

UAV を用いた HF 帯アンテナの電磁界計測の基礎研究

2018SC029 伊藤恒輝

指導教員：藤井勝之

1 はじめに

近年、「Unmanned Aerial Vehicle (通称 UAV)」の技術が発展し、様々な用途で UAV が使われ、それは通信の分野も例外ではない。通信技術と UAV を掛け合わせた研究 [1] では、UAV を利用することによるアンテナの高度と利得の関係性についての研究がある。アンテナの計測システムの研究 [2] では、UAV を利用した地上デジタル放送用の電波測定システムの開発がある。またアンテナの測定だけの観点では NSI-MI Technologies 社が提供している測定システム [3] が行われている。

上記の先行研究の問題点は UAV 自体の利用が容易ではなく、アンテナの測定ではアンテナが高くなるほど大規模な測定環境が必要になる。

本研究では図 1 のようにアンテナの実効高が 10-100m オーダとなるモノポールアンテナの電磁界計測をし、シミュレーションとの値と見比べることで UAV を使ったアンテナの電磁界計測の有効性を検討する。

今回の研究内容としては使用する UAV の検討とアンテナの電磁界計測の基礎研究を行った。

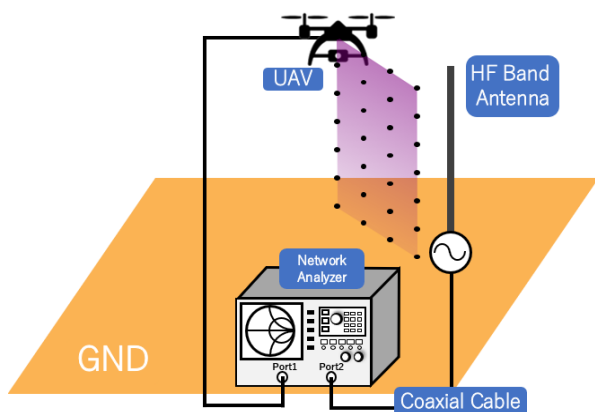


図 1 UAV による HF 帯アンテナの電磁界計測

2 UAV

本研究で利用する UAV は DJI の Matrice300RTK である。本研究で UAV が担う役割として、アンテナの電磁界を受信するアンテナとアンテナに接続する同軸ケーブルを持ち上げ、一定の高さで静止できなければならない。

Matrice300RTK では最大ペイロード (運ぶ物の重さ) が 2700g であり、5 cm 以内の高精度測位データを取得できるため本研究で行う実験に対して最適な機体である。



図 2 Matrice300RTK

表 1 Matrice300RTK 規格

Matrice300RTK	
Weight[g]	3600
Flight Distance[m]	5000-7000
Maximum Payload[g]	2700

3 アンテナ測定

3.1 モノポールアンテナ

使用するアンテナは MFJ の MFJ-2982 というモノポールアンテナである。80-6MHz の周波数で送信することのできるアンテナであり、本研究では 18MHz で反射係数を測定し、実際に 18MHz で利用可能であることを確認した。

反射係数とは入射波に対する反射波の比のことであり、アンテナは反射係数の値が大きいと雑音が入り、信号を受信できない。

反射係数の測定はベクトルネットワークアナライザで可能である。ベクトルネットワークアナライザで反射係数は S_{11} として表され、dB 単位に変更された値で測定される。反射係数の具体的な理想値は、 S_{11} が -10dB 以下であり、この値のときアンテナは利用可能になる。MFJ-2982 の測定結果を図 3 に示す。

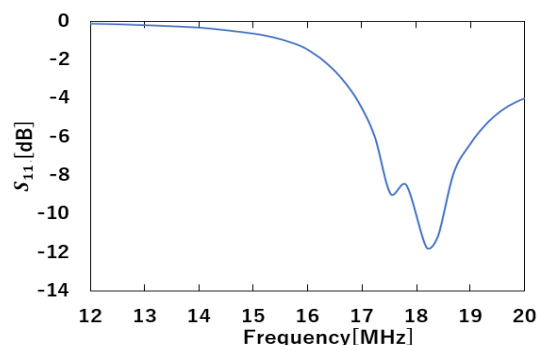


図 3 S_{11} 測定結果

図 3 より 18MHz で S_{11} が -11.71dB という結果となり、測定したモノポールアンテナは利用可能であることが確認できた。

3.2 磁界測定

UAV のペイロードが 2700g であるため、UAV が搭載する受信アンテナと同軸ケーブルの重さの合計を 2700g 以内で抑える必要がある。搭載予定の受信アンテナを作製し、モノポールアンテナの磁界測定を行った。

受信アンテナはセミリジッドケーブルと銅線をはんだ付けするだけで作製できるシールドドロープアンテナを使用した。直径 3.5cm、柄の長さ 16cm、重さ 12.8g である。作製したシールドドロープアンテナを図 4 に示す。

