

アンテナ・ハンドブック
シリーズ



アマチュア無線の アンテナを作る本

[HF/50MHz 編]

作りたくなるアンテナがここにある

見本

CQ ham radio 編集部 [編]



1
章

ダイポール系アンテナ編

電波の飛びの良しあしは、アンテナによって決まるともいわれます。ここでは、HF帯でポピュラーな7MHzダイポール・アンテナやグラウンド・プレーン・アンテナの特徴や設置例について紹介した後、ダイポール・アンテナの製作実例を紹介します。

7MHzバンドのアンテナを考える

1-1

基本はダイポール・アンテナ

(1997.10)

7L1FPU 中田 国芳

ダイポール、バーチカル・アンテナの特徴

おおまかに考えるとアンテナは平衡系と不平衡系の二つに分けられ、前者は水平系、後者は垂直系とも呼ばれます。たとえば、ダイポール、V型ダイポールは平衡系アンテナです。また、バーチカルやグラウンド・プレーンは不平衡系アンテナです。

● ダイポール・アンテナ

平衡系の代表的なアンテナであるダイポール・アンテナ（以下、ダイポールと略す）は、図1-1-1のように片側 $\frac{1}{4}$ 波長（7MHzでは各約10m）の長さのエレメントが給電部で左右対称になっています。宇宙空間のように周りになにも障害物のない状態（自由空間という）に、このダイポールを置いたときの放射パターンを図1-1-2に示します。

ダイポールの線の方向（ z 軸方向）にはまったく電波

が出ず、正面方向（ x 軸方向）には電波がよく出ます。

今から電波を光になぞらえてもう一度考えてみましょう。図1-1-2のダイポールの代わりに光る棒、たとえば蛍光灯を置いたとします。この蛍光灯はどの方向から見るとまぶしくないでしょうか？ z 軸方向からは、蛍光灯がほとんど見えないので、まぶしくないでしょう。これがアンテナならば、その方向へ電波が出ないことになります。

では、どの方向がいちばんまぶしく見えるのでしょうか？ そうです。蛍光灯がいちばん長く見える正面方向（ xy 平面上）ですね。要するにダイポールが長く見える方向によく電波が出ることが蛍光灯をイメージすることでわかると思います。

● グラウンド・プレーン・アンテナ
バーチカル・アンテナ

さて、ダイポールを図1-1-3のように半分に切り、

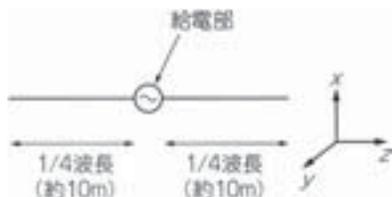


図1-1-1 ダイポール・アンテナの構造

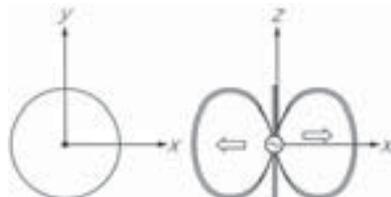


図1-1-2 ダイポール・アンテナの放射パターン



図1-1-3 ダイポールを半分に切り、切り口に鏡を置くと…

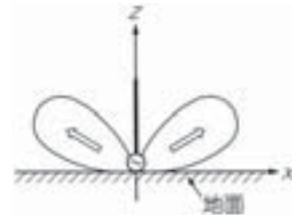


図1-1-4 グラウンド・プレーン・アンテナの放射パターン

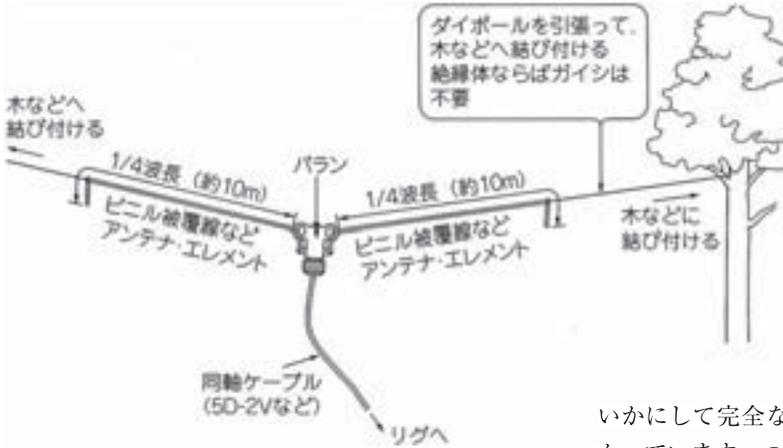


図1-1-5 ダイポール・アンテナの展開例

切り口に“鏡”を置くと、切り取ってしまったダイポールの半分は鏡に映り、ちゃんとしたダイポールがあるように見えます。これが代表的な不平衡系アンテナ、グラウンド・プレーン・アンテナ（以下、GPと略す）の原理です。

電波の世界では、鏡の代わりに导体板を使います。导体板が鏡の代わりをします。しかし、実際に大きな导体板を置くのは物理的にむずかしいので、导体板の“鏡”の代わりに $\frac{1}{4}$ 波長の長さのラジアルを数本付けたものがGPです。

