

## 2023年1月ブログ集

### 目次

1月1日	Kindle Unlimited.....	3
1月2日	qucsStudio で設計するノッチフィルター.....	4
1月3日	QucsStudio で設計するローパスフィルター.....	6
1月4日	IC-706 に 430MHz 帯用リニアを接続して.....	8
1月5日	IC9700 に 430MHz 帯用リニアを接続して.....	12
1月6日	スプリアス低減の実験（オープンスタブ）.....	15
1月7日	JRL-3000F を修理しようとしたら・・・.....	17
1月8日	トリプレクサでスプリアスが低減できるか？.....	20
1月9日	2023年初のバンドニュー FT8WW 15m.....	23
1月10日	430MHz 帯用 BPF を借りてきました.....	24
1月11日	リニアアンプの発送準備.....	26
1月12日	TN8K Congo.....	27
1月13日	430MHz 帯用 BPF の評価.....	28
1月14日	430MHz 帯用 LPF の試作.....	30
1月15日	裏庭で焼き牡蠣パーティー.....	34
1月16日	マイクロストリップラインで作る第2高調波用ノッチフィルター.....	35
1月17日	続マイクロストリップラインで作るノッチフィルター.....	36
1月18日	リニアアンプ修理完了！.....	37
1月19日	やっと TN8K でバンドニューをゲット.....	38
1月20日	QucsStudio で設計する HPF と BRF.....	39
1月21日	BRF の製作.....	41
1月22日	スペアナのスプリアス.....	42
1月23日	太陽活動が活発.....	45

1月24日	お月見の準備は出来たけど・・・	46
1月25日	ヤフオクで落札したフィルター	47
1月26日	400MHz 帯妨害波除去ろ波器の周波数特性	49
1月27日	マイクロストリップラインで作る 430MHz 帯用 BPF	50
1月28日	LoTW で FT8WW 等をコンファーム	53
1月29日	マイクロストリップラインで作る 430MHz 帯用 BPF (その2)	54
1月30日	430MHz の落成検査に向けて	55
1月31日	430MHz の落成検査に向けて (その2)	56

## 1月1日 Kindle Unlimited

大晦日の夜、TVは一切見ず、もっぱらPCでネットサーフィンをして過ごしました。ちょっと前から高周波回路シミュレータ QucsStudio に興味があって、これを使いこなすためにネット動画などを見て学習していました。そんな時、本を買おうかな・・・という気持ちがふと湧き上がりました。

早速 Amazon で注文しようかと思ったのですが、大晦日に注文してもいつ配達されるか知れたものではありません。Amazon のページを良くみると「Kindle 版は無料」とあります。無料というのには色々条件がありますので、そのまま鵜呑みにするのは危険です。Kindle Unlimited の 30 日間無料体験というのがあったので、早速これを申し込みました。このサブスクの月額料金は 980 円なので、毎月購読している CQ ham radio よりも安い！もう何十年も購読していますが飽きてきたので今年こそ卒業しようと思います。Kindle Unlimited では、HAMworld という雑誌が追加費用なしで読めるらしいのです。よし、これに決めた！ということでポチッとやっちゃいました。

## kindleunlimited 読み放題



好きなだけ  
読み放題



考えてみれば、これも時代の趨勢です。これ以上紙媒体にしがみついているは置いてけぼりになってしまいます。新聞は 2 年程前にやめましたし、TV は全く見ません。ラジオも聞かなくなりました。本にしても新聞にしても、紙を消費すること自体、自然破壊と捉えられる時代でもあります。紙の本や新聞を運ぶには運賃が掛かるし、燃料も必要です。そうして集まった紙は、直ぐにゴミになってしまうのですから、どう考えてもデジタル化 (DX と言うらしい) の勝ちです。

米国では、2010 年に電子書籍の購読数の方が紙媒体を上回ったそうです。いくら日本

が後進国とはいえ、そろそろコソコソなのです。



昨晚、Kindle で 4 つの高周波回路に関する本を購読しましたが、考えてみれば本を書く側にとっても電子書籍化はメリットがあると思います。従来のやり方だと、出版する側には「売れなかった時」のリスクがあります。再販制度に守られて価格は保証されていますが、紙でできたモノを在庫するリスクは出版社にあるので、売れるものを出版するように頑張る訳です。紙の本を作るには、執筆、校正、編集、制作、配本、販売、広告の営業など、それなりの膨大な手間がかかることは想像に難くありません。

しかし、デジタル出版はどうでしょうか？ 1990 年代から DeskTopPublishing という言葉が持てはやされて、今では当たり前のことになっています。それほど金も手間も掛けずに、執筆する能力さえあればデジタル出版ができるのです。（それで儲かるかどうかは別にして・・・）

最近では、Web も広告に侵されていて辟易としているところなので、KindleReader で広告のない本を静かに読むのも良いものです。

## 1 月 2 日 qucsStudio で設計するノッチフィルター

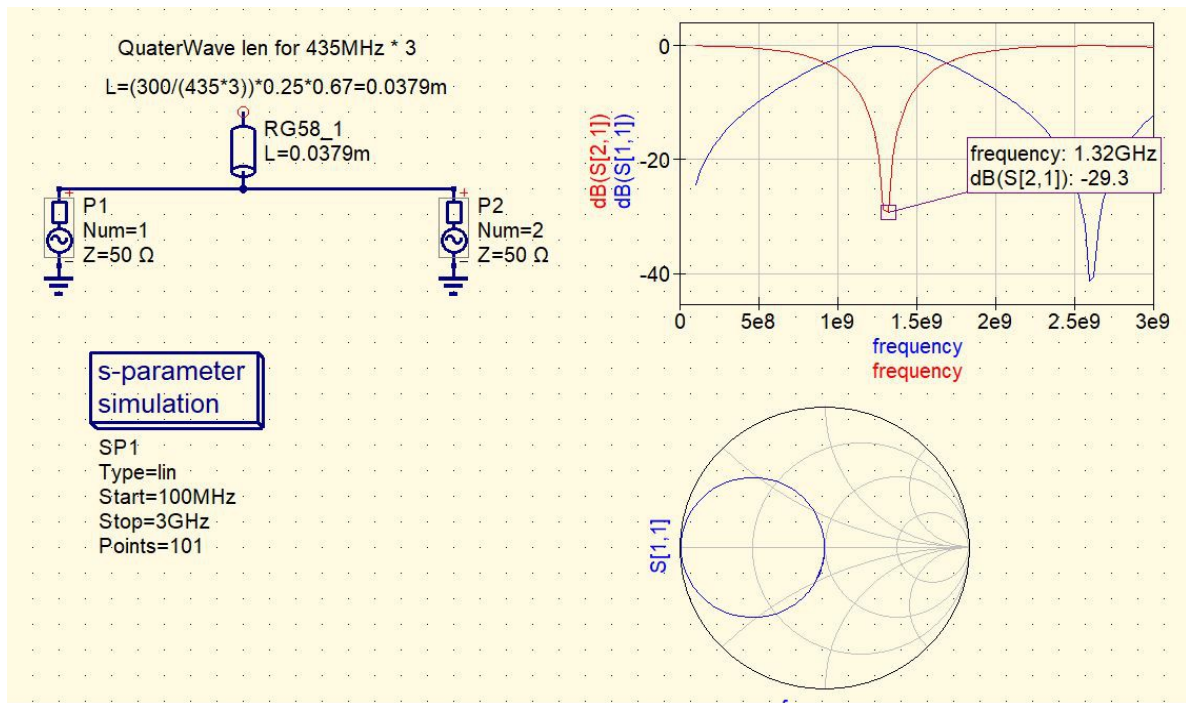
430MHz 帯の QRO を予定しています。購入したリニアアンプを接続してのスプリアス測定は未だ実施していませんが、430MHz 帯のアマチュア局の場合、スプリアス領域の許容値は -70dBc なので結構厳しいのです。スプリアスが発生するとすれば、奇数次高調波で、その中でも 3 倍高調波 ( $435 \times 3 = 1305\text{MHz}$ ) が一番強いと想定されます。そこで、実際に製作するかどうかは別として、スプリアスを除去するためのノッチフィルターを、とりあえず設計してみました。

ノッチフィルターは減衰特性が急峻なので、特定の周波数だけ阻止するには最適です。

1/4 波長オープンスタブは、ノッチフィルタとして動作することが知られています。そこで、今回は、qucsStudio という高周波回路用のシミュレータを使って設計しました。qucsStudio はフリー（無料）のアプリです。

まず、伝送線路として同軸ケーブルを使うとして設計します。qucsStudio に付属しているライブラリの中に 50Ω 系の RG-58 があるので、それを使いました。線径が細いとか減衰量大きいとか諸々のことは置いておき、とりあえずシミュレーションにより感じを掴むことにします。

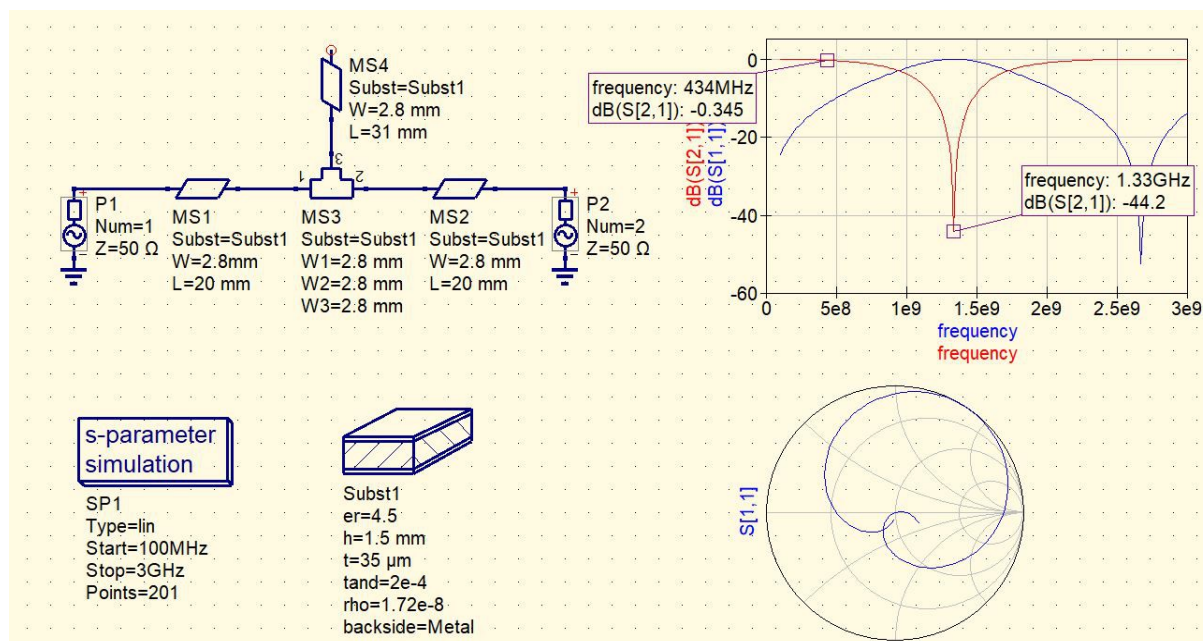
1305MHz における電気長が 1/4 波長となる長さは、RG-58 の波長短縮率を 67% とすると、 $(300/1305) * 0.25 * 0.67 = 0.0379\text{m}$  となります。シミュレーション結果を以下に示します。



1.32GHz で 29.3dB の挿入損失が得られることがわかります。435MHz における挿入損失は、ほぼゼロです。

1/4 波長オープンスタブにより、このように素晴らしい特性が割と簡単に得られるがわかりましたが、実際に製作するとなると長さ 37.9mm を正確に切り出すことができるのか？とか、コネクタを繋ぐとした場合のコネクタの長さがどのように影響するのか？など疑問点があります。

そこで、プリント基板にマイクロストリップラインを引いて製作したらどうなるのかを qucsStudio を用いて設計してみました。



プリント基板の材質はFR4とし、厚さ1.5mm銅箔厚35μmとしました。この基板材料では、線幅が2.8mmで特性インピーダンスが約50ΩになることがqucsStudioのツールを用いて算出できたので、入力端P1と出力端P2を結ぶ配線やスタブの配線は、この線幅に統一しました。スタブMS4の長さを変えながらシミュレーションを繰り返してノッチ周波数が1305MHz近傍となるようにしました。

この結果、長さ31mmのオープンスタブによって1.33GHzで44.2dBの挿入損失を持つノッチフィルタが得られます。このような構成ならば、PCBとして簡単に実現できそうです。

このように、qucsStudioを使うことで、マイクロストリップラインを使った電気回路の電磁界シミュレーションが簡単にできることが分かりました。qucsStudioは、まだまだ色々な機能を持っているようなので、机上実験する時の有用なツールとして活用できそうです。

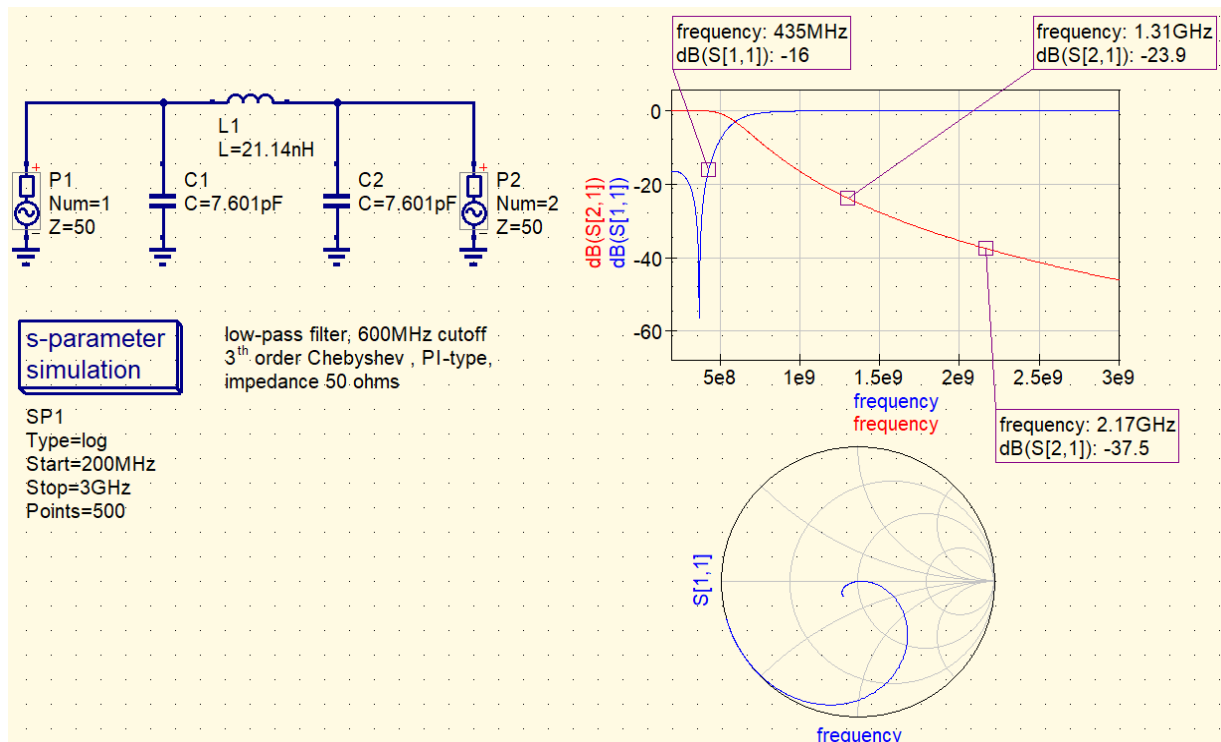
## 1月3日 QucsStudioで設計するローパスフィルタ

昨日に続きQucsStudioを使って、今日は430MHz帯用のローパスフィルタを設計してみました。500Wリニアアンプの後段に設置することを念頭に置いています。机上の空論とならないように、実際に製作し易いように配慮しました。

QucsStudioには、カットオフ周波数やフィルタのタイプなどを入力すると、シミュ



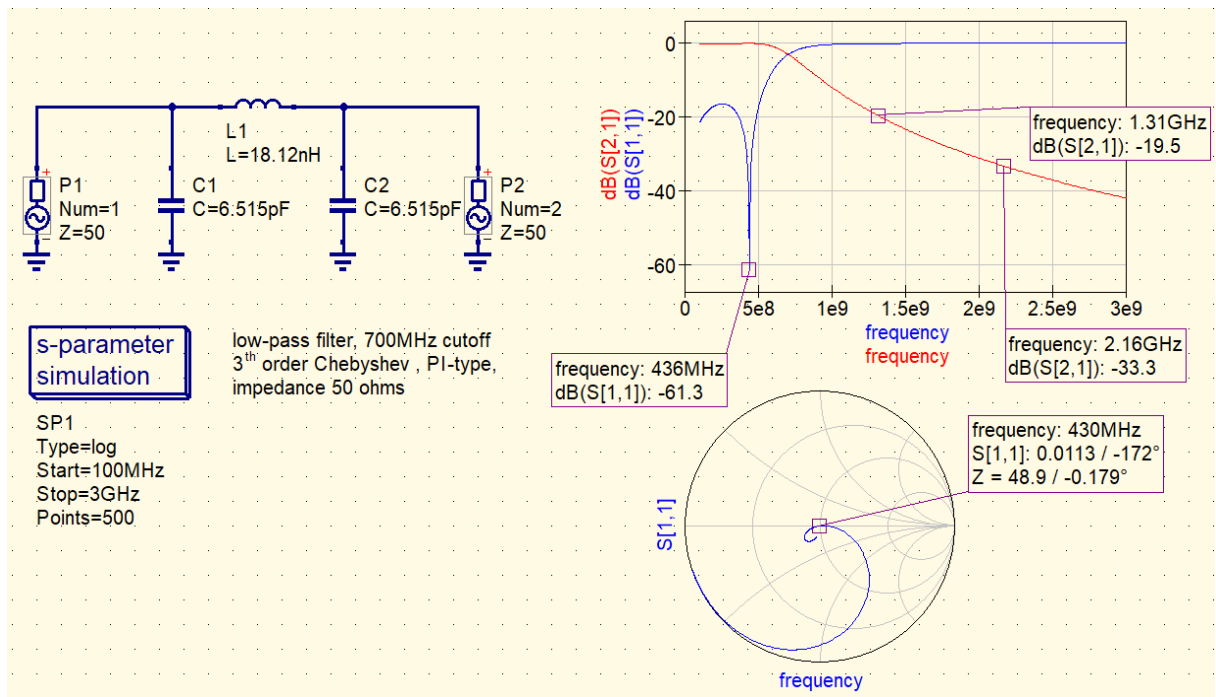
レーションモデルを自動的に生成してくれるツールが付いています。チェビシェフ型3次ローパスフィルタとし、カットオフ周波数は600MHzとしn型回路としました。作成された回路と、そのシミュレーション結果を示します。



第3次高調波(1305MHz)は23.9dBに、第5次高調波(2.175GHz)は37.5dBにそれぞれ減衰されることとなります。

しかし、435MHzにおけるS11は-16dBなので、SWRは1.38となり、500W入力時には12.5Wの電力が反射波となり、あまり宜しくありません。これにCとLでマッチングすることは可能ですが、余分に集中定数を増やすのは製作する上で好ましくありません。周波数特性をよく見ると、435MHzよりも低い周波数にノッチポイントがあることがわかります。

そこで、フィルタを合成する時に指定したカットオフ周波数を少し変更して、ノッチポイントを引き上げて435MHz付近でマッチングするようにしました。



fc=600MHzとした時よりも、第3次および第5次高調波の減衰量が少し減りましたが、回路が複雑になるよりはマシでしょう。

## 1月4日 IC-706に430MHz帯用リニアを接続して

足の怪我が回復してきて、リニアアンプのような重量物を持ち上げることができるようになったので、IC-706に430MHz帯用リニアアンプ（スロバキア・vhelectronics社製TAJFUN1000）を接続してみました。





まず、知人からボード 43 用の 430MHz 帯に適合するエレメント(500D)を借りているので、これを使用して TAJFUN の表示と Brid Model43 の表示の差異を調べました。結果は次のように差異は 5%以下なので、TAJFUN のデジタル表示を信用しても良さそうです。

(測定に使用した 30dB アッテネータが 300W 仕様だったので、測定は 200W までに行いました。)

IC705の設定	20%	30%	40%
TAJFUNの読み	85	142	200
Bird43(500D)の読み	85	140	200

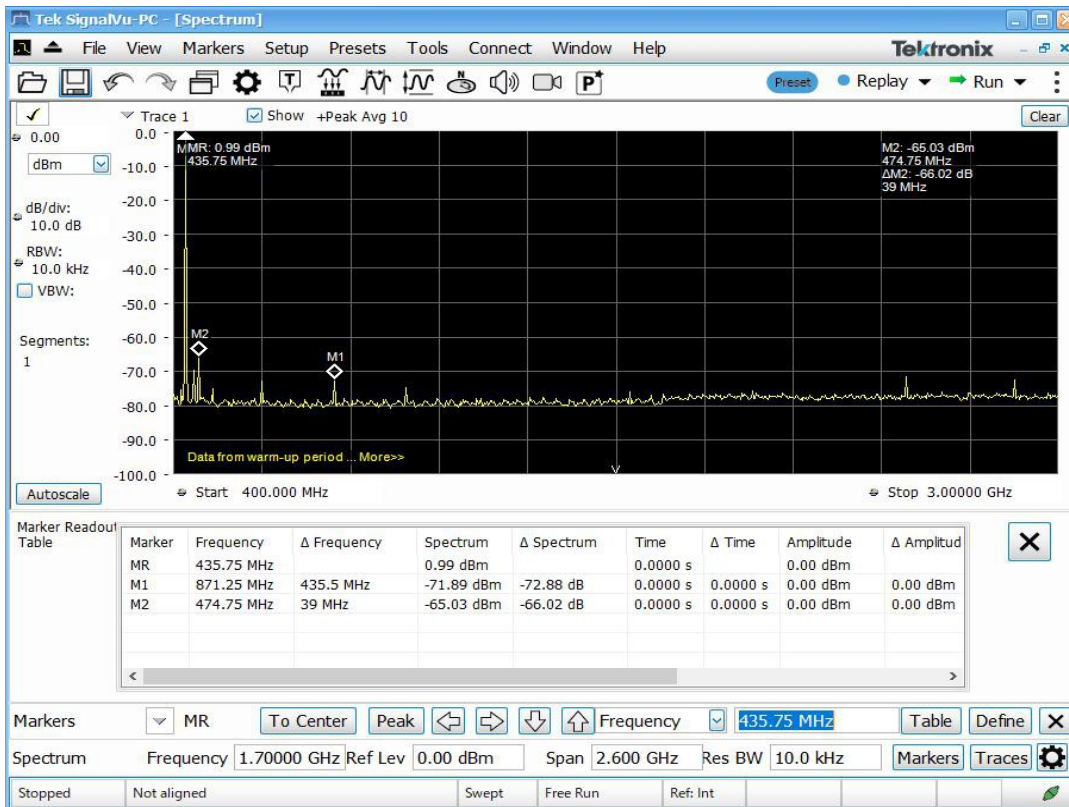
IC705 の設定が 40% というということは 4W であり、このときリニアアンプの出力が 200W ということは、ゲインが 50 倍 = 17dB ということなので、カタログに記載のある 18dB よりも少し低めですが、リーズナブルな値でしょう。

435MHz の CW で送信した時の、435MHz 以下(30MHz~530MHz) および 435MHz 以上 (400MHz~3GHz)のスプリアス領域のスプリアスを測定した結果を示します。測定時には約 140W(30%)で送信し、30dB300W のアッテネータと 20dB2W のアッテネータ及び RG-316(5m)損失 2.6dB@435MHz を接続しました。





これによると、435MHz 以下のスプリアス領域には、165MHz、365MHz に-70dBc 以上のスプリアス発射があり、435MHz 以上のスプリアス領域では 871MHz および 1305MHz に-70dBc 以上のスプリアス発射があります。これらのスプリアス発射が、すべてリニアンプに由来するものかどうかを調べるために、20dB のアッテネータを取り外して、IC705 単体のスプリアス発射を測定したのが以下の画像です。



