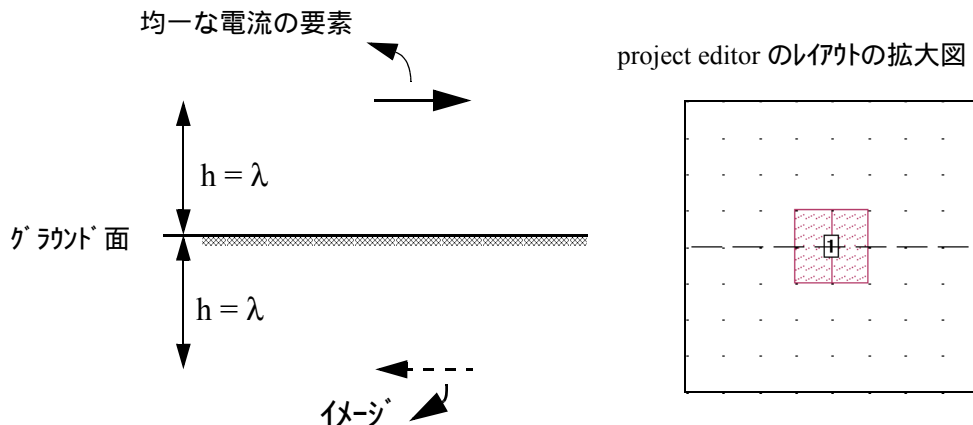


Chapter 8 A Two-Dimensional Far Field Viewer Tutorial

この章では、2次元のプロットを表示するために far field viewer を使用する例題を説明します。Far field viewer は *em* の解析中に生成された電流密度データを使用して遠方界パターンを表示します。この例題では、以下に示すグラウンド面の上方にある微小ダイポールアンテナを解析し、その結果を reference 2 で紹介しているように、164 ページに示された正確で理論的なアンテナパターンと比較します。

アンテナのモデリングと far field viewer の使用方法の詳細は **Sonnet User's Guide** の 343 ページの第 21 章 “Antennas and Radiation” をご覧ください。

この例題はあまり実用的ではありませんが、簡潔なので検証用に使用するのによい例題です。この微小電気ダダイポールは、グラウンド面（電界を反射する境界）から 1 波長（1 GHz で 300 mm）上に置かれています。



Creating an Antenna Pattern File

このチュートリアルは、グラウンド面から 1 波長上にある微小ダダイポールを使います。プロジェクト [Infpole](#) が Sonnet の例題ファイルの中に用意されています。この例題ファイルの入手方法については、いずれかのプログラムメニューから Help ⇒ Examples を選択し、続いて Instructions ボタンをクリックします。

- 1 “infpole.son” の北-を、お使いのワーキングディレクトリに保存します。

ファイル “infpole.son” は、project editor を使って作成されたダダイポールの回路図形プロジェクトです。ダダイポールの図形ファイルは、project editor を使って見ることができます。

Sonnet Level2 の1-ザがこの例題を見ることができるよう、このプロジェクトは、デインパディングを使用可能にして解析し、その結果のデータをプロジェクトファイルに含めました。しかし、デインパディングを使用可能にして解析すると、実際的でないデインパットされた S パラメータが算出されてし

まいます (デ・エンベッティングされていない S パラメータは有効です)。これはデ・エンベッティングのアルゴリズムが、ポートに接続された図形と同じ寸法でキャリブレーション標準 (直線路) を解析するからです。この場合、グラウンド面までの距離が 1 波長分あるので、キャリブレーション標準は、高次の伝送線路モードを含みます。これは、デ・エンベッティングの仮定を破ることになり、正しくない S パラメータが算出されてしまいます (Sonnet User's Guide の第 8 章 “De-embedding Guidelines” をご覧ください)。しかし far field viewer は常に、デ・エンベッティングされていない結果を使って遠方界を計算するので、遠方界の計算は、デ・エンベッティングする時もしない時も有効です。

Far field viewer への入力のパラメータを生成するために、project editor の Analysis Setup ダイアログボックスの中で、Compute Current Density オプションを選択する必要があります。覚えておくことが重要です。

Infpole は、0.8 GHz から 1.2 GHz まで 0.1 GHz の間隔の linear 周波数スイープで解析されました。

Running the Far Field Viewer



- 2 Sonnet ツールバーの View Far Field ボタンをクリックして、far field viewer を起動します。

ポップアップメニューが画面に表示されます。

- 3 ポップアップメニューから “Browse for Project” を選択します。

ブラウザウィンドウが画面に表示されます。

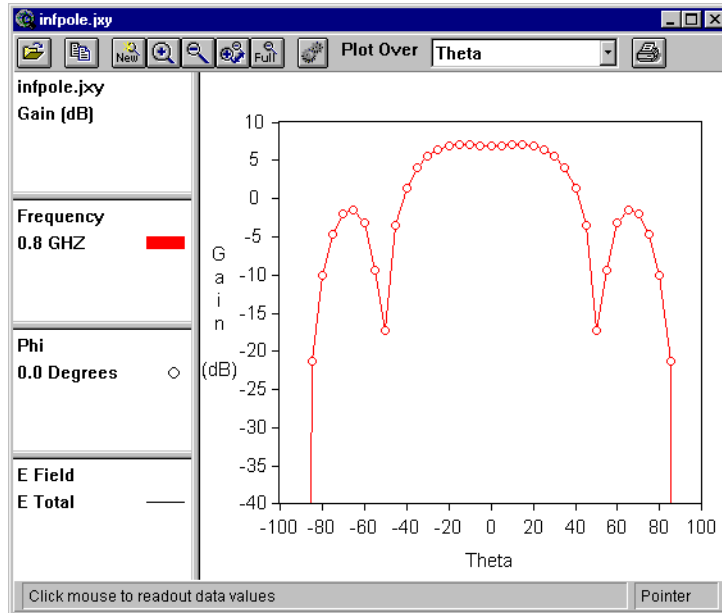
- 4 ブラウザウィンドウを使い、先に保存した “infpole.son” のファイルを選択します。

