

アンテナ解析ソフト「MMANA」を使ってみよう（その2）

CQ誌への投稿では、紙面の都合で割愛しましたが、アンテナの長さ調整に便利は方法をご紹介します。

I. 2エレ八木アンテナの設計

A. アンテナ定義（図7）

「アンテナ定義」画面にします。
Nameを、「50MHz 2エレ八木」とします。
ワイヤの数値は下表の様に入れます。

No	X1(m)	Y1(m)	Z1(m)	X2(m)	Y2(m)	Z2(m)	R(mm)	Seg
1		1.5			-1.5		3.0	-1
2	-1.0	1.6		-1.0	-1.6		3.0	-1

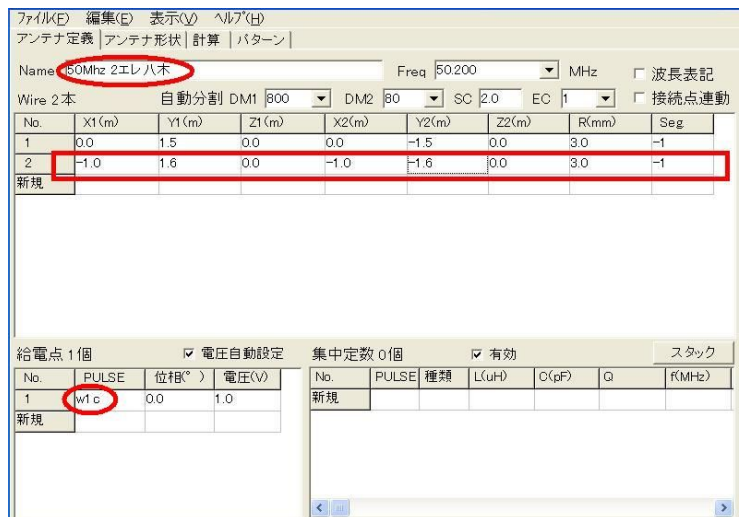
給電点は、No. 1のPULSEのと
ころに「W1C」と入れます。

B. アンテナ形状

「アンテナ形状」タブをクリックして、必ず形状をチェックしておきましょう。

C. 計算（図8）

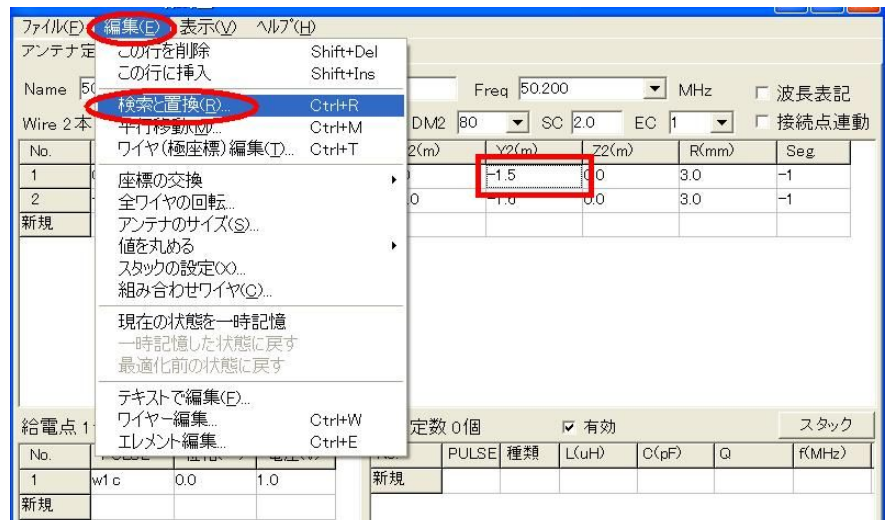
「計算」タブをクリックします。最初に、計算条件を「自由空間」、ワイヤを「アルミパイプ」にして、下の「計算」をクリックして計算させます。次に、計算条件を「リアルグランド」、地上高を「5.0」にして下の「計算」をクリックして計算させます。この結果を見ながら、エレメントの長さを調整していきます。



D. エレメントの長さ調整(編集 → 「検索と置換」による手調整) (図9)

反射器と放射器の間隔はそのままにしておいて、それぞれのエレメント長を調整して、SWRを下げてみましょう。

「アンテナ定義」画面に戻ります。全体にワイヤが長すぎるようですから、短くしていきます。最初、ワイヤ1の長さを少し短くします。ワイヤ1のY1、Y2をそれぞれ入れ直しても良いのですが、ここでは、一度に同じ値の数値を変更する方法を使ってみます。この方法は、寸法の調整には大変便利です。まず、ワイヤ1のY1またはY2を軽く一度クリックします。枠の

