

見本

プリント基板付き
電子工作解説書
SERIES

気象衛星の電波を自宅でキャッチ

気象衛星NOAA レシーバの製作

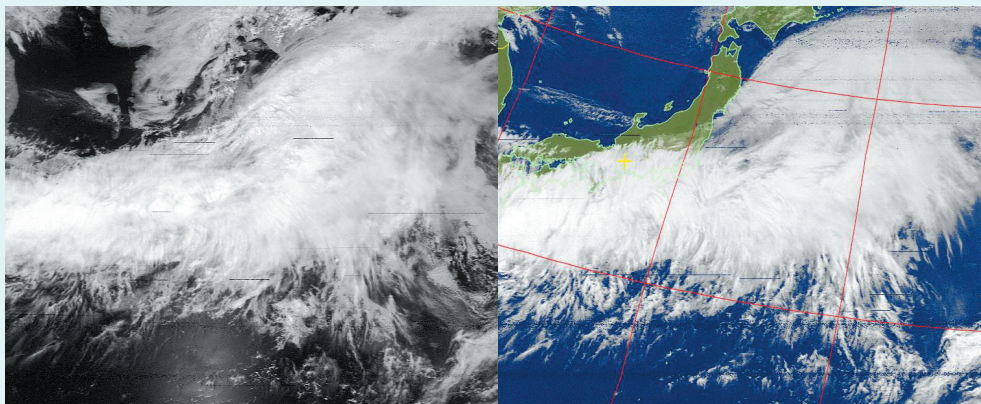
鈴木 憲次 著



プリント基板付き

CQ出版社

記事中で製作時に重要なポイントとなる箇所の写真をカラーで再掲しました。本文と合わせて読み進めてください。



(a) NOAA から送られてきたモノクロ画像 (b) 色づけたカラー画像に緯度、経度と受信地点を表示

図 1-6 NOAA の APT 信号を受信してパソコンに表示

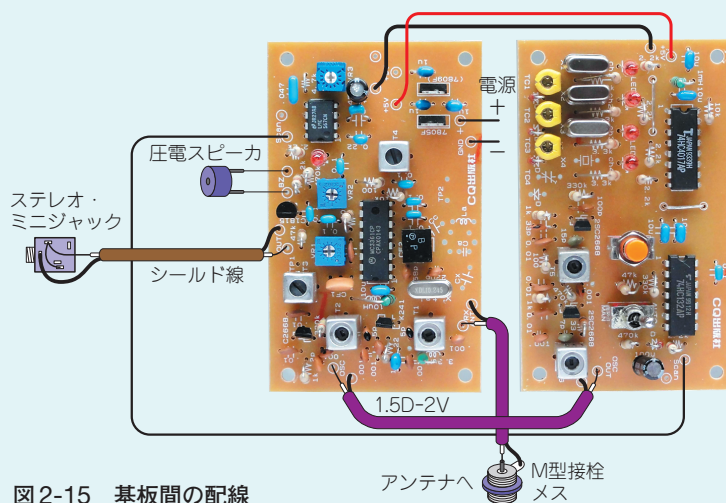


図 2-15 基板間の配線

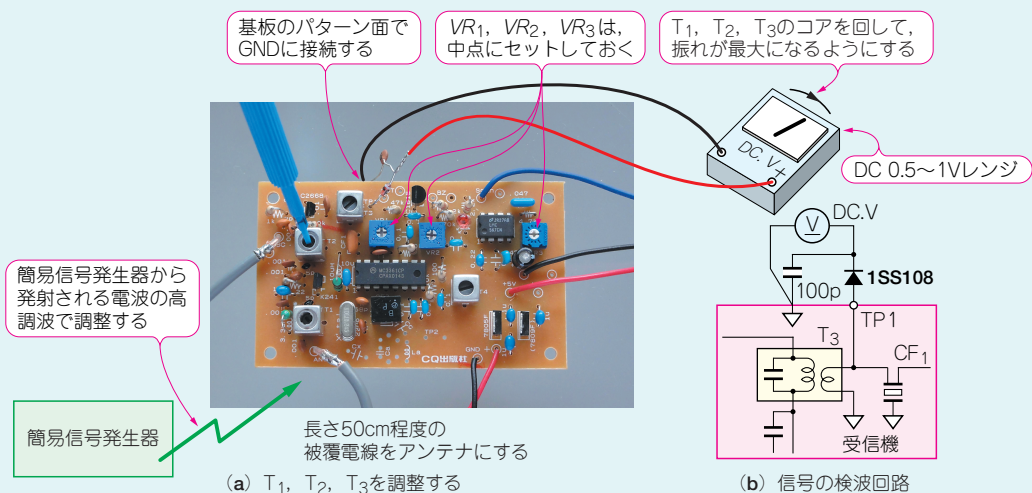


図 2-16 簡易信号発生器の電波を受信して調整する

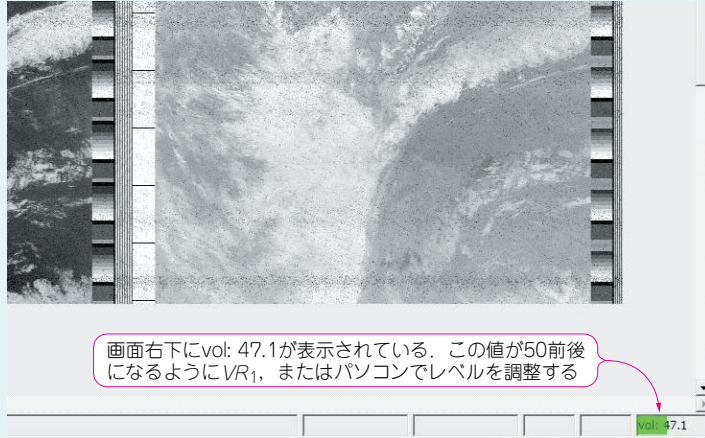


図 4-17
録音レベルの調整

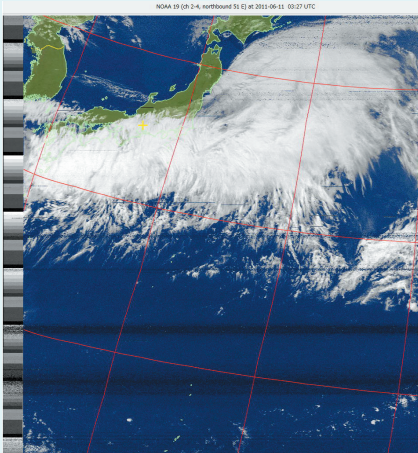


