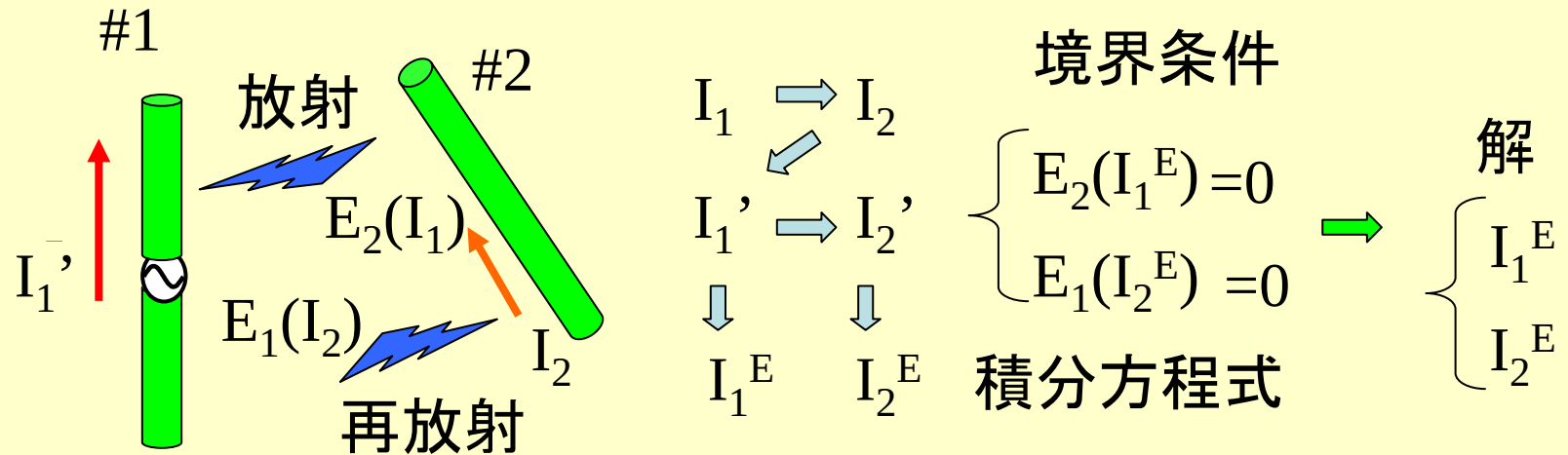


モーメント法とMMANA

アンテナ解析プログラムの概要

アンテナ解析プログラムの概要



モーメント法 Method of Moment MoM

NEC Numerical Electromagnetic Code

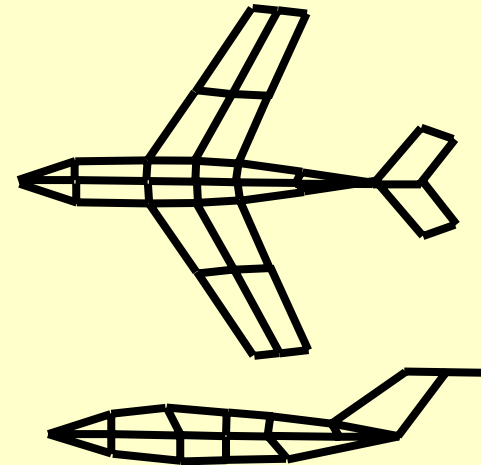
Lawrence Livemore 研究所 1977年

レーダーによる 飛行物体の識別

JE3HHT 森 誠

MININEC → MMANA
(日本語版)

EZNEC



ワイヤーグリッドモデル

MMANAアンテナ設計プログラム

アンテナ設計手順

1. アンテナデータ入力
座標データの決定
分割数の決定
電源の条件の設定
2. アンテナ構造の確認
3. アンテナ特性の計算
インピーダンスの周波数特性
VSWR、利得
指向特性
電流分布
4. 接地板付きアンテナとイメージ法
5. 相似の理論とモデルアンテナ

MMANAの画面

The screenshot shows the MMANA software interface. At the top, there are four tabs: "アンテナ定義" (Antenna Definition), "アンテナ形状" (Antenna Shape), "計算" (Calculation), and "ハタース" (Hata). The "アンテナ定義" tab is selected. Below the tabs, there are input fields for "Name", "Freq" (14.050 MHz), and checkboxes for "波長表記" (Wavelength notation) and "接続点連動" (Coupled connection points). Below these are input fields for "Wire 0本", "自動分割" (Automatic division), "DM1" (400), "DM2" (40), "SC" (2.0), and "EC" (1). Below these are two tables. The first table has columns: "No.", "X1(m)", "Y1(m)", "Z1(m)", "X2(m)", "Y2(m)", "Z2(m)", "R(mm)", and "Seg". The second table has columns: "No.", "PULSE", "位相(°)" (Phase), and "電圧(V)". The third table has columns: "No." and "集中定数" (Concentration constant). The fourth table has columns: "No.", "PULSE", "位相(°)", and "電圧(V)".

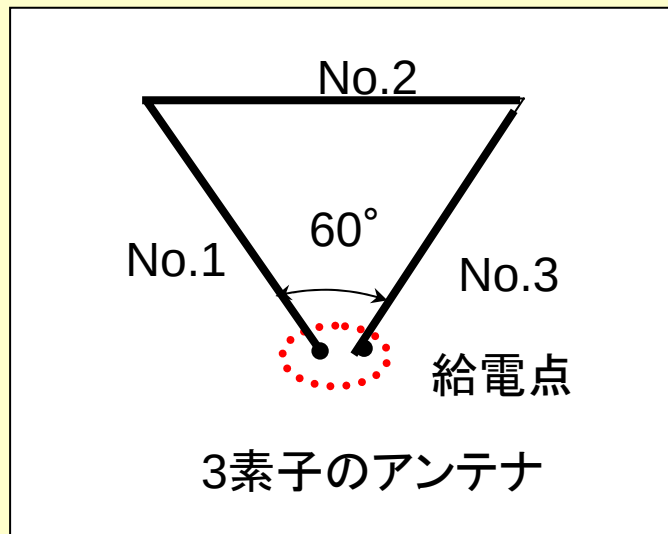
1. アンテナデータ入力
座標データの決定
分割数の決定
電源の条件の設定

2. アンテナ構造の確認
電流分布

3. アンテナ特性の計算
インピーダンスの周波数特性
VSWR、利得
指向特性

1. アンテナデータ入力

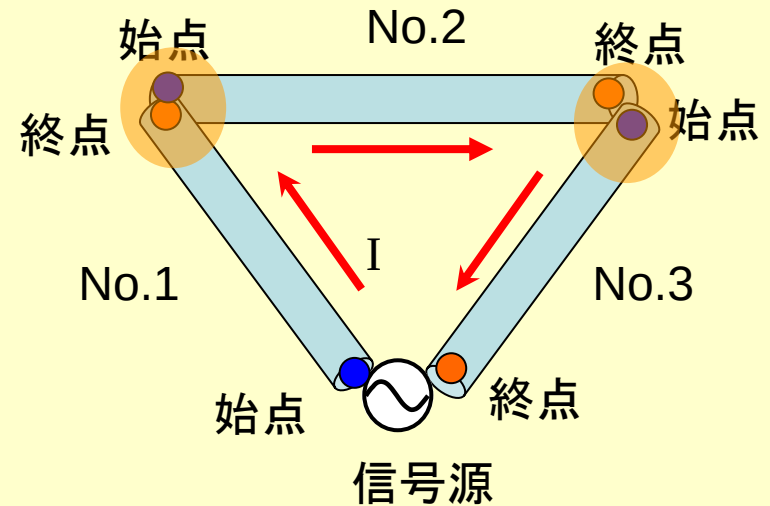
アンテナは 直線導線を
組み合わせて作る。



1本の線を折り曲げて作る

→ 3素子のアンテナ

座標データの決定



導線に流れる電流の方向

番号順

No.1 → No.2 → No.3

接続 { No.1、終点 { No.2、終点
 No.2、始点 No.3、始点

No.1、終点の座標 = No.2、始点の座標

No. 2、終点の座標 = No.3、始点の座標

アンテナ定義の画面 アンテナの名前

周波数

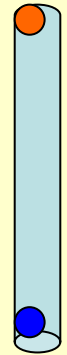
アンテナ定義 | アンテナ形状 | 計算 | パターン

Name Freq

Wire 0本 始点 終点 EQ 1

No.	X1(m)	Y1(m)	Z1(m)	X2(m)	Y2(m)	Z2(m)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	1.732
2	0.0	-1.0	1.732	0.0	1.0	1.732
3	0.0	1.0	1.732	0.0	0.0	0.0

終点



始点

座標のデータ

始点 (x1,y1,z1) 終点 (x2,y2,z2)

No.1 (0.0,0.0,0.0) 接続 (0.0,-1.0,1.73)

No.2 (0.0,-1.0,1.73) (0.0,1.0,1.73)

No.3 (0.0,1.0,1.73) 接続 (0.0,0.0,0.0)

