

# 気象衛星の電波受信アンテナの評価に関する研究

2010SE004 天野 司 2010SE176 大脇康平 2010SE231 竹内 健

指導教員：奥村康行

## 1 はじめに

近年、無線通信は我々の暮らしの中で必要不可欠なものであり、携帯電話、カーナビゲーションなど、その役割は拡大している。無線通信を行うためには電波の送信であろうと、受信であろうと、アンテナは欠かせない存在であり、ひとくりにアンテナといっても、様々な種類のものが使用されており、送受信する電波の対象によって、使い分けられている。そのため無線通信を行うにあたって、アンテナの特性について理解し、適切なアンテナの選択をすることが求められる。

## 2 研究の目的

本研究では、気象衛星 NOAA からの電波を題材として、簡易な受信機と複数のアンテナを作製して気象画像を受信する。アンテナの特性としてそれぞれのアンテナの放射パターンを測定し、この結果と受信画像の比較を行う。時々刻々と移動する気象衛星に対して、アンテナの放射パターンは一定の方向に定まっている。そこで、アンテナの放射パターンの違いにより生じる受信画像の違いを PC 上で比較し、アンテナごとの特性を明確に示すことを目指す。

## 3 気象衛星 NOAA

NOAA とは NASA(アメリカ航空宇宙局, National Aeronautics and Space Administration) が開発と打ち上げを行い、NOAA(アメリカ海洋大気庁, National Oceanic and Atmospheric Administration) が現業利用を担当している。赤道に対してほぼ  $90^\circ$  または  $270^\circ$  の軌道で、約 105 分をかけて地球を一周する。地球上の全ての地点を毎日ほぼ同じ時刻に通過し、その間 NOAA からの電波が受信できる時間は 10 分前後である。NOAA には AVHRR(Advanced Very High Resolution Radiometer) と呼ばれる工学センサーが搭載されており、地球上や地表面の物体から反射または放出されている可視光や赤外線を測定することで雲や海面の表面温度、植生指数などを検出し、そのデータを電波で送る。この機能を活かし気候変動の観測や災害警報の発令などの業務を行い、気象データを提供している [1],[2]。

## 4 受信システム

気象衛星 NOAA の受信システムは電波をとらえるためのアンテナ、電波から信号を取り出す受信機、信号を処理して画像として表示する PC の 3 つに分けることができる。図 1 に NOAA の受信システムを示す。また、受信機は PC の音声端子に接続し、NOAA から受信した信号は WXtolmg というフリーソフトウェアを用いて、音声データとして保存され、画像が作製される。また、NOAA を受

信する位置の緯度と経度を設定すると、NOAA の軌道を計算することによって、電波を受信できる日時を知ることができる [2],[4]。

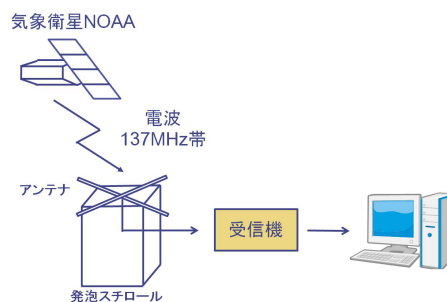


図1 気象衛星 NOAA の受信システム

### 4.1 受信機の仕様

アンテナで受信した 137MHz 帯の高周波信号から NOAA の信号を取り出すための受信機を作製する。受信機では、二度に渡って信号を混合し、中間周波数に変換を行うことで、高い感度が得られるダブルスーパー・ヘテロダイン方式をとる。

### 4.2 受信機の回路

NOAA の受信機の役割は主に、受信部、局部発振部、制御部に分けられる。受信部では受信した信号の周波数変換と復調を行う。局部発振部では水晶振動子によって、周波数変換を行うための周波数を発振させる。制御部では NOAA のデータの受信開始と、水晶振動子の切り替えを行う。NOAA 受信機のブロック図を図 2 に、実際に作製した受信機を図 3 に示す [2]。