図 4-19 MCIR map color IR 画像
センサ 4 の赤外線データを処理して、陸地と海がわかる画像。

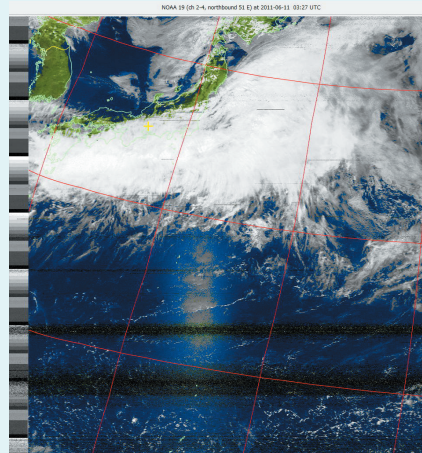


図 4-20 MSA 画像
多重波解析して、雲、地表、海の疑似色にする。

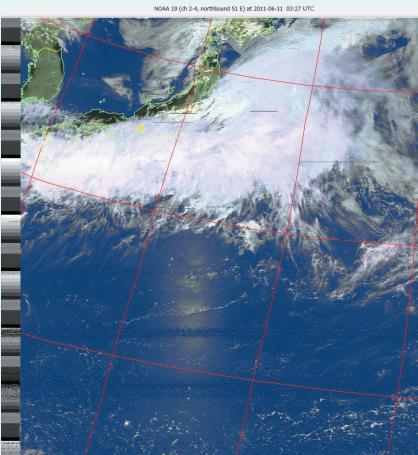


図 4-21 HCVT 画像
水の表面を表示する。

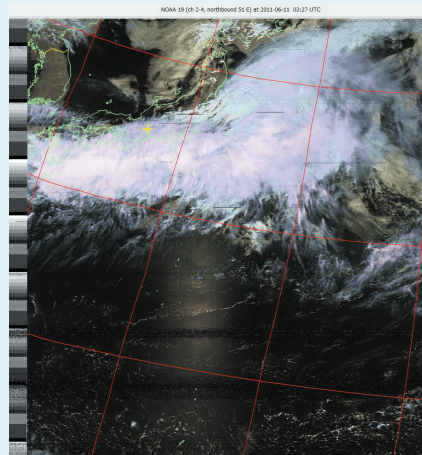


図 4-22 HVC false-colour 画像
温度データから疑似色を付けた画像。

第2章

気象衛星NOAAの受信機を製作する

テレビの気象情報では、地球上空から見た気象衛星の画像が映し出されます。でも気象衛星NOAAからのデータを自宅で直接受信すれば、衛星から見た雲のようすなど、さまざまな情報をパソコン画面に表示することが可能になります。そこで「自宅で気象衛星からの画像を表示する」こんな夢をかなえるシステムを作ってみることにしましょう。