これによると、165MHz、396MHz および 474MHz に-60dBc 以上のスプリアス発射が認められます。法令では、50W 以下のアマチュア局ではスプリアスの許容値は-60dBc なので、IC705 には問題ありませんが、エキサイターとして使用した場合には、これらのスプリアス発射を-70dBc 以下に抑え込む必要があります。

IC705 の送信機系統図を見ると、469.35MHz の Lo (局発) と 39.35MHz の IF (中間周波数) を MIX して 430MHz を得ているようです。(435MHz では 474.35-39.35=435 の関係) 従って、396MHz および 474MHz のスプリアスは、IC705 の局発によって生じているものです。IC-705 とリニアアンプの間にノッチフィルターなどを挿入して除去する必要があるようです。

また、165MHz のスプリアスは、435MHz の 1/3 である 145MHz とは違うので低調波ではありません。ブロック図をあれこれ眺めて計算したり考えたりしてみましたが、何に由来するのか原因不明です。しかし、IC705 から出ているスプリアスであることは確かなので、これもノッチフィルターか HPF または BPF によって除去する必要があるでしょう。

一方、リニアアンプ接続時に顕著になる 875MHz および 1.3GHz のスプリアスは第 2 次および第 3 次高調波なので、リニアアンプの出口に LPF または ノッチフィルターを設置して除去する必要があるようです。

TAJFUN のゲインは、カタログ値で 18dB なので出力 500W を得るには 10W もあれば十分なので、IC705 でドライブすれば 500W を得ることができそうですが、IC705 由来のスプリアスが沢山あるので、これらを除去するためのフィルターを彼や是や用意する必要があるようです。

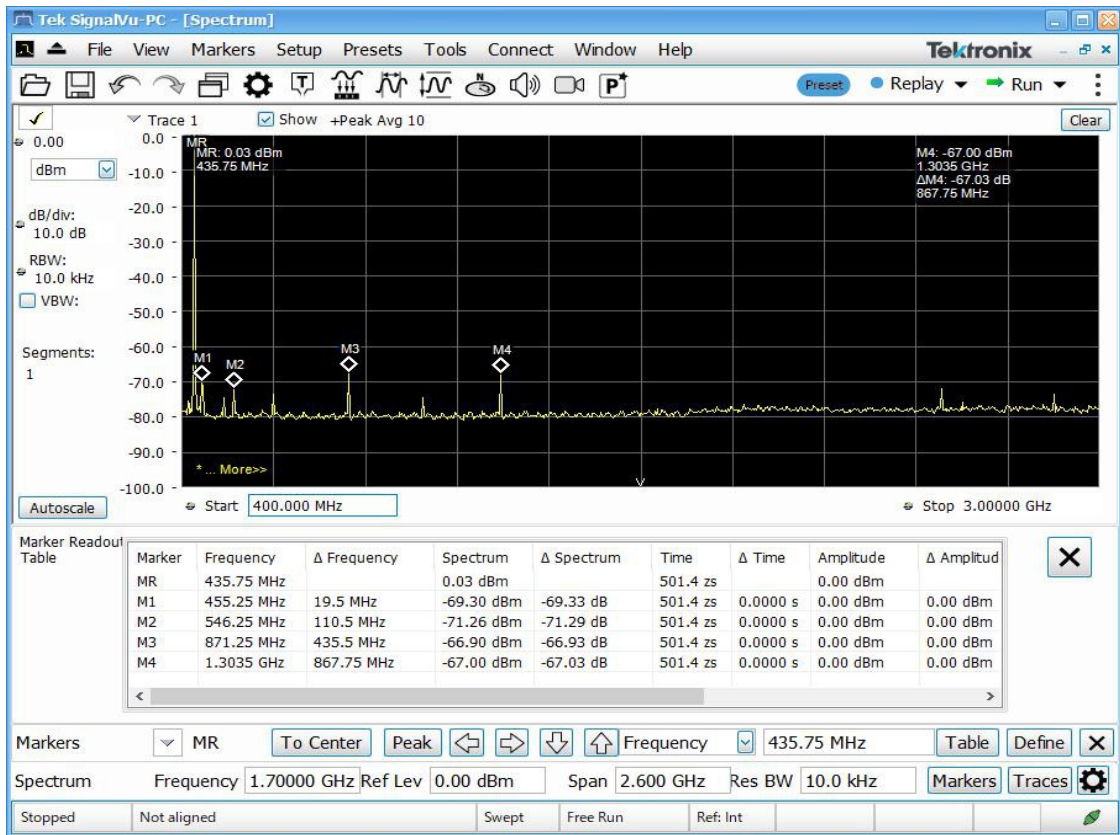
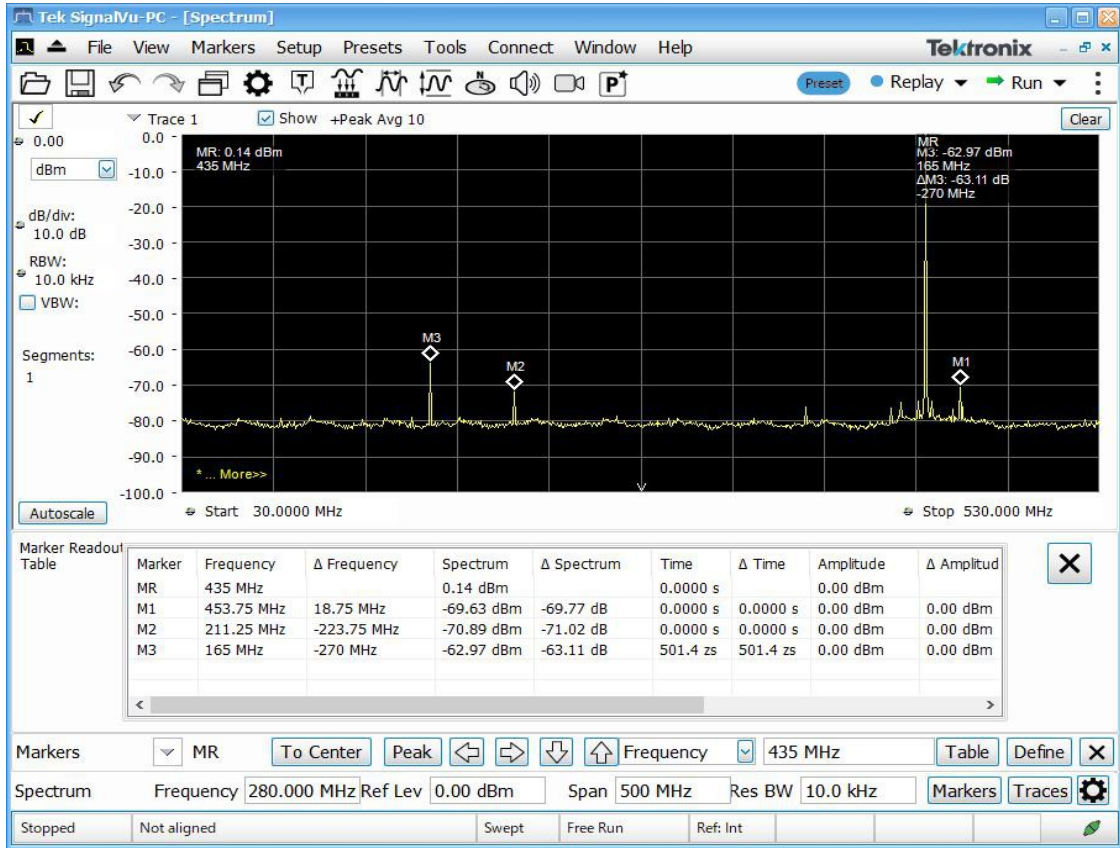
周波数ドリフトに問題がある IC9700 ですが、法令では周波数ドリフトについて細かい規定がないようなので、もう一度 IC9700 と TAJFUN の組み合わせについて検討してみたいと思います。

## 1 月 5 日 IC9700 に 430MHz 帯用リニアを接続して

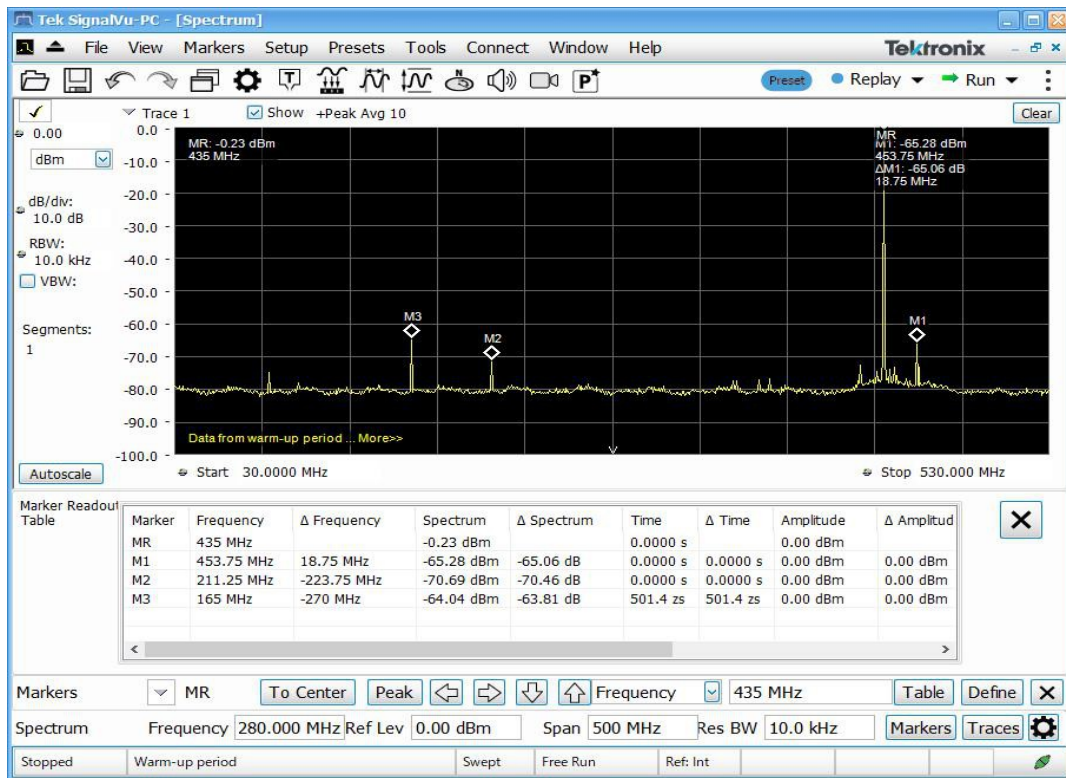
IC9700 にリニアアンプを接続してスプリアスを測定してみました。IC9700 の出力設定を 5% にすると TAJFUN (リニアアンプ) の読みが 202W になりました。この時、Bird43 の読みもほぼ 200W でした。この時の 30MHz から 530MHz のスプリアスと



400MHz から 3GHz のスプリアスを示します。



法令の基準を超えるスプリアスが低域側に2つ、高域側に4つ存在します。リニアアンプの電源をOFFにして、20dB アッテネータを取り外して測定した時の画像を以下に示します。





リニアアンプを OFF にした時でも、法令の基準を超えるスプリアスが低域側に 2 つと高域側に 2 つあることが分かります。

これらの測定結果から、リニアアンプを接続することによって生じているのは、1.3GHz の第 3 次高調波だけであるということがわかりました。リニアアンプの仕様書にスプリアス発射強度は -70dBc 以下と記載されていますので、少し残念です。

スプリアスが何に起因するのか、送信周波数を 1MHz つづ変化させて、その時に生じるスプリアスの周波数がどのように変化するかを調べてみました。

その結果、453.75MHz のスプリアスは周波数が変化せず、211.25MHz のスプリアスはヘテロダイン、165MHz のスプリアスは逆ヘテロダインの関係にあることがわかりました。

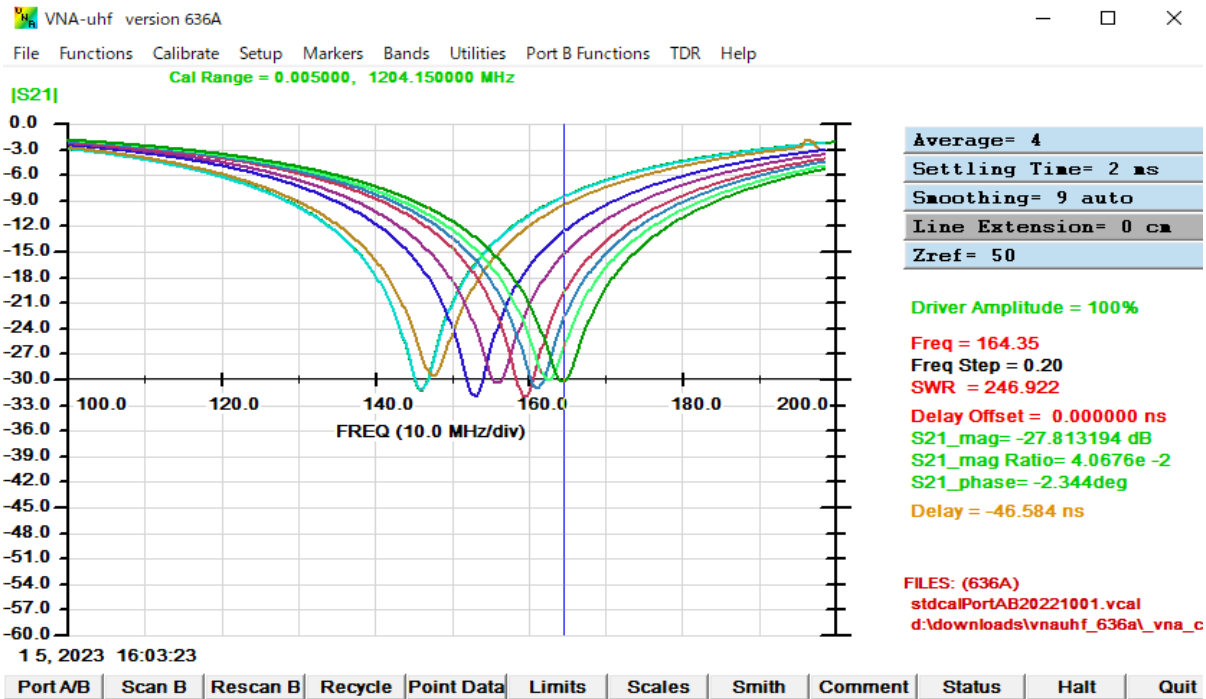
IC9700 の送信機系統図を見ると、ダイレクトサンプリング方式と謳われているだけあって、ミキサーのようなものは見当たりませんでした。なので、これらのスプリアスがどのような原因で生じているのか不明です。いずれにしても、50W 以下のアマチュア局としては法令を満たしているので、問題はありません。それを 500W 設備のエキサイターとして使用しようとするから問題なのです。

エキサイターとリニアアンプの間に問題の周波数ごとにノッチフィルターを設置し、リニアアンプの後段にローパスフィルターを設置してスプリアスを除去するという方法で問題解決していきたいと思います。いつになったら落成検査が受けられるでしょうか？(;´д` )トホホです。

## 1 月 6 日 スプリアス低減の実験（オープンスタブ）

IC9700 と IC705 に共通な 165MHz のスプリアス（約 -63dBc）は、同軸ケーブルで作った 1/4 波長オープンスタブで低減できるのではないかと考えて実験してみました。

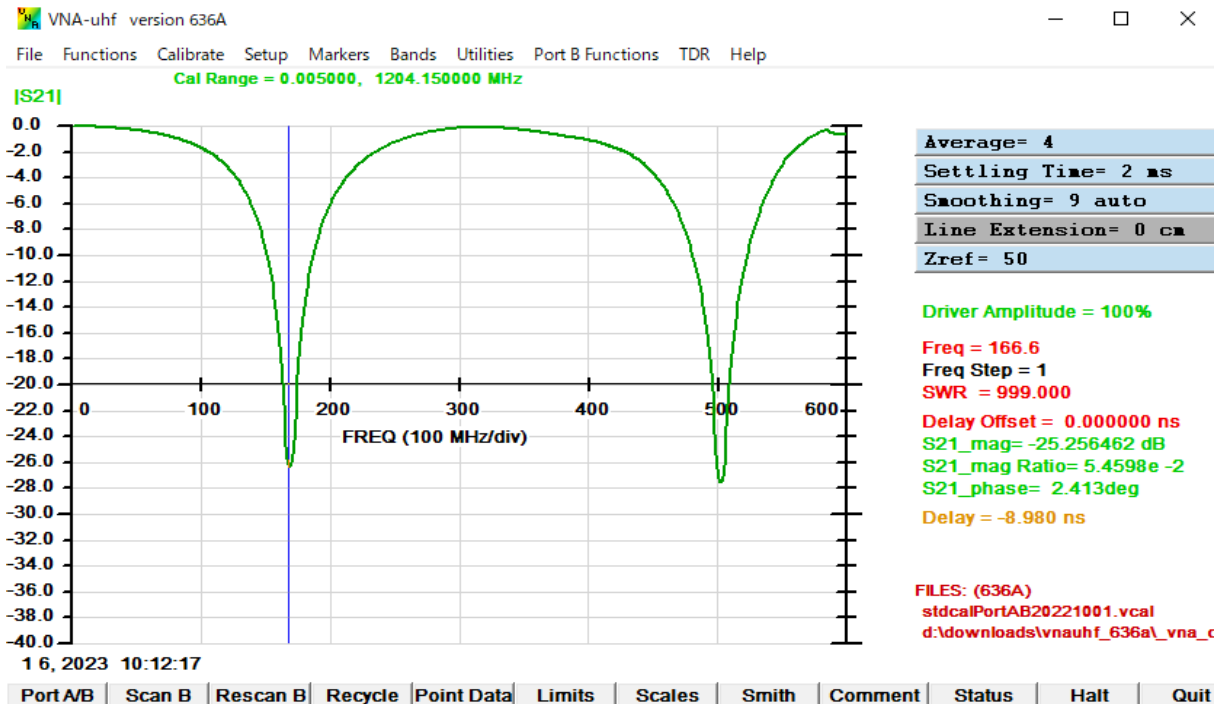
まず、手持ちの N コネクタ付同軸ケーブルを、VNAuhf のポート A とポート B に間に T 型コネクタで接続して、165MHz で S21 が最大になるように少しずつ切り詰めていきました。コネクタの先端から同軸のカット部までの長さは 365mm で 165MHz の 1/4 波長となりました。（同軸ケーブルは CLF240 で、誘電体は発泡ポリエチレン製）



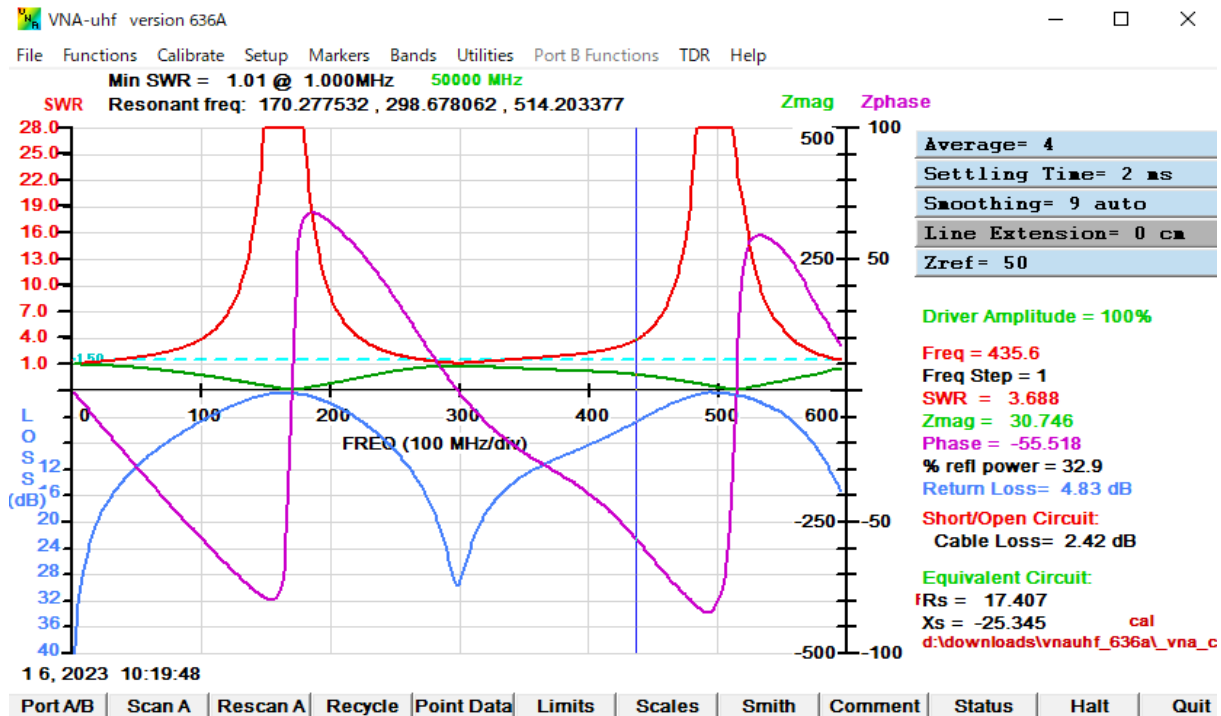
このようにして作った同軸ケーブルとT型コネクタを30dBアッテネータとスペアナ入力の間に接続して、接続する前と接続した後で165MHzのスプリアスが、どの程度低減するのかを比較してみました。

結果は、全然変化なし・・・期待したスプリアス低減効果はありませんでした。

なんでだろう～なんでだろう？って色々考えたのですが・・・オープンスタブを接続することでインピーダンスが乱れてしまったことが原因かもしれません。



オープンスタブのノッチ周波数は、1/4 波長となる 165MHz 以外にも、その奇数倍にも生じます。453MHz は、165MHz の 3 倍の周波数近傍であるため影響を受けているようです。ポート B に接続したまま (50Ω で終端した状態で) ポート A から SWR などを測定しました。下の図に示すように、435MHz での SWR は 3.68 にもなっていて、約 33% の電力が反射されています。



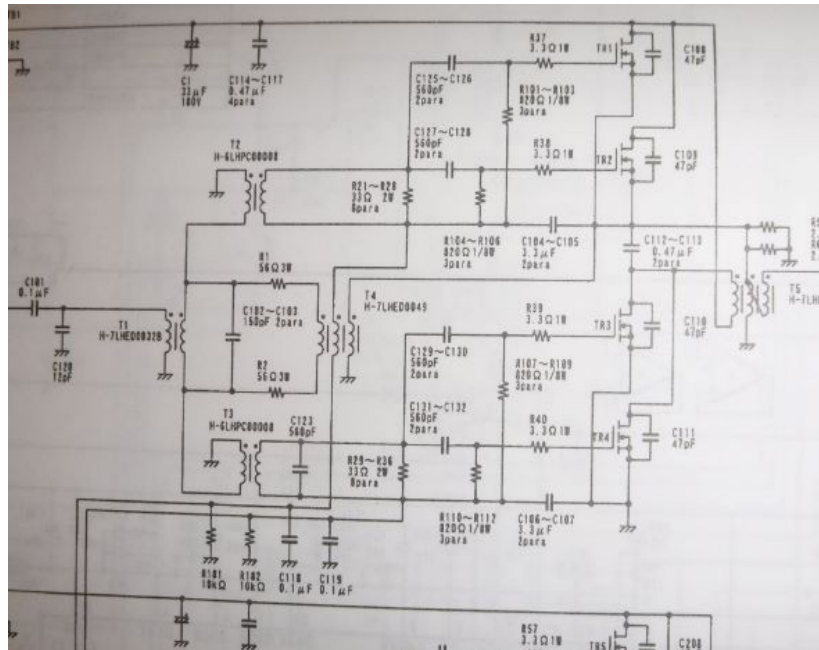
上の図から、もしも  $f_c$  が 300MHz 近傍だったら、上手くいったかもしれません。一般的には、スプリアスが余程都合の良い周波数に存在しない限り、同軸ケーブル製のオープンスタブで基本周波数 ( $f_c$ ) の下側のスプリアスを低減させるのは難しそうです。