また、导体板の代わりに地面を“鏡”とみなして設置するものがパッチカル・アンテナ（以下、パッチカルと略す）です。両方とも放射パターンは似たようなもので、図1-1-4のようになります。

不平衡系アンテナの性能をフルに引き出すのは、

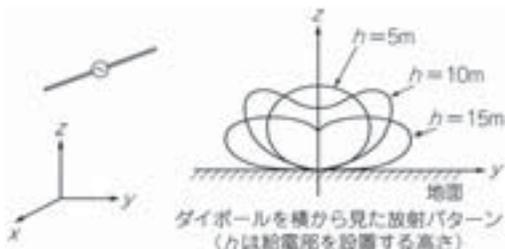


図1-1-6 ダイポールの放射パターン

いかにして完全な“鏡”を作ることができるかにかかっています。つまりラジアルや接地状態がミソです。

もし、ラジアルや接地を不完全な状態にしまうと“鏡”が“くもりガラス”のようになってしまい、鏡に映るはずのダイポールの片側がよく見えなくなり、アンテナの性能が悪くなってしまいます。

代表的な水平系アンテナ

● ダイポール・アンテナ

ダイポールは最も基本的なアンテナです。通常、このアンテナは図1-1-5のように設置します。不平衡系である同軸ケーブルで給電するには、不平衡から平衡へ変換する“バラン”を使います。このバランは絶対に忘れないようにしましょう。忘れるとインターフェアの原因になってしまいます。

放射パターンは、アンテナを設置した高さや、その土壤によって変わるので、なんともいえません。しかし、目安として、地面が导体板でできていて、周りになにも障害物のない状態を想定したときの放射パターンを図1-1-6に示します。

また、私の経験では給電点の高さを10~15mくらいにした場合、1エリアや0エリアなどでは電波の飛びは国内向けに良好であり、10Wでも楽しめます。

実際にダイポールを製作するには、以下のような材料が必要になります。

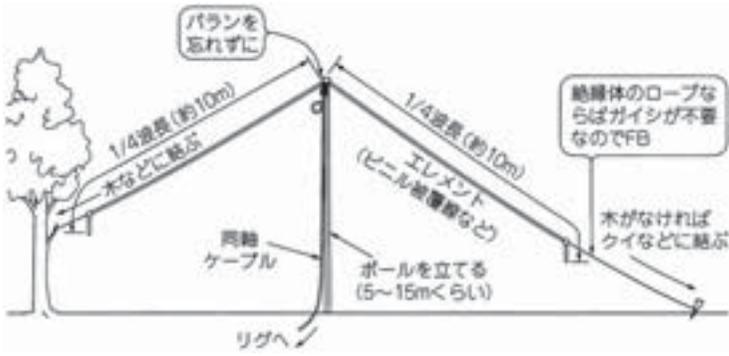


図1-1-7 逆Vアンテナの展開例



写真1-1-1 市販の短縮V型ダイポールの例

- バラン
- エレメント (直径1mm程度のビニル被覆線で十分)
- エレメント端から木などに設置するためのロープなど (絶縁ケーブルがFB)
- 同軸ケーブル

設置する場所は、25mほど離れて2本の立木があり、周りに障害物がないような所がベストです。できれば電離層(空)から直接見えるような障害物のない所を選びましょう。屋根の軒下に設置するようなことはお勧めできません。

まずは、アンテナ・エレメントとしてビニル被覆線2本を $\frac{1}{2}\lambda + a = \text{約}11\text{m}$ の長さになりバランにつなぎます。バランには同軸ケーブルをつなぎ、VSWR計を通して無線機につなぐか、アンテナ・アナライザなどへ接続します。

エレメントの両端に絶縁ケーブルを結び、図1-1-5のように立木などへ固定します。まずはアンテナのVSWRを測ってみましょう。

エレメントを長めにしてあるので、低い周波数で共振していることでしょう。その後、一度アンテナを降ろし、エレメントを10cmくらいずつ切り、もう一度設置してVSWRを測ります。エレメントは左右同じ長さになるように注意して切ることが大切です。

このようなことを繰り返しながら調整していきます。

● 逆Vアンテナ

図1-1-7のようにダイポールの給電部を1本のポールで支えて、両側のエレメントをVの字を逆さまにしたように斜めにおろして設置すると、エレメントに強い張力がかからず、ポールも1本で済むので、設置が簡単になります。このアンテナを逆Vアンテナと呼びます。

● V型ダイポール

写真1-1-1は市販アンテナで、大きさや価格の割にはよく飛ぶアンテナだと思います。フルサイズの逆Vアンテナが庭に張れないような都会の一戸建て住宅地に適しています。

2階建ての屋根の上3mくらいの所(約10m)に設置すると国内通信に適します。フルサイズのアンテナに比べるとV型ダイポールは短縮されているので、多少飛びが悪くなります。しかし、フルサイズ逆Vを張る場所がない場合にはよい選択肢でしょう。

