

9エレメント ループアンテナ 作成記録

2021年5月3日～8月1日 JG1EJY 松島



= 目次 =

- ① はじめに
- ② パーツ紹介
- ③ 設計
- ④ 組み上げ
- ⑤ 測定と調整
- ⑥ 実運用
- ⑦ 使用部材、消費材、工具、測定器等

①はじめに

コロナ禍で外出（移動運用）の自粛が要請されているこの時期、自宅に籠って出来ることは・・・『自作?』
当局の設備はどれも貧弱ですが、財布が許す範囲で出来ることは無いかと検討した結果。
「アンテナの自作による設備増強?」を思いつきました。

アンテナと言ってもHFアンテナを上げる敷地はなく、UHF/VHFとなります。そして、作成したアンテナの性能を気軽に試せる機会があるものとして、所属クラブJA1YSW武蔵野クラブが開催する『日曜日7:30からの北杜市/長野県方面への432.720MHzのOAMで参加されている皆さんとの交信』を目標にしようと勝手に思いつきダメモトで432.720MHzに力点を置いたアンテナの設計、製作を始めました。

430MHzとはいえ、十数エレメントもある長いアンテナは高額となりますし、そもそも設置する場所がありません。結局、ブーム長1m（ホームセンタ等で売っている安い鋼材）をベースに、通常の八木アンテナよりも同じエレメント数で効率が良いと言われているループアンテナを作成することにしました。

我が家（三鷹市）のロケーションは、北杜市/長野県方面や北アルプス方面には決して恵まれていません。しかし今のグランドプレーン（GP）アンテナから指向性アンテナに替えることによって、日曜7:30のOAMに参加できるかも・・・と云う淡い期待を持って作ってみたいと思いました。

なお、アンテナは薄っぺらい帯鋼をエレメントとして使用するため、風に弱いことから常設ではなく、設置・収納が簡単な構造にしました。

本アンテナ作成に当たって、7K1XXS志賀さん、JJ1TZB板橋さん、JA1YWIグローバルアンテナ研究会のJA1NUW杵淵会長他メンバーの皆さまの工作ノウハウご提供、技術提供、物資提供等多くのご支援を頂きました。心より御礼を申し上げます。