No.1、終点の座標
↑ 接続

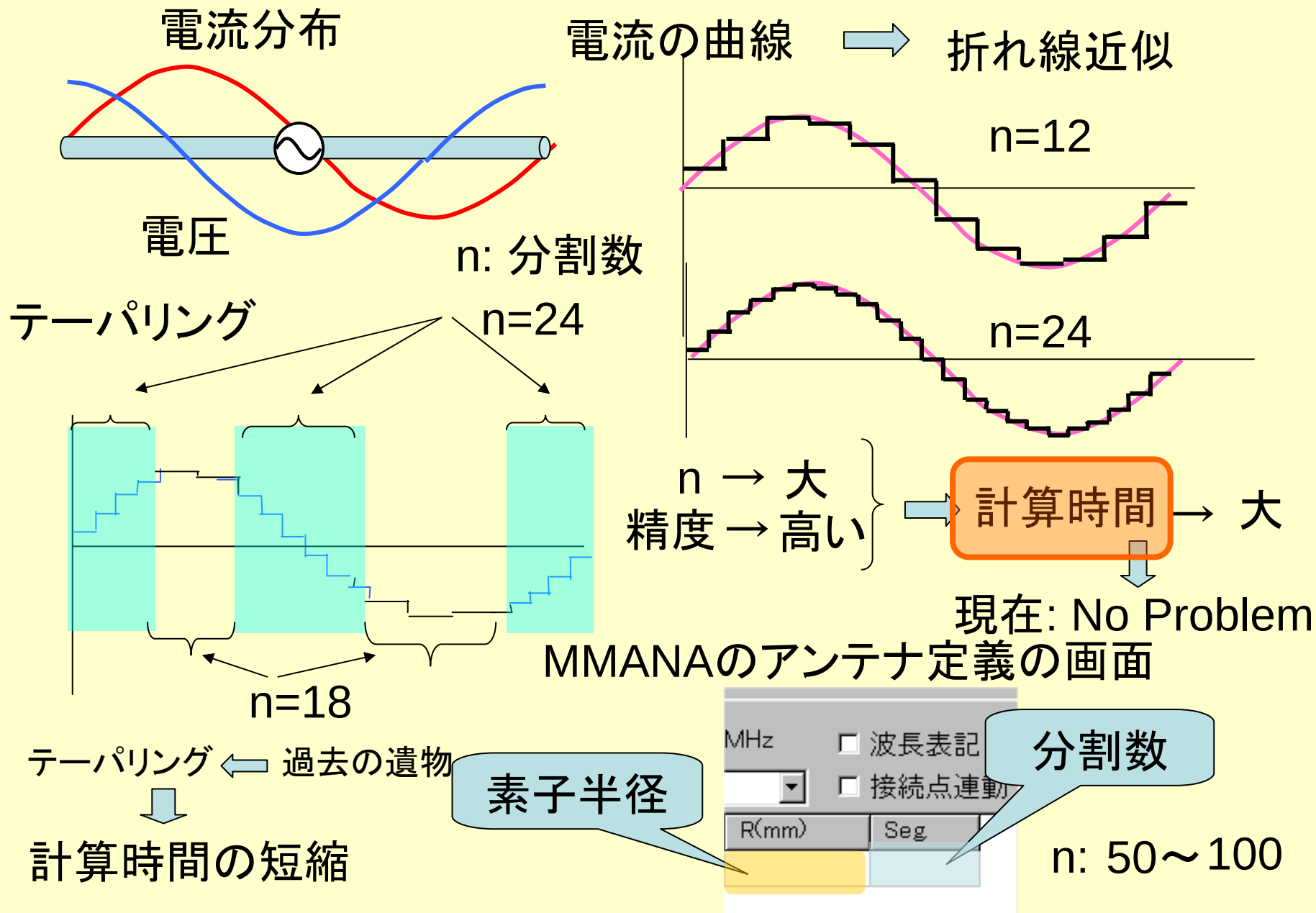
No.2、始点の座標

注 各データの入力

Enter キーで終了

分割数の決定

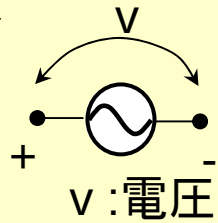
Number of Segment



信号源条件の設定 (電源)

信号源

pulse



素子が接続

w1b 又は w2e

終点

No.1

始点

始点

終点

No.2

アンテナ定義の画面

給電点 0 個			☒ 電圧自動設定
No.	PULSE	位相(°)	電圧(V)
新規	w1b	0.0	1.0

x: 信号源の位置

n: 素子番号

W n X

信号源条件の記号: WnX を入れる

信号源の位置

例

x {
b: 始点 → w1b
e: 終点 → w2e
c: 中央 → w1c

ダイポールアンテナ

1素子アンテナ 中央に給電



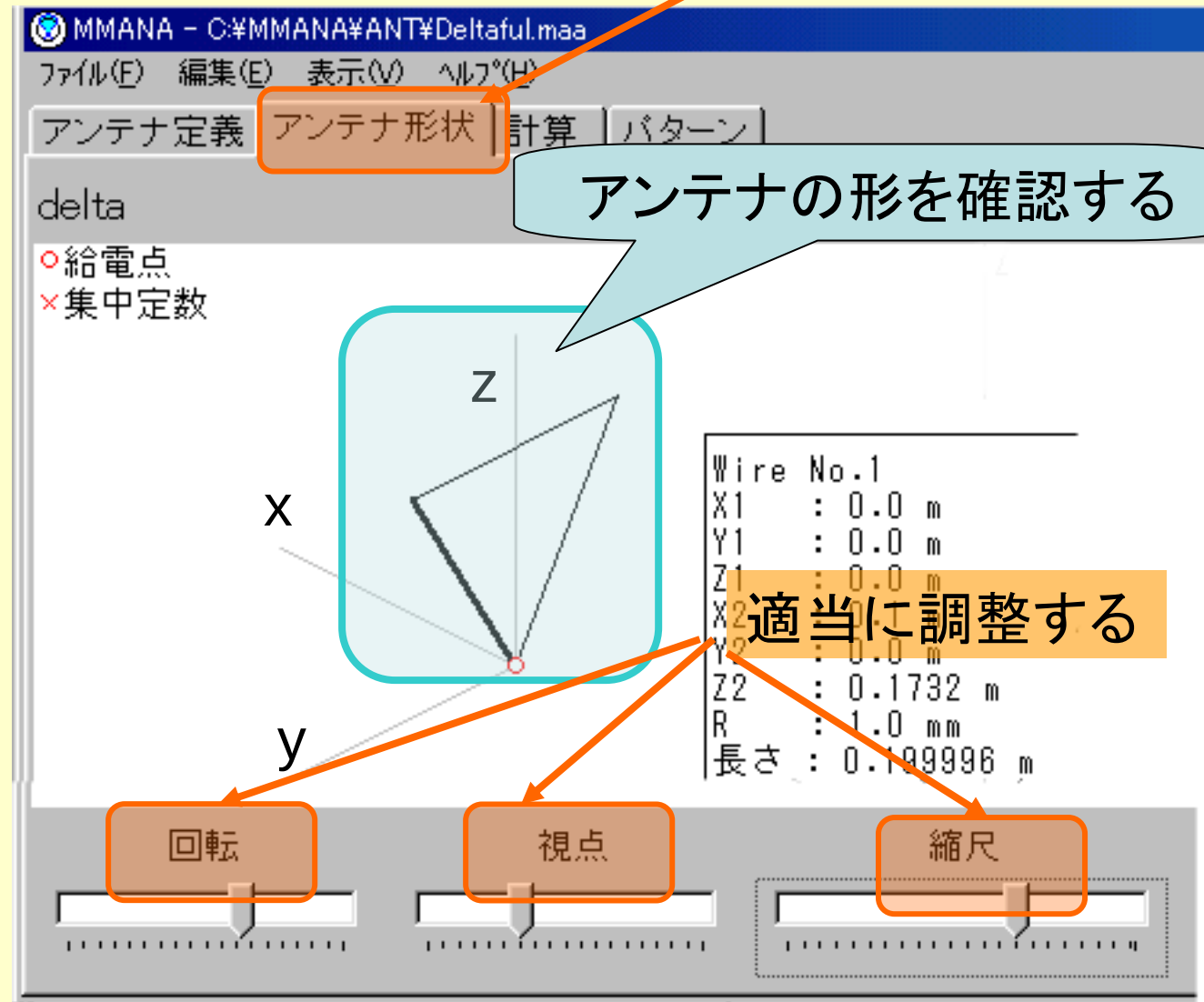
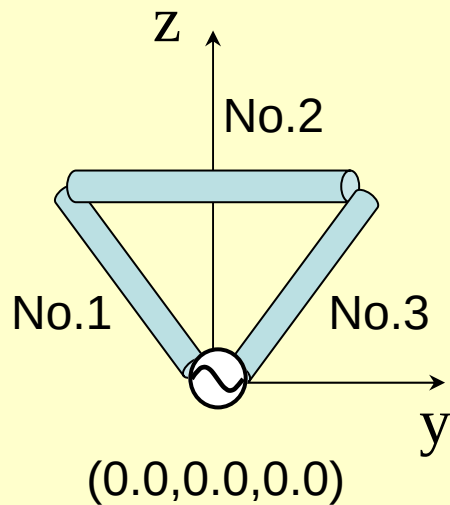
w1c

