

# 演習例題

## オープンスタブのSパラメータ解析

# 目次

- 
- 0. モデルの定義
  - 1. 新規プロジェクト作成..... 3次元、単位mm
  - 2. モデル作成..... 3次元形状の入力
  - 3. ソルバ、解析条件の設定..... 周波数スイープ
  - 4. 材料定数入力..... 誘電率、導電率
  - 5. 境界条件設定..... ポート設定
  - 6. メッシュ/解析
  - 7. 結果の表示..... 電磁界、Sパラメータの確認

# 0.モデルの定義

本例題では下図のような、周囲を金属で囲まれた、オープスタブのSパラメータを求めます。

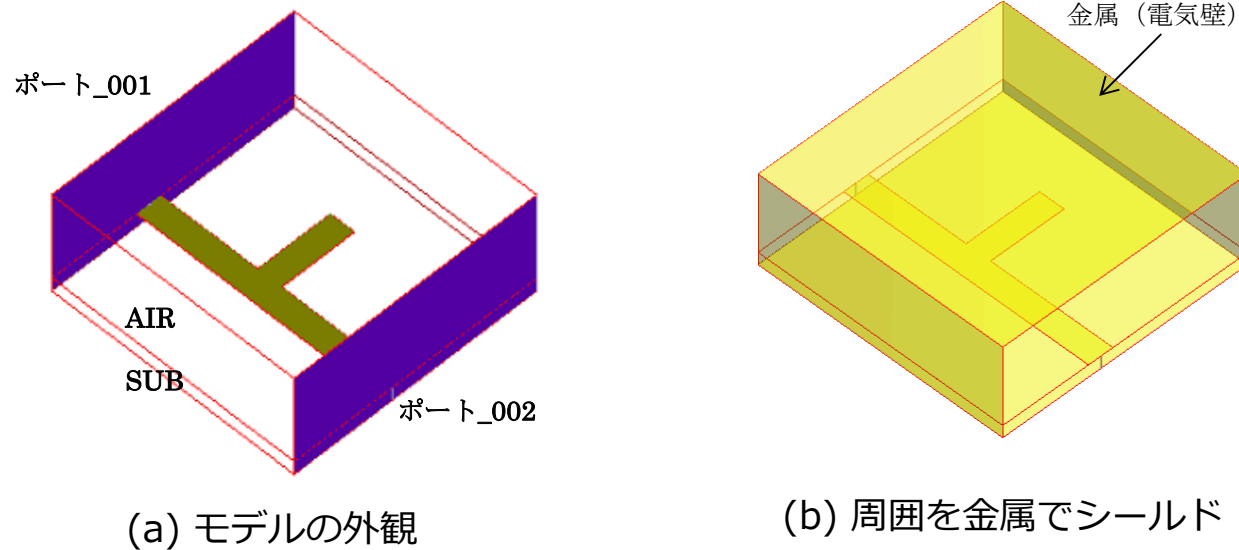


Fig.1 オープンスタブのモデル図

# 0.モデルの定義

解析周波数範囲  
1GHz~10GHz

SUB (基板)

・厚み : 1mm  
・材料 : ガラスエポキシ  
比誘電率 : 4.25  
 $\tan\delta$  : 0.01

AIR (空気)

・高さ : 6.4mm

ELECTRODE

・銅  
導電率  $5.977e7$ [S/m]  
比透磁率 1

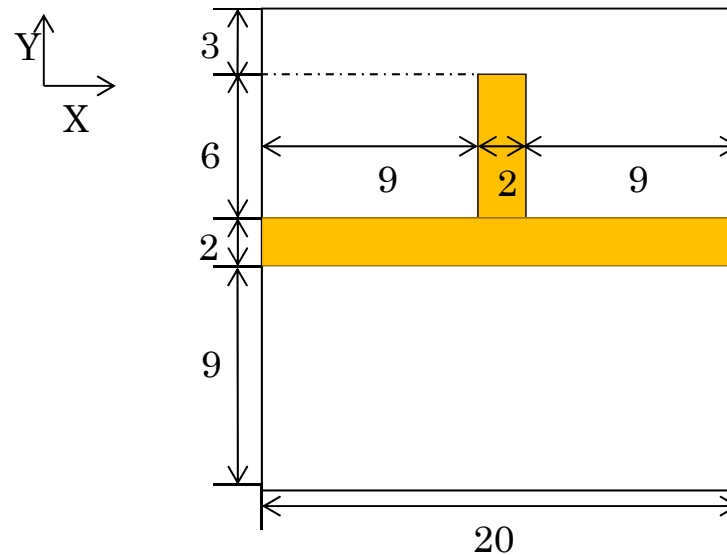




Fig.2 オープンスタブのモデル図 XY平面

# 1. 新規プロジェクト作成

## 準備

作図のしやすさのため、ボディをワイヤースケルトンで表示するように設定を変更します。Femtetボタン  をクリックし、[全体設定] > [GUIの設定]タブの [モデリング設定]グループ内にある、**ボディのシェーディング表示を標準にするの** チェックを外します。