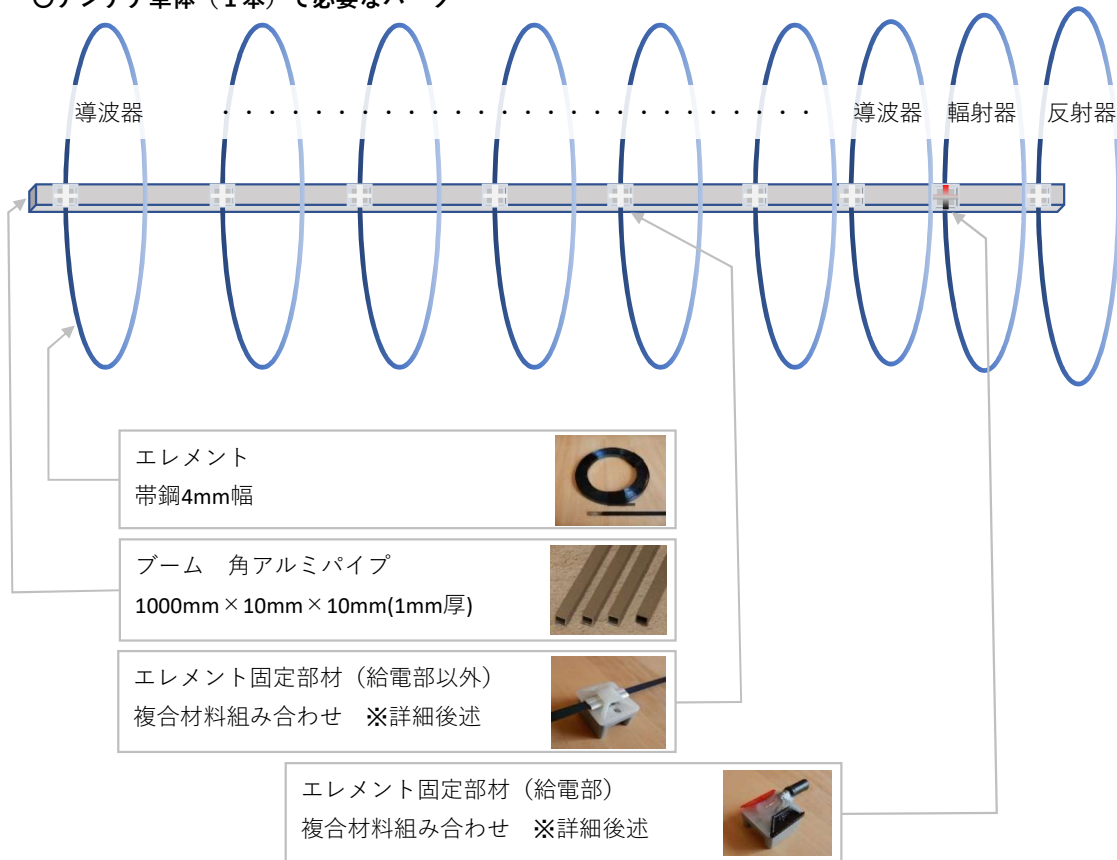
三鷹市 松島 JG1EJY

②パーツ紹介

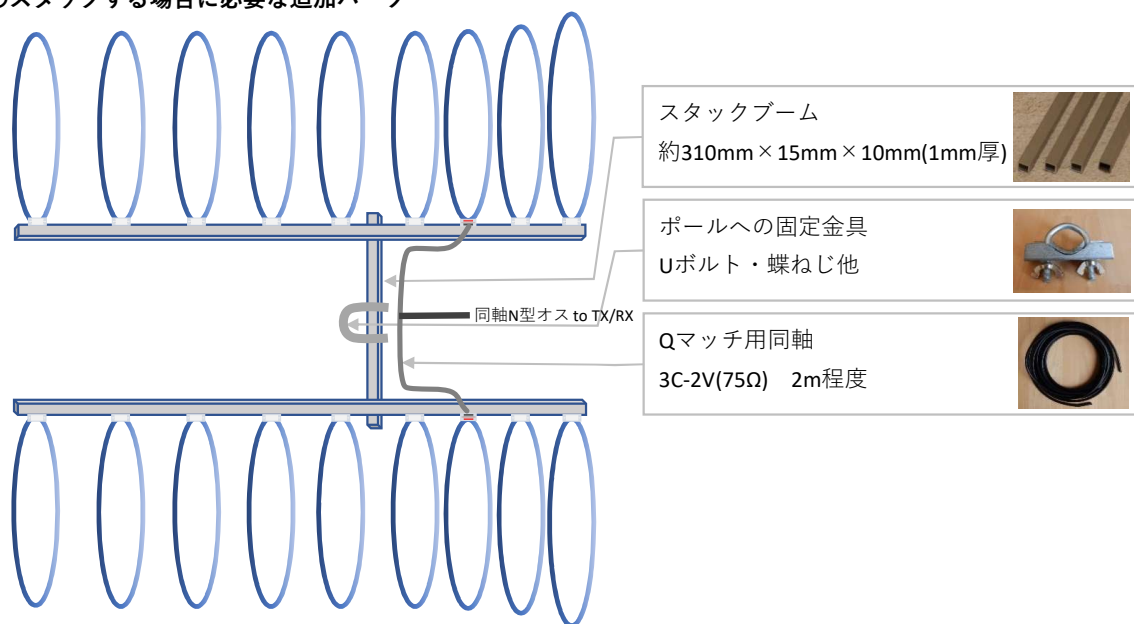
ここでは、アンテナを構成する主なパーツを紹介します。

各々のパーツの詳細、仕様、参考価格などは別ページにて記載します。

○アンテナ単体（1本）で必要なパーツ



○スタックする場合に必要な追加パーツ



③設計

アンテナの設計は4nec2ソフトウェア（無償ソフト）を使用。 <https://www.qsl.net/4nec2/>

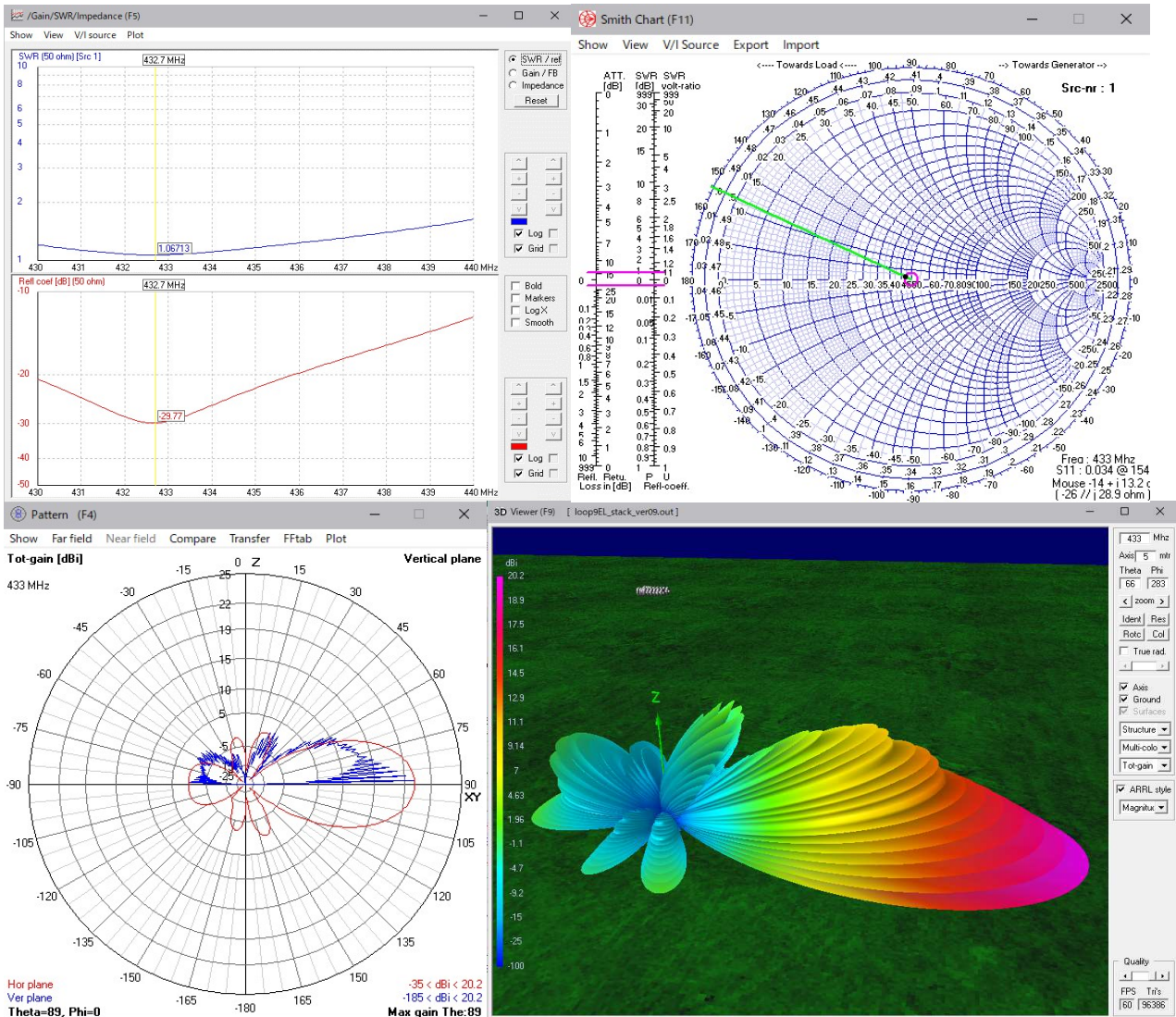
シミュレーション条件

- ・地上高は10mH、北杜/長野方面は畑（その先は高層建物）のため地面は"標準"の条件で計算
- ・ブーム長は1m以内 エレメントサイズ初期値はJA1YWIのデータを参考(※1)
- ・1m内に9エレメントを収めるエレメント間隔の情報は7K1XXS志賀さんから入手
- ・まずシングル構成で設計
- ・432.720MHz付近に f0を合わせる
- ・シングルの構成が決まったらスタック幅を計算、給電部はスタックブームがエレメントに重ならない様、双方内向きで演算
- ・スタック幅決定後は、スタック状態で再シミュレーション

SWR>ゲイン>インピーダンスの優先順位で計算

※1 https://ja1ywpjari3.web.fc2.com/ja1ywi-1/gs-9_kotei.htm

シミュレーション結果



○フロントゲイン : 20.2dBi (18.05dB)

○SWR : 1.07 (432.7MHz)

○ |インピーダンス| : 約47Ω

○アンテナサイズ（設計値）:

単位: m

	エレメント長	Reからの長さ
Re(反射器)	0.755741	0