2. アンテナ構造(形状) → 確認

電流分布

後で説明

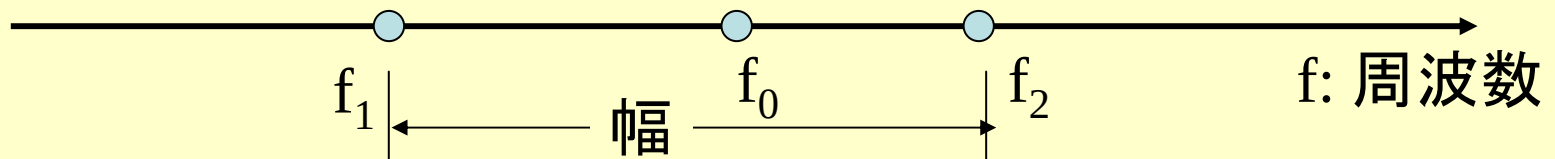
選択



3. アンテナ特性の計算

The screenshot shows the MMANA software window. The title bar reads "MMANA - C:\MMANA\ANT\Deltaful.maa". The menu bar includes "ファイル(F)", "編集(E)", "表示(V)", and "ヘルプ(H)". The toolbar has buttons for "アンテナ定義", "アンテナ形状", "計算", and "パターン". The "計算" button is highlighted with an orange box and an arrow pointing to it from a yellow callout box that says "このタグを選択". Below the toolbar, the text "delta" is visible. The "Freq" field is set to "500.000". To the right, it says "TOTAL PULSE = 300". The "計算条件" (Calculation Conditions) section has three radio buttons: "自由空間" (Free Space), "完全導体グランド" (Perfect Conductor Ground), and "リアルグランド" (Real Ground). The "自由空間" button is selected and highlighted with a yellow box. A blue callout bubble points to it with the text "アンテナ本体の特性". Another blue callout bubble points to the "完全導体グランド" and "リアルグランド" buttons with the text "1. 接地板付きアンテナ(モノポール) 2. パターンの地上高の影響の変化". A third blue callout bubble points to the "リアルグランド" button with the text "海岸、砂地などの影響を確認". The "地上高" (Ground Height) field is set to "0.0".

特性の計算 {
 計算 → 単一周波数の特性の計算
 周波数特性 → 周波数範囲 (幅) の特性の計算



計算

単一周波数の計算

アンテナデータ、電源条件、アンテナの形状に問題がない

周波数を入力

Freq 500.000 MHz

計算条件

- ☒ 自由空間
- ☐ 完全導体グランド
- ☐ リアルグランド

地上高 0.0

ワイヤ 無損失

WAVE LENGTH = 0.599600[m]
TOTAL PULSE = 300
FILL MATRIX...
FACTOR MATRIX...
PULSE VOLTAGE[V] CURRENT[mA]
w1b 1.00+j0.00 2.38+j5.33
CURRENT DATA...
FAR FIELD...
No Fatal Error(s)

計算結果

No.	Freq MHz	R (S)	X (S)	SWR 50	Gn dBd	Ga dBd	F/B dB
1	500.000	69.7	489	9.02	0.69	2.84	-18.97