基本周波数 ( $f_c$ ) の上側に存在するスプリアスの場合、 $f_c$  の 3 倍以上なら上手く低減できるかもしれません。

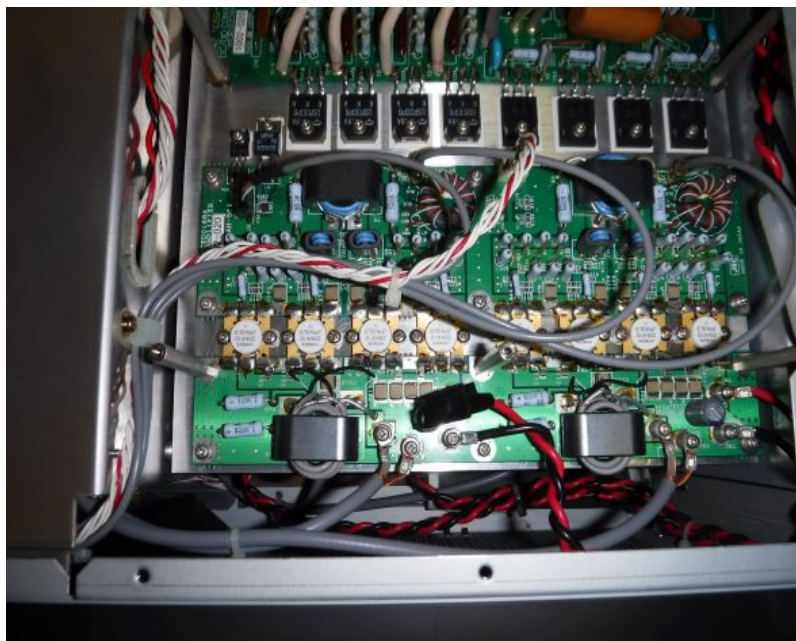
## 1月7日 JRL-3000F を修理しようとしたら・・・

11月20日に壊れたリニアアンプ (JRL-3000F) を修理するつもりで、ネジを外してみました。筐体の側板と、内部にある両側のアルミ板を取り外したところ、ご本尊の終段部が見えるようになりました。1枚の基板に FET(2SK410) が一列に 8 個並んでいます。1枚の基板に 2 つの PA が搭載されていて、左右に 2 枚の基板が搭載されています。1 つの

PA部(250W)の回路は次のようになっています、プッシュプル回路が2パラ(4つのFET)で構成されています。1kWを得るために4つのPA部を合成するようになっています。



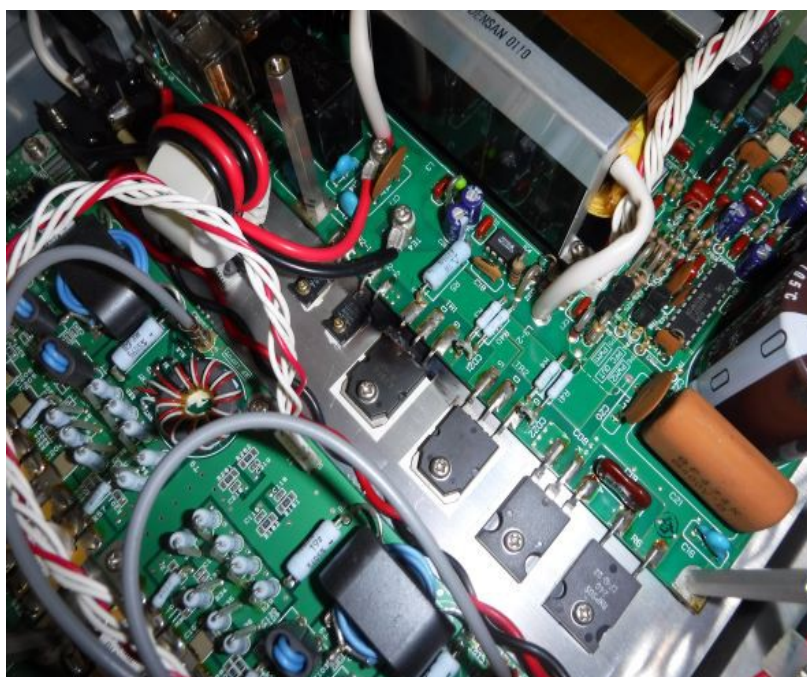
故障の症状は、電源投入後PAスイッチを押すと $I_d$ が約50A流れ、 $V_d$ が0Vになり、アラームが表示されるというものなので、4つあるPA部のどれか1つが壊れているんじゃないかと目星をつけていました。4つのPA部には、それぞれVddが接続されているので、それらの端子を外してどれが異常なのかを調べました。正常と思われる3つの回路のVdd-GND間の抵抗値は約9M $\Omega$ だったのに対し、1つの回路だけは約46k $\Omega$ だったので、このPAが故障しているだろうと推定しました。



1つのPA内の4つのFETのうち、どのFETが壊れているのでしょうか？よく回路を見ると、一つでも壊れていて空乏層が広がりっぱなしになってドレインソース間に過大な電流が流れると、過電流を検出して問題となっている症状になると考えられます。直流的には、4つのFETのドレインは共通電位になってしまうので、テスターで抵抗値を測定するという方法では、どのFETが壊れているのかわかりません。各FETのドレインの半田を外して、ドレインとソース間の抵抗値を測れば何かわかるかもしれません。

取りあえず、今日のところは、悪いと思われるPA部の電源端子を外して、絶縁テープで巻いて、電源を入れてみました。PAボタンを押してVddが約50V、Idが0Aになればイイね！と思って、PAボタンを押すと「パチッ！」という音がして閃光が見えました。あら～～！！やっちまいました。修理するつもりだったのに、余計に壊してしまいました。こんな経験・・・いつか経験したことがあるような～！

音と光によるAVショーの結果は、焦げた跡として残っていました。折角ファイナルのFETを手配していましたが、この交換だけでは済まなくなっていました。もう私の手に負えそうにありません。バンザイです。玄人の方をお願いするっきゃなさそうです。(;'д` )トホホ



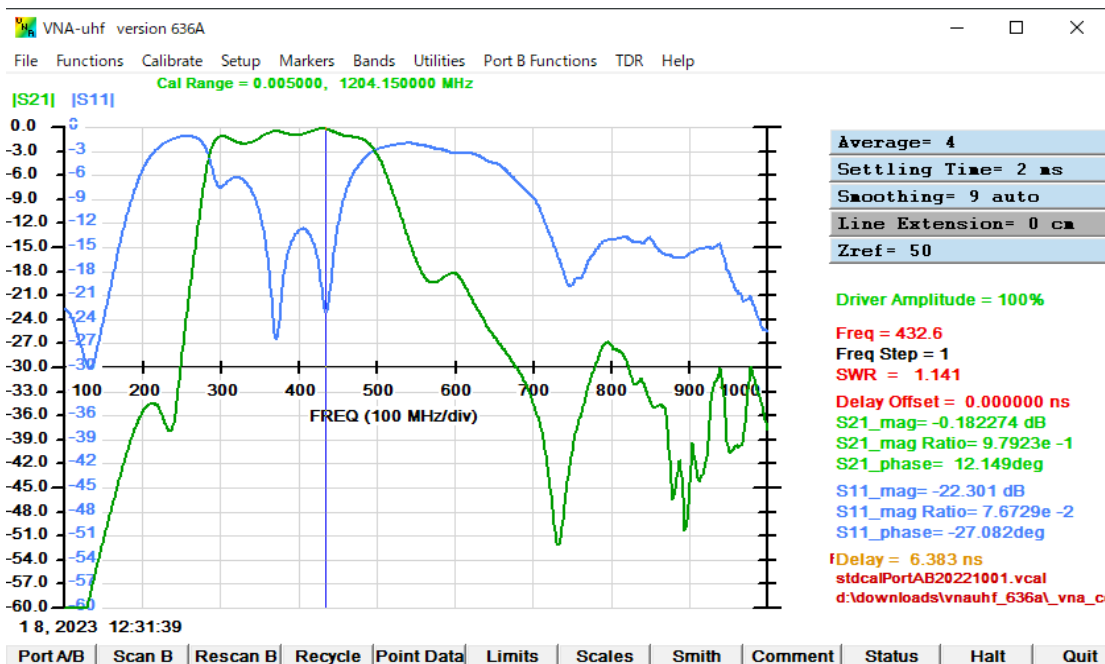


# 1月8日 トリプレクサでスプリアスが低減できるか？

第一電波工業のMX-3000N というトリプレクサを付加して、IC-705 を 430MHz 帯で運用した時のスプリアスを低減できるんじゃないかと思って、試しに購入してみました。



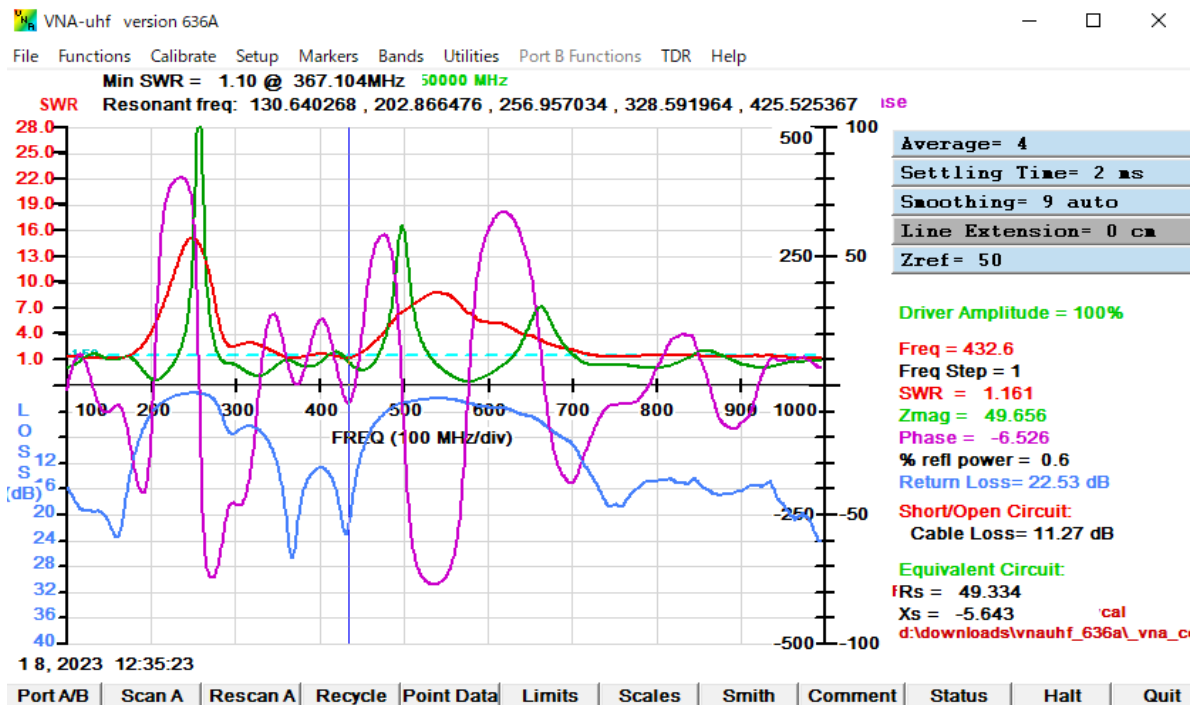
まず、VNAuhfを使って、S21 と S11 の周波数特性を測定してみました。期待した通り、430MHz 帯では挿入損失が殆どゼロで、300MHz 以下や 500MHz 以上では損失があるという BPF の特性を備えていることが分かります。（緑色の線）



ポート A から見た SWR などの特性を測定したのが次の図です。144MHz 帯用のコネク



タと 1200MHz 帯用のコネクタの先には 50Ω の終端抵抗を接続していますので、430MHz で SWR が 1.0 近傍になるのは当然として、160MHz 以下や 740MHz 以上の周波数でも SWR が 1.0 近傍になっています。（SWR は赤色の線、リターンロスは青色の線）

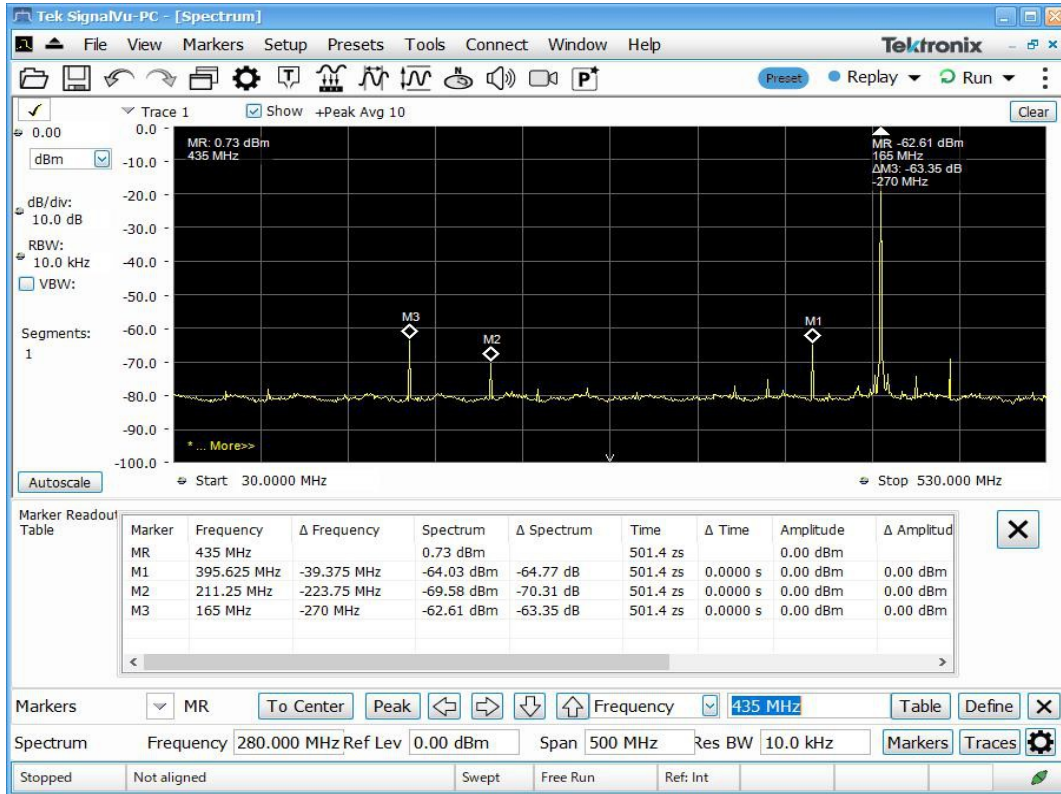


IC-705 の先に 30dB (300W)アッテネータを接続し、その先にトリプレクサの MIX 側を接続しました。トリプレクサの 430MHz コネクタからスペアナに接続しました。トリプレクサの 144MHz 帯と 1200MHz 帯用コネクタには 50Ω 終端抵抗を接続しています。



その結果を以下に示します。比較しやすいように、スケールやレベルは 1 月 4 日の実験

時と同じにしました。



意外な結果になりました。下側のスプリアスも上側のスプリアスも殆ど低減できていないのです。何故、このようになるのでしょうか？測定ミスとか何かの勘違いがあるのでしょうか？

強いて言うなら、474.75MHzのスプリアスが4dB程小さくなっていますが、代わりに871.25MHzのものは6dB程大きくなっています。どうしてこんなことになるのか今のところ見当が付きません。

## 1月9日 2023年初のバンドニュー FT8WW 15m

昔から正月とゴールデンウィークは電波の飛びが悪いという経験が身に染みているので、正月はNYPに参加するだけにしていました。

FT8WWとは年末に20/30mでQSOできていますが、それ以外には17mに少しとQO100（静止衛星）に出ていたようです。昨晚、入浴を済ませた後AmazonPrimeVideoでも見ようかと思ってPCの電源を入れたついでにDXscapeをチェックすると、15mバンドにFT8WWが出ているというので無線小屋に行って、ワッチを開始しました。

当初は、NYPのために3.5MHz用のアンテナを接続していた事に気付かず、弱いな～と思っていましたが、11エレクトライバンダーに接続すると、そこそこの信号で入感していました。コールする局も多かったのですが、周波数を変えながら彼方此方で呼んでいると10分程で応答がありました。パイレーツも出ているようなので、本物かどうかはわかりませんが、本物なら今年最初のバンドニューゲットです。

TN8K（コンゴ）のDXペディションは運用を開始していますが、私のバンドニューは160/80mおよび12/10/6mです。昨夕17mのCWに出ていたのをワッチしましたが、弱かったし、EUを含めて呼ぶ局が多くて太刀打ちできそうにありませんでしたので、聞くだけにしました。その内にハイバンドのFT8でも出てくるようになるでしょうか、それまで待ちます。

The screenshot displays the JTDX software interface. The main window shows a log of radio contacts with columns for UTC, dB, DT, Freq, Message, and Rx Frequency. The current frequency is 21.085 000 MHz and the time is 10:06:59. The interface includes various control panels for TX/RX Split, AutoTX, AutoSeq, and a list of GenMsgs. The status bar at the bottom indicates 'Receiving FT8', 'Last Tx: FT8WW JH4ADK -12', and 'WD 6m 14/15'.

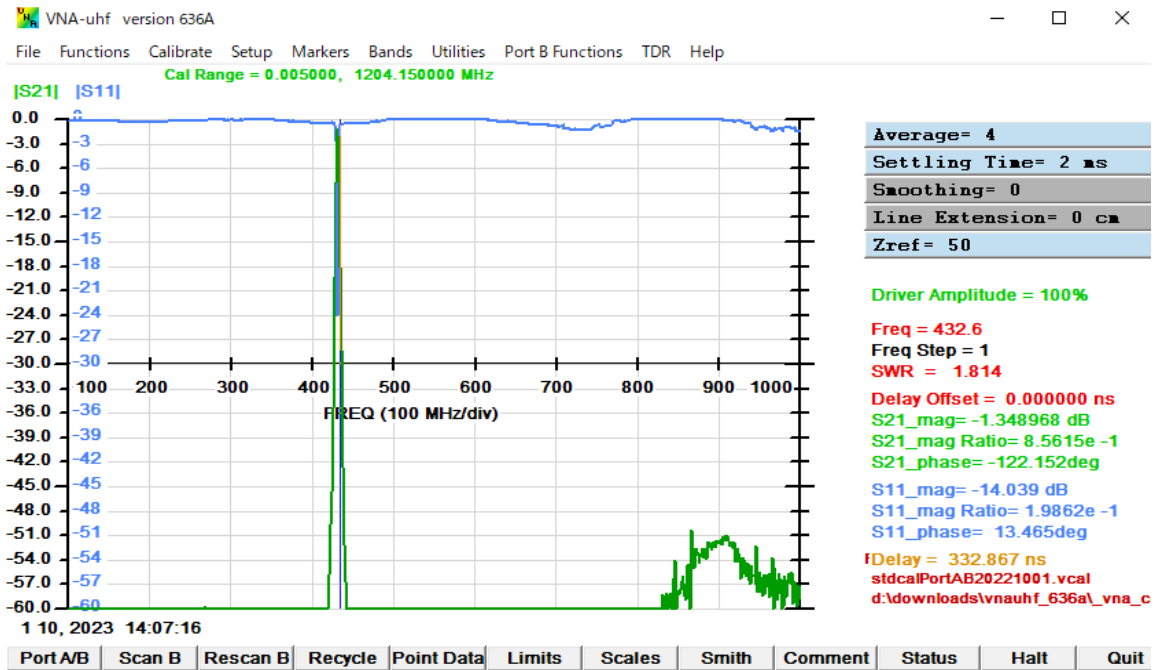
## 1月10日 430MHz 帯用 BPF を借りてきました

いつもやっているオンライン飲み会で、430MHz 帯のスプリアスで困っているという話をしたところ、430MHz 帯用の BPF を持っているという方がいらっしゃったので、今日病院に出かけたついでに、借りてきました。BPF の大きさは、165x135x44mm で写真に示すように、VNAuhf と同じ位の大きさです。

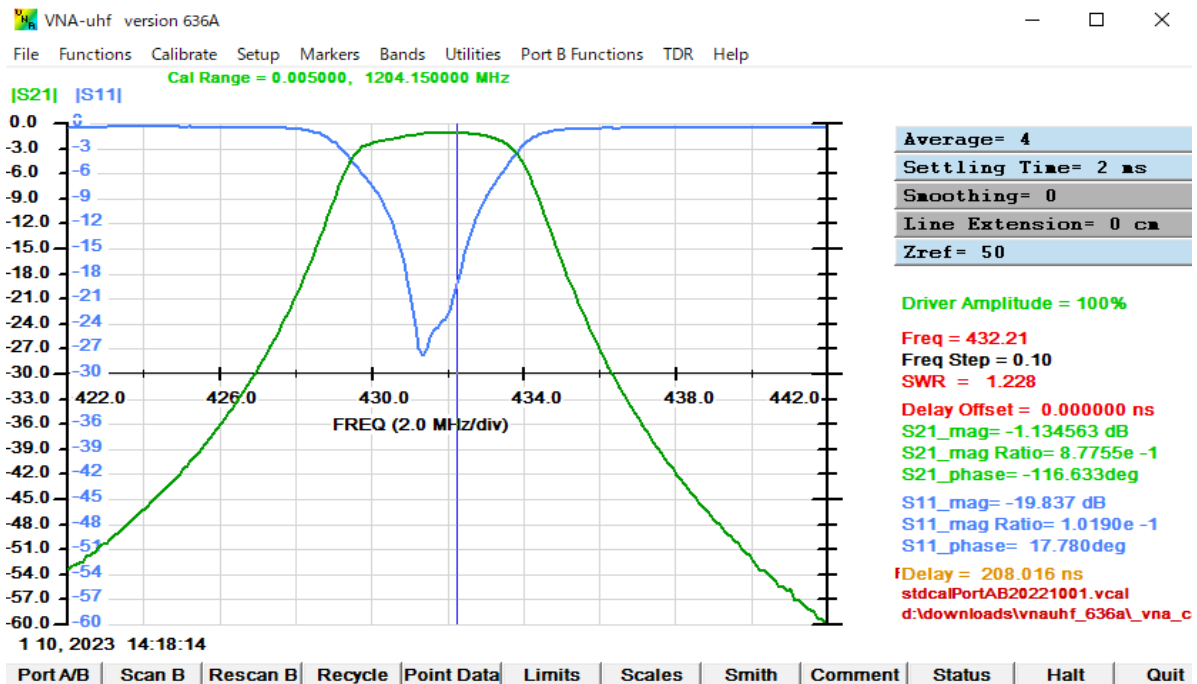




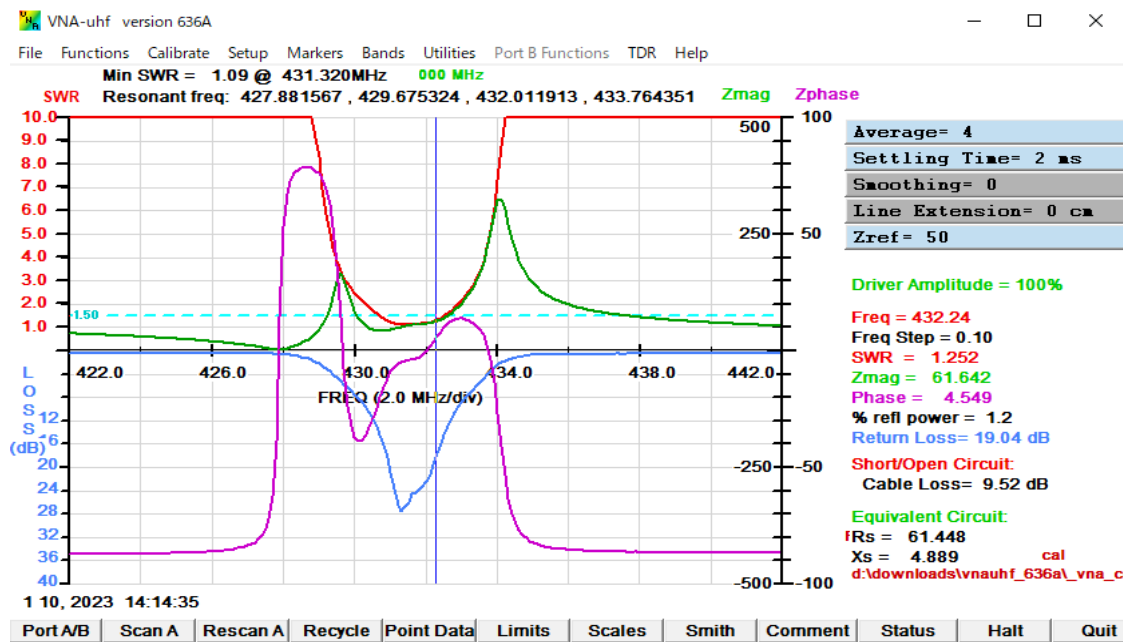
まず、VNAuhfで広帯域（100MHz～1GHz）の通過特性S21を測定してみました。



