

## SINGULA ベンチマーク計算 ( 例題 11 ~ 20 )

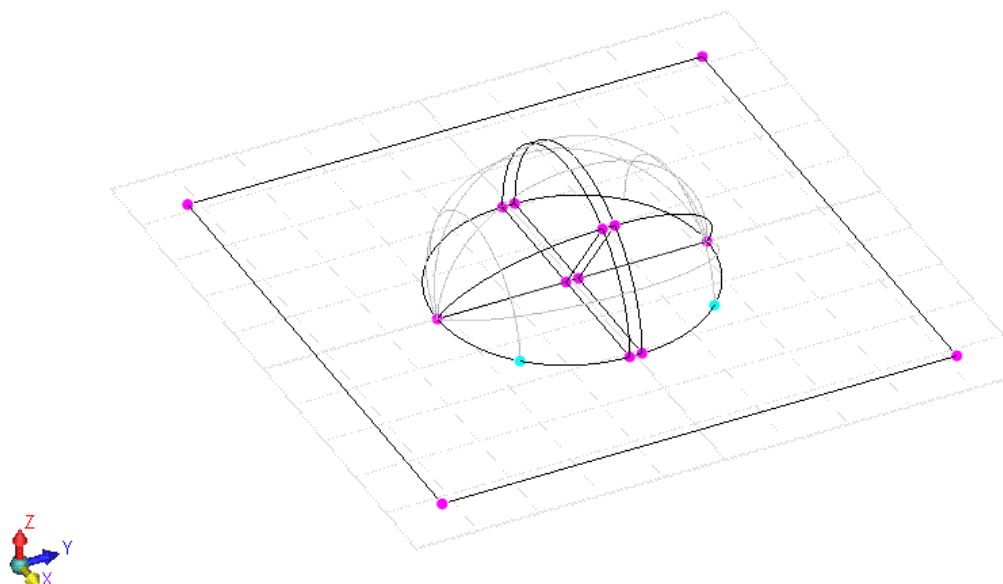
### 1 1 等角ストリップ誘電体共振アンテナ

データベースファイル    IEEEP00Jun\_p961\_ConformalStrip\_DRA\_AutoMesh1000.dbs  
モデルフォルダー        /Benchmark Examples/Conformal Strip Dielectric  
                                 Resonator Antenna

半球の誘電体表面上に設置された、マイクロストリップアンテナの特性パラメータを計算する。

形状

ポイント 16, セグメント 26, サーフェス 20, ボリューム 6



全体図

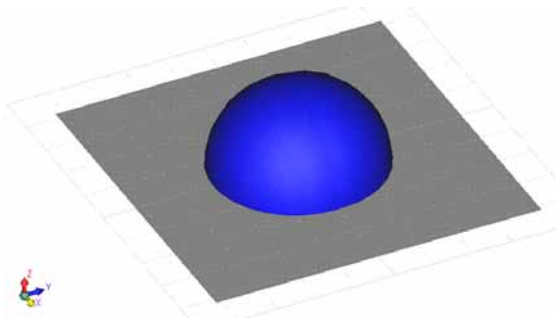
グラウンド面は一辺 50 mm の正方形である。半径 13.1 mm の半球の誘電体表面上に、幅 1.2 mm、角度 55 度のマイクロストリップアンテナを設置する。

物理グローバル設定

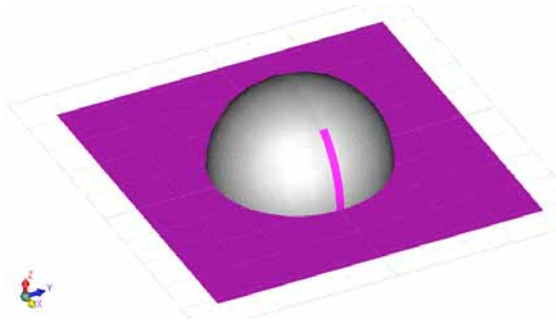
ソルバータイプを Z,Y,S Matrix にセットし、Setup Frequencies ボタンをクリックして計算周波数を指定する。計算周波数は 3000 ~ 4000 MHz の 21 ステップ ( 刻み 50 MHz ) である。

材料設定

誘電体のボリュームに、名前 Dielectric 10 ( 青色 ) の材料を指定する。その比誘電率は 9.5 ( 実数 ) である。



材料設定は、材料リストから使用する材料 Dielectric10 を選択し、Assign Material ボタンをクリックして、この材料を設定するボリューム6個を選択する。

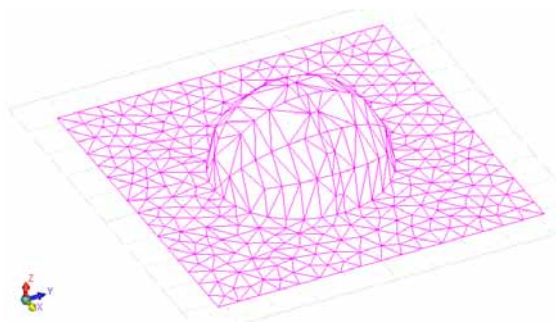


### コンダクタ設定

グラウンド面、及び誘電体上のストリップのサーフェスを、完全導体として定義する。左図の紫色の部分。

### 給電

マイクロストリップのサーフェスに対して、グラウンド面のセグメントから、ラインギャップ電位を給電する。

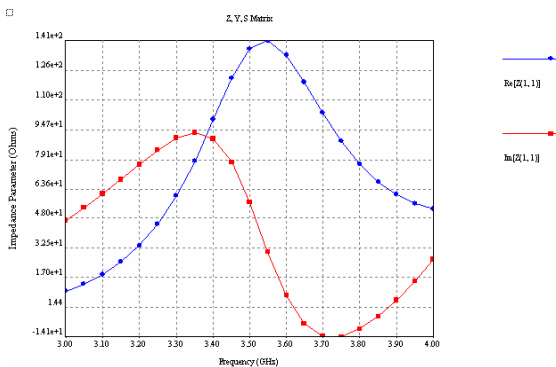


### メッシュ

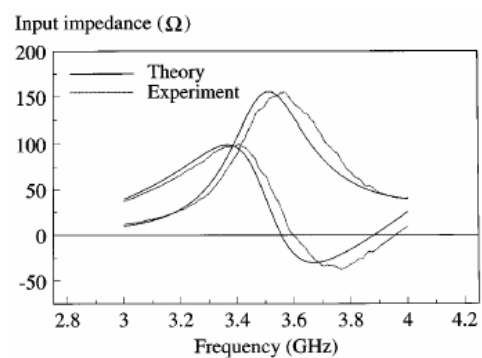
コンダクタ表面、及び誘電体表面を、2D 要素でメッシュ分割する。

2D 要素 894

### 計算結果



インピーダンス、実数（青）と虚数（赤）



入力インピーダンスの測定値との比較

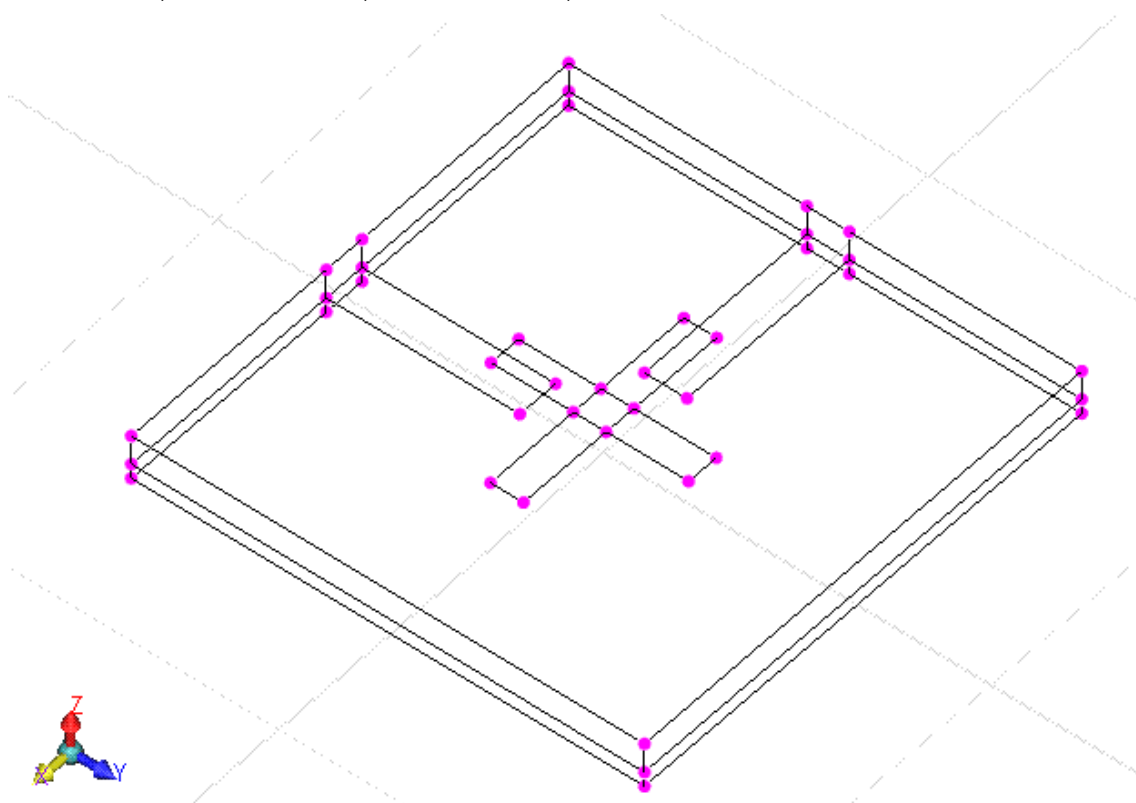
## 1 2 ポートの非対称アンテナ

データベースファイル     IEEEMTT99Sept\_p1815\_TwoPortAsymmetricAnt\_MeshB\_SYZ  
                                  [8\_12GHz].dbs  
モデルフォルダー           /Benchmark Examples/Two-port Asymmetric Antenna/

2 ポートのマイクロストリップアンテナの特性パラメータを求める。

形状 (単位 mm)