■気象衛星 NOAA の受信システム■

NOAA の受信機の製作に取りかかる前に、気象衛星 NOAA の受信システムの概要をつかんでおきましょう。

図2-1は気象衛星NOAAの受信システムです。気象衛星NOAAの電波をとらえるためのアンテナ、電波からNOAA信号を取り出す受信機、信号を処理してディスプレイに表示するパソコンというように、大きく三つのブロックに分けることができます。

三つのブロックのうち、この第2章ではNOAAの信号を取り出す受信機の製作をし、第3章でアンテナの製作、第4章でNOAA受信ソフトのインストールと使い方という順序で進めていきます。

■製作する NOAA の受信機の構成と動作■

写真2-1がこれから製作するNOAA受信機で、図2-2がNOAA受信機の回路のブロック図です。また表2-1がNOAA受信機の仕様です。気象衛星NOAAの電波の周波数は、137MHz帯のVHF (Very High Frequency)なので、この周波数帯を受信するダブルスーパー・ヘテロダイン方式のFM受信機を製作します。なお回路がやや複雑なので、NOAA受信機を受信部と局部発振部+制御部の二つの基板に分けて製作します。

●高周波増幅器回路で信号を大きくする

アンテナでとらえたNOAA19の137.1MHz、NOAA15の137.62MHz、NOAA18の137.9125MHzの信号は、2SK241GRの高周波増幅回路で増幅します。

また高周波増幅回路のコイルとコンデンサによるLC共振回路は、137MHz帯の信号だけを通過させるフィルタの作用をします。

●混合回路で受信周波数を1st中間周波数の $f_{IF1} = 10.7\text{MHz}$ に

たとえばNOAA19の周波数を f_r 、局部発振周波数を f_{osc1} とすると、混合回路では f_r と f_{osc1} の差の信号を取り出すことができます。いま $f_r = 137.1\text{MHz}$ 、 $f_{osc1} = 126.4\text{MHz}$ とすると、1st中間周波数 f_{IF1} は、