あまりにも狭帯域なので、測定範囲を狭めて行って、最終的に $432 \pm 10$  MHzでスイープし、帯域幅は4MHz位かなあという結果を得ました。



この周波数範囲におけるポート A 側からみたインピーダンスやSWRを以下に示します。SWRが最小となる周波数は431.32MHzに調整されているようです。ネジが4つあるので、それらを弄ればf特が変化するのですが、借り物なので調整は遠慮します。



これほど急峻な減衰特性を持つBPFができるんだ！ってことに驚きです。これならIC-705のヘテロダインによる $f_c \pm 20\text{MHz}$ に出ていたスプリアスも除去できそうです。

## 1月11日 リニアアンプの発送準備

今日は、寒中だということに小春日和の良い天気でした。午前中は、ブドウ園でブドウの落ち葉を?き集める作業をしました。

昼食後の休み時間に、無線小屋から故障したリニアアンプを一輪車に載せて運び出しました。昨日の内に段ボール箱を探し出していたので、掃除して梱包しました。明日、集荷してもらおう予定です。天気が良いからこそ、こんな作業もできるというものです。お日様さんありがとう！





発送準備の後、ブドウ園で草刈をしました。その後、夕方はいつものようにワッチしましたが、TN8Kの電波は弱くてFT8ですらデコードできません。CWは全く聞こえず、どこに出ているのか検討も付きませんでした。こんな状態じゃあ、いくらリニアアンプがあっても出番がありません。そもそも、24890kHzなんてバンドエッジじゃないですか！なんでそんなところに出るんでしょうか？！

## 1月12日 TN8K Congo

今朝は8時頃からブドウ園で落ち葉を?き集める作業をしていました。10時半頃には疲れたので、作業を止めて家に帰りました。リニアアンプ修理のために、佐川急便に集荷依頼をしているので、11時頃からは家の周りに居なければならぬという事情もありました。

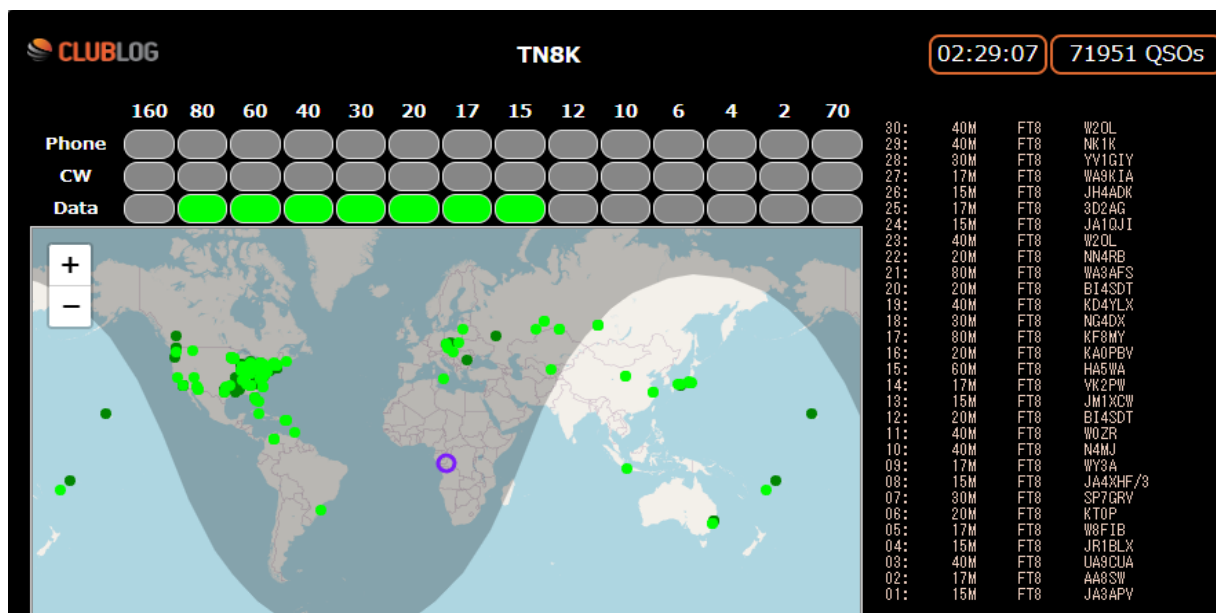
スプリアス測定でもして遊ぼうと思って、無線小屋に来てPCを起動し、スペアナをウォーミングアップしていたところ、DXscapeにTN8Kが21091kHz出ているという情報があったので、無線機のスイッチを入れてアンテナを南東に回しました。

弱いながらもデコードできたので、100W出力ながらダメ元で呼んでみたところ、5分位呼んだところで応答がありました。この時間にスタンバイしているJA局が少なかったようで、QSOできちゃいました。

The screenshot shows the JTDX software interface. The top bar displays the frequency 21.091 000 and the time 02:26:26. The main window is divided into several sections:

- Log:** A table of received signals with columns for UTC, dB, DT, Freq, and Message. The messages include partial loss of data, JG1SRB PM95, JG1SRB TN8K -16, JH4ADK TN8K R-13, and JH4ADK TN8K RR73.
- Message List:** A list of messages with columns for UTC, dB, DT, Freq, Message, and Rx Frequency. The messages include JG1SRB TN8K -16, JH4ADK TN8K R-13, JH4ADK TN8K RR73, and JH4ADK TN8K RR73.
- Control Panel:** Includes buttons for 'Enable Tx', 'Halt Tx', 'Log QSO', 'Erase', 'AGCc', 'Filter', 'Decode', 'Clear DX', 'GenMsgs', 'CQ DX', 'RRR', 'SkipTx1', 'Tx 1' through 'Tx 6', 'Hint', 'SWL mode', 'Monitor', 'Bypass', '1 QSO', 'AnsB4', and 'Stop'.
- Status Bar:** Shows 'Receiving FT8', 'Last Tx: TN8K JH4ADK RR73', 'WD 6m', '11/15', 'Logd', '12.01.2023', and 'FT8 7366'.

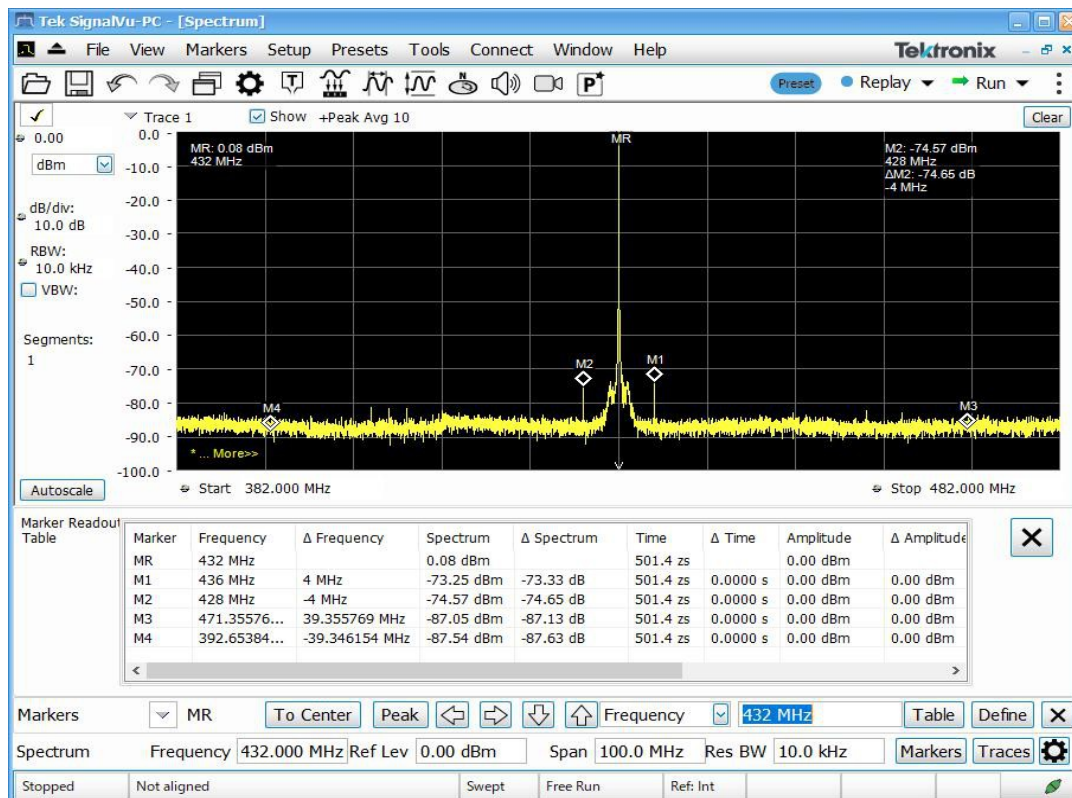
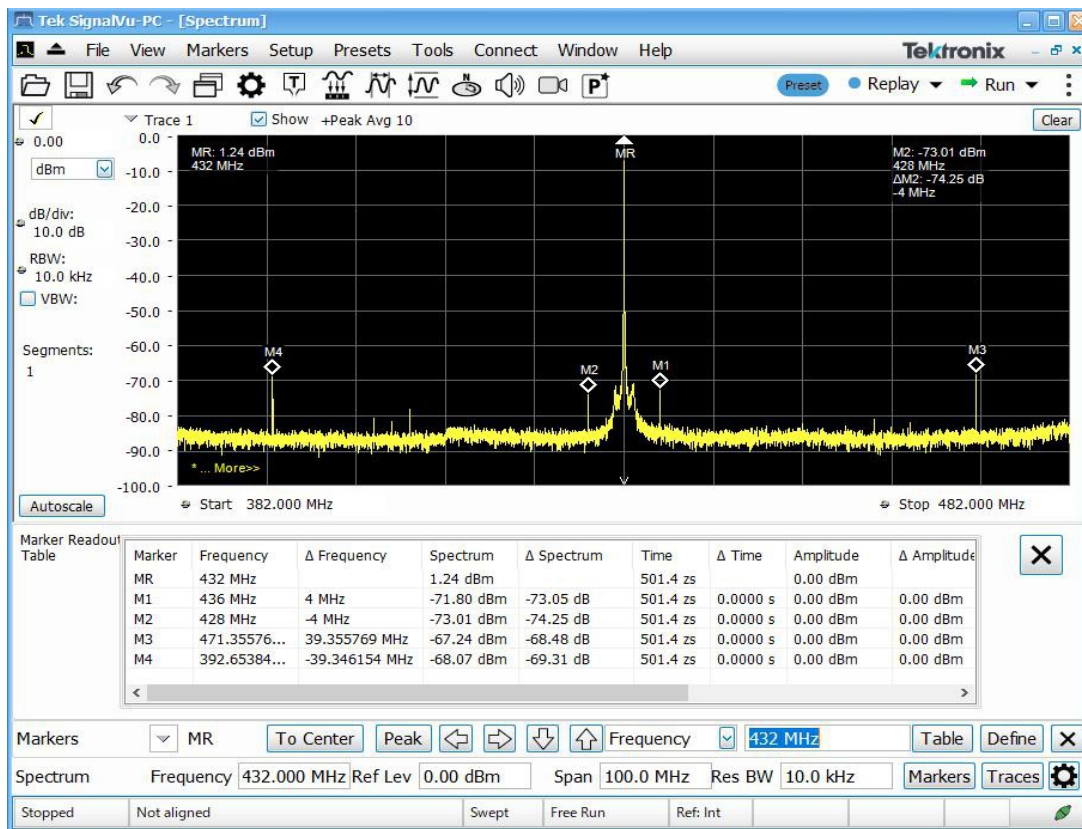
TN8Kを何回かワッチしましたが、いつも弱くて、やっとQSOできました。FT8ではニューです。そーだ！他のバンドにも出ているかもしれない・・・と思ってClublog LiveStreamを見てみると、15m以上の波長の各バンドのデジタルモードにオンエアしていました。私の狙いは12mと10mなので、このタイミングではだめでしたが、丁度先ほど15mでQSOしたログが表示されていました。私のJTDXの画面コピーよりも、LiveStreamのログの方が証拠としては確実なので、スナップショットを撮っておきました。



## 1月13日 430MHz 帯用 BPF の評価

借用中のBPFをIC705/IC9700に接続して、スプリアスを測定したので、測定時のスナップショットを見ながら評価しました。

通貨帯域幅が狭いこともあり、IC-705のヘテロダインによるスプリアス(±40MHz)などは無くなりました。最初の画像がBPF無しの場合で、次の画像がBPF有りの場合です。



しかし、300MHz 以下や 800MHz 以上のスプリアスは低減することができませんでした。1月8日にトリプレクサを接続して実験した時に、これらの領域ではスプリアスが低

減できなかったことと同様の結果です。

以下に、2つのエキサイターについて、BPF無しと有りの場合について、スプリアスの違いをまとめたものを示します。数値は、すべてdBc（キャリアに対するスプリアスの比）です。

	BPFの有無	168MHz	208MHz	392MHz	428MHz	436MHz	471MHz	864MHz	1.296GHz	2.43GHz
IC-705	無	-63.27	-70.97	-69.31	-74.25	-73.05	-68.48	-77.11	-73.84	-70.32
	有	-63.47	-70.79	-87.63	-74.65	-73.33	-87.13	-67.98	-81.97	-68.7
BPFの減衰量		0.2	-0.18	18.32	0.4	0.28	18.65	-9.13	8.13	-1.62
	BPFの有無	168MHz	208MHz	428MHz	436MHz	453.7MHz	864MHz			2.43GHz
IC-9700	無	-63.36	-72.1	-75.09	-73.52	-65.16	-62.47			-69.76
	有	-63.47	-71.53	-73.64	-74.97	-86.99	-68.96			-68.79
BPFの減衰量		0.11	-0.57	-1.45	1.45	21.83	6.49			-0.97

法令では、430MHz帯における50Wを超える局のスプリアスは-70dBc以下と定められているので、BPF有りの場合でも、168MHzや864MHz（2次高調波）などは、更にLPFやHPFを付加して低減する必要がありそうです。

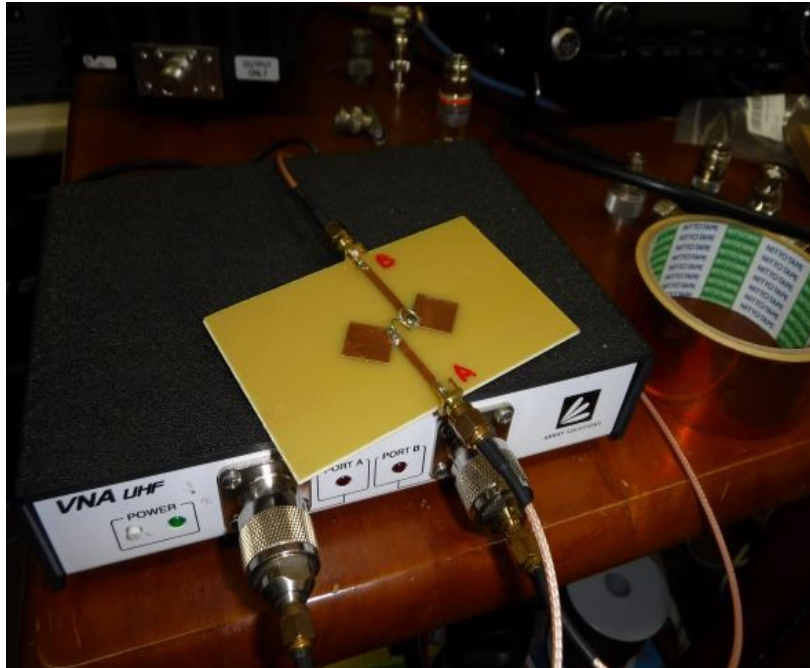
エキサイターとしてどちらが適しているのかを見極めるという目的もあり、今回の測定では、リニアアンプは接続しませんでした。1月5日の試験で、リニアアンプを接続すると、3次高調波が-70dBc以上になることが判明しているため、リニアアンプの後段にLPFを接続する必要があります。

## 1月14日 430MHz帯用LPFの試作

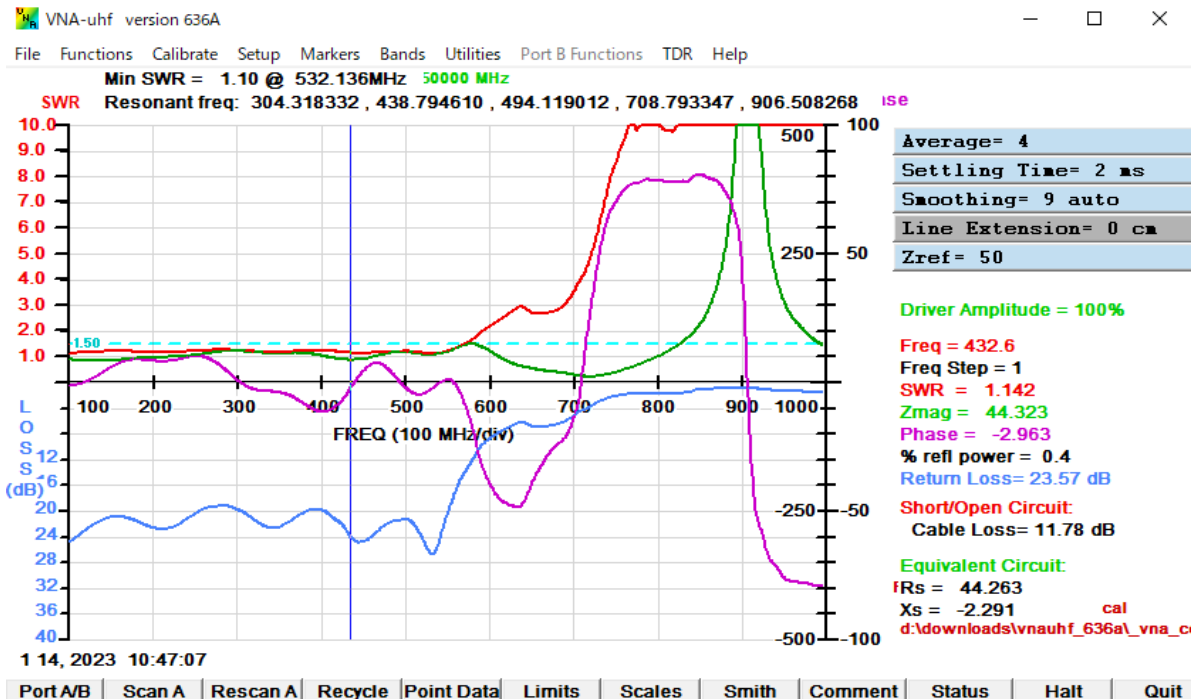
1月3日に設計した430MHz帯用LPFを、超お手軽に試作してみました。材料は、厚さ1.5mmの片面銅張基板（材質はガラエポ=FR4）と銅テープとSMAコネクタです。コンデンサは、銅テープを鋏で切って加工しました。13x13.5mmの銅テープをPCBに貼り付ければ6.5pFの容量が得られるという計算です。コイルは、手持ちのスズメッキ線(0.8φ)を38mmに切って、φ5.0mmのアルミパイプに2回巻いて、長さを約6mmに整えました。これで、18.1nHになる筈です。Cの値は銅テープの面積に比例し、Lの値はメッキ線の長さにほぼ比例します。CとLの寸法はQucsStudioのTools->ComponentDesignerで計算しました。

コネクタからコンデンサに至るまでの配線は、特性インピーダンスが50Ωになるように計算したマイクロストリップラインとしました。このPCB（誘電体の材質と厚さおよび

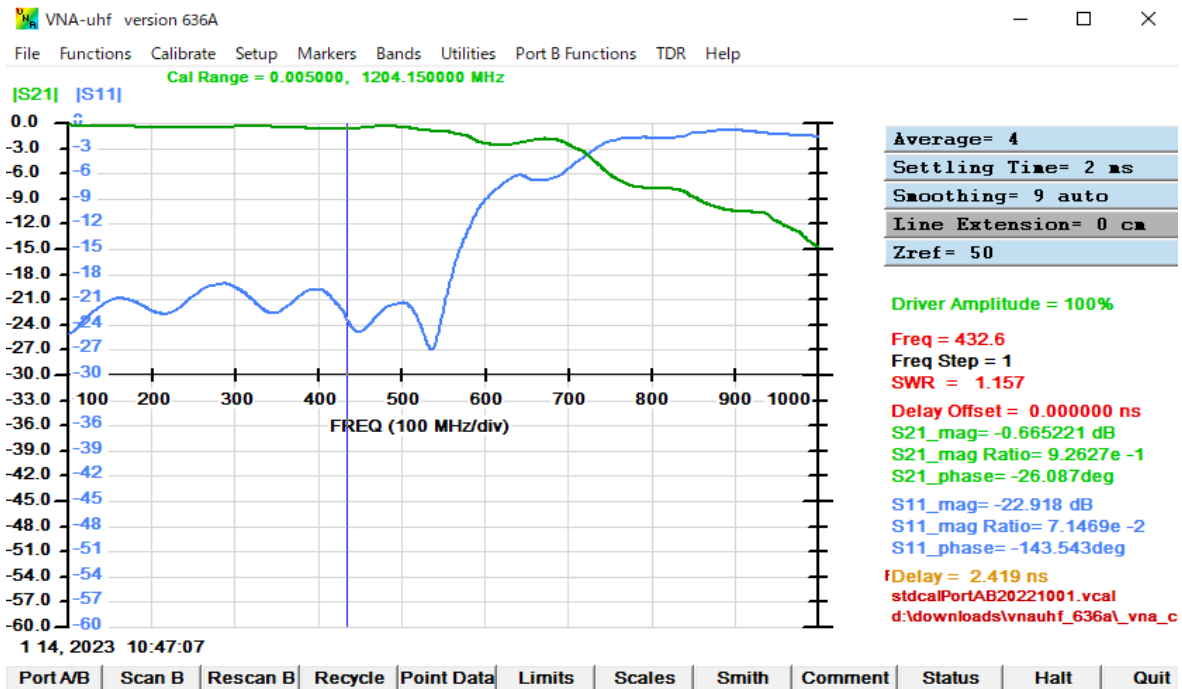
導体の厚さ) では幅 2.8mm の銅テープで  $50\Omega$  になるという計算です。コンデンサとコイルの配置は、マイクロストリップの特性インピーダンスに極力影響を与えないように、蝶が羽根を広げたような形にし、中間にコイルを配置しました。写真を以下に示します。



