

VRヘッドセットに設置した アレイアンテナの電磁界解析（5G、60GHz）

概要

本稿では、5Gアプリケーションとして、VR（バーチャルリアリティ）ヘッドセットのウェアラブルデバイス用のアンテナアレイ（周波数：60 GHz）の電磁界解析を実施した。電磁界解析はFDTD法で実施し、ソフトウェアはXFDTDを用いた。

アンテナアレイのデザインは参考文献 [1] から引用している。このアンテナは、2つのパッチと無給電素子を持つ4つの要素で構成されている。無給電素子によって特定の方向に対して広いビームが与えられ、カバレッジを向上させている。ビーム方向は各要素の位相を変化させることで制御することができる。

アンテナアレイ設計と電磁界解析

アンテナアレイのモデルを図1に示す。ここで、赤色のパーツは基板（Taconic TLY、比誘電率：2.2、誘電正接：0.0009）、緑のパーツは銅を表している。最下層はグラウンドを持つ基板となっている。図2の3次元表示を示す。各要素間で半波長の間隔があげられており、位相が可変なポートによって給電されている。

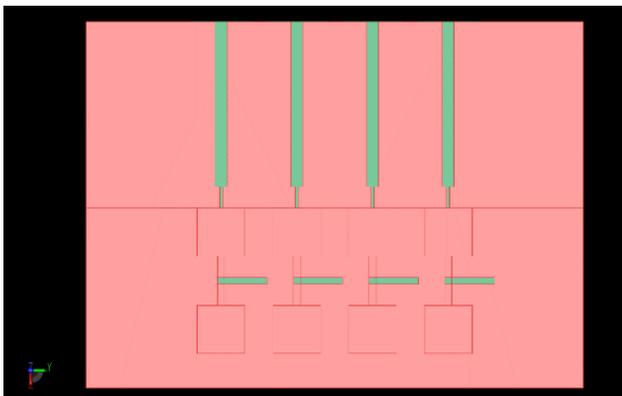


図1：アンテナアレイモデルの上面図。赤で示されている基板層と、金属製のフィードライン、緑色の無給電素子で構成される。

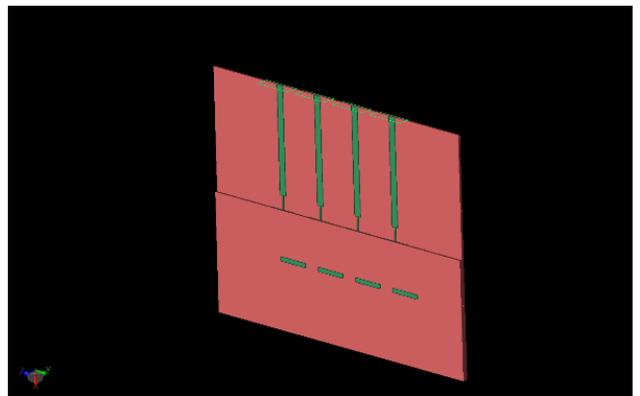


図2：モデルの3次元表示。4つのポートがモデルの上部に表示されている。

解析の初めのステップとしてアンテナアレイを単体で解析した。これにより、アンテナアレイ単体の特性（リターンロスと放射パターン）を確認することができる。まず、リターンロスの結果を図3に示す。各ポートを個別に解析しているが、各ポートの結果はよく似ていることがわかる。また、解析は無給電素子の有り無しで実施しているが、無給電素子がアンテナの共振周波数を高くし、S11のヌルの深さを浅くすることがわかった。

アンテナがすべてのポートをアクティブかつ同じ位相で解析された場合の2次元の放射パターンを図4に示す。図4から、無給電素子が無い場合には、放射パターンに望ましくない深いヌル点（+/- 40度付近）発生していることがわかる。無給電素子素を含めることにより、ヌル点が低減され広いビームが形成される。3次元の放射パターンを図5に示す。図5より、放射パターンは垂直方向に広く、水平方向に狭い（3 dB のビーム幅24度）であることがわかる。