## プロジェクトの新規作成

1. Femtetボタン  をクリックし、**[新規プロジェクト]**を選択します。
2. **[解析空間の設定]**ダイアログが現れるので、**モデル単位 : mm**、**解析空間 : 3次元解析**となっていることを確認し、**[OK]**ボタンを押します (Fig. 3)。

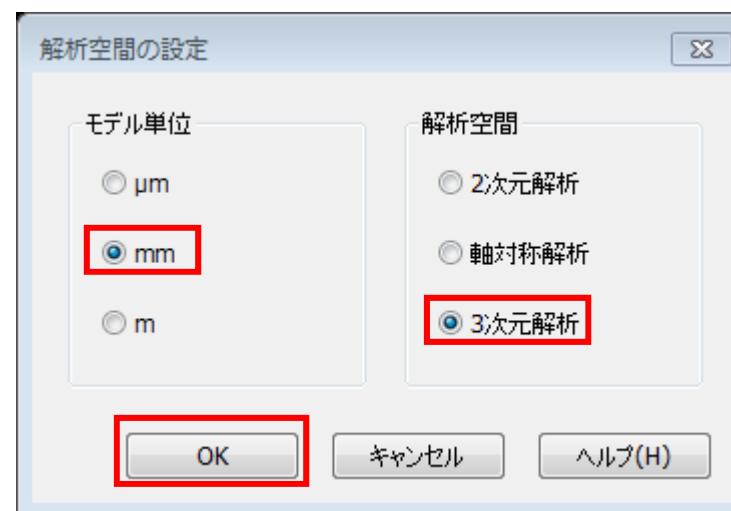




Fig. 3 [解析空間の設定]ダイアログ

## 2. 解析モデルの作成

モデルウインドウに形状を作成します。

### 基板ボディの作成

[ソリッドボディの新規作成]ボタン  から  
[ 直方体[長さ指定]] を選択し、  
始点： $(0,0,0)$ 、幅：20、奥行き：20、  
高さ：1の直方体を作成します  
(Fig. 4)。

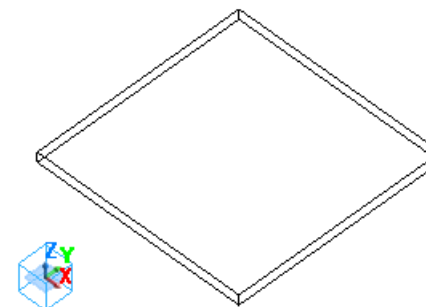


Fig.4 基板ボディの作成

### 空気ボディの作成

続けて、始点： $(0,0,1)$ 、幅：20、  
奥行き：20、高さ：6.4の  
直方体を作成します (Fig. 5)。

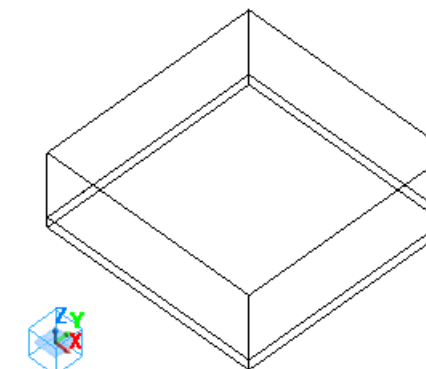




Fig.5 空気ボディの作成

[作図モード終了]ボタンを押して  
作図モードを終了します。

## 2. 解析モデルの作成

### 電極ボディ①の作成

[シートボディの新規作成]ボタン  から  
[  長方形[長さ指定] ]を選択し、  
始点： $(0,0,1)$ 、幅：20、高さ：2の  
長方形を作成します（Fig. 6）。

