

# よく飛びよく受かりよく伝わる! 答えは空中のエレクトロニクスにある プリント基板&アンテナの 電波科学シミュレーション

第9回 GHz基板の天敵「金属の箱」  
筐体内の空洞共振現象を探る

小暮 裕明 Hiroaki Kogure

## ● GHz信号は筐体内で共振する

電気・電子機器は、高周波ノイズの放射を抑えるために筐体内に収めます。基板の開発途中ではむき出しで動作を確認しますが、完成して金属あるいは導電性のケースに入れた直後に動作が不安定になり、最悪動かなくなるという問題がよく起きます。

誤動作の原因が数GHz以上の筐体の空洞共振現象によるもの、ということあまり知られていません。一昔前の基板は動作周波数がそれほど高くなかったため、問題になることがなかったのです。GHzの時代になってきたころから、回路の動作周波数が筐体の共振周波数に合って誤動作するようになりました。

実際には基板や電源ユニットなどで筐体内が区切られて空間が分割されるため、共振周波数は多数存在します。共振周波数が動作周波数に近い場合は、基板の位置を変えたり、グラウンド板を筐体に接続している場所を変えたりすると、共振点が移動して改善されます。共振のエネルギーを消耗させるためには、電磁波吸収シートを貼ると効果があります。

今回は金属ケース(筐体)内の電界/磁界のふるまいや空洞共振現象について解説します。〈編集部〉

## 金属箱は特定の周波数で共振する

### ● 筐体内の電界と磁界のふるまい

連載第7回では、デスクトップ・パソコンのケース(筐体)内に充満する電磁エネルギーのシミュレーション結果を紹介しました。

図1に示すのは、内部を空にしたシンプルな筐体内に充満する電磁エネルギーのシミュレーション結果です。

図1(a)は中央平面上の電界ベクトルを示します。大きさと向きを表す小さい円錐形は、すべて縦(y)方向を向きます。中心へ行くほど強く、壁際では非常に弱くなり、ほぼ1/2波長の正弦波の形で分布します。

図1(b)は同じ瞬間の磁界ベクトルです。全体的に非常に弱い磁界が分布しています。1/4周期(90°)位

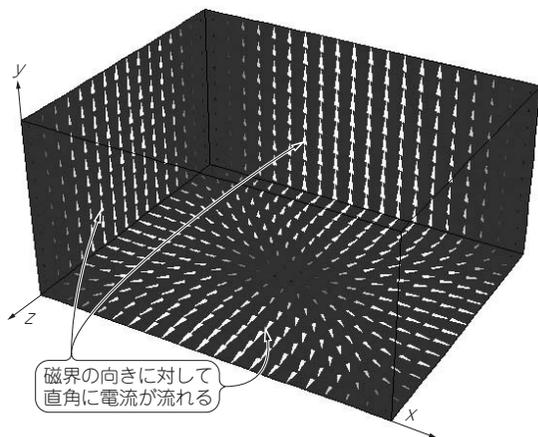


図2 磁界による誘導電流は、金属壁の表面に沿って磁界の向きに対して直角に流れる

相をずらして観測すると、図1(c)に示すように磁界がはっきり現れました。

電界と磁界ベクトルの時間的な変化を観測すると、図1(a)で示した電界(+y方向)は1/4周期(90°)後にはゼロになり、今度は逆向き(-y方向)に電界が変化していきます。磁界は図1(c)に示したように、電界を取り囲む方向に発生します。

### ● 誘導電流が金属箱の壁に沿って流れる

図1(c)に示すように、磁界ベクトルの強さは金属壁の近くが最も大きくなります。図2は金属ケースの壁の表面に流れる電流を示します。磁界の向きに対して直角に流れており、磁界による誘導電流と考えられます。以上の図は、いずれも周波数11.987 GHzにおけるシミュレーション結果です。

### ● 磁界の環は金属箱に2つ、3つ…と詰まっていく

金属箱の寸法は20 mm × 10 mm × 16 mmです。図3に示すように、奥の壁のやや手前の領域で縦(y)方向の電界で励振しています。中央にある2つの小さい直

【セミナー案内】実習・Mbedの初級を卒業された方のためのMbed活用法 [ARMマイコン・ボード(Nucleo-F446RE)/教材キット付き]  
—— Mbed公式ライブラリによるプログラム開発の限界を打ち破るMbedの活用法を学ぶ  
【講師】三上直樹氏、2/3(日) 27,000円(税込み) <https://seminar.cqpub.co.jp/>