代表的な垂直系アンテナ

● パーチカル・アンテナ

パーチカルは、前節で説明したとおり、地面を“鏡”とみだてて設置します。しかし、実際には直接アンテナを地面にさしただけでは十分な接地が得られない場合が多く、“くもりガラス”状態になってしまいます。

おそらく直接地面にさした状態でアンテナが効率的に動作するのは、砂浜の波打ち際や水田などの限られた場合のみだと思います。より良い条件の“鏡”を作るためには、図1-1-8のように $\frac{1}{2}$ 波長のラジアルを数本地面よりも数十cmの高さに放射状に張ります。

ビルの屋上などへ設置する場合、 $\frac{1}{2}$ 波長のラジアルが屋上に張れないときは、図1-1-9のようにビルの壁から下へ垂らすとよいでしょう。

● グラウンド・プレーン・アンテナ

GPはパーチカルとラジアルがセットになっているものと考えることにより、基本的には接地をする必要がありません。近くに障害物がある場合でも、障害物よりもラジアルが高い位置にきていればさほど

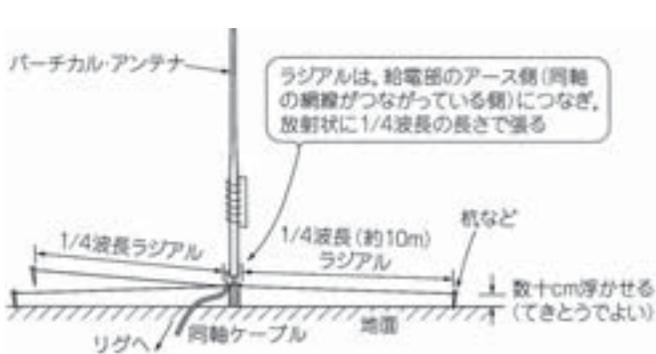


図1-1-8 パーチカル・アンテナのラジアル設置方法



図1-1-9 パーチカル・アンテナのビルへの設置例

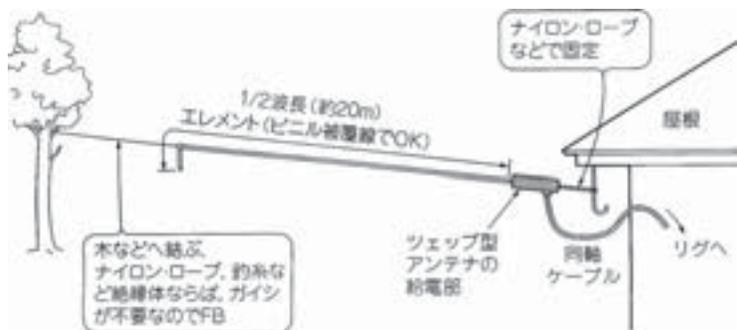


図1-1-10 ツェップ・アンテナの設置例

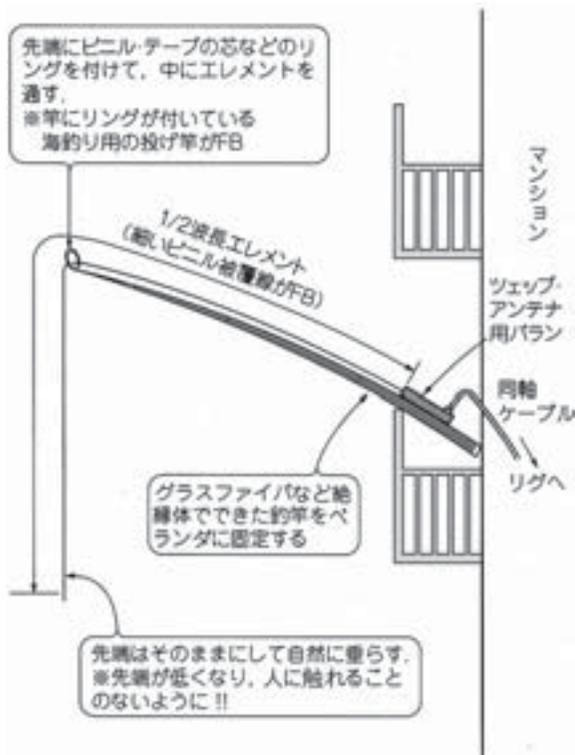


図1-1-11 アパマン・ハム向けゲリラ型ツェップ・アンテナの設置例

問題はないようです。

しかし、短縮型のGPは、あまり効率的に飛ばない傾向にあります。

通常、アンテナはフルサイズに近づくほど、電波が効率良く飛びます。多少の飛びを犠牲にしたコンパクトなアンテナを選ぶか、大きいサイズがよく飛ぶアンテナを選ぶかは、皆さんの設置環境を考慮したうえで決定することになります。

アパマン・ハムに最適 ツェップ型アンテナ

ツェップ型アンテナの特性は、ダイポールとほとんど同じです。違うところは給電方法で、このアンテナはエレメントの端で給電します。このアンテナの利点は、ダイポールのように同軸ケーブルの重さがエレメントにかからないことです。