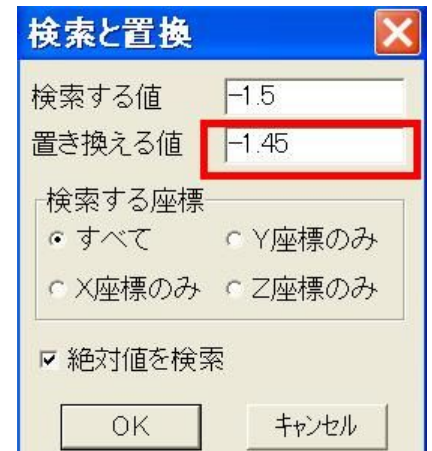


周辺に点線の枠が表示されます。(間違っ、枠内が青色に反転してしまった場合は、もう一度、他の場所をクリックしてから、再度、Y1またはY2をクリックすれば大丈夫です。青色反転のままに次に進むとその反転したデータだけしか変更されず、もう一方が変更されずに残ってしまいますので、要注意です。)

画面の上側のメニューの「編集」をクリックします。(図9)
ドロップダウンメニューが出たら、「検索と置換」をクリックします。

すると図10のような「検索と置換」入力画面が表示されます。
<検索と置換>

検索する値が「-1.5」になっていますが、これは先程Y2をクリックしたので、Y2の値が表示されています。この値を-1.45に置換したいので、置き換える値を「-1.45」にして「OK」をクリックします。これで、Y1、Y2の両方の値が同時に変わり、Y1は「+1.45」に、Y2は「-1.45」になりました。



正しく置換されていることを確認したら、また「計算」画面にして、下の「計算」をクリックして計算させます。

SWRが少し下がりましたが、再び「アンテナ定義」画面に戻り「+1.55」～「-1.55」再び「計算」画面に戻って下の

ます。この様にして「ワイヤ定義」画で長さを置き換えては、「計算」

ます。ワイヤ1、ワイヤ2を交互に繰0)になるところを探します。このようにして自身の手で長を変えるとjXが大きく変化が大きく変化することが分か影響するかが実感として掴め

最後に、ワイヤの値として、下表を入れてみて下さい。

No	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2	R	Seg
1		1.377			-1.377		3.0	-1
2	-1.0	1.507		-1.0	-1.507		3.0	-1

