



第3章 アンテナの特性や種類, 基本的な用語などを学ぶ

アンテナの基礎知識

藤田 昇
Noboru Fujita

アンテナのしくみ

無線通信には、電波の出入口であるアンテナが必須です。アンテナというとテレビ用の八木・宇田アンテナや衛星通信用のパラボラ・アンテナを思い浮かべる人が多いと思います。周波数帯や利得、指向性の違いによって多くの形状が考案されており、用途によって使い分けられています。

さて、電波は高周波電力をアンテナに接続することによって得られます。基本的なアンテナは、 $\frac{1}{4}$ 波長の長さの金属線を2本組み合わせただけのもので、半波長ダイポール・アンテナと呼ばれます。以降、単に「ダイポール・アンテナ」というときは、半波長ダイポール・アンテナを指します。

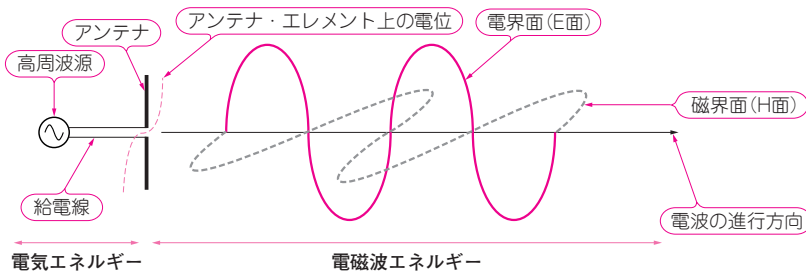
図1は、ダイポール・アンテナから電波が発射される

ようすを模擬的に表したものです。アンテナは、金属棒または金属面を組み合わせただけという極めて簡単な構造です。送信のときは高周波エネルギーを電磁波エネルギーに変換するトランスジューサとして動作し、受信のときは逆に電磁波エネルギーを高周波エネルギーに変換します。

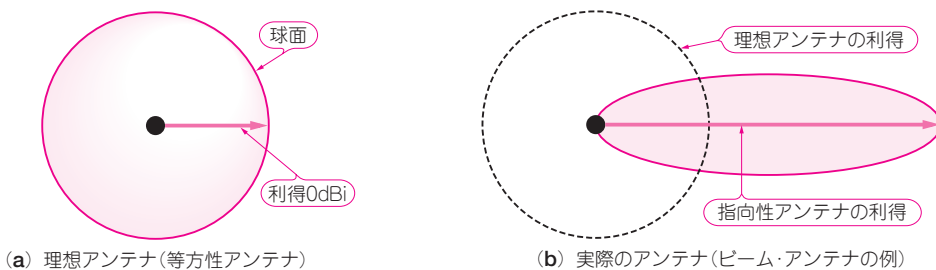
アンテナの特性

■ 利得と指向性

図2を見てください。自由空間の1点から放射された電波(電磁波)は、四方八方へ均一に波動エネルギーとして伝搬します。このような方向性のないアンテナを「理想アンテナ」(等方性アンテナともいう)といいます。さて、実際のアンテナは完全な等方向性ではな



〈図1〉ダイポール・アンテナから電波が発射されるようす



〈図2〉アンテナの利得と指向性

いので、理想アンテナに対して放射特性(利得)に凹凸を生じます。例えば、八木・宇田アンテナなどのビーム・アンテナは、1方向に放射特性をもちます。最も大きな凸部分をそのアンテナの利得といいます。

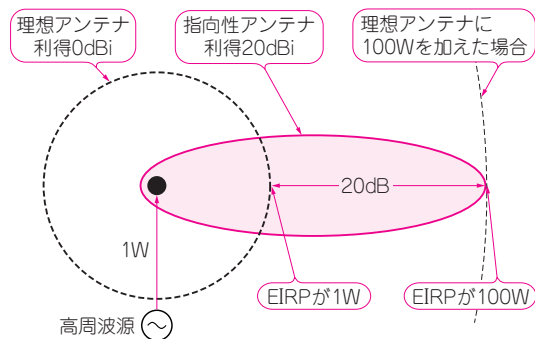
一般に利得という増幅作用があり、入力信号より出力信号のエネルギーの方が大きくなるように思えますが、アンテナは受動素子なのでエネルギーが増えることはありません。本来は全方向に広がるエネルギーを特定の方向だけにまとめて出しているのです。その方向だけで考えると、あたかもエネルギーが増えているように見えるだけです。

