

## パッチアンテナの小型化

パッチアンテナ（マイクロストリップアンテナとも言う）は、裏面がベタ GND の基板の上に金属の板をのせたような形状のアンテナです。放射系と給電系が一体にでき、平面的で機械的に安定し、比較的到高利得なアンテナであるため、平面型アンテナとして一般的によく使われています。しかし、平面でありながらも面積をとってしまうため、小さくするために様々な検討がなされています。1 つには高誘電体基板を使うことによる小型化がありますが、ここでは、形状そのものを小さくするいくつかの方法を取りあげ、5.2GHz 用のパッチアンテナを電磁界シミュレータで解析します。

### 片側短絡型パッチアンテナ

図 1(a)は、放射素子の一边が  $1/2$  波長の標準的な方形パッチアンテナで、紙面の縦方向の直線偏波を発生させます。図 1(b)は片側短絡型パッチアンテナと呼ばれているもので、放射素子は標準的なパッチアンテナの半分となります。図 1(c),(d)は、共振周波数に影響の少ない横方向の幅を小さくしていくことでさらに小型化を図っています。最終的には標準的なパッチアンテナの  $1/8$  程度まで放射素子を小さくできます。

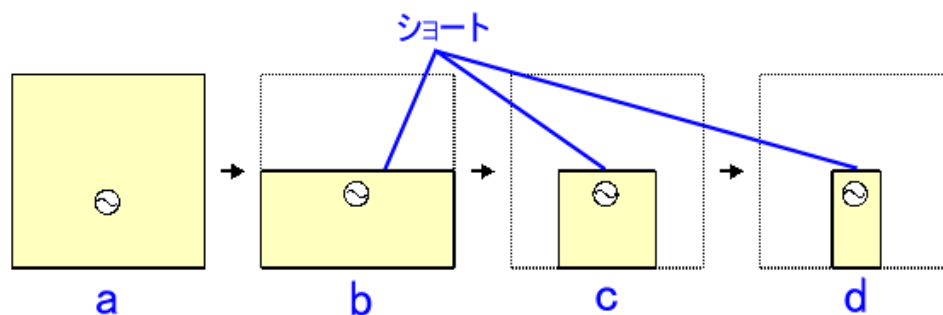


Fig.1

まず、図 1(a)の標準的なパッチアンテナから解析を行います。パッチアンテナには様々な給電方法がありますが、ここでは背面給電方式を用いて解析します。概略構成を図 2 に示します。誘電体は、比誘電率 2.2, 厚さ 0.8mm,  $\tan \delta = 0.002$  と設定しました。裏面の GND は放射素子の端から  $1/2$  波長以上の大きさをとる必要があります。図 3 に解析結果を示します。

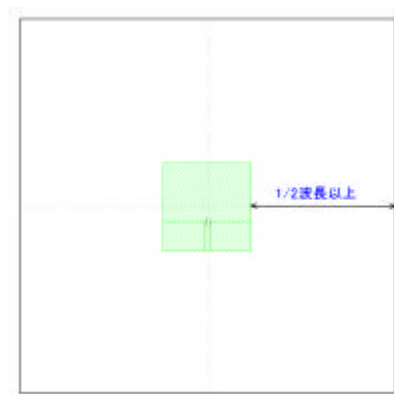


Fig.2

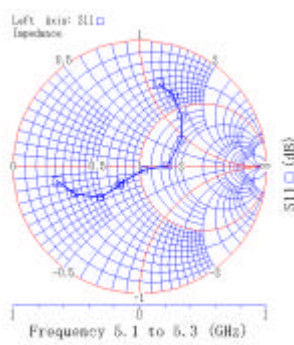


Fig.3(a)

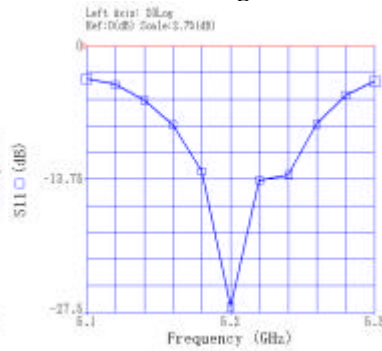


Fig.3 (b)

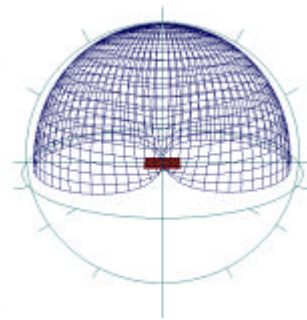


Fig.3 (c)

