

1. はじめに

都心部での DXing はノイズとの戦いです。ノイズは多くの電気製品から出ています。代表的なものは、インバータ回路を搭載した機器(エアコン、冷蔵庫、洗濯機、TV)やノートPCのスイッチングタイプの AC アダプタ、ケータイの充電器などです。また地方のホテルや民宿では、井戸から水をくみ上げるポンプや暖房器具からも発生していました。

これらの対策として、ノイズの影響を受けにくいスモールループアンテナを使ったり、AC 電源にラインフィルタなどを入れたりしますが、思うようにノイズが減らない場合があります。

それはなぜでしょうか？

このようなとき「コモンモードノイズ」と呼ばれるノイズの影響を受けている可能性があります。

今回は、このコモンモードノイズ対策として、コモンモードチョークを製作・使用したところ、好結果を得ましたので以下にご紹介いたします。

2. コモンモードノイズとコモンモードチョーク

ノイズにはアンテナから入ってくるものと電源から入ってくるものがあります。このノイズのうち、アンテナと接続している同軸ケーブルの芯線にノイズがのり、外皮の網線にはのっていないノイズや電源のプラス側にはノイズがのっているが、マイナス側にのっていないノイズを「ノーマルモードノイズ」と呼んでいます。

ノーマルモードノイズの対策は、電源系ならノイズフィルタを入れることで低減できる場合があります。しかし、アンテナから入っているノーマルモードノイズは、DX 局と同じ電波として受信していることから受信側での対策は困難です。(複数のアンテナからの受信信号を振幅・位相調整したノイズキャンセラが有効な場合もあります)。この場合は、ノイズの発生源を特定し、元から絶つしかありません。

一方、ノーマルモードノイズに対し、コモンモードノイズと呼ばれるノイズがあります。コモンモードノイズはどんなものか図 1 で説明をします。

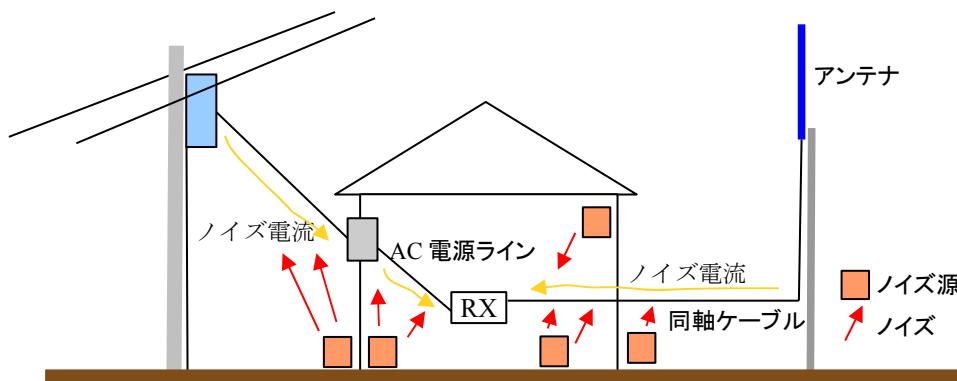


図 1. コモンモードノイズの入り方

図 1 のような受信システムを考えると、RX(受信機)に接続している同軸ケーブルや AC 電源ラインが、あたかもロングワイヤーのようになり、その近くにあるノイズ発生源からのノイズを受信します。このノイズは AC 電源ラインならコンセントの二つの導線にのっていますし、アンテナ系なら同軸ケーブルの芯線と外皮の網線の両方にのっています。このようなノイズをコモンモードノイズと呼んでいます。

このロングワイヤーを通る高周波電流を「流れない」、あるいは「流れにくくする」ことが対策になります。すなわち高周波電流の流れを制限する(高周波的な)抵抗を同軸ケーブルや AC 電源ライ

ンに入ればよいわけで、この抵抗の役目をするチョークコイルを「共通モードチョーク(CMC)」と呼んでいます。

一番簡単な CMC は、いわゆる 2 分割型のフェライトコア (EMI クランプ等) を同軸ケーブルにつけたものです。これは簡単に使えますが、1 個だけでは効果が少なく、長波、中波や短波ローバンドで効果を期待するには数量が必要です。単価は安くても数が多いとコストも重量もばかになりません。従って短波帯以下の低い周波数で効果を得るには、透磁率の高いトロイダルコアに同軸ケーブルを巻く方式がコスト、重量的にも優れています。