■ 絶対利得と相対利得

理想アンテナから放射されるエネルギーと等価な放射エネルギーをもつアンテナの利得を基準(0 dB)とする利得を「絶対利得」といい「0 dBi」と表します。iはisotropic(等方向性の)の頭文字です。

絶対利得に対して、基準アンテナに対する利得を「相対利得」といいます。基準アンテナとしては半波長ダイポール・アンテナを使用することが多いです。半波長ダイポール・アンテナの絶対利得は2.14 dBiで、この値を基準とする相対利得は「dBd」で表します。例えば、理想アンテナの相対利得は-2.14 dBdとなります。

アンテナ利得を表すのに〇〇dBと添え字(iやd)を省く場合もあり、一般的には絶対利得を指す場合が多



〈図3〉EIRP(等価等方向輻射電力)は、アンテナからある方向へ放射されるエネルギーを理想アンテナによる送信電力に置き換えたもの

いですが、相対利得の場合もあるので注意を要します。発行年の古い書籍や特定の業界(テレビやFM放送業界)ではdBdを主体としており、単に「dB」と書かれているときはdBdを指すことが多いです。

■ EIRPとERP

EIRP(Equivalent Isotropic Radiated Power、等価等方向輻射電力)とは、アンテナからある方向に放射されるエネルギーを理想アンテナでの送信電力に置き換えたものです。例えば図3のように、利得20 dBiのアンテナに送信出力30 dBm(= 1 W)を加えたときのビーム方向のEIRPは50 dBm(= 100 W)になります。つまり、ビームの先端だけを見れば、理想アンテナに100 Wの電力を加えたのと同じということです。EIRPは、衛星通信やマイクロ波多重通信の回線設計によく使用されますが、それらに限らずビーム・アンテナを使用する無線回線の設計に有効です。

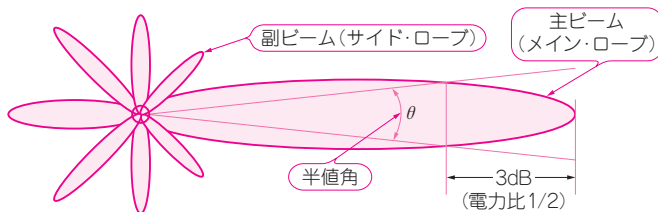
なお、ERP(Effective Radiated Power: 実効輻射電力)という用語も使われます。EIRPが理想アンテナ(利得0 dBi)を基準にしているのに対し、ERPは半波長ダイポール・アンテナ(利得2.14 dBi)を基準にしています。したがって、両者は式(3-1)の関係があります。

$$P_{\text{EIRP}} = P_{\text{ERP}} + 2.14 \text{ dB} \dots \dots \dots (3-1)$$

■ 指向角

ビーム・アンテナの場合は、その指向性をビームの角度で表します。図4に示すように、一般に最も利得の大きい部分から利得が3 dB下がった点の角度(半値角)を「指向角」といいます。

エネルギー保存の法則からいえば、ビーム・アンテナは本来全方向(4π sr)に放射されるはずの電力を1方向にまとめて放射していることとなります。つまり、アンテナ利得と指向角は、おおむね一義的な関係があるということです。なお、アンテナ素子自体に大きな損失がある場合は、この関係が成り立ちません。例えば、中波帯(300 k~3 MHz)以下の周波数では波長が長いのでアンテナ素子も長くなり、抵抗損が無視できなくなります。VHF帯(30 M~300 MHz)以上の周波数ではアンテナ素子の長さが短く、その損失は無視で



〈図4〉半値角と指向角