

# クロス・フォールデット・ダイポール・アンテナ

## 製作マニュアル

これまで同軸ケーブルの持つ速度係数（短縮率）を活かしたアンテナを製作出来たら、頂冠キャパシティや短縮コイルを使わないシンプルな短縮された、アンテナを実現出来るのではないかと無線に関わってきた方々が挑戦されてきましたが完成には至りませんでした。

J F 2 Q K A局、当局2 n dの協力を得てこのアンテナを完成させることが出来ました。このアンテナが皆さんのアマチュア無線の運用に役立つよう、製作方法（[バラン](#)）を紹介するものです。是非製作され、試していただきたいと願っています。またC Q誌2 0 0 8年7月号5 6 頁に5 0  $\Omega$ 系同軸ケーブルをエレメントとしたアンテナとして掲載されています。

このマニュアルの内容は随時書き加え・内容の訂正等を生じる可能性がありますことをお断りしておきます。尚、無断での内容の複写・転用はお断りします。また知的財産権にも関わっていますのでご留意願います。（末尾参照）

### 参考文献

C Q出版社 昭和6 2 年 7 月 1 5 日発行第7 版  
「トロイダル・コア活用百科」  
C Q出版社 2 0 0 3 年 8 月 1 日発行 初版  
「定本トロイダル・コア活用百科」

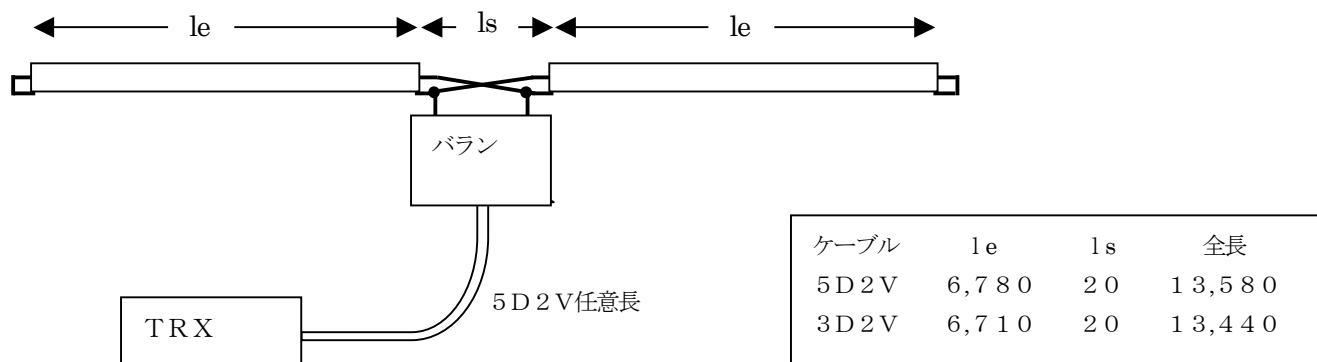
J A 2 A Z Z 2 0 0 8 . 1 1 . 2 3

## クロス給電方式7MHzダイポールアンテナ

J A 2 A Z Z (2008. 7. 6)

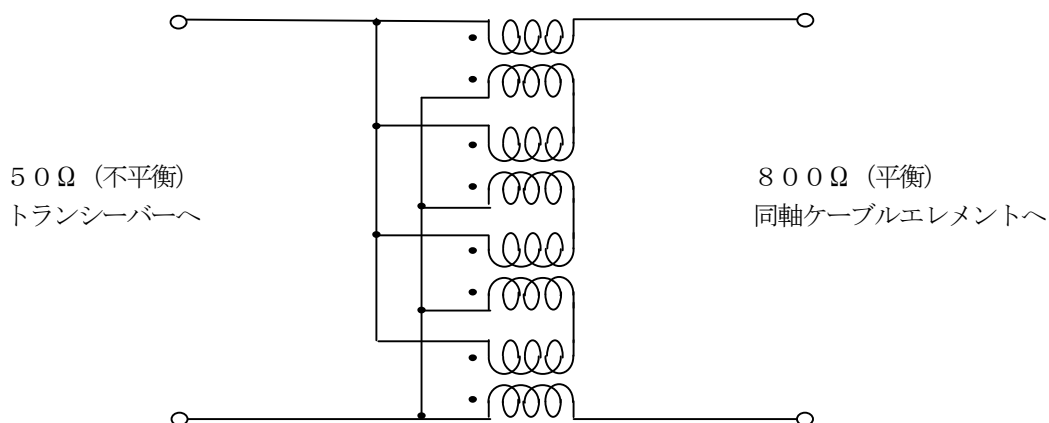
CQ誌2008年7月号(P56)に掲載された「クロス給電方式7MHzダイポール・アンテナ」(50Ω系同軸ケーブルをエレメントにした短縮されたアンテナ)を給電するために必要なインピーダンス変換バランの製作法を解説します。CQ誌を一読して製作していただけたら良いかと思います。

## アンテナ全体の構成図



## 50Ω : 800Ω バランの製作

## バランの構成図



|            |                              |
|------------|------------------------------|
| 巻線比        | 1 : 4                        |
| インピーダンス比   | 1 : 16                       |
| インピーダンス変換比 | 50Ω 不平衡 : 800Ω 平衡            |
| 使用フェライトコア  | FT-114 #43 x 4               |
| 巻き方        | 0.5ΦKQE線を2本振りにしたバイファイラ巻各10回巻 |
| 作動周波数      | 3MHz以上のHF帯 (4頁末尾参照)          |