「計算」

計算

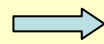
最適化

最適化結果

周波数特性

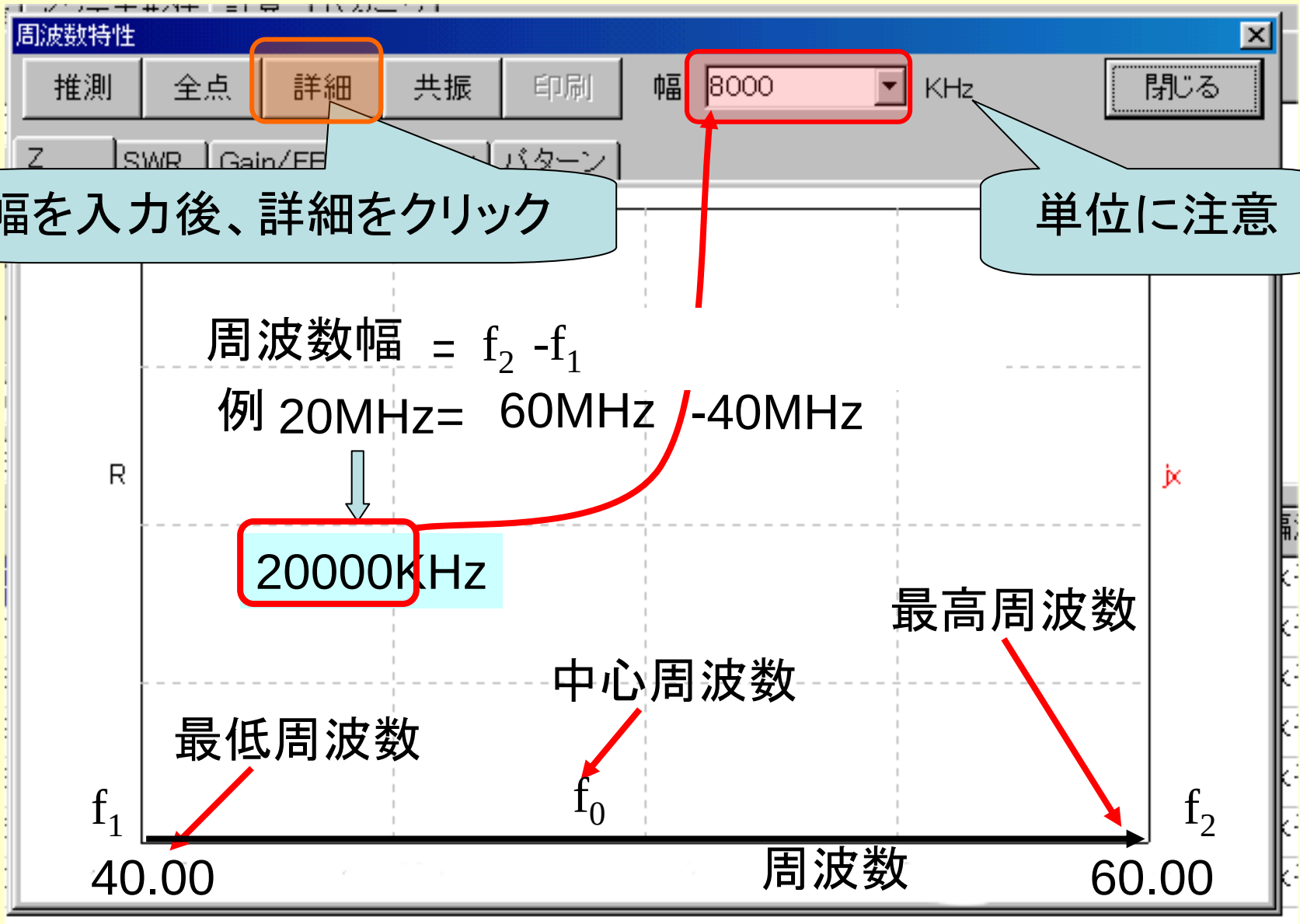
周波数特性の計算

周波数特性

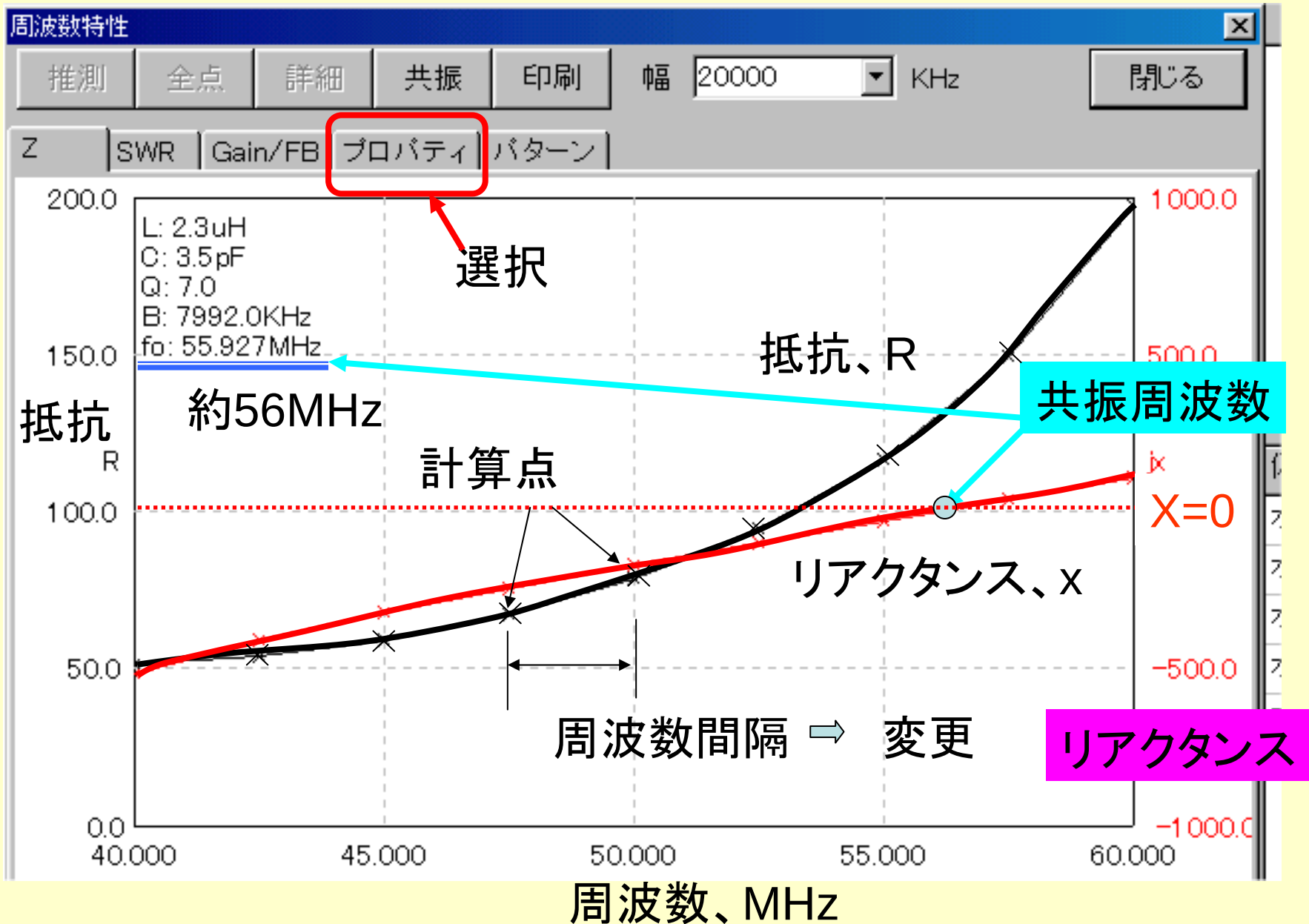


周波数範囲の特性

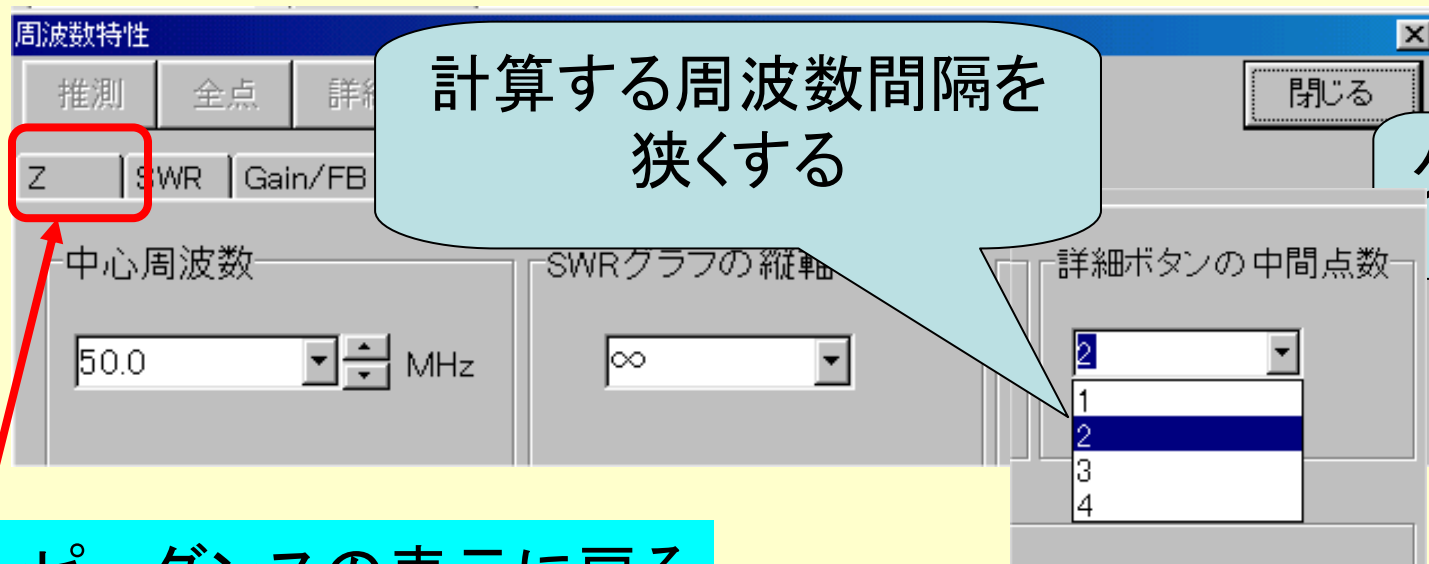