プロジェクトファイル “infpole.son” の上に far field viewer ウィンドウがオープンします。

初期計算の終了後、以下のようなプロットが画面に表示されます。新しいファイルがオープンされると、far field viewer はデフォルトの方向、ポートの励振と終端にもとづいた 1 つめの周波数上で解析を実行し、phi の 1 つめの値の変化に対する Gain (dB) を表示します。計算のデフォルトは以下の通りです。

- phi の 2 つの値があります。: 0° と 90°。

- Theta の範囲は、 -90° から $+90^{\circ}$ の 5° の間隔です。
- ポート 1 は $50.0\ \Omega$ の負荷、 $1.0\ \text{V}$ の大きさのソースに設定されます。



Far field viewer は選択された theta を X 軸にして、直交プロットをデフォルト表示します。偏波のデフォルトは Theta/Phi です。Y 軸はパターンの結果の Gain(dB) を表示するように設定され、理想的な等方性アンテナの電力利得にノーマライズされます。

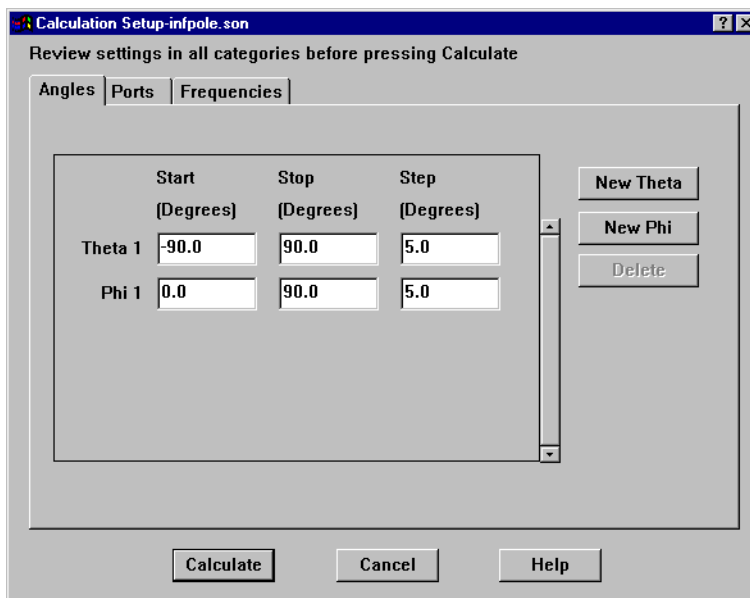
計算を変更し、デフォルトを表示するためには far field viewer のヘルプの File - Preferences をご覧ください。

Calculating the Response

前述したように、far field viewer が起動されると応答データは、電流応答ファイルの 1 つめの周波数にだけ計算されます。角度を追加して他の周波数のデータを計算するためには、以下のことを実行します。

5 Far field viewer のメニューから Graph \Rightarrow Calculate を選択します

以下のような Angles タブ の選択された Calculation Setup ダイアログボックスが画面に表示されます。



Selecting Phi Values

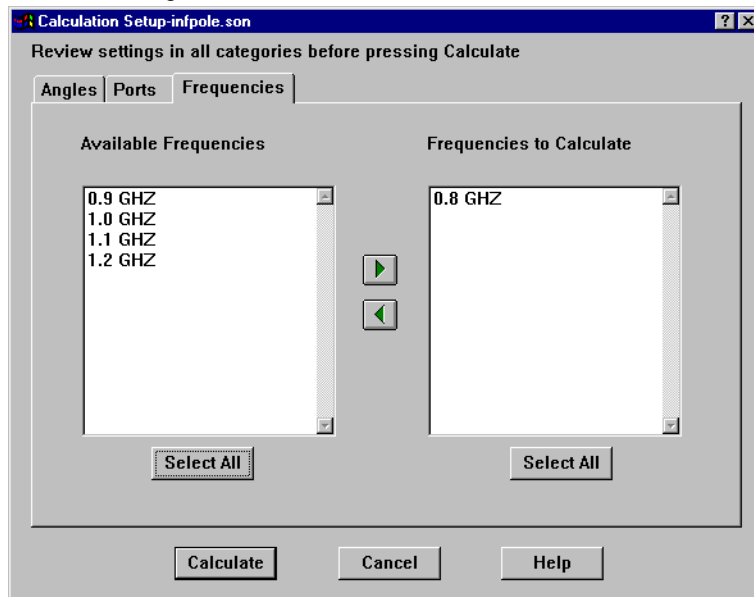
6 Phi 行の Start テキスト入力ボックスに 0、Stop テキスト入力ボックスに 90、Step テキスト入力ボックスに 5 と入力します。