Ra(輻射器)	0.710336	0.109
D1(導波器)	0.684102	0.194
D2(導波器)	0.630625	0.257
D3(導波器)	0.630625	0.393
D4(導波器)	0.630625	0.529
D5(導波器)	0.630625	0.665
D6(導波器)	0.630625	0.801
D7(導波器)	0.630625	0.937

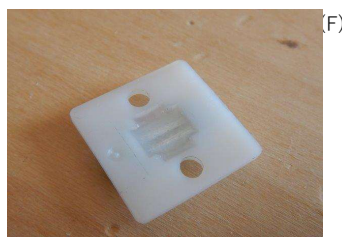
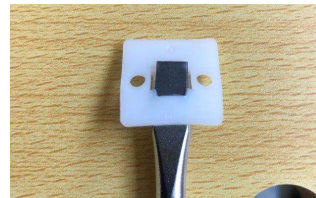
完成品も設計どおりになれば良いですが・・・そうは行きません。組み上げてからの試行錯誤も楽しみ（苦行）です。

④-1 エレメント支持部の作成

・エレメント固定部材の作成（給電部以外の16個）

この部材は、「4mm径(1mm厚)のアルミパイプ」、「タイベース（穴無し）」、「コンクリートサドル」で組み上げます。

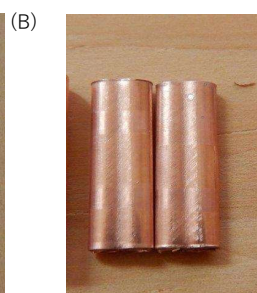
- (A)アルミパイプを19mmの長さで16個切り出し。切断穴と両端面を軽くヤスリで整形。
(B)19mmのパイプを4mmの帯鋼がギリギリ通る形まで万力で潰す。（微妙な調整が必要な作業）
(C)タイベース（穴無し）の穴をマイナスドライバー＋ハンマーで広げる。（力の要る作業）
(D)広げた穴に(B)を通す。（とても力の要る作業）
(E)タイベースの裏側から接着剤を少量流し込みパイプを固定。
(F)アルミパイプを通したタイベースをコンクリートサドルに接着。



・エレメント固定部材の作成（給電部の2個）

この部材は、「4mmのアルミパイプ（作例写真は銅パイプ）」、「タイベース(穴あり)」、「コンクリートサドル」、「平型アルミ端子（作例写真は黄銅にメッキタイプ）」で組み上げます。