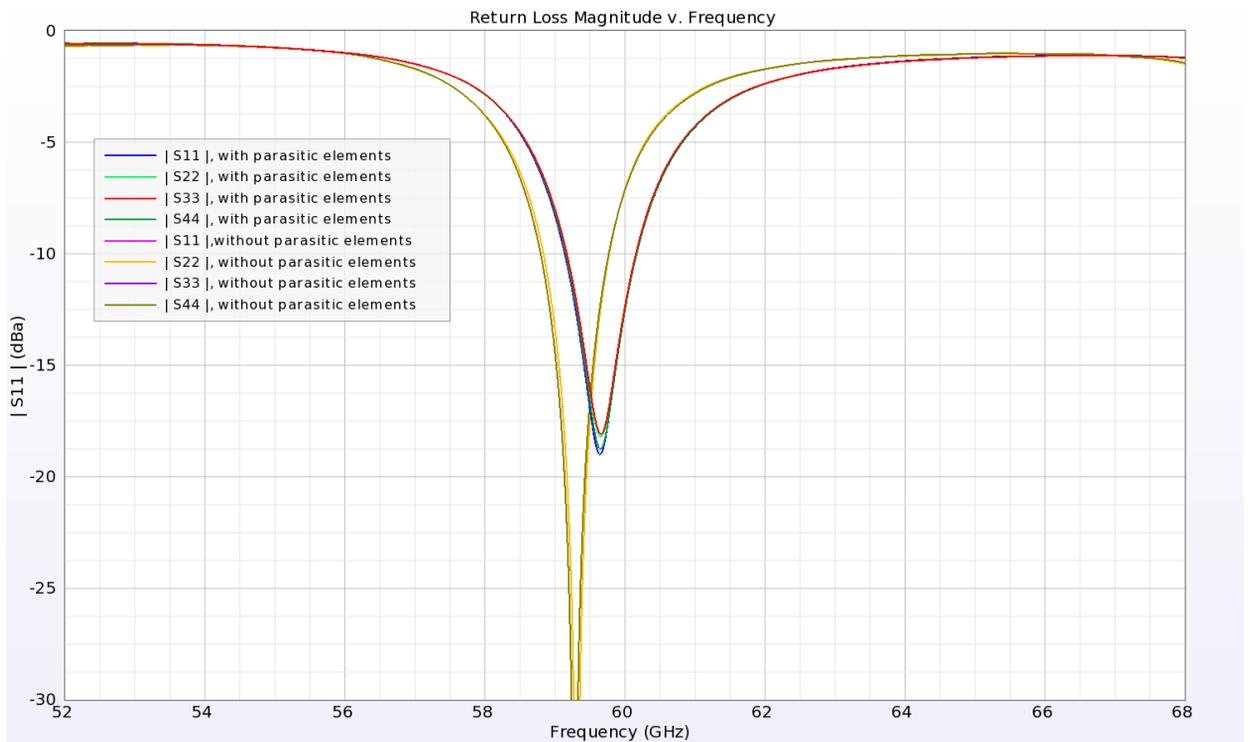


図3：アレイの各要素のリターンロス。無給電素子の追加により、共振周波数が高くなり、ヌル点が浅くなっている。

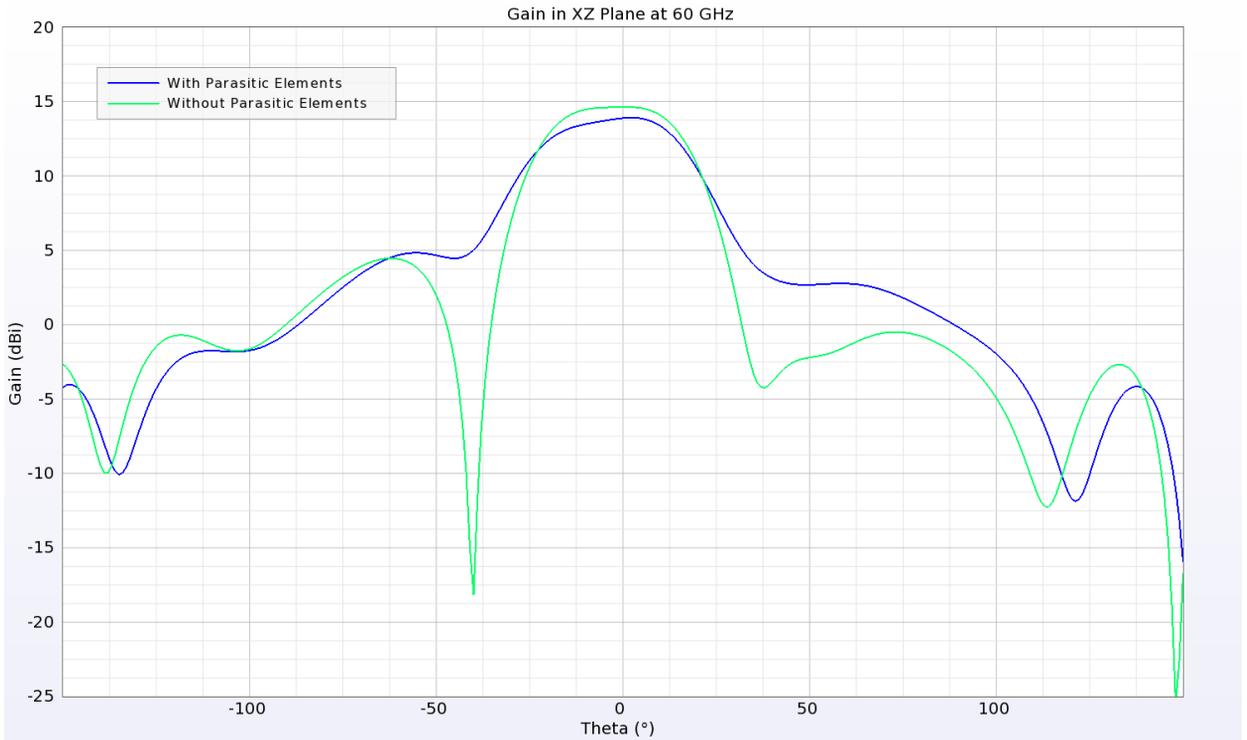


図4：2次元放射パターン。無給電素子がない場合にはパターン中に望ましくないヌル点が存在する。