3. 製作

図 2 に CMC の回路図を示します。

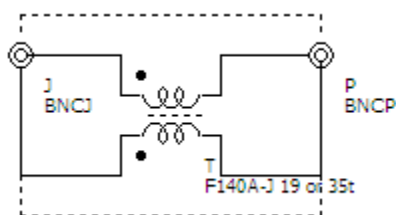


図 2. CMC 回路図

CMC に使うトロイダルコアは、F140A-J と呼ばれる大型コアです。このコアは残念ながら国内では入手が難しいので、米国のメーカーから直接取り寄せています。私が良く利用するのは CWS Bytemark

(http://www.cwsbytemark.com/index.php?main_page=index&cPath=206_221) です。こちらはクレジットカードで決済ができ、日本にも送ってもらえます。ただし発注数量が少ないと送料も割高になるので、共同購入や転送サービスの利用をお勧めします。

このコアに同軸ケーブルを巻きます。同軸ケーブルは巻き数を稼ぐため、できるだけ細いものを探し、モガミの 2310 を使いました。このケーブルは外径が 1.6mm と細く、今回の用途には最適です。これはオヤイデ電気 (<http://oyaide.com/catalog/products/p-595.html>) で入手できます。こちらも通信販売してもらえます。同軸ケーブルの巻き数は受信する周波数帯によって変えます。長波、中波なら 35 回 (ターン)、中波帯中心なら 19 ターンです。

これを図 3 の W1JR 巻きという巻き方でコアに巻きます。

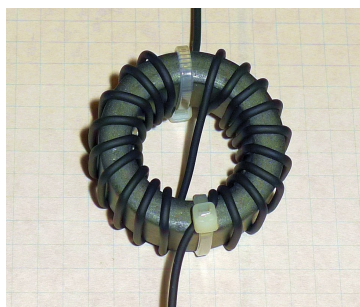


図 3. W1JR 巻き



図 4. 巻き始め



図 5. 折り返し



図 6. 巻き終わり

この巻き方は、入出力の物理距離が通常の巻き方より離れるため、入出力の結合が小さく CMC としての減衰特性が向上します。また高い周波数での特性が普通の巻き方より良くなるといわれています。同軸ケーブルの長さは、コイル両端に余長を 10cm とすると 19 ターンの場合は約 1m、35 ターンの場合は 1.75m です。

巻き方は、まず図 4 のように巻き始めをタイラップ (結束バンド) で固定します。このとき端末に

10cm程度の余分な長さを取っておきます。ケーブルを9回コアに巻きます。コアの穴を通る回数が9回で9ターンです。図5のように巻いて10回目を巻くときにコアの反対側に折り返しをします。そして、さらに9回巻いて19回目で図6のように巻き終わりのタイラップで固定します。

折り返しは、19ターンの場合は10回目でしたが、35ターンの場合は18回目です。

巻き終わったらCMCの両端にコネクタをつければ機能としては完成です。コネクタはBNC型でもM型でも好みのものでかまいません。ただしCMCは周囲に金属物があると性能に影響をするので、ケースに入れることをお勧めします。



図7. 外観と内部の様子

ケースには前記の理由で金属性のものを使ってはいけません。ここでは樹脂製のケースを使います。私はタカチのプラスチックケースSW-75を使用しましたが、屋外に長期間設置する場合や地面に埋める場合には防水や紫外線対策を施したケース(タカチGA12-7-4等)を使用します。塩化ビニール製のPVCパイプなども使えます。

ケースに収めたCMC本体は、図7のようにバスボンド等により動かないように固定します。

4. 特性確認

簡単な配線なので間違えることはないと思いますが、念のためにテスターにより導通と絶縁をチェックします。芯線どうして導通があること、網線どおして導通があること、芯線－網線間で導通がないことを確認します。

