

電子工作
Hi-Tech
シリーズ

ラジオからアマチュア無線まで！ 拾えなかった微弱電波が丸聴こえ

小型・高感度受信！

オールバンド 室内アンテナの製作

鈴木憲次 + 川上春夫 [共著]

Kenji Suzuki Haruo Kawakami

3.5 M — GHz

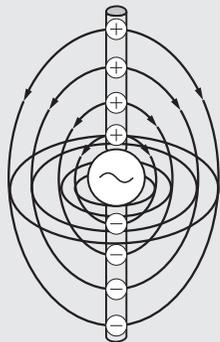


超広帯域！
見本

ご購入はこちら
<http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/45/45771.htm>

CQ出版社

CQ出版社



電波とアンテナ

アンテナとは，電気エネルギーを電波に，逆に電波を電気エネルギーに変換する大切な素子です．アンテナ設計に役立つアンテナのしくみを学びます．

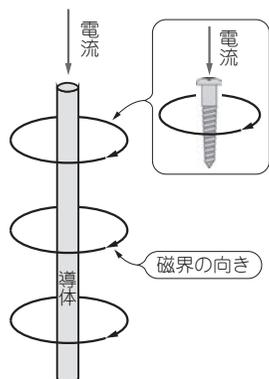
1-1 電波とは

ここでは，高周波信号が電波として空間へ放射されるしくみと，空間を伝わる電波について考えてみます．電波法では「300万メガヘルツ以下の周波数の電磁波」を電波としています．

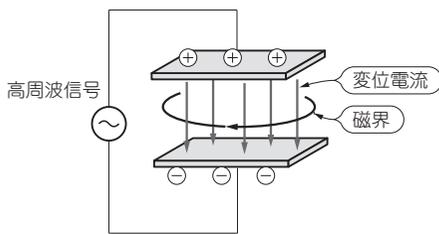
● 電波の発生と放射

導体に電流を流すと，図1-1(a)のように，磁界が発生します．このとき発生する磁界の向きは，右ねじを回す方向になることから，アンペアの右ねじの法則と呼びます．発生する磁界の強さは，導体からの距離の二乗に反比例するので，磁界のエネルギーを遠くまで送ることはできません．

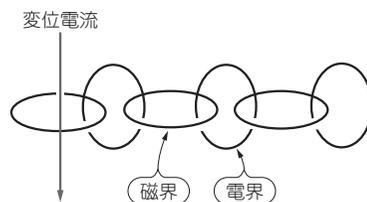
次に，図(b)のようにコンデンサに高周波信号を加えてみると，電荷により電界が発生し，変位電流と呼ぶ高周波電流が流れます．変位電流が流れると磁界が発生しますが，変位電流は高周波電流なので磁界の大きさと方向が変化します．次に磁界が変化すると，磁界の向きを妨げる方向に誘導起電力が発生し，



導体に電流を流すと磁界が発生する
(a) 電流と磁界



変位電流が流れて磁界が発生する
(b) 電界と磁界



磁界が変化すると誘導起電力が起きる．
磁界→電界→磁界……電波が伝わる．
電波と電磁波は同義語として扱われることが多いが，電波法では「300万MHz以下の電磁波」としている．

(c) 電波として伝わるようす

図 1-1 電波の発生



アンテナとパソコンをつなぐ ジョイント・ボックスの製作

アンテナの基台の役目をするジョイント・ボックスを製作します。ジョイント・ボックス内に USB ドングルと広帯域アンプを内蔵させ、感度アップを図ります。

ソフトウェア・ラジオでは、アンテナをワンセグ USB ドングル(Dongle)に、パソコンへは USB で接続する構成になります。また、アンテナは、形状によっては、「アンテナ+基台」という組み合わせになるので、アンテナを保持する基台があると便利です。ここでは、写真 2-1 のような室内アンテナ、または屋外アンテナのケーブルを接続できるジョイント・ボックスを製作し、さらに広帯域アンプを内蔵して感度アップする方法も試みます。