ポイント 40, セグメント 62, サーフェス 26, ボリューム 2

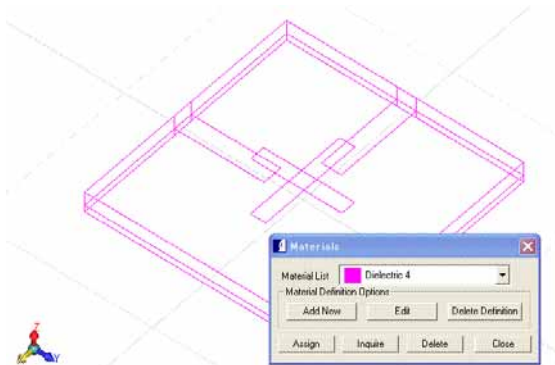


全体図

誘電体の大きさは、X 方向(13.1, -13.82), Y 方向(13.1, -13.4), Z 方向(0, 2.4)の矩形板である。板厚方向は 0.8 で 2 層に分割している。誘電体表面に十字形のストリップを配置する。一辺 1.7 の正方形と、それぞれ X 方向に 5.1, Y 方向に 4.25 の長さを持つ。給電線は幅 2.2, 長さ 10 の 2 ポートで、誘電体の板厚方向 0.8 の面で給電している。

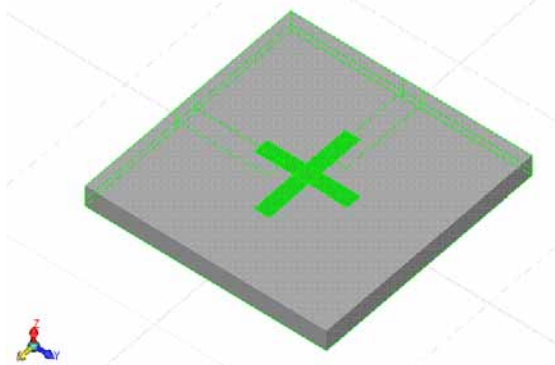
### 物理グローバル設定

ソルバータイプを Z,Y,S Matrix とし、Setup Frequencies ボタンをクリックして計算周波数を指定する。計算周波数は 8000 ~ 12000 MHz の 21 ステップ (刻み 200 MHz) である。



## 材料設定

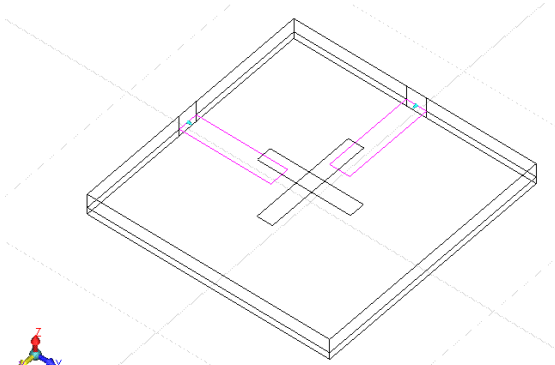
誘電体のボリュームに、名前 Dielectric 4 (ピンク) の材料を指定する。その比誘電率は 2.17 (実数) である。



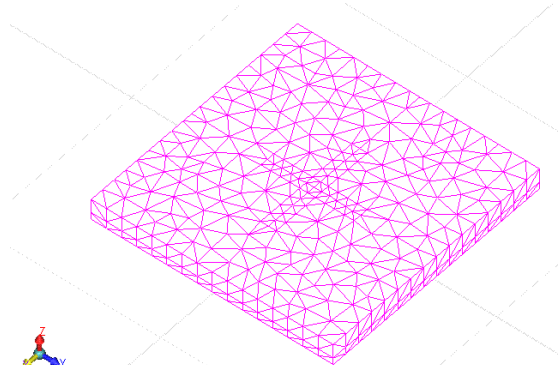
## コンダクタ

誘電体表面のストリップ、給電用のストリップ、及びその誘電体側面のサーフェスを、完全導体として定義する。また、誘電体の下面もグラウンド面として、完全導体とする。

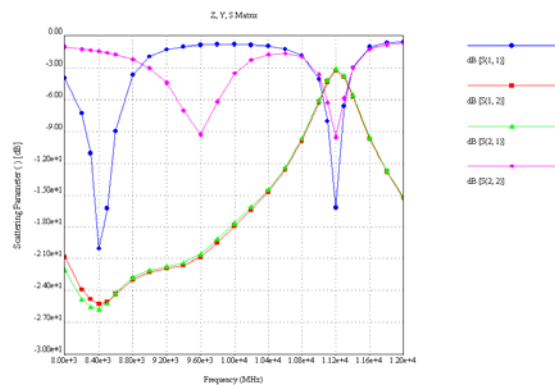
## 給電 ラインギャップ電位



## メッシュ 2D 要素数 1318



## 計算結果



Analysis > Z,Y,S Matrix を選択して、特性パラメータを出力する。左図は散乱マトリックスの直交プロットである。上より、  
 (1,1) 要素 (青)  
 (1,2) 要素 (赤)  
 (2,1) 要素 (緑)  
 (2,2) 要素 (ピンク)  
 ポート 1 は X 方向給電、ポート 2 は Y 方向給電である。50 のインピーダンスで正規化している。

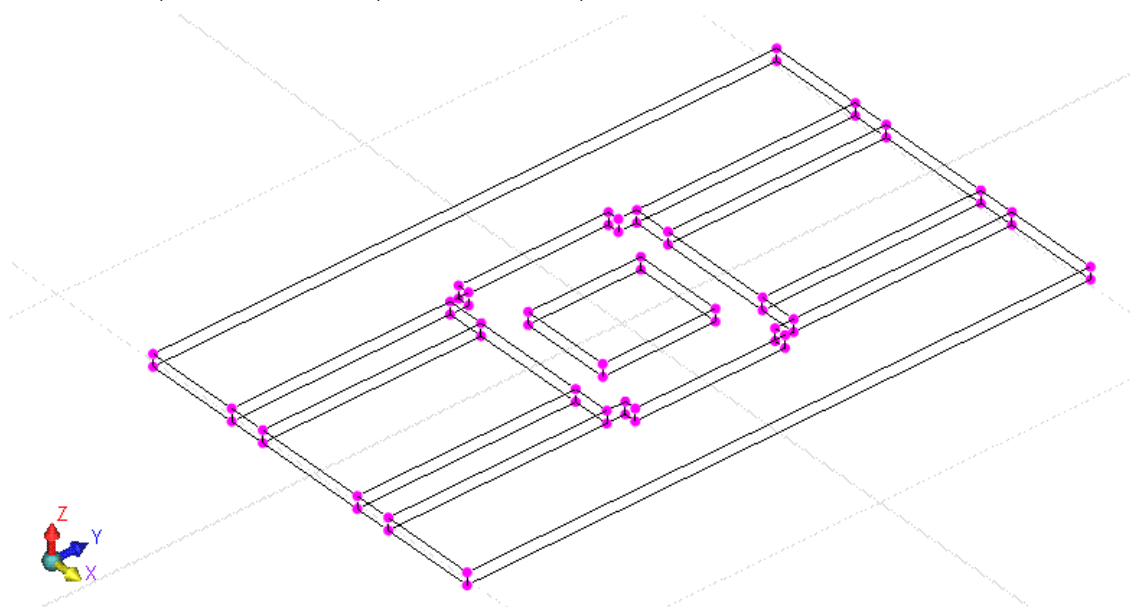
### 1.3 ブランチラインカプラー

データベースファイル     IEEEMTT90Vol137No7\_p855\_BranchLineCoupler\_SYZ[0.5\_10GHz].dbs  
                                 IEEEMTT90Vol137No7\_p855\_BranchLineCoupler\_SYZ[0o5\_10GHz]\_alpha0o5.dbs  
モデルフォルダー             /Benchmark Examples/Branch Line Coupler/

4 ポートのブランチラインカプラーの特性パラメータを計算する。

形状 (単位 mm)

ポイント 64, セグメント 112, サーフেস 52, ボリューム 1



全体図

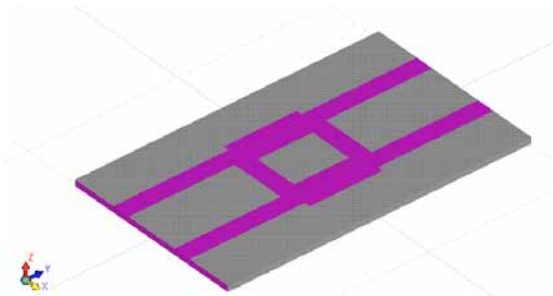
誘電体の大きさは、X 方向 24.36, Y 方向 40.6, 及び板厚 0.794 である。誘電体上面にカプラーと 4 ポートの給電線を配置する。

#### 物理グローバル設定

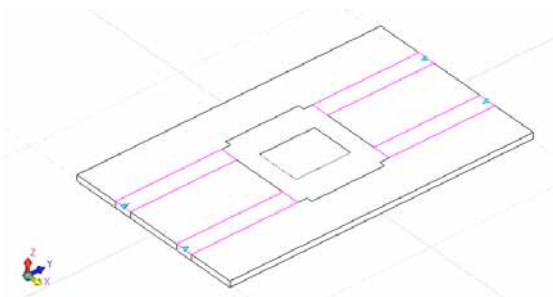
ソルバータイプを Z,Y,S Matrix とし、Setup Frequencies ボタンをクリックして計算周波数を指定する。計算周波数は 500 ~ 10000 MHz の 20 ステップ (刻み 500 MHz) である。