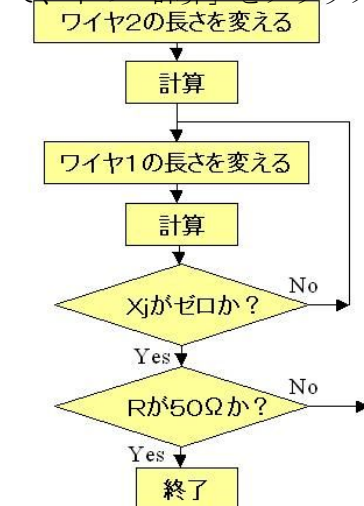
これで計算して下さい。

SWRが、ほぼ1.0になったと思います。それではこのアンテナの特性を見てみましょう。

E. パターン図と特性 (図11)

「パターン」タブをクリックして、指向性のパターンと特性を確認します。綺麗な2エレ八木の指向特性になっているようです。

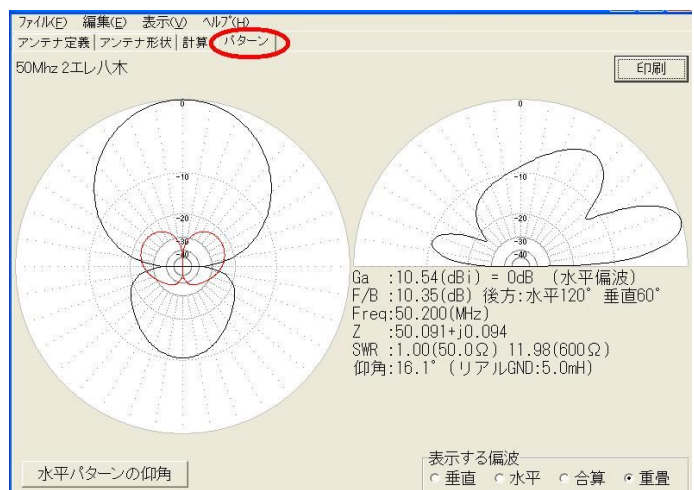
利得もF/B比も、まずまずのデータと言えるでしょう。



まだRもjXも大きいようです。今度はワイヤ2の長さをにしてみます。

「計算」をクリックして計算し面で、「編集」→「検索と置換」画面で計算することを繰り返

り返しなが、SWRが「1.さ調整をしていくと、ワイヤ1し、ワイヤ2を変えると、R値り、どのエレメントがどの様にようになります。



F. 周波数特性 (図 1 2)

「計算」タブをクリックして計算画面に戻ります。

画面下のメニューから「周波数特性」をクリックします。

図 1 2 のような周波数特性画面が出たら、「詳細」をクリックします。

暫くすると計算が終わり、「Z」(インピーダンス) 特性が表示されます。

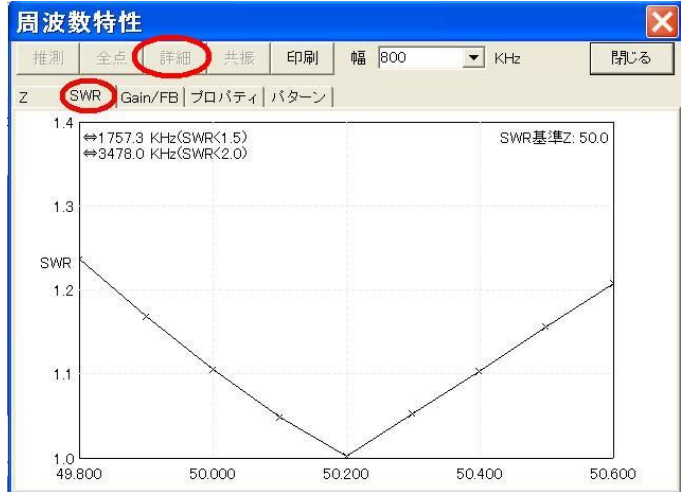
「SWR」をクリックすると SWR 特性が表示されます。

枠内の左上に表示されている「1757.3 KHz (SWR1.5)」は、SWR が 1.5 の場合のバンド幅になります。

約 1.7 MHz のバンド幅で、結構広いですね。

「Gain/FB」をクリックすると、利得と FB 比の周波数特性が表示されます。「Z」をクリックすると、R と j X の周波数特性が表示されます。

このようにして、周波数の変化に対する各特性の変化を掴むことが出来ます。



V. 3エレ八木アンテナの設計

今度は、50 MHz 3エレ八木アンテナを設計します。

前述の2エレ八木データに3番目のエレメントを追加しても良いのですが、将来4エレ、5エレとエレメントを増やすことも考慮して新規にデータを作ります。

「アンテナ定義」画面にして、「ファイル」 → 「新規作成」をクリックすると、アンテナ定義の内容がリセットされ、新規に入力出来るようになります。

A. アンテナ定義

今回は、ワイヤ1を反射器、ワイヤ2を放射器、ワイヤ3を導波器をします。

「アンテナ定義」画面にして、Nameに「50MHz 3エレ八木」と入れます。

Freq = 50.200、DM1 = 800、DM2 = 80、とします。

<ワイヤ>ワイヤのデータとして下表を入力します。

No	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2	R	Seg
1	-1.2	1.5		-1.2	-1.5		3.0	-1
2		1.4			-1.4		3.0	-1
3	1.0	1.3		1.0	-1.3		3.0	-1

(ワイヤ1 = 反射器、ワイヤ2 = 放射器、ワイヤ3 = 導波器)

反射器は、放射器の後方1.2mのところに置き、ワイヤ全長を3mとします。

放射器は、X方向の原点に置き、ワイヤ全長を2.8mとします。

導波器は、放射器の前方1.0mのところに置き、ワイヤ全長を2.6mとします。

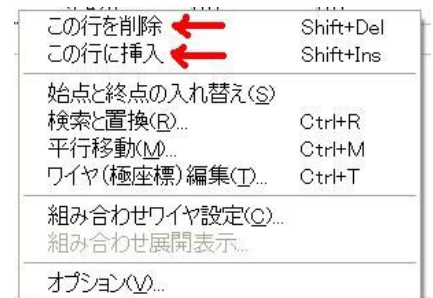
<給電>給電点はワイヤ2のセンターになったので、「W2C」とします。

No	PULSE	位相	電圧
1	W2C	(0.0)	(1.0)