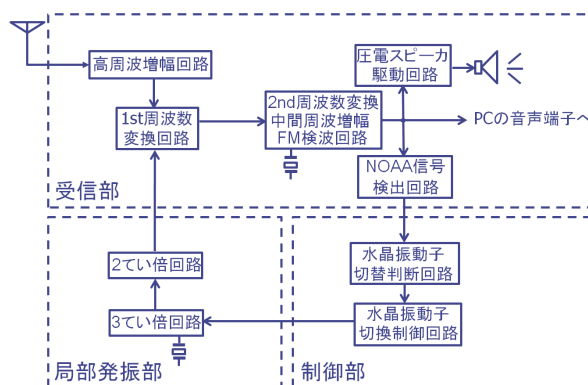


図2 受信機のブロック図

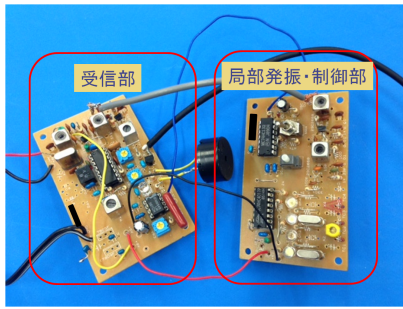


図3 作製した受信機

## 5 アンテナ

この章では本研究で用いるアンテナの選択理由と、作製したアンテナの検証について述べる。

### 5.1 アンテナの選択

NOAA は常に軌道が変わるため、静止衛星のように一定方向を向けたままのアンテナでは NOAA の電波を受信できない。そのため受信アンテナは全方向から来る電波をとらえられるようにする必要がある。また、NOAA から 137MHz 帯で右回転の円偏波が送信される。NOAA を受信する理想的なアンテナは、指向性とアンテナ利得がある八木アンテナを使い、モータで動かして NOAA を自動追跡するという構成である。またクロス八木アンテナと呼ばれる八木アンテナを組み合わせた構造のアンテナを用いれば偏波面にも対応することができる。しかし理想的なアンテナ装置である反面大掛かりな装置となる。これらの事から本研究では安価で材料が用意できて指向性のあるターン・スタイル・アンテナを作製し、NOAA の電波の受信を行う。また、水平方向は無指向性であるが、垂直方向には指向性があり、円偏波を受信することに適しているアンテナであるといえる。実際に作製したターン・スタイル・アンテナを図4に、ターン・スタイル・アンテナの構成を図5に、パラメータを表1にそれぞれ示す [2]。

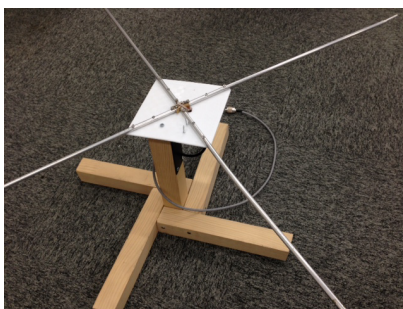


図4 作製したターン・スタイル・アンテナ

また同じように円偏波を受信するのに適しているディスクコーンアンテナを用いて、同じ条件で受信を行い、それらと比較する。ディスクコーンアンテナは円盤と円錐から構成される板状のアンテナで、円錐の内部から同軸ケーブルで

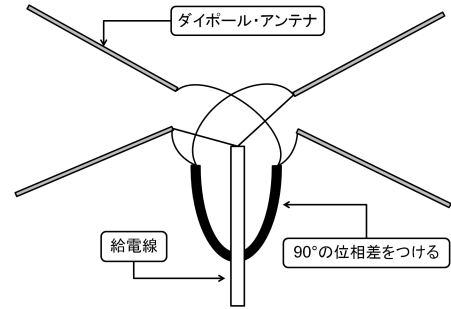


図5 ターン・スタイル・アンテナの構成

表1 ターン・スタイル・アンテナのパラメータ

エレメント1本の長さ [mm]	540
エレメントの直径 [mm]	8
受信周波数 [MHz]	137

円盤に給電する。作製したディスクコーンアンテナを図6に、ディスクコーンアンテナの構成を図7に、パラメータを表2にそれぞれ示す。ディスク部、コーン部とも板で作る他、複数のエレメントを用いて面に見立てることも可能であり、本研究ではエレメントを用いたディスクコーンアンテナを使用する。また、 $\theta$ を調整する事により打ち上げ角を変えることができる。



図6 ディスクコーンアンテナ

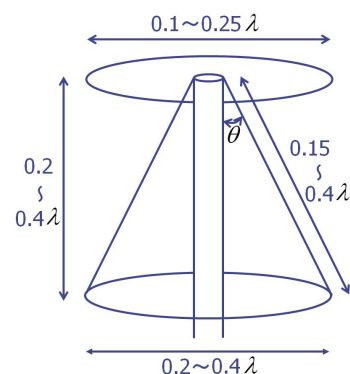


図7 ディスクコーンアンテナの構成

表2 ディスコーンアンテナのパラメータ

エレメント1本の長さ [mm]	500
ディスク部の直径 [mm]	460

## 5.2 アンテナの検証

アンテナの特性を示すものとして、伝送路の終端に接続された回路としての電気的特性（回路特性）と外部空間に対する電波の放射や受信波の特定（放射特性）が存在する。後者はアンテナから放射される電波の方向依存性を表すもので、放射指向性、あるいは指向性とも呼ばれ、その形を図示したものは放射パターンと呼ばれている。放射パターンが花卉状にいくつかに分かれているとき、その中のもっとも放射の強いものを主ローブ、それ以外のものをサイドローブという [3]。