## バランの製作に時間を掛けて丁寧に作ってください

- 決してエナメル線やポリウレタン線をそのまま使わないでください。  
一次側と二次側とは電位差が4倍になりますので絶縁について考慮せねばなりません。
- コアに巻き込むバイファイラ線は**仮線で長さを決めて**から作ってください。  
この説明書によるコア・線材を使用する分については以下の参考図のとおりでOKです。
- バイファイラ巻きは4つのコアがそれぞれ同じ振り数を守って極力コアに密着するよう巻き込んでください。せいぜい50mmあたり6～7回の振りでOKです。
- この4個のトランスは極力均一性を保つように作ることが大切です。
- コアから各接続部への長さは全て同じにしてください。
- ケース内にコアを収める形状には特に考慮する必要はありません。

## バイファイラ線 (ペア線)

この図は2本の線を振 (よじ) ったものです  
今回のバランではこのペア線を4組作ります  
あまり強く線材を引っ張った状態で振ると部分的に  
細くなったりしますので注意して下さい

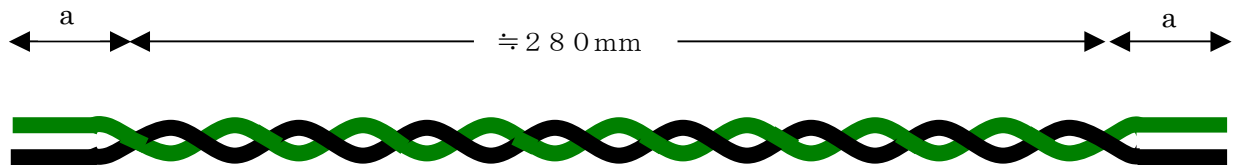
400mmほどのKQE線を2本用意して下さい  
図のように振り部を280mm、接続用リード部 (a)  
を70~80mm確保します