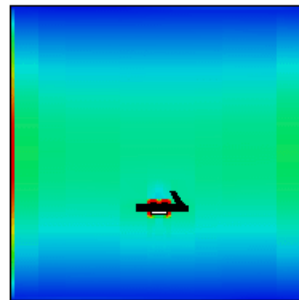


Fig. 3 (d)

図 3(a)スミスチャート、(b)VSWR 特性から、5.2GHz 付近でアンテナの入力インピーダンスが 50 近くになっており、最も反射が少ないことがわかります。インピーダンスの整合がとれていない場合は、給電点の位置を変えることで入力インピーダンスを調整することができます。給電点の位置を図の下方方向にシフトさせるとインピーダンスが高くなり、上方方向(中心に近づく)にシフトさせるとインピーダンスが低くなります。調整した結果、下方方向の端から 30% 程度のところで 50 の点が見つかりました。

(c)放射特性をみると、上方方向にのみ強く放射していることがわかります。(d)電流分布特性では、図の左右の端に多くの電流が流れていることが確認できました。

次に、図 1(b)の片側短絡型パッチアンテナ(縦方向の中心部分を GND にショートさせた)の解析を行います。概略構成を図 4 に示します。レイヤーの設定で「BOX のエッジを GND に落とす」にチェックを入れると BOX の側面は完全な GND になるので、アンテナの中心部分をボックスの端に付けました。中心部分を GND にショートさせることで入力インピーダンスが若干変化するため、給電点の位置を調整しました。調整後の解析結果を図 5 に示します。

図 5(a)スミスチャート、(b)VSWR 特性から、5.2GHz 付近でアンテナの入力インピーダンスが 50 近くになっており、最も反射が少ないことがわかります。

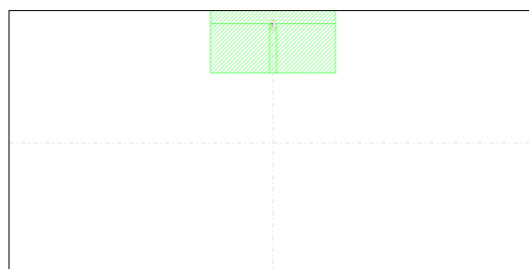


Fig.4

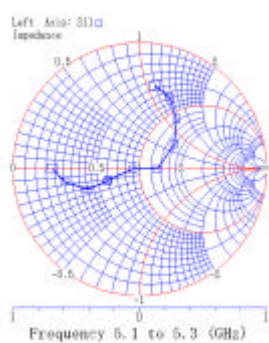


Fig.5 (a)

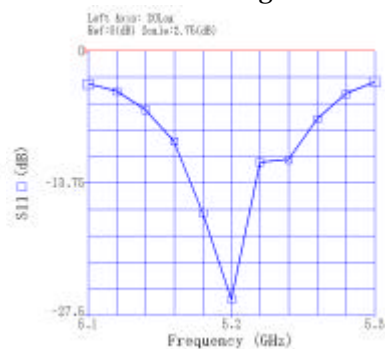


Fig.5 (b)

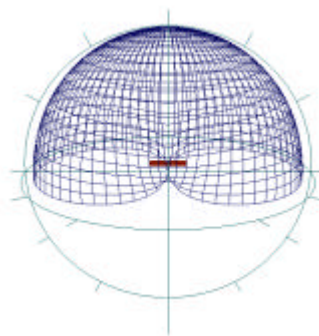


Fig.5 (c)

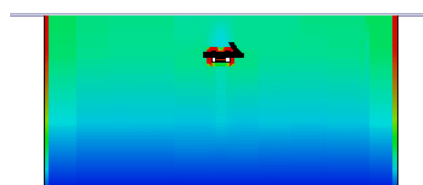


Fig. 5 (d)

(c)放射特性をみると、上方向にのみ強く放射していることがわかります。(d)電流分布特性では、標準的なパッチアンテナと同様に、図の左右の端に多くの電流が流れていることが確認できました。ただし、実際には有効開口面積が半分になることで利得は低下します。

次に、図 1(c)に示す片側短絡型パッチアンテナの横方向の幅を半分にしたアンテナの解析を行います。概略構成を図 6 に示します。共振周波数を決定しているのは図中の縦方向の長さであるため、横方向の幅が共振周波数に与える影響は比較的に少なく小型化が可能になります。図 7 に解析結果を示します。