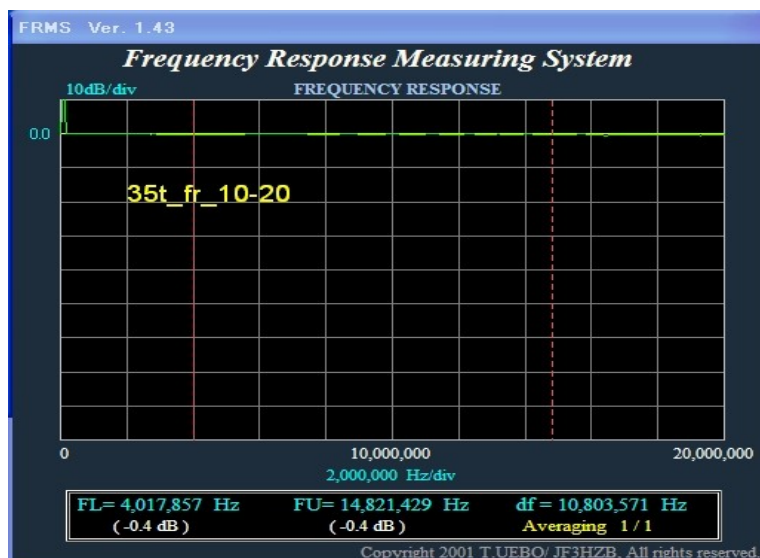


図8. 伝送特性(35ターン)

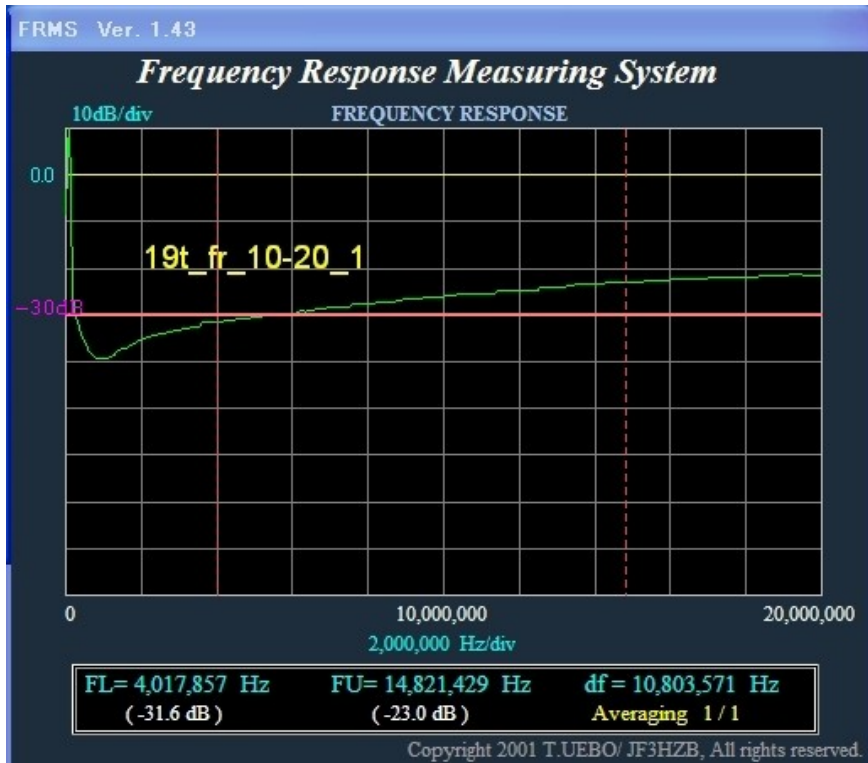


図 9. コモンモード減衰量(19ターン 100kHz~20MHz)