これにより、 $\phi = 0^\circ$ から 90° まで 5° ごとのデータ点が解析されます。

Selecting Frequencies

- 7 Calculation Setup ダイアログボックスの Frequencies タブ をクリックします。

以下のような Frequencies タブ が表示されます。



- 8 Available Frequencies の下の Select All コマンド ボタンをクリックします。

すべての周波数が強調表示されます。

- 9 右向き矢印 ボタンをクリックします。

これにより、選択されたすべての周波数が Calculated Frequencies 欄へ移動します。

- 10 Calculate コマンド ボタンをクリックします。

Far field viewer が要求されたデータを計算するのに若干時間がかかります。これらの項目はいずれも Calculate コマンド ボタンを選択する前に変更されていないので、各周波数の計算は、前述した phi、theta、ポートの励振、排除のデフォルト値を用いて行なわれます。

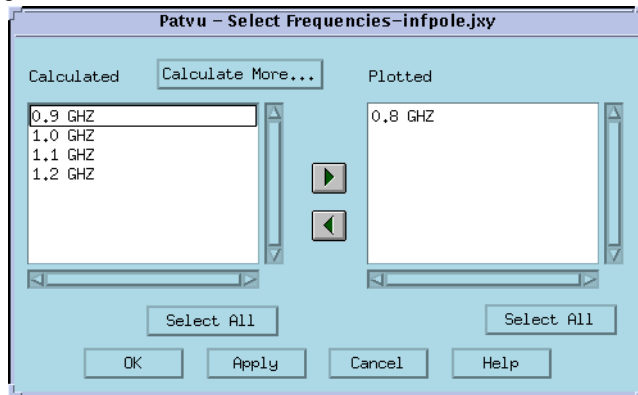
ステータスボックスが現われ、計算の過程を表示します。計算が終了すると、表示画面が更新されます。より大きくより複雑な回路では、かなり時間がかかるかもしれません。

Selecting the Response

Far field viewer ではユーザが表示したいと思うデータ項目をいつでも選択できます。次の節では、異なる phi での 1 GHz のデータを表示します。

- 11 Far field viewer のメニューから Graph ⇒ Select ⇒ Frequencies を選択します。

Select Frequencies ダイアログボックスが画面に表示されます。



Calculated 欄は、データが既に計算されている周波数を表示し、これは現在表示されているデータではありません。Plotted 欄は、現在表示されている周波数を表示します。上の場合は、0.8 GHz です。



TIP

Legend の Frequency の領域をマウスの右ボタンでクリックして表示されたメニューから Select を選択することによって、Select Frequencies ダイアログボックスをオープンすることもできます。

12 Plotted 欄の 0.8 をダブルクリックします。

これにより、0.8 が calculated 欄に移動します。つまりこの周波数は表示されません。

13 Calculated 欄の 1.0 をダブルクリックします。

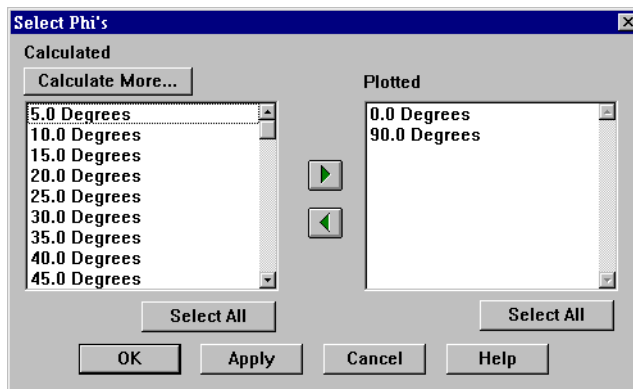
これにより、1.0 が Plotted 欄に移動します。

14 OK コマンド ボタンをクリックします。

これによりデータボックスがリロードし、 $\Phi = 0^\circ$ の 1.0 GHz のデータで画面が更新されます。

15 Far field viewer のメニューから Graph \Rightarrow Select \Rightarrow Phi を選択します。

Select Phi's データボックスが画面に表示されます。



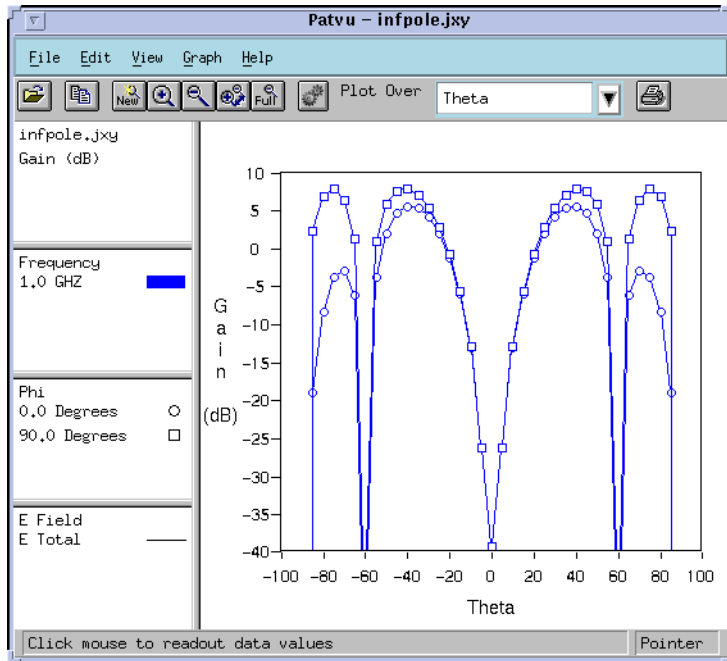
16 Calculated 欄のスクロールバーを使って、このリストが 90.0 Degrees を表示するまで下に移動します。

