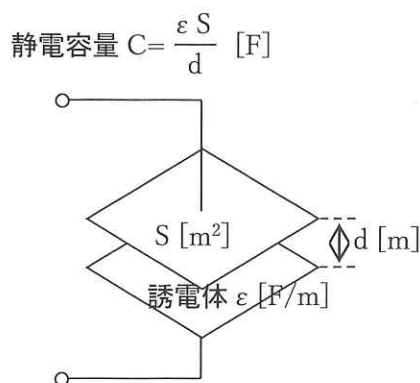


図5 (参考)並行平板コンデンサ

2.3 本事業の研究概要と成果

本事業では実用化に向けて、3kW級のアンテナおよび給電ステーションとなる周辺システムを試作評価した。試作アンテナを図6に、周辺システムを図7に、接続図を図8に示す。送信アンテナ側には3kW電源を接続し、固定整合器によるインピーダンスマッチングを行った。受信アンテナ側には整流器により交流から直流に変換した後、充電中に抵抗値が変化するバッテリーではなく、抵抗値が固定となるようダミーロード(疑似負荷)を接続した。評価項目は送信アンテナに印加された入力電力、送信アンテナに印加された入力電力と受信アンテナで受信した受信電力の割合を示す電力伝送効率をパワーアナライザで計測し、参考として送受のアンテナ表面温度を熱電対と温度計ロガーで計測するものとした。なお、これらの計測については市販品である電気自動車のワイヤレス給電評価用システムを流用することで、開発評価の効率化、計測精度の保証を図るものとした。



図6 試作アンテナ



図7 周辺システム

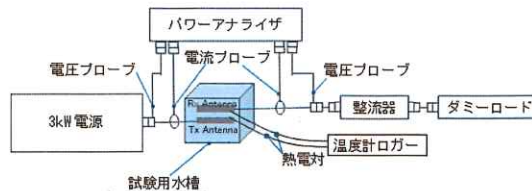


図8 接続図

各評価項目の評価結果は以下の通りである。弱電力では固定整合器によるインピーダンス整合が機能していたが、大電力印加によりアンテナ特性が変化することを見出した。本報告時点では目標値まで至らなかったが、最適化方法に目途を付けることができた。今後、可変整合器を用いた評価を行うことにより評価結果の改善を見込む。

- (1) 入力電力 : (目標値) 3kW以上 (評価結果) 0.5kW
- (2) 電力伝送効率 : (目標値) 67%以上 (評価結果) 49.3%

更に、関連試験として、電磁界計測器を用いて電界強度および磁界強度をそれぞれ計測した電磁界分布計測試験、水中無人機胴体内への電磁波エネルギー侵入による影響把握を想定した電磁界侵入計測試験を行った。それぞれの接続図を図9、図10に示す。これらの計測結果については国際学会での発表を予定している。

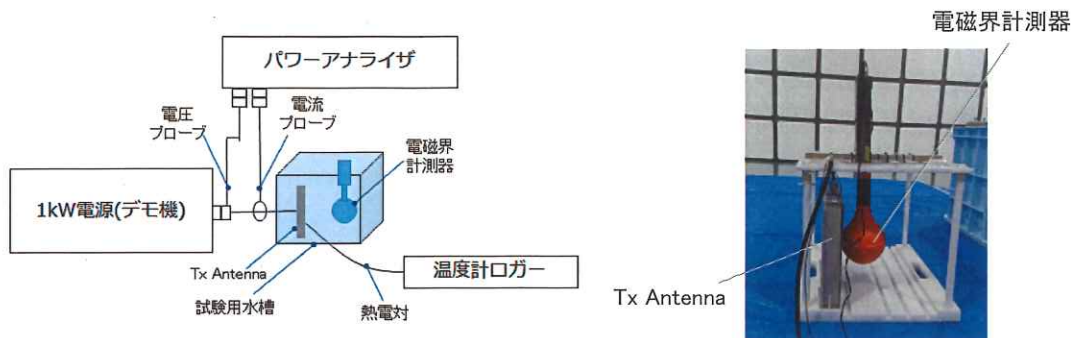


図9 電磁界分布計測試験

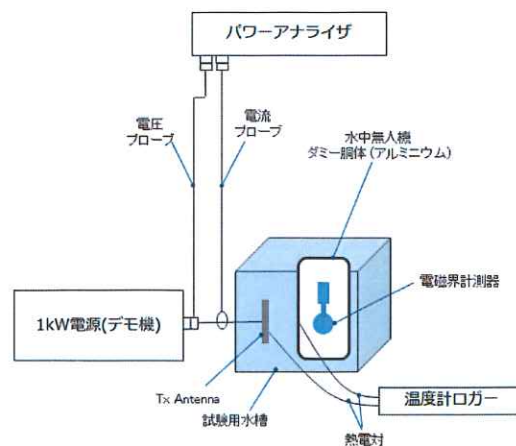


図10 電磁界侵入計測試験

3. 学会発表及び論文発表

実績なし。今後、国際学会(Techno-OceanまたはMaritime/Air Systems & Technologies)での発表を望むがコロナの影響により具体的な計画は未定である。

4. 特許取得等の実績及び予定

実績および予定なし。

5. 参考文献

- 1) S. Yoshida et. al., "Underwater Wireless Power Transfer for non-fixed Unmanned Underwater Vehicle in the Ocean," IEEE AUV 2016, (2016).
- 2) M. Ogawa et. Al., "Development of an Antenna Specialized to the Seawater," MAST Asia 2019. Japan, 07B2 (2019).

以上