このツェップ型アンテナは、サガ電子などから販売されています。図1-1-10に通常の設定例を示します。ダイポールのように片側を立木などに固定するようになります。

しかし、発想の転換をして図1-1-11のように設置すると、高層階に住むアパマン・ハムに最適になるでしょう。

ループ系アンテナ編

ループ系のアンテナは、丸、四角、三角などいろいろな形に変形させて、設置場所や周波数などの使用目的に合わせられることが魅力です。また、多エレメント化することにより、指向性や利得を得ることもできます。ここでは、基本形から変形、短縮など多様な製作を紹介していきます。

2-1

アンテナ・チューナをうまく活用して
21MHzループ・アンテナ

(1997.9)

7N2UUA 矢口昌秀

経験から430MHzでループ・アンテナの性能が良いことがわかっていたので、HFでも使いたいと思っていました。

21MHzなら3.5mでスクエアができますので、ベランダの3.5mを1辺としたループ・アンテナを作ること

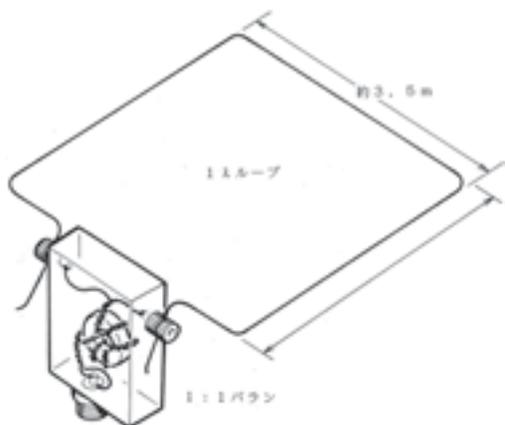


図2-1-1 21MHz用ループ・アンテナの給電部とエレメント長

表2-1-1 21MHz用ループ・アンテナの材料

ガラスロッド	4.5m, 2本
エナメル線	φ0.4 (7MHz用エレメントのあまり)
バラ	
コネクタ、ケース、トロイダル・コア、ターミナル端子、それぞれ2個、φ1mmくらい	

にしました(図2-1-1)。材料を表2-1-1に示します。

バラは1:1バラでφ1mmのホルマル線をより合わせてトロイダル・コア (FT-82-43) に7回ほど巻きます。ケースにコネクタと端子を付けて巻いたコアを付けます(写真2-1-1)。

ベランダの両端に竿をくくり付け、線材を添わせていきますが、前もって線材の角になる所に印を付けておき、竿の先に付けてから両側の竿を伸ばします。竿の角度はそれぞれのロケーションでまるで違うと思いますが、私の場合は水平に対して80度くらいがベストな角度でした。図2-1-2がベランダとアンテナの見取り図です。ヘリカル・アンテナについてはp.101の製作記事を参照してください。



写真2-1-1 21MHz用ループ・アンテナの給電部のようす

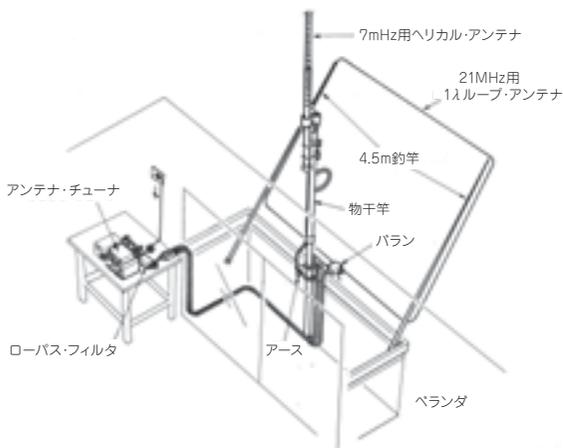


図2-1-2 ベランダとアンテナの見取り図

調整は端子のところで3cm単位で動かして行いました。チューナを入れる前にできるだけSWRの調整をしてください。アンテナの高さが低いだけに回り込みが起きやすいので、ていねいな調整が必要と思います。

もちろん無線機の電源やアースなどインターフェアの起こりそうなところは、できるだけ処置をしておきます。コアを挟むのもおまじないの一つです。またバランと手スリの距離が少し違うだけでも

SWRが変わり、結構微妙です。

ループ・アンテナを使っているOMがみんな口をそろえてFBと言っていますし、日本の住宅事情から見てもループ・アンテナは、お勧めできます。

2本のアンテナを使ってみて、おおむねレポートがよいのに驚いています。別項で製作をご紹介している7MHzのアンテナは給電点が屋根の位置にあり、平らな屋根がちょうどラジアル風になっており、アースと流した手スリは鉄骨で屋根とつながっていますから理想的な接地型アンテナになっているのかもしれない。

21MHzでは下の部分はあまり有効に働いているとは思われませんが…

どちらかというとイチかバチかで作ったアンテナで、緻密な計算やデータに裏づけられたものではありません。アンテナ・アナライザなどを使った正確なデータや調整方法などお届けできないことをお詫びします。

最後にいつもご助言いただいているOMに、この場を借りてお礼を申し上げます。

《参考文献》

- アンテナ製作マニュアル, 別冊ラジオの製作, 電波新聞社.