<参考：行の追加と削除> (図 1 3)

行の追加または削除を行いたい場合、その行のどこかにマウスのポインタを合わせ、マウスの右クリックをします。

図 1 3 のようなドロップダウンメニューが出ますので、「この行を削除」または「この行に挿入」をクリックします。



これにより簡単にワイヤを削除または追加することが出来ます。

B. アンテナ形状確認と保存

「アンテナ形状」画面にして、必ず形状をチェックします。

今回は、ここでデータを保存しておきます。データに名前を付けて「保存」して下さい。

(途中で失敗しても、保存しておけば再度読み込むことが可能です)

C. 計算 (図 1 4)

「計算」画面にします。

試験条件を「自由空間」、ワイヤを「アルミパイプ」にして、下の「計算」をクリックして計算します。次に、計算条件を「リアルグラウンド」、地上高を「5m」にして、下の「計算」をクリックして計算します。



<結果> No 1は自由空間での結果、No 2はリアルグラウンドでの結果です。

No	Freq	R	jX	SWR	Gh	Ga	F/B	Elev	条件	地上高	偏波
2	50.200	46.68	-17.97	1.46	---	12.01	21.13	16.0	リアルG	5.0	水平
1	50.200	44.07	-17.19	1.47	5.24	7.39	17.49	0.0	自由		水平

調整しなくてもSWR=1.47と結構良い特性が出ています。

また、前述の2エレ八木のデータと比較して、利得が高く、F/B比も高くなっています。

次に、SWRの値を更に改善出来るか、やってみましょう。

D. エレメントの長さ調整 (「最適化」による自動計算) (図 1 5)

ワイヤが多くなると、SWRを下げる為に、ワイヤ長を手で編集するのは大変です。

そこで、今回は、最適化の自動計算を試してみましょう。

「計算」タブの画面の下の方に、「最適化」と言うのがありますから、これをクリックします。

「最適化設定画面」(図 1 5)が現れますので、下の「全エレメント」をクリックしてください。可変パラメータのところに、各エレメントの情報が出てきます。

この中から自動で変化させたくないパラメータを取り除きます。例えばエレメント間隔を固定しておきたい場合などがあります。その場合は、そのエレメント情報のある行にマウスのポインタを合わせ、マウスを右クリックしてドロップダウンメニューが出たら、「削除」を行います。

今回は特に固定しておきたいところは無いので、削除せず全て残しておきましょう。

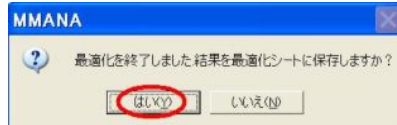


Gain、F/B、Elev、jX、SWR、・・・にスライダーがありますが、各項目のスライダーの量に応じて最適化が行われます。

今回は、SWRを最良にしたいので、SWRのスライダーをクリックしながら右一杯にスライドさせて置きます。

「実行」をクリックします。

自動的に「計算」画面に戻り計算が始まります。



エレメント数が多くなると結構時間が掛かりますが、

結果を楽しみに待ちましょう。

計算が終わると、図16の様に「最適化シートに保存しますか」と聞いてきますので「はい」をクリックします。



保存する場所を「MMANA」フォルダーまたは「ANT」フォルダーにします。(図17)

特に名前は変更せず、そのまま「保存」をクリックします。

(最適化による計算の場合は、必ずしも皆さんの結果と筆者の結果が一致しない場合があります)