解析結果から、入力インピーダンスと共振周波数が若干変化していることがわかります。そこで、図 8 の Step2 に示すように給電点の位置を変化させました。その解析結果を図 9 に示します。給電点の位置を図の上方向に変化させたことで 50 に近くなりました。次に、Step3 に示すようにアンテナの長さを少しだけ足しました。その解析結果を図 10 に示します。

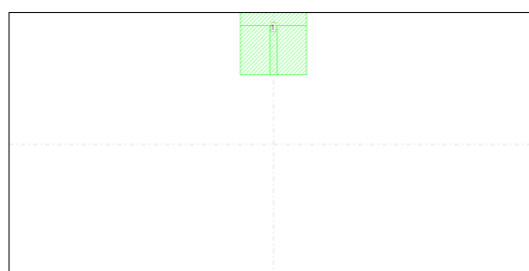


Fig.6

次に、図 1(d)に示す片側短絡型パッチアンテナの横方向の幅を 1/4 にしたアンテナの解析を行います。このアンテナは標準的なパッチアンテナの 1/8 程度まで小型化したアンテナです。概略構成を図 11 に示します。入力インピーダンスと共振周波数は先ほど説明した同じ方法で調整をおこないました。図 12 に解析結果を示します。

解析結果から、良好な特性が得られていることが確認できました。ここでも注意が必要なのは、アンテナの面積が小さくなっていくと利得が少しずつ低下していくということです。

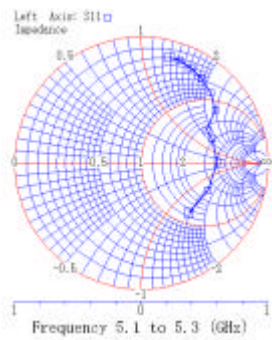


Fig.7(a)

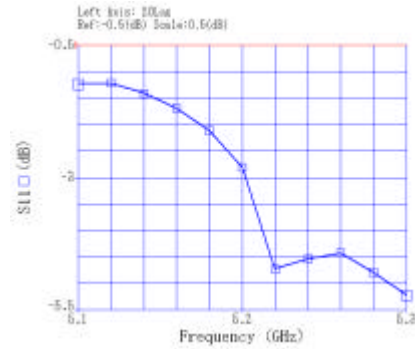


Fig.7 (b)

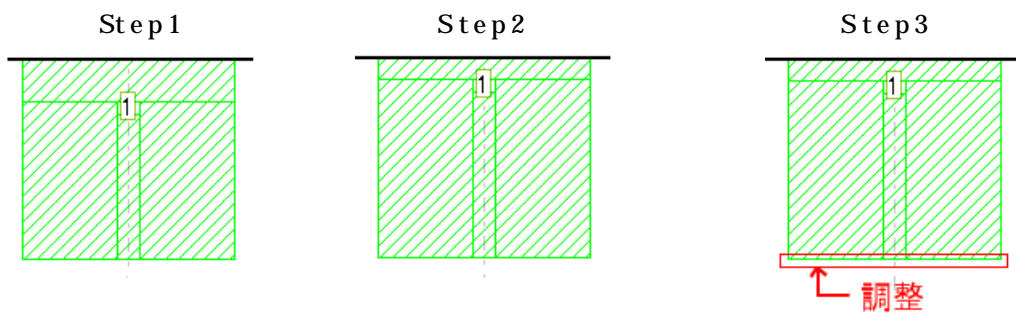


Fig.8

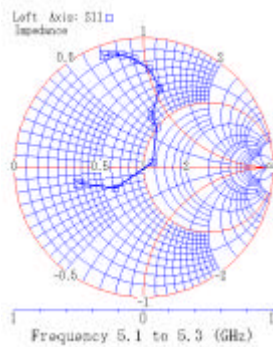


Fig.9(a)

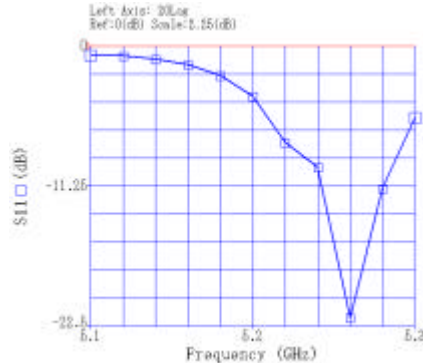


Fig.9 (b)

