

# ミリ波広帯域 誘電体共振器アンテナ

## 概要

誘電体共振器アンテナ（DRA）は、低損失かつ高効率であることから、ミリ波帯のアプリケーションに適した選択肢のひとつです。しかし、サイズが小さいことや、製作誤差の影響を受けやすいことから、共振器の基本モードの設計は複雑になる可能性があります。

この例では、基本モードで動作するサイズのものよりも大型の円筒型誘電体共振器を、共振モードHEM<sub>113</sub>とHEM<sub>115</sub>という高次モードを利用することで、広帯域で良好な利得性能が得られることを、XFDTDを使用したシミュレーションによって示しています。ここで使用したアンテナの設計は、下記に引用した学会論文[1]に掲載されたもので、ここで示す結果は、同論文のシミュレーションおよび実測結果とよく一致しています。

## モデルとシミュレーション

このモデルでは、比誘電率7、高さ8.5 mm、半径1.5 mmの円筒状の誘電体を共振器として使用しています。この誘電体共振器はグランドプレーンに乗っており、図1に示すように、グランドプレーンの表面から1.9 mm上に延びている同軸プローブによって給電されています。プローブは誘電体共振器の側面に接触しています。

図2に示すように、このアンテナのリターンロスは、約22~29GHzにおいて-10dB以下となる動作帯域を示しています。図3に示す25GHzにおける定常状態電界分布は、この誘電体共振器のHEM<sub>113</sub>モードを示し、図4の28GHzではHEM<sub>115</sub>モードを示しています。

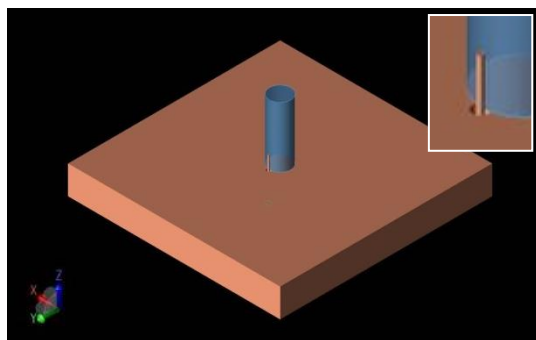


図1：解析対象の3次元ビュー（励振部拡大図）  
グランドプレーン上に設置された誘電率7の円筒型誘電体共振器。共振器の一部が同軸プローブによって励振される

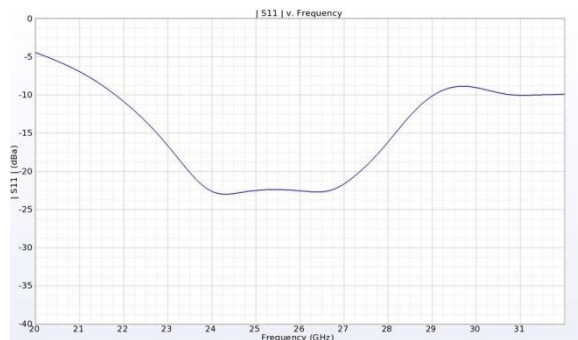


図2：誘電体共振器アンテナのリターンロス  
22GHzから29GHzまでの広帯域を実現している

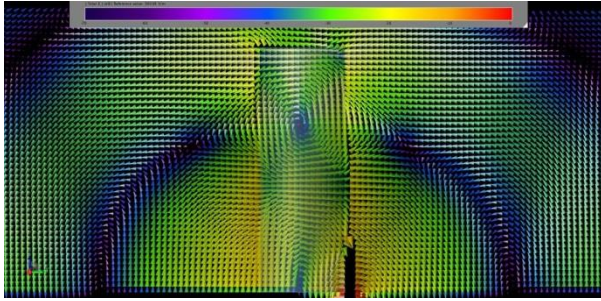


図3： 25GHzでのDRA内部および周辺の定常状態電界分布  
このアンテナのHEM113モードを示している

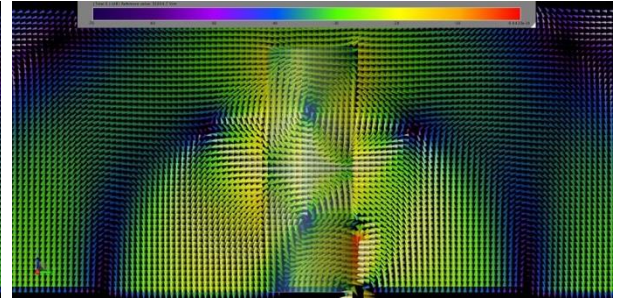


図4： 28GHzでの定常状態電界分布  
電界分布はHEM115モードを示している

図5に示すように、円筒の直上の点における遠方界の利得は、22GHzでの約5.2dBiから29GHzでの8.8dBiのピークまで変化し、その間の周波数では滑らかな推移を示しています。図6に示すように、このアンテナは効率が良く、放射効率はほぼ100%で、ミスマッチ損失を含むシステム効率は動作帯域幅で90~99%となっています。