E. パターン・特性 (図18)

「パターン」タブをクリックして指向特性を見てみます。

平面パターンは、かなり指向性の強い良いパターンになっています。

垂直断面のパターンも良さそうです。

<特性>

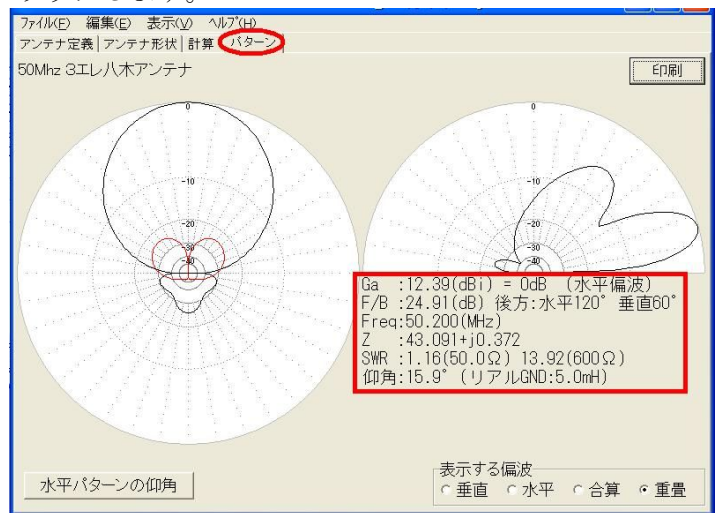
利得 $G_a = 12.39 \text{ dBi}$

$F/B = 24.9 \text{ dB}$

$SWR = 1.16$

仰角 = 15.9°

SWRが先程より改善されました。2エレ八木に比べて利得が2dB良くなっています。F/B特性は10dB以上良くなっています。



F. アンテナ形状 (図19)

「アンテナ形状」タブをクリックして、寸法を確認してみましょう。

各エレメントをクリックすると右下の枠内に寸法が表示されます。

反射器の長さ = 2.99 m

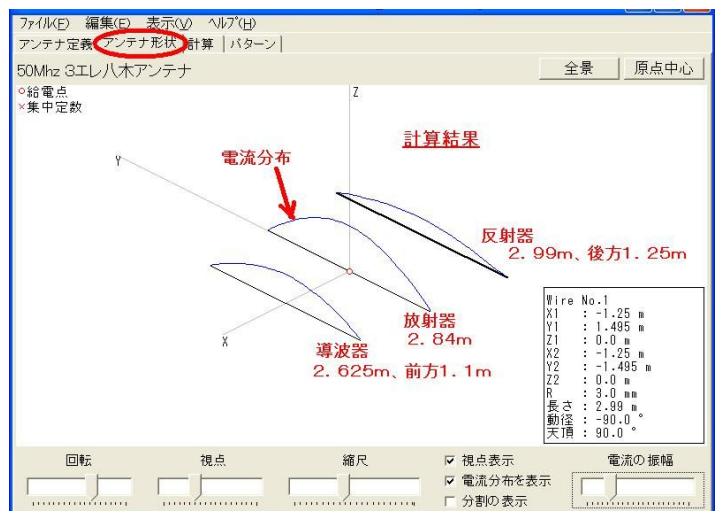
放射器の長さ = 2.84 m

導波器の長さ = 2.625 m

反射器の位置 = -1.25 m

導波器の位置 = $+1.1 \text{ m}$

これで3エレ八木の設計が終わりました。再度、データを保存しておきましょう。



II. 多エレメント八木への応用

4エレ、5エレ、6エレとエレメント数を増やしたい場合は、3エレ八木のデータに、必要なだけ導波器としてのワイヤのデータを追加して行きます。

その後、「最適化」による自動計算を実行します。

最初に設定した寸法により、最適化の結果が異なる場合がありますので、あまりにも期待する寸法と異なる場合は、意図的にワイヤの長さを長めにしたり、短めにして最適化してみてください。

また、ワイヤ間の間隔を固定することも、期待する結果を得るのに有効な場合があります。

この場合、図15の「最適化設定」画面の「可変パラメータ」の中から「間隔」の付いている行を削除することにより、最適化対象から外すことができます。

Ⅲ. 2エレHB9CVの設計

最後に、給電点が2ヶ所ある2エレHB9CVを設計してみます。

前述の2エレ八木アンテナのデータを使用して、2ヶ所から給電します。

A. アンテナ定義 (図20)

「アンテナ定義」画面にします。

先程保存しておいた「50MHz 2エレ八木」のデータを読み込みます。

「ファイル」 → 「開く」 → 50MHz 2エレ八木を保存した名前を選択 → 「開く」

Nameを「50MHz 2エレHB9CV」とします。

ワイヤ1、ワイヤ2のエレメントデータは、2エレ八木と同じ値にします。

後で自動計算をさせますので、多少異なっても、問題はありません。

給電点が2ヶ所に増えたので、給電点No.2のPULSEのところ、「W2C」と入れます。

これはワイヤ2のセンターに給電すると言う意味です。

位相のところ「135」と入力します。

一般的にHB9CVは、135度の位相差をもって給電します。

No.	X1(m)	Y1(m)	Z1(m)	X2(m)	Y2(m)	Z2(m)	R(mm)	Sen
1	0.0	1.377	0.0	0.0	-1.377	0.0	3.0	-1
2	-1.0	1.507	0.0	-1.0	-1.507	0.0	3.0	-1
新規								