2-2

TVアンテナのステー線を利用 21MHz 1λループ・アンテナ

(1995.6)

JAITKA 小谷 武福

アマチュア無線のアンテナは高く大型のものが高性能なので、狭い敷地に無理をして建てている人も多いと思います。

これは、ご近所の方から見れば何の利点もなく、地震や台風を考えると内心では、ないほうが望ましいと思っていても、口に出して言わないといった雰囲気があるかもしれません。

今回、住宅地で開局する友人のために、これらに配慮したアンテナを製作しました。

目標として、

- ご近所に違和感を与えない
- TVIなどインターフェアや受信時の雑音が少ない
水平偏波とする
- 地上高が低くてもDX向きに低放射角度の電波エネルギーが多いもの

- 特殊部品を使用せず調整も容易

- 安価で“無銭家”向き

- 将来マルチバンド化できること

などについて検討した結果、図2-2-1のような、TVアンテナのステーをエレメントとして兼用する21MHz用1波長ループ・アンテナとしました。

製作するアンテナの特徴

● 外見の工夫

TVアンテナのステーにガイシを入れ、ステーの一部をアンテナとして兼用しますので、ご近所からはテレビのアンテナにしか見えません(写真2-2-1)。

● アンテナの特徴

1波長ループ・アンテナはキュピカル・クワッド・

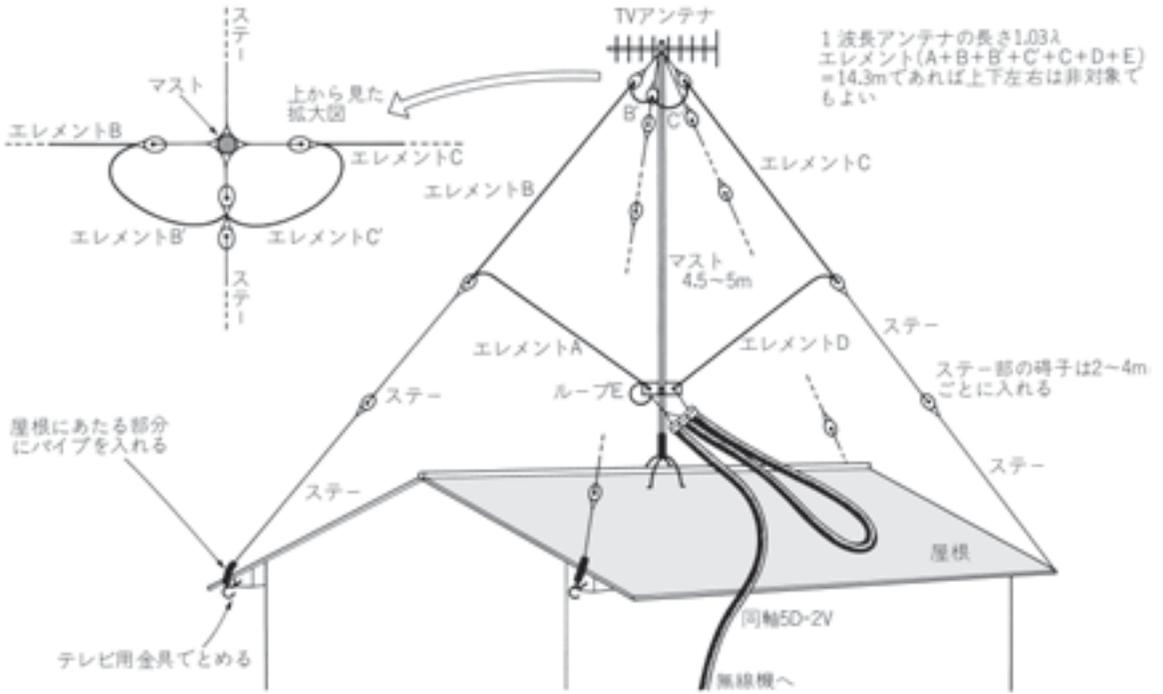


図2-2-1 TVアンテナのステーを利用した21MHz 1λループ・アンテナ

アンテナの放射器のみをアンテナとして使用したもので、概念的には図2-2-2のように上下二つのダイポール・アンテナが先端でつながったスタック・アンテナと考えることができます。

上下スタック・アンテナはキュビカル・クワッド・アンテナのように電波の低放射角度のエネルギーが多く、利得は少なくともDX通信向きで、かつバンド幅も広い特徴があります。