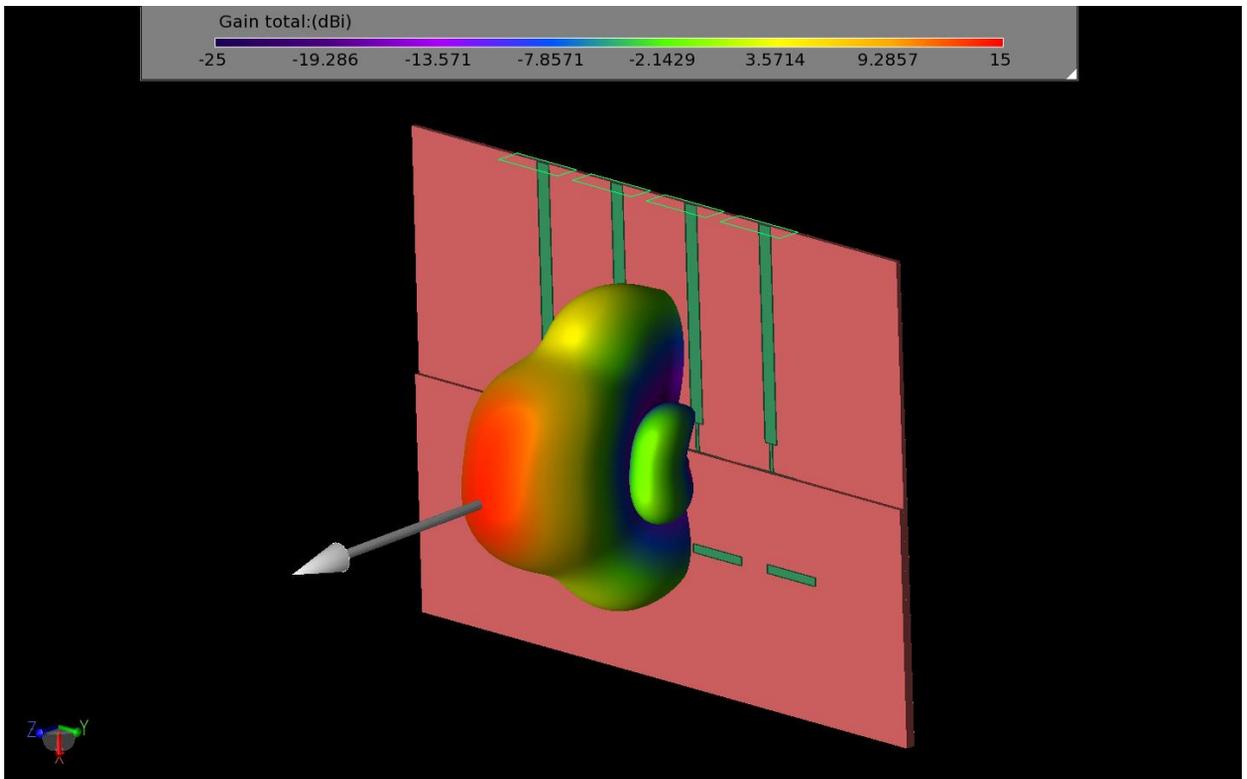


図5：3次元放射パターン

このアンテナアレイは、要素間の位相を変えることでビーム方向の制御が可能となっている。図6に、要素間に90度の位相シフトを設定することでビームを水平方向に約30度傾けた放射パターンを示す。さらに図7に、30度のステップで-90 から90 まで位相を変化させた場合の7つの放射パターンを示す。