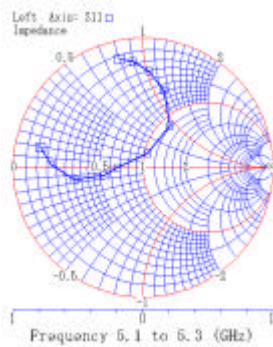


Fig.10(a)

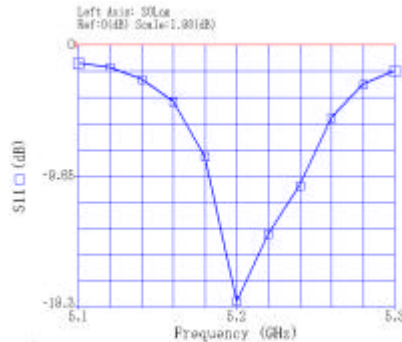


Fig.10 (b)



Fig.11

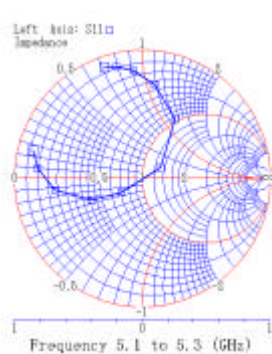


Fig.12(a)

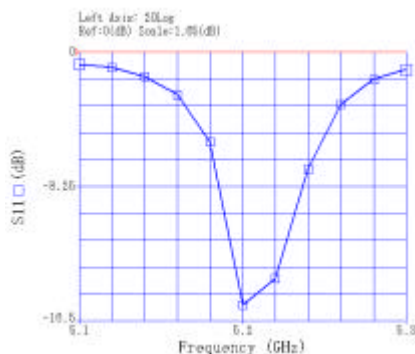


Fig.12 (b)

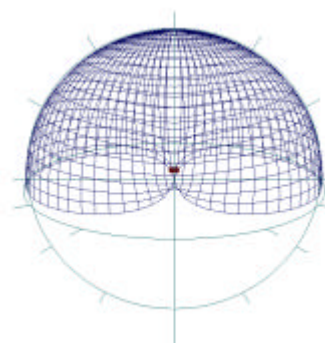


Fig.12 (c)

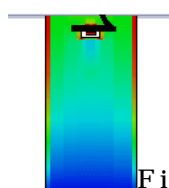


Fig. 12 (d)

## スリットによる小型化

標準的なパッチアンテナにスリット(切り込み)を入れることで小型化を図る方法があります。前に説明した 5.2GHz 用の標準的な方形パッチアンテナにスリットを入れたアンテナの概略構成を図 13 に示します。パッチアンテナの縦方向の中心部分の左右から、長さ 4mm、幅 1mm のスリットを入れました。図 14 に解析結果を示します。

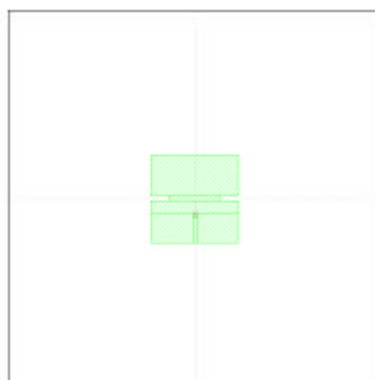


Fig.13

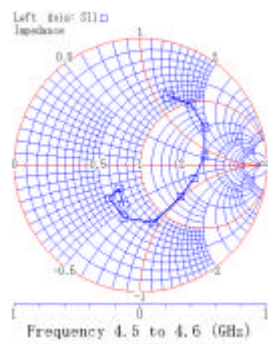


Fig.14(a)

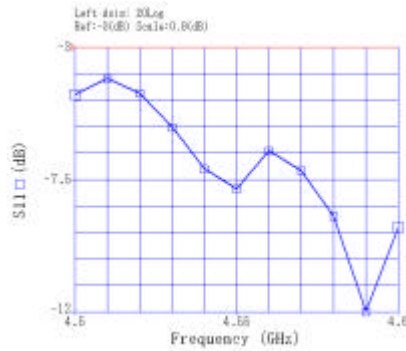


Fig.14(b)

解析結果から、共振点が 4.5~4.6GHz 近辺に存在することが確認できます。スリットを入れた影響で入力インピーダンスが変化するため、**図 15** に示すように給電点の位置を変化させました。その解析結果を**図 16** に示します。