#### 材料設定

誘電体のボリュームに、名前 Dielectric 4 (ピンク) の材料を指定する。その比誘電率は 2.2 (実数) である。



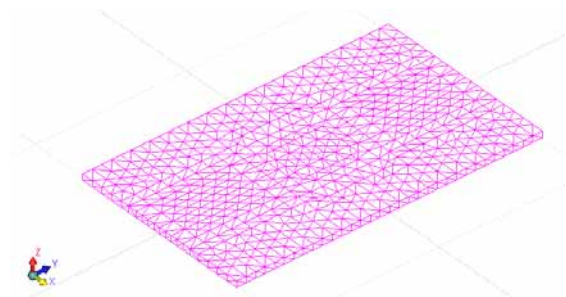
給電 4ポートのラインギャップ電位



### コンダクタ

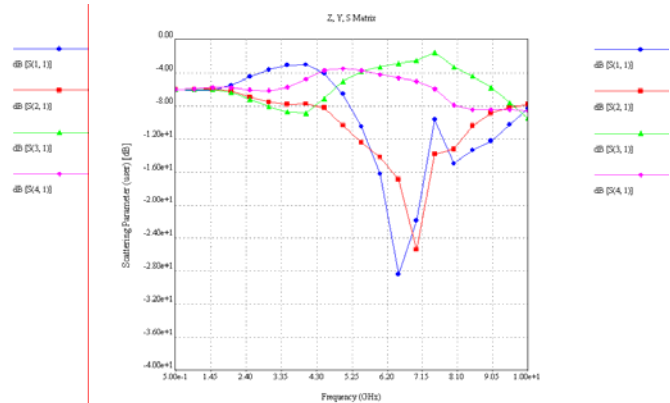
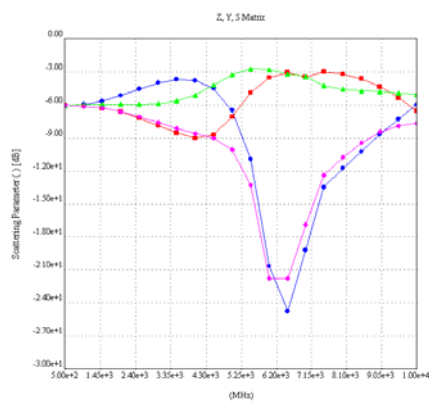
誘電体上面のカプラー及び4ポートの給電線のサーフェスを、完全導体と定義する。また、誘電体側面のポート部のサーフェス、及び下面のグラウンド面も完全導体とする。

メッシュ 2D要素数 2264



### 計算結果

Analysis > Z,Y,S Matrix を選択して、特性パラメータを出力する。左下図は散乱マトリックスの直交プロットである。上から、S(1,1), S(2,1), S(3,1), S(4,1)のdB表示である。右下図は、周波数範囲を0.5~10 GHz (刻み0.5 GHz)に変更して計算した結果である。



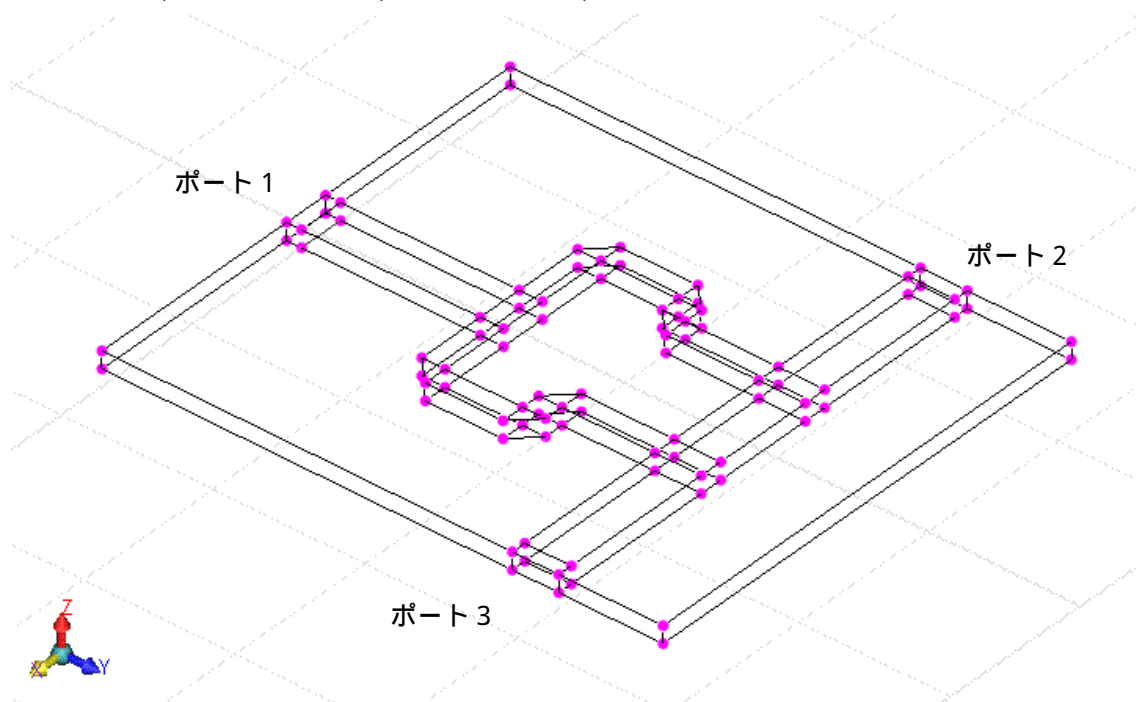
#### 1.4 ウィルキンソン型分配器

データベースファイル	WilkinsonPowerDivider_SYZ[1_7GHz]_conductivity.dbs WilkinsonPowerDivider_SYZ[1_7GHz]_lumped.dbs
モデルフォルダー	/Benchmark Examples/Wilkinson Power Divider/

ウィルキンソン型分配器の特性パラメータを求める。

形状 (単位 mm)

ポイント 92, セグメント 156, サーフエス 66, ボリューム 1



全体図

誘電体の大きさは、X 方向 32.68, Y 方向 37.68, 及び板厚 1.143 である。上図に示すように 3 ポートの給電部を持つ。

#### 物理グローバル設定

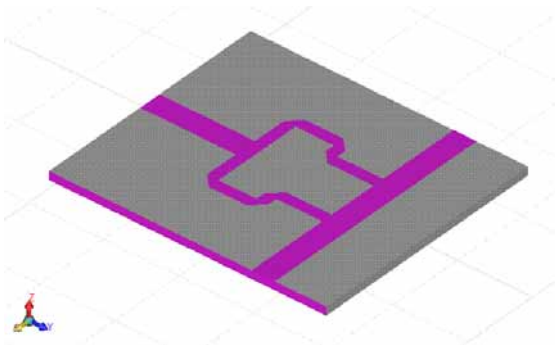
ソルバータイプを Z,Y,S Matrix とし、Setup Frequencies ボタンをクリックして計算周波数を指定する。計算周波数は 1000 ~ 7000 MHz の 21 ステップ (刻み 300 MHz) である。

#### 材料設定

誘電体のボリュームに、名前 Dielectric 4 (ピンク) の材料を指定する。その比誘電率は 2.33 (実数) である。



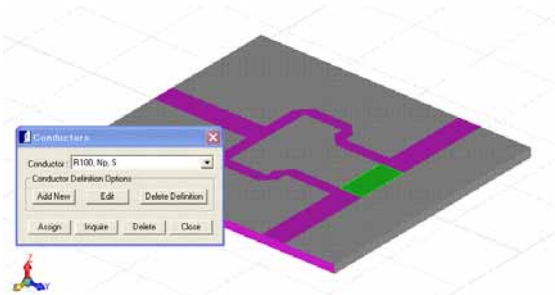
## コンダクタ



誘電体上面のマイクロストリップ回路、給電部の誘電体側面、及び誘電体の下面のグラウンド面のサーフェスを、左図のように完全導体として定義する。ただし、ポート2と3の間は不完全導体とするが、そのモデル化方法はモデルにより異なる。

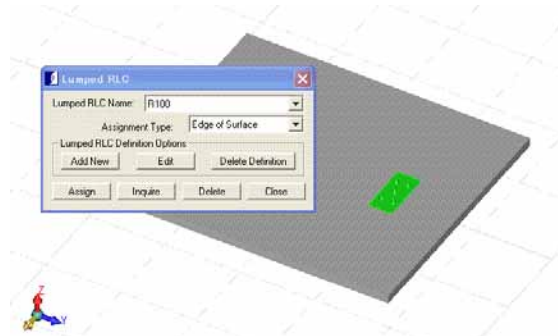
## conductivity モデル

図の緑色のコンダクタを不完全導体(導電率 70 Mho/m)のサーフェス(板厚 0.1429)として定義する。R=100 Ohmに相当する。

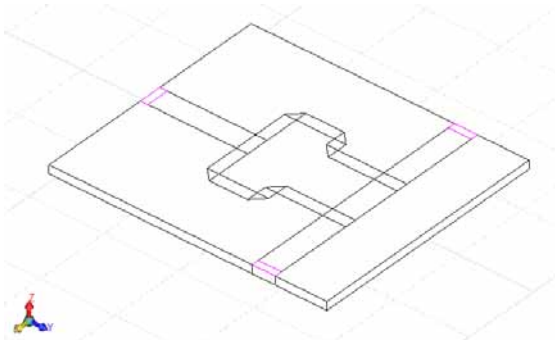


## Lumped モデル

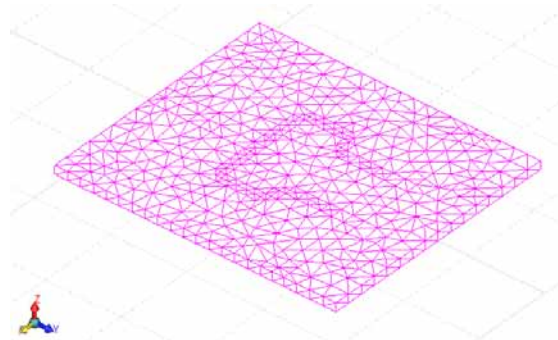
Lumped RLC コマンドを用いて、図の緑色のサーフェス端部に R=100 Ohm, L=0 H, C=1 F を設定する。



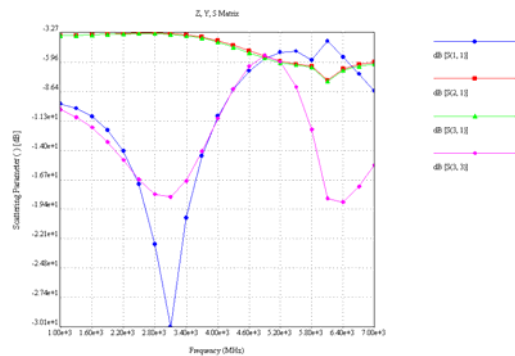
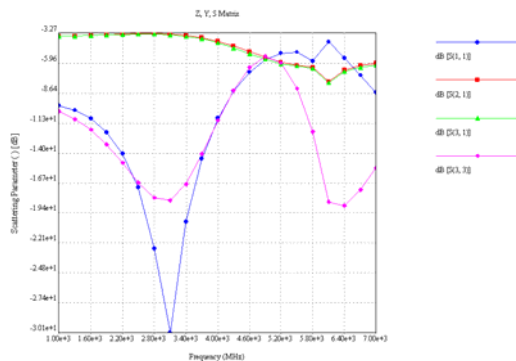
## 給電 3ポート部にラインギャップ電位