VNAuhfで測定したインピーダンスやSWRなどの周波数特性と、S21 および S11 の周波数特性を以下に示します。

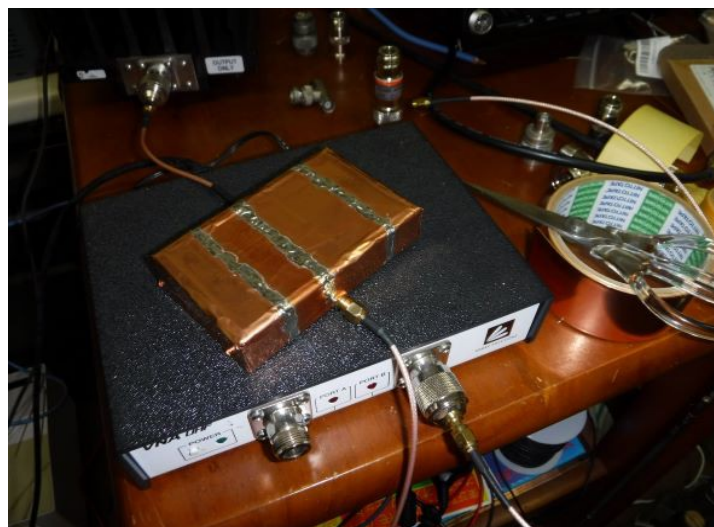






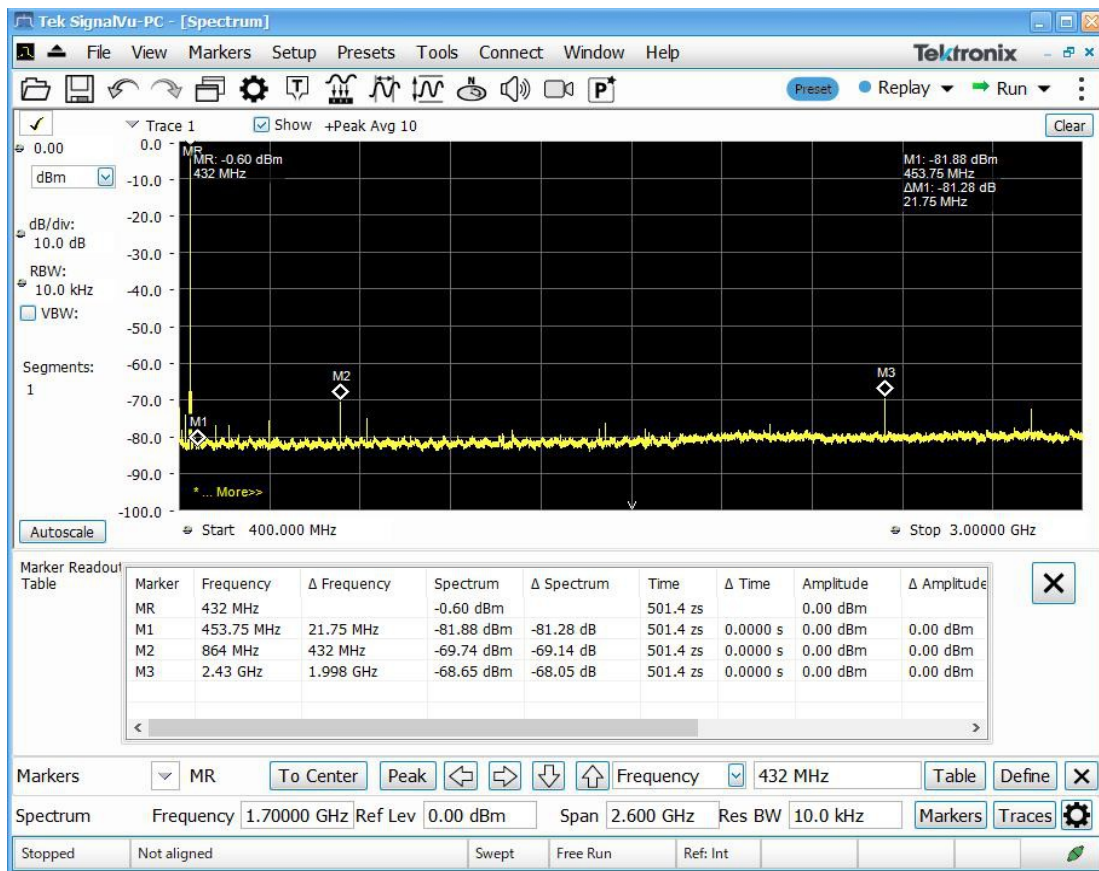
チエビシェフ型フィルタらしく、通過帯域に大きなリップルがあり、設計時に  $f_c$  を 600MHz から 700MHz に変更して 430MHz で最良になるようにしましたが、SWR 最良点は 530MHz 付近にあり、 $f_c$  を 600MHz にしたときと同様の周波数特性になっています。今回は試作ということで、いい加減に製作しているため仕方ありません。

それでも、432MHz の 2 次高調波を減衰させることができるだろうと思って、IC9700 に接続してスプリアスを測定してみました。（IC705 に比べて IC9700 の方がスプリアスレベルが高かったのに）しかし、思った程スプリアスが小さくなりませんでした。シールドが不十分なのが原因かもしれないので、基板に名刺ケースを被せて、その上から銅テープを巻いて、更に銅テープの重なり部分を半田付けしました。





このようにしてスプリアスを測定した結果を以下に示しますが、やはり期待したほどの効果はありませんでした。864MHzのスプリアスは2.51dB低減されたのみです。



以前から、2.43GHzのスプリアスが気になっていましたが、BFPを付けてもLPFを付けても低減できませんでした。よくよく考えてみると、2.4GHzというのはWiFiやBluetoothの周波数です。私が使用しているスペアナはテクトロニクス社製RSA306Bで、PCにUSB接続するタイプです。PCにはWiFiもBluetoothも内蔵されています。

試しに、スペアナの入力に10dBと20dBのアッテネータを入れてみると、キャリアのパワーはアッテネータの分だけ小さくなりましたが、2.43GHzのパワーは変化しませんでした。その結果、dBcで表現した値はアッテネータの分だけ増加したのです。2.43GHzのスプリアスはパソコン+スペアナに由来するものだと考えられますの今後は気にしないことにします。

## 1月15日 裏庭で焼き牡蠣パーティー

町内に住む娘夫婦を招いて、裏庭で焼き牡蠣パーティーをしました。昨年の今時分に、牛窓ヨットハーバーに行ったついでに、牛窓港で牡蠣の直売をしている一歩牡蠣を訪れて購入して、とても良かったので、今年はメールで注文して宅配便で届けてもらいました。半缶もあれば、大人7人でもお腹一杯になります。牛窓まで車で片道1時間半かかります。それを思えば送料なんて安いものです。



まずは、焚火をして燠を作ります。寒い時に屋外で焚火で暖を取るのも乙なものです。



牡蠣の他にも、娘婿が串焼きを作ってくれました。



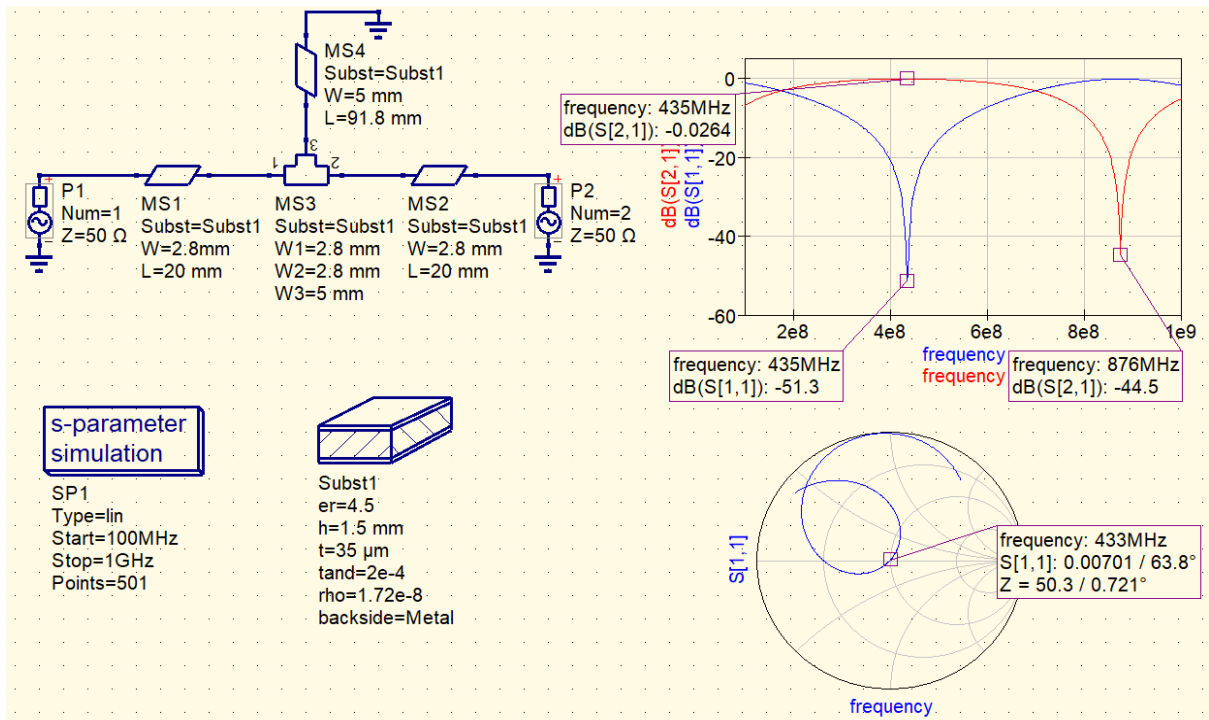
そして、締めはホルモンうどんです。

## 1月16日 マイクロストリップラインで作る第2高調波用ノッチフィルター

435MHzの第2高調波である870MHzを除去するためには、 $\lambda/4$  ショートスタブを利用することができます。435MHzの $\lambda/4$  ショートスタブは、基本波である435MHzではインピーダンスが $\infty$ （実際には無限大ということはありませんので、かなり大きい値）になりますが、第2高調波である870MHzでは $\lambda/2$  となり、 $\lambda/2$  の伝送線路では先端のインピーダンスがそのまま現れるという特性から、先端がショートされているのでインピーダンスはゼロになります。つまり、435MHzの信号は無損失で通過し、870MHzの信号はショート（全損失）するということになります。

QucsStudioを使って435MHzで $\lambda/4$  となるマイクロストリップラインを作成し、その先端をショートした時の周波数特性をシミュレーションして確かめてみました。なお、 $\lambda/4$  ショートスタブの特性インピーダンスの値は何でもよいので、5mmと少し太めにしました。

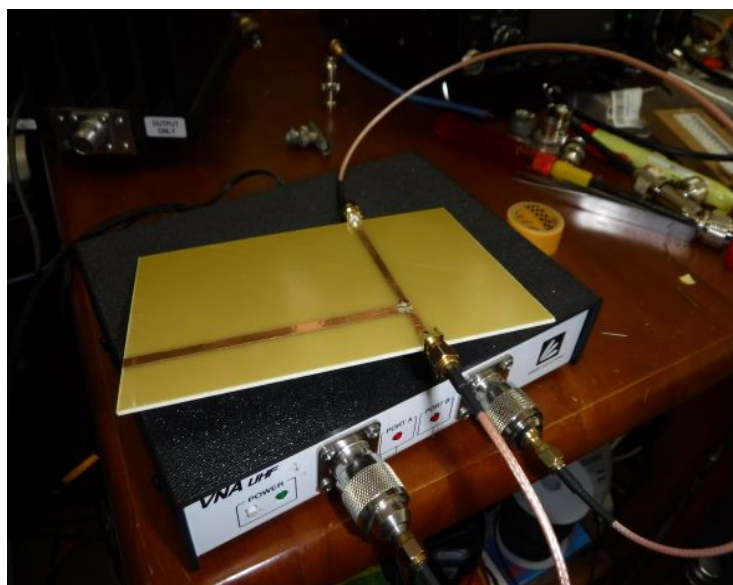




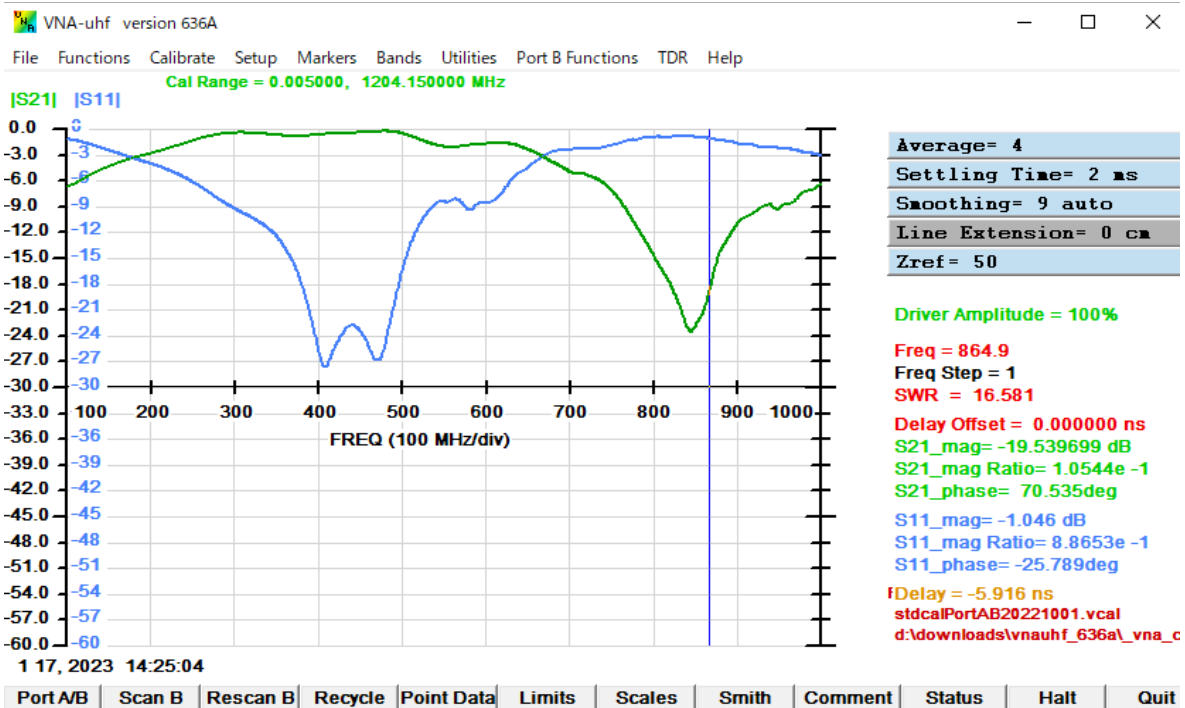
長さ91.8mm、幅5mmのマイクロストリップラインで435MHzにおいてS11（青色：リターンロス）が最小となり、S21（赤色：挿入損失）も最小になります。第2高調波である870MHz近傍である876MHzでは、リターンロスも挿入損失も最大になることがわかります。

## 1月17日 続マイクロストリップラインで作るノッチフィルター

昨日のブログで紹介している $\lambda/4$ ショートスタブ (@432MHz)を、実際に片面銅張プリント基板と銅テープを用いて製作しました。



VNAuhfを用いて、S11 および S12 を測定した結果を以下に示します。銅テープをカッターナイフで切って貼り付けただけという工作手法で製作した割には、かなりいい線の出来です。864MHz 付近で約 20dB の挿入損失があるようなので、第 2 高調波を除去できそうです。



期待を込めて、スペアナに接続してスプリアスを測定してみたところ、約 5dB 改善されて -67.87dBc になりましたが、-70dBc 以下に抑え込むことはできませんでした。

## 1月18日 リニアアンプ修理完了！

先週送ったばかりで、修理には当分かかるだろうと思っていましたが、なんと日曜日には修理完了したという連絡があり、昨日配達されました。朝の草刈りの後で、一輪車で無線小屋まで運んで、やっと設置しました。

先週、パチッという音と共に壊れたばかりだったので、こわごわと電源を入れました。まだ QSO していませんが、増幅器として動作することを確認しました。良かったあ～！ブーベに間に合いました。

メータの麦球まで修理してあり、感謝感激です。ありがとうございました。





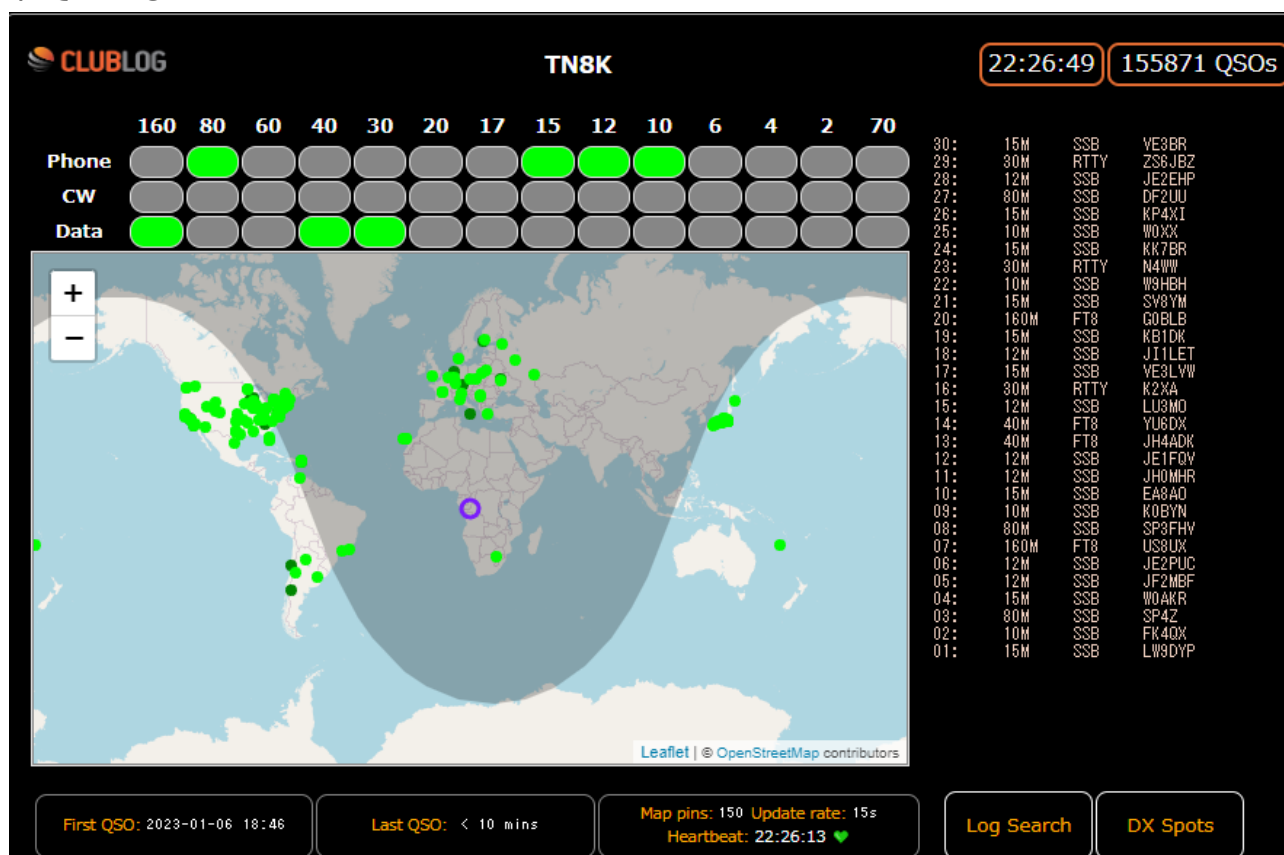
## 1月19日 やっとTN8Kでバンドニューをゲット

1月8日頃からQRVを開始したTN8K（コンゴ）ですが、そろそろ終わりが近づいています。リニアアンプの修理ができたので、今朝は早起きしました。80mや160mでQSOできればバンドニューなのですが、思うようなところにはオンエアしていませんでした。40mのCWにオンエアしていましたが、弱くて呼ぶ気になりませんでした。

6時半頃朝食をとって、その後も無線小屋に行って日の出前後に何か良いことがあるかと期待しましたが、160mのFT8は全くデコードできないし、80mのSSBはアンテナがないし・・・(;´д`)トホホでした。暫くすると、40mのFT8に出てきました。40mはバンドニューではありませんが、TN8Kとは未だQSOできていなかったもので、ちょっかいを出してみました。信号は-20dB前後と弱くいためデコード出来たり出来なかったりでした。IIRさんも受信に苦労されているようで、応答があっても気づいていないようでした。暫くすると、日の出時間になったためか少しは強くなったような感じしていたところ漸くコールバックがありました。

このQSOの後、一端リグやPCの電源を落として、自宅に帰り、農作業する前に天気予報を見て風の状態を確認しました。ついでにTN8KのLiveStreamを見ると、12mバンド（24MHz）のSSBにオンエアしていて、JAともQSOしているようだったので、無線小屋に飛んでいきました。ショートパスとロングパスを聞き比べて、ロングパスと判明。

十分にコールバックが確認できる程強い信号です。SSBは不得意なモードですが、バンドニューのためなので、仕方ありません。しかし、3回ほど呼んだところでCWにQSYするとアナウンスがあったので、急いでCWにQSYしたところ、今までに聞いた中で一番強い信号でした。一応UPと打っていたので、少し上で呼んだところ一発でコールバックがありました。これで、念願叶ってTN8KのDXペディションで初のバンドニューをゲットできました。

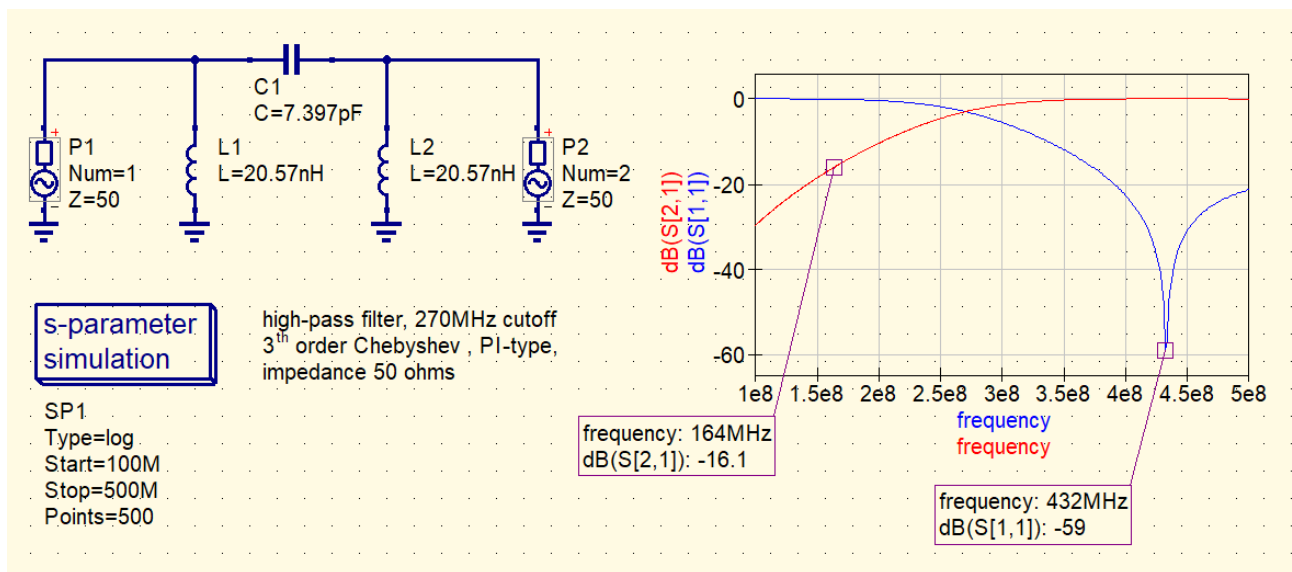


Clublog Geographic Propagationの統計を見ると、12mや10mなどでは日本時間の午後2時から4時にかけてQSOできている局が多いのですが、今日は12mのCWにオンエアしているのみで10mには出てきていません。しかも、12mのCWは今朝の信号に比べると雲泥の差で超弱いのです。