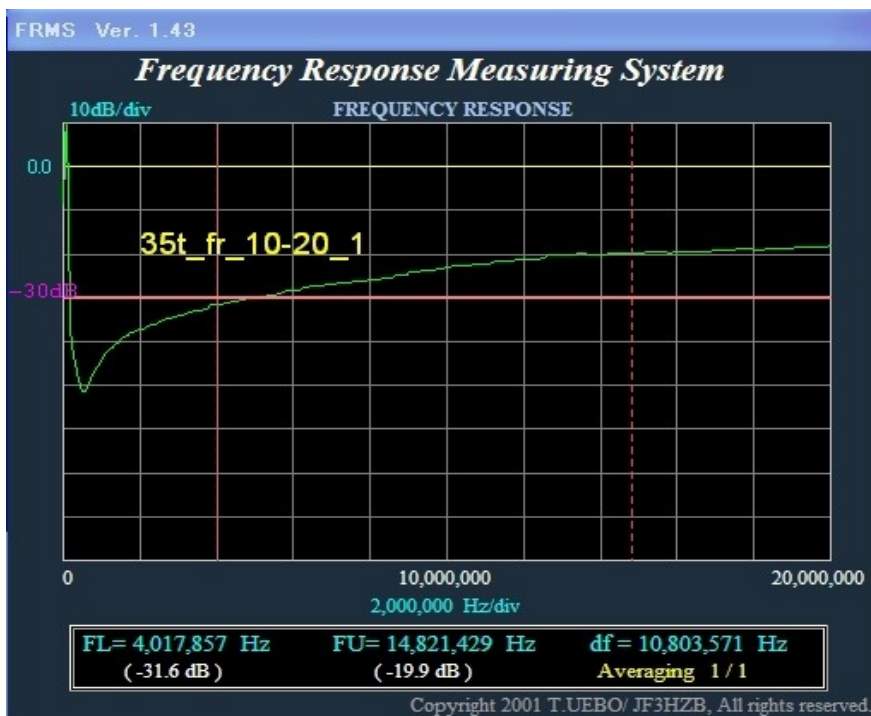


図 10. コモンモード減衰量(35ターン 100kHz~20MHz)

手持ちの周波数測定器「FRMS」で伝送特性(挿入損失の周波数特性)をチェックしたのが図 8 です。挿入損失(ロス)は 35 ターンで 0.4dB です。19 ターンはそれ以下でした。

次にコモンモード減衰量を測定したのが図 9(19 ターン)と図 10(35 ターン)です。どちらも約 4MHz まで 30dB 以上の減衰量が取れています。この減衰量はコモンモードノイズをどれだけ小さくできるかという指標で、30dB 以上が効果の目安です。

5. 使い方

続いてCMCの使い方例を図11に示します。

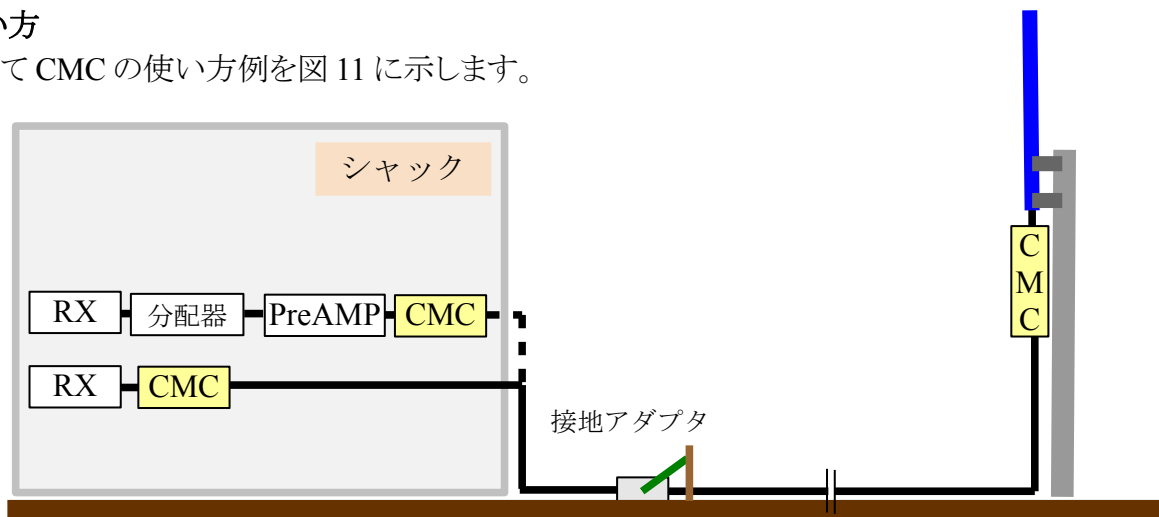


図 11. CMC の使い方

私の使い方はCMCを2個使います。まずアンテナの給電部に1個、もう1個は受信機のアンテナ端子直前に入れます。もしアンテナ端子とアンテナ間にプリアンプや分配器、アンテナ切替スイッチ等が入っているなら、アンテナをシャックに引き込んだところの最前段に入れるようにします。