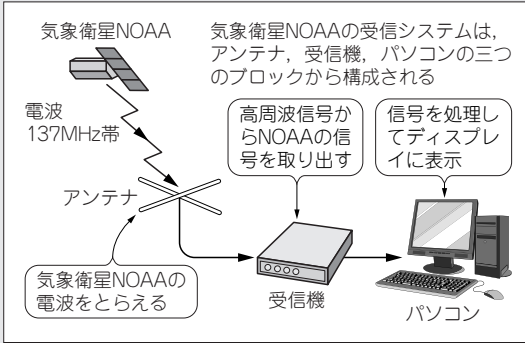


図2-1 気象衛星 NOAA の受信システム

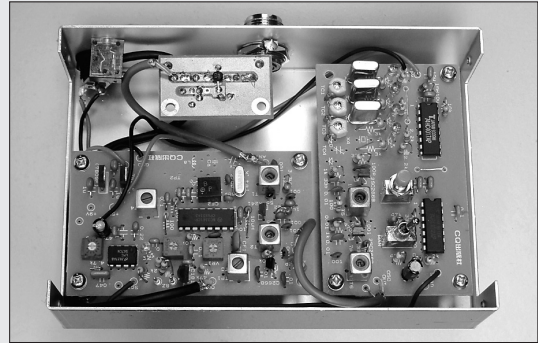


写真2-1 製作する NOAA 受信機

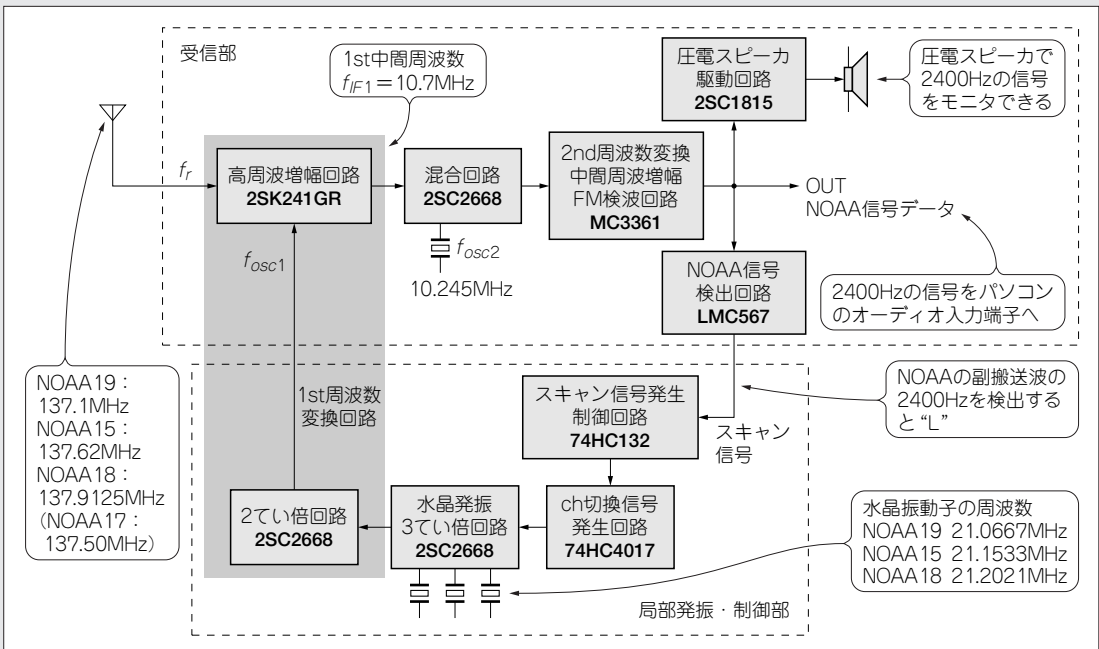


図2-2 NOAA 受信機のブロック図

$$f_{IF1} = 137.1 - 126.4 = 10.7\text{MHz}$$

になります。 f_{IF1} を 10.7MHz にしておけば、FM ラジオ用の部品が流用できます。

● 水晶発振 3てい倍回路と 2てい倍回路で f_{osc1} を作る

水晶発振回路では、いきなり $f_{osc} = 126.4\text{MHz}$ を発振することはできないので、まず $1/6$ の 21.0667MHz を発振します。つまり水晶発振回路の周波数を $\times 3$ 倍 $\times 2$ 倍にしてやることで、



表 2-1 NOAA の受信機の仕様

項目	仕様
回路構成	ダブルスーパー・ヘテロダイン方式 受信部, 局部発振部(水晶発振回路) 自動受信制御部
使用デバイス	IC 4個 FET 1個 トランジスタ 4個
受信周波数	137.10 MHz : NOAA 19 137.62MHz : NOAA15 137.9125MHz : NOAA18 (137.50MHz : NOAA17の追加も可)
電源	AC-DCアダプタ DC7~16V プリアンプの素子により DC11~16V

126.4MHzとしています。

● 2nd 周波数変換回路で 2nd 中間周波数の $f_{IF2} = 455\text{kHz}$ に

MC3361 には 2nd 周波数変換, 中間周波増幅, FM 検波回路などの機能がつまっています。このうち 2nd 周波数変換回路では, 内蔵の水晶発振回路に 10.245MHz の水晶振動子を接続して,

$$2\text{nd 中間周波数 } f_{IF2} = 10.7\text{MHz} - 10.245\text{MHz} = 455\text{kHz}$$

にします。 f_{IF2} を 455kHz にしておけば, AM ラジオや通信型受信機の部品が流用できます。

● 2nd 中間周波増幅回路と FM 検波

f_{IF2} の 455kHz を増幅してから, FM 検波します。検波すると NOAA の副搬送波である 2400Hz の信号が得られます。この 2400Hz の信号をパソコンのオーディオ端子に入力します。

● NOAA 信号を検出する

NOAA 信号検出回路の LMC567 は, トーン・デコーダという動作をします。NOAA の電波が受信できないときは, 副搬送波の 2400Hz が検出できないので, LMC567 の出力端子は“H” (電源電圧の 5V) になります。一方, NOAA の電波を受信すると, 副搬送波の 2400Hz が検出して, 出力端子は“L” (0V) になります。