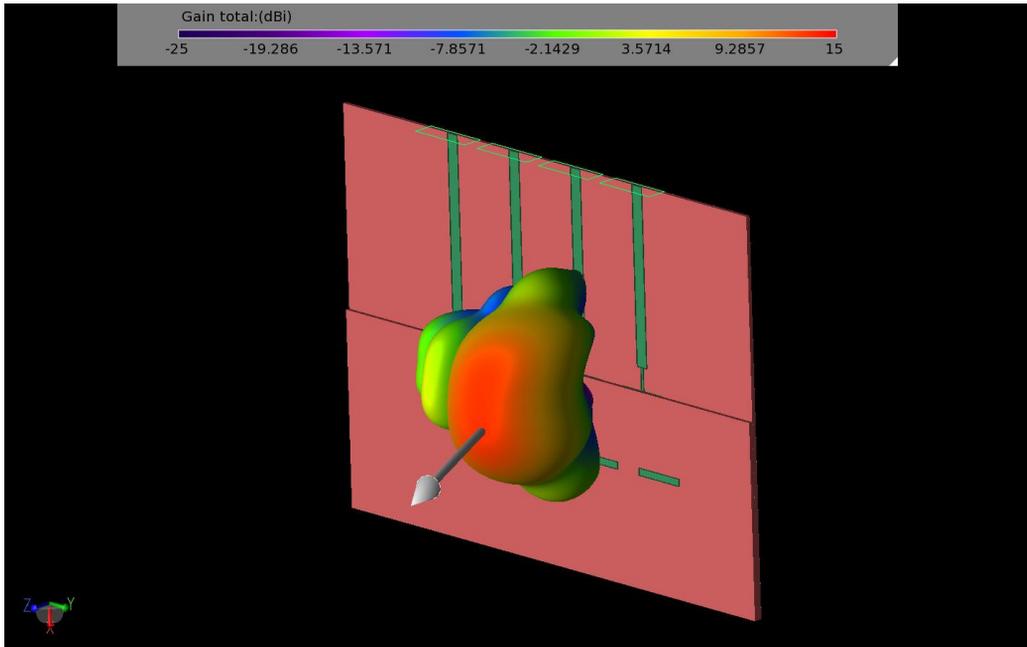


図6：アンテナ要素間に90度の位相シフトを与え、ビームを水平方向に約30度傾けた放射パターン

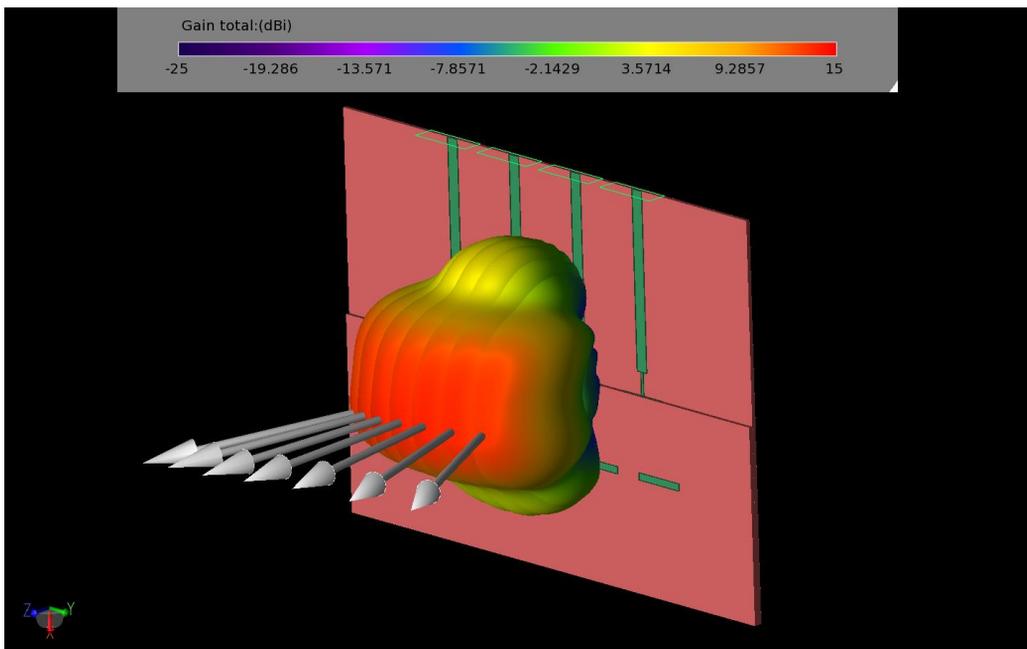


図7：30度刻みで-90 から90度の位相シフトをスイープさせることで、広い領域をカバーする7つのビームが生成される。

最後に、アンテナをVRヘッドセットに設置し、このヘッドセットを仮想の頭部モデルに装着した解析を実施した（図8）。60 GHzの波長に対して頭部モデル全体のサイズは非常に大きいため、実際の解析では一部の領域（図9）を使用した。

図10に、全てのポートが同位相の場合の放射パターンを示す。また、図11に、要素間の位相シフトが90度の場合を示す。図11では、アンテナアレイ単体の場合と同様にアンテナビームが約30度傾いていることがわかる。図12は、両方の放射パターンを重ねて表示したものである。また、アンテナの放射に対する頭部モデルでの電力散逸の評価も、これらのアプリケーションでは重要である。図13に、頭部モデルの表面での電力散逸を示す。