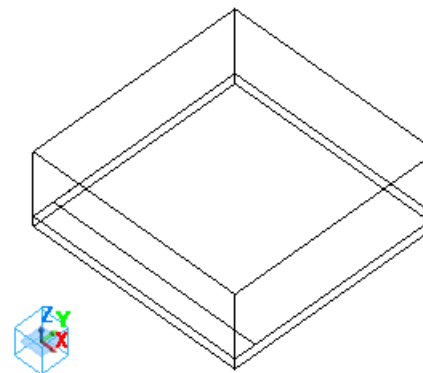


Fig.6 電極ボディ①の作成

### 電極ボディ②の作成

続けて、始点： $(9,2,1)$ 、幅：2、  
高さ：6の長方形を作成します（Fig. 7）。

[作図モード終了]ボタンを押して  
作図モードを終了します。

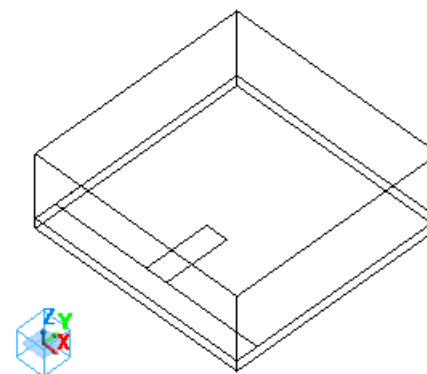


Fig.7 電極ボディ②の作成

## 2. 解析モデルの作成

### 電極Bodyの融合

2枚の電極ボディ①・②を  
[Ctrl]キーを押しながら選択し、  
右クリックメニューから  
[ブーリアン(B)] > [和(U)]を  
選択します (Fig. 8)。