- (A)4mm径のパイプを15mmの長さで4個作成。切断穴と両端面を軽くヤスリで整形。
(B)15mmのパイプを帯鋼がギリギリ通る形まで万力で潰す。
(C)平型端子をマイナスドライバー、ペンチ、ニッパ等で広げ、(B)が入るように調整し、余分な回線固定部を取る。
(D)タイベース（穴あり）の四方の内、一方をカッターナイフで取り去る。（写真省略）
(E)タイベース（穴あり）の左右の穴をマイナスドライバー＋ハンマーで広げる。（写真省略）
(F)広げた穴に(C)を通す。（写真省略）
(G)タイベースに(D)で広げた場所から同軸ケーブルをはんだ付けする。
(H)全体を接着剤で固定し、コンクリートベースに接着する。可能であれば、固定時は軽バイスで固定し平行を保つ。



④-2. エレメント作成

- ・別項の「エレメント長さ」を参考に、帯鋼を切断





※帯鋼はゼンマイに使われる素材と同じであるため、作業中跳ねることがあるので細心の注意が必要。手袋、ゴーグル装着等を推奨。

- ・エレメントの両端を鉄鋼ヤスリで被覆剥き

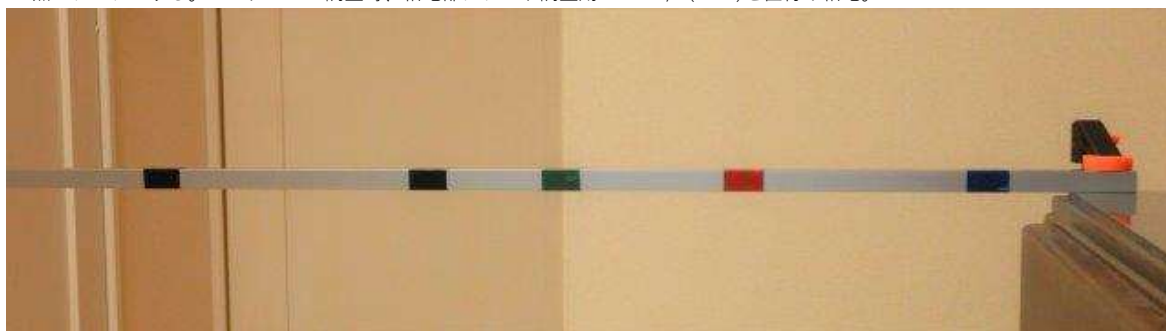


④-3. 仮組み上げ

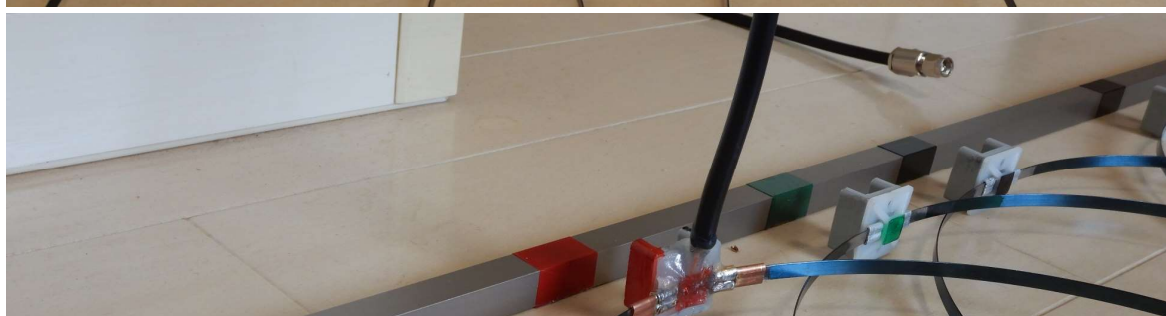
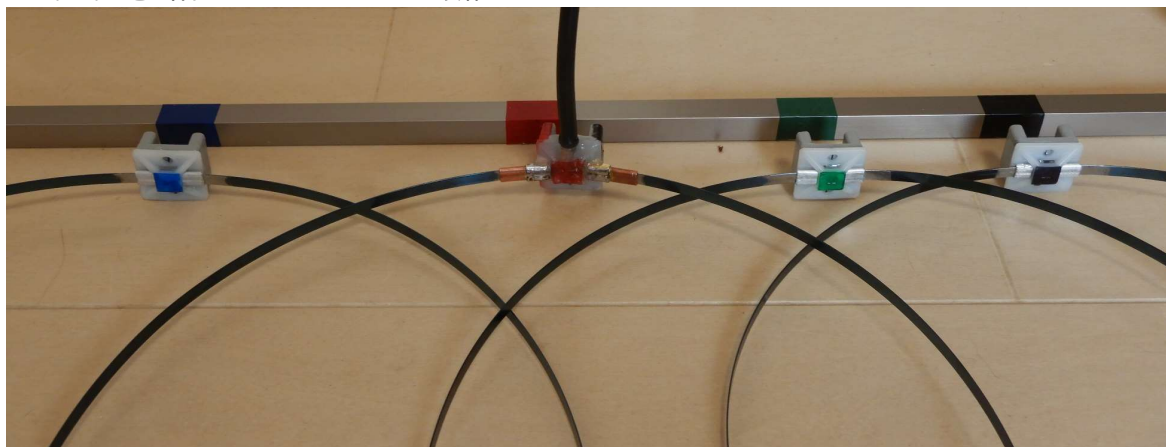
- ・ブームに設計通りの間隔でビニールテープを貼り付け