17 90.0 Degrees をダブルクリックして、この値を Plotted 欄へ移動します。

この欄の値が far field viewer に表示されます。

18 OK ボタンをクリックします。

ダイアログボックスが消えて far field viewer の画面が更新されます。その画面は以下のようになっているはずです。



このプロットは2つの曲線： $\phi = 0^\circ$ と $\phi = 90^\circ$ での E_{total} を示しています。上の曲線は $\phi = 90^\circ$ での放射パターンです。下の曲線は $\phi = 0^\circ$ での放射パターンです。

Far field viewer は自動的に適切なプロットのスケールを選びます。

19 Far field viewer のメニューから Graph \Rightarrow Select \Rightarrow Phi を選択します。

Select Phi's のアイコンが画面に表示されます。



TIP

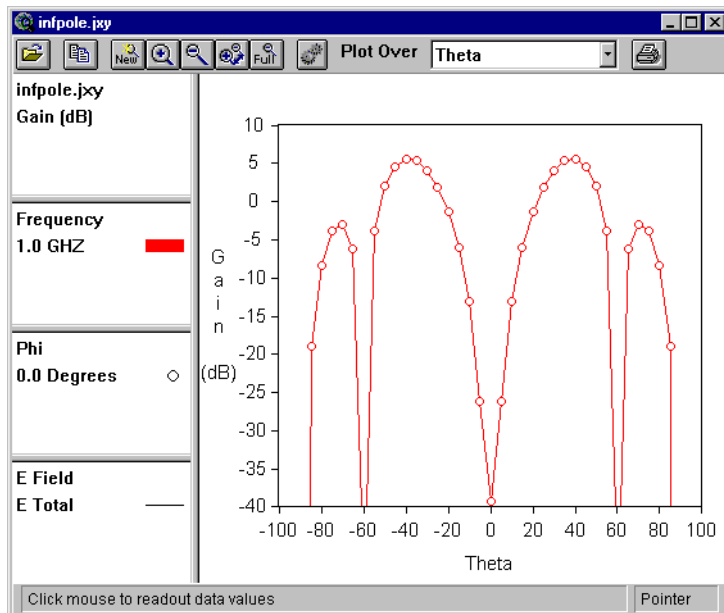
Legend の Phi のアイコンをマウスの右ボタンでクリックし、表示されたポップアップメニューから Select を選択して、Select Phi's のアイコンにアクセスすることもできます。

20 Plotted 欄の 90.0 degrees をダブルクリックし、これを Plotted 欄から Calculated 欄へ移動します。

これにより 90.0 degrees がプロットから削除されます。

21 OK コマンドボタンをクリックします。

アイコンが画面から消え、far field viewer のプロットが更新されます。
プロットは以下のようになっているはずです。



Zooming

ツールバーにある zoom ボタンは、プロットの特定の領域を拡大する時に使うことができます。



- 22 ツールバーの Zoom In ボタンをクリックします。

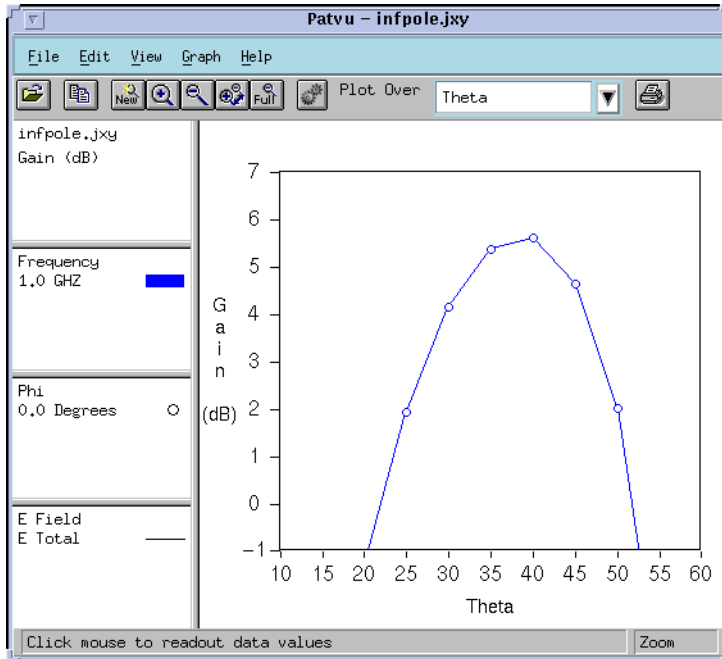
この例題では、利得が 0 から 10 dB の領域をズームインします。その領域では、Theta の範囲は 20° から 50° です。

View \Rightarrow Zoom In またはスペーサーを使用しても、この zoom 機能を使うことができます。

- 23 プロットの中の 0 dB の利得で Theta = 20° に対応する点をクリックし、そこから 10 dB の利得で Theta = 50° に対応する点までマウスをドラッグします。