線材は 0.5mm KQE線を使用しています

この線材は0.5mmの単芯に耐熱絶縁被覆が施されていて外  
径は1.0mmです

耐熱350℃1分 200℃30分 連続90℃ テフ  
ロン線に比べ安価で絶縁被覆が薄いのと単芯であることが  
製作し易いので採用しました

「マルツパーツ」で購入しました 条長2m×7 (色)  
¥577円 (昨年5月) でした この線材以外でも差し  
支えありません

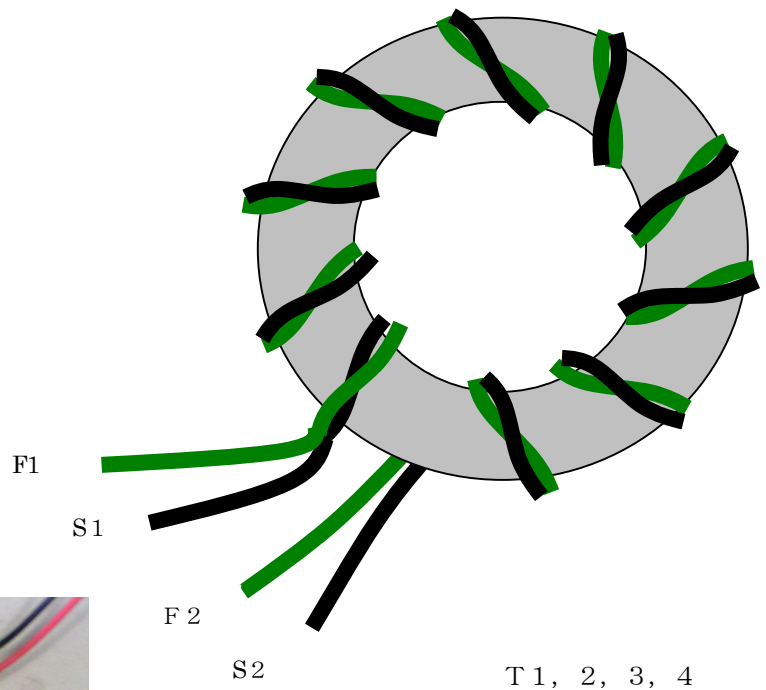


## バイファイラ巻き

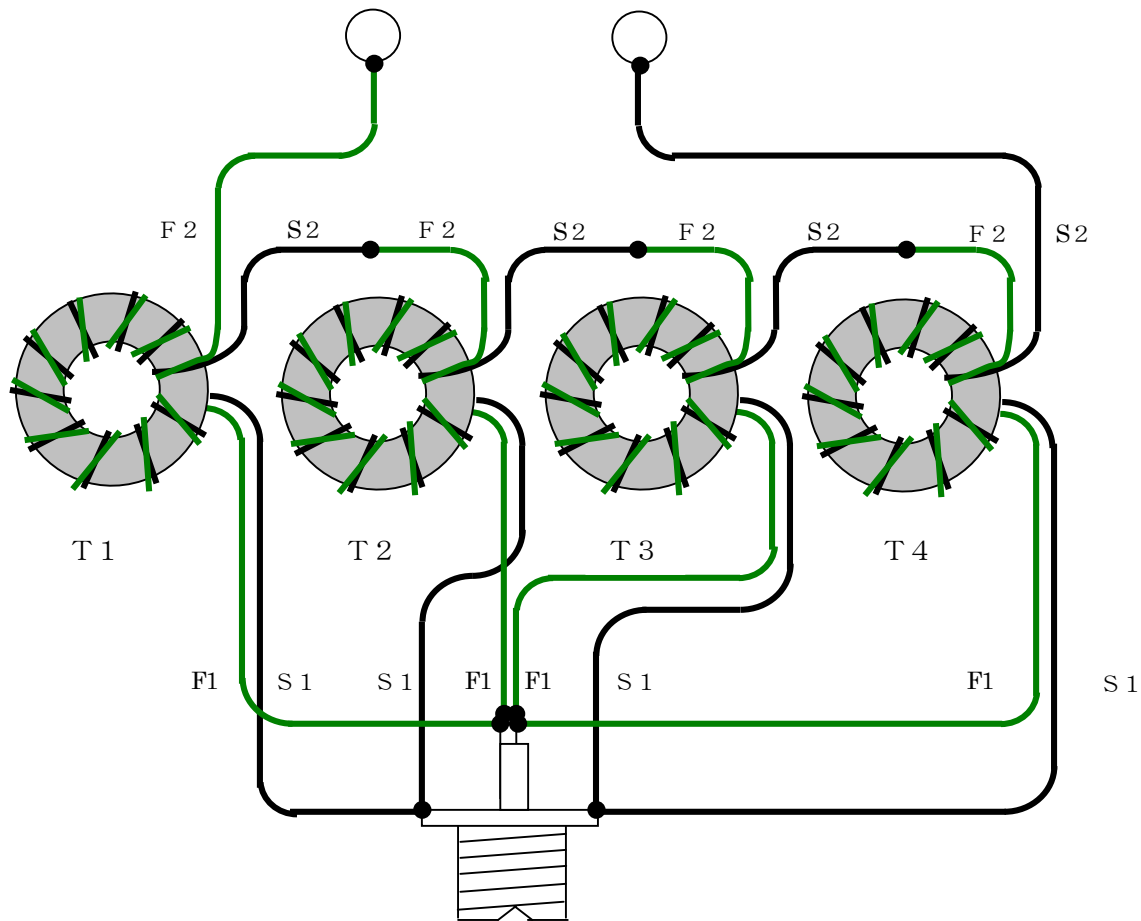
コアの内側を通った回数が巻き数です  
10回巻きで作ります  
使用するフェライト・コアは  
FT-114#43 4個です

このトランスを4個作ります

巻き方は  
バイファイラ線のほぼ中央をコアの内側にあて  
がい左右に巻き込みます



LメーターではF1-F2、S1-S2はそれぞれおよそ  
67~68μHを示します。この値はFT-114#43の  
平均的な値です。4個のトランスはほぼ近い値のものを組み  
合わせて (せいぜい10%以内の組合せ) 構成してください。  
良いバランができるかどうかはここがツボです。



同軸コネクタ