2つに分かれている電極ボディが  
1つに融合します (Fig. 9)。



Fig.8 2つのボディの融合

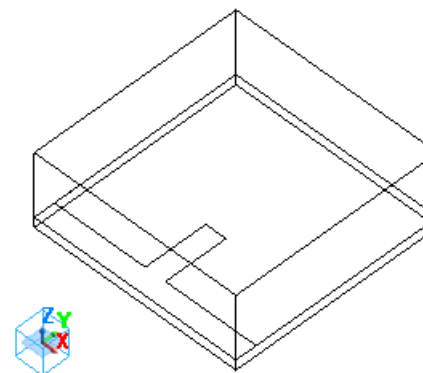


Fig.9 1つになった電極ボディ



## 2. 解析モデルの作成

### 電極ボディの移動

電極ボディを選択し、**右クリックメニュー**から  
[移動/回転(M)] > [移動(M)]を選択します  
(Fig. 10)。

**移動ベクトル : (0,9,0)**を入力して、  
電極ボディを移動させます (Fig. 11)。

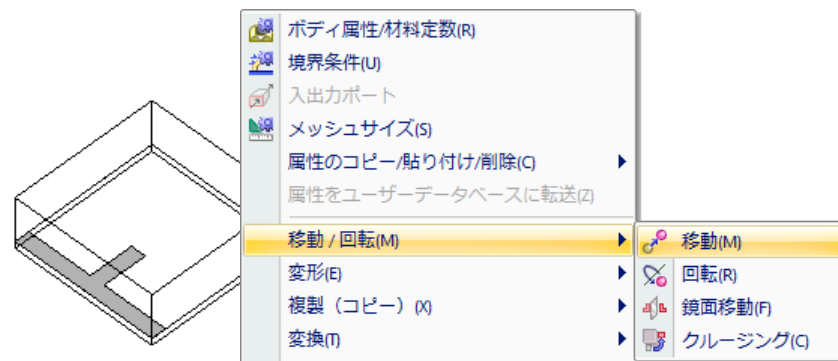


Fig.10 電極ボディの移動

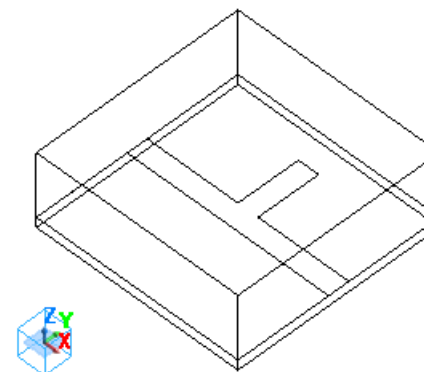



Fig.11 移動した電極ボディ

[**作図モード終了**]ボタンを押して  
作図モードを終了します。

# 3. 解析条件設定

## ソルバの選択

[解析条件]ボタン  から[解析条件の設定]ダイアログを開き、  
[ソルバの選択]タブを開きます。

今回の演習では [電磁波解析 *Hertz*]を選択します (Fig. 12)。



Fig.12 [ソルバの選択]タブの一部

### 3. 解析条件設定

[電磁波解析]タブで解析の種類を設定します。Sパラメータの解析は調和解析です (Fig. 13(a))。

[調和解析]タブを開き、スイープタイプ：等間隔 分割数、周波数範囲：1~10GHz、分割数：100を入力します (Fig. 13(b))。

[メッシュ]タブでメッシュに関する設定を行います (Fig. 13(c))。

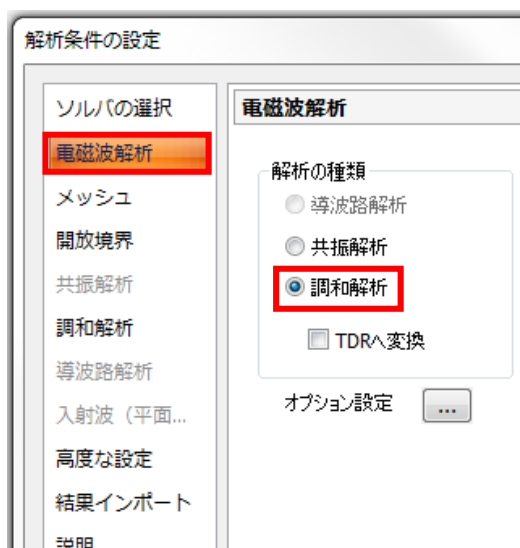


Fig.13(a) [電磁波解析]タブの一部

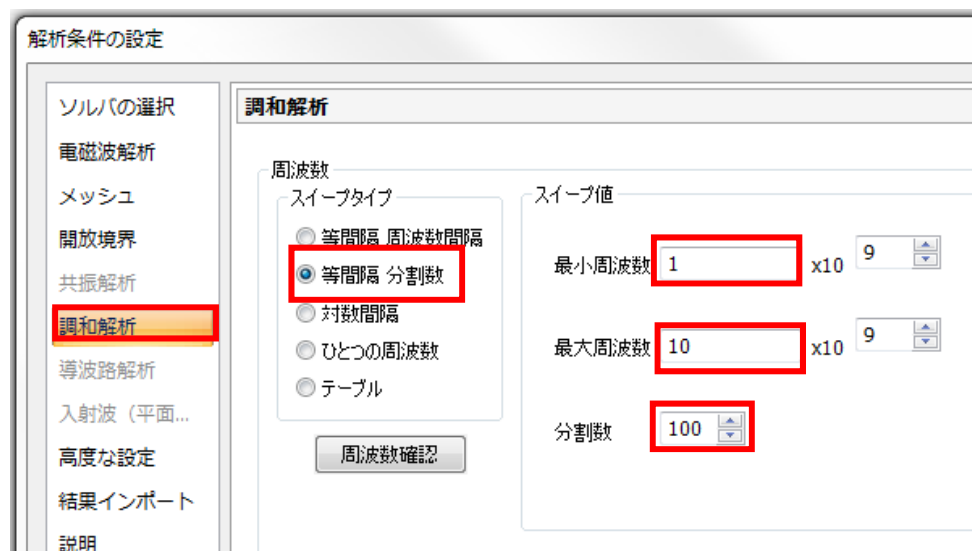


Fig.13(b) [調和解析]タブの一部

### 3. 解析条件設定

標準メッシュサイズを自動的に決定する