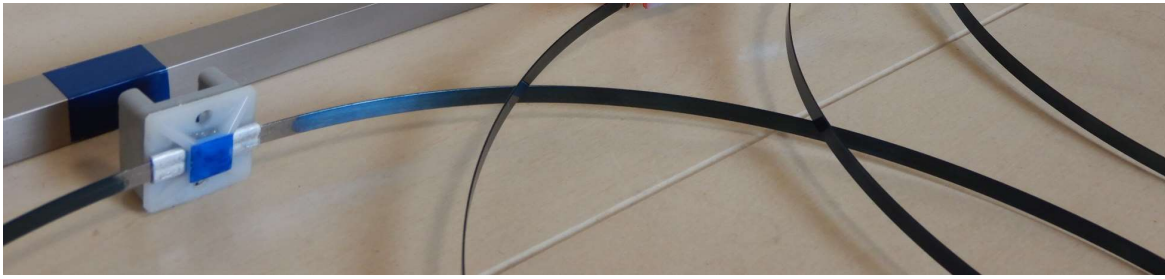
設計で算出したブーム間隔を基に、エレメントをつける箇所にビニールテープを貼る。

エレメント長の種類は4種なので、Re(反射器)は青、Ra(輻射器)は赤、D1(導波器)は緑、D2~D7(その他導波器)は黒のテープとする。シングルでの調整時、給電部はテスト調整用RG-58a/u(50Ω)を直付け給電。



- ・それぞれの色に合わせてアンテナエレメントを装着



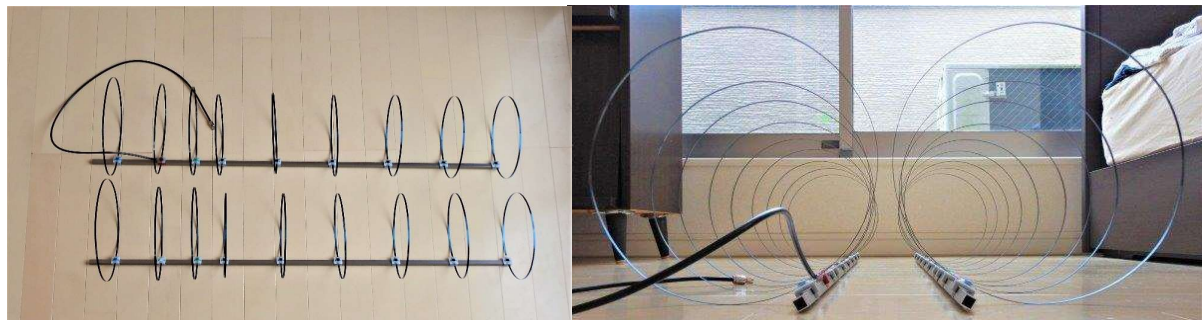


・組み上げ後（調整前）



・まず、1本で調整： 楽しいが大変。調整は⑤-1にて別途ご説明。
（本ページでは省略）

④-4. もう一方のアンテナを作成



④-5. スタックブームを作成

スタックブームの10mm×15mmのアルミ角パイプの納期が2か月後と判明し、急遽7K1XXK局からいただいた4エレ×2×2のスタックブームがちょうどスタック間隔が両ループ中心550mm設計だったため、新調せずにそのまま利用させていただくことにした。ブームに簡易ドリルガイドを使ってスタックブームに接続する穴を慎重に空け、スタックの形は出来上がり。Qマッチ部分の作成に入る。



④-6. マッチングセクションの作成

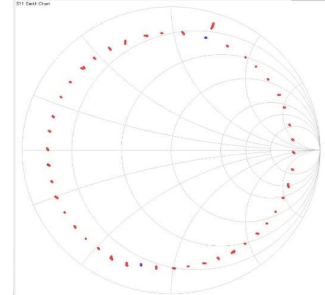
スタックのマッチングは、比較的簡単に製作できるQマッチとする。 ※参考URL：<https://web.ji0vwl.net/q.html>
スタック間隔は550mmとしているため、75Ωの同軸(3C-2V/短縮率0.67)を使う場合、 $1/4\lambda$ が117.8mmであるため、 $1/4\lambda \times 7$ の約825.0mmとする。

3C-2Vを給電部に直付けし、給電部からブームの中心に沿わせて左右を直結。そこから50Ωの同軸に変換。50ΩのコネクタはN型とする。

上記参考URLはQマッチについてとても詳しく解説されており、SmithChartの勉強にもなるので是非ご一読ください。

・ちょっと遠回りして勉強

1/2λ毎にSmithChart上を1周するというのがなんとなく理解しづらかったので実際に同軸ケーブルをアンテナアナライザに接続し、1/2λ分まで5mmづつ刻んでみた。結果は当たり前だが、電気長1/4λで半周、1/2λでほぼ初めの位置に戻った。



全く面白くない動画だが、5mmづつ刻んだ時のSmithChart上の動きをYoutubeにUPした。

<https://youtu.be/ABl1-r4pQlc>

給電部に3C2V(840.0mm)を直付け。双方を切り進めながらインピーダンスが50Ω近くになるように調整の後、8D-FB用N型コネクタのオスを接続、導通を確認してコネクタ締め付けや熱収縮チューブでの処理を行い、マッチングセクションの出来上がり。