拡大する領域を囲むバウンディングボックスがマウスの動きとともに表示されます。

マウスから指が離れると、以下のようにプロットが更新されて、選択された領域が拡大された表示となります。



24 ツールバーの Full View ボタンをクリックします。

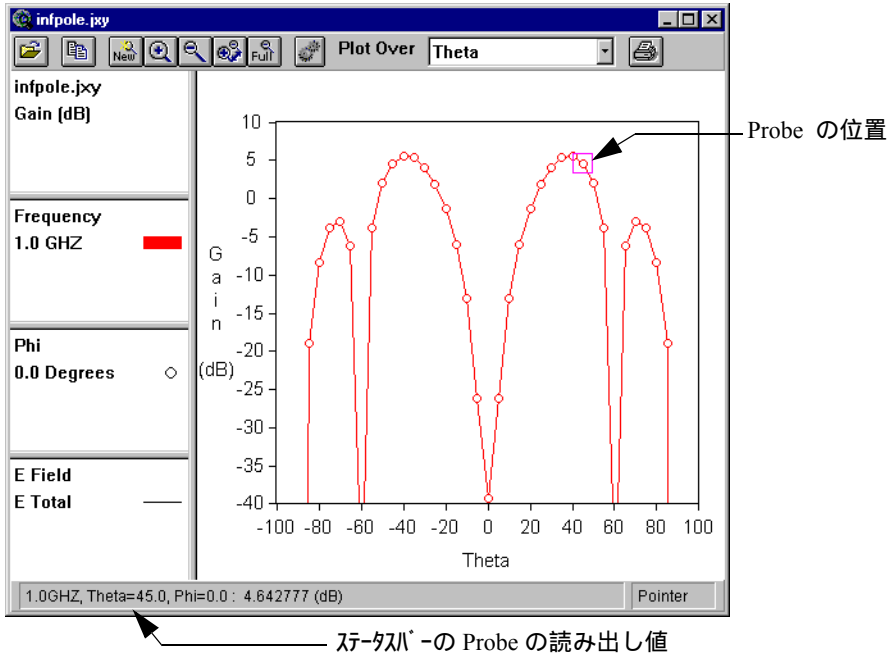
再びプロット全体が表示されます。

Probing the Plot

プロットがある任意の地点のパターン応答の値を調べるには、所望の地点をクリックするだけです。

25 プロットの $\theta = 45^\circ$ の点をクリックします。

以下のように、その点のまわりに正方形が現れます。周波数、 θ と ϕ の値、利得を含む、その点の読み出し値が far field viewer ウィンドウのステータスバーに表示されます。



26 左向き矢印 ← を押して、プロットの $\theta = 40^\circ$ の点へ移動するか、またはその点をクリックします。

その点に probe ボックスが現われ、そのデータがステータスバーの中で更新されます。

1 つ以上のデータ曲線が表示されている場合は、上向き矢印 ↑ と下向き矢印 ↓ を使って、データポイントを曲線間で移動させることができます。また、左向き矢印 ← と右向き矢印 → を使って、どの曲線上でもデータ点の間を移動することができます。

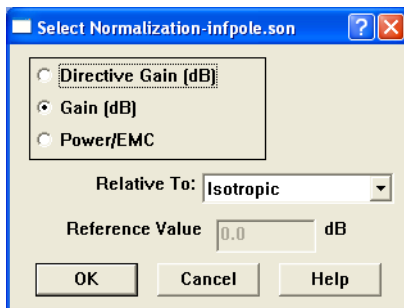
Re-Normalizing the Plot

Far field viewer はデフォルトで、電力利得を表示します。電力利得は、アンテナへ供給された全電力が等方的に放射している場合に存在する均一の放射強度によって割り算された放射の強度として定義されます。^[1]