全体寸法の1/10が自動的に設定されます。

アダプティブメッシュを使用しない

計算を短時間で終わらせるために、  
チェックを外してください。  
通常はチェックを入れて解析します。

参照周波数を5GHzに設定

このモデルでは5GHz付近に共振があることがあらかじめ分かっていたとします。

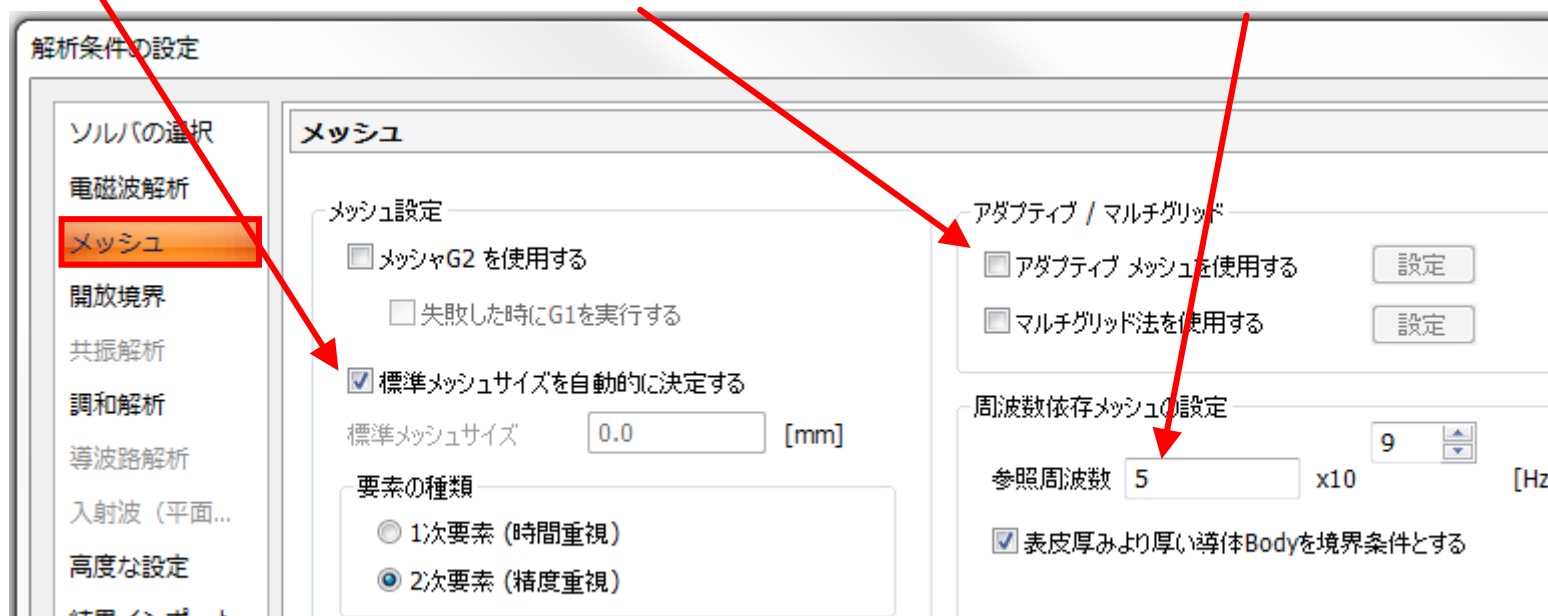


Fig.13(c) [解析条件の設定]の[メッシュ]タブ

## 4. 材料定数の設定

基板を選択し、右クリックメニューから  
【ボディ属性/材料定数(R)】を  
選択します (Fig.14)。

ボディ属性名に「SUB」と入力します。

材料データは材料データベースから取得します。

材料DBの中の【03\_樹脂】を展開し、  
【006\_ガラスエポキシ】を選択してください (Fig.15)。

材料の【データ編集(A)】を選択すると、  
材料定数が確認できます。



Fig.14 基板ボディの選択

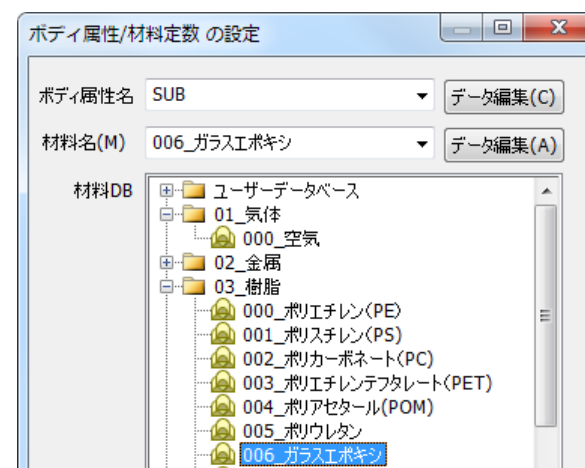


Fig.15 材料ガラスエポキシの選択

## 4. 材料定数の設定

空気領域を選択し、右クリックメニューから  
【ボディ属性/材料定数 (R)】を  
選択します (Fig.16)。

ボディ属性名を「AIR」と入力します。

材料の入力は、基板の場合と同様に  
材料データベースを利用します。

材料DBの中の【01\_気体】を展開し、  
【000\_空気 (乾燥)】を選択します (Fig.17)。



Fig.16 空気領域の選択

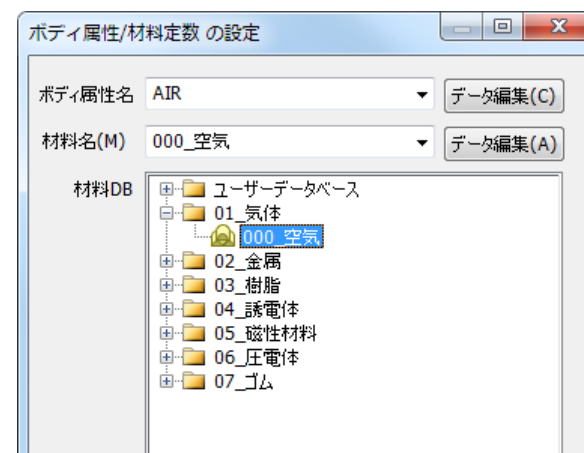


Fig.17 材料空気を選択

## 4. 材料定数の設定

電極を選択し、右クリックメニューから  
【ボディ属性/材料定数 (R)】を  
選択します (Fig. 18)。

ボディ属性名を「ELECTRODE」と入力します。

電極材料の銅も、  
Femtetのデータベースが利用できます。