### 5.2.1 検証方法

本研究では、アンテナの特性を示す上で NOAA の電波を受信するのに必要な指向性が得られていることを示すために放射パターンを測定ステップ 5°刻みで測定する。今回の実験の放射パターン測定を行うモデルを図に示す。放射される電波を正確に測定するために障害物の少ない屋外（南山大学瀬戸キャンパスグラウンド）で測定を行う。人による電波の反射を防ぐためにアンテナから十分な距離をとる。また地面からも電波の反射があるため2つの発泡スチロールを用いて地面から 1.5m の距離を置く。1つの発泡スチロールの上には送信側として半波長ダイポールアンテナを置き、もう1つの発泡スチロールの上には角度を正確に測るための回転台を置き、その上に被測定アンテナを置く。半波長ダイポールアンテナは、NOAA の送信周波数である 137MHz で共振するように設計されたものを作製する。ダイポールアンテナのパラメータを表3、放射パターンの測定システムを図8にそれぞれ示す。

表3 半波長ダイポールアンテナのパラメータ

エレメント1本の長さ [mm]	512
周波数 [MHz]	137

### 5.2.2 検証結果と考察

ターン・スタイル・アンテナの水平面、垂直面それぞれの放射パターンを図9、図10に、ディスコーンアンテナの水平面、垂直面それぞれの放射パターンを図11、図12に示す。

図9、図10より、ターン・スタイル・アンテナは水平方向に無指向性であり、垂直方向に指向性があることがわかる。主ローブが 0°と 180°の方向に伸びていることから、ターン・スタイル・アンテナは垂直方向からの電波の受信に適したアンテナであるといえる。また、図11、図12より、ディスコーンアンテナも水平方向に無指向性であり、垂

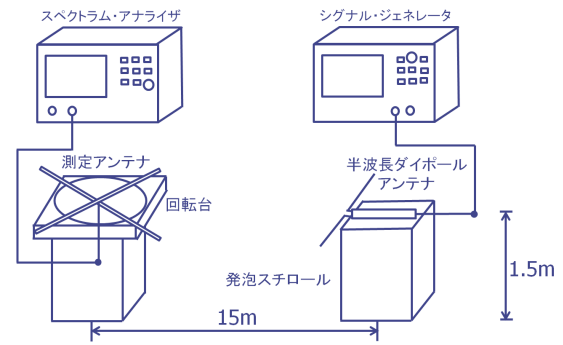


図8 放射パターンの測定システム

直方向に指向性があることがわかる。主ローブが 90°と 270°の方向に伸びていることから、ディスコーンアンテナは水平方向からの電波の受信に適したアンテナであるといえる。

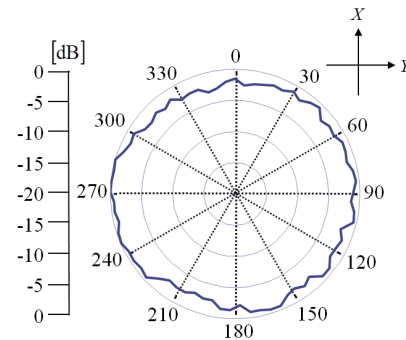


図9 ターン・スタイル・アンテナの水平面の放射パターン

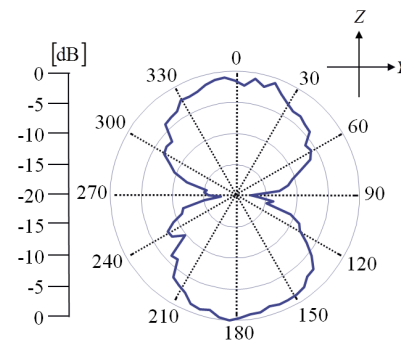


図10 ターン・スタイル・アンテナの垂直面の放射パターン

## 6 NOAA の受信

この章では気象衛星 NOAA の受信方法、受信結果、受信結果である画像の比較と考察について述べる。

### 6.1 受信方法

NOAA の電波はアンテナを設置するロケーションで受信状況が大きく左右されるため、設置する場所は高く、周りがビルなどで囲まれていないところが理想的である。放射される電波を正確に受信するために障害物の少ない屋外