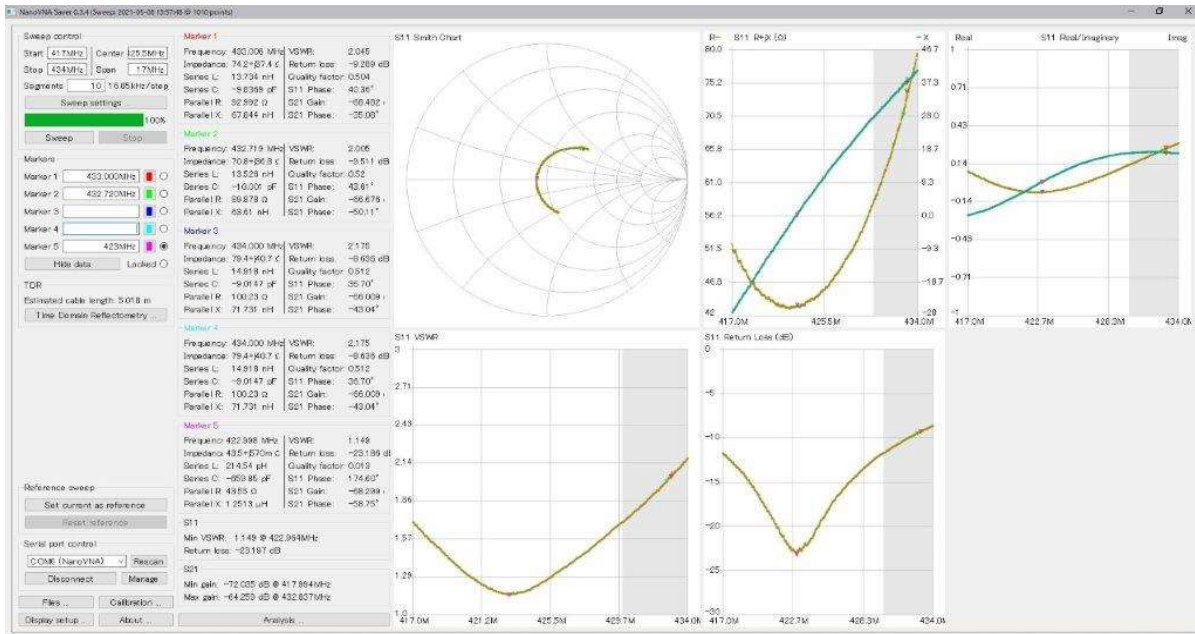


後は、測定と調整へ・・・

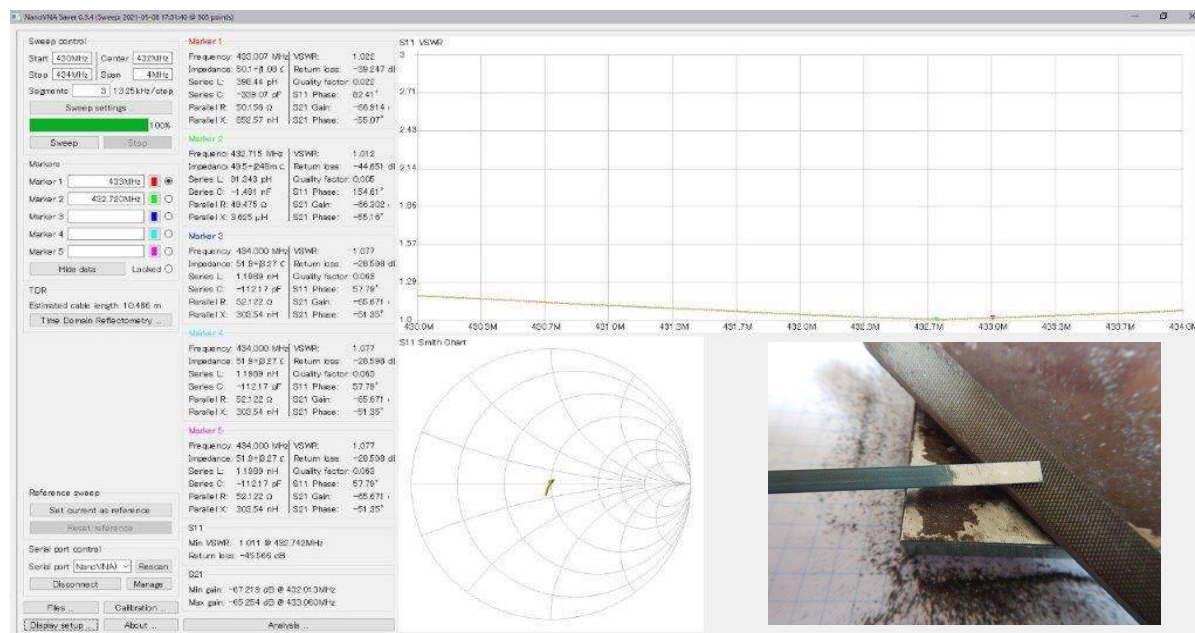
⑤測定と調整

⑤-1. アンテナ一本 (Single構成) での調整

- ・シミュレーションソフト(4nec2)の計算通りに作成したものの、 f_0 が423MHz付近と目標の432.720MHzから大きく外れた。SWRカーブは綺麗であり、インピーダンスも f_0 で 43.5Ω で全体的に暴れてないため、工作面でのミスはないと思われる。