材料DBの中の【02\_金属】を展開し、  
【008\_銅Cu】を選択します (Fig. 19)。



Fig.18 電極ボディの選択

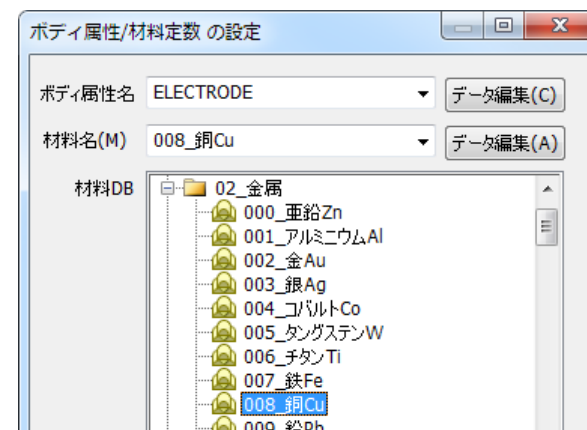


Fig. 19 材料銅Cuの選択

## 5. 境界条件の設定

入出力ポートを設定します。

選択対象を**面選択**に切り替えます。

**ポート\_001**部分の選択を行います。

基板側の面と空気領域側の面をCtrlキーを押しながら選択し、右クリックメニューから**【入出力ポート】**を選択します (Fig. 20)。

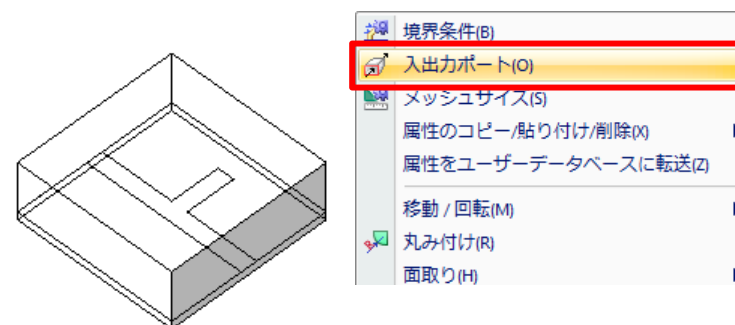


Fig. 20 **ポート\_001**の設定面の選択

入出力ポート名が「**ポート\_001**」と表示されることを確認し、**【OK】**ボタンを押すと、境界条件設定ダイアログが現れます (Fig. 21)。

**基準インピーダンス**は、**【指定する】**をチェックします。

次に**積分路**、**ポート電界方向**を設定します。

**【設定】**ボタンを押すとモデルウィンドウに移るので、積分路 (**始点 : (20,10,1)**、**終点 : (20,10,0)**) を作成します (Fig. 22)。

同様に**ポート\_002**の設定を行います (Fig. 23)。

積分路は、**始点 : (0,10,1)**、**終点 : (0,10,0)**です。



Fig. 21 境界条件設定ダイアログの一部



## 5. 境界条件の設定

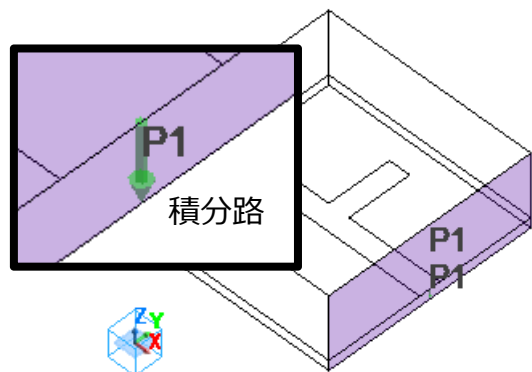


Fig. 22 ポート\_001の積分路  
設定したモデル



Fig.23 ポート\_002も同様に設定

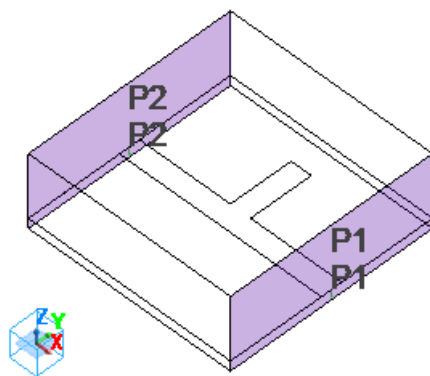



Fig.24 ポートを2つ設定したモデル




## 6.解析の実行

### モデルの保存

入力したデータを保存します。