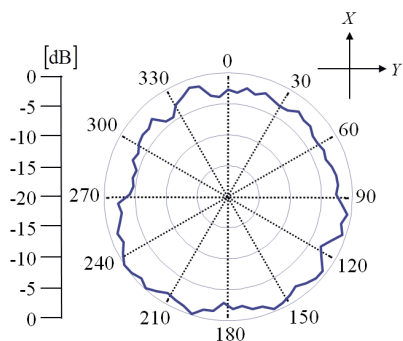


図 11 ディスクコーンアンテナの水平面の放射パターン

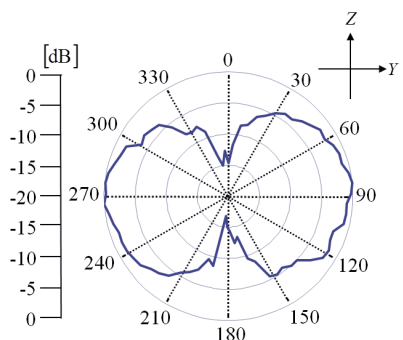


図 12 ディスクコーンアンテナの垂直面の放射パターン

(南山大学瀬戸キャンパスグラウンド) で受信を行う。受信する際、人による電波の反射を防ぐためにアンテナからの距離をとる。また地面からも電波の反射があるため発泡スチロールを用いて地面から 1.5m の距離を置く。

## 6.2 受信結果

2014 年 1 月 10 日 12 時 30 分頃のターン・スタイル・アンテナでの受信画像を図 13 に、2014 年 1 月 15 日 1 時頃のディスクコーンアンテナでの受信画像を図 14 に示す。

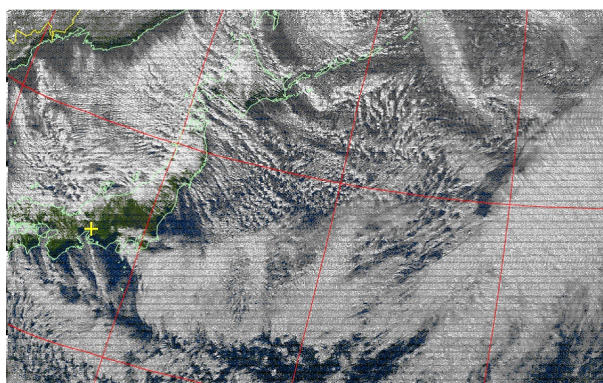


図 13 ターン・スタイル・アンテナの受信画像

## 6.3 画像の比較と考察

ターン・スタイル・アンテナでは全体的に雲の有無がはっきりと確認できる。画像の明るさは、受信地点付近でもっとも明るく、端の方では暗くなっている。ディスコー

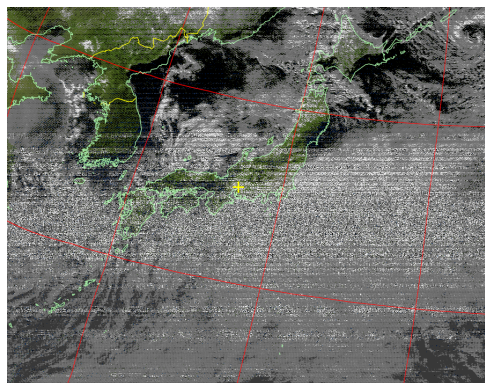


図 14 ディスクコーンアンテナの受信画像

ンアンテナでは画像の端ではっきりと雲を確認できるが、受信地点付近ではノイズが多く入ってしまっている。このことは事前に測定した放射パターンの結果と一致する。その結果によると、ターン・スタイル・アンテナは垂直方向からの受信に適しており、ディスクコーンアンテナは水平方向からの受信に適している。放射パターンと気象衛星の受信結果が一致し、気象衛星の電波受信用アンテナの特性の違いによる受信結果について、良好な評価を行う事ができた。

## 7 まとめと今後の課題

本研究ではアンテナごとの特性(放射パターン)について着目し、アンテナの放射パターンの違いにより生じる受信画像の違いを PC 上で比較し、アンテナごとの特性を明確に示すことを目的とした。無線通信の一例として、気象衛星 NOAA を取り上げ、その受信周波数に合わせたアンテナと受信機を作製した。作製したアンテナの放射パターンを測定し、その結果、ターン・スタイル・アンテナは垂直方向からの受信に適しており、ディスクコーンアンテナは水平方向からの受信に適していることがわかった。そして、2つのアンテナを用いて気象衛星からの電波を受信を行い、画像として表した。放射パターンから読み取れるアンテナの特性と、受信画像の中ではっきりと受信できている部分の傾向は一致することが確認でき、それぞれのアンテナの特性の違いを明確に示せたと考えられる。しかし、本研究では2種類のアンテナしか比較することができなかった。アレイアンテナやモーターを用いた八木アンテナなど、本研究で用いたアンテナ以外でも特性を調査し、比較することで、有効なアンテナを模索する。

## 参考文献

- [1] NOAA, <http://www.noaa.gov/>.
- [2] 鈴木 憲次, 気象衛星 NOAA レシーバの製作, CQ 出版社, 2011.
- [3] 栗林 哲也, 榎原 拓馬, 高橋 知秀, “放射パターン測定システムの構築法に関する研究,” 2011 年度南山大学数理情報学部情報通信学科卒業論文, 2012.
- [4] WXtoImg, <http://www.wxtoimg.com/>.