幅



インピーダンスの周波数特性の計算結果 グラフ



プロパティを選択

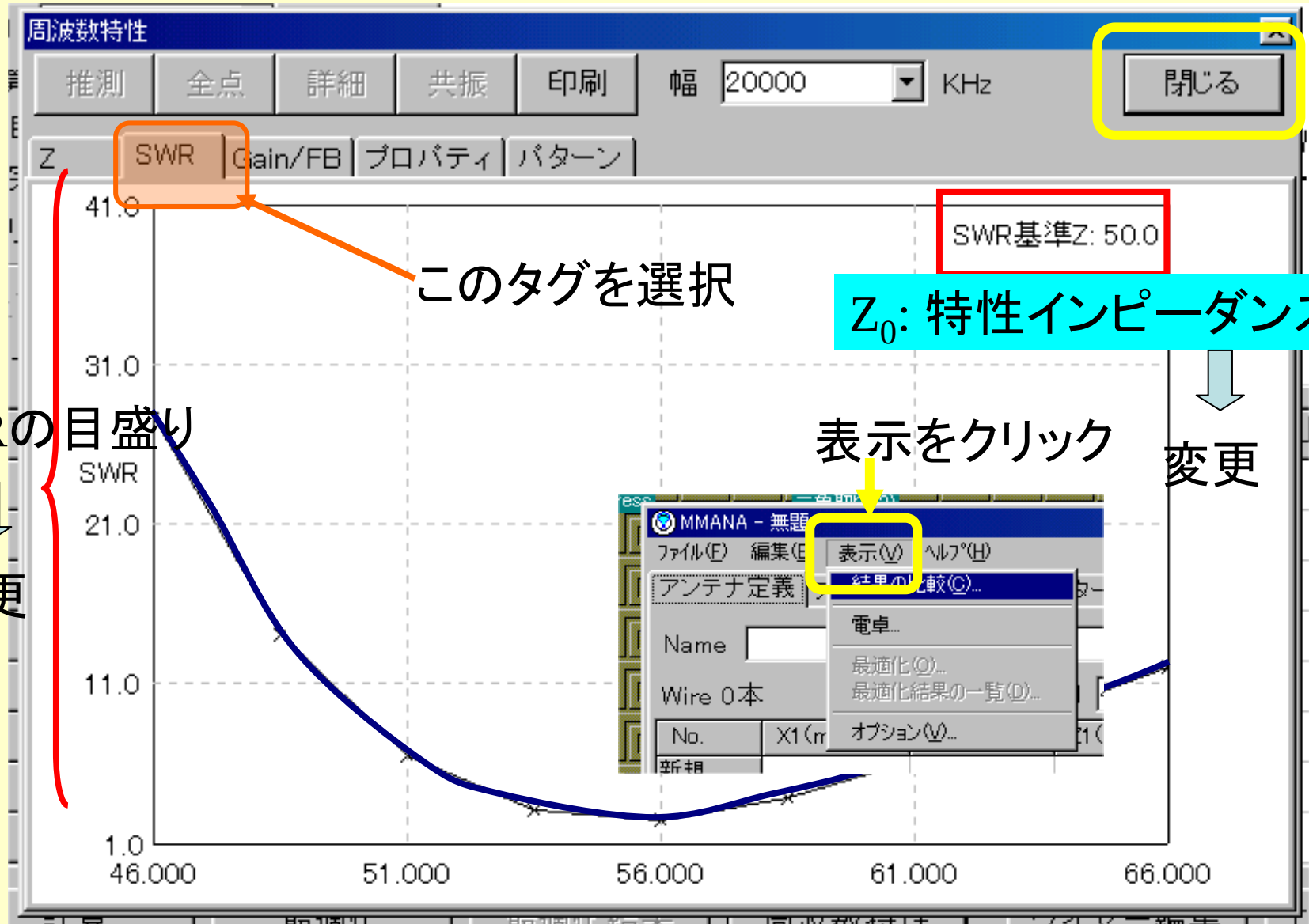


インピーダンスの表示に戻る



VSWR特性

一旦閉じるを押す



Z_0 : 特性インピーダンスの変更

選択

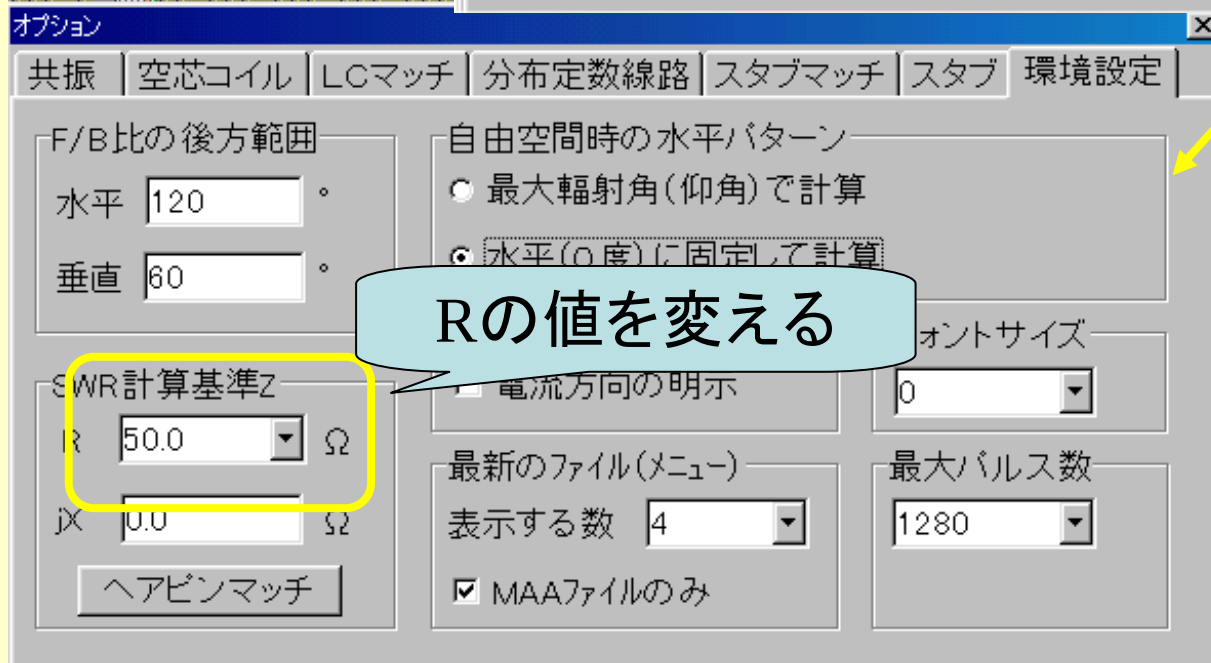


選択

Rの値を変える