2-1 金属ケースでジョイント・ボックスを作る

● 金属ケース内にワンセグ USB トングルを

ジョイント・ボックスは、図 2-1 のように、アルミ・ケースの内側から角形の BNC ジャックを取り付けた構造になっています。ワンセグ・チューナのトングルはケースの中に、トングルとパソコンは USB 延長ケーブルで接続します。

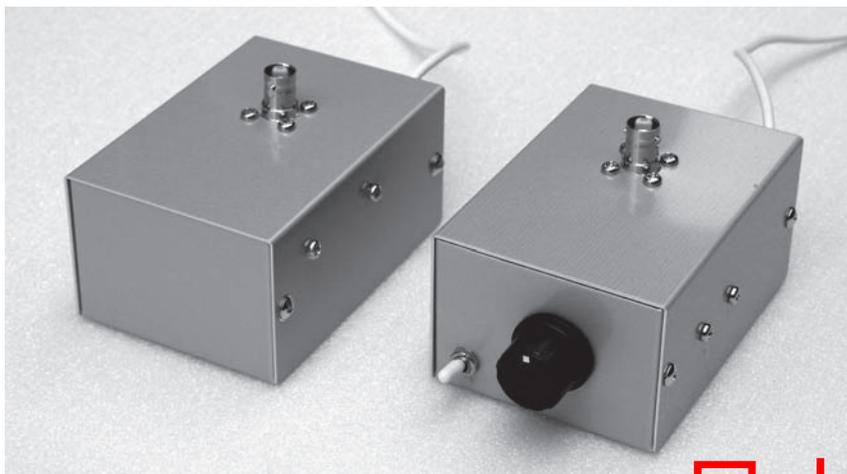
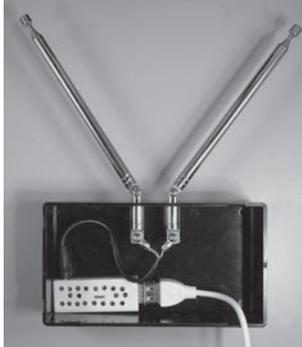


写真 2-1

製作するジョイント・ボックス

左は USB ドングルを入れたジョイント・ボックスで、右はさらに広帯域アンプも内蔵したジョイント・ボックス

見本



広帯域受信ができる 室内アンテナの製作

身近にある材料で作ることができる5種類の室内アンテナの製作例を紹介します。自分に合ったアンテナを見つけて、広帯域受信を楽しんでみましょう。

最初に、机の上に置いて使う広帯域受信用の室内アンテナを製作してみます。もちろん、コーキング剤で防水処理をすれば、ベランダなどの屋外に設置することもできます。

いろいろな方に作ってみて欲しいので、入手しやすい材料と、製作のしやすさを重視しました。

また、このアンテナは、特に、最近よく使われるようになった、ワンセグ用USB Dongleを利用したソフトウェア・ラジオのアンテナとして使うことを想定しています。

3-1 ロッド・アンテナを使ったV型ダイポール・アンテナを作る

V型ダイポール・アンテナは、半波長ダイポール・アンテナ(half-wave dipole antenna)をV型にしたものです。長さの調整できるロッド・アンテナをエレメントにして、写真3-1のように、100～400MHz帯が受信できるV型ダイポール・アンテナを製作します。

