

S-band Patch Feed for Geodesic Parabolic Antenna (#2)

Sバンド パッチ・フィード (#2)

武安義幸 / JA6XKQ

特性の再測定

輻射パターンの半自動測定が可能になったので、パッチ・フィードの測定を再度行ないました。

前回の測定では、反射波の影響で正しい輻射パターンが測定できていないようなので、今回はその点に着目しての測定としま

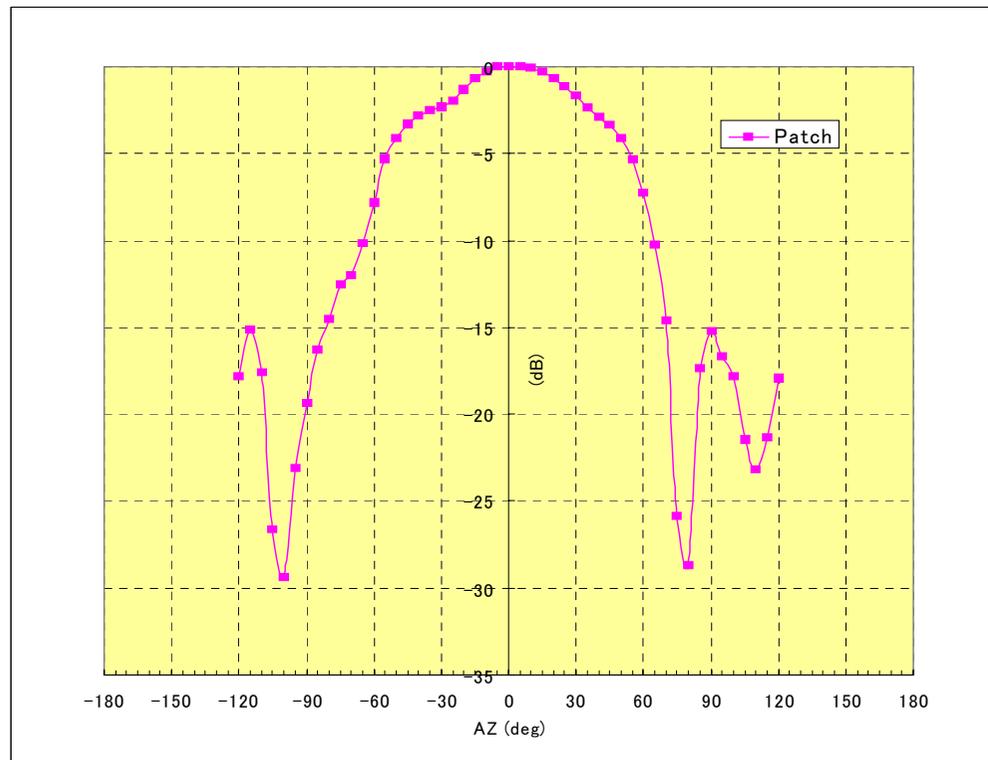


図-1 : 輻射パターン (前回測定)