Femtetボタン  をクリックし、**【モデルに名前をつけて保存】** を選択してください。  
ここでは名前を“**演習**”とします。

**【解析実行】**ボタン  を押して解析を実行します。

解析が終了すると、

**【解析終了】**ダイアログが表示されます。

**【フィールドを表示】**に

チェックが入っている事を確認し、

**【計算結果を表示】**ボタンを押すと、

解析結果ウィンドウが表示されます

(Fig. 25)。

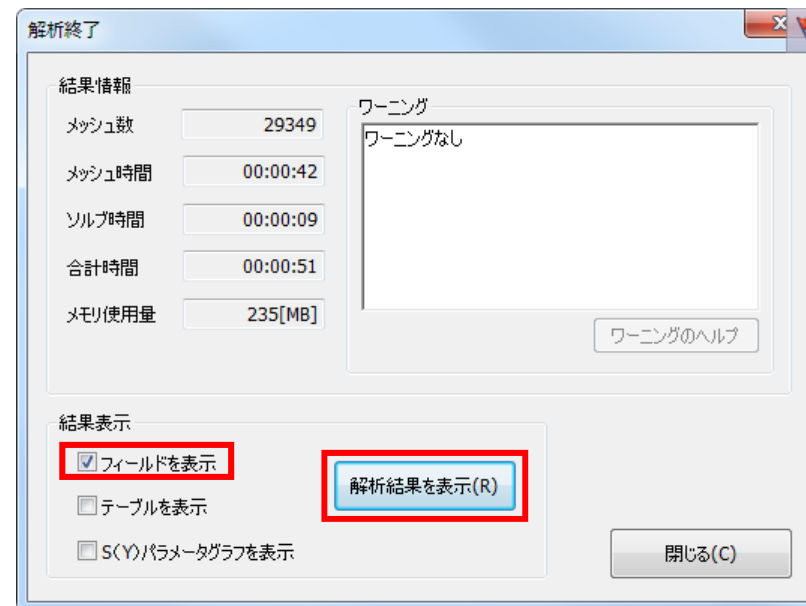




Fig.25 **【解析終了】**ダイアログ

## 7. 結果表示:電界

[解析タイプ]を電磁波解析、  
[フィールドタイプ]を電界[V/m]に設定し、  
[ベクトル図]ボタン  を押します (Fig. 26)。  
これは、“ポート\_001”から入力したときの電界になります。  
“ポート\_002”から入力した電界を見るには、  
[フィールド重ね合わせの設定] ボタン  を押し、  
Table 2のように変更してください。

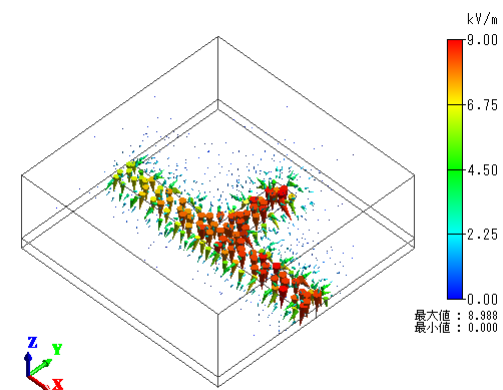


Fig.26 電界ベクトル図

Table 1 ポート\_001からの入力

PortName	MAG	PHASE[deg]
ポート_001:m1	1.0	0.0
ポート_002:m1	0.0	0.0

Table 2 ポート\_002からの入力

PortName	MAG	PHASE[deg]
ポート_001:m1	0.0	0.0
ポート_002:m1	1.0	0.0

## 7. 結果表示:Sパラメータ

[チャート] ボタンをクリックし、  
[SYZ行列]を選択すると、  
[SYZ行列]ダイアログが表示されます  
(Fig. 27)。

[行列の成分]で **1 1** と **2 1** を選択し、  
[XYグラフ]ボタンを押すと、  
 $S_{11}$ と $S_{21}$ が表示されます (Fig. 28)。