本稿では、XFDTDを使用してアンテナアレイの特性評価から頭部モデルへの影響評価までの一連の解析を実施した。

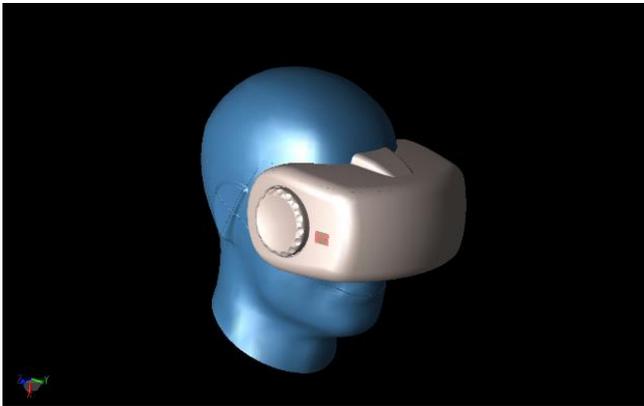


図8：アンテナアレイ、VRヘッドセット、頭部モデルの全体図。

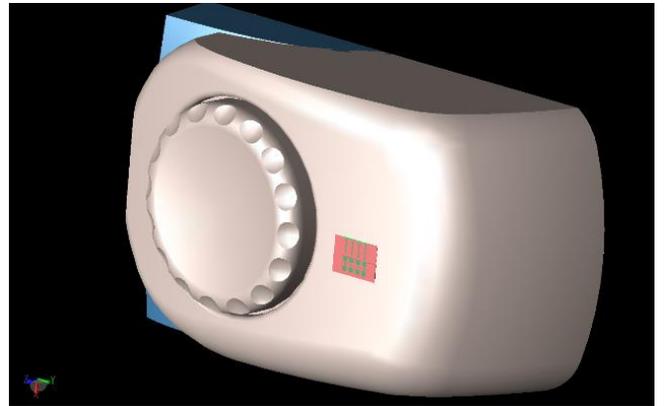


図9：実際の解析領域

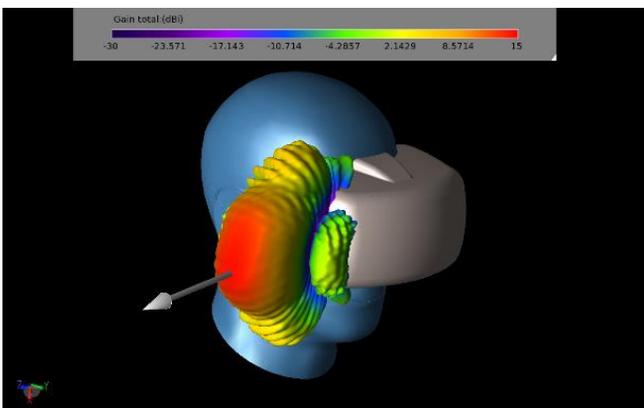


図10：各素子の位相が同じ場合の放射パターン。約15 dBiの利得と扇形のビームを示している。

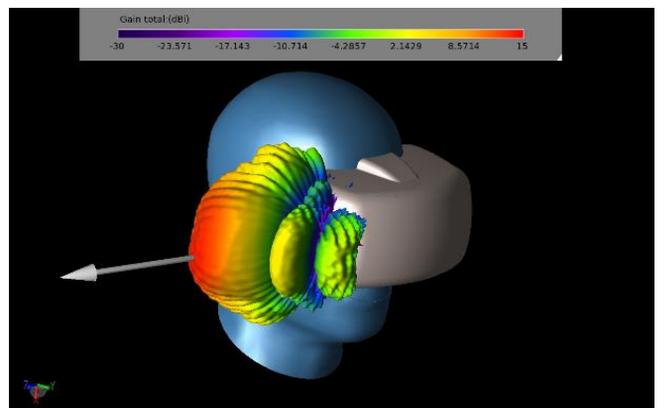


図11：要素間に90度の位相シフトを与えた放射パターン。ビームが側面に約30度シフトされている。