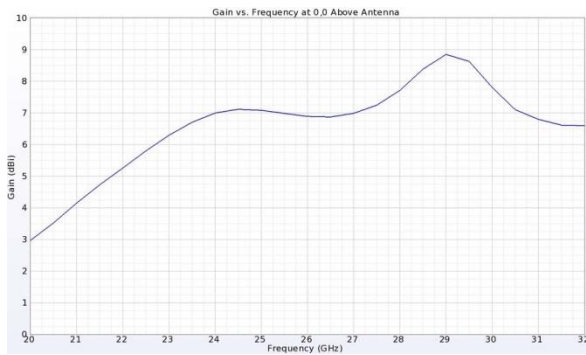


図5：誘電体共振器アンテナの直上の点における利得  
利得のピーク方向でもあるDRAの直上の利得はかなり滑らかに変化していて、22GHzの5.2dBiから29GHzの8.8dBiまでの範囲にある



図6：誘電体共振器アンテナの放射効率とシステム効率  
22GHzから29GHzで90%以上の優れた効率を実現している

25GHz（図7）と28GHz（図8）の3次元放射パターンは、電界強度が低下するロービングが最小限に抑えられた広いパターンで、Z方向では誘電体共振器の上方に向けて7dBi以上の最も強い利得が得られています。25GHzのXZ面では、図9に示すように、主に $\phi$ 成分による利得が得られています。25GHzのYZ面では、図10に示すように、 $\theta$ 成分が支配的で、交差偏波は同一偏波の利得から50dB減少しています。28GHzでは、図11と図12に示すように、両方のカット表示が示す通り、非常に類似した結果が得られました。