## メッシュ 2D 要素数 1902



## 計算結果 散乱マトリクス conductivity モデル(左)と lumped モデル(右)





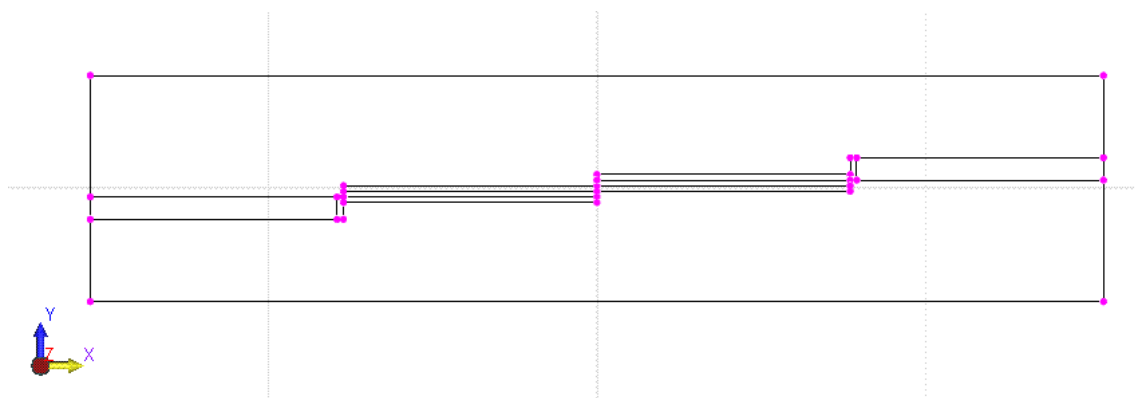
## 1.5 平行な結合線のバンドパスフィルタ

データベース IEEEMTT97Dec\_p2122\_ParallelCoupledLineBandpassFilter\_SYZ  
ファイル [1.5\_4.5GHz].dbs  
モデルフォルダー /Benchmark Examples/Parallel Coupled Line Bandpass Filter/

平行な結合線を持つバンドパスフィルタの特性パラメータを計算する。

形状 (単位 mm)

ポイント 56, セグメント 86, サーフェス 32, ボリューム 1



全体図 (+Z から)

誘電体の大きさは、X 方向 61.6、Y 方向 13.74、板厚 0.6 である。X 方向両端に 2 ポートの給電部を持つ。

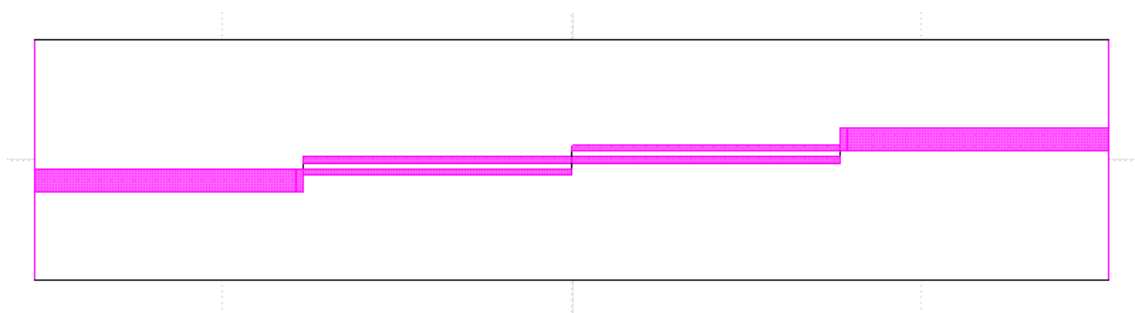
### 物理グローバル設定

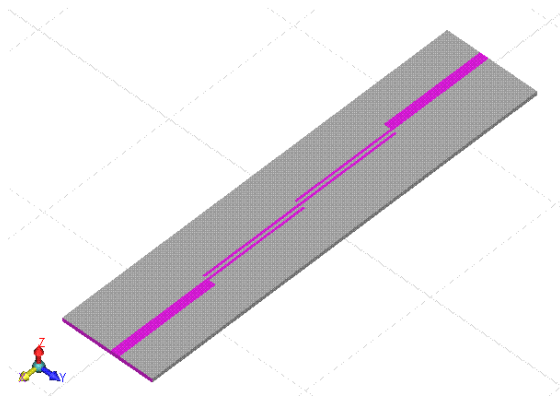
ソルバタイプを Z,Y,S Matrix とし、Setup Frequencies ボタンをクリックして計算周波数を指定する。計算周波数は 1500 ~ 4500 MHz の 16 ステップ (刻み 200 MHz) である。

### 材料設定

誘電体のボリュームに、名前 er3.45tangLoss0.003 (緑色) の材料を指定する。その比誘電率は実部 2.33、虚部 -0.01035 の複素比誘電率で与えられる。

### コンダクタ





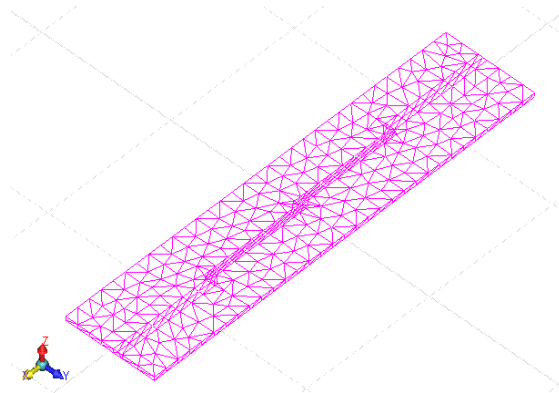
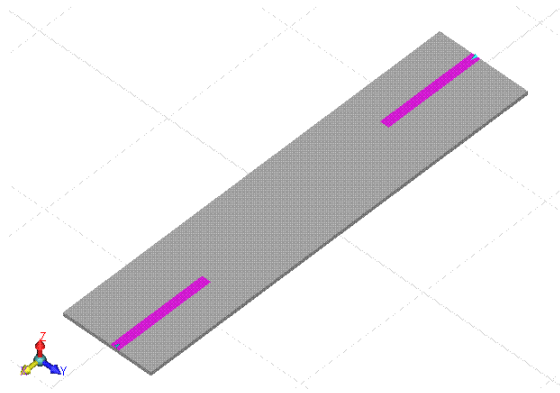
誘電体上面のマイクロストリップ回路、給電部の誘電体側面、及び誘電体下面のグラウンド面のサーフェスを、完全導体のサーフェスとして定義する。

給電

2ポートの給電部にラインギャップ電位

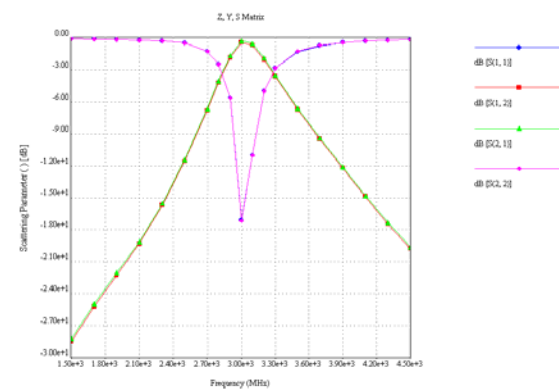
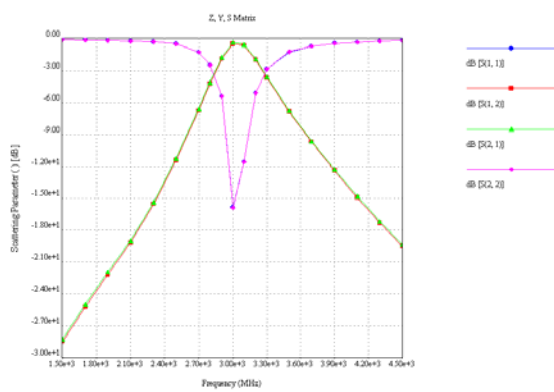
メッシュ

2D 要素数 1408



計算結果

散乱マトリックスを表示する。上から S(1,1), S(1,2), S(2,1), S(2,2)の dB 表示である。右図は Extract Main Propagation Mode オプションを立てて計算した結果である。



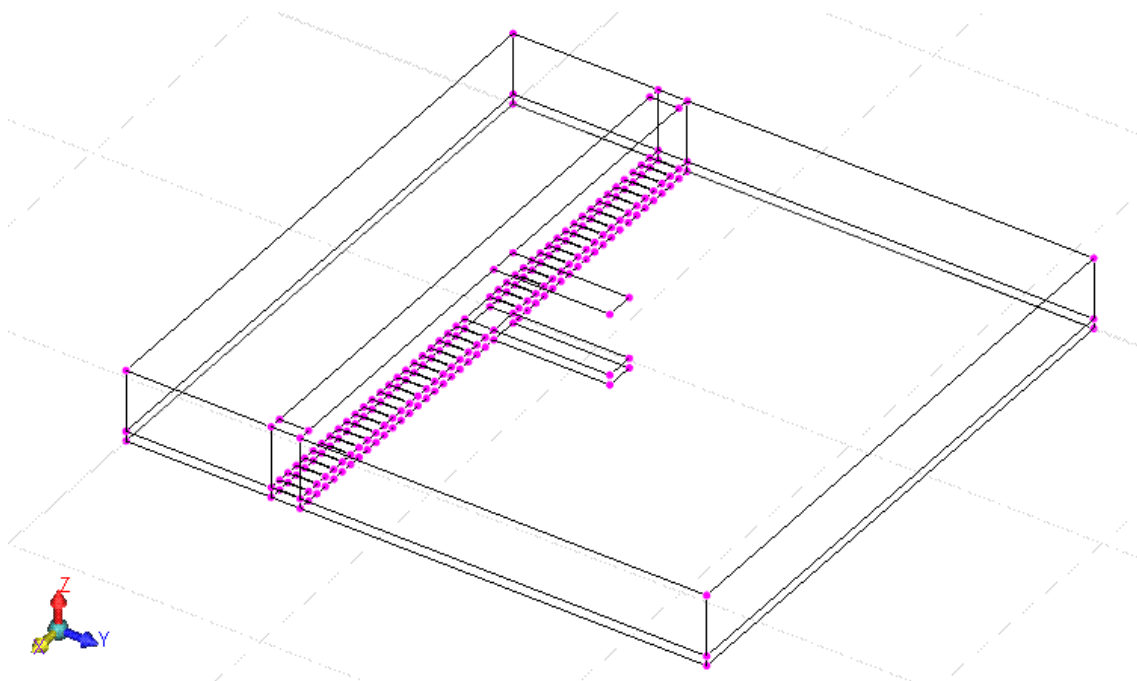
## 1.6 シールドされたマイクロストリップのシングルスタブフィルタ

データベース IEEEP96Mar\_p444\_ShieldedMicrostripSingleStubFilter\_SYZ[2\_4GHz].dbs  
ファイル IEEEMTT96Mar\_p444\_ShieldedMicrostripSingleStubFilter\_SYZ[2\_4Hz].dbs  
モデル /Benchmark Examples/Shielded Microstrip Single-stub Filter/  
フォルダー