ここで、プロットを最大値にノーマライズしましょう。

- 27 **Graph** ⇒ **Normalization** を選択して、ノーマライゼーションを変更します。

Select Normalization ダイアログボックスが画面に表示されます。

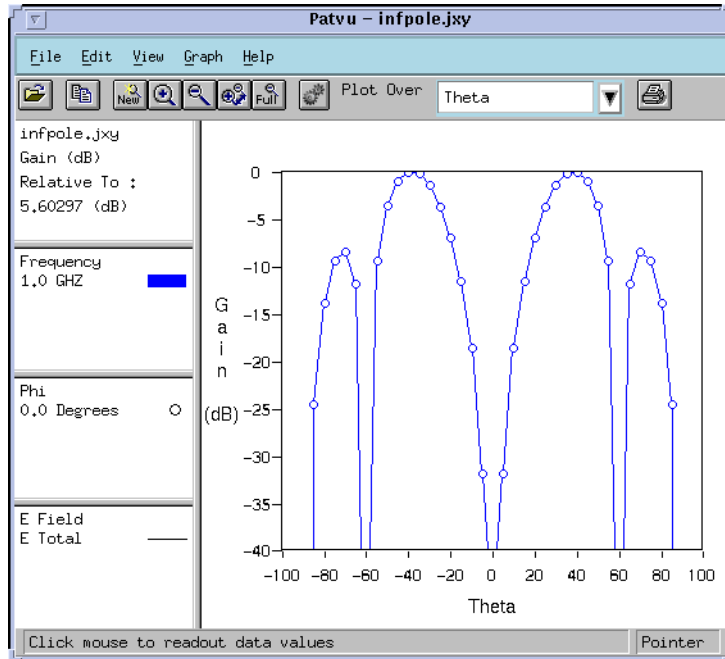


- 28 **Relative To** ドロップリストから **Max** を選択します。

これで表示するプロットの放射の最大値が、プロットの 0 dB の地点になります。

29 OK コマンド ボタンをクリックします。

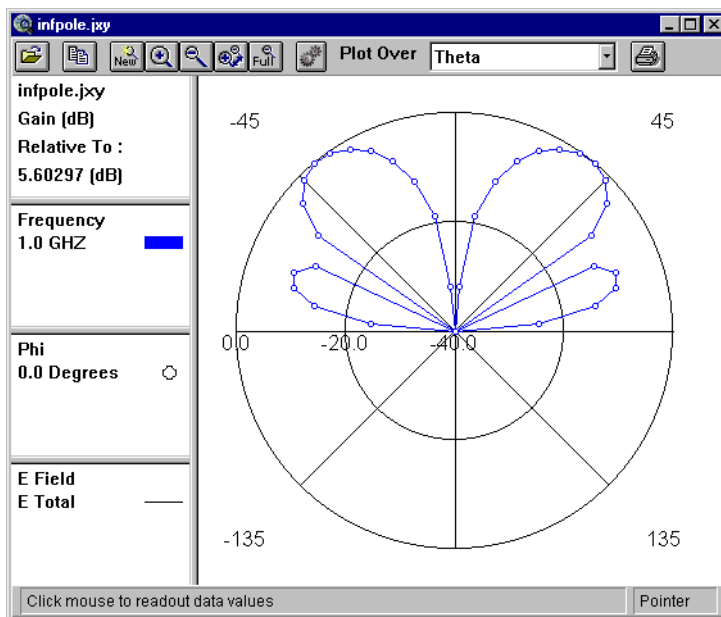
ダイナミックボックスが知-ズし、最大値にノ-マライズされたデ-タで、画面が更新されます。この場合は、5.60297 dB です。



Changing to a Polar Plot

30 Graph \Rightarrow Type \Rightarrow Polar を選択して、表示に極座標プロットを選びます。

微小体モデルの理論的なデータが極座標プロットで示されているので、極座標プロットが選ばれています。極座標系を使って、画面が更新されます。Phi は一定で theta はスイープされています。



TIP

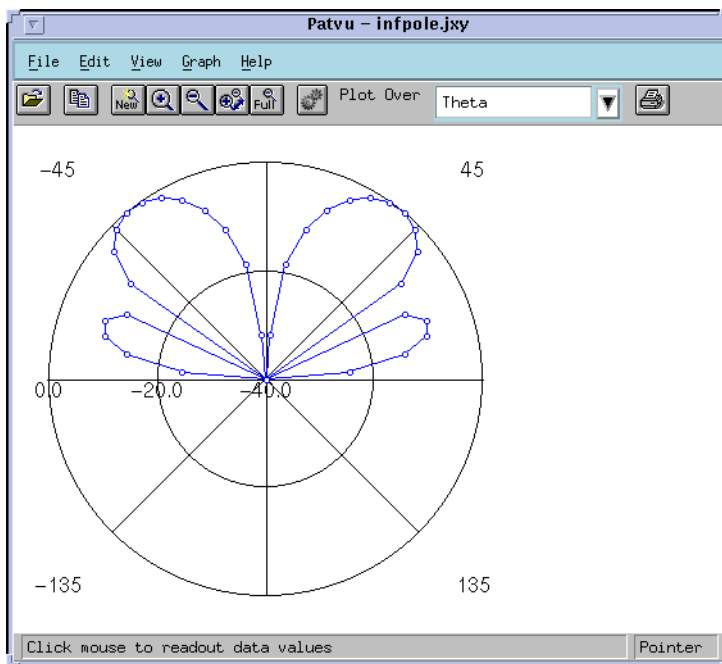
Far field viewer の画面のプロットタイトルの領域でマウスの右ボタンをクリックし、表示されたポップアップメニューから Type を選択し、別の種類のプロットを選ぶことができます。

Turning Off the Legend

Legend は表示に多くのスペースを取ってしまうので、それらを off にし、余分のスペースを使ってプロットを表示することができます。

31 Legend を off にするために、View ⇒ Legend を選択します。

これにより、legend は“off”になり、far field viewer は legend なしのプロットを再表示します。メニュー項目から legend の状態の表示をトグルできます。View ⇒ Legend を選択すると legend が再び表示されます。