● 制御部で ch を切り換えて自動受信する

図 2-3 のように, 制御部の信号で局部発振回路の 4ch の水晶振動子を切り換えることで, 気象衛星 NOAA の電波をスキャンします。スキャン中に衛星の電波をとらえると, 副搬送波の 2400Hz が検出され, NOAA 信号検出回路の出力が“L” になります。この“L” 信号でスキャンを停止して

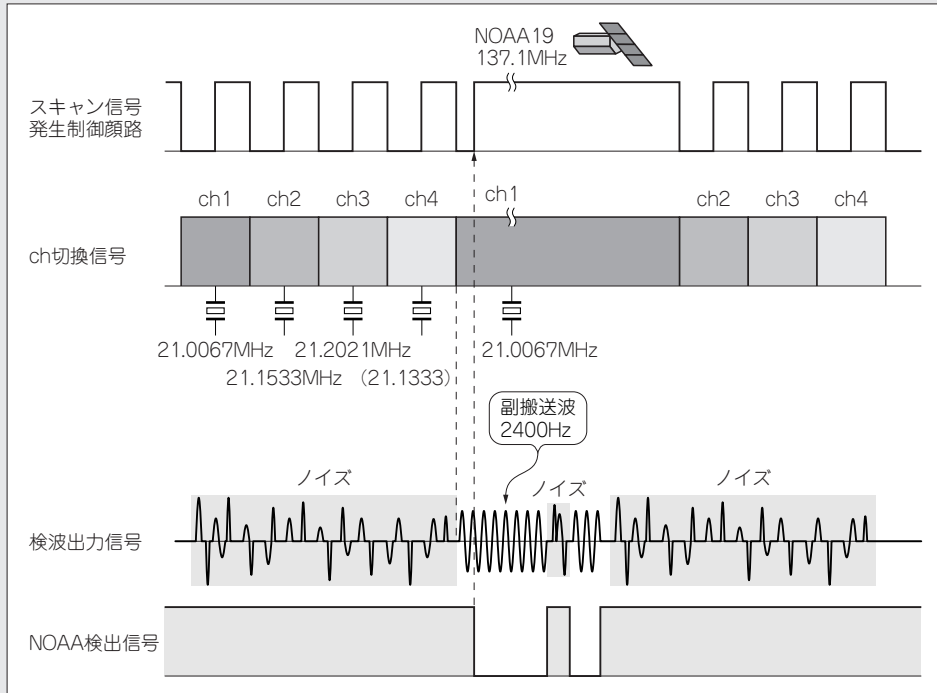


図2-3 制御部の動作

NOAA のデータを受信します。スキャン停止状態は数10秒間続くので、もしNOAAからの信号が途切れるようなことがあっても、捕捉したNOAAの電波を受信し続けることになります。

■ 局部発振部＋制御部の製作

図2-4が製作するNOAA受信機の局部発振部と制御部の回路図です。ここで特徴的な働きをする回路動作を調べておきます。

● ダイオード・スイッチで水晶振動子を切り換える

制御部の74HC4017のデジタル出力をダイオード・スイッチに加えることで、水晶振動子を切り換えています。水晶振動子を取り付けられていないチャンネルもスキャンしますが、動作上は問題ありません。なお切り換えスイッチをマニュアルにすると、押しボタン操作でチャンネルを切り換えることもできます。

● アナログ・タイマで受信チャンネルを保持する

スキャン停止状態の時間は、抵抗 $R_t = 470\text{k}\Omega$ とコンデンサ $C_t = 100\mu\text{F}$ で決まるアナログ・タイマです。タイマの時間は約20～30秒間なので、チャンネルを保持する時間を短くしたいときは R_t または C_t の値を小さく、長くしたいときは逆に大きくします。

第3章

アンテナの製作

気象衛星NOAAの電波を受信するためには、電波の入り口になるアンテナの性能とアンテナを設置するロケーションがポイントになります。性能の良いアンテナを屋根の上に設置することで、NOAAの電波を安定して受信できるようになります。

ここではNOAAの電波の特徴を探り、簡単に製作できる2種類のアンテナ製作を取り上げてみます。またメーカー製のアンテナも紹介します。

■ NOAAの電波を受信するためのアンテナ ■

● アンテナで全方向の電波を受信する

第1章で説明したように、気象衛星NOAAは地上から見ると常に移動しているように見える衛星です。またNOAAは1日に地球を14周していますが、受信できるのは1日に数回で時間は10分程度です。