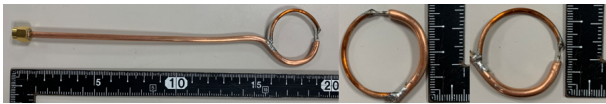


図 4 シールドドロープアンテナ

図 5 のように、モノポールアンテナの磁界測定を行った。IC-705 の送信周波数が 18.068MHz-18.168MHz であるため、18.1MHz で送信を行い、スペクトラムアナライザで電磁波を受信できるかを測定した。測定結果を図 6 に示す。

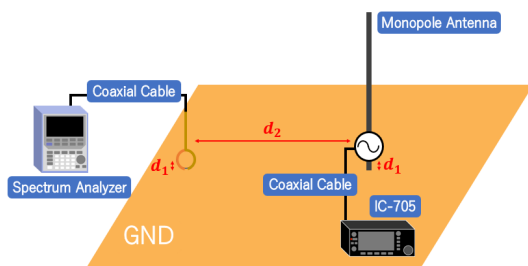


図 5 磁界測定

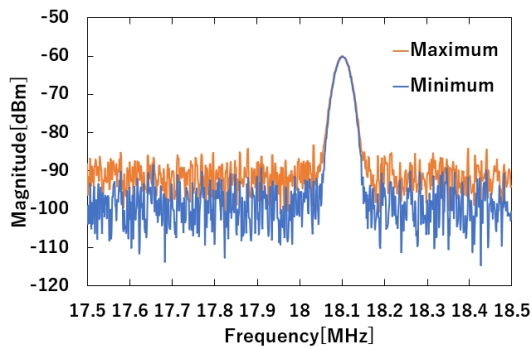


図 6 スペクトラムアナライザ測定結果

測定結果より 12.8g のアンテナで 18.1MHz でモノポールアンテナの電磁波を受信できた。

3.3 絶対利得

絶対利得とは測定するアンテナの放射電力と等方性アンテナという実在しない理想的なアンテナとの放射電力の比のことである。この絶対利得を計測することで測定するアンテナがどの角度でどのくらいの放射効率を持つのかを数値で表すことができる。

FDTD(時間領域差分: Finite Difference Time Domain) 法による数値解析による 18MHz モノポールアンテナの絶対利得のシミュレーション結果を図 7, 図 8 に示す。この結果と Matrice300RTK での測定結果を比較する。

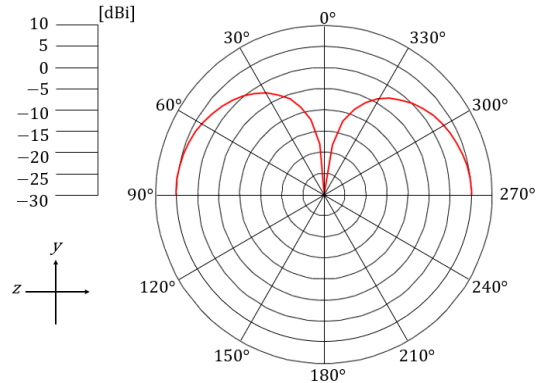


図 7 垂直面絶対利得

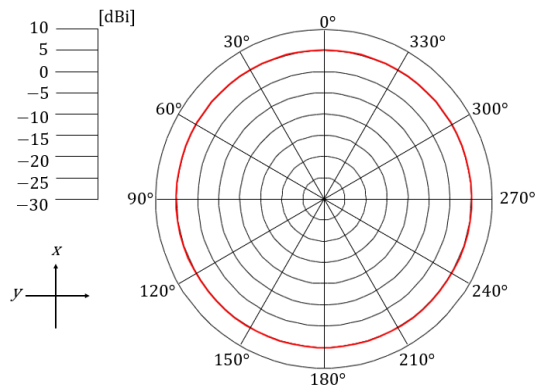


図 8 水平面絶対利得

4 おわりに

本研究では実験で使用する UAV の検討、UAV に搭載する受信アンテナの電磁界計測、モノポールアンテナのシミュレーションを行った。実際に UAV を使って測定することができなかったため、測定値との比較を行う必要がある。

参考文献

- [1] 大倉 拓也, 辻 宏之, 川端 雄平, 新井 宏之, “ドローン搭載用短波帯アンテナシステムに関する検討,” 電子情報通信学会, vol. 119, no. 122, pp. 31-34, July, 2019.
- [2] 関西テレビ “ドローン利用の電測システムの開発に成功,” <https://www.ktv.jp/info/ktvinfo/2020/20201005/>, 参照 Oct. 26, 2020.
- [3] NSI-MI “Near-Field HF Antenna Pattern Measurement with Absolute Gain Calibration,” <https://zenodo.org/record/1282580/files/article.pdf>, 参照 May. 10, 2021.