

1. 評価対象研究課題

- (1) 研究課題名：電界結合による海水中ワイヤレス電力伝送利用法の基礎研究
- (2) 研究代表者：富士ウェーブ株式会社 粟井 郁雄
- (3) 研究期間：令和2年度～令和4年度

2. 終了評価の実施概要

日時：令和5年11月10日

場所：TKP秋葉原カンファレンスセンター

評価委員：未来工学研究所 理事長、上席研究員／東京大学 名誉教授

平澤 洽 (委員長)

神奈川大学 名誉教授

遠藤 信行

東京理科大学 工学部 電気工学科 嘱託教授、

東京理科大学 名誉教授

村口 正弘

元東海大学 教授

森本 雅之

(委員長以外は五十音順・敬称略)

3. 研究と成果の概要

研究の概要

本研究では、近海航路を走行する海上船舶や無人潜航艇 (AUV) への、海底からのワイヤレス給電の実現に向け、電界結合方式による給電に着目し、その原理解明と特性向上を図った。また、従来研究されてきた磁界結合方式との比較検討により、給電に関する基礎研究を行った。

成果の概要

(1) 内海、沿岸航路航行船へのワイヤレス給電

定性的な特性を把握するため室内に水路 (断面積: 15 cm × 12.7 cm) を用意して、そこを航行する小型模型船に水底から無線給電する装置を作り、徐々に給電効率を高める実験を進めた。さらに、寸法が3倍の模型船と、断面積が数十倍のU字溝 (断面積: 50 cm × 50 cm) を用意し、室外に設営した水路中を走行させる実験を行った。

室外での給電試験では、伝送効率が予想の1/3以下 (10mW の入力電力で効率20%以下) となり、その原因として、水路の境界条件が室内実験とは異なる事が明らか

となった。

境界条件の検証は容易ではないことから、水路の幅を 2m に広げて、できるだけ自然の河川を再現した条件での試験実施を試みたが、土質の関係で貯水ができず試験を完遂することができなかった。

段階的にスケールアップしながら実験を進めたが、目標とした伝送効率及び電力での給電を達成することができず、また、検証する上で十分な実験結果を得ることができなかった。

(2) 海底捜査用 AUV (Autonomous Underwater Vehicle) のワイヤレス給電

AUV の円筒型胴体をプラスチックで作製し、その内部に円筒型電極を張り付ける構造を用いて、いくつかのパラメータの変更に対して電磁界シミュレーション及び実験を行った。

電磁界シミュレーションにあたり、電界結合のシミュレーションには有限要素法を採用した HFSS (Ansys 社製) を用いた。磁界結合については、まず HFSS と WiPL-D (WiPL-D Japan 社提供) によるシミュレーションから出発して結果を比較し、両者の一致を見て WiPL-D 計算に移ることを想定して着手した。

しかし、実験結果を良好に再現できるシミュレーション方法を決定することができなかった。また、現実とのスケール則の成立条件等も見出せなかった。電界結合方式と磁界結合方式の、電磁界シミュレーションによる比較も、適切な外部境界条件等が見つからず、結果として、比較検証が可能なシミュレーション環境を構築することができず、特性を比較するに至らなかった。

4. 終了評価の評点

C 劣る成果であった。

5. 総合コメント

新たな領域を開拓したいという強い意思には尊崇の念を抱くものの、生起する現象がマクロな現象であるにもかかわらず、不完全なマイクロなモデルで思考を進め、その不完全なマイクロモデルがそのままマクロ現象として生起するとの考えに歪みがあることは、原理的に予想されて然るべきであった。

テーマ採択時に論理矛盾を具体的に指摘し、真水での実験を加えるべきことを推奨したが、実施されなかった。評価パネル側が反省すべき点である。

6. 主な個別コメント

- ・新たな知見が得られることを期待して採択したが、常識的な「電解結合による海水中無線給電の難しさ」を証明し、海水中のワイヤレス電力伝送は磁気結合に専念すべきとの結果となった。

- 予想される結果のトレースとなり、新たな知見は得られなかった。
- 海水中の電磁界におけるマクロ解析とミクロ解析の差が明確になった。
- 提案者がほぼ単独で進めており、適切な進捗判断が出来なかった。
- 当初の想定と異なる結果が出た時点で、研究計画の変更等の措置を行うべきであった。
- この方式に実現性はないが、計画時に想定しなかった種々の考察結果が得られ、磁界結合などの他の研究の参考となる考察が得られた。