図3-1のように、受信点から見るとNOAAが頭上を通過するときには、電波の来る方向は水平方向と垂直角度が同時に変化します。

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を自動追跡するようにします。またクロス八木と呼ばれる、八木アンテナを組み合わせた構造のアンテナにすれば、偏波面の変化にも対応できます。しかし理想的なアンテナ装置である反面大がかりな装置となるので、費用も10万円以上かかります。

ここでは簡単に製作できることをポイントにおき、図3-2のような無指向性のアンテナを取り上げます。理想的なアンテナより性能は劣りますが、十分にNOAAの電波を受信することができます。

● アンテナのロケーション

いくら理想的なアンテナでも、設置するロケーションで受信状態が大きく左右されます。

図3-3のように、設置する場所は高いところ、そして周りがビルなどに囲まれていないところが理想的です。ビルに取り囲まれている環境なら、いっそ車で高台へ移動したほうが良好に受信できます。簡単に持ち運べるアンテナを車に積み込み、製作した受信機とノート・パソコンを持ち込むことで、移動式の受信局になります。

そこで、移動に適したJ型アンテナと屋根の上に設置する固定アンテナのターン・スタイル・アンテナの2例を製作してみます。

■ J型アンテナの製作 ■

J型アンテナは簡単に製作でき、そのわりに性能が良いアンテナです。指向性には問題がありますが、数時間の作業と費用も数100円もあればできてしまうので、気楽に製作してみましょう。