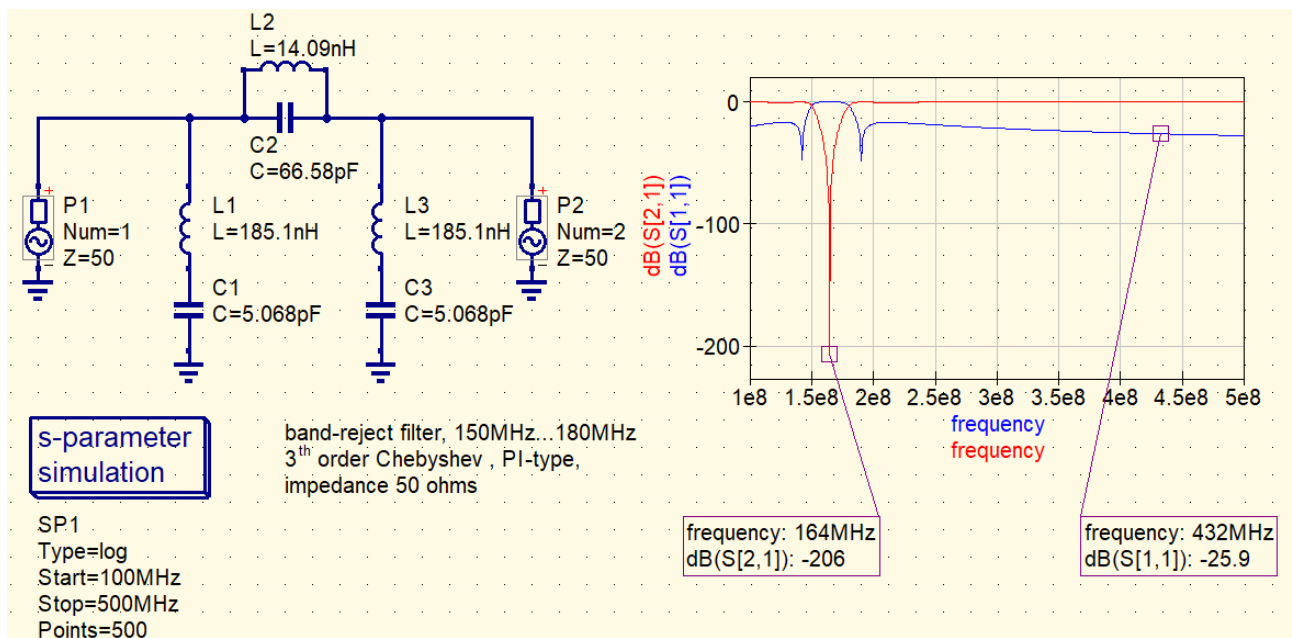
## 1月20日 QucsStudioで設計するHPFとBRF

432MHzの基本波に対して165MHzのスプリアスがあるので、これを除去する方法を検討しています。最初に思い付いたのは、HPF(High Pass Filter)です。QucsStudioを

使って HPF を合成しました。3次チェビシェフフィルターとし、カットオフ周波数を 270MHz にすると、432MHz でリターンロスが最小になり、165MHz では約 16dB の減衰量になりました。



165MHz のスプリアスだけを除去するのであれば、その周波数近傍を阻止するフィルターを使うという方法もあります。この手のフィルターは BRF(Band Reject Filter), BSF(Band Stop Filter), BEF(Band Eliminate Filter), Notch Filter などと色々な呼び名がありますが、どれも同じものです。3次チェビシェフ型の BRF で阻止周波数を 150MHz から 180MHz として合成しました。



計算では、164MHz において -206dB という非常に大きな減衰量が得られました。432MHz のリターンロスは -25.9dB なので、SWR に換算すると 1.11 です。

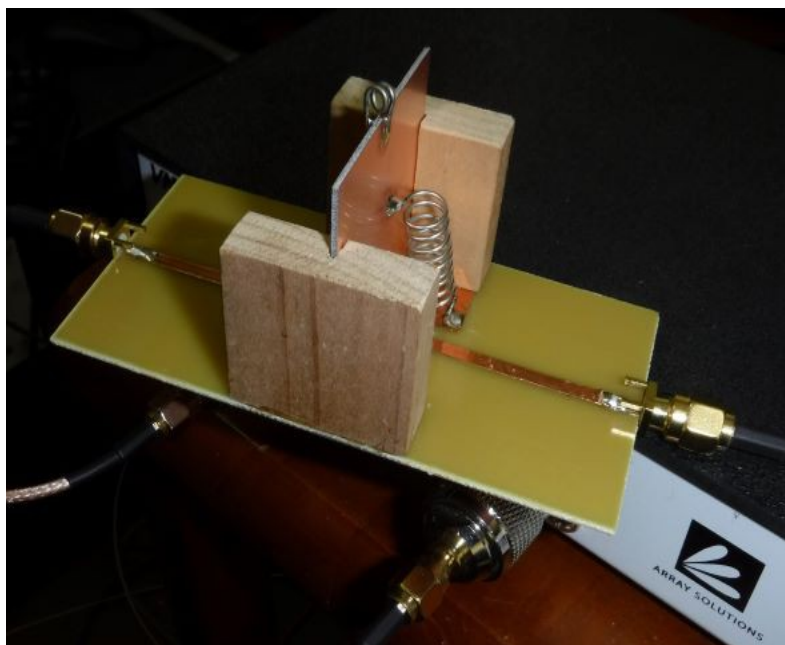
LPF は平坦な通過帯域を持っていますが、スプリアスを除去する目的なら、より大きな減衰量が得られる BRF の方が魅力的です。

## 1月21日 BRFの製作

昨日設計した 165MHz 用 BRF(Band Reject Filter)を製作しました。例によって、PCB と銅箔テープの組み合わせで、ちゃっちゃと作ってみました。

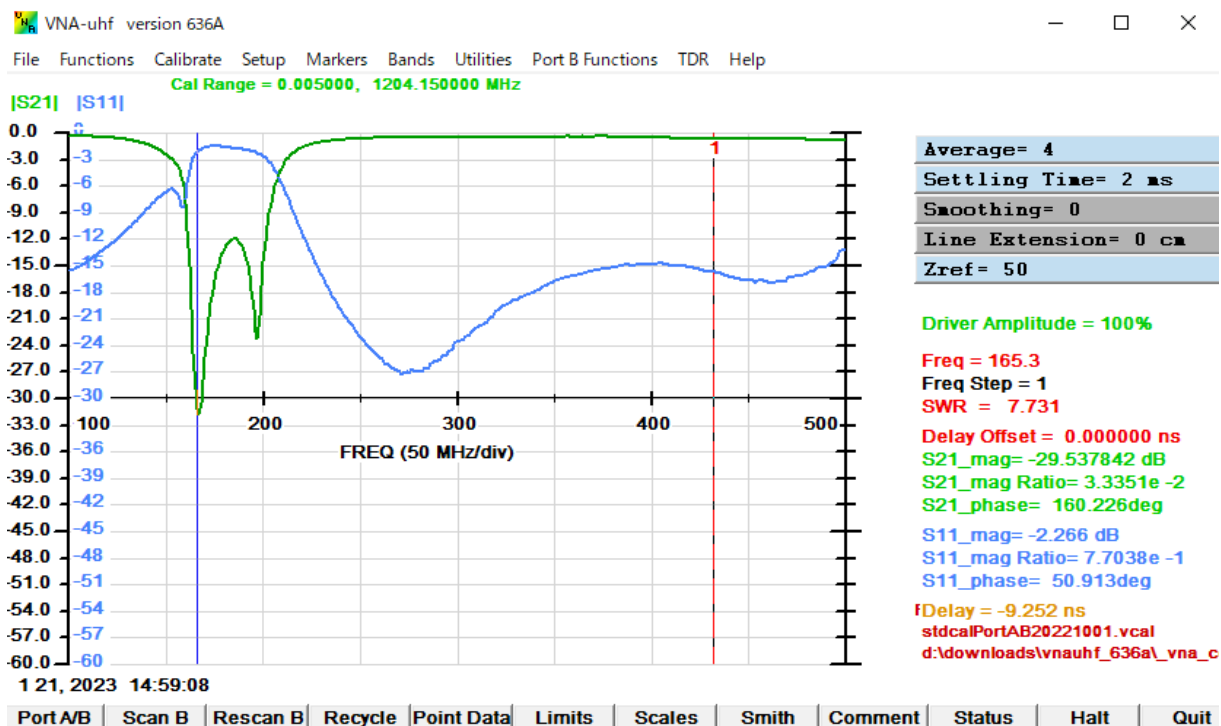
C2 は 68.5pF と容量が大きいのので、厚さ 1.0mm の両面銅張基板を使いました。薄い方が同じ面積でも大きな容量が得られます。QucsStudio の Tools-->ComponentDesinger を用いると、40x37.7mm(t1mm の FR4)で 66.66pF になります。ベースの基板は暑さ 1.5mm の片面銅張基板なので、C1=C3=5.068pF を得るには 11x12mm の銅テープを張ることで 5.071pF の容量になります。L1=L3=185.1nH のコイルは、φ0.8mm のスズメッキ線を 215mm にカットして、直径 6.0mm のアルミパイプ (D=6.8mm) に巻き付けるとして 10 ターン・長さ 21.5mm の時 185.5nH になるという計算です。L2=14.09nH は φ0.8mm のスズメッキ線を直径 2.8mm のドリル (D=3.6mm) に 2 回巻き付けて長さ 2.0mm としました。

C2 は入出力の間に直列に入れる必要があるなので、木板を加工してサポーターを作りました。L2 は C2 の上部に平行に半田付けしています。



製作した BRF の周波数特性 (S11 および S21) を VNAuhf で測定した結果を以下に示

します。165MHzでS21（減衰量）がディップするように、細かく切った銅テープを足してC1とC3を増量して調整しました。



165MHzで約30dBの減衰量が得られるBRFができました。但し、432MHzにおけるリターンロス（S11）は約-16dBなので、SWRにして約1.4と少し高めになってしまいました。

こんな簡単な工作でも50W位迄なら大丈夫じゃないかと思います。（知らんけど・・・）

## 1月22日 スペアナのスプリアス

無線機のスプリアス発射を測定するためにスペアナを使っていますが、どうにも解せない現象に遭遇しています。1月13日のブログに書いているように、432MHzの基本波に対して168MHzに-63dBc程度のスプリアスがあるというのです。しかも、無線機を取り換えても同じ周波数に同程度のスプリアスが観測されました。スプリアスというのは、声紋のようなもので、無線機内部の方式等によって独特の周波数に出てくる筈なのに、同じ周波数に出るといのは変です。

比較し易いように同じスパン（start, stop）で測定していましたが、168MHzにスプ



リアスがあるんだったら、拡大表示するためにセンター周波数を 168MHz にしてみると、別の場所に -65dBm 程度のスプリアスがでてきます。これは益々変です。まるで逃げ水のようなのです。

何が間違いの原因なのか詳しく調べるために、スペアナ (RSA306B) のドキュメントをダウンロードして読んでみました。すると、仕様の中に Spurious Response という項目があり、次のように -60dBc 以下とか -50dBc 以下と書かれています。

#### **Input frequencies $\leq$ 6.2 GHz**

Spurious responses due to the following mechanisms:  $RFx2*LO1$ ,  $2RFx2*LO1$ ,  $RFx3*LO1$ ,  $RFx5*LO1$ , RF to IF feed-through, IF2 Image.

$\leq -60$  dBc

Spurious responses due to First IF images (RFXLO1):

$\leq -60$  dBc,  $< 2700$  MHz center frequency

$\leq -50$  dBc,  $2700 - 6200$  MHz center frequency

Exceptions:

- IF feedthrough:  $\leq -45$  dBc for  $1850$  MHz –  $2700$  MHz center frequency, typical
- First IF Image:  $\leq -55$  dBc for  $1850$  MHz –  $1870$  MHz center frequency, typical  
 $\leq -35$  dBc for  $3700$  MHz –  $3882$  MHz center frequency, typical  
 $\leq -35$  dBc for  $5350$  MHz –  $5700$  MHz center frequency, typical
- Second IF Image:  $\leq -50$  dBc  $22 - 1850$  MHz  
 $\leq -50$  dBc  $4175-4225$  MHz
- $RFx2LO$ :  $\leq -50$  dBc for  $4750$  MHz –  $4810$  MHz center frequency, typical
- $2RFx2LO$ :  $\leq -50$  dBc for  $3900$  MHz –  $3940$  MHz center frequency, typical
- $RFx3LO$ :  $\leq -45$  dBc for  $4175$  MHz –  $4225$  MHz center frequency, typical
- Spurious responses due to ADC images:  
 $\leq -60$  dBc, offset from center frequency  $> 56$  MHz  
 $\leq -50$  dBc,  $56$  MHz  $\geq$  offset from CF  $\geq 36$  MHz

以前から気になっていた 2.4GHz のスプリアスは、PC の WiFi や Bluetooth によるものではなくスペアナの第 1IF が 2.440GHz なので、これの影響なのだとことが判明しました。-68dBc でしたので、-60dBc 以下という仕様に適合しています。

スペアナには FFT 方式とヘテロダイン方式があるようですが、RSA306B はヘテロダイン方式と FFT を組み合わせていると考えられます。ブロック図等は開示されていないようなので、あくまでも推測に過ぎません。センター周波数が 22~700MHz の時、IF1

(中間周波数) は 2440MHz で、Lo2 が 2300MHz ということから、IF2 は 140MHz と推測できます。ADC のサンプリング周波数は 112MHz なのでナイキスト周波数は 61MHz。ちなみに ADC の分解能は 14 ビットです。ダブルコンバージョンした後で ADC して、その後 FFT していると考えられます。昔のブラウン管に表示されるようなスペアナでは、スパン内の周波数を連続的に掃引するのですが、デジタル化されたスペアナではスパン内の離散的な周波数で信号をサンプリングして FFT しているのでしょう。

映像混信を受けないように LO や IF の周波数に工夫されていると思いますが、影響はゼロにはなりません。また、ADC にはエイリアスの問題があるので、いくらアンチエイリアス対策を施しても影響が残ります。

Table 1: Frequency Tuning Table

Sub-band	Pre-Selector Filter	Center Freq. Min. (MHz)	Center Freq. Max (MHz)	LO1 Min (MHz)	LO1 Max (MHz)	IF1 (MHz)	LO1 High /Low Side	m (RF)	n (LO)	LO2 (MHz)
0	LF	0.009	22	None	None	DC	1	1	1	None
1	1	22	700	2462	3140	2440	1	-1	1	2300
2	2	700	1850	3140	4290	2440	1	-1	1	2300
3	3	1850	2700	3040	3890	1190	1	-1	1	1050
4	4	2700	3100	3890	4290	1190	1	-1	1	1050

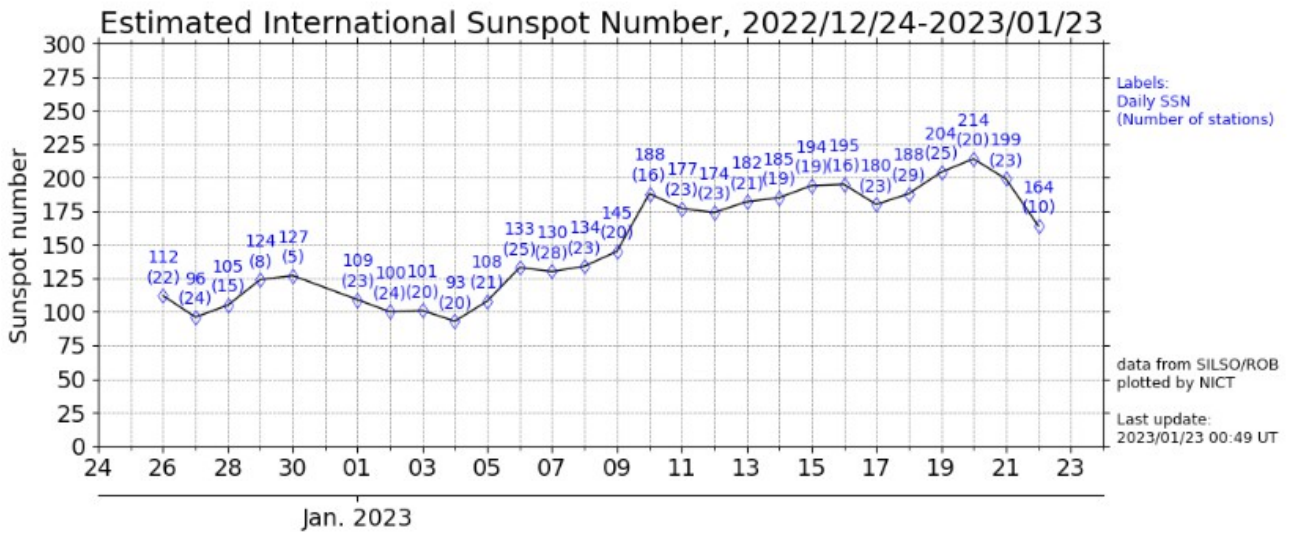
ということは、このスペアナで -60dBc 以下のスプリアスレベルを検証しようということが、そもそもの間違いなのかもしれません。私の使っている機種は安価な部類なので、性能もそこそこということなのでしょう。

アンリツの資料には、「スペクトラムアナライザの位相雑音性能が不足していると測定できません!」と書いてあって、ずっと気になっていました。ウチの測定器を使えば大丈夫だよ! と受け止められますが、大変高価な機器なので、個人の趣味の領域では、おいそれと手を出すことは叶いません。

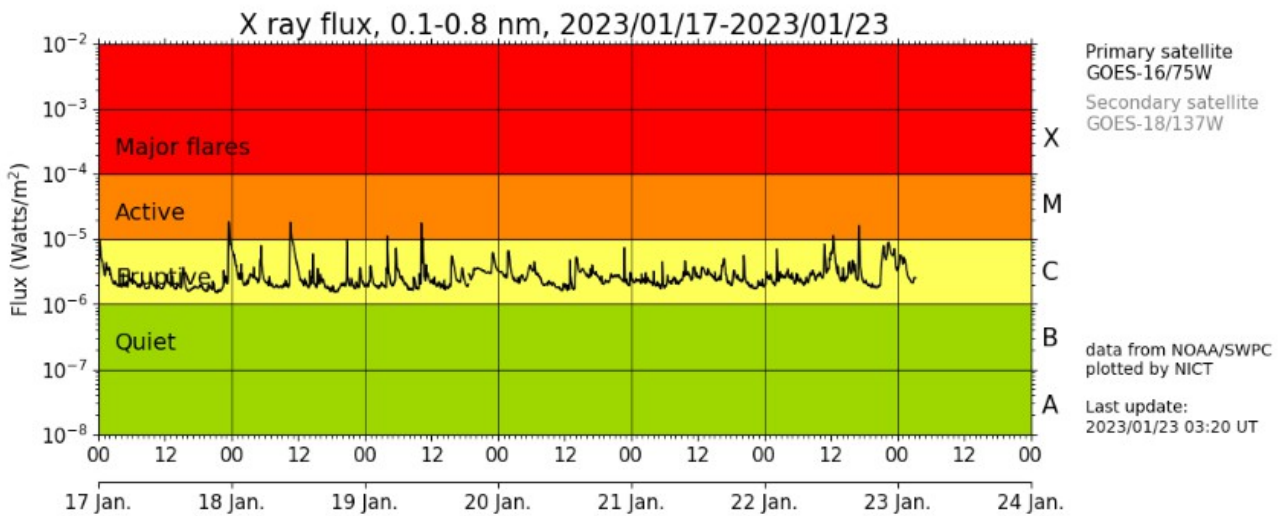
RSA306B は、お手頃価格で購入できた中古放出品なので、性能の限界を知るべしといたところでしょう。いずれにしても、この測定器のデータで落成検査を受けるわけではなく、あくまでも事前の準備として、どの周波数にどれだけのスプリアスがありそうなのか、どうすれば対策できるのかという手掛かりを得るための道具として使えば良い訳です。

# 1月23日 太陽活動が活発

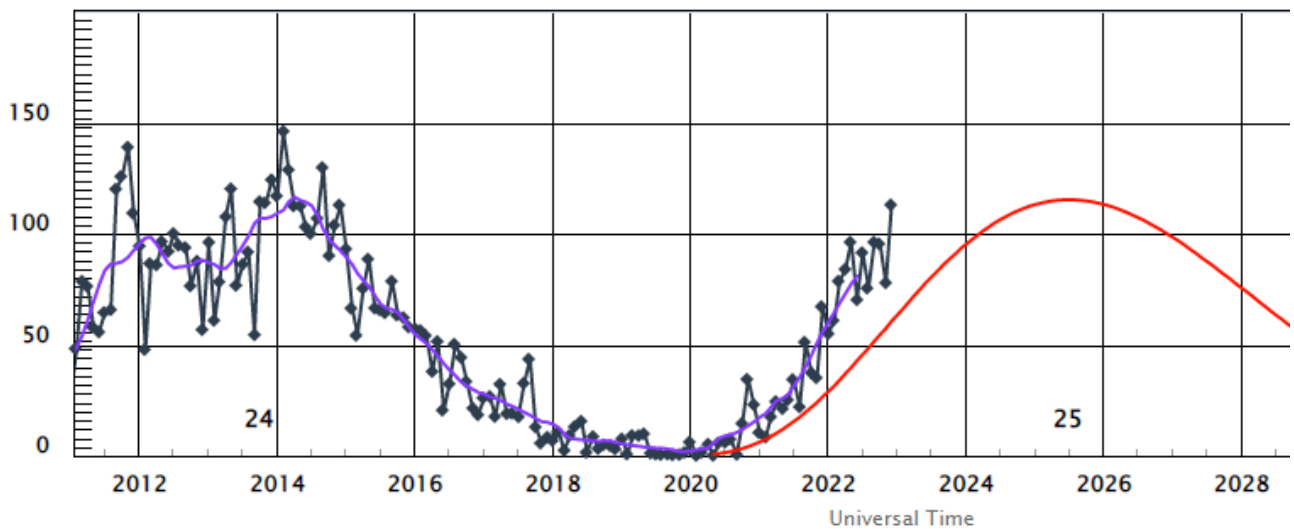
1月19日・20日の両日には太陽黒点数が200を越えました。



太陽表面のフレア発生によるX線の強度も活発な状態が続いています。黄色のゾーンの状態が続いています。



次のグラフはNOAAが発表しているSSN月平均の予想と推移を重ね合わせたものです。予想よりもSSNは急ピッチで増加していることが分かります。2025年頃に予想されているサイクル25のピークには凄いことになっているかもしれません。2年程前の今頃は、SSNがゼロ行進だったことを思えば夢のような話です。



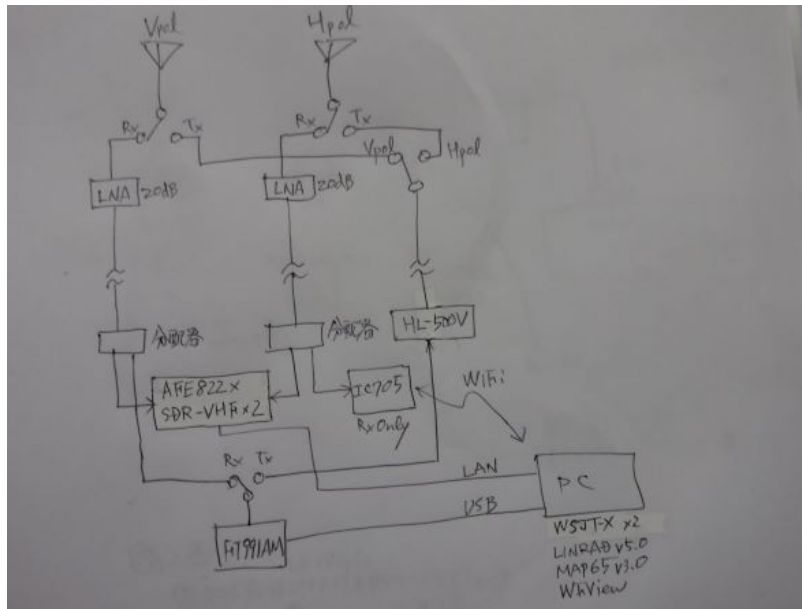
太陽活動が活発になったことにより、ハイバンド（18MHz～28MHz）が活況を呈しています。28074kHz を覗いてみると、14074kHz よりもデコードできる局が多いという状況です。コンディションが良いんだから、空いているところで CQ を出せば応答がありそうなものですが、活況な分だけ混信も酷いようだと思うようには行きません。今朝は、P40AA(FT8: 24292kHz & 18097kHz), FY5KE(CW: 24891kHz), J69DS(FT8: 18100kHz), P4/DL4MM(CW: 18078kHz)などと QSO できました。