誘電体上に設置したマイクロストリップを、導体板でシールドしたスタブフィルタの特性パラメータを計算する。

形状 (単位 mm)

ポイント 210, セグメント 323, サーフェス 116, ボリューム 2



全体図 (IEEEP モデル)

下部の誘電体の大きさは X 方向 92、Y 方向 92、及び板厚 1.57 である。その上にある導体箱は内部は空間で、その Z 方向高さは 9.83 である。

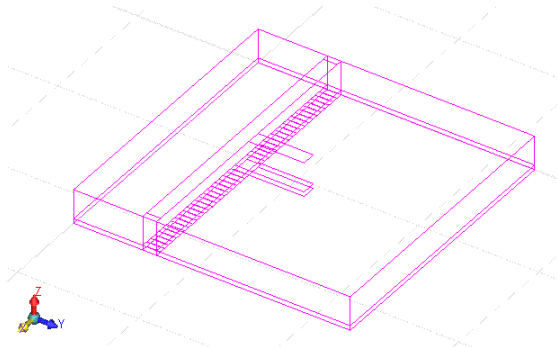
### 物理グローバル設定

ソルバータイプを Z,Y,S Matrix とし、Setup Frequencies ボタンをクリックして計算周波数を指定する。計算周波数は 2~4 GHz の 21 ステップ (刻み 0.1 GHz) である。

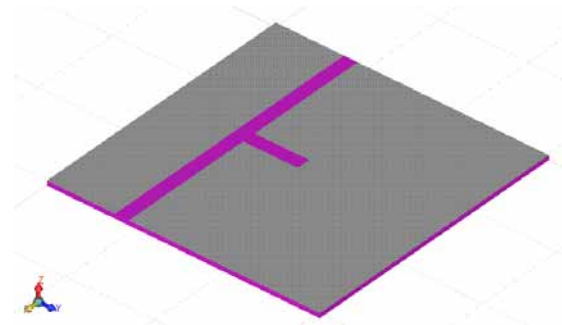
### 材料設定

下部の誘電体のボリュームに、名前 Dielectric 4 (ピンク) の材料を指定する。その比誘電率は 2.33 (実数) である。上部のボリュームは空間の物性値である。

## コンダクタ



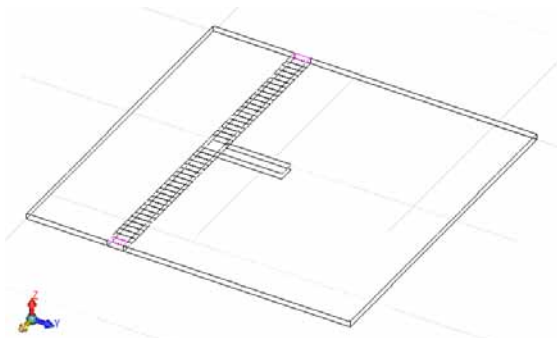
全体図



誘電体の上面

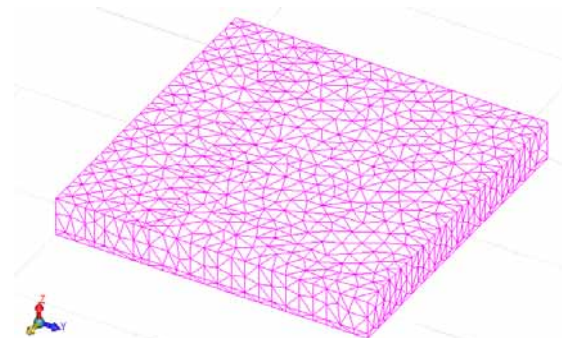
上部のシールドのサーフェスを完全導体とする。また、誘電体上面のマイクロストリップのサーフェスを完全導体とする。誘電体は側面及び下面も完全導体のサーフェスとする。

## 給電



誘電体上面の2ポートで、ラインギャップ電位を給電する。

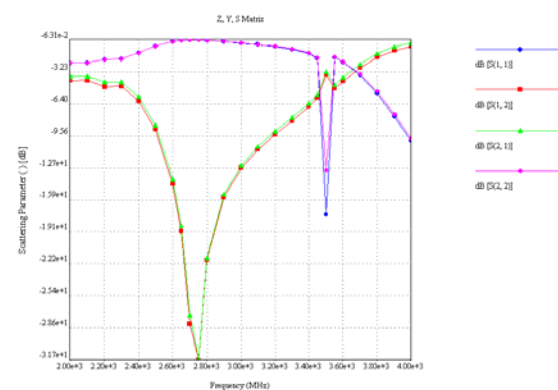
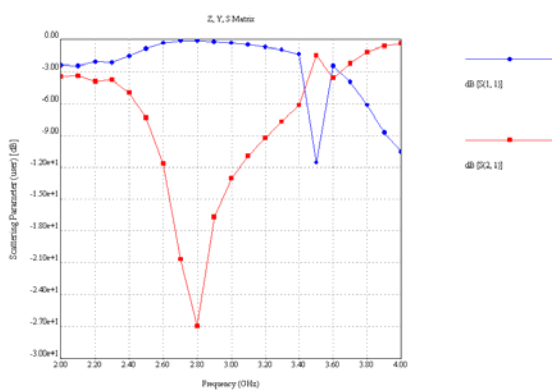
メッシュ 2D 要素数 3666



導体のサーフェスを 2D 要素でメッシュ分割する。

## 計算結果

散乱マトリックスを表示する。上から  $S(1,1)$ ,  $S(2,1)$  の dB 表示である。右図は IEEE MTT モデルの結果である。上から  $S(1,1)$ ,  $S(1,2)$ ,  $S(2,1)$ ,  $S(2,2)$  の dB 表示である。



## 1.7 マイクロストリップのラジアルスタブ

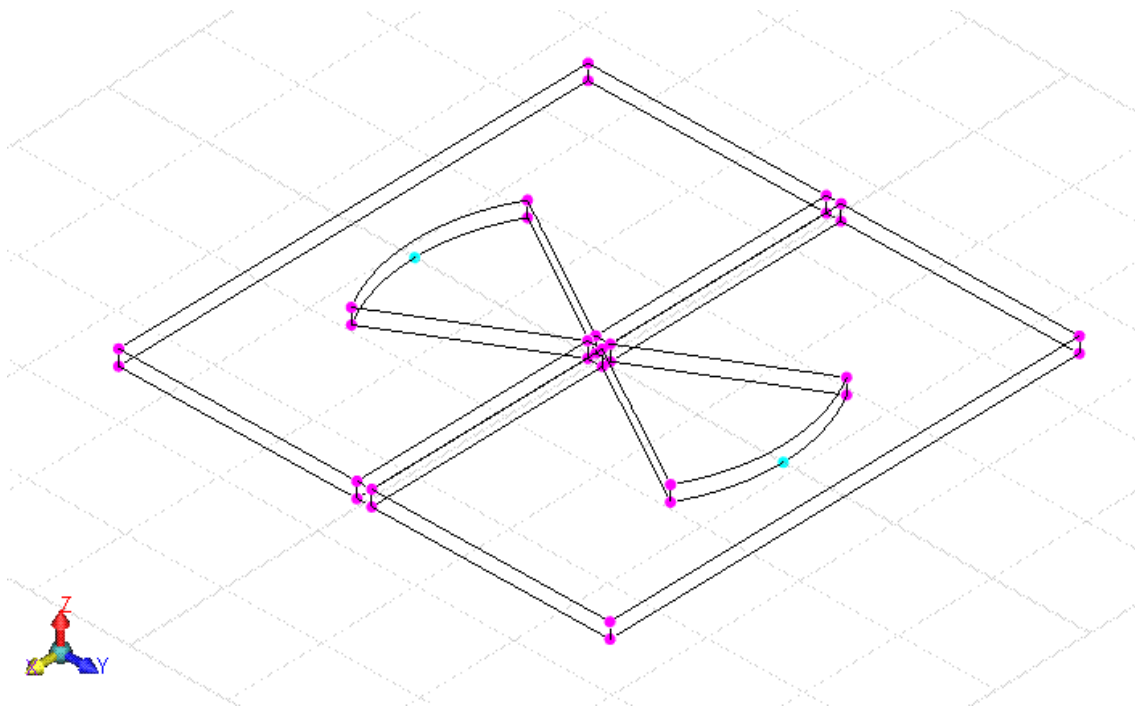
データベースファイル IEEEMTT97Mar\_p334\_MicrostripRadialStubs\_SYZ[1\_12GHz].dbs

モデルフォルダー /Benchmark Examples/Micorstrip Radial Stubs/

ラジアルスタブの特性パラメータを計算する。

形状 (単位 mm)

ポイント 34, セグメント 60, サーフェス 36, ボリューム 7



全体図

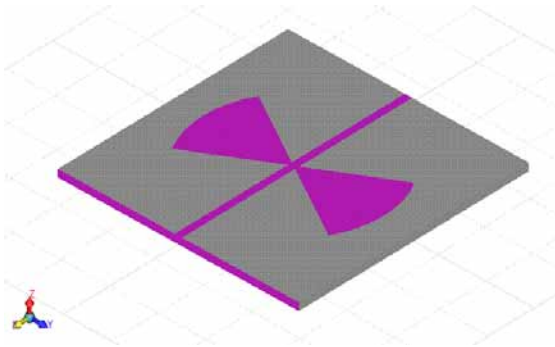
誘電体の大きさは、X 方向 20、Y 方向 20、及び板厚 0.635 である。誘電体上面にマイクロストリップの導体を配置する。それに合わせて、誘電体も 7 個のボリュームに分割する。X 方向両端の 2 ポートで給電する。