同軸コネクタのグラウンド側の接続は図では2箇所  
となっていますが実際には1箇所です。

● 印は接合点です。ハンダ付けを要します。

コアから各端子・接合部への線長はなるべく短くして下さい。  
エレメント接続端子への配線長 (T1・F2、T4・S2)  
を同じ長さにする。各コア間 (S2・F2) を接続する線長はそれ  
ぞれ同じ長さで短く接続して下さい。

完成したら接続など目視チェックして下記①または②を用意し、③のチェックを  
して下さい。

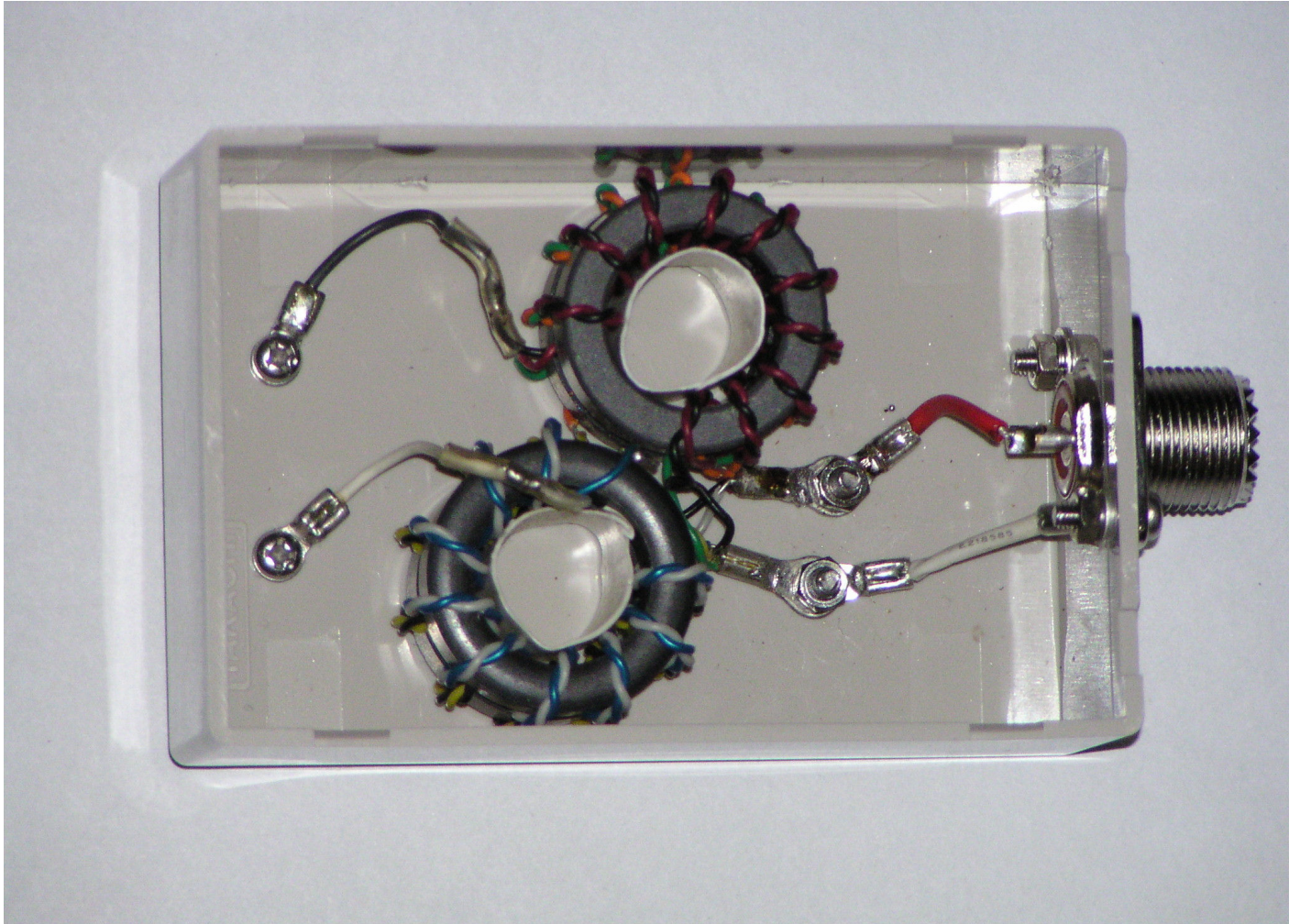
- ① SWRアナライザと  $800\Omega$  の高周波抵抗器
- ② またはSWRメーターと送信機および  $800\Omega$  の高周波抵抗器です。  
この場合はSWRメーターが作動する最小の出力で抵抗器はその電力に耐  
えられるものとして下さい。
- ③ エレメント接続端子に  $800\Omega$  (または極力近い値) の高周波抵抗器を接  
続し、同軸コネクタにSWRアナライザまたはSWRメーターと送信機を接  
続し、SWRが1.0に近ければ合格です。
- ④ 大きく違う場合；結線に問題がある-----製作を見直して下さい。  
断線・短絡-----製作を見直して下さい。