(C) 2004 Yoshiyuki Takeyasu / JA6XKQ

した。

パッチ・フィードの寸法パラメータ

最適化された最終的な寸法パラメータではありませんが、測定データの記録としてまとめておきます。

パッチの直径	: 55.5 mm
パッチの厚さ	: 1.0 mm
パッチの材質	: アルミニウム
反射板の内径	: 120.0 mm

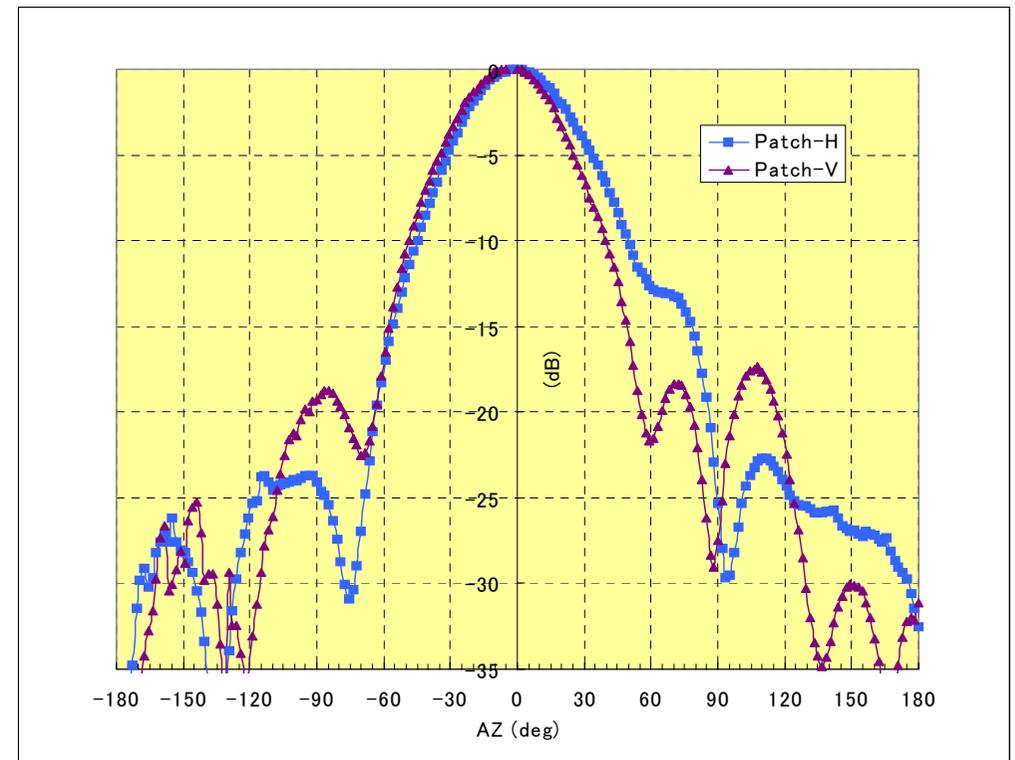


図-2 : 輻射パターン (今回測定)

(C) 2004, Yoshiyuki Takeyasu / JA6XKQ

キャビティの内側高さ : 15.0 mm
中心ポストの外径 : 10.0 mm
パッチと反射板の間隔 : 7.0 mm

輻射パターン

図-1 に前回の、図-2 に今回の再測定結果を示します。同じ被測定物かと疑うほどの違いがあります。

反射波の影響による測定エラーの考察は後述し、ここではパラボラのフィードとして重要なパラメータである -10 dB の輻射角度に前回同様に確認しておきます。

	図-1	図-2	オリジナル
-3 dB	83 度	48 度	85 度
-10 dB	130 度	92 度	125 度

図-2 の輻射パターンは、パッチ・フィードを V/H 90度回転させて測定しています。円偏波なので、本来 V/H は関係ないはずですが、後述する軸比の観点と反射で発生する交差偏波の観点から、V/H を変えて測定しました。

-3 dB と -10 dB の輻射角は、これら V/H での測定値の単純平均から求めました。

結果を見ると、とても「オリジナルを良くコピーできている」とは言い難い、、、 輻射角が $f/D=0.35$ のジオデシック・パラボラには

マッチしておらず、アンダー・イルミネーションのために効率の悪いパラボラ・アンテナになると判断されます。

およそ一年前にパッチ・フィードを作成した時に -3 dB 輻射角を概略チェックしたメモを改めて見てみると、54度なる値を得ていました。今回、できの悪さを再確認した次第、、、

輻射パターンを改善するために、寸法パラメータの検討が必要です。

軸比(アキシャル・レシオ)

このフィードは円偏波であり、その性能指数としては偏波の軸比(アキシャル・レシオ = Axial Ratio)があります。軸比の測定も半自動で可能になりましたので、測定してみました。

図-3 に測定結果を示します。比較のために、4.5ターンのヘリックス・アンテナとダイポール・アンテナの軸比もプロットしています。

パッチ・アンテナが約 3 dB、ヘリックス・アンテナが約 1.5 dB という結果です。1 dB 以下の目標に対して未達、これも輻射パターンと併せて改善が必要です。

測定について

360度を1.8度毎に200ポイントの半自動測定ができる仕掛けを作り、今回の測定を行ないました。室内で行なった前回の測定

で反射波の影響が気になりましたので、反射波の影響を軽減することが(あるいは、異なった反射波環境で、、、)今回のポイントです。

「測定環境を変える」ということで、前回同様に室内ですが、アンテナ間(約 3 m)と壁までの距離(約 1.5 m)を広げるべく、広い部屋で測定を実施したものが、**図-4** のデータです。

ピンクのプロットが前回の測定で、アンテナ間距離が約 1.5 m。ブルーのプロットがアンテナ間距離が約 3 m。メインローブの測定値に非常に大きな相違があります。前回の測定では、メイン