● 給電の特徴

TVIなどインターフェアが少ない水平偏波となるように給電します。



写真2-2-1 TVアンテナのステーにしか見えない本アンテナの外観

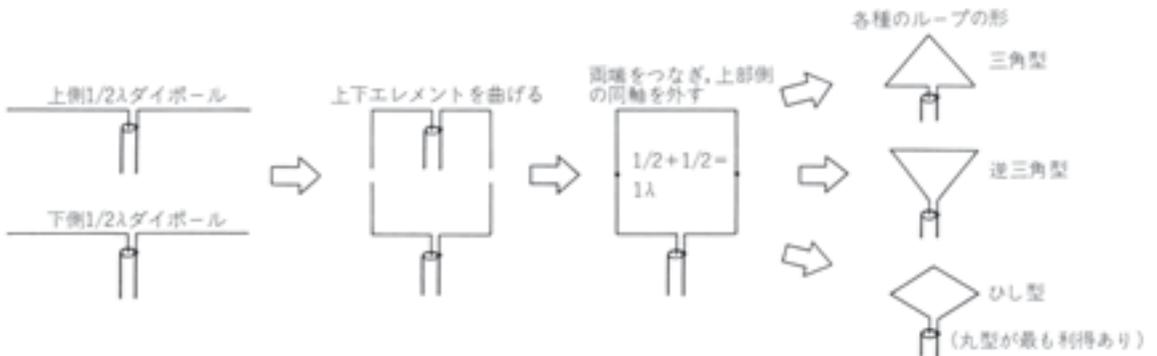


図2-2-2 1λループ・アンテナの概念

4-3

アストラルプレーン・アンテナ
21MHzユニーク・アンテナ

(1994.6)

JA10GT 大原 省一

以前、430MHz用ユニーク・アンテナ(CQ ham radio 1993年5月号)として紹介したものをベースにして、今回HF(21MHz)への小型化にアタックしてみました。

試みとして430MHzのユニーク・アンテナの各エレメントにローディング・コイルを入れてみましたが、期待したほど周波数の変化は得られませんでした。

失敗の積み重ねの末、何気なく同軸ケーブル(給電部の下側)にコイルを巻いたらと思い、写真4-3-1のように実験した結果、大きな周波数変化を得ることができました。

このアンテナの大きな特徴は、後出の図4-3-5のように、給電部までの同軸パイプの外側にコイルを巻くことで、同軸の外部導体をベースとして、コイル、エレメントA、Bからなる電極間容量を利用す

ることにより目的周波数の共振回路を作っている点です。

特にコイルと外部導体間でHF~VHFまで共振するので、一般の小型アンテナに比べてコイルの巻き数も少なくなります。

しかし、HFアンテナの小型化は周囲の影響を受けやすく、SWRの変動になりますから、できる限りアンテナ・チューナとの併用をお勧めします。

各部品の製作

材料は簡単に入手できます。表4-3-1が使うパーツです。でき上がりは写真4-3-2となります。アンテナの構造と寸法は図4-3-1を参照してください。

① 各エレメントの加工は図4-3-1を参考に製作します。エレメントAの上部の25mm径1ターンの



写真4-3-1 430MHz用アストラルプレーン・アンテナの同軸ケーブル上にコイルを巻き、HF化する実験を行った



写真4-3-2 21MHz用アストラルプレーン・アンテナ

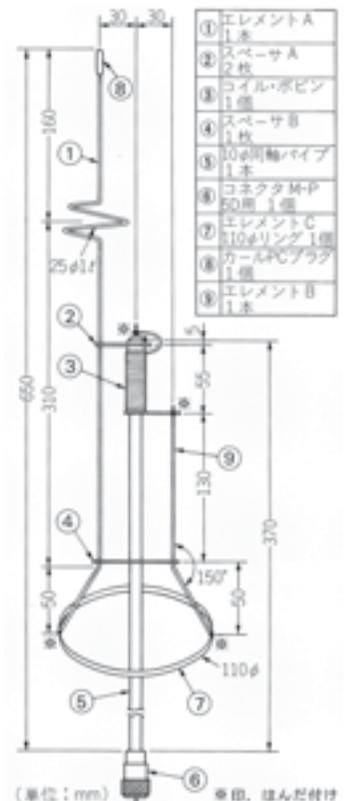


図4-3-1 各部の名称と構造

表4-3-1 使用した材料

名称と規格	数量	備考	第1図との 関連番号
5D-2V用M-Pコネクタ	1		⑥
銅パイプ10φ	370mm		⑤
スズ・メッキ線 1.6φ	450mm	または 1.6φ銅線	⑤
エレメント線材 3φ	1000mm	銅または ステンレス	①⑦⑨
ガラス・エポキシ基板 20×70mm	3枚	または2t アクリル板	②④
エナメル線	2000mm		③
グラスファイバ・パイプ14φ	55mm	14φ~20φ 釣竿	③
PCカラー・カップラ 6×25	1	モルタル・ ネジ用	⑧
ビニル・テープ	1巻		
エポキシ系接着剤	1		
瞬間接着剤	1		