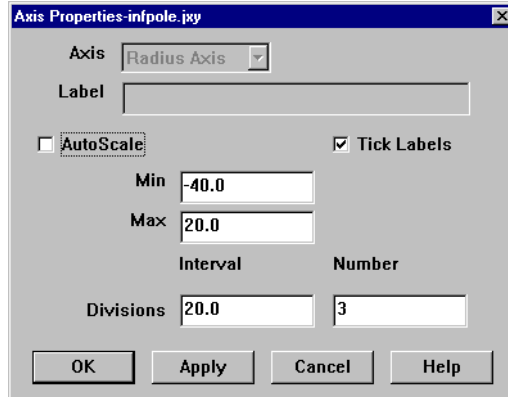


Changing the Radius Axis

プロットの半径の軸の限界を別の値に変更することができます。この例題では、間隔を 20 dB から 10 dB に変えてみます。

32 Far field viewer のメニューから Graph \Rightarrow Axes を選択します。

Axes Properties ダイアログボックスが画面に表示されます。



33 AutoScale チェックボックスをクリックして、これを “off” にします。

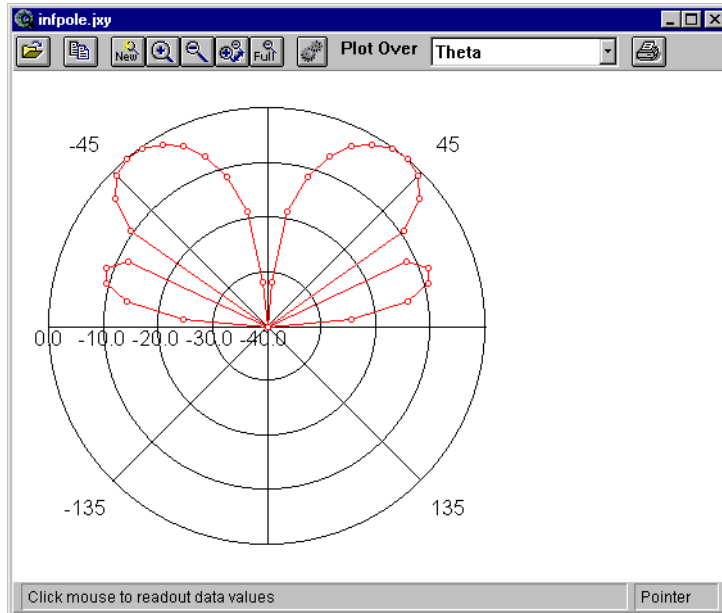
これにより Autoscale の下の Min と Max テキスト入力ボックスと、Tick Labels の下の Interval と Number テキスト入力ボックスが使用可能になります。

34 Interval テキスト入力ボックスに “10” と入力します。

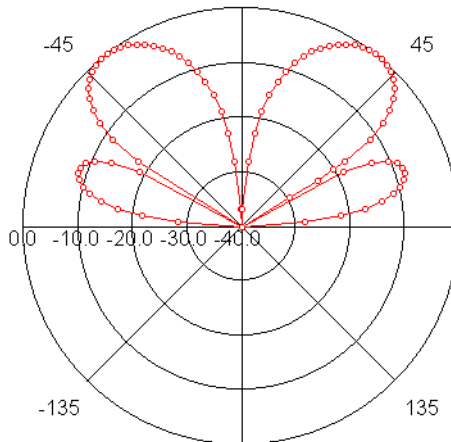
これによりプロットのグリッドの間隔が 10 dB に設定されます。

35 OK コマンド ボタンをクリックします。

ダイアログ ボックスが消え、軸の新しい間隔の値で、far field viewer の画面が更新されます。画面は今、以下のようになっているはずです。



上図は、ファイル infpole.son で大変短いダイポール antenna の遠方界アンテナパターンを計算した far field viewer です。この結果は、次の図の理論的な結果と比較するべきでしょう。



reference [2] から引用した グラウンド 面から 1 波長上にある微小ダイエリクアンテナの正確な遠方アンテナパターン。

Selecting a Frequency Plot

Reference [2] から引用した グラウンド 面から 1 波長上にある微小ダイエリクアンテナの正確な遠方アンテナパターン。

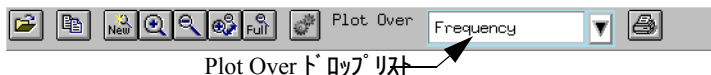
- 36 Far field viewer のメインメニューから Graph \Rightarrow Type \Rightarrow Cartesian を選択します。

これにより画面が直交プロットに更新されます。プロットの種類を変えると、オートスケールが自動的に戻ることに注目してください。

- 37 Far field viewer のメインメニューから View \Rightarrow Legend を選択します。

Legend が再び画面に表示されます。

- 38 Far field viewer のツールバーの Plot Over ドロップリストから Frequency を選択します。



- 39 Far field viewer のメニューから Graph ⇒ Select ⇒ Theta を選択します。

Select Theta's ダイアログボックスが画面に表示されます。

- 40 Plotted リストの -90.0 degrees をダブルクリックします。

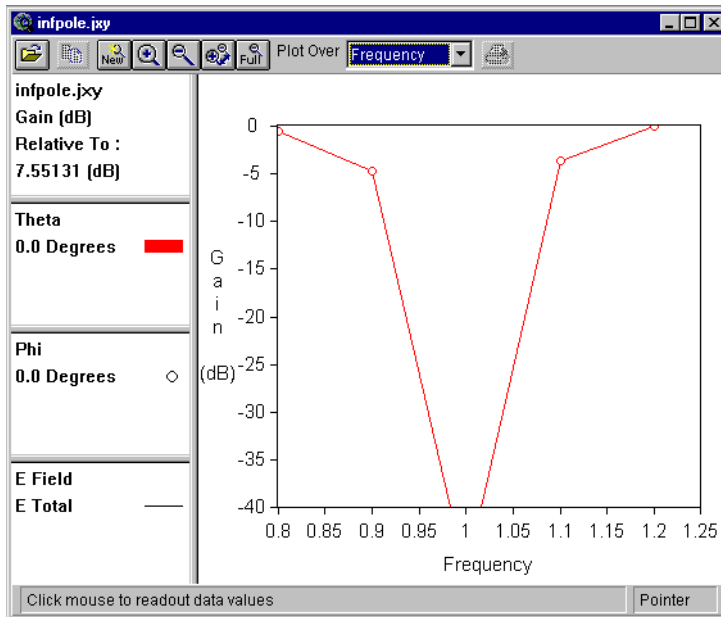
この値が Calculated リストへ移動し、その値を画面から消去します。

- 41 Calculated リストの 0.0 degrees をダブルクリックします。

この値が Plotted リストへ移動し、その値を画面に追加します。

42 OK コマンド ボタンをクリックします。

以下のように画面が周波数プロットに更新されます。利得は、7.55131 dB に対して計算されていることに注目してください。それはノーマライゼーションが最大値に対する値で、かつ、この値がこのプロットの放射の最大値であるからです。