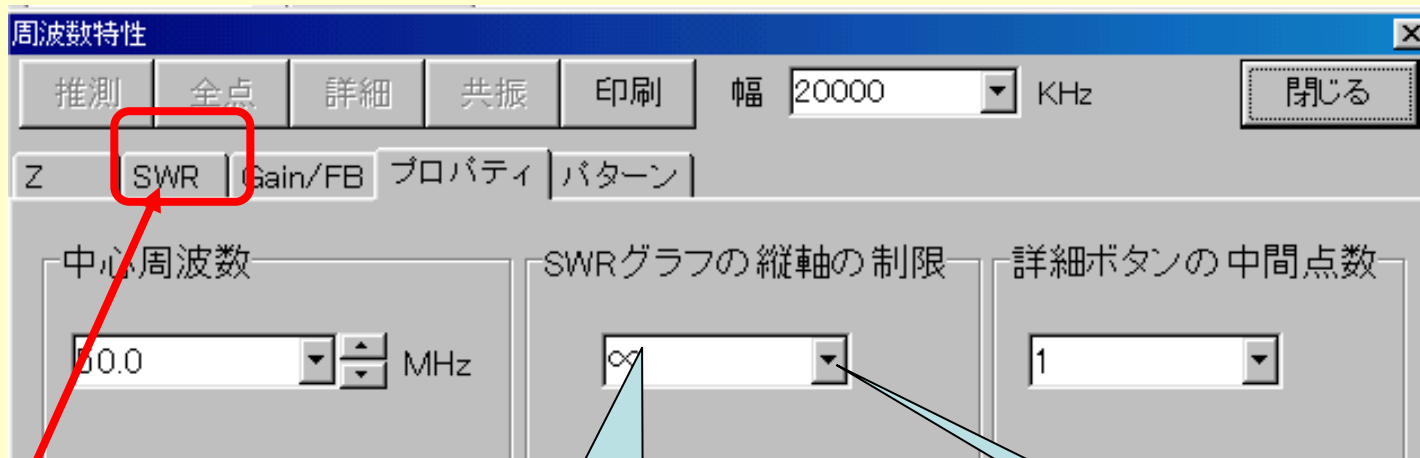
OK

ボタンを押して、
もとの画面に戻る



SWRの目盛りの変更

プロパティを選択

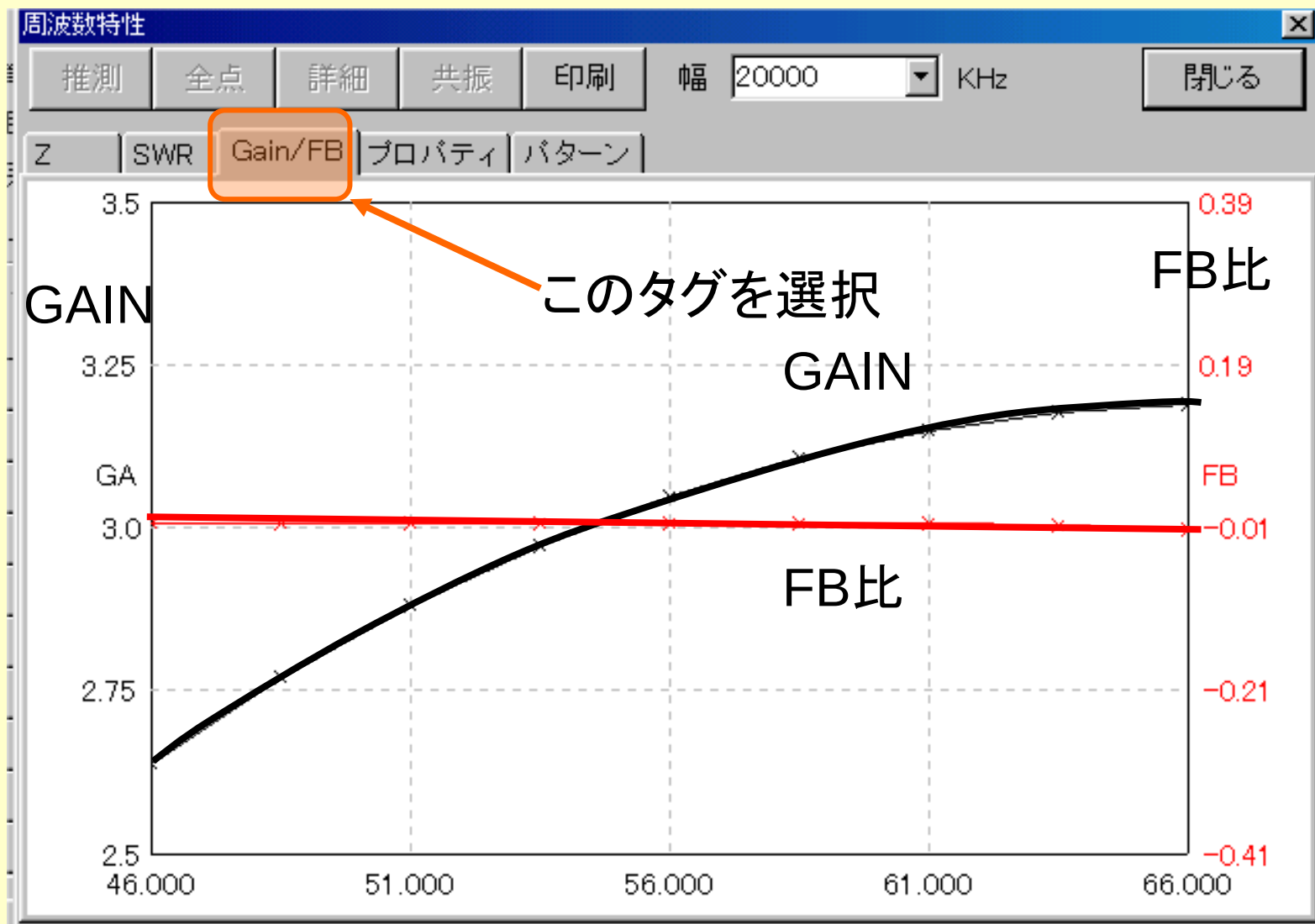


SWRの表示に戻る

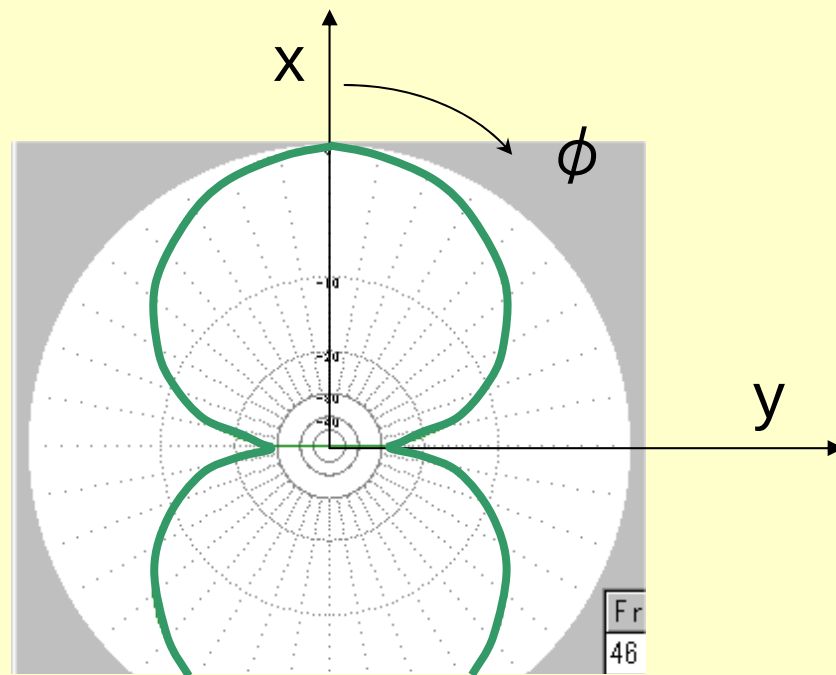
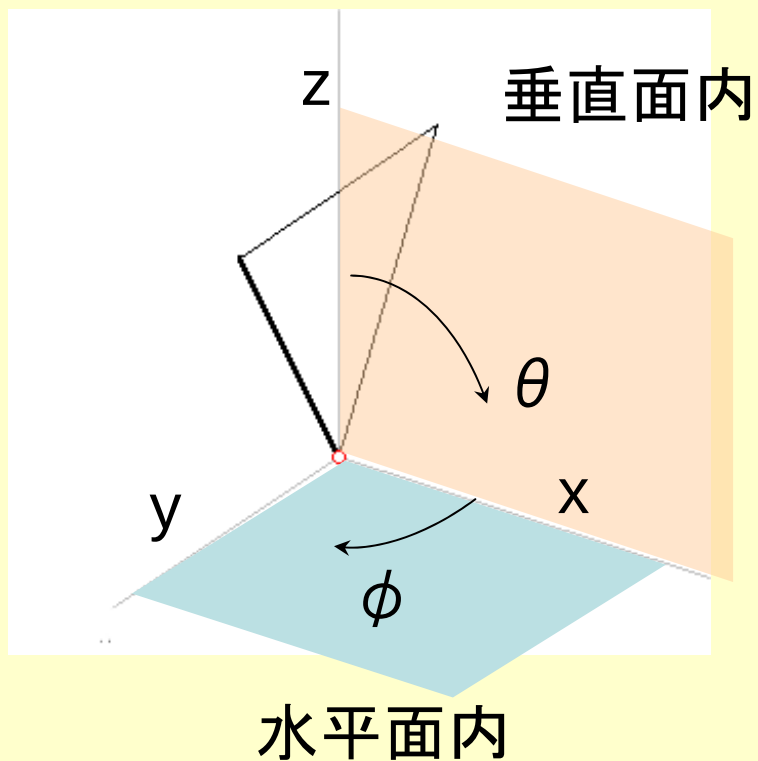
SWRの表示の最大値
を選択