余り良くない；バイファイラ線の巻き方がゆるい、コアからの結線接続が  
長すぎる、またはそれぞれの長さの違いが大きい、コアへの線材の巻き方  
に均一性がないなど-----少々のは気にならない

クリア出来たらバランは完成です。ケースに収め、エレメントを接続して試して下さい。



## ケースに収めたバラン



コアが2段重ねに見えますが個々のコアをケース内でのガサツキ・ほつれをなくすためパイプアイラ巻きの終わったコアを2個ずつまとめたものです。コアの内側に白く見えるチューブ状の筒はその役目を担っています。樹脂系のチューブなのですがどこから調達した物なのか覚えがありません。

### バランの耐電力

コア4個を使用したこのバランは

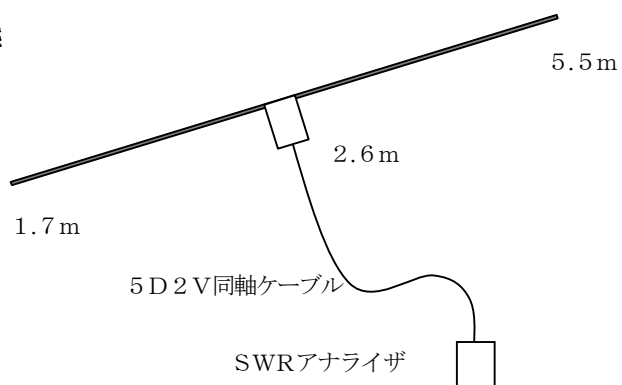
7MHzでは100Wの運用で問題無い-----080615より固定で運用中です。

「トロイダル・コア活用百科」P466「第9-15図強制バランの許容入力電力」にFT114#43の特性図があり、⑤の状態が参考になると思います。これによりますと30MHz110W、7MHz105W、1.9MHz100Wというところでしょうか。線材を太くできれば400Wでの使用も可能です。

### バランの考察

どこかで値を見誤ってしまったようで訂正します。FT114#43のAL値は $0.603\mu\text{H}$  (1t) で10tでは $60.3\mu\text{H}$ となり、4個のコアを使用した二次側の値はおよそ $240\mu\text{H}$ なのですがこの値は1.8MHzには対応しません。コアへの巻き数を12tとするとOKです。

## 実験の架設状態



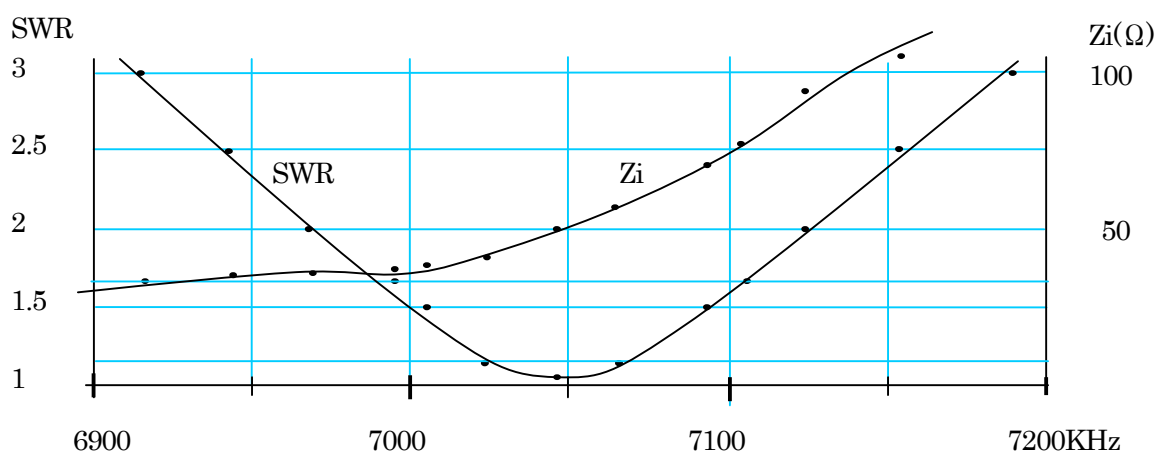
エレメント長

5D2Vをエレメントとした場合  $6,780 \times 2 + 20 = 13,580$ 3D2Vをエレメントとした場合  $6,710 \times 2 + 20 = 13,440$ 