水平に伸びたダイポール・アンテナは、広いスペースが必要ですが、V型にすることでコンパクトになり、テーブルの上に置ける室内アンテナに変身します。

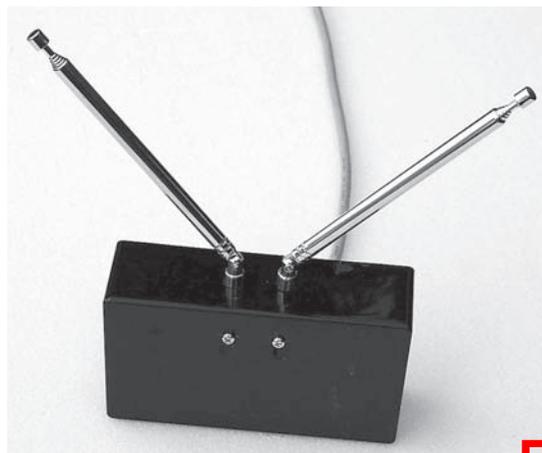


写真3-1
製作するV型ダイポール・アンテナ
V型にするとコンパクトなアンテナになる

見本

広帯域受信ができる 屋外アンテナの製作

手間と費用がかかりますが、屋外アンテナは広帯域アンテナで増幅するのと同様以上の効果が期待できます。室内アンテナでは捉えられなかった微弱な電波を狙ってみましょう。

アンテナの理想の設置場所は、屋外で周りに障害物になる建物もなく、高さのある、いわゆるロケーションの良い場所ですが、大がかりになり費用もかかります。

ここで製作する屋外アンテナは、簡単に設置できることをポイントにして、ベランダに置いたり、ポールに取り付けて窓から突き出したりして使用することを前提に設計した広帯域受信アンテナです。ちょっとした室内スペースがあれば、室内アンテナとすることもできます。

4-1 アルミ・パイプを使った AWX アンテナを作る

AWX アンテナは、All Wave に対応するエレメントが X 型になっているアンテナのことです。エレメントの長さを最低受信周波数に共振させると、それ以上の周波数でも使える広帯域アンテナです。

それでは、写真 4-1 のような、最低共振周波数 118MHz の AWX アンテナを製作してみましょう。

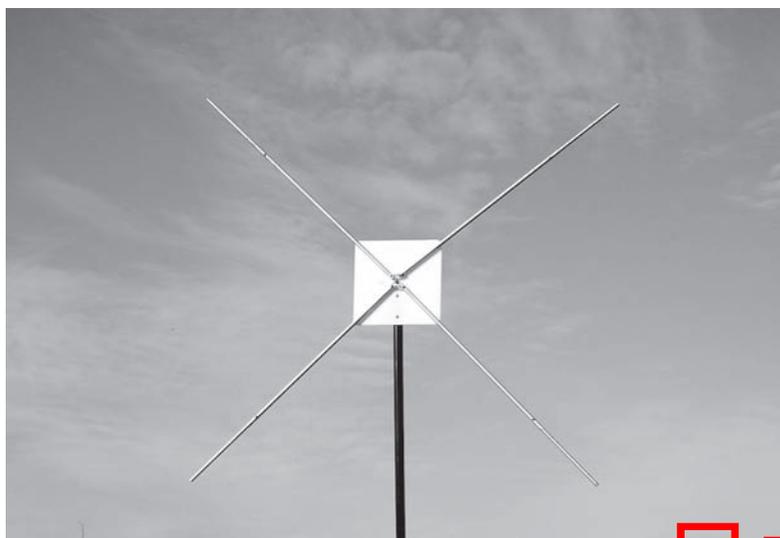


写真 4-1
製作する AWX アンテナ

見本

ソフトウェア・ラジオの機能を広げる機器の製作

USB ドングル単体で受信できるのは、VHF～UHF 帯ですが、周波数を変換する HF コンバータを作り、海外放送がたくさん放送されている HF(短波)帯を受信してみましょう。

短波帯を受信する周波数コンバータ(以下 HF コンバータと呼ぶ)と短波帯のアンテナや、アンテナと受信機の上にアンテナ・カップラを製作して、ソフトウェア・ラジオの機能を広げてみます。

5-1 HF コンバータを作る

TV チューナ用 USB ドングルを利用したソフトウェア・ラジオの受信周波数は、VHF(超短波)帯以上です。VHF 帯や UHF 帯で受信できるのは、FM 放送やアマチュア無線、航空無線などの業務無線です。一方、HF(短波)帯では、海外の短波放送も受信することができます。