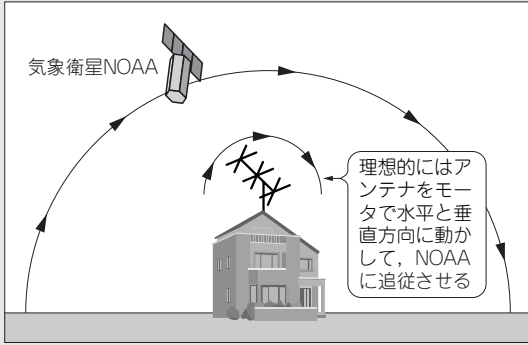


図3-1 気象衛星 NOAA を受信点から見る

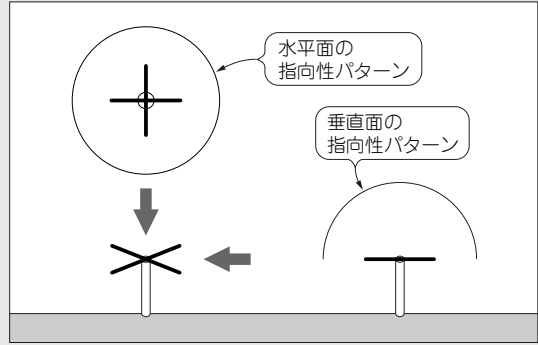


図3-2 水平面と垂直面ともに無指向性アンテナ

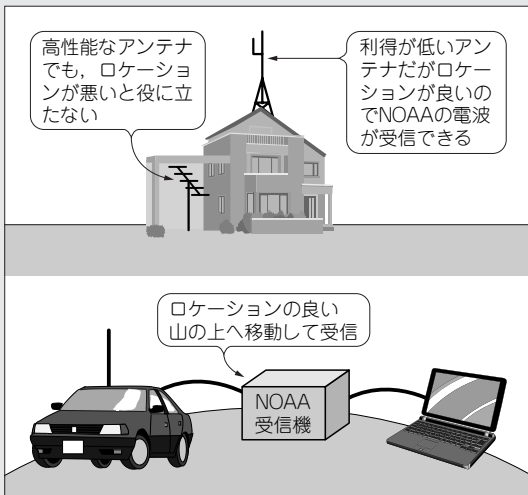


図3-3 アンテナのロケーション

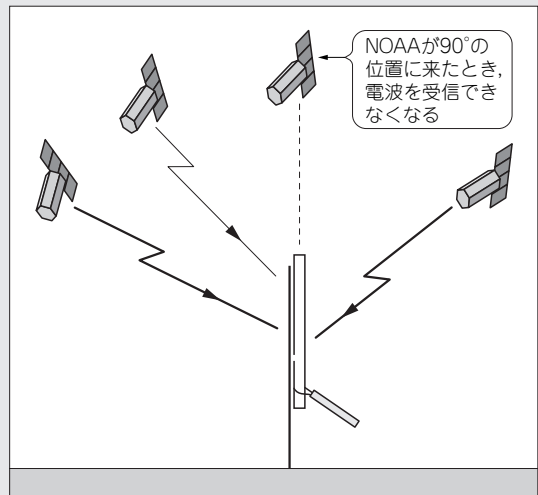


図3-4 J型アンテナの指向性

また軽量で収納や組み立てが簡単なので、移動に適したアンテナです。しっかり防水処理をすれば、固定アンテナとしても使えます。

● J型アンテナの特性を知っておく

図3-4はJ型アンテナの指向特性です。水平面の指向性は無指向性ですが、垂直面の指向性に問題があります。特にアンテナの真上になる打ち上げ角90°の位置にNOAAが来たときには、まったくアンテナの役目をしてくれません。当然、打ち上げ角が90°に近い位置では、アンテナの利得は大幅に低下します。

● J型アンテナの製作図

図3-5(a)がJ型アンテナの製作図で(b)が設置方法です。また表3-1がアンテナの製作に必要な材料表です。ほとんどの材料はホーム・センタや大型電気店でそろえることができます。

それではJ型アンテナを製作してみましょう。

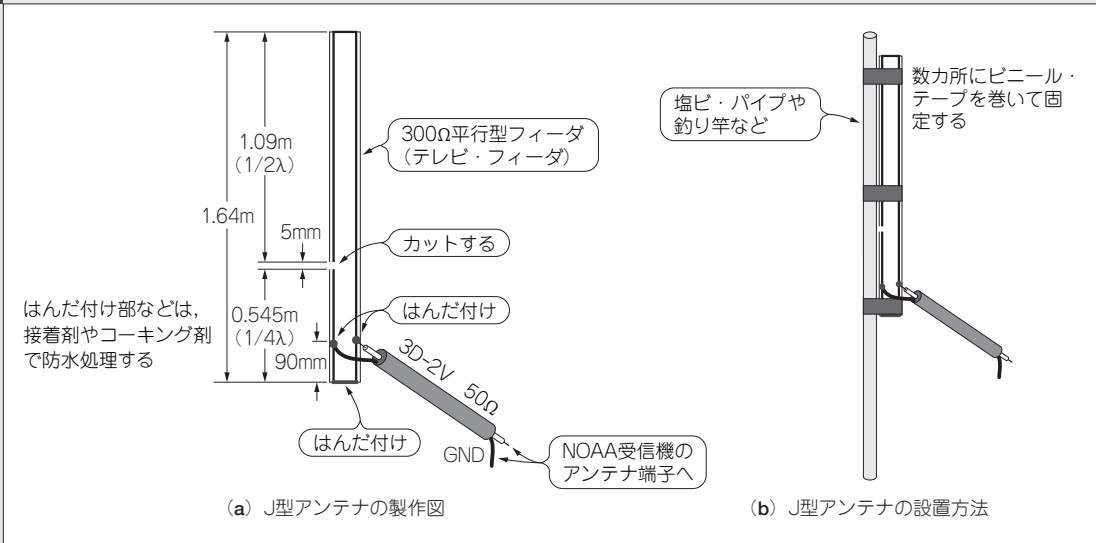


図3-5 NOAA受信用J型アンテナの製作と設置方法

表3-1 J型アンテナ製作に必要な部品表

品名	型式・仕様	数量	備考
平行フィーダ	300Ω	1.7m	テレビのパーツとして販売
同軸ケーブル	3D-2V		RG58/Uでも可. アンテナから受信機までの長さ
アンテナを支えるパイプ	塩ビ・パイプ	2m以上	絶縁物. 安価な釣竿でも可
同軸コネクタオス	3D-2V用	1個	
その他	ビニール・テープ, 防水用にコーキング剤または接着剤		



写真3-1 平行フィーダを1.64m+2cmの1.66mで切る

① 平行フィーダの長さを決める

写真3-1のように平行フィーダを実際に必要なアンテナの長さ+2cmした1.66mで切ります。この2cmぶんはJ型アンテナを製作するときのはんだ付け部分です。

② 平行フィーダ両端の被覆をむいてはんだ付け

写真3-2のように平行フィーダの片方の端を処理し、写真3-3のように約1cm、絶縁被覆をむいて導体部分を出します。そして内側へ折り曲げてから写真3-4のようにはんだ付けします。

