

# 水中ドローンを用いた電磁界解析用 CAD モデルの試作

2020SC052 長崎 颯斗

指導教員: 藤井 勝之

## 1 はじめに

近年, 水中ドローンと水中アンテナの研究に関心が寄せられている. 水中ドローンは水中での撮影, 漁業, 水中の環境問題などの分野において利用されている[1]. 非常に便利であるが水中アンテナを用いた際, 水中ドローンがどのような影響を及ぼすかは不明である.

また, 水中(淡水, 海水)でループアンテナ, ダイポールアンテナ, Jポールアンテナの3種類の40MHz帯のアンテナの反射係数, 磁界分布等をシミュレーション, 実測を行った研究が存在する[2]. その研究中のシミュレーションでは3種類共に淡水, 海水でシミュレーション上では作動するという研究成果がでていいる.

そこで本研究では, 上記のアンテナと自作した水中ドローンのCADモデルを用いてシミュレーション[3]をし, 淡水と空気中の反射係数差, ドローン周囲の電磁界解析を行う.

## 2 水中ドローンについて

本研究では, 3次元モデリングソフトウェアのSketchUp(ver.21.1.299)[4]を使用して図1(a)の水中ドローンをモデリングした. 図1(b)はモデルとしたCHACING社が販売しているgladius mini[5]である.

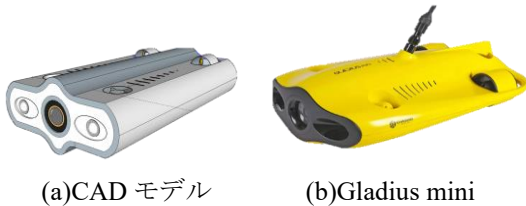


図1 水中ドローン

## 3 淡水の反射係数差

淡水と空気中の反射係数差をみるためシミュレーションを行った. 3MHz, 30MHz, 300MHz, 3GHz帯の半波長ダイポールアンテナを用いた. シミュレーションのモデルを図2に, 電気定数を表1に示す. 各周波数帯の結果を図3(a)~(d)に示す.

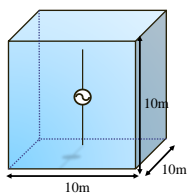


図2 反射係数比較のシミュレーションモデル図

表1 電気定数

	材質	比誘電率 $\epsilon_r$	導電率[s/m]
アンテナ	PEC	/	$\infty$
プール・水槽の水	淡水	81	0.05
水中ドローン	アルミニウム	1.00	$3.77 \times 10^7$

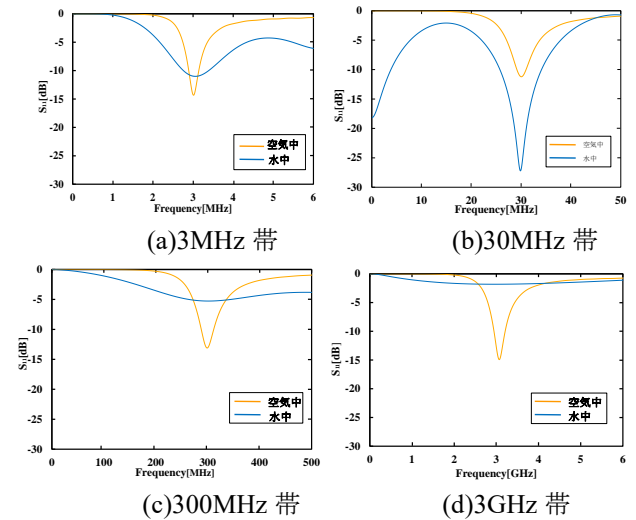


図3 空気中と淡水中の反射係数比較

上記の図より3GHz帯と300MHz帯では反射係数があまり落ちないという結果が得られた.

## 4 ドローンを用いたシミュレーション

三種類のアンテナ(40MHz帯)を用いた. 水中ドローンを用いた状態と用いていない状態を比較した. シミュレーションのモデル図を図4に示す. 南山大学のプールをモデリングした. 電気定数は表1の数値を用いる.

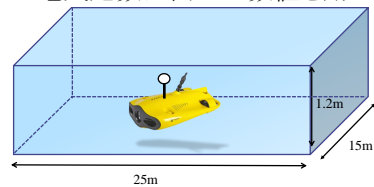


図4 ドローン有りのシミュレーションモデル図

はじめに反射係数の変化を図5~7に示す.