そこで、写真 5-1 のような HF コンバータを製作して、短波放送を受信してみます。

● HF コンバータとは

▶ HF コンバータ部のブロック図

図 5-1 は、HF コンバータと呼ばれる短波帯受信用コンバータのブロック図です。HF コンバータのメ

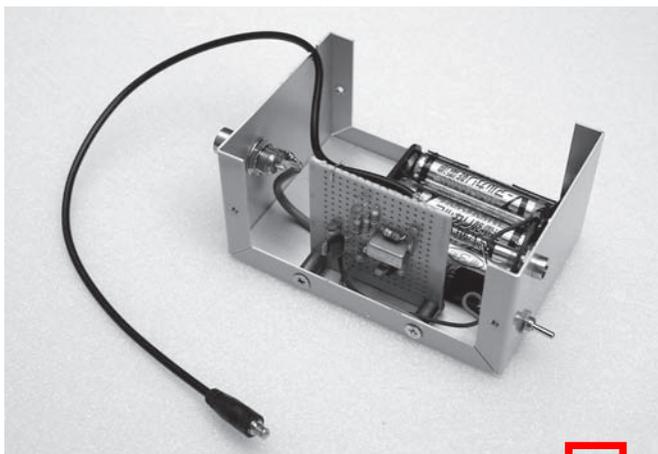
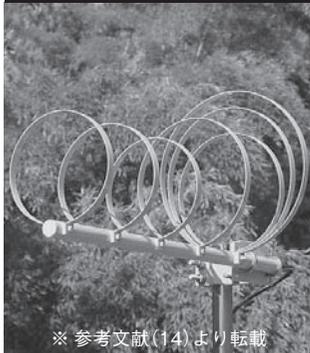


写真 5-1
製作する HF コンバータ
短波帯の 3～30MHz を VHF 帯の 103
～130MHz に変換する周波数コンバータ

見本



※ 参考文献(14)より転載

広帯域 3 素子 リング・ループ・アンテナ

広帯域特性の小形アンテナとして、UHF 全帯域をカバーする広帯域で高利得の直線偏波リング・ループ・アンテナを紹介します。

本章は、その課題を解決するために、簡易な構造で、直径が小さく、小型化が可能であり、かつ、使用周波数帯域の全帯域にわたって良好な VSWR 特性が得られる地上デジタル放送用リング・ループ・アンテナを紹介します。周囲長が約 1 波長のループ・アンテナ素子を多段に配列し、並列に給電したループ・アンテナは、指向性、インピーダンス特性ともに周波数特性がよく、電界、磁界面内の指向性は、半値角は約 78°、98°となります。50Ω の同軸ケーブルに整合するように設計されたこのアンテナは、定在波比 (VSWR)2 以下の周波数帯域なら 49.2% (1.65 倍)、1.2 以下ならば 39.7% (1.49 倍) と、広帯域の特性を示します。

6-1 リング・ループ・アンテナの開発背景および原理

2003 年 12 月 1 日より、3 大都市圏の首都圏と中京圏、近畿圏にて、NHK 局と民放テレビ局は、地上デジタル放送を開始しました。それに伴い、2011 年 7 月 24 日までにアナログ放送は終了しました。この地上デジタル放送の周波数帯は、2012 年 7 月 25 日以降は 470 ~ 710MHz (13 ~ 52ch) を使用しています。

2011 年の地上デジタル放送への完全移行に向け、

- ①放送局同士の電波の干渉による混信
- ②ビル等の高層建造物遮蔽による難視の受信障害

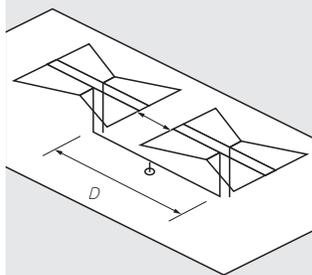
の対策が求められました。

この対策の一つとして、キャップ・フィラー・システムがあります。比較的(極微小電力局)小電力で再送信が可能であり、経済的かつ迅速に中継局を構築できることにより、受信障害の対策手段として期待されています⁽¹⁾。