## 1月24日 お月見の準備は出来たけど・・・

今月の EME 適期がやってきました。DGRD が 2.0dB 以下なのでコンディションは良いのですが、月の位置が赤道よりも南にあるため、ヨーロッパと同時に月を見ることが出来る時間が短いのが今一つです。今晚午後 6 時頃から 8 時頃までがチャンスです。しかし、その時間の天気予報は雪で、しかも強風です。

今月の EME 適期のために、エキサイターを FT991AM にして、IC-705 と同時受信するようにシステムを組み直しました。FT991AM は垂直偏波受信専用（送信時は垂直または水平を選択）、IC-705 は水平偏波受信専用に使います。それに加えて、AFE822xSDR-VHFx2 で垂直偏波と水平偏波を同時に受信して、LINRADV5.0+MAP65V3.0 で JT65B と Q65 を同時にパノラミック受信できるようにセットアップしました。





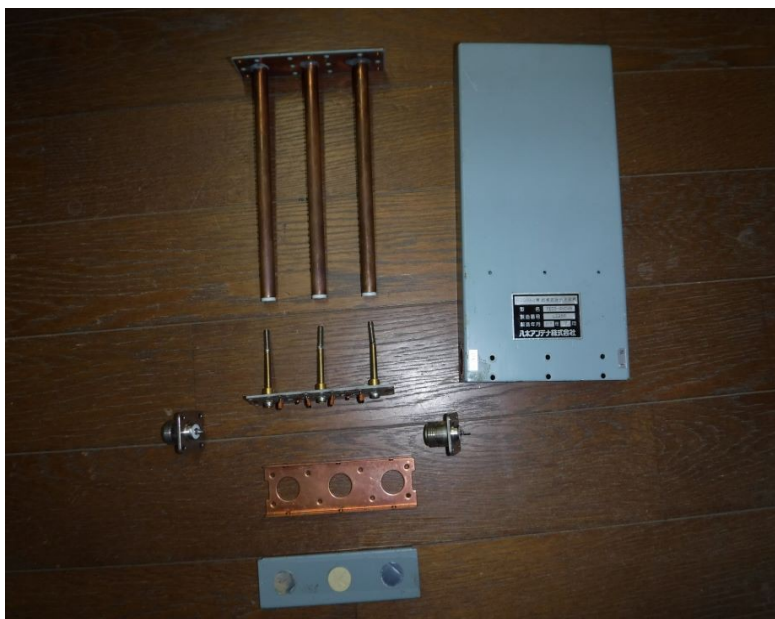
MAP65 で複数の局が受信できると良いのですが、果たして、どうなることやら・・・

## 1月25日 ヤフオクで落札したフィルター

430MHz用のキャビティータイプのBPFに興味があって、製作記事などを探しているところですが、バラバラに解体された「400MHz帯妨害波除去ろ波器」なるものが出品されていました。ゼロから製作するよりも、たとえ通過帯域が少々違ってても、電力的な強度が不足していても、参考程度にはなるだろうと思って落札しました。出品者は、バラバラ

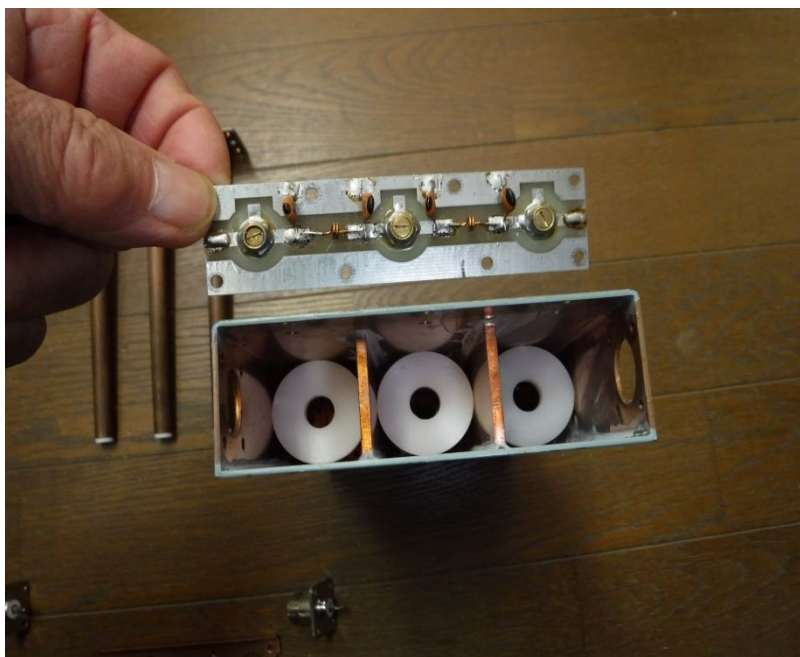


に分解して構造を観察したそうで、私の目的にも合致していますので、たとえ動作しなくても問題ありません。



銅製のケースでできていて、重量感があります。3つのキャビティーを持っていて、一端は口ウ付けしてあります。それぞれのキャビティーはLCで構成された $\pi$ 型LPFのような回路で結合されています。このセラミックコンデンサは50V位の耐圧のもののように見えます。

パイプの直径が10mm長さ152.5mmで、キャビティーの断面（内寸）は一辺31.5mmの正方形です。



キャビティー内部にある白くて丸い物体は、テフロン製と思われるインシュレータで、

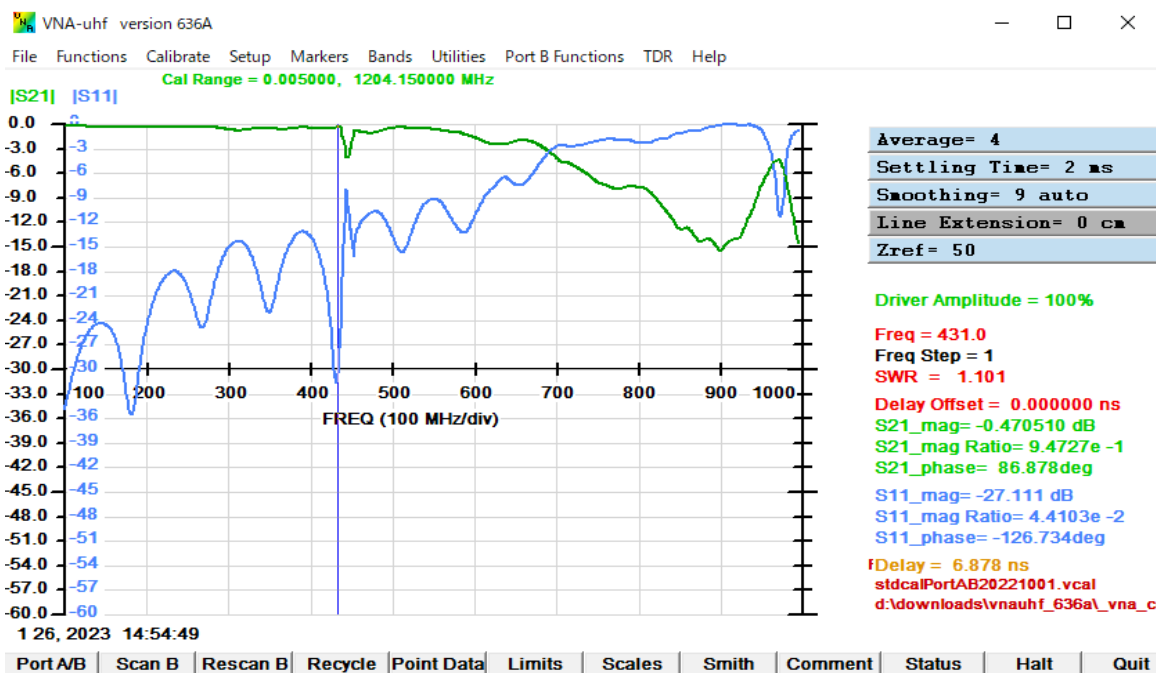
5mm幅位のもので、パイプの先端を固定するような場所に配置されています。

キャビティー型のフィルターというのは、 $\lambda/4$  ショートスタブが LC 並列共振回路のようにインピーダンスが $\infty$ になるという特性を利用していると考えられます。パイプの長さである 152mm が  $\lambda/4$  となる周波数は 491MHz ですが、キャビティーの長さは 180mm 位ですので、この長さが  $\lambda/4$  となる周波数は 416MHz です。

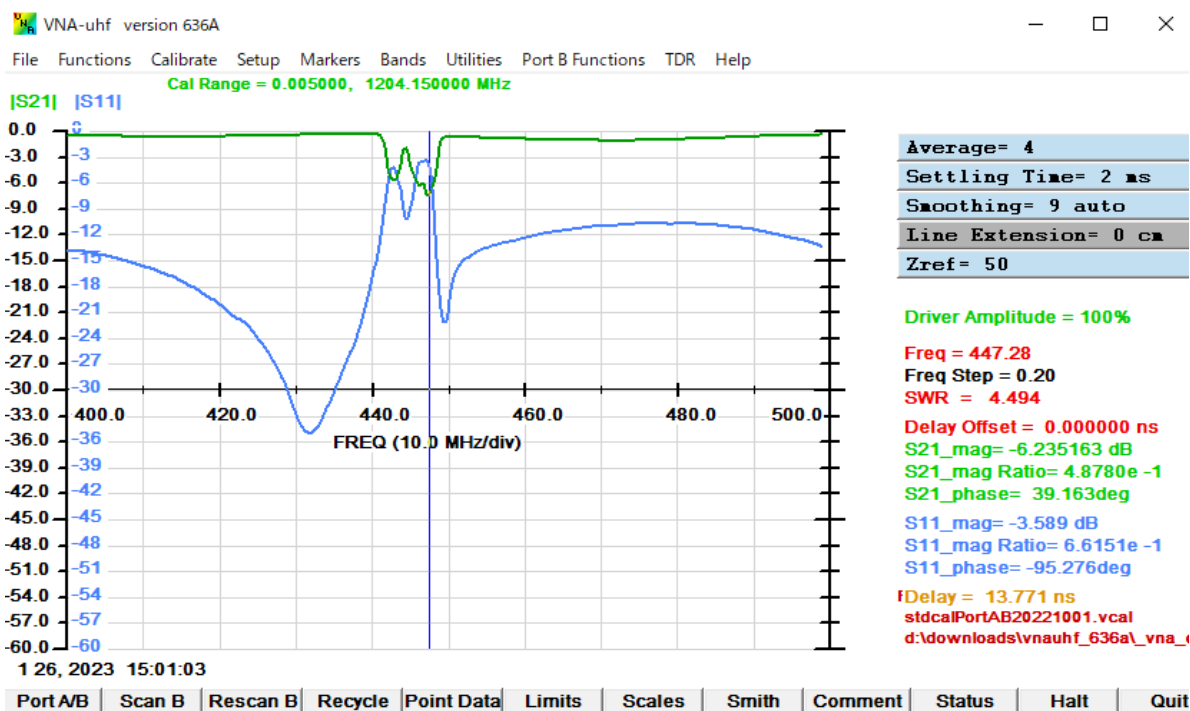
今はバラバラの状態なので、今後組み立てて、調整して特性を測定してみたいと思います。

## 1月26日 400MHz 帯妨害波除去ろ波器の周波数特性

ヤフオクでゲットした「400MHz 帯妨害波除去ろ波器」の周波数特性を測定してみました。まず 100MHz から 1000MHz における S11, S21 の周波数特性を以下に示します。



大域的にみれば LPF のような周波数特性を示していますが、431MHz あたりに共振点があります。900MHz あたりで S21 が最小になっていて、430MHz の  $\lambda/4$  ショートスタブの周波数特性に類似しています。400~500MHz の部分を掃引した時の画像を以下に示します。



447MHzあたりにS21のディップ点があり、-6.23dBという値を示しています。妨害波除去ろ波器という名称なのですが、BRF (Band Reject Filter)として440MHz近傍のキャリアを除去するには減衰量が小さすぎるような気がします。

八木アンテナ株式会社の銘板が付いているので、アマチュア局用に作られたものではないと思うのですが、どの周波数帯の妨害波を阻止するための製品なのか良く分かりません。

さて・・・これを改造して432MHzを通過帯域とするBPFにすることはできるでしょうか？

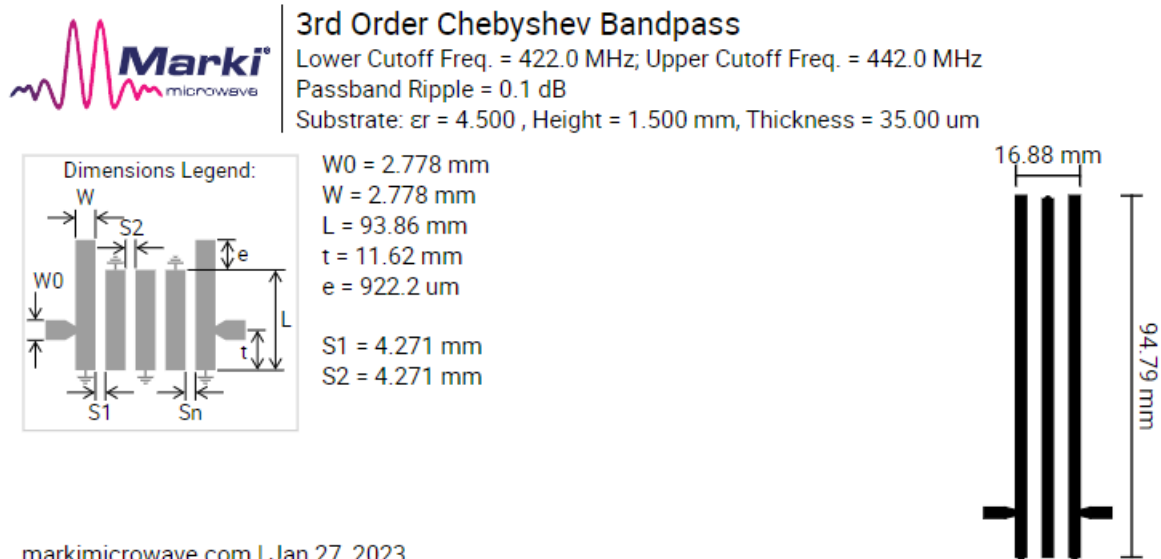
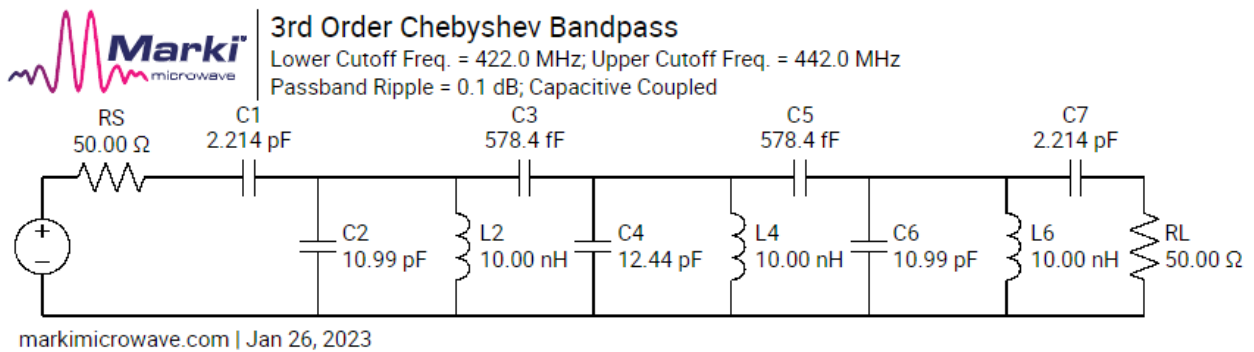
## 1月27日 マイクロストリップラインで作る430MHz帯用BPF

430MHz帯用BPFが作りたくてインターネット図書館で色々調査しています。昔のCQ誌などでよく見かけたキャビティー型やトラフ型のBPFの製作記事や設計方法に関する文献が少なく残念です。代わりに、マイクロストリップラインを使ったBPF等の設計に関する文献が多く、今頃流行りの5G携帯電話用と思われる4GHz帯のものなどを沢山見つけることができました。

4GHzに近い2.4GHz帯や5GHz帯などにもアマチュアバンドがありますが、今の処、興味がありません。今製作したいのは430MHz帯ですが、設計手法は参考になります。

高周波関連部品メーカーであるMarkiのサイトでBPFを設計することができます。LC

フィルターの他、マイクロストリップラインで BPF を設計できるので、それを利用して  $432\text{MHz} \pm 10\text{MHz}$  を通過帯域とする BPF を設計してみました。



図のように3つのマイクロストリップラインで構成されています。94.79mm という長さは、432MHz の  $\lambda/4$  に相当するものなのでしょう。この長さは使用する PCB の誘電率や厚さに左右されます。3本のマイクロストリップラインの内の両端のものは図中下端で、真ん中のものは図中上端で裏面 (GND) にショートし、それぞれショートスタブとして動作します。(図中左側の Dimensions Legend 参照)

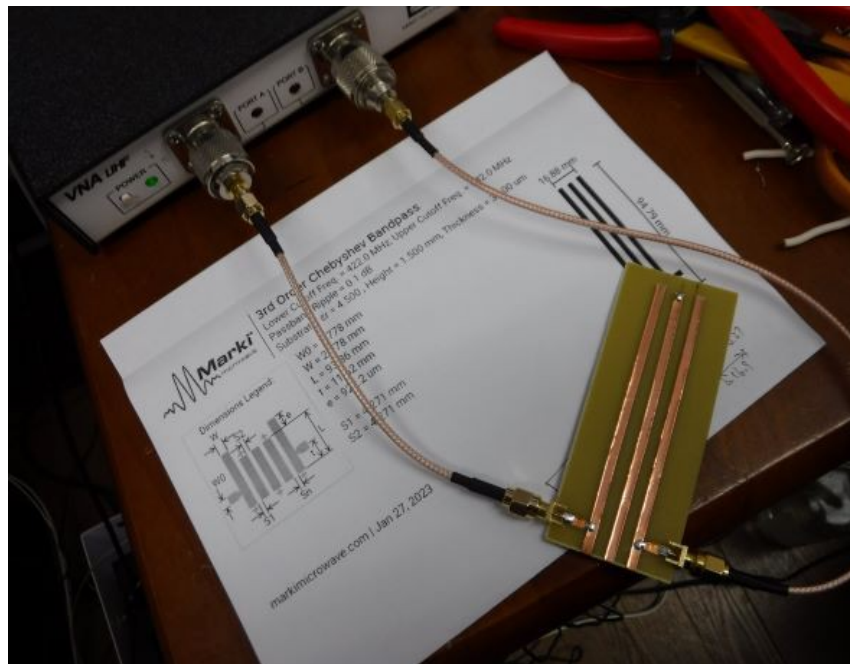
マイクロストリップライン相互の間隔は、マイクロストリップライン間を結合するキャパシタの値となります。入力端と出力端の引き出し口 (上図で t の長さ) はインピーダンスに影響を与えるものと考えられます。マイクロストリップラインの幅が 2.778mm というのは、この PCB における特性インピーダンスが  $50\Omega$  になる長さです。

Marki の設計サイトでは、残念ながら、LC フィルターの場合には S11, S21 の周波数特

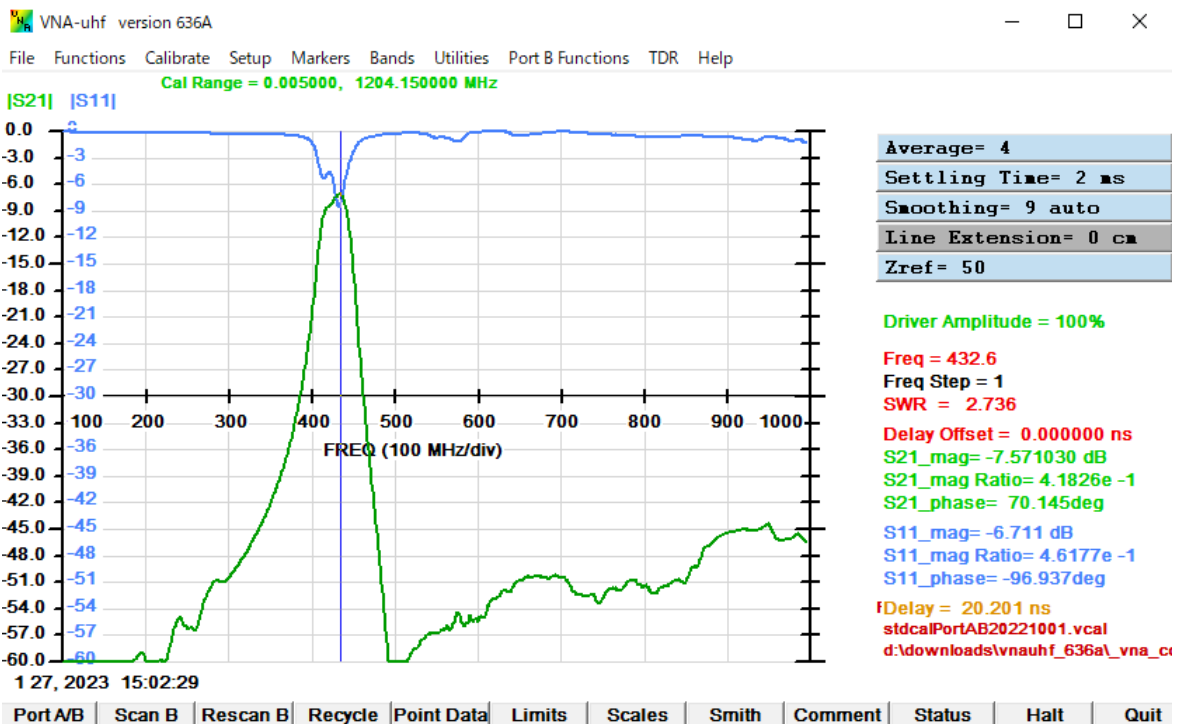


性を確認することができるのですが、マイクロストリップラインの場合には、それができません。どっちみち、机上で確認するだけでは面白味が少ないので、実際に作って、周波数特性を確認することにしました。

例によって、PCBと銅テープでちゃっちゃと試作しました。銅テープの幅や間隔などは手作業なので精密さを欠いていますが、本当にそれらしい特性になるのかどうかに興味があります。



VNAuhfを用いて S11, S21 の周波数特性を測定した結果を以下に示します。



作りが雑だったためなのか、インピーダンスマッチングが今一つなので、実用には堪えませんが、S21 のスカート特性は中々のものです。

ちゃんとアートワークしてエッチング処理すれば、もっとまともな特性が得られそうです。

## 1月28日 LoTW で FT8WW 等をコンファーム

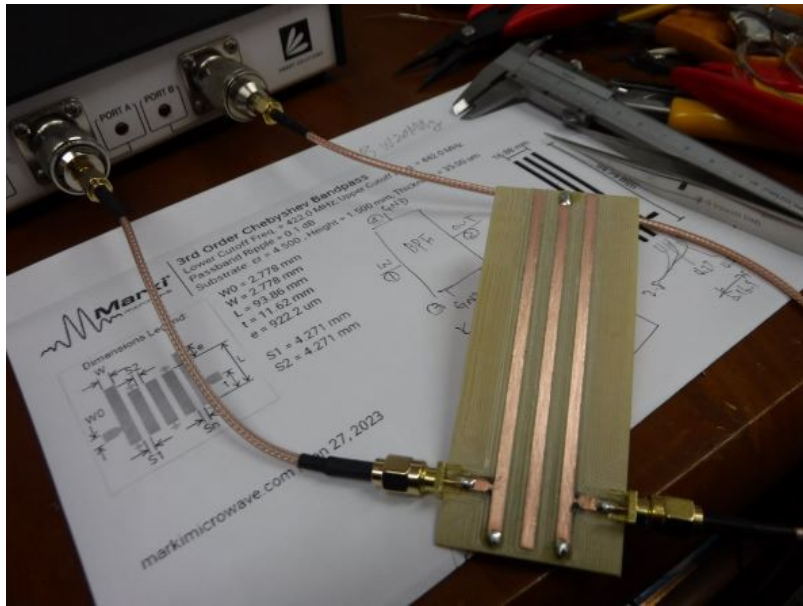
昨日、12月と1月に QSO した中で目ぼしい相手に OQRS で QSL を請求しました。今朝、その結果を確認するために LoTW を開いたところ、多数の New をコンファームできました。