### 物理グローバル設定

ソルバータイプを Z,Y,S Matrix とし、Setup Frequencies ボタンをクリックして計算周波数を指定する。計算周波数は 1000 ~ 12000 MHz の 12 ステップ (刻み 1000 MHz) である。

### 材料設定

誘電体のボリュームに、名前 Dielectric 10 (青色) の材料を指定する。その比誘電率は 10 (実数) である。



## コンダクタ

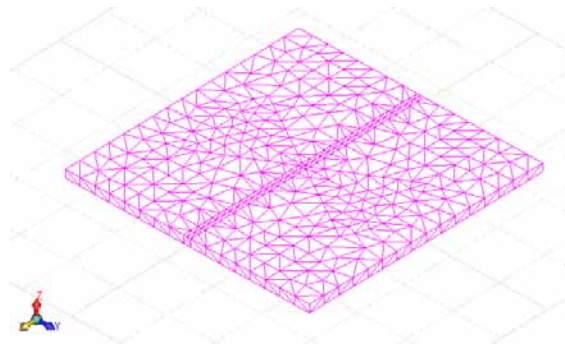
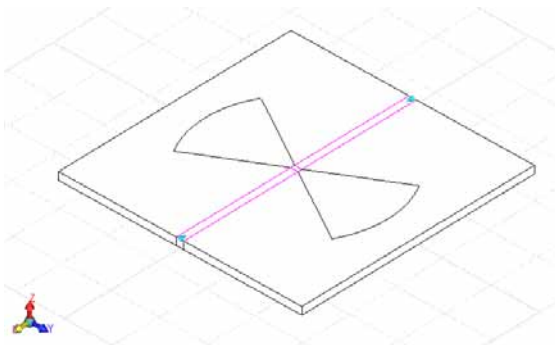
誘電体上面のマイクロストリップのサーフェスを完全導体とする。また、給電部の誘電体側面、及びグラウンド面の誘電体下面のサーフェスも完全導体とする。

## 給電

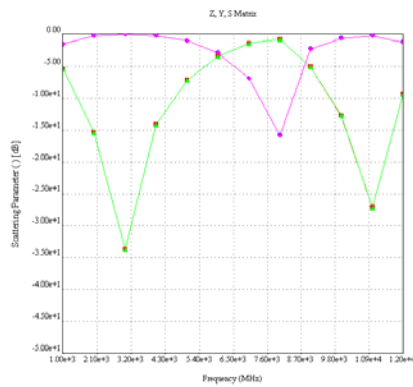
誘電体上面の2ポートのストリップに、ラインギャップ電位を給電する。

メッシュ 2D 要素数 1448

導体及び誘電体のサーフェスを 2D 要素でメッシュ分割する。



## 計算結果



散乱マトリックスを表示する。

上から S(1,1), S(1,2), S(2,1), S(2,2)の dB 表示である。



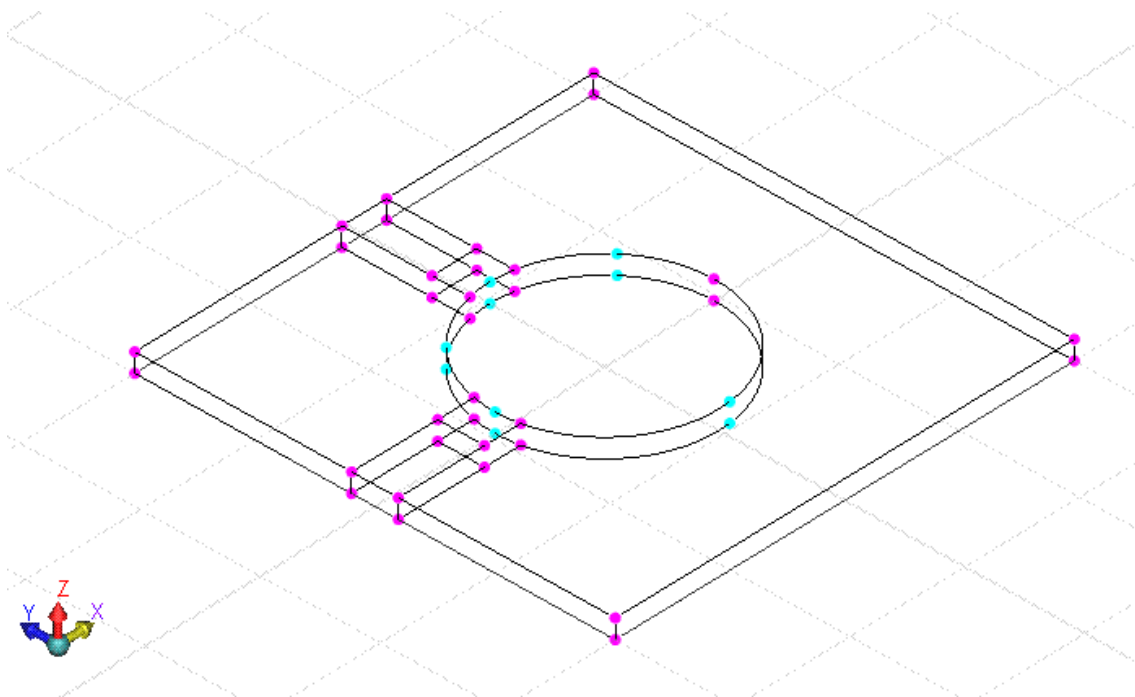
## 1.8 円形ディスクパッチの2ポートフィルタ

データベース IEEEMTT88Dec\_p1639\_CircularDiskTwoPortFilter\_SYZ[2\_4GHz].dbs  
ファイル  
モデルフォルダー /Benchmark Examples/Circular Disk Patch Two-port Filter/

円形ディスクパッチの2ポートフィルタの特性パラメータを計算する。

形状 (単位 cm)

ポイント 44, セグメント 54, サーフェス 22, ボリューム 1



全体図

誘電体の大きさは、X方向8、Y方向8、及び板厚0.32である。誘電体上面にマイクロストリップの導体を配置する。それに合わせて、誘電体も7個のボリュームに分割する。X方向両端の2ポートで給電する。

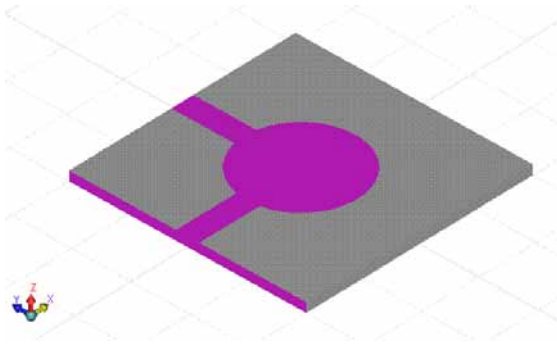
### 物理グローバル設定

ソルバータイプを Z,Y,S Matrix とし、Setup Frequencies ボタンをクリックして計算周波数を指定する。計算周波数は 2000 ~ 4000 MHz の 21 ステップ (刻み 1000 MHz) である。

### 材料設定

誘電体のボリュームに、名前 er2.4 (薄緑色) の材料を指定する。その比誘電率は 2.4 (実数) である。





## コンダクタ

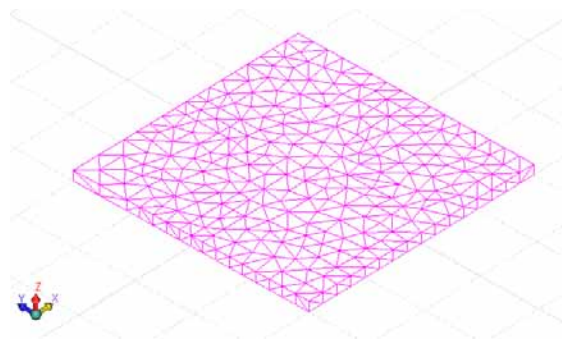
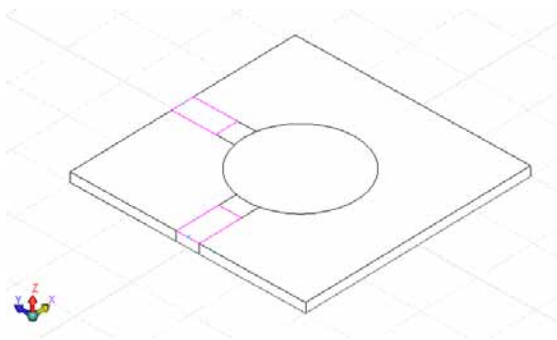
誘電体上面のマイクロストリップのサーフェスを完全導体とする。また、給電の誘電体側面のサーフェス、及びグラウンド面の誘電体下面のサーフェスも完全導体とする。

## 給電

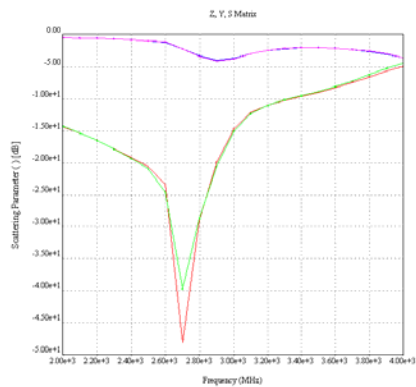
誘電体上面の2ポートのストリップから、ラインギャップ電位を給電する。

メッシュ 2D 要素数 1084

導体及び誘電体のサーフェスを 2D 要素でメッシュ分割する。



## 計算結果



散乱マトリクスを表示する。

上から S(1,1), S(1,2), S(2,1), S(2,2)の dB 表示である。

## 1.9 オープンなパワーバス構造

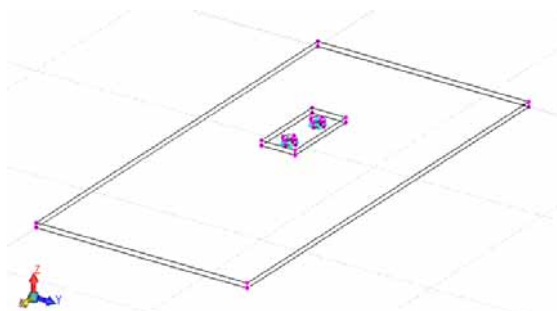
データベース	IEEE_EC02Nov_p573_OpenPowerBusStructure_NoShortedVia_SYZ_Cyl.db
ファイル	IEEE_EC02Nov_p573_OpenPowerBusStructure_NoShortedVia_SYZ_StripFed.db IEEE_EC02Nov_p573_OpenPowerBusStructure_ShortedVia_SYZ_Cyl.db IEEE_EC02Nov_p573_OpenPowerBusStructure_ShortedVia_SYZ_StripFed.db
モデル	/Benchmark Examples/Power Bus Structure/
フォルダー	