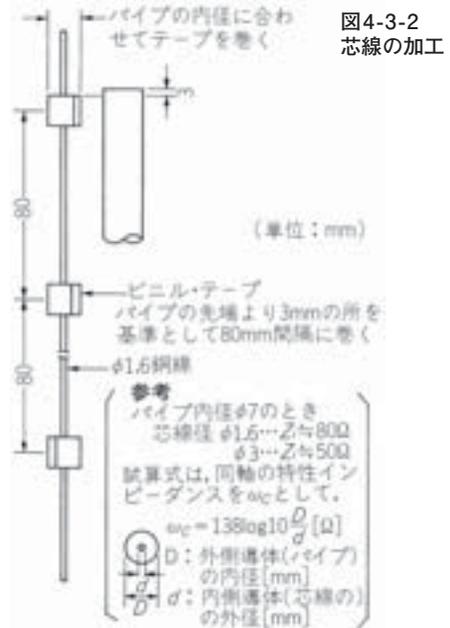


図4-3-2
芯線の加工

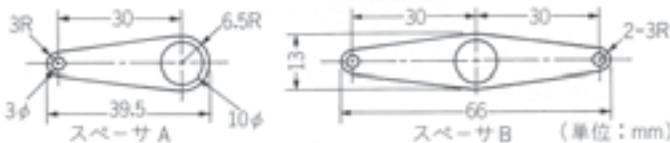


図4-3-3 スペースAの加工

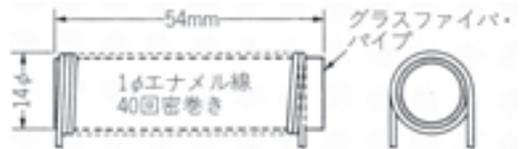


図4-3-4 コイル・ボビンの加工

コイルは短縮する目的のものなので省いてもかまいません。

- ② 図4-3-2は同軸パイプの芯線加工のようすです。曲げないように注意します。なお、芯線に3mm径を用いるとインピーダンスは約50Ωとなりますが、材料の都合で1.6mm径のメッキ線を用い

ました。インピーダンスは約80Ω程度です。

- ③ スペースはガラス・エポキシ板（銅箔のない基板）で作りましたが、アクリル板でも使用可能です（図4-3-3参照）。
④ コイル・ボビンの加工ですが、私は14mm径のパイプ（釣竿）に0.8mm径のエナメル線を45回密着巻きし、接着剤で仮固定しました（図4-3-4参照）。

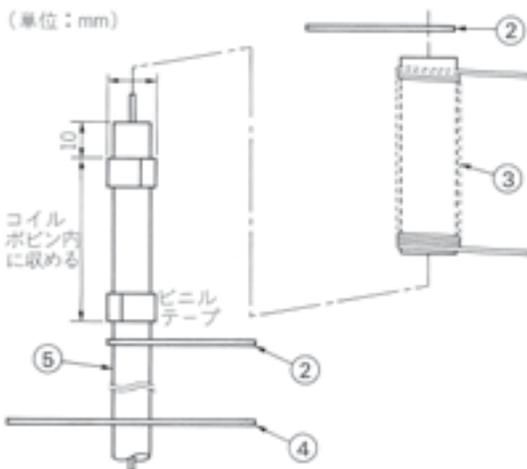


図4-3-5 コイル・ボビンの実装

組み立て手順

- ① コネクタの爪をヤスリで削り、図4-3-2の芯線をコネクタの中心部にはんだ付けします。その際、必ず上部のビニル部分が銅パイプのトップより2~3mmほど下になるようにします（防水処理が楽になる）。
② φ10mmの銅パイプに上記の芯線を通してコネクタ部のはんだ付けをします。次にコネクタの外筒部もはんだ付けします。
③ コイル・ボビンの実装は、図4-3-5をご覧ください。⑤の同軸パイプに④のスペースBおよび、②のスペースA（コイルの下側）を瞬間接着剤で固定しますが、各スペースのエレメント用の穴

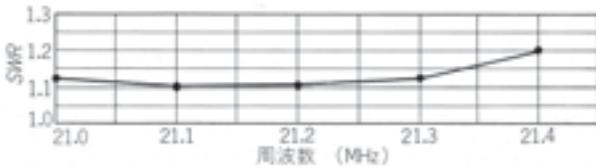


図4-3-6 21MHz用アンテナのSWR特性

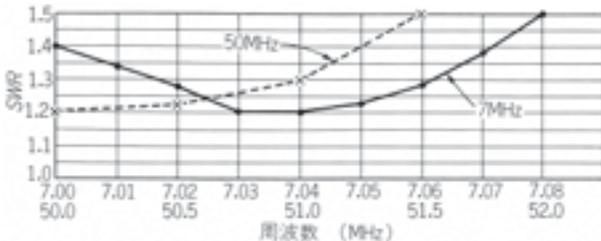


図4-3-7 7MHz用と50MHz用アンテナのSWR特性

は直線になるようにします。

- ④ 次に、③のコイル・ボビンをパイプに通し、②のスペーサAと④のスペーサBに①のエレメントAを通してから、②のスペーサAを固定します。
- ⑤ 次に図4-3-1の⑨のエレメントBを通して各エレメントを瞬間接着剤で固定します。⑦のエレメントCをはんだ付けし、コイル・ボビンの配線をします（※印ははんだ付け）。
- ⑥ 給電部、そのほかのエレメントの防水処理をします（瞬間接着剤の使用には十分注意する）。

調整手順

でき上がったアンテナは、ディップ・メータで目的の周波数になるように粗調整します。

ディップ・メータの使用は、高い周波数より順に低いほうに向かってコイルを取り替えてディップ点を求めますが、基本波とその高調波でもディップしますので、基本波は其中でも最も低い周波数ですから注意をします。