	Call sign	Worked	Date/Time	Band	Mode	Freq	QSL		DXCC
<a href="#">Details</a>	JH4ADK	SP2AYC	1999-06-19 12:13:00	15M	CW		POLAND		
<a href="#">Details</a>	JH4ADK	PZ5RA	2023-01-20 00:57:00	10M	FT4	28.18100	SURINAME	✓	10M; Challenge
<a href="#">Details</a>	JH4ADK	PZ5RA	2022-01-05 23:09:00	30M	FT8	10.13800	SURINAME		
<a href="#">Details</a>	JH4ADK	FT8WW	2023-01-08 10:06:00	15M	FT8	21.08700	CROZET ISLAND	✓	15M; Challenge
<a href="#">Details</a>	JH4ADK	FT8WW	2022-12-29 13:16:00	20M	FT8	14.08700	CROZET ISLAND	✓	20M; Challenge
<a href="#">Details</a>	JH4ADK	FT8WW	2022-12-25 22:34:00	30M	FT8	10.13100	CROZET ISLAND	✓	30M; Challenge; Mixed; Digital
<a href="#">Details</a>	JH4ADK	D2UY	2022-12-08 23:52:00	10M	FT8	28.07500	ANGOLA	✓	10M; Challenge
<a href="#">Details</a>	JH4ADK	D2UY	2022-12-21 07:35:00	15M	FT8	21.07400	ANGOLA	✓	15M; Challenge
<a href="#">Details</a>	JH4ADK	D2UY	2022-12-26 05:23:00	20M	FT8	14.07500	ANGOLA	✓	Digital
<a href="#">Details</a>	JH4ADK	TN8K	2023-01-19 22:45:00	30M	FT8	10.14500	REPUBLIC OF THE CONGO		
<a href="#">Details</a>	JH4ADK	TN8K	2023-01-18 22:53:00	12M	CW	24.89100	REPUBLIC OF THE CONGO	✓	12M; Challenge
<a href="#">Details</a>	JH4ADK	TN8K	2023-01-18 22:24:00	40M	FT8	7.05700	REPUBLIC OF THE CONGO		
<a href="#">Details</a>	JH4ADK	TN8K	2023-01-14 06:55:00	20M	FT8	14.08700	REPUBLIC OF THE CONGO		
<a href="#">Details</a>	JH4ADK	TN8K	2023-01-13 03:26:00	17M	FT8	18.09800	REPUBLIC OF THE CONGO		
<a href="#">Details</a>	JH4ADK	TN8K	2023-01-12 02:26:00	15M	FT8	21.09200	REPUBLIC OF THE CONGO		

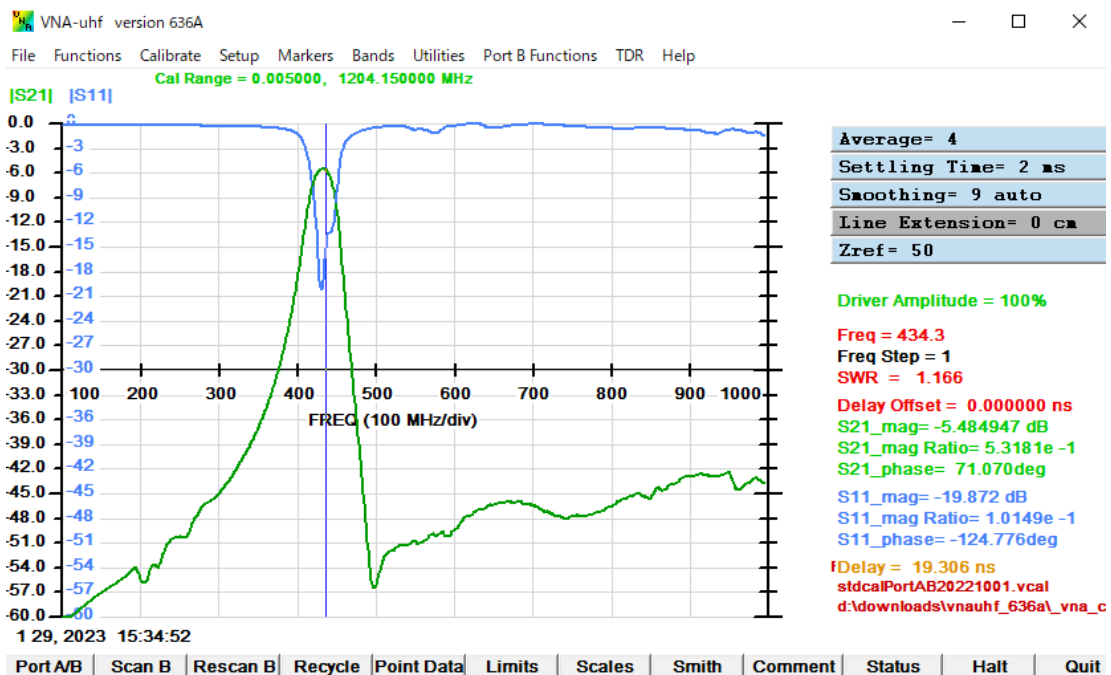
中でも FT8WW は Mixed でも New なので、これらの中ではピカ彗です。まだまだサイクル 25 は始まったばかりなので、これからピークに向けてハイバンドのコンディションが上昇する中、ハイバンドで取りこぼしのないように一つ一つバンドニューをモノに行きたいと思います。

# 1月29日 マイクロストリップラインで作る430MHz帯用 BPF (その2)

一昨日製作した430MHz帯用BPFを改良するために、KiCadでアートワークして、CNC3018Proで切削加工しました。切削するのに2時間近くもかかりましたので化学的にエッチングした方が精度が出て良かったかもしれません。以下にVNAuhfで測定中の写真を示します。



VNAuhfでの測定結果は次のようになりました。



流石に、インピーダンスマッチングはちゃんとできていて、SWR=1.17@434MHzですが、挿入損失(S21)が5.5dBもあります。スカート特性は良好なので、NFの小さなMMICの前段に置いてLNAを作る場合などには利用できるかもしれませんが、送信系には見えそうにありません。

MarkiのHPで周波数特性が確認できないのが残念ですが、挿入損失が大きい原因は、三つのマイクロストリップラインの間隔が広すぎるのだと考えられます。これを狭くするようにPCBの厚みを変えるとか通過帯域を広くするかすれば、挿入損失を小さくできるかもしれません。

## 1月30日 430MHzの落成検査に向けて

この1カ月はフィルター設計について興味を惹かれたので、やや脱線気味でしたが、これも430MHz帯のQRO落成検査の準備の一つとして欠かせない学習だったように思います。

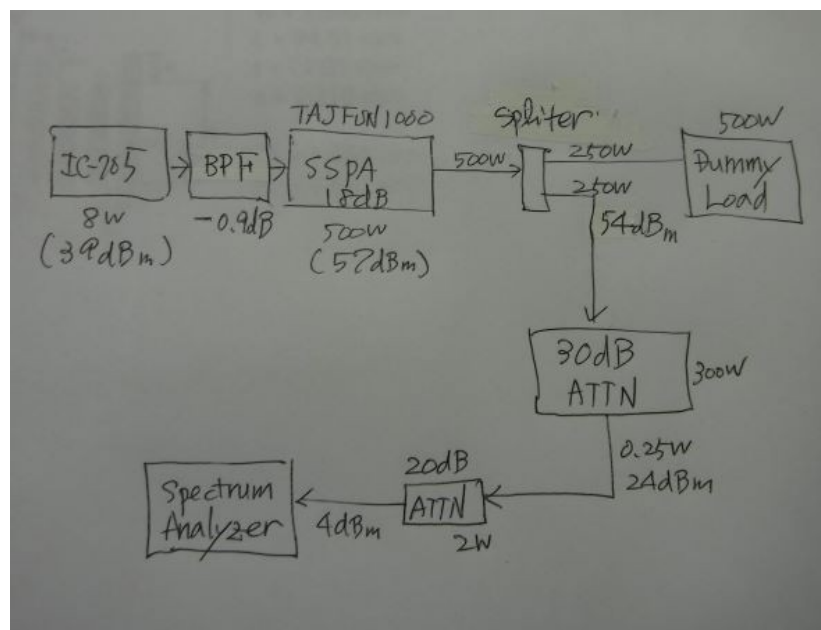
色々紆余曲折はありましたが、エキサイターはIC-705にするよということで変更申請の変更をすることにします。IC-705とリニアアンプの間にBPFを挿入して、IC-705のヘテロダインによるキャリア近傍(±40MHz)および第2高調波のスプリアスを除去します。BPF無しでは、いくら優秀なリニアアンプを使っても-70dBc以下というスプリアス規制のハードルをクリアすることができないことは、これまでの実験で分かっています。





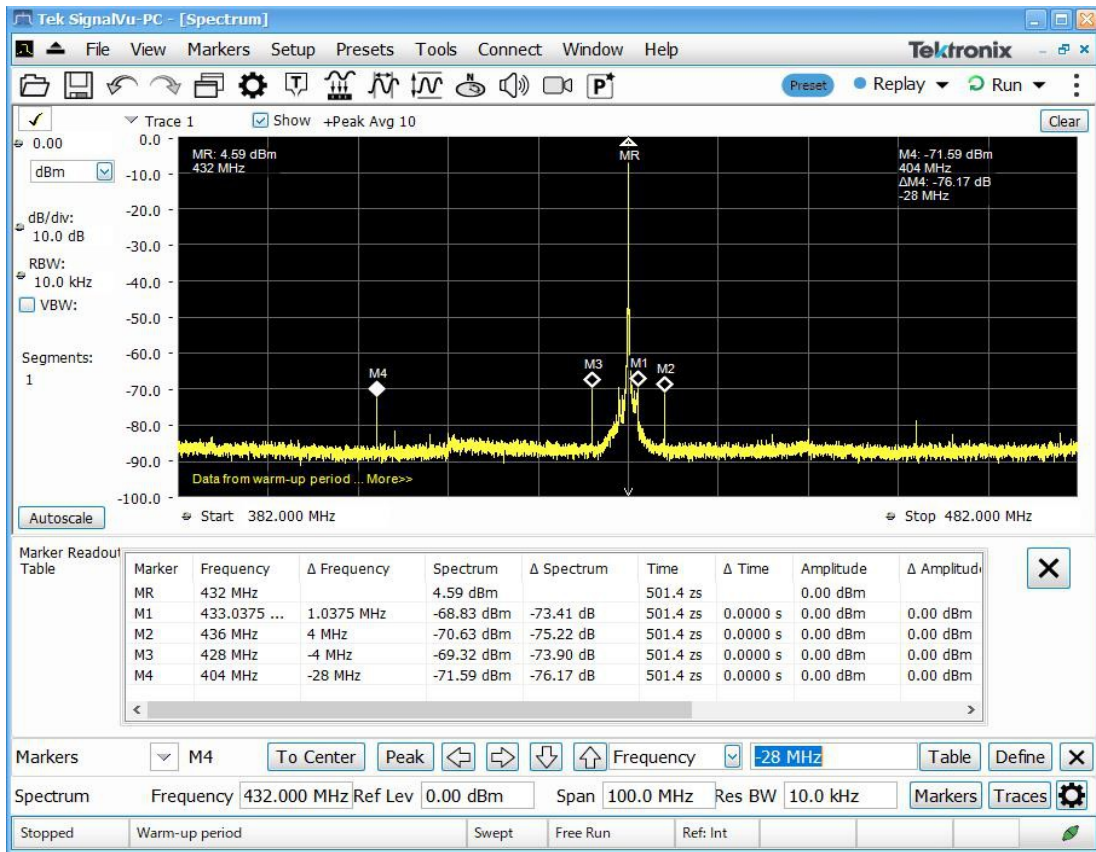
1年程前に Henry-radio で購入した Bird の 30dB アッテネータの容量は 300W なので、このままでは 500W でのテストができません。どうしたものかと思案した結果、アンテナの部品として用いられる 430MHz 帯用 2 分配器を用いて、HF 帯の試験に用いていた定格不明のダミーロード (500W ~1kW) に半分の電力を消費してもらうことにしました。分配器には周波数特性があるので、スプリアス測定の正しい方法ではないことは承知していますが、アマチュア的には可とにしました。

IC-705 の出力調整を 88% にすると、500W をやや上回る位になります。エキサイターを IC-705 にすることで、オーバードライブによるリニアアンプの損傷を回避することができて、丁度良いバランスなのかもしれません。



## 1月31日 430MHzの落成検査に向けて (その2)

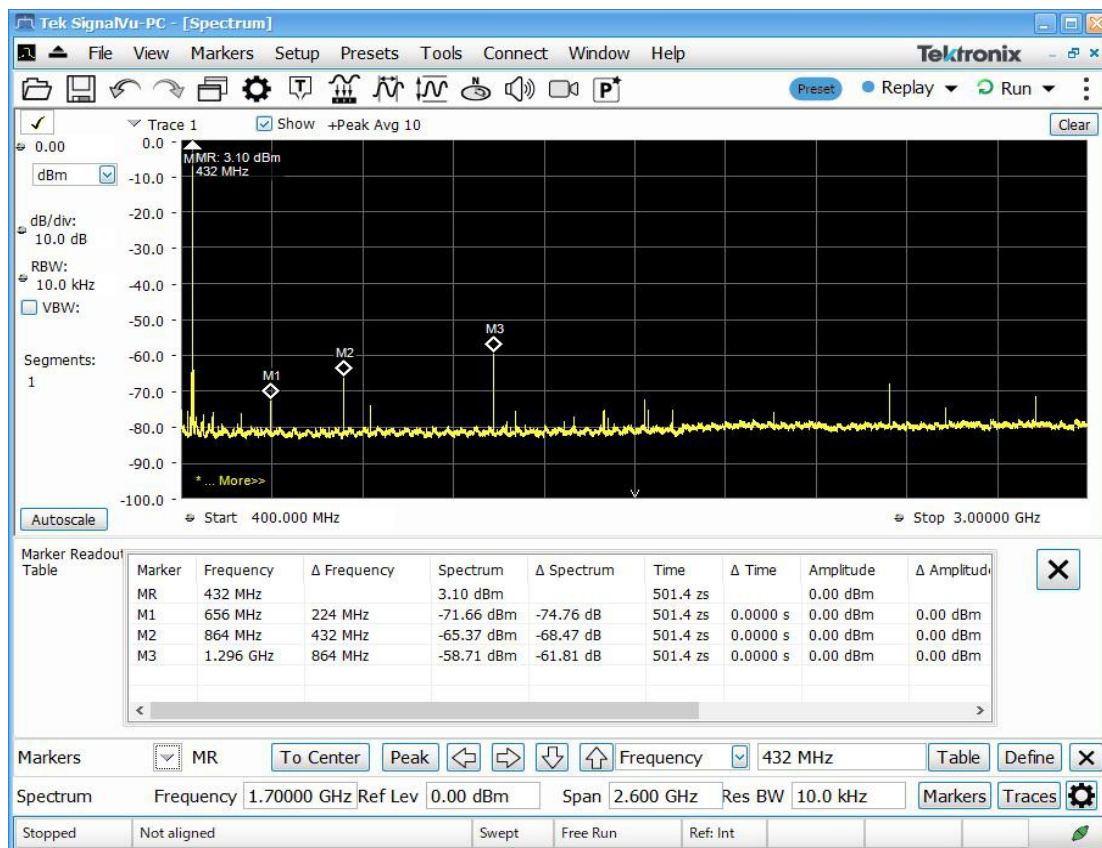
昨日設定した構成で、500W 出力時のスプリアスを確認しました。まず、432MHz±50MHz をスイープしました。M1~M4 はいずれも 70dBc 以下のレベルなので OK です。



次の画像は 30MHz から 530MHz をスイープしたものです。

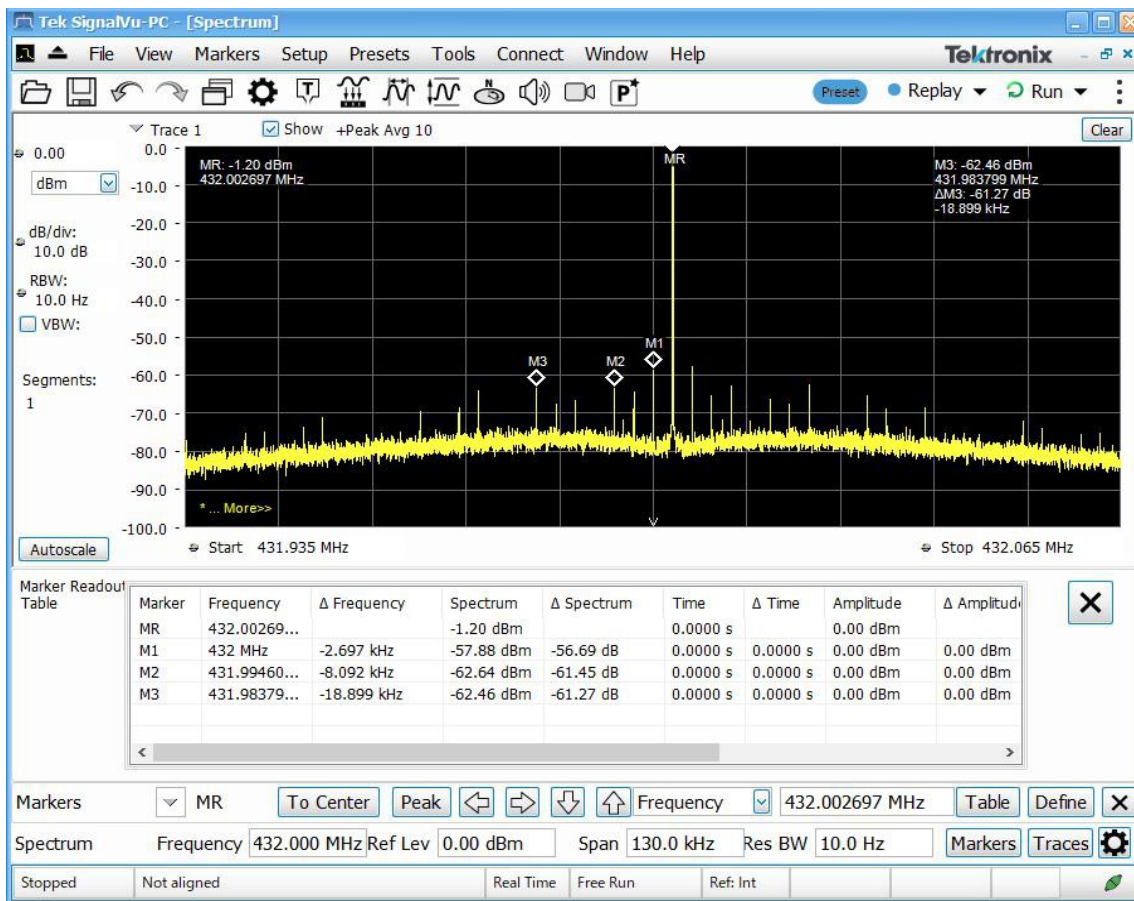


M1, M2 は-70dBc 以下なので OK です。M3@168MHz にある-63.39dBc のスプリアスは、以前から問題にしていたものですが、スペアナのスプリアスなので除外します。次の画像は、400MHz から 3GHz をスイープしたものです。



M2@864MHz に-68.47dBc の第 2 高調波、M3@1.296MHz に-61.81dBc の第 3 高調波によるスプリアスがあります。これらは-70dBc 以下というハードルをクリアする必要があります。マーカを付けていませんが、2.4GHz あたりに-70dBc 以上のスプリアスがありますが、これはスペアナのスプリアスなので除外して考えます。

次の画像は 432MHz±62.5kHz をスイープしたものです。

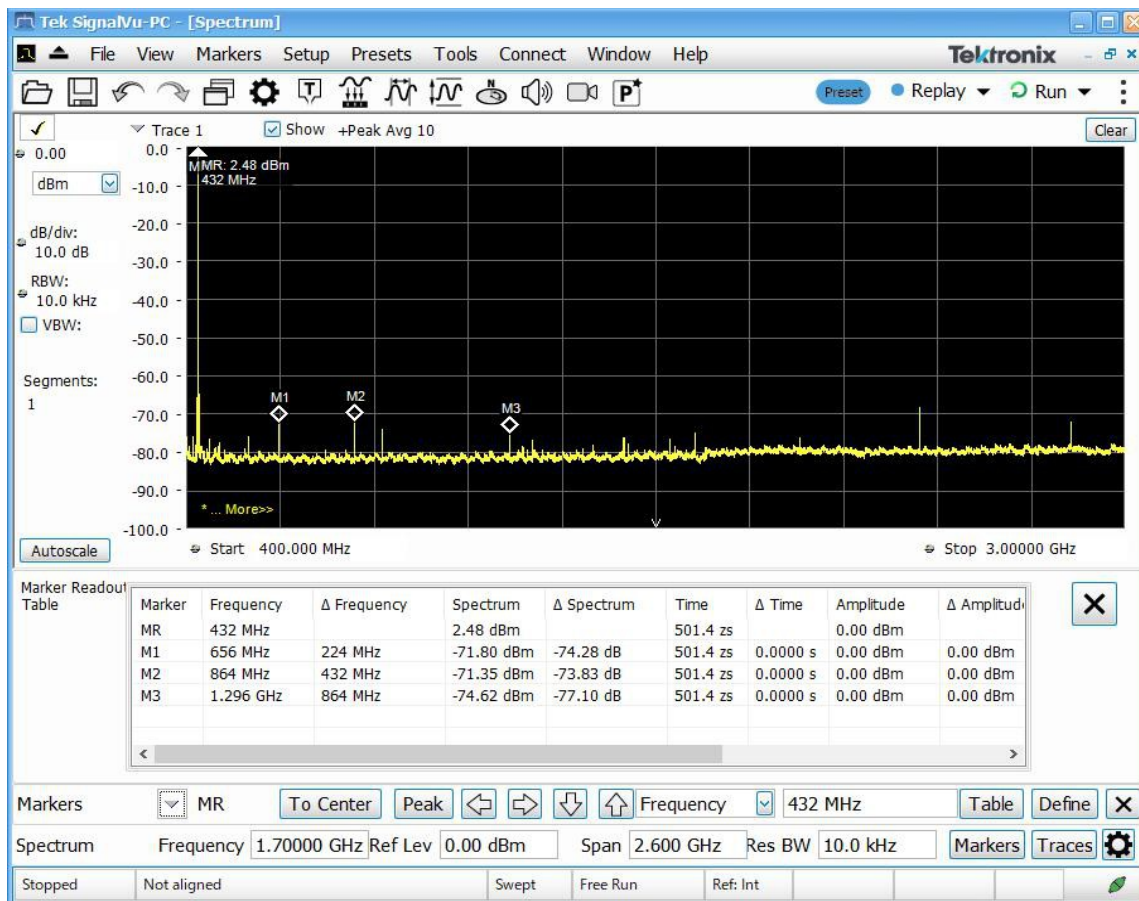


帯域外領域は、必要帯域幅（F1Dの場合30kHz・・・±15kHz）よりも外側で±62.5kHz迄の領域です。この領域のスプリアスは、-60dBc以下というハードルをクリアする必要があります。M1@432MHzに-56.69dBのスプリアスがありますが、-2.697kHzなので必要帯域幅内であり、帯域外領域ではありませんので、OKです。M2@431.994MHzも-8.092kHzなので必要帯域幅内であり、かつ-61.45dBcなのでOKです。M3@431.984MHzは-18.9kHzなので帯域外領域ですが、-61.27dBcなのでOKです。

以上、ざっと点検したところ問題なのは864MHzの第2高調波と、1.296GHzの第3高調波だけです。これらを除くできればスプリアス規制の基準を満たします。

1月14日に製作したLPFを30dB300Wアッテネータとスペアナの間に挿入して、LPFで除去できるかどうか試してみました。このLPFはSMAコネクタなので、いきなり500Wを加えるのは抵抗があったので、あくまでも味利きがてらです。





上の画像に示すように、M2もM3も-70dBc以下になりました。3次チエビシェフ型LPFで十分にスプリアスを抑制できることが分かりました。

LPFを500Wに耐えるように作り直して、後日テストしてみたいと思います。