

第2章

アンテナ向き電磁界シミュレータ
MMANA-GAL入門

電磁界解析でつかむ 複数アンテナの指向性

中山 大輔 Daisuke Nakayama

アンテナは空間を伝搬する電波を高周波電気信号に変換する装置です。このアンテナを複数並べるとどのようなことが起こるのでしょうか。

本稿では、アンテナを並べるスタック技術の原理を解説します。アンテナを並べて1つの送受信システムにしたものをスタック・アンテナと呼びます。フリーの電磁界シミュレータMMANA-GALを使ったスタック・アンテナのシミュレーションを行います。

アンテナの不思議…2つ使うと 「効率」(量じゃなく)を2倍にできる

アンテナ (Antenna) の語源はラテン語の昆虫の触角から来ていると言われています⁽¹⁾。まさに空間中を伝搬する電波を識別する装置です。アンテナは他の電子部品と違って、回路的な振る舞いだけでなく電波を発生させる電波源としての振る舞いが特徴です。

例えば、LEDを2つ並べて光らせると、2倍の消費電力で2倍の光量となるので、消費電力に対する光量の効率という意味では変化しません。しかし、アンテナは2つ横に並べて給電すると、同じ消費電力で2倍の電波放射になることもあります。つまり2倍の効率で正面に電波を放射できるようになるのです。

どうしてこのようなことが起きるのでしょうか。本章では、アンテナを並べた際の不思議な現象について、基礎的な原理とシミュレーションで確認していきます。

今回の複数アンテナ解析の前提

● アンテナと電波の関係

アンテナから放射された電波は、アンテナを中心として四方八方に飛んでいきます。電波は電磁波の一種で、図1に示すように電界の波と磁界の波の組み合わせで伝搬していきます。電波の伝播速度は光と同じ速さで、およそ 3×10^8 m/sです。これはおよそ1秒間に地球を7周半する速度で、宇宙で最も速い伝搬速度になります。

● 周波数は単一とする

一般に電波通信では1つの周波数を中心に通信を行います。ここでは図1に示すように、アンテナからは単一周波数の電波が出ているものと考えて進めていきます。

● 送信のみ&どのアンテナも同じ振幅・位相とする

アンテナは電波の送受信ができますが、ここでは、簡単にするため送信をメインに解説します。ただし、アンテナの送信と受信の動作は、基本的には逆向きの現象が起きているだけで、同じ原理で説明できます。

それぞれのアンテナへ供給する信号の位相や振幅を変えることで、非常に複雑な制御ができますが、ここでは、最も単純な、すべてのアンテナに同じ位相、同じ振幅で信号を与えるを考えます。

2つのアンテナで向き(指向性)を 変えられる基本メカニズム

● アンテナ間の距離が変わると横方向の強弱が変わる

アンテナを並べたときの電波の強さ(放射パターン)を視覚的に見てみます。簡単な放射パターン・シミュレータSonnetを使いました⁽²⁾。

シミュレーションのモデルは、いろいろな方法ですることができます^(注1)。スタック・アンテナについても重要な洞察を得ることができます。

注1: 今回の図はスライド作成ソフトウェアで半透明の同心円をたくさん描いて並べてみた。

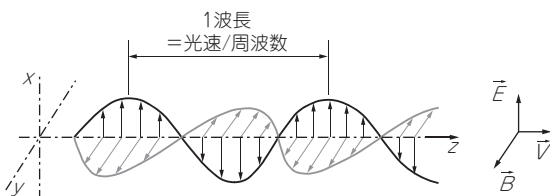


図1 アンテナの前に…電磁波の伝播イメージ
電界Eと磁界Bの波が伴って伝搬する