

## カラーでみる高周波の世界

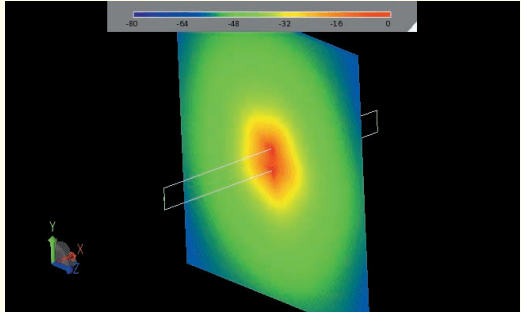
本書では、電磁界シミュレータで得た多くのグラフィックスを基に、高周波の世界を旅します。このカラー頁では各章をブラウズしています。

### ● 第1章 お行儀の良い電気

理想的な線路を伝わる電気を、電界と磁界の移動として考え直します。

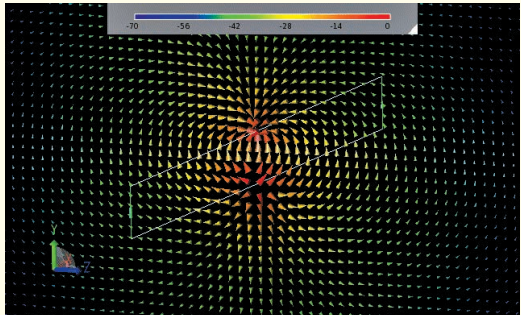
平行2線の周りに分布する電界の強さを色で表したもの。

電界が強い場所は上下の線間であるが、空間にも木の年輪のように広がっているのが分かる(XFDTDによる)。図1-2：本文13頁参照。



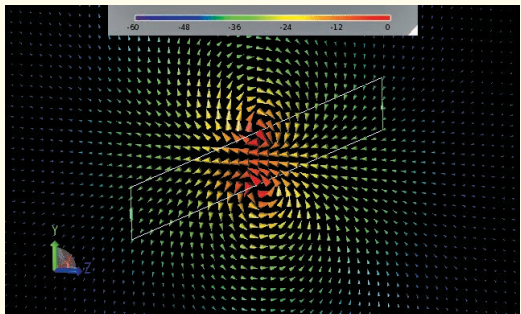
同じ線路の電界をベクトル表示している。

電界とは、電源の電圧(電位差)によって配線周りの空間に生じる電位の勾配のこと。電気力線の絵を思い出させる(XFDTDによる)。図1-3：本文13頁参照。



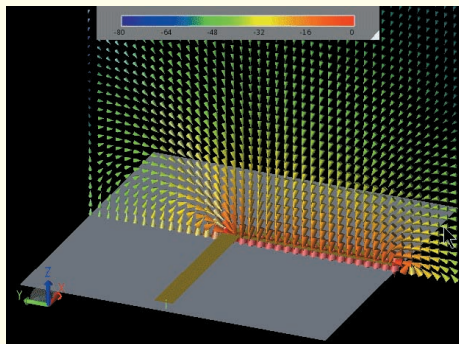
この図は磁界をベクトル表示している。

これらを数珠つなぎにたどる線は磁力線だが、それぞれの線の周りにループ状になっていることがわかる(XFDTDによる)。図1-4：本文14頁参照。

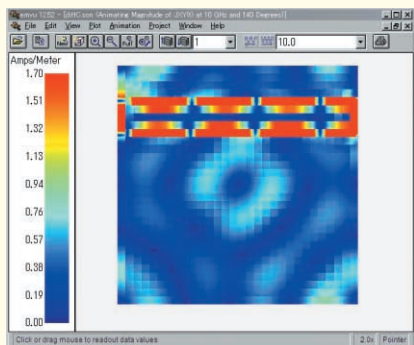


## ● 第2章 お行儀の悪い電気

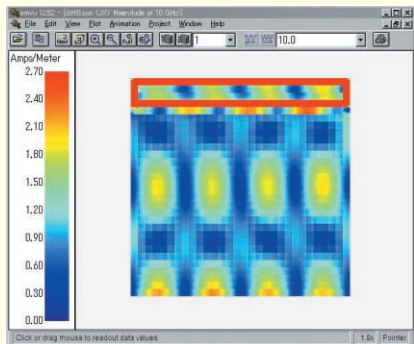
電気の一部が配線路をたどらずに、空間へ旅立つ現象を考えます。



マイクロストリップ線路の直角曲がり部では、電界と磁界の分布が乱れ、電磁波が放射しやすくなる。図は直角曲がり部の電界ベクトルである。図2-3：本文38頁参照。

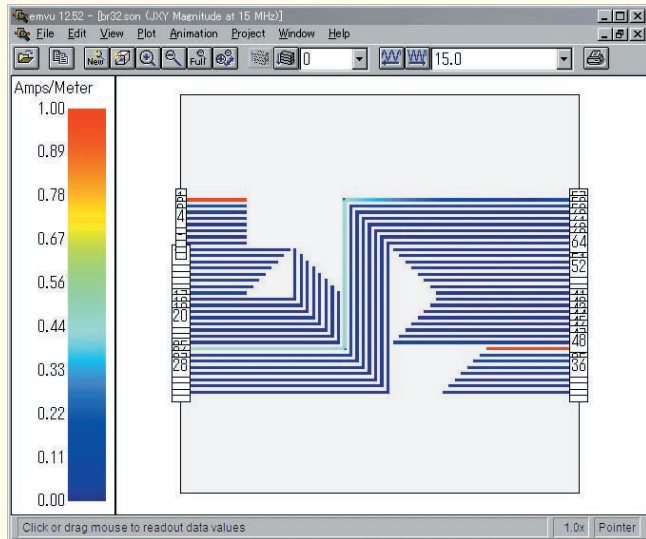