次にトランシーバにSWR計とアンテナを接続し、SWRを測定します。アンテナの回りには障害物のないようにしておきます。

バンド内の周波数の低いほう (f_L) と高いほう (f_H) でのSWRの違いを調べますが、SWRが大きいのので、短時間で行います。SWRが $f_L < f_H$ の場合は1~2巻きコイルを減らしています。 $f_L > f_H$ ではコイルを増やしながらかSWRを調整します。

もしディップ・メータがない場合は、思いきって2巻きほど減らしながらかSWRが下がるように調整します。

また、コイルのピッチを変えて微調整を行います。

表4-3-2 試作バンドのコイル・データ

バンド	線径	コイル径	巻き数
3.5MHz*	0.8φ	22φ	250回密
7MHz	0.8φ	23φ	82回密
14MHz*	0.8φ	18φ	45回密
21MHz	0.8φ	14φ	40回密
50MHz	0.8φ	17φ	9回粗

※は試作のみ

SWRが1.5以下であれば問題はないと思います。

図4-3-6が21MHzでのSWR測定の結果です。

他バンドへの応用

参考としてほかのバンドで製作したアストラプレーン・アンテナのデータを示します。

表4-3-2は、3.5~50MHz (28MHzは除く) までのコイル・データですが、製作の際は、表4-3-2より少し多めに巻きます。写真4-3-3は7MHz用、写真4-3-4は50MHz用で、SWRは図4-3-7のようになりました。ビーム・パターンはほぼ円形になりましたが、エレメントBの方向が少し小さくなります。



写真4-3-3 7MHz用アストラプレーン・アンテナ



写真4-3-4 50MHz用アストラプレーン・アンテナ。ブームは釣竿で内側には5D-2V同軸ケーブルを利用している

● 使用結果

一般論ですが、小型アンテナは周囲の影響を受けやすいので、私はこのアンテナにはアンテナ・チューナ（自作）を併用しています。アンテナの感度は特に測定していませんが、小型アンテナにしてはまあまあのできでしょう。

もっぱら、室内、移動での運用に用いています。QSOは空のコンディションで左右されますが、タイミングよく21MHzで国内と少しのDX局（VE7, W6, HL, UZ0）とQSOできました。

50MHzはローカルQSOですが、Eスポで国内の遠距離局とQSOができ、7MHzでは室内よりQRMに悩まされながらも数局とのQSOを楽しんでいます。まだまだSWR、動作などにも問題が残るアンテナですが、これからさらに改良を重ねていきたいと思います。

《参考文献》

- 茨木悟：グリッドディップ・メーターの使い方、1963年、CQ出版社。
- VHFハンドブック 1964年、CQ出版社。

4-4

アルミ・パイプとアルミ板で作る

29MHzアストラルプレーン・アンテナ

(1999.11)

J01UVK 松浦 忠影

昔から430MHzのアストラルプレーン・アンテナをかなり作ってきました。また運用周波数を下げる



写真4-4-1
29MHzアストラルプレーン・アンテナ

たびにアンテナも自作してきました。

いろいろなタイプのアンテナを作りましたが、ここでアストラルプレーンにこだわってみようと、低い周波数のものにもトライしてみましたので紹介します（写真4-4-1）。

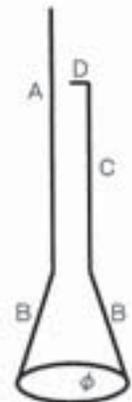
今回は29MHz帯のもので、基本的には430MHzのものをスケール・アップして寸法を算出しています。

図4-4-1に430MHzを元に計算したほかのバンドのエレメント寸法を示します。実際に測定しながら切りつめて調整をしてみると、低い周波数にいくほどAのエレメント長は計算値より短くなる傾向があるようです。

29MHz用のエレメントはφ7mm、長さ1mのアルミ・パイプを使用しています。スカート部分を左右に開くためにアルミ・パイプを曲げる際には、写真4-4-2のようにバイスに基準になる板を1枚はさんでおいて、型紙を使って角度をそろえるとよいでしょう。

周波数	エレメント A	エレメント B	エレメント C	エレメント D	直径φ	備考
430MHz帯	207.0	50.0	125.0	11.0	51.0	430MHzの実測値
144MHz帯	618.1	149.3	373.3	32.8	152.3	430MHzからの計算値
50MHz帯	1757.0	424.5	1061.0	93.4	433.0	430MHzからの計算値
29MHz帯	3090.7	746.4	1866.4	164.2	761.5	430MHzからの計算値

図4-4-1 各バンドのアストラルプレーンの寸法



CQ出版社

見本

ISBN978-4-7898-1647-2

C3055 ¥2200E

CQ出版社

定価：本体2,200円（税別）



9784789816472



1923055022003

このPDFは、CQ出版社発売の「アマチュア無線のアンテナを作る本[HF/50MHz 編]」の一部見本です。

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。

内容 <http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/16/16471.htm>

購入方法 <http://www.cqpub.co.jp/order.htm>

アンテナ・ハンドブック
シリーズ



**アマチュア無線の
アンテナを作る本**
[HF/50MHz 編]