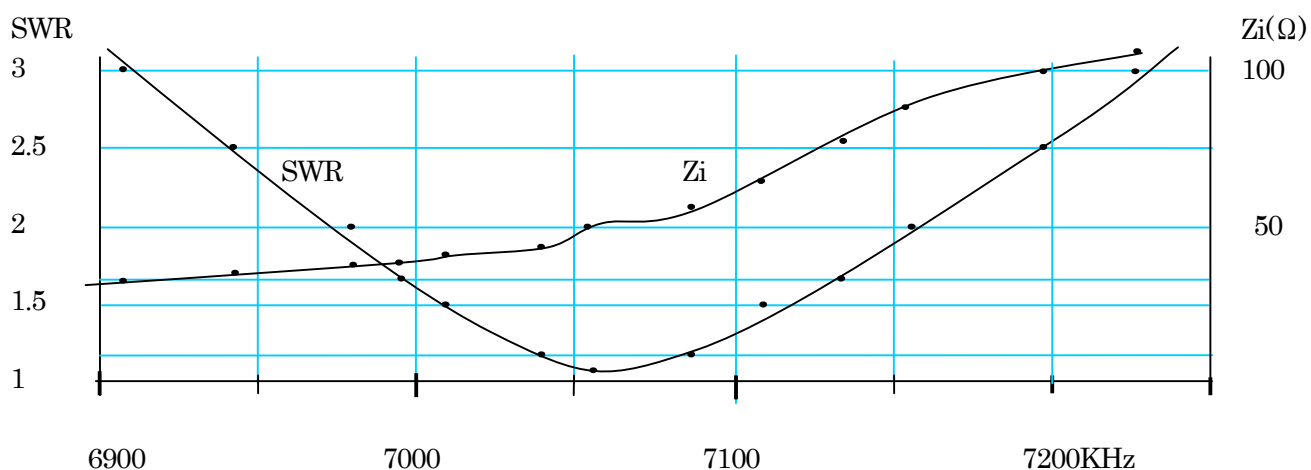
短縮率

5D2Vをエレメントとした場合  $\approx 63.9\%$ 3D2Vをエレメントとした場合  $\approx 63.2\%$ 

## 5D2V同軸ケーブルをエレメントに使用した短縮アンテナの特性



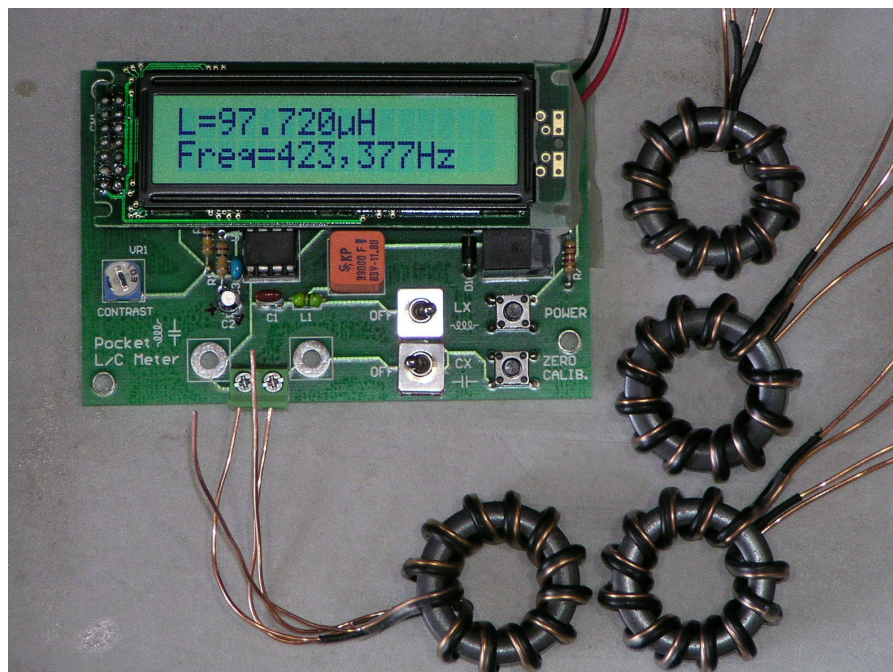
## 3D2V同軸ケーブルを使用した短縮アンテナの特性



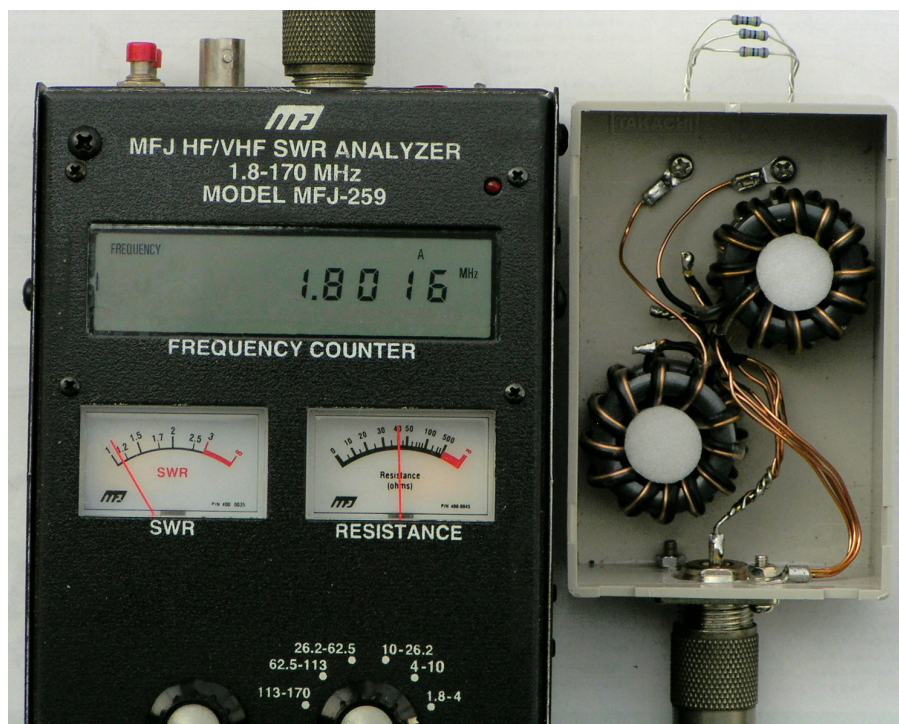
|            | 5D2V   | 3D2V   |                          |
|------------|--------|--------|--------------------------|
| SWR=2.0の範囲 | 154KHz | 177KHz | 1.5D2Vを使用すれば200KHzをクリアか？ |
| SWR=1.7の範囲 | 118KHz | 143KHz |                          |
| SWR=1.5の範囲 | 82KHz  | 95KHz  |                          |

**図 C**





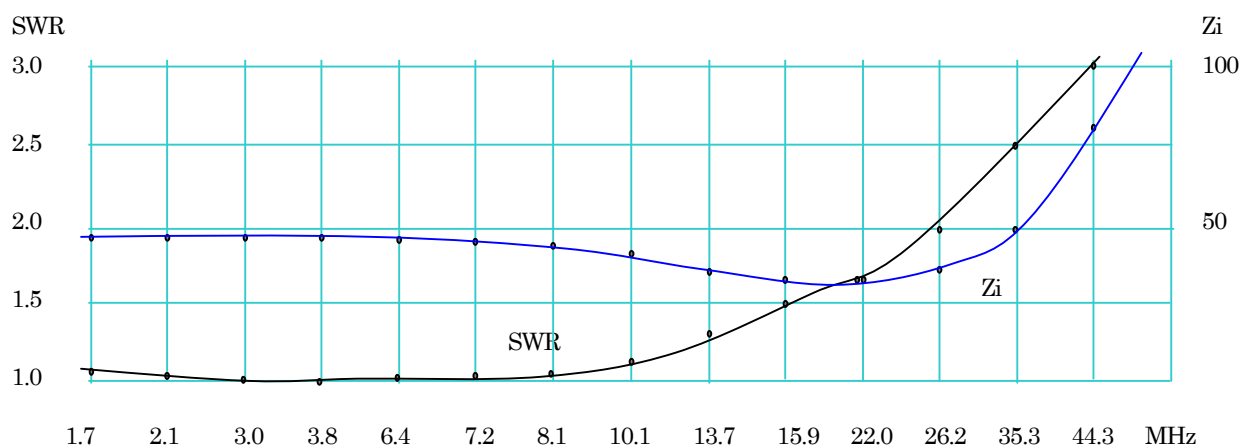
写真のトランスのインダクタンスは平均的な値です。他は $96 \sim 100 \mu\text{H}$ で仕上がりました。この値ならば $1.8\text{MHz}$ より作動させることができます。



ケースに組み込んだ状態  
ガサツキ防止のためやはり2個ずつ重ねています。建築資材の隙間埋め用のスチロールチューブ $20\Phi$ を使用しました。

完成したこのバランのインダクタンスは  
1次側 $\div 15.7 \mu\text{H}$   
2次側 $\div 355 \mu\text{H}$  で計算値と合いません。どこにキャンセル分があるのか？未解明。

エレメント接続部に $800\Omega$  ( $2.4\text{K}\Omega$ を3本並列接続)を接続して測定しました。  
(下図) SWR アナライザは $1.7\text{MHz}$ あたりまでしか測定できません。この結果からして $1.7\text{MHz} \sim 11\text{MHz}$ での使用はOKのようです。



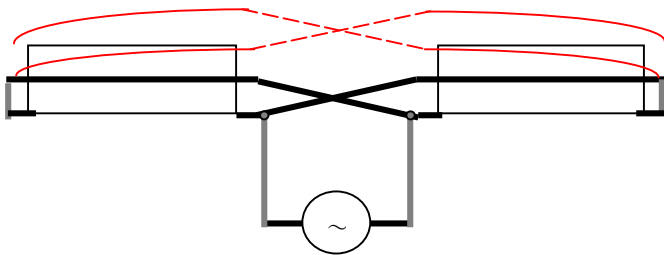


## アンテナとしてどのように作動しているか？

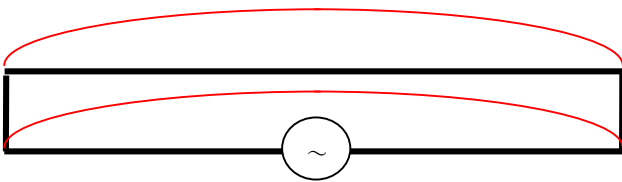
短縮された状態で外部導体および芯線にそれぞれ同相の高周波電流が流れ電波が輻射されると考えられます。同軸ケーブルの芯線から輻射されることは常識的にあり得ないことなのだが、もし輻射されないとすると熱損失となり安定して送信アンテナとして作動させることは出来ないはずなのだが現実にはそんな状態にならない。どうやらこの結線による高インピーダンス給電が従来の常識的な作動状態を覆してしまっているように感じられる。なぜなのかは不明。もっと単純明快な答えがあるのかもしれないが私には解りません。