従来、放送用の受信用ループ・アンテナとしては、図 6-1 ~ 図 6-3 に示すような、折り返しループ・アンテナや指向性ループ・アンテナ、ループ・アンテナがあります。

今回、地上デジタル放送の送信局、受信局等に用いられる直線偏波特性の地上デジタル放送用リング・ループ・アンテナの動作原理について以下に述べます。

見本



有限反射板付き2, 4, 6素子変形バット・ウイング・アンテナ

広帯域で高利得、小型、軽量のバット・ウイング・アンテナの入力インピーダンスが 50Ω になるような構造にして、バランが不要になるように改良してみました。

ここでは、変形バット・ウイング・アンテナ素子の前方に、無給電素子である同形状のアンテナ素子を配置することによる特性の変化を理論的に求めました。なお、本書は受信用として考察するために、VSWRは2.0以下を目標としています。また、バランを使用せず、入力インピーダンスが 50Ω になるような構造を提案し、反射板は有限板として検討を行いました。すなわち、アンテナの形状、反射板との距離およびその間隔と素子間の間隔を種々変化させた場合の広帯域特性について検討しました。

定在波比(VSWR)2以下の周波数帯域は、約61.1%(2段)、62.1%(4段)、62.5%(6段)となり、広帯域特性が得られました。最大指向性利得は、11.1dBi、14.0dBi、16.3dBi 前後比 -17.2dB 、 -17.0dB 、 -16.9dB と良好な値となりました。なお、中心周波数は、 $f_0 = 500\text{MHz}$ としました。

7-1 変形バット・ウイング・アンテナの背景および原理

現在、地上波デジタル放送は、日本全国至る所の世帯で受信可能となっています。あと残りの数十%程度の世帯に向けて小規模な中継局と、さらに規模の小さいミニサテの建設が急ピッチで進められているところです。図7-1に示すように、今後山間部や難視聴地域、デジタル混信などの電波の届き難い地域で

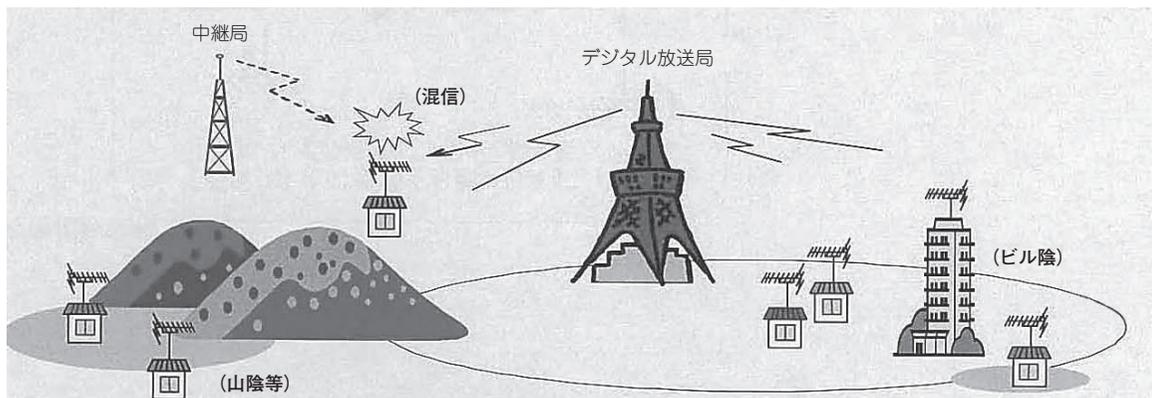


図7-1 地上デジタル放送の難視聴、デジタル混信[参考文献(1)より転載]

ISBN978-4-7898-4577-9

C3055 ¥2600E

CQ出版社

定価：本体2,600円（税別）



9784789845779



1923055026001

小型・高感度受信!
オールバンド
室内アンテナの製作

見本