オープンなパワーバス構造の特性パラメータを計算する。円筒モデルとストリップモデルを考える。また、短絡なしと短絡ありのモデルも考慮する。

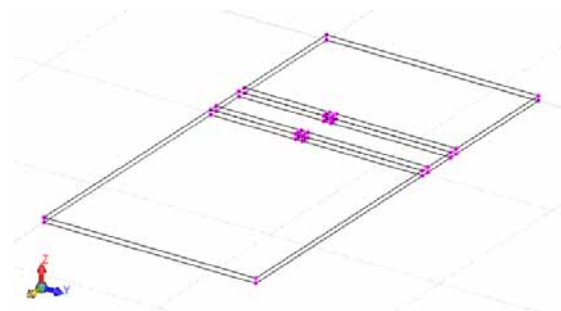
形状 (単位 mm)

ポイント 50, セグメント 55, サーフেস 30, ボリューム 6 (円筒モデル)

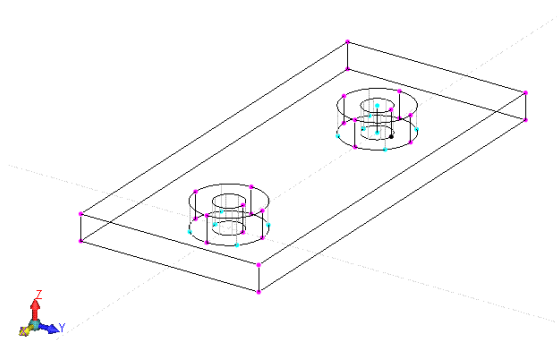
ポイント 48, セグメント 76, サーフেস 28, ボリューム 1 (ストリップモデル)



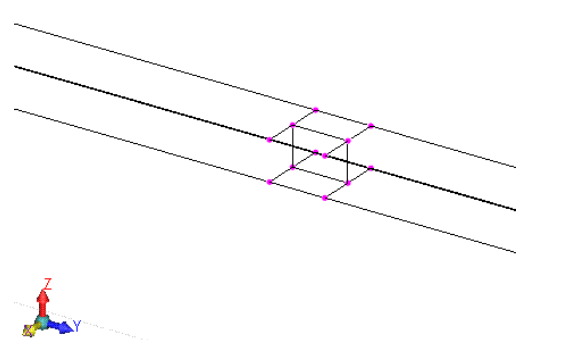
全体図 (円筒モデル)



全体図 (ストリップモデル)



円筒



ストリップ

ひとつの円筒を給電に、もうひとつを短絡用に使用する。      ひとつを給電に、もうひとつを短絡用に使用する。

誘電体の大きさは、X方向 100、Y方向 50、及び板厚 1.124 である。

### 物理グローバル設定

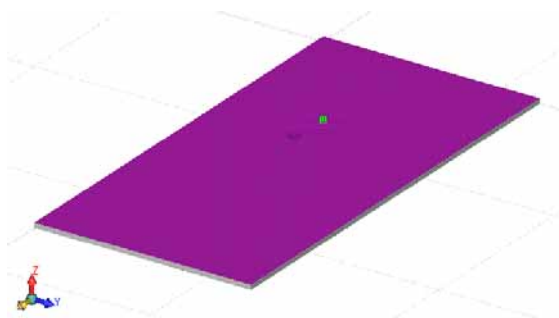
ソルバタイプを Z,Y,S Matrix とし、Setup Frequencies ボタンをクリックして計算周波数を指定する。計算周波数は 100 ~ 600 MHz の 11 ステップ (刻み 50 MHz) である。

## 材料設定

誘電体のボリュームに、名前 er47 ( 緑色 ) の材料を指定する。その比誘電率は実部 4.7、虚部-0.094 の複素比誘電率である。

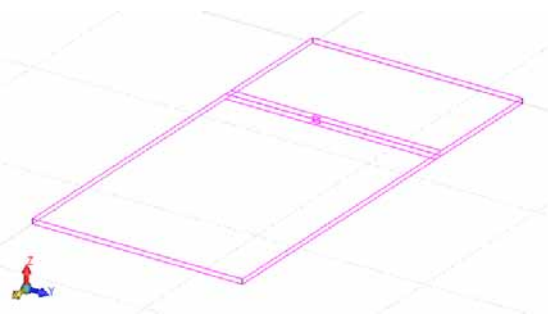
## コンダクタ

誘電体の上面と下面のサーフェスは完全導体とする。側面はすべて導体ではない。



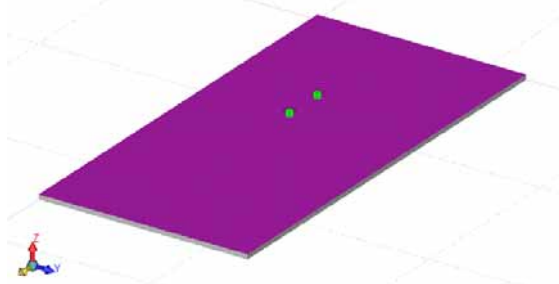
円筒モデル ( 短絡なし )

給電用円筒をボリュームコンダクタとする。



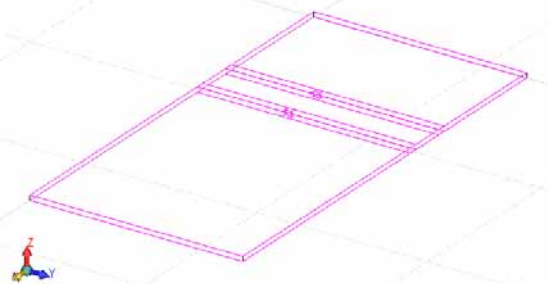
ストリップモデル ( 短絡なし )

給電用のストリップを完全導体とする。



円筒モデル ( 短絡あり )

給電用と短絡用の円筒をボリュームコンダクタとする。



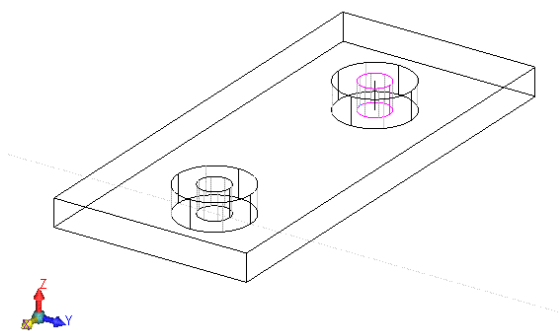
ストリップモデル ( 短絡あり )

給電用と短絡用のストリップを完全導体とする。

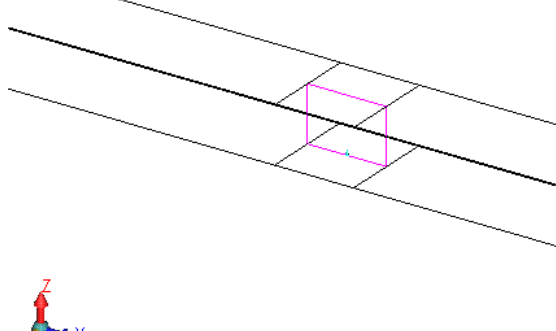
## 給電

円筒面にラインギャップ電位を給電する。

ストリップ面にラインギャップ電位を給電。

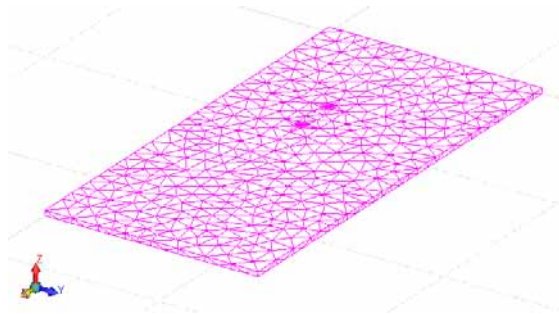


円筒モデル



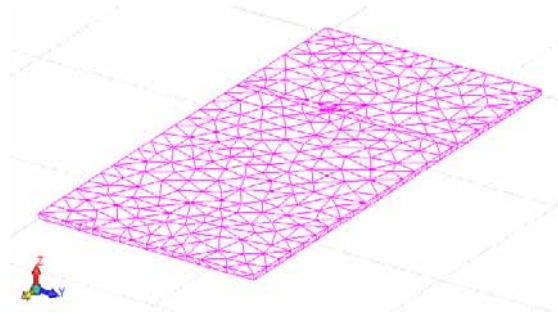
ストリップモデル

メッシュ 2D要素 1710



円筒モデル

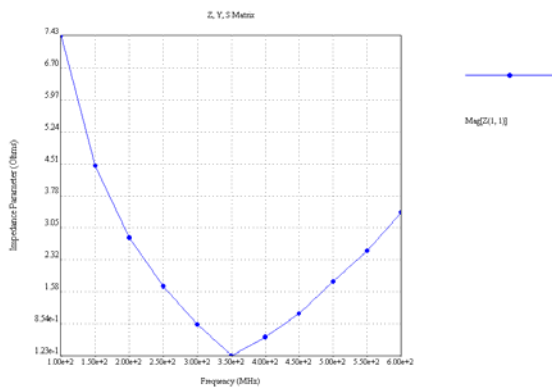
メッシュ 2D要素 1200



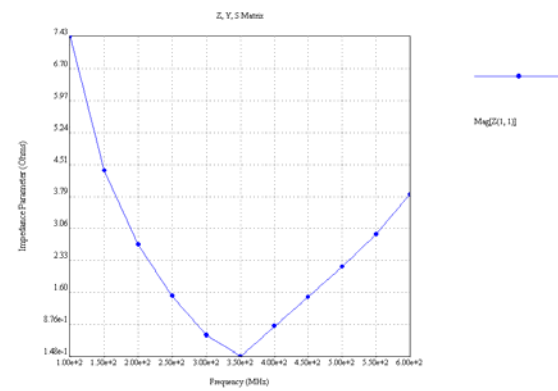
ストリップモデル (短絡なし)

