

# 海水中における送受信アンテナ間の伝送効率

Transmission Efficiency between Transmitting and Receiving Antennas in Sea Water

陳 強<sup>1</sup>, 藤井直道<sup>1</sup>, 佐藤弘康<sup>1</sup>, 石井 望<sup>2</sup>, 高橋応明<sup>3</sup>, 吉田 弘<sup>4</sup>

Qiang Chen<sup>1</sup>, Naomichi Fujii<sup>1</sup>, Hiroyasu Sato<sup>1</sup>, Nozomu Ishii<sup>2</sup>, Masaharu Takahashi<sup>3</sup>, Hiroshi Yoshida<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 東北大学, <sup>2</sup> 新潟大学, <sup>3</sup> 千葉大学, <sup>4</sup> 海洋研究開発機構

<sup>1</sup>Tohoku University, <sup>2</sup>Niigata University, <sup>3</sup>Chiba University, <sup>4</sup>Japan Agency of Marine-Earth Science and Technology

**1. まえがき** 海水中の電波利用として、著者らは低周波の電波を利用した海水中位置測距システムについて検討を行っている [1]-[7]。海水中の伝搬が海水の導電損失が極めて大きいので、送受信アンテナ間の電波伝搬は、遠方界による伝搬ではなく、超長波や長波などのような低い周波数帯の導電電流によるアンテナ間の近傍界結合である [1]。そのため、高い導電損失媒質中の伝搬及び小形アンテナのインピーダンスと整合するための整合回路の導電損失を考慮して、海水中のアンテナの最適設計を行う必要がある。本研究では、海水中における小形ダイポール間及び小形ループアンテナ間の電力伝送効率の視点から、アンテナの整合回路損失を考慮した海水中アンテナの設計法について検討する。

## 2. 数値シミュレーション

シミュレーションでは送受信アンテナ間の  $Z$  パラメータを計算し、そこから  $F$  行列を求めた。伝送効率を計算するには図 1 に示すように 3 つの  $F$  行列、送信側整合回路  $F_1$ 、アンテナ間の伝送特性  $F_2$ 、受信側整合回路  $F_3$  を縦続接続し、さらに負荷 ( $Z_0=50\Omega$ ) を接続した回路を考える。

$$\begin{pmatrix} V_1 \\ I_1 \end{pmatrix} = F_1 F_2 F_3 \begin{pmatrix} 1 \\ 1/Z_0 \end{pmatrix} V_2 \quad (1)$$

$Z_0$  で消費される電力  $P_l$  を入射電力  $P_{inc}$  で割った値を送受信アンテナの電力伝送効率  $\tau$  とする。

$$\tau = \frac{P_l}{P_{inc}} = \frac{\text{Re}(V_2^* I_2)}{\text{Re}(V_1^* I_1)} (1 - |\Gamma|^2) \quad (2)$$

ここで、 $\Gamma$  は送信側整合回路の入力側の反射係数とする。

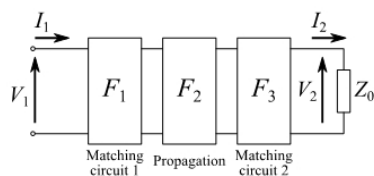


図 1 送受信アンテナ間の伝送効率の計算モデル

ダイポールアンテナとループアンテナの解析モデル、及び送受信アンテナの配置をそれぞれ図 2 と図 3 に示す。

**4. まとめ** 本報告では海中アンテナに損失のある整合回路を考慮したアンテナ間の電力伝送効率の計算をシミュレーションを行った。シース付ループアンテナの効率が最も高い伝送効率を得られた。また、磁束が 2 つのループアンテナを貫く配置により強い近傍界結合が生じ

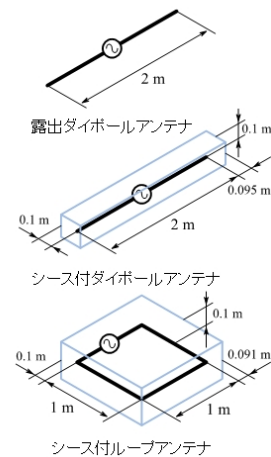


図 2 アンテナの解析モデル

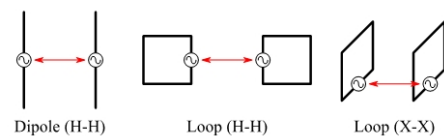


図 3 送受信アンテナの配置

たことが確認された。また、アンテナの放射効率と電力伝送効率とは必ずしも関連のないことが分かった。

## 参考文献

- [1] 陳 他, “電波の海中応用へのアプローチ,” 信学技報, AP2016-92, pp.25-28, Sep. 2016.
- [2] 石井 他, “疑似スケールモデルを用いた微小ダイポールによる海水中電磁界,” 信学技報, AP2016-125, pp.11-16, Dec. 2016.
- [3] 高橋 他, “海中位置推定へのアプローチ,” 信学技報, AP2016-188, pp.59-62, Mar. 2017.
- [4] H. Sato, *et al.*, “Dipole antenna with sheath-cover for seawater use,” Proc. ISAP 2017, POS1, 1376, Phuket, Thailand, Oct. 2017.
- [5] 藤井 他, “海水中におけるアンテナ間の伝送効率,” 信学技報, WPT2017-50, pp.33-37, Nov. 2017.
- [6] 久野 他, “電磁波を用いた海中位置推定システムの検討,” 2018 信学ソ大 (通信), B-1-144, Mar. 2018.
- [7] 藤井 他, “海中無線通信用アンテナと伝搬モデルに関する研究,” 信学技報, AP2018-5, pp.23-28, Apr. 2018.