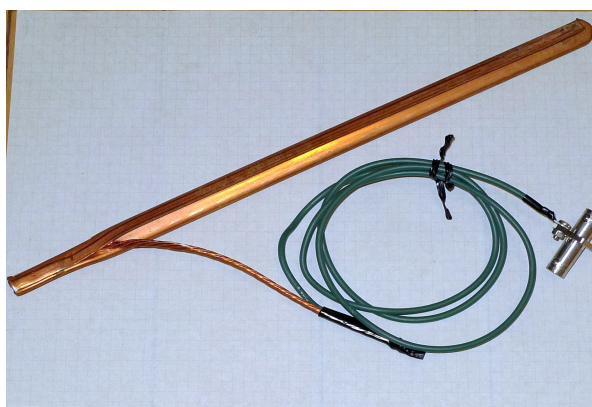


図 12. 接地アダプタ

そしてアンテナをシャックに引き込む直前に図12のようなアース棒に両端がBNCとなったコネクタ(BNC-PA-JJ)の付いた接地アダプタ(BNC-PA-J)を介して同軸ケーブルを接続します。アース棒は、同軸ケーブルを屋内に引き込む寸前に地面に打ち込みます。

このように接続することで、アンテナ直下のCMCでアンテナで発生するコモンモードノイズを低減でき、途中の同軸ケーブルで発生するものは、接地アダプタで大地に流れて影響を与えなくなります。また受信機側にもCMCが入っているため、影響を受けにくくなっています。

図11の例では、CMCはアンテナ1系等で2個必要なので、複数のアンテナを持つ場合は、CMCはアンテナ数×2個、製作します。また接地アダプタもアンテナの本数必要になります。

このCMCは直流を流すことができるため、同軸ケーブルに電源を重畳して供給するアクティブ系アンテナにも使えます。その場合も基本的には同じ使い方になります。

当方もALA1530で動作確認をしましたが特に問題ありませんでした。もしお試しになる場合は自己責任でお願いします。仮にCMC内部で芯線と網線間がショートしているとヒューズが切れたり、故障になる可能性があるので注意してください。

6.おわりに

ノイズ対策は、発生源を特定して退治するのが一番ですが、発生源の特定が難しく、特定できたとしても対策も難しいのが現状です。そんなときノイズが入ってくるルートを見極め、ノイズのモードを推定し、受信側での対策を行うことも有効な場合があります。

今まで受信システムに対するコモンモードノイズ対策は、国内ではほとんど放置されていた感があります。当方もずいぶん痛い目にあいましたが、少なくともこの CMC を使い始めてからの DX ペディではノイズに悩まされることがほとんどなくなりました。

また AC ラインフィルタ(コトヴェール SFU-005-3P)と組み合わせることで、スイッチング型 AC アダプタを使ったノート PC やノイズ発生源として悪名高い携帯電話の充電器を受信機の置いた室内で使ってもノイズを受けないようになりました。

ところで、CMC を入れることの副次的な効果として、受信システム全体がアンテナになることを防止することから、スモールループアンテナのナルが深くなったり、キレが良くなることも考えられます。

また今までノイズが多いと評価の低かったアンテナが、実はコモンモードノイズの影響を受けていたため、CMC を入れることで評価が一変することがあるかもしれません。特にホイップ系の電界検知型のアンテナはコモンモードノイズを受けやすい傾向があるようです。

なお、CMC の製作・使用にあたり、受信機やアンテナ設備等が破損しても当方では責任は持てませんので、あくまで自己責任で製作・使用して下さるようお願いいたします。

また受信場所の環境によっては、最初に述べたようにアンテナから直接入ってくるノーマルモードノイズが多いため、CMC を入れてもはっきりとした効果が確認できない場合もありますので、その点についてもご承知おきください。

それから本機は受信専用です。くれぐれも送信には使わないようにしてください。

皆さんの Dxing に少しでもお役に立てば幸いです。

以上

◆参考文献

- ① Is Your Coaxial Lead-In Actually an Antenna?? John H. Bryant with Bill Bowers, February 2001
- ② トロイダルコア活用百科 山村英穂著 CQ 出版社