クリック
する

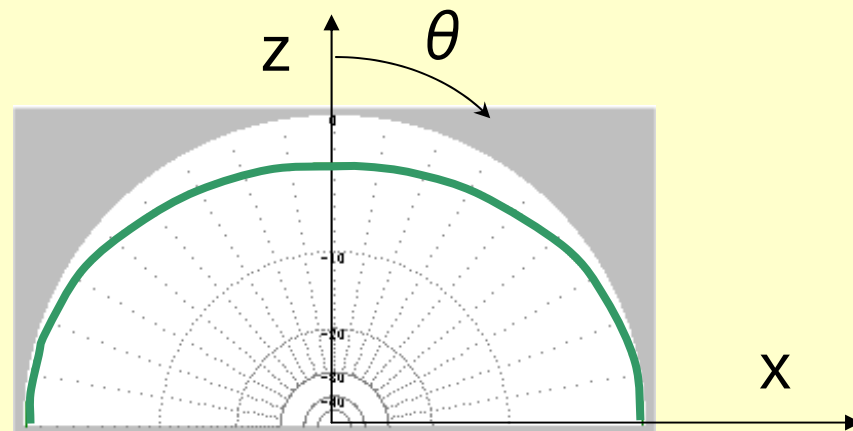
利得(GAIN)とFB比特性



アンテナの配置と指向性図

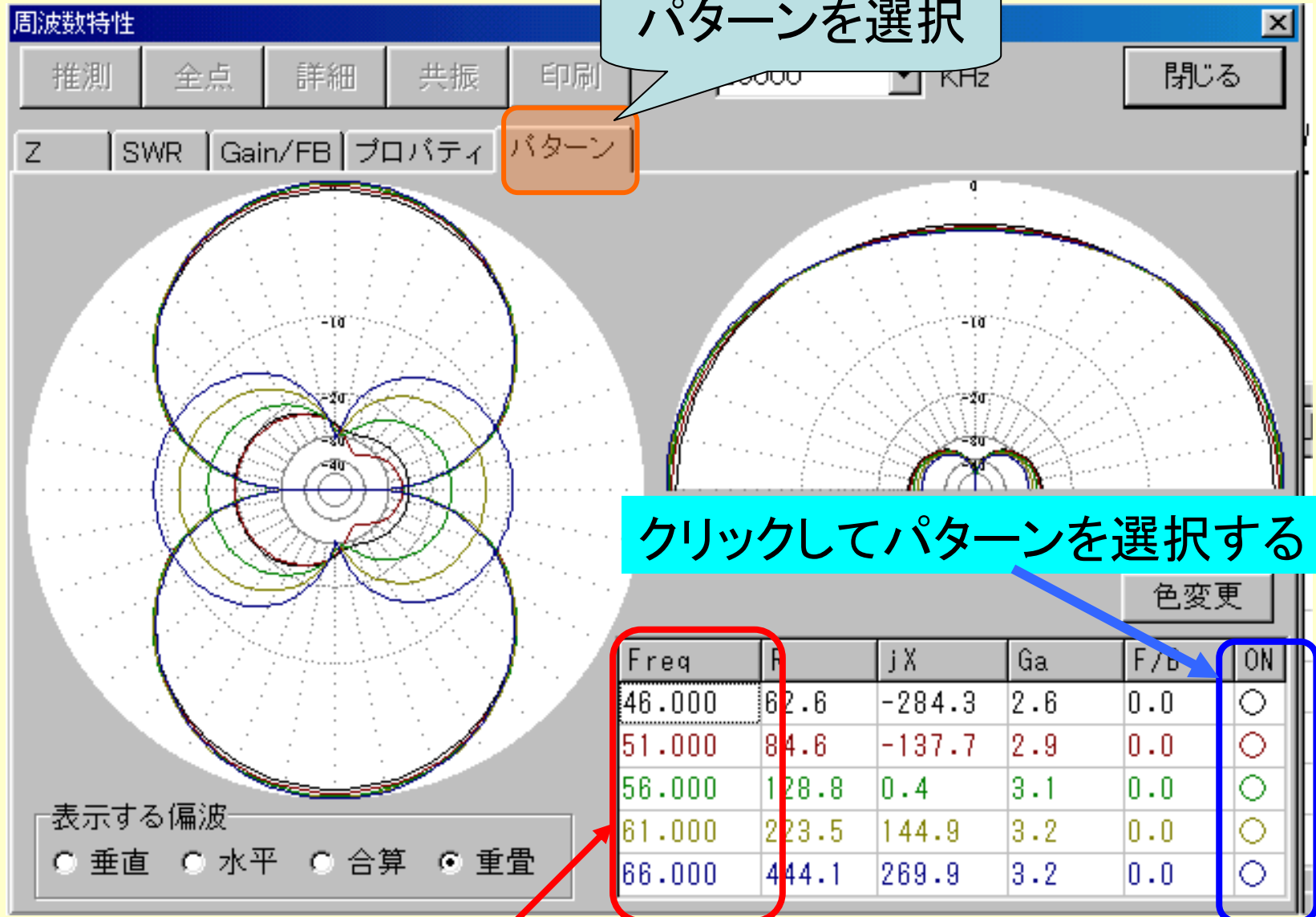


水平面内パターン



垂直面内パターン

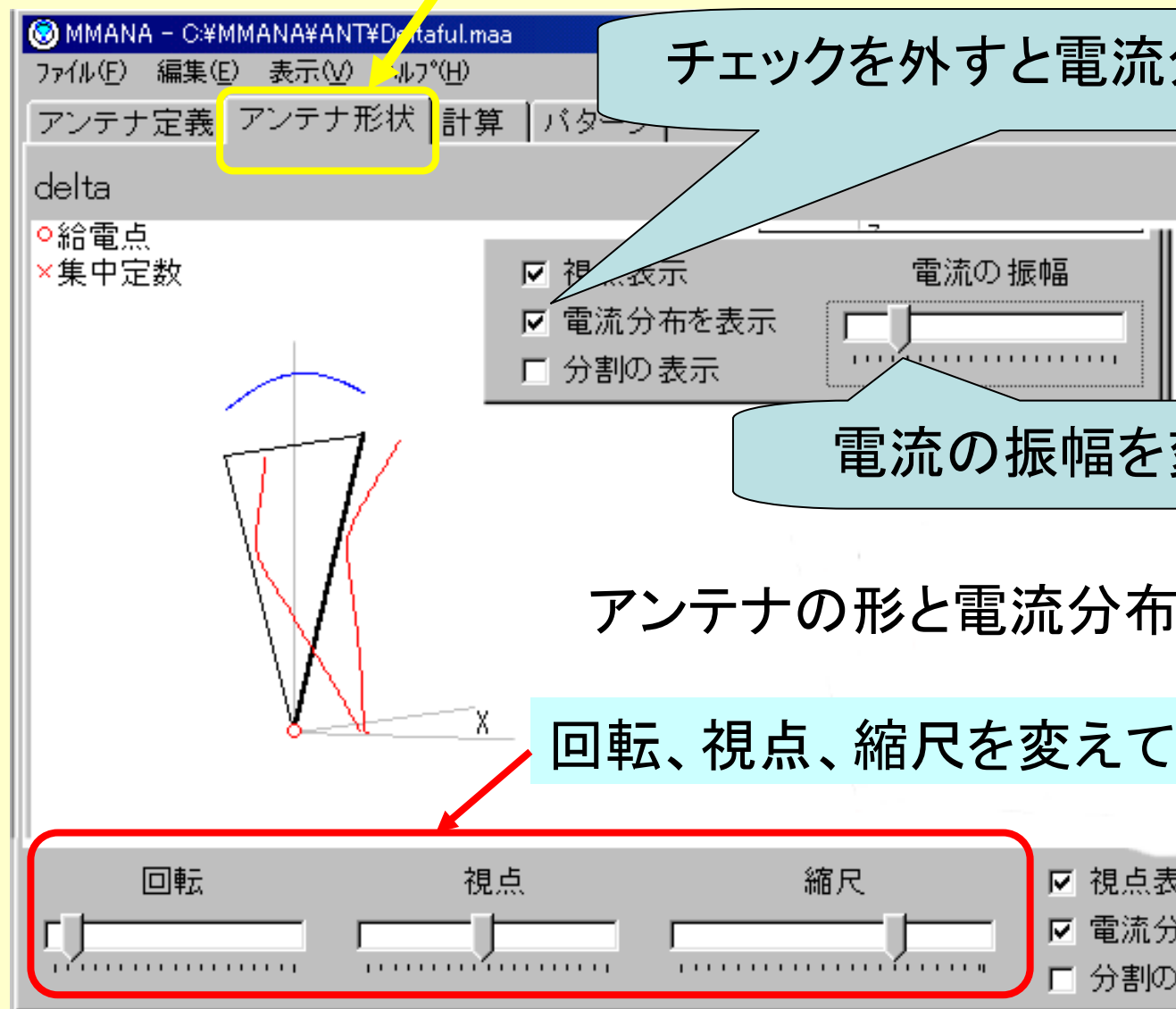
指向特性



各周波数に対するパターンが表示される

電流分布

アンテナ形状のタグを選択



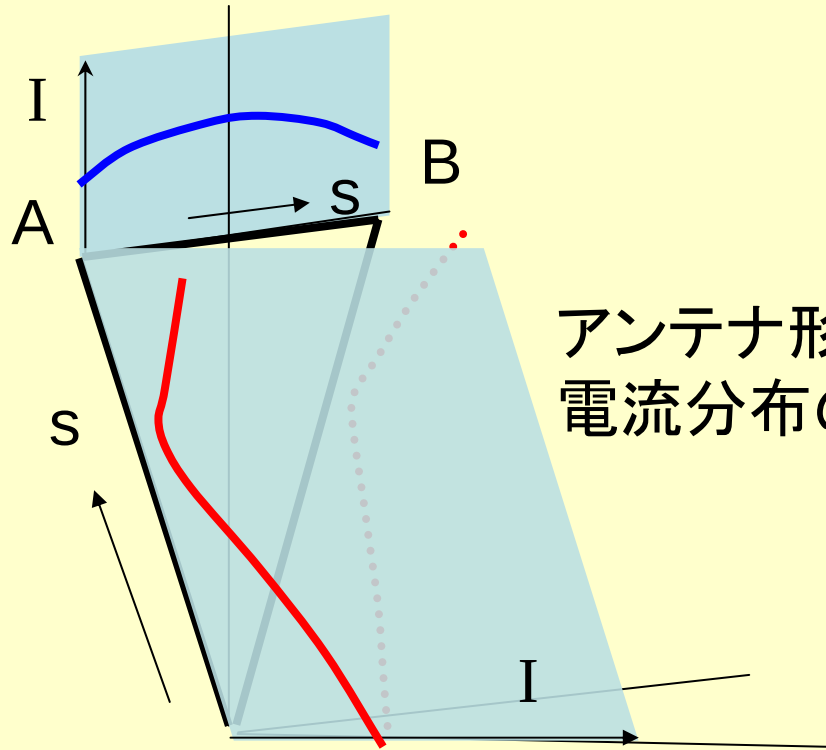
チェックを外すと電流分布は消える

電流の振幅を変える

アンテナの形と電流分布

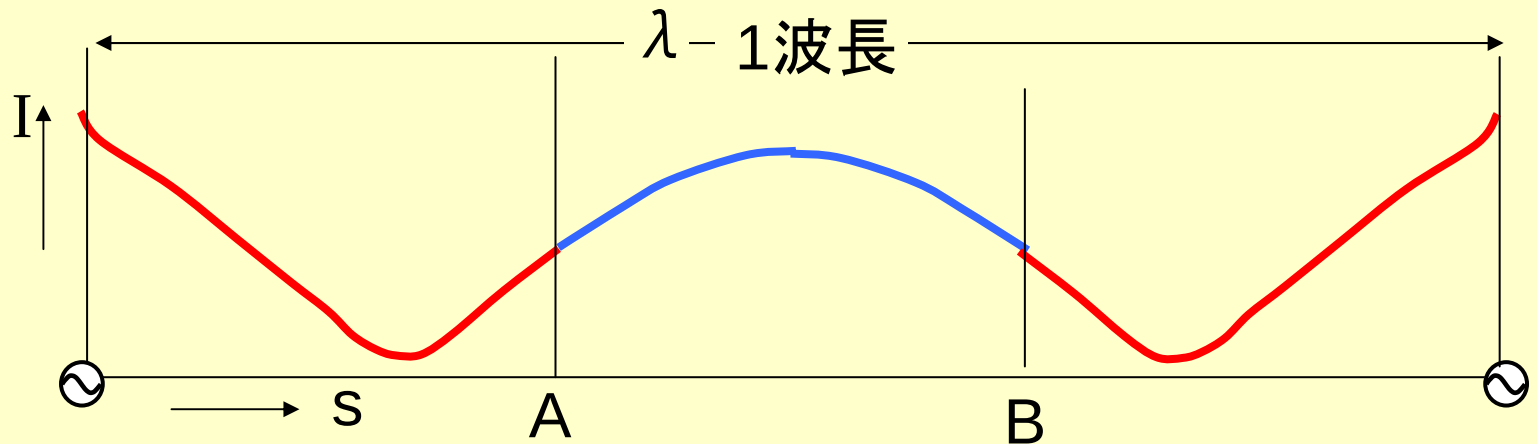
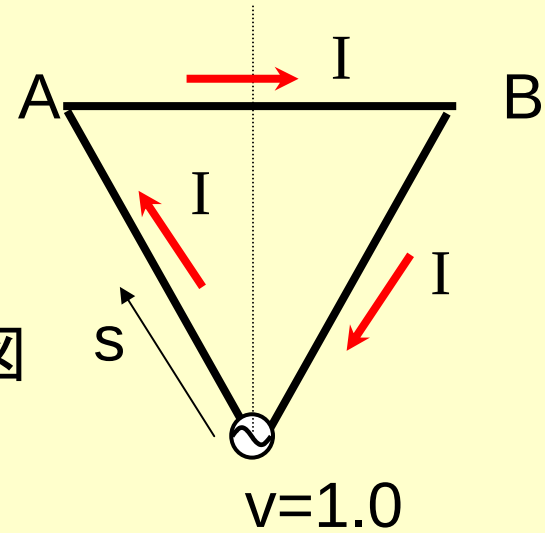
回転、視点、縮尺を変えて、図面を見る