- ・ブームの長さやエレメント間隔は変えたくないため、各エレメントの長さをmm単位で追い込み、目標周波数に合わせる (切っては削って測定・切っては削って測定、鉄粉だらけになる気の長い作業)。



最終的に432.720MHzにて、 $SWR = 1.012$ ・インピーダンス $= 49.5 + j248m\Omega$ ・ReturnLoss $= -44.6db$ に落ち着いた。
調整時間2時間以上、大変でしたがこの値を見てひとまず安心。出来上がったエレメントの実測値は以下のとおり。

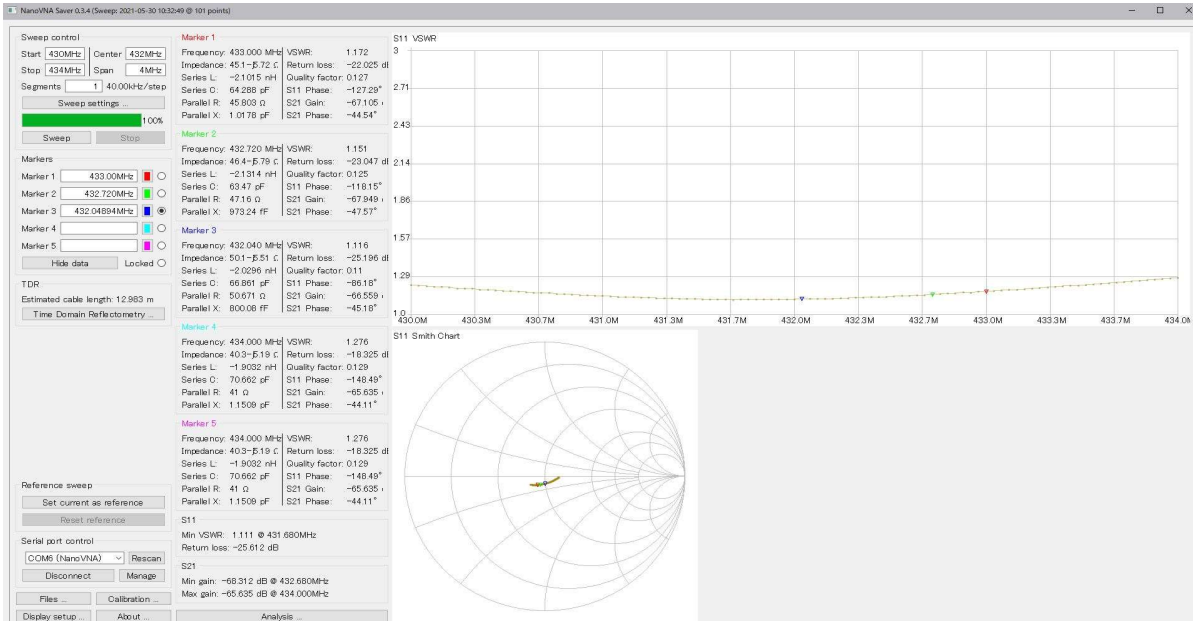
	エレメント長		単位: m
	設計値	調整後	
Re(反射器)	0.755741	0.7515	-0.004241
Ra(輻射器)	0.710336	0.687	-0.023336
D1(導波器)	0.684102	0.679	-0.005102
D2(導波器)	0.630625	0.627	-0.003625
D3(導波器)	0.630625	0.627	-0.003625
D4(導波器)	0.630625	0.627	-0.003625
D5(導波器)	0.630625	0.627	-0.003625
D6(導波器)	0.630625	0.627	-0.003625