No.	PULSE	位相(°)	電圧(V)
1	w1c	0.0	0.5
2	w2c	135.0	0.5
新規			

B. アンテナ形状・保存

データの入力が終わったら、「アンテナ形状」タブをクリックして形状を確認します。

イメージ通りの形状になっていたら、とりあえず名前を付けて「保存」しておきます。

C. 計算

「計算」タブをクリックします。

計算条件を「リアルグランド」、地上高を「5.0」mH、ワイヤを「アルミパイプ」にして、下の「計算」をクリックして、計算します。

D. エレメントの調整 (最適化による自動計算)

次に、「最適化」をクリックし、最適化画面にします。

3エレ八木を最適化したときと同じ要領で操作をします。

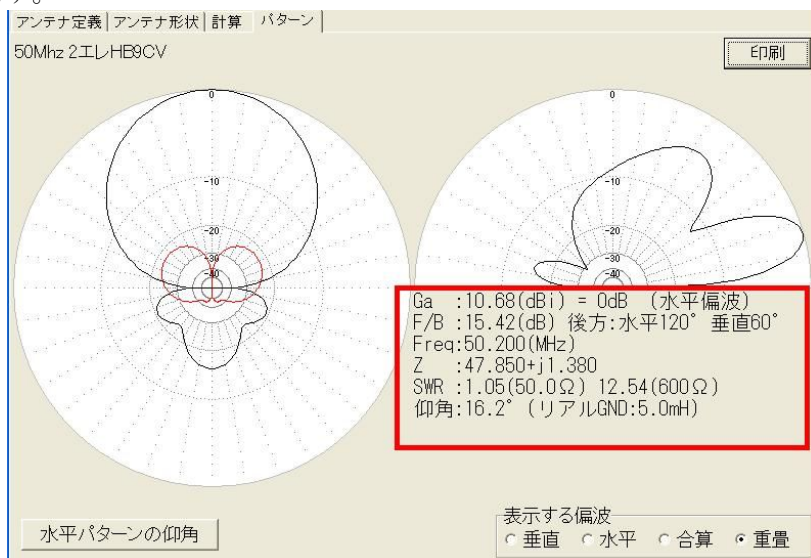
- ① 「全エレメント」をクリック。
- ② 「SWR」のスライダーを右側一杯にスライドさせる。
- ③ 「実行」をクリック。

計算が始まりますので、結果を待ちます。

計算が終わると、データを保存しますか、と聞いてきますので、「はい」をクリックして、そのまま保存します。

E. パターン・特性 (図 2 1)

「パターン」タブをクリックして、指向性パターンと特性を確認します。3エレ八木に比べると、無駄な Back 側への膨らみや上方への膨らみが大きいようです。



F. 2エレHB9CVのまとめ

<特性> (リアルグランド 5 mH)

Ga = 10.68 dBi

F/B = 15.42 dB

SWR = 1.05

仰角 = 16.2度

<最適化後の寸法>

放射器 = 1.3395 m x 2

反射器 = 1.482 m x 2

反射器の位置 = -1.16 m

今回設計した2エレHB9CVは、各ワイヤの中心に135度の位相差で給電し、SWRを最重点にワイヤ長とワイヤ間隔だけで最適化し、50Ωにマッチングを取る方式でしたが、予想した程には利得が上がりませんでした。

SWRを多少犠牲にすれば利得が向上します。

この場合、最適化計算時に利得が最大になるようにして一度計算し、次にSWRを中間のレベルにして再度最適化します。

SWRが1.5以下に入らないときは、更にSWRの設定バーを右側に寄せて重要度を上げて最適化を実行してみます。

これらの方法は、特にインピーダンスマッチング回路等は使わずに、アンテナの寸法だけで設計してきましたが、更に利得を上げたアンテナを製作したい場合には、利得を最重点にして最適化して、ガンママッチ等でマッチングを取る方式にした方が良いでしょう。

IV. 終わりに

以上が、CQ誌の投稿で割愛した部分です。

MMANAを使用したアンテナの設計方法をご紹介しましたが、MMANAは大変便利で使いやすいソフトです。アンテナの設計やアンテナ特性のご理解にお役立て頂ければ幸いです。

平成19年7月17日

J A 1 U K F 田口康夫