ゆえに短縮された分だけ効率は落ちるが2波乗ることにより半波長ダイポールアンテナとくらべ遜色は無く、むしろ若干の+利得が予測される。実際に測定したわけでもなく、シミュレーションソフトもあるわけではないのです。またダイポールアンテナと比較したわけでもありません。あくまで私の勝手な想像に過ぎないことをご理解ください。

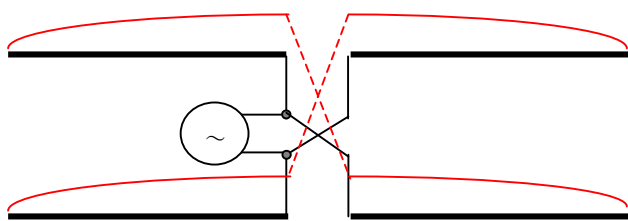
D図のダブルバズーカアンテナをMMANA（または他のアンテナ解析ソフト）で解析出来るのなら簡単にシミュレーション出来そうです。



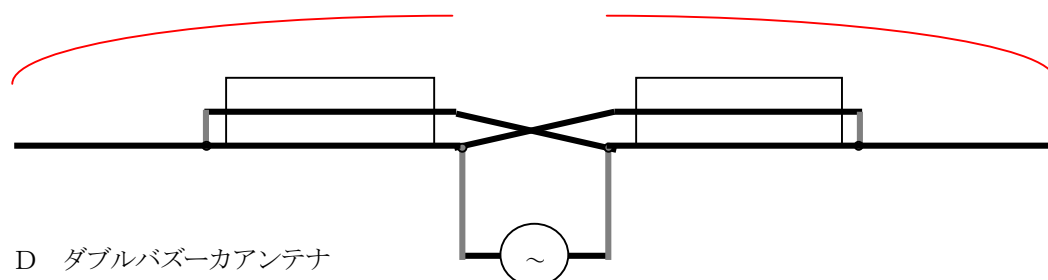
A クロス給電同軸ダイポールアンテナ



B フォールデッドダイポールアンテナ



C 8 JKアンテナ



D ダブルバズーカアンテナ

図A クロス給電同軸ダイポールアンテナ

このアンテナは同軸ケーブルの速度係数（短縮率）を活かした状態で作動する。このアンテナのエレメント上の電流分布は赤線で示したように表示できる。これはフォールデッドダイポールと同じです。（図B）ただ単に給電部がクロスしているか、していないかの違いです。

図B フォールデッドダイポールアンテナ

この種のアンテナは古くは300Ω TVフィーダーで実現したフォールデッドダイポールアンテナがあります。古い解説本ではこのままでフィーダーの短縮率（およそ82%）で作動するとの記述があります。実際に作られた方々の評価は短縮されて作動しなかったとの結論がほとんどです。このアンテナについては再実験の結果、思わぬ評価が得られましたので追実験をしてみたいと考えています。

図C 8 JKアンテナ

クロス給電同軸ダイポールと同様の給電法なのですが、このアンテナは前後のエレメント間隔は $1/8\lambda$ とすることにより作動する。電流分布は同じ。

図D ダブルバズーカアンテナ（米国特許 Oct.23,1984）

このアンテナは短縮されては作動していません。基本的に $1/2\lambda$ のダイポールアンテナと同じです。同軸ケーブルは（電氣的 $1/2\lambda$ 長）定在波の立つのを避けるスタブとして使用し、広帯域に作動するアンテナとして実現しています。よく見てみるとダイポールアンテナと同軸ケーブルスタブが並列に接続されているのが解ります。当然のことながらダイポールアンテナの給電インピーダンスが低いので給電インピーダンスは50Ω近くに下がります。このアンテナが意外に良い性能を発揮しているとの評価は、この同軸ケーブル自身からも効率は落ちるが電波の輻・受射（送・受信がおこなわれている）があると思われます。

クロス給電同軸ダイポールアンテナは、ダブルバズーカアンテナのスタブとして使用している部分のみを給電したアンテナといえます。（誰でも思いつく範囲なのかも知れませんが、これまで誰も追求しなかったようです。）

こうしてみると同軸ケーブルをエレメントとして使用していることがアンテナの広帯域性を発揮していると思われます。

## もう一つの方法；フェライトビーズによるバランの製作

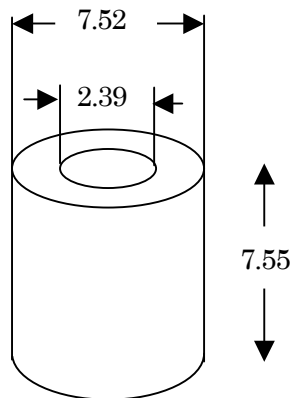
フェライトコアに巻き込むのは結構面倒な作業です。そこでこれまで6m用のバランで実現した製作法を応用してみます。使用するフェライトビーズはFB801#43です。1個あたりの許容通過電力は1MHzで4.24Wにすぎませんので1.9MHzでの許容通過電力は7.632Wです。実際には半分程度と見るのが妥当と思われます。一つのトランスを83.6 $\mu$ Hとするとフェライトビーズ54個を要します。4組作るには216個を要します。

許容通過電力はおよそ1648Wとなります。FB801の内径は2.39mmですので先に作った密着平行線（図A）の状態で使用することが出来ます。

3.5MHz以上での作動ならば30個 $\times$ 4=120個で許容通過電力はやはりおよそ1320Wとなります。いずれも安全のため1/2程度の電力が実用許容通過電力と考えたら良いと思います。