43 Far field viewer のメインメニューから Graph ⇒ Select ⇒ Phi を選択します。

Select Phi's ダイアログ ボックスが画面に表示されます。



TIP

Legend の Phi ボックスをマウスの右ボタンでクリックし、ポップアップウィンドウから Select を選択することによって、Select Phi's ダイアログ ボックスを起動することもできます。

44 Plotted リストの 0.0 degrees をダブルクリックします。

この値が Calculated リストへ移動し、その値を画面から消去します。

- 45 Calculated リストの 90.0 degrees をダブルクリックします。

この値が Plotted リストへ移動し、その値を画面に追加します。

- 46 OK コマンド ボタンをクリックします。

ダイアログ ボックスが消え、ウィンドウが更新されます。

- 47 Far field viewer のメニューから Graph ⇒ Select ⇒ Theta を選択します。

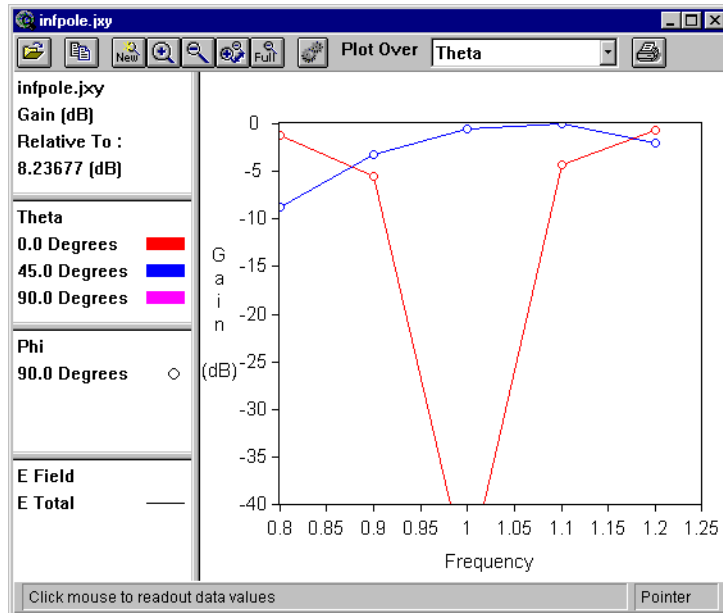
Select Theta's ダイアログ ボックスが画面に表示されます。

- 48 Calculated リストの 45.0 degrees と 90.0 degrees をダブルクリックします。

これらの値が Plotted リストへ移動し、これらの値を画面に追加します。

- 49 OK コマンド ボタンをクリックします。

ダイアログ ボックスが画面から消え、以下のように画面が更新されます。



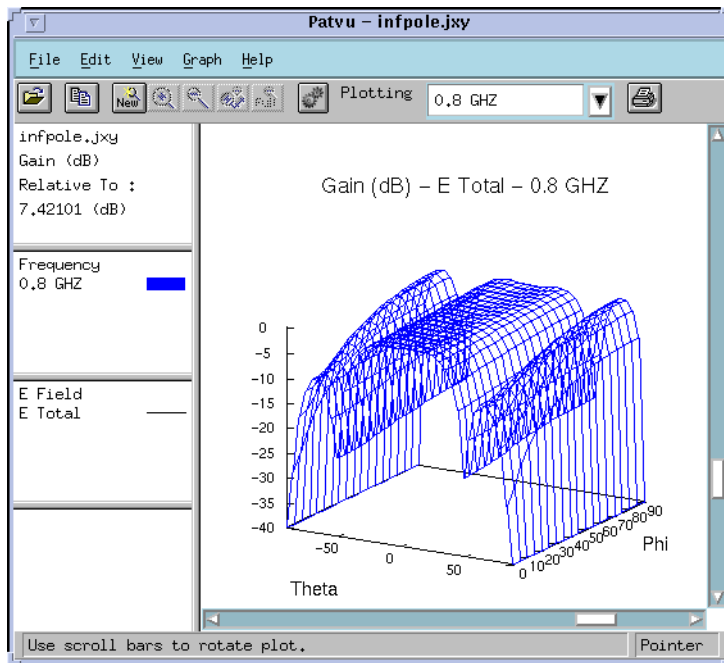
Theta=90 の E-Total が legend の中に表示されていますが、プロット上には現れていないことに注目してください。これは、この値が小さすぎてプロット上には現れないからです。

Viewing a Surface Plot

表面プロットは1つの周波数の利得に対して表示される theta と phi で計算されるすべての値を表示します。

50 メインメニューから Graph ⇒ Type ⇒ Surface を選択します。

表示用に選択された1つめの周波数 0.8 GHz の表面プロットで画面が更新されます。



Saving the Far Field Viewer File

51 Far field viewer のメインメニューから File ⇒ Save を選択します。

このファイルは同じファイル名に拡張子 ".pat" がついた、つまり "infpole.pat" という名前で保存されます。この far field viewer のセッションで計算されたデータが保存されます。

Exiting the Far Field Viewer Program

これで far field viewer を使った 1 つめの例題は終わりです。

52 プログラムを停止するためには、File ⇒ Exit を選択します。

Far field viewer ウィンドウが画面から消えます。

References

- [1] Simon Ramo, John R. Whinnery and Theodore Van Duzer, Fields and Waves in Communication Electronics, John Wiley & Sons, Inc. 1994, pg. 601.
- [2] Constantine A. Balanis, **Antenna Theory Analysis and Design**, New York; Harper & Row, 1982, section 4.7.3