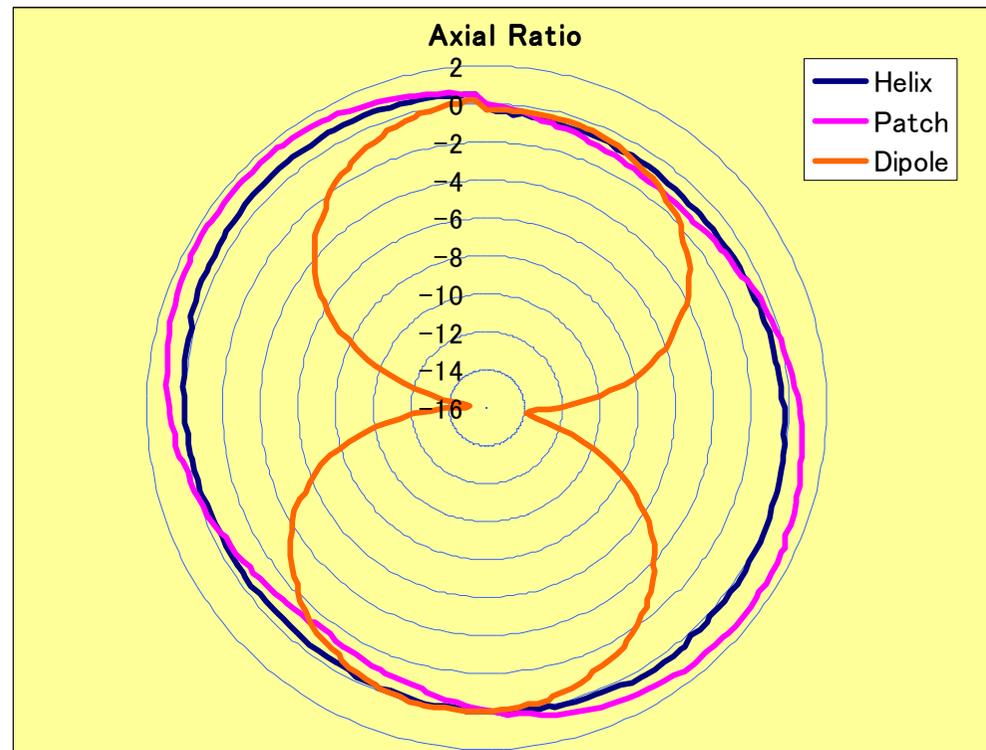


図-3 : 軸比

ローブの範囲でも反射波を拾っていたと考えられます。アンテナ間と壁までの距離を広げることにより、メインローブが反射波を(壁を)拾わない(見ない)ようになり、アンテナ本来の特性に近づいたようです。とは言え、サイドローブの測定においてはアンテナが壁の方向を向くことで反射波を拾ってしまい、正しい測定値が得られていないことが、**図-4** から読取れます。

改めてピンクのプロットを見てみると、AZ角が-30度近辺までは、ブルーのプロットとほぼ一致しています。これ以上の角度になると壁が見え始め、反射波の影響を受けたようです。前回の測定において、メインローブが“2段こぶ”になっている点が気に