**図 16(a)** スミスチャート、**(b)** VSWR 特性から、4.55GHz 付近でアンテナの入力インピーダンスが 50 Ω 近くになっており、最も反射が少ないことがわかります。

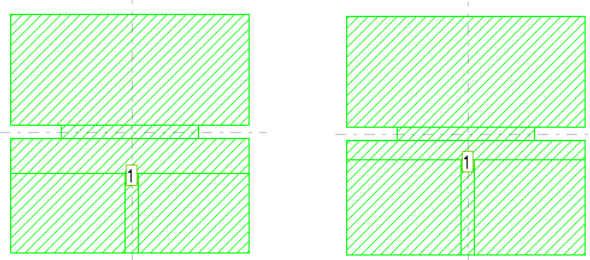


Fig. 15

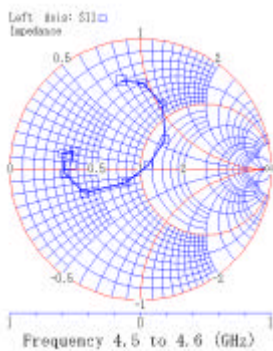


Fig.16(a)

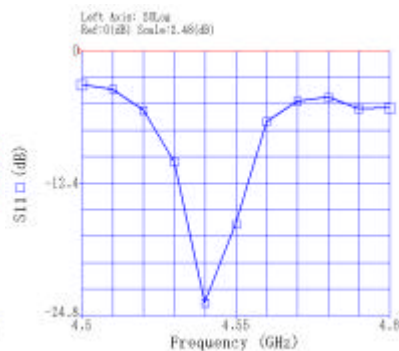


Fig.16 (b)

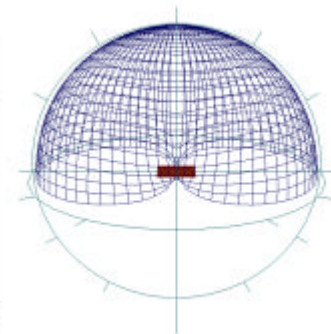


Fig.16 (c)

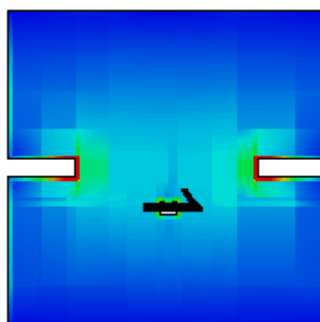


Fig.16 (d)

(c)放射特性から、スリットを入れることによる放射特性のみだれは見られませんでした。(d)電流特性をみると、スリット部で多くの電流が流れていることが確認できます。

最後に、片側短絡型パッチアンテナで1/8まで小型化したものに、**図 17**に示すようにスリットを入れることで小型化ができるか解析をおこないました。

**図 18(a)**スミスチャート、**(b)**VSWR 特性から、共振周波数が低い方に変化しているのがわかります。片側短絡型パッチアンテナにスリットを入れることでさらなる小型化が可能であることが確認できました。

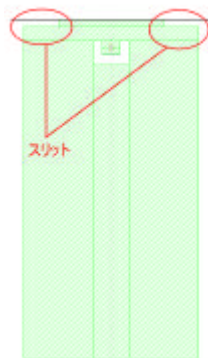


Fig.17

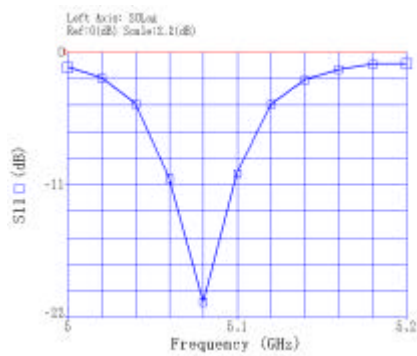


Fig.18(a)

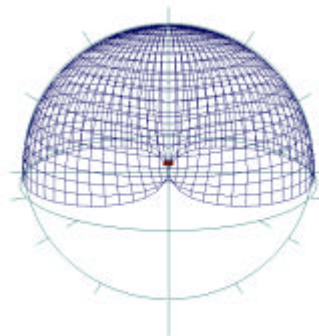


Fig.18 (b)

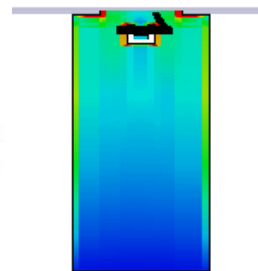


Fig.18 (c)