線路がグラウンド層や電源層の縁にある基板では、動作周波数によって基板の縁に強い電流が流れることがある。縁に集中した電磁エネルギーは、これら2層の間に入り込み、最悪の場合は共振現象を引き起こす。中段と下段の図は、2種類の配線位置でグラウンド導体表面の電流密度分布(10 GHz)を示している(Sonnetによる)。これらは共振アンテナのように働くことがあり、近くにある別の回路へ電磁エネルギーを伝え、遠方へノイズを放射する原因となる場合もある。一般に、周波数が高いほど変位電流が大きくなり放射されやすくなるので、高周波化が進むと、ますます不要な電磁波の放射に悩まされることになる。これらの図は、2種類の配線位置でグラウンド導体表面の電流密度分布(10 GHz)を示している(Sonnetによる)。中段：図2-20、下段：図2-21、本文51頁参照。



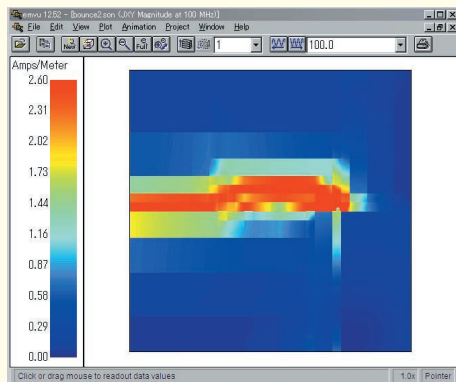
- 第3章 そもそも高周波とは何だろう  
高周波で重要なSパラメータについて詳しく学びます。

この図はバイト反転回路で、15 MHzにおける配線の表面電流分布である。左上のポート1に信号を与えたとき、給電していないポート25-ポート57の配線も電流が流れており、この図でわかるように、下の層の信号線から誘導されていることが容易に想像できる(Sonnetによる)。図3-8：本文69頁参照。



この図はグラウンド・バウンスの例で、グラウンド層の表面抵抗を  $1 \Omega/\text{mm}^2$  と設定したときのリターン電流である。

配線の直下には、鏡に映ったようなリターン電流が表示されているが、グラウンド・バウンス検出用の短い配線の直下付近にもリターン電流が認められる(Sonnetによる)。図3-13：本文72頁参照。



## ● 第4章 高周波回路はどこが違うのか

分布定数回路の考え方で高周波回路を理解しながら、SPICEの活用法も学びます。

SonnetのNetlist Projectを活用すると、比較的規模の大きな回路を分割してシミュレーションできる。上段・下段のバンドパス・フィルタの事例では、線路構造の対称性を利用して四つのモデルに分割した。それぞれの図は配線の表面電流分布である。上段：図4-20，下段：図4-21，本文102頁参照。