計算結果

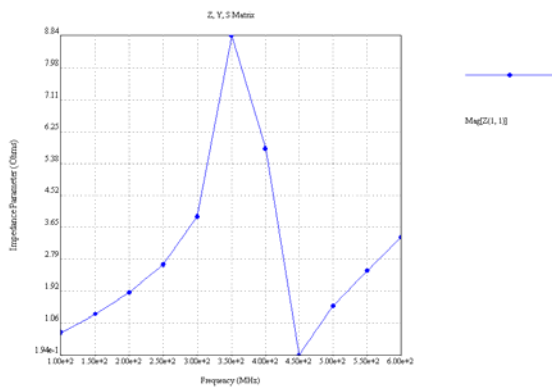
インピーダンス  $Z(1,1)$  の絶対値 ( ) を表示する。



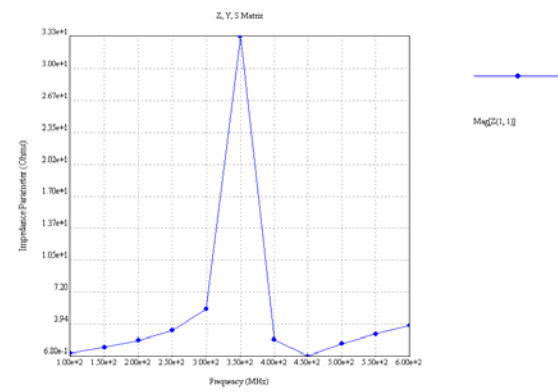
円筒モデル (短絡なし)



ストリップモデル (短絡なし)



円筒モデル (短絡あり)



ストリップモデル (短絡あり)

## 2.0 物理光学法(P0)とモーメント法(MoM)のハイブリッド法

データベースファイル TwoDipolesWithSphere\_dielcoated\_AP\_rad[300MHz].dbs  
TwoDipolesWithSphere\_dielcoated\_AP\_SYZ.dbs  
TwoDipolesWithSphere\_dielcoated\_MoM\_rad[300MHz].dbs  
TwoDipolesWithSphere\_dielcoated\_MoM\_SYZ.dbs  
TwoDipolesWithSphere\_dielvol\_MoM\_rad[300MHz].dbs  
TwoDipolesWithSphere\_dielvol\_MoM\_SYZ.dbs  
モデルフォルダー /Benchmark Examples/PO\_MoM hybrid method/

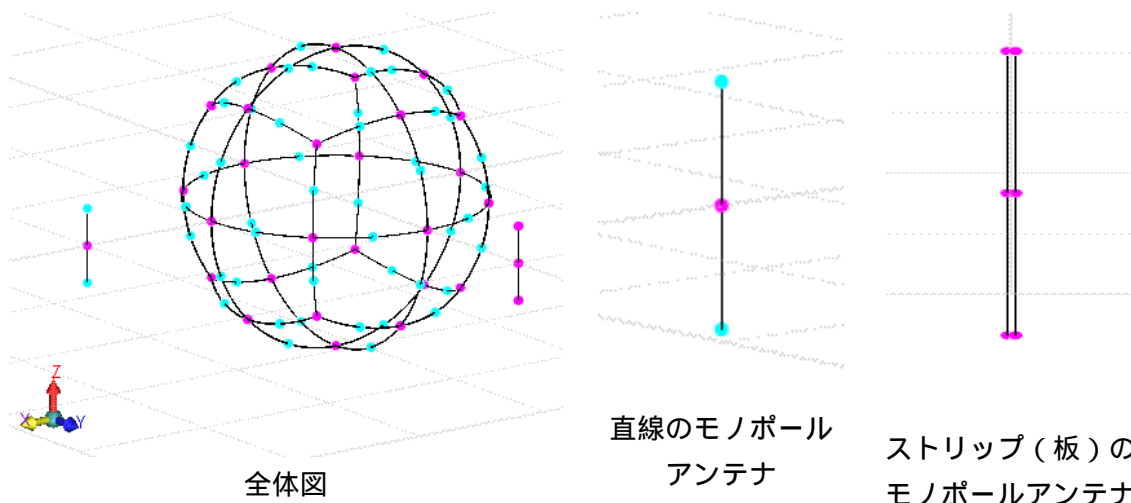
球と2つのダイポールアンテナからなる系の、特性パラメータと放射特性を計算する。

形状(単位 m)

半径 1 m の球は、24 サーフেসでモデル化する。

長さ 0.5 m の直線のモノポールアンテナは2 セグメントでモデル化する。

長さ 0.5 m、幅 0.008 m のストリップのモノポールアンテナは2 サーフেসでモデル化する。



### 物理グローバル設定

特性パラメータ計算は、ソルバータイプを Z,Y,S Matrix とし、Setup Frequencies ボタンをクリックして計算周波数を指定する。計算周波数は 100 ~ 1000 MHz の 19 ステップ(刻み 50 MHz)である。

またフィールド計算では、ソルバータイプを Fields とし、周波数を 300 MHz にセットする。

### 材料設定

dielvol モデルは、誘電体ボリュームに名前 Dielectric 4 (ピンク) の材料を指定する。その比誘電率は実部 3、虚部 -1 の複素比誘電率である。コーティングモデル dielcoated\_AP と dielcoated\_MoM では設定しない(空間と同じ材料特性)。

## コンダクタ

球は完全導体のボリュームコンダクタ、ストリップのモノポールアンテナは完全導体のサーフェスコンダクタ、及び直線のモノポールアンテナは完全導体のセグメントコンダクタと定義する。

## コーティング

dielcoated\_AP と dielcoated\_MoM モデルに対して、球表面のサーフェスにコーティングの設定をする。コーティング材料は Dielectric 4 で、コーティング厚みは 0.005 m とする。

給電 モノポールアンテナにデルタ及びラインギャップ電位を給電する。



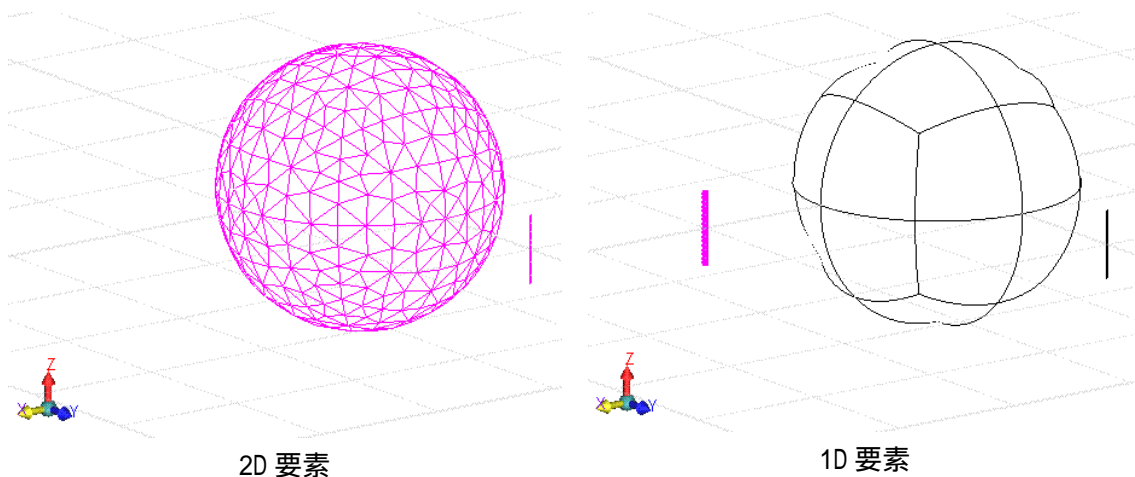
## ソルバー設定

dielcoated\_AP モデルは、球に対して物理光学法を使用する。そのため、球表面のサーフェスに対して、Asymptotic Surface (AP surface) の指定をする。

## メッシュ

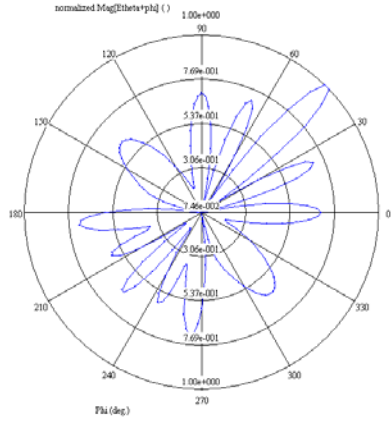
球表面及びストリップのモノポールアンテナのサーフェスを、2D 要素でメッシュ分割する。また、直線のモノポールアンテナは 1D 要素でメッシュ分割する。

dielcoated_AP モデル	2D 要素数	848、	1D 要素数	16
dielcoated_MoM モデル	2D 要素数	848、	1D 要素数	16
dielvol モデル	2D 要素数	1664、	1D 要素数	16

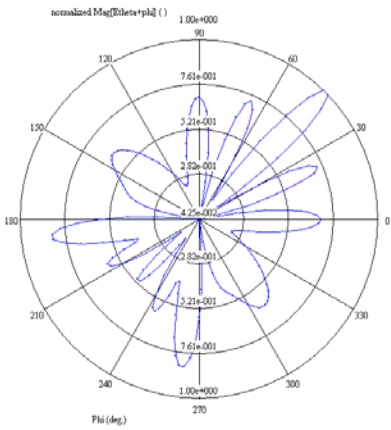


計算結果

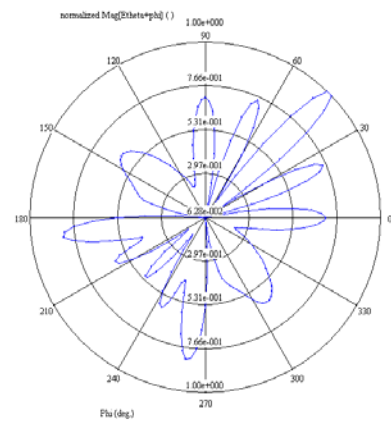
遠方場の電界 (dB 表示, 正規化)  
 $\theta=90$  度、 $\phi=0 \sim 360$



dielectriccoated\_AP モデル



dielectriccoated\_MoM モデル



dielectric vol モデル

インピーダンス( ) 表示は  $\text{Re}[Z(1,1)]$ ,  
 $\text{Im}[Z(1,1)]$ ,  $\text{Re}[Z(2,2)]$ ,  $\text{Im}[Z(2,2)]$