電流分布



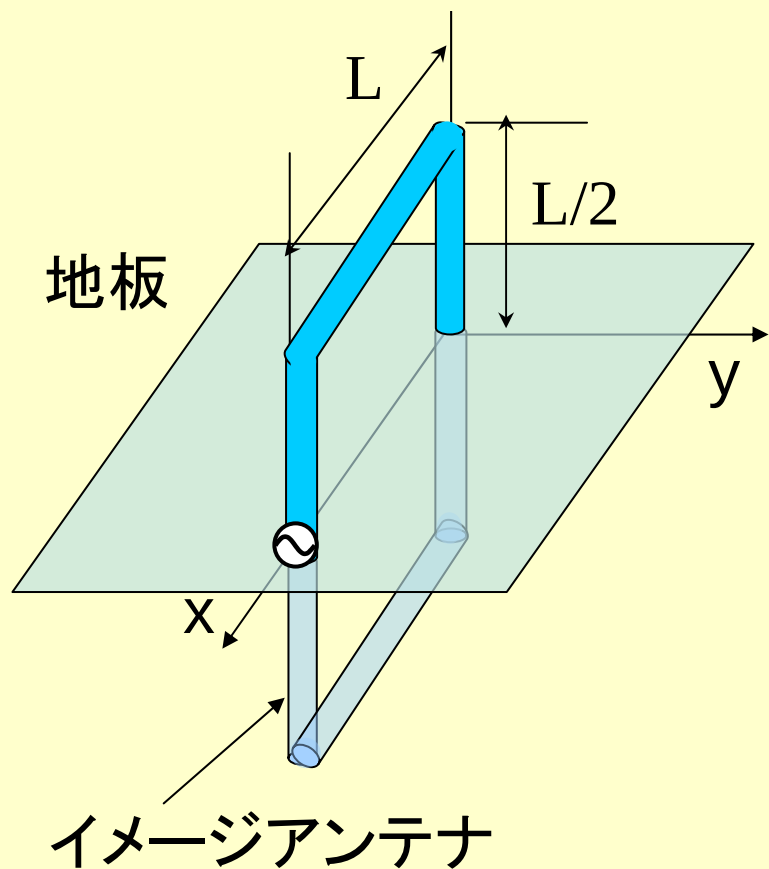
アンテナ形状
電流分布の図

デルタループの例

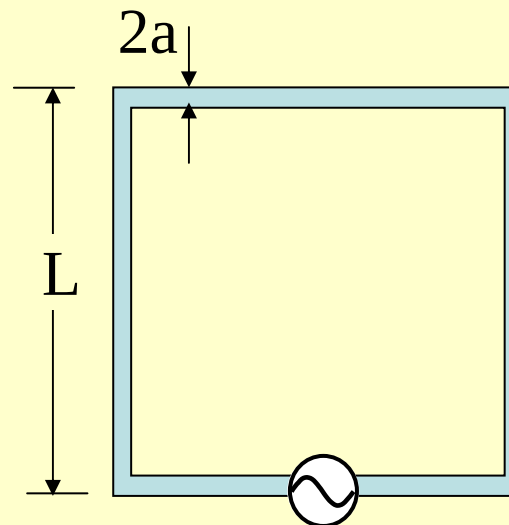


4. 接地板付きアンテナとイメージ法

接地板付きアンテナ



正方形ループ



接地板の利用



素子数の削減

座標入力の省力
計算時間の短縮

計算

接地板付きアンテナ

計算の画面

アンテナ定義 | アンテナ形状 | 計算

Freq 14.050 MHz

計算条件

☐ 自由空間

☒ 完全導体グランド

☐ リアルグランド

地上高 0.0 m

ワイヤ 無損失

計算

計算条件 → 完全導体グランド
地上高 → 0.0[m]

MMANAの計算

座標入力画面

No.1のz座標

$Z1=0$

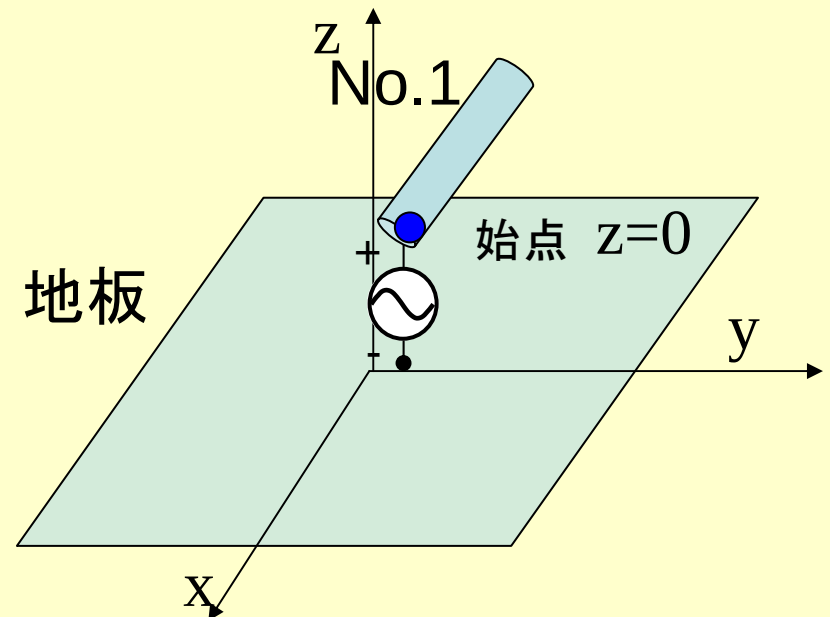
(x1,y1,z1)

No.1 (0.0,0.0,0.0)

電源条件

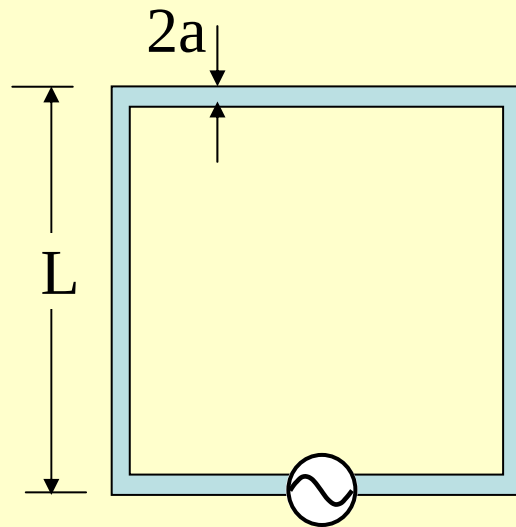


W1b



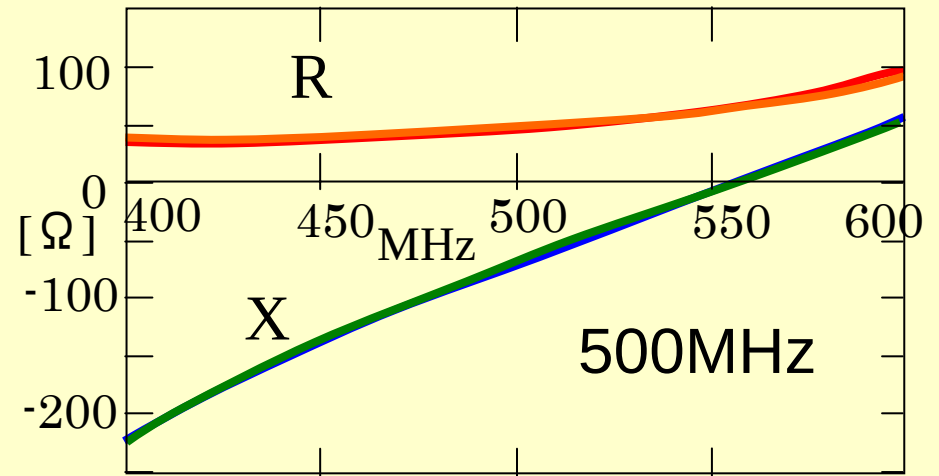
5. 他のプログラムとのデータ比較

正方形ループ



$$\left\{ \begin{array}{l} f=500\text{MHz} \\ \lambda=0.6\text{m} \\ L=0.15\text{m} \\ a=1\text{mm} \end{array} \right.$$

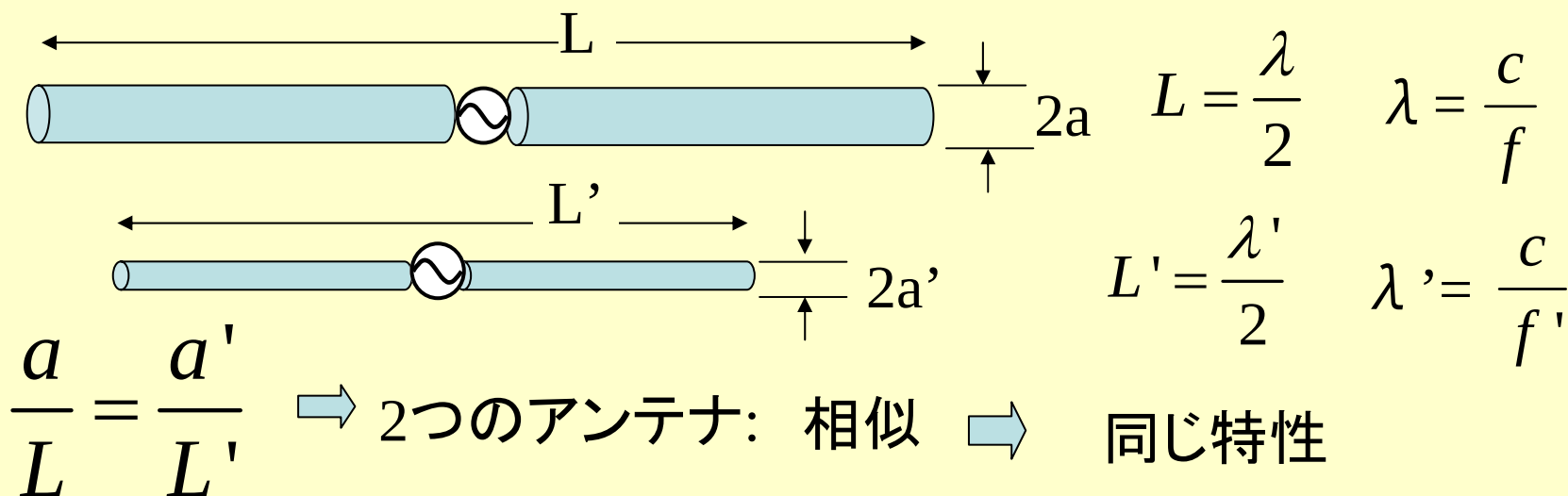
MMANA $\longleftrightarrow$ 福大の計算



$\left. \begin{array}{l} \text{Red line} \\ \text{Blue line} \end{array} \right\} \text{MMANA}$
 $\left. \begin{array}{l} \text{Orange line} \\ \text{Green line} \end{array} \right\} \text{福大}$

アンテナの相似の理論 小型のモデルアンテナ

解析 $\rightarrow$ 実物アンテナ製作 HFアンテナ 大丈夫?
 $\searrow$ モデルアンテナによる実験 $\rightarrow$ 実物アンテナ



共振周波数	アンテナの長さ	導線の半径	} 同じ特性
f: 50MHz	L: 30cm	a=5mm	
f':500MHz	L': 3cm	a=0.5mm	

線径の問題

$$\begin{cases} f=30\text{MHz} \\ \lambda=10\text{m} \\ L=2.5\text{m} \end{cases}$$

a : パラメータ

線径 の違い



共振周波数のずれ
抵抗値は変化しない