③ 平行フィーダの途中をカットする

写真3-5のように下端から0.545mのところの片側にカット溝を入れます。溝の幅は5mmです。

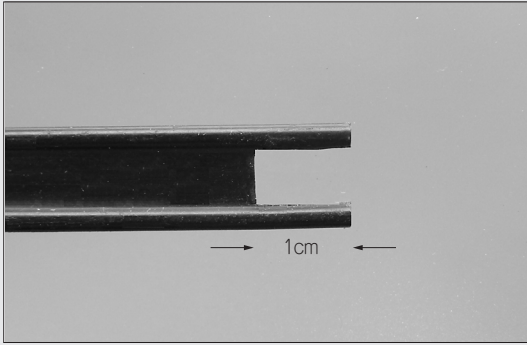


写真3-2 平行フィーダのはんだ付けするほうの端を処理

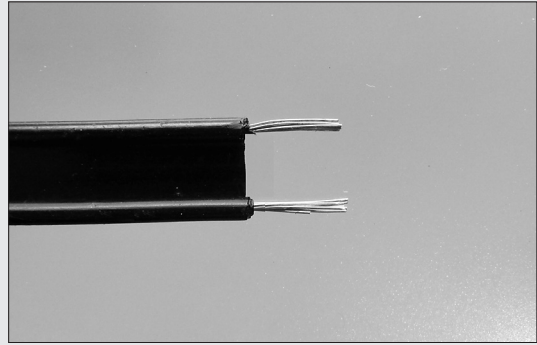


写真3-3 絶縁皮膜をむいて導体部分を出す

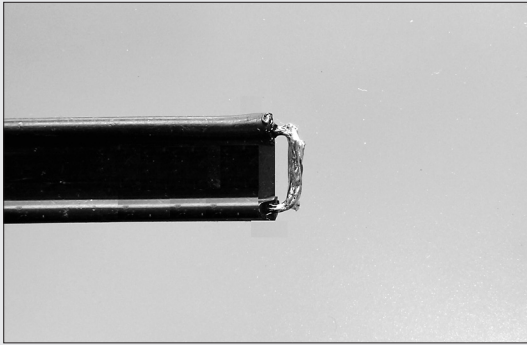


写真3-4 内側へ折り曲げてからのはんだ付けする



写真3-5 はんだ付けした端から0.545mのところに5mmの溝を入れる

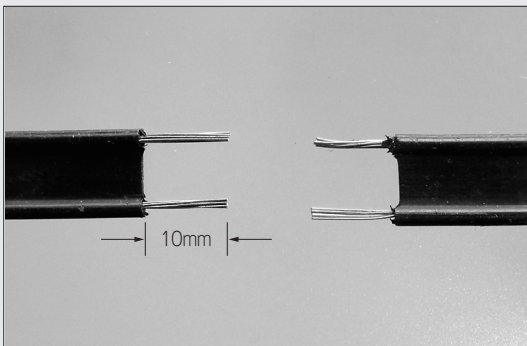


写真3-6 はんだ付けした端から10mmのところで切断して絶縁皮膜をむいておく

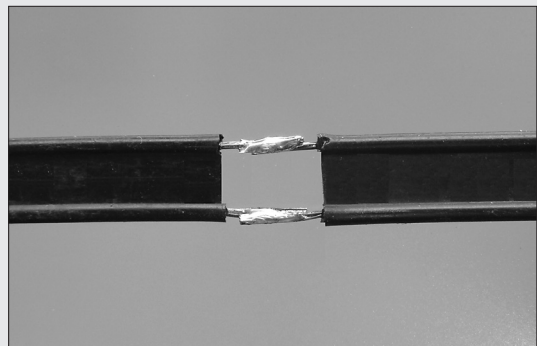


写真3-7 はんだ付けして接続する。この部分がインピーダンス整合部

④ 整合部分を作る

写真3-6のように端から100mmのところまで平行フィーダを切断し、被覆をむいてから写真3-7のようにはんだ付けします。このはんだ付け部分がインピーダンス整合部です。

見本

ISBN978-4-7898-1248-1

C3055 ¥3600E

CQ出版社

定価：本体3,600円（税別）



9784789812481



1923055036000



このPDFは、CQ出版社発売の「気象衛星NOAAレシーバの製作」の一部分の見本です。
内容・購入方法などにつきましては以下のホームページをご覧ください。

<http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/12/12481.htm>

<http://www.cqpub.co.jp/hanbai/order/order.htm>