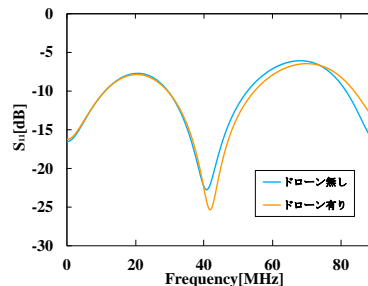


図5 半波長ダイポールアンテナの反射係数

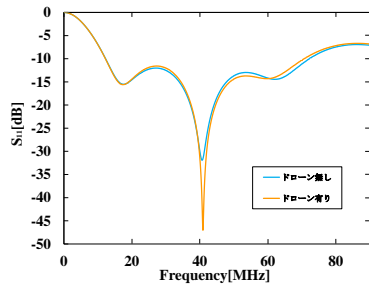


図 6 ループアンテナの反射係数

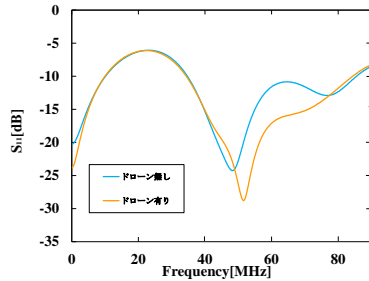
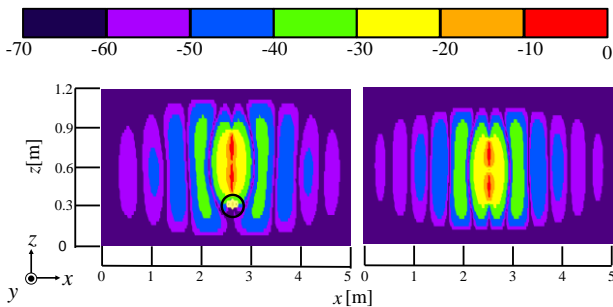


図 7 J ポールアンテナの反射係数

シミュレーション結果よりドローンを用いると概形の一部、反射係数が変化した。特にループアンテナの反射係数が大きく落ちた。

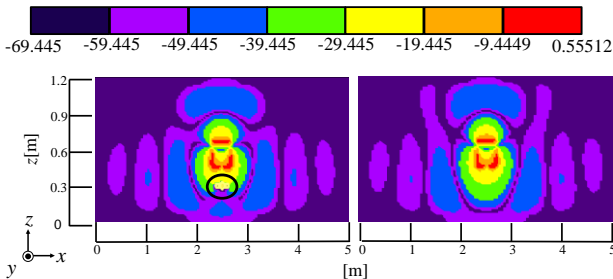
次に磁界分布の変化を図 8~10 に示す。(a)がドローン有りで(b)がドローン無しの図である。カラーバーは磁界強度を示している。シミュレーションモデルは同様に図 4 を用いる。参考値はダイポールアンテナを基準とする。

Magnetic field  $H_y$  [dB] Reference value : 0.18899 A/m



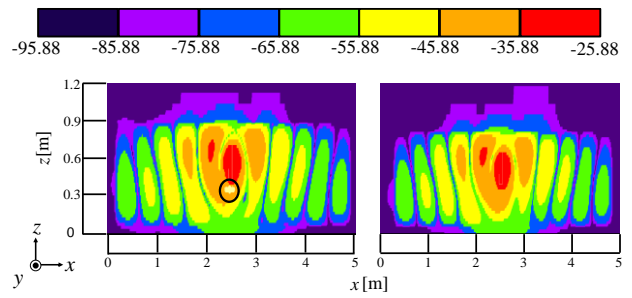
(a)w/drone (b)w/o drone  
図 8 半波長ダイポールアンテナ

Magnetic field  $H_y$  [dB] Reference value : 0.18899 A/m



(a)w/drone (b)w/o drone  
図 9 ループアンテナ

Magnetic field  $H_y$  [dB] Reference value : 0.18899 A/m



(a)w/drone (b)w/o drone  
図 10 J ポールアンテナ

シミュレーション結果よりドローンを用いると特にループアンテナの磁界の概形が変化した。磁界強度は変化しないという結果が得られた。

## 5 おわりに

本研究では半波長ダイポールアンテナを用いて淡水中で反射係数がどうなるか、三種類のアンテナと水中ドローンの CAD モデルを用いて変化を調べるシミュレーションを行った。

3MHz と 30MHz 帯では淡水中で反射係数はあまり落ちないという結果になった。また、アンテナの種類によるが、水中ドローンを用いることで反射係数と磁界分布が変化するという結果が得られた。

実際に水中ドローンを用いての実測は出来なかったため、実測も行う必要がある。

## 参考文献

- [1] HATCH, “様々な分野で利用が進む水中ドローン その可能性と課題とは”, HATCH 編集部.  
<https://shizen-hatch.net/2022/07/07/underwater-drone/>, 参照 Sep. 6 2023
- [2] O.Aboderin, L.M.Pessoa and H.M.Salgado “Performance Evaluation of Antennas for Underwater Applications “INESC TEC and Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto, Portugal, 2017
- [3] 構造計画研究所, “三次元電磁界解析ツール XFDTD,”構造計画研究所  
[https://network2.kke.co.jp/wireless-products/xfDTD/?gclid=EAIAIQobChMIvfyzue2s5wIVzauWCh3a8wwcEAAYASAAEgJK7\\_D\\_BwE](https://network2.kke.co.jp/wireless-products/xfDTD/?gclid=EAIAIQobChMIvfyzue2s5wIVzauWCh3a8wwcEAAYASAAEgJK7_D_BwE), 参照 Aug. 30 2023
- [4] Trimble“SketchUp,  
<https://www.sketchup.com/ja/plans-and-pricing/sketchup-free>, 参照 Aug.31 2023
- [5] CHASING “gladius mini 世界初の 5-エンジン搭載したミニ・スマート水中ドローン”,  
<https://chasing.co.jp/products/gladius-mini/>, 参照 Sep.6 2023