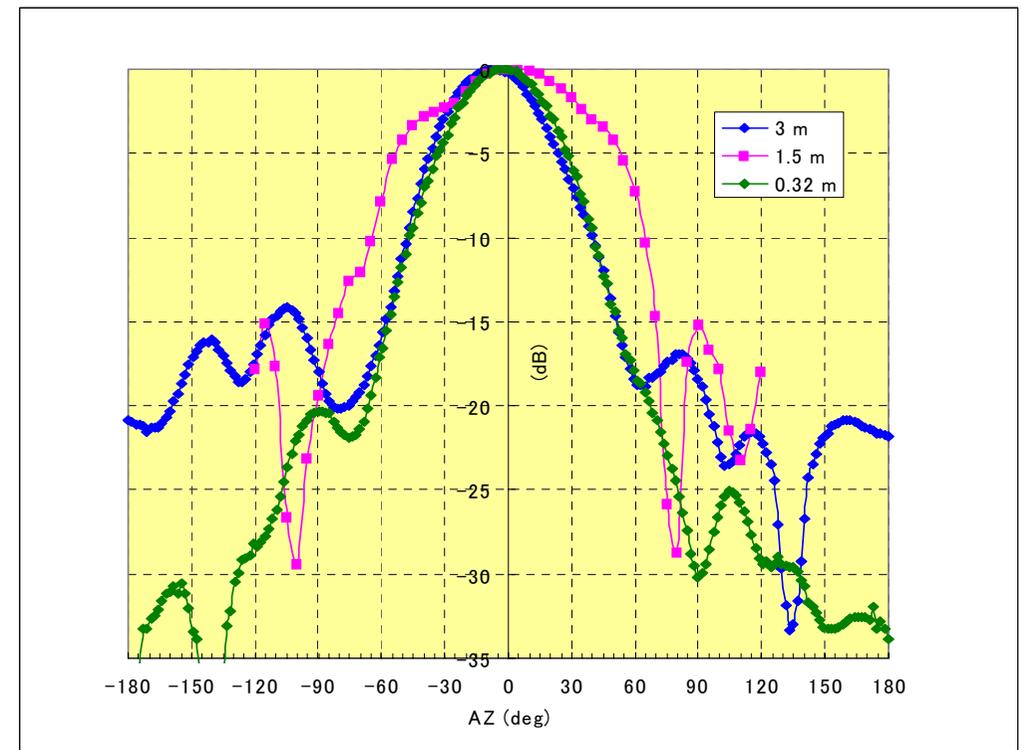


図-4 : 測定環境の影響(アンテナ間距離を変えて)

なりましたが、その時に深く検討せず、足をすくわれてしまいました。

アンテナ間距離 3 mでの測定結果を最初に見た時、アンテナのニア・フィールド(Near Field = 近傍電磁界)とファー・フィールド(Far Field = 遠方電磁界)特性の違いを見ているのではないかと、との疑問にとらわれました。

パラボラ反射板にフィードを装着すると、フィードは当然ながら焦点距離で、今回の例では 32 cmで、反射板を見ることになり、ニア・フィールドの特性が気になり始めました。

それではと、測定のアンテナ間距離を 32 cmまで接近させて取得したデータが 図-4 のグリーンのプロットで、壁などの周辺環境は、前回測定(ピンクのプロット)と同じです。

メインローブの状況は、アンテナ間距離 3 mとほぼ同等。一方、サイドローブの状況は、かなり様子が違います。これは、アンテナ間を近づけたことにより、サイドローブ測定時に送信側アンテナと被測定アンテナ間に壁が見えてこない、すなわち反射波を拾わないためと考えられます。

近傍電磁界か、遠方電磁界か？というよりも、測定アンテナ間において、メインローブとサイドローブが壁などの反射物を見ないようにする、という至極当たり前の教訓を得ました。

アンテナ測定というと、広いオープンスペースを直ぐに思い浮かべますが、狭い室内でも要点を押さえることで、それなりのデー

タを取得することができると思います。

さて、測定方法を確立(?)できたので、パッチ・フィード自体の特性改善を進めなくてはなりません。

測定についての補足(2004年8月29日)

再補足(2004年10月11日)

「近傍電磁界か、遠方電磁界か？というよりも、測定アンテナ間において、メインローブとサイドローブが壁などの反射物を見ないようにする、という至極当たり前の教訓を得ました」というくだりに誤解があるといけませんので補足します。

輻射パターンが距離に依存しない領域がファー・フィールドと定義されていますが、その最小距離(R)は次式となります。

$$R = \frac{2D^2}{\lambda}$$

ここで、D はアンテナの直径、 λ は波長です。例えば、2.4 GHz (波長 0.125 m)で直径 1 mのパラボラ・アンテナを測定するには、最低でも 16 m 以上離すことが必要です。一方、直径が 12.5 cm のパッチ・フィードであれば、25 cm 離せば良いこととなります。

ANSI/EIA/TIA-329-B-1999 Minimum Standards for Communication Antennas Part I - Base Station Antennas によると、測定アンテナ間の距離は、上記の最小距離 R または 10

波長のいずれか大きい方にするように示されています。

また、ANSI/IEEE Std 149-1979 IEEE Standard Test Procedures for Antennas によると、測定アンテナ間の結合による干渉防止のため、10波長以上の距離をとるように示されています。

2.4 GHz での 10波長は 1.25 m であり、直径が 12.5 cm のパッチ・フィードであっても、上述の 25 cm の距離ではなく 1.25 m 以上の間隔が必要となります。

輻射パターンの測定においては、この最低距離を確保したうえで、反射波の影響を小さくする工夫が必要です。