**FB801#43 寸法図 (mm)**

AL 値 1565 nH



L；

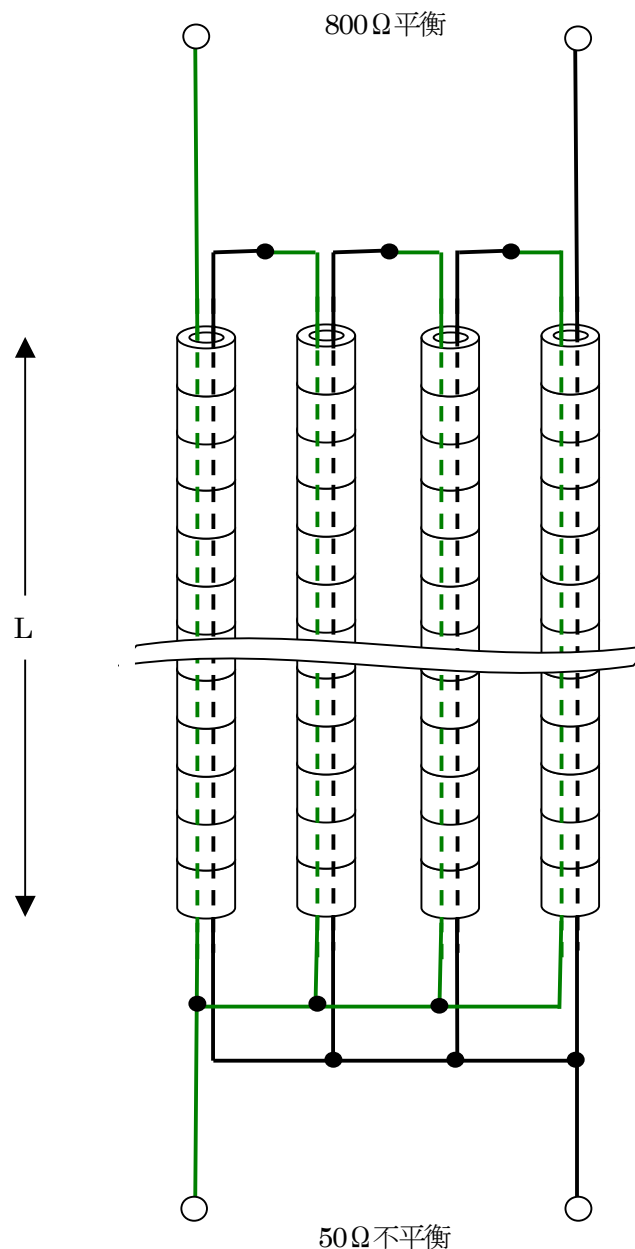
1.9MHz 対応

407.7mm FB 54 $\times$ 4

3.5MHz 以上対応

226.5mm FB 30 $\times$ 4

**フェライトビーズによるバランの構成図**



おまけ

「スタブ」とは

CQhamradio Mar.2008 別冊付録

スタブ...stub. アンテナとフィーダーのインピーダンスマッチングに使用する補助線。アンテナエレメントやフィーダーにスタブ（補助線）を2本出し、先端部を開放したりショート（短絡）してインピーダンスを調整する。

フリー百科事典「ウィキペディア（Wikipedia）」 [GNU Free Documentation License](#)

**スタブ**: 高周波回路において、他端の短絡した  $1/4$  波長より短い伝送路、あるいは、他端が解放になっている  $1/4$  波長より短い伝送路は容量性の負荷にみえる。アンテナの整合を取る場合に用いられることがある。; 電氣的に短い**アンテナ**: モノポール、ダイポールその他のタイプのアンテナで、電氣的な長さが  $1/4$  波長より短いものは、駆動回路（無線機など）から見た場合、容量性の負荷にみえる。整合を取るため小さな容量の可変インダクタが挿入されることがある。

スタブ詳細解説

知的財産権があると思いますので、このマニュアルには掲載しません。知りたい方は下記をアクセスして下さい。  
東京工業大学の研究グループの助手、他にも非常勤講師（電気回路学）を勤められています；平野拓一氏の詳細解説です。“～”を日本語で書き入れ検索できます。

“平野拓一のホームページ” <http://www-antenna.ee.titech.ac.jp/~hira/>

講義／電磁界解析法概論／チョーク構造とスタブの原理

英和辞典

**stub** — n. 切株；（鉛筆などの）使い残り；（切符などの）半券；短い切れはし；（一般に）短いずんぐりしたもの；（歯の）根；（タバコの）吸いさし；（小切手帳の）控え；【コンピュータ】ダミー、代用部分。

#### 関連する特許文献の内容

|      |             |                               |
|------|-------------|-------------------------------|
| 米国特許 | 第04479130   | 一般的に知られているダブルバズーカアンテナ         |
| 米国特許 | 第03656167   | 垂直系の同軸ケーブルを利用したダイポールアンテナ      |
| 日本特開 | 平01-117403  | 誘電体アンテナ                       |
| 日本特開 | 2004-328364 | モノポールアンテナ                     |
| 日本特開 | 2004-328365 | ダイポールアンテナ                     |
| 日本特開 | 2008-228257 | 短縮されて作動する同軸ケーブルを利用したダイポールアンテナ |

特許；発明品として認められた権利      特開；特許願が公開されているの意味

日本特開は最終的にどのような内容になっているかは解りませんがすべて特許となっている様です

検索用      H01-117403

2004-328364

2004-328365

2008-228257