D7(導波器) | 0.630625 | 0.6265 | -0.004125

2 本目の調整は、30分程度で完了。

⑤-2. アンテナ二本（スタック構成）での調整

マッチングセクション作成完了後、実際にアンテナに接続し測定を実施。



f0=432.040MHz SWR=1.116 Imp=50.1-j5.51Ω

• 432.720MHz SWR=1.151 Imp=46.4-j5.79Ω

• 433.000MHz SWR=1.172 Imp=45.1-j5.72Ω

⑥実運用

7月25日と8月1日、両日曜日に7:30からの西方面OAMに参加。

JA0ED西坂さん（南牧村）の信号はキャリアを感じる程度でしたが、こちらの信号は西坂さんのシステムに助けられメリット5にて入感しているとの事。

JJ1NIT吉田さん（北杜市）は、8月1日にはコンディションが後半急に良くなり、59にて入感。吉田さんから53のレポートをいただきました。



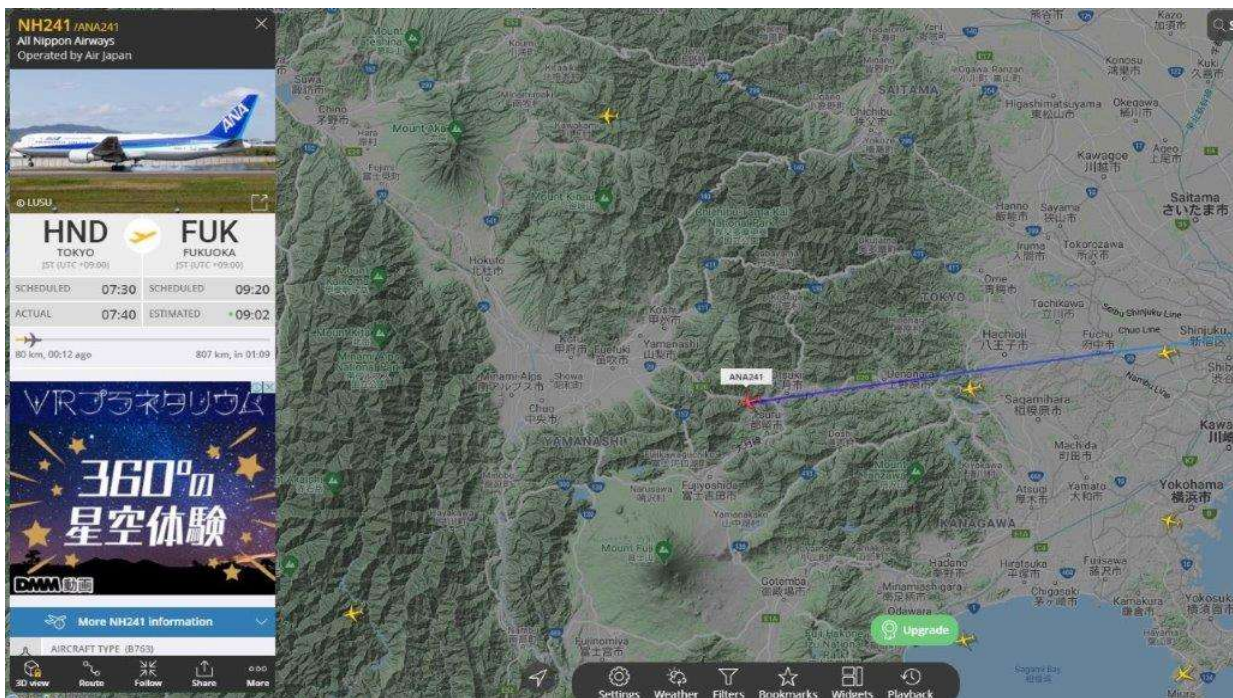
●番外編 航空機反射による伝搬

2018年頃、航空機反射の考察レポートを作成しましたが、今回もJA0ED局からの信号がいかに航空機反射と思われるシグナルの揺れで強烈に入感しました（ピークで58）。

丁度その時間、羽田発福岡行きの全日空241便が上空を大月市あたりを通過しましたので、この航空機反射だと思われます。

羽田や成田空港から韓国や上海向けの便であれば、もう少し北のルート（茅野市・伊那市）を通り高度も高いのでより強い入感が期待できそうです。

航空機反射もまた改めて考察してみようと思います。



以上

⑦使用部材

使用箇所	用途	パーツ名	仕様	必要数量	入手先	価格(参考)
アンテナブーム	エレメントブーム	安田アルミ角パイプ	1000mm×10mm×10mm(1mm厚)	2	amazon	¥1,430/4本
スタックブーム	スタック用	同上		1	amazon	同上
	スタック幅固定用	—	—	—	—	—
エレメント	アンテナエレメント	4mm厚帯鋼	0.4mm厚	12m	JA1YWI	¥1250/10m
エレメント固定	給電部接続端子	平型端子 (メス)	187型	2個	ジョイフル本田	¥12円/個
	給電部以外接続部材	4mmφアルミ丸パイプ	1mm厚	1本(90cm)	コーナン	¥239
	各エレメント保持台	コンクリートサドル	ELPA ND-3NH 内径10mm	20個	amazon	¥476/6個
	エレメント支持	タイベース (穴あり)	OHM DZ-TB3AZ/w 19.0mm角	2個	OHM通販	¥207/10個
	エレメント支持	タイベース (穴なし)	おうちDepoオリジナル 19.5mm角	16個	おうちDepo	¥xxx/20個
同軸ケーブル	Qマッチ用75Ω		3C-2V 75Ω	2m	在庫	
	Qマッチ用コネクタ		8D-FB Nコネクタ(オス)	1個	在庫	
	引き込み用同軸		10D-SFA 50Ω	必要分	頂きました	
ブーム固定		蝶ナット・U字ボルト	ポールに合うもの	2組	頂きました	
		平・スプリングワッシャ	各種	適量	頂きました	
引き込み	ブリアンプ	anten GRA-720		1	借りました	

○その他消費材

・エポキシ混合接着剤 ・ビニールテープ各種 ・熱収縮チューブ各種 ・半田 ・錆び止めスプレー (アクリル/シリコン系)

○工具類

・各種標準工具 ・電動ドリル (ドリル歯) ・簡易ドリルガイド ・鋼材用鋸 (糸鋸でも可) ・万力 ・半田ごて(20W&60W程度)
・パイプカッター(3mm対応のもの) ・鉄鋼用ヤスリ (中目) ・定規 (できれば80cm以上、精度の高いもの) ・作業台 ・当て木

○測定器

・簡易テスター (導通確認程度) ・アンテナアナライザ AA-600 ・ベクトルネットワークアナライザ NanoVNA