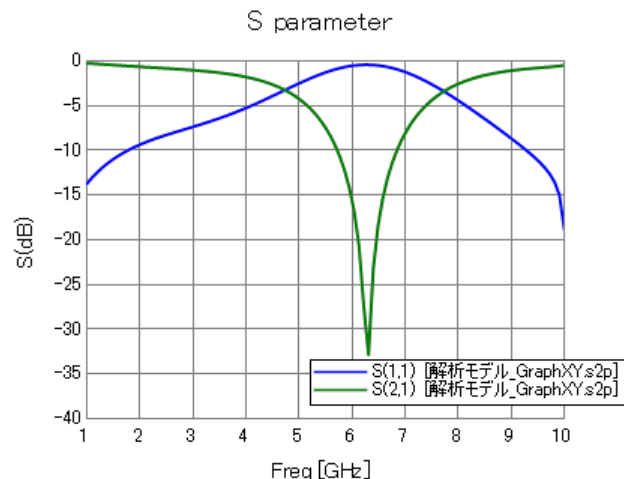


Fig. 28 Sパラメータグラフ

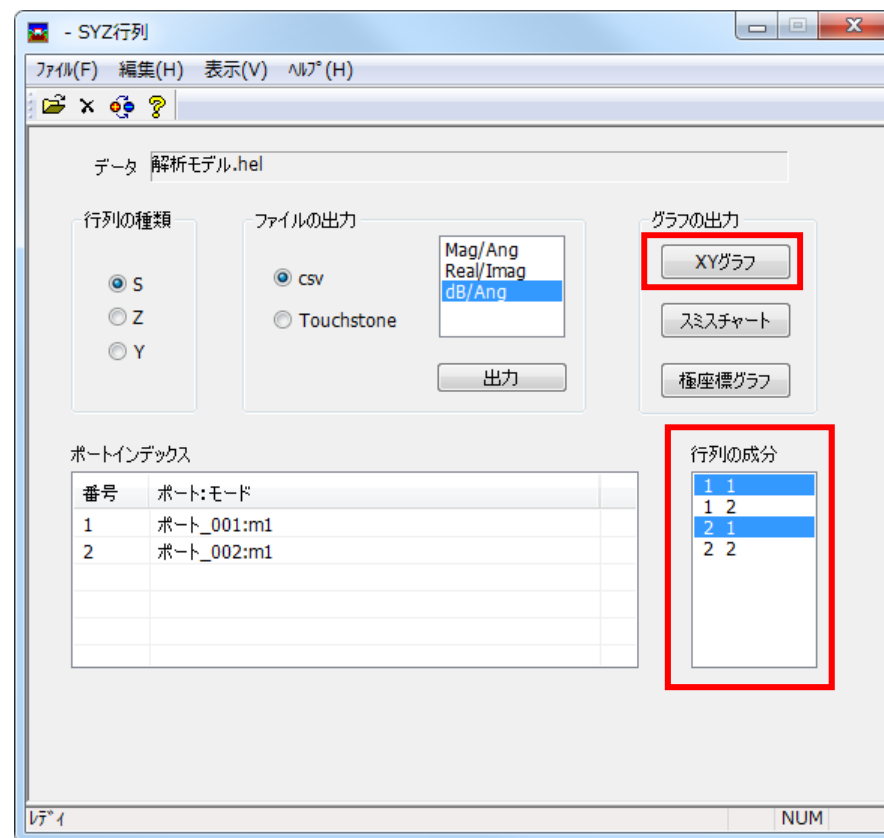


Fig. 27 SYZ行列設定画面

この文章の内容は、予告なしに変更されることがあります。  
本文章に関連するいかなる事柄についても、一切の保証をするものではありません。  
本文章の誤り、あるいは、本ヘルプに従っての設置、稼働ならびに使用に関連して  
偶発的、または、必然的に生じた損害に対して、責任を負いかねますのでご了承ください。

本文章の内容は、著作権によって保護されています。

© 2008 Murata Manufacturing Co.,LTD. All rights reserved.

ムラタソフトウェア株式会社ホームページ：

<http://www.muratasoftware.com/>