これらの利得パターンの結果は、[1]の著者が測定した結果とほぼ一致しています。

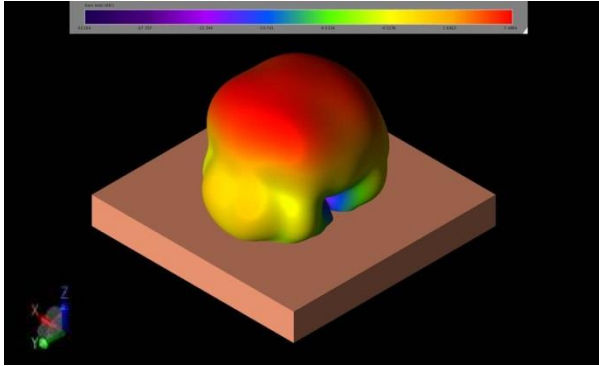


図7：25GHzにおける3次元遠方界利得パターン  
ロービングが最小限で、3dBビーム幅が約68度と広い

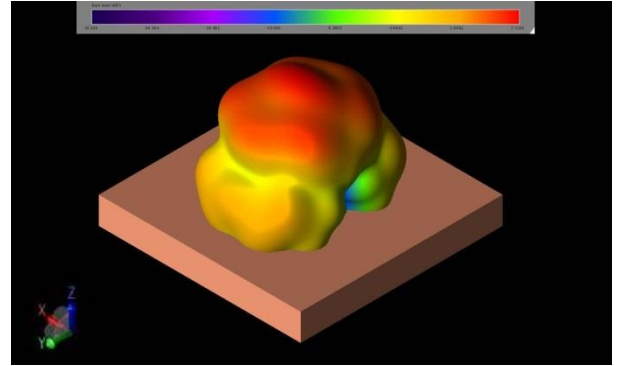


図8：28GHzにおける3次元遠方界利得パターン  
25GHzでのパターンとほぼ同じで、ピーク利得がわずかに高いだけである

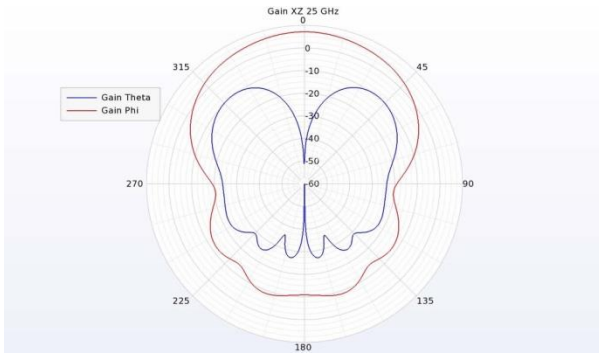


図9：25GHzにおける利得パターンXZ面カット表示  
 $\phi$  指向性の利得が支配的であるが、交差偏波の $\theta$  利得は約10dBiだけ減少している

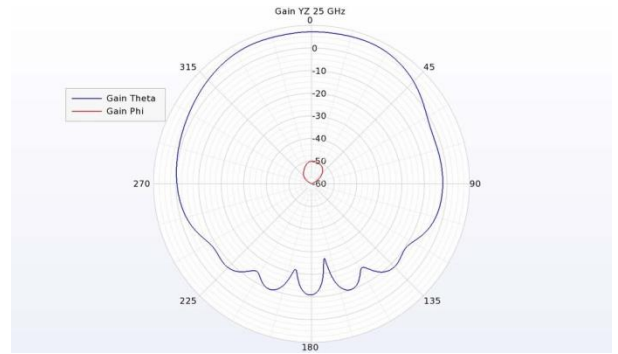


図10：25GHzにおける利得パターンYZ面カット表示  
YZ面では、 $\theta$  方向の利得が支配的で、交差偏波成分の $\phi$  利得は50dB以上低下している

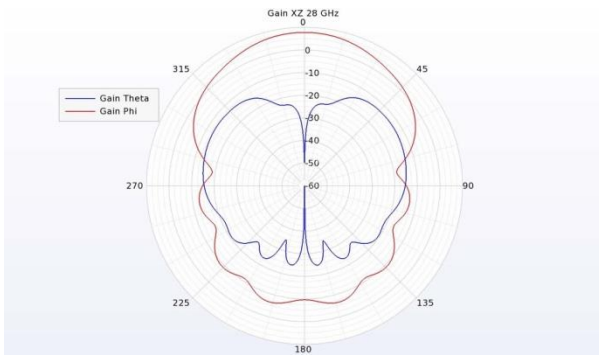


図11：28GHzにおける利得パターンXZ面カット表示  
28GHzでのXZ面の利得は、25GHzのパターンと同様に、交差偏波 $\theta$  成分を持つ強い $\phi$  指向のパターンとなっている

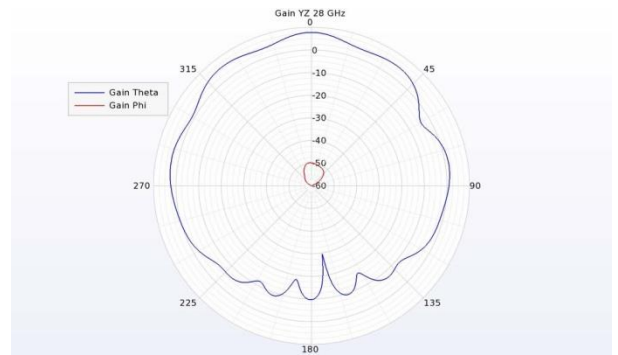


図12：28GHzにおける利得パターンYZ面カット表示  
28GHzのYZ面では、交差偏波の利得が最小限に抑えられた状態で、 $\theta$  利得が支配的である。

## 結論

誘電体共振器アンテナは、ミリ波帯のアプリケーションに適した選択肢ですが、デバイスが非常に小型なため、製造には実用上の問題があります。ここでは、寸法誤差による影響などを軽減することを目的とし、より大きなサイズの誘電体共振器を高次モードで励振したシミュレーションを行っています。このアンテナは、22～29GHzの広い帯域で良好な性能を発揮します。

### [1]

L. Y. Feng and K. W. Leung, "Millimeter-wave wideband dielectric resonator antenna," 2015 40th International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz waves (IRMMW-THz), Hong Kong, China, 2015, pp. 1-2, doi: 10.1109/IRMMW-THz.2015.7327734.

[全ての事例はこちら](#)  
[お問合せ等はこちら（製品HP）](#)