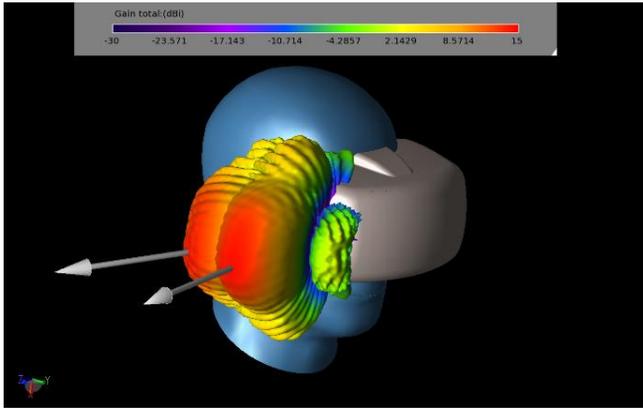


図12：図10と11の放射パターンを重ねたもの。

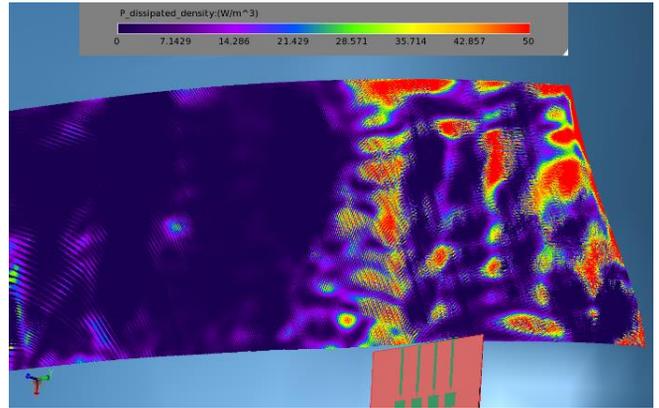


図13：アンテナからの放射に対する頭部モデルの表面での電力散逸。

[全ての事例はこちら](#)
[お問い合わせ等はこちら（製品HP）](#)

[1] Y. Hong and J. Choi, "60 GHz Array Antenna for mm-Wave 5G Wearable Applications," 2018 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC/URSI National Radio Science Meeting, pp. 1207-1208, 2018.