



毎日使っているのに——
実は知らない・解っていない

電波のお話

パート2：アンテナの基本特性と種類

藤田 昇
Noboru Fujita

● パート1から続く

小誌No.2で掲載した「パート1：電波の性質と電波を使うためのルール」に続くパート2をお届けします。

〈編集部〉

5 アンテナ

■ 5.1 電波の発生

高周波電力をアンテナに供給すると電波に変換され、逆にアンテナで電波を受けると高周波電力に変換されます。アンテナは、金属棒または金属板を組み合わせただけの極めて簡単な構造で、高周波エネルギーと電磁波エネルギーを相互に変換するトランスジューサとして働きます。

電波は進行方向と振動方向が直交する横波なので、水面の波にたとえられます。図18(a)のように水面に棒を立てて上下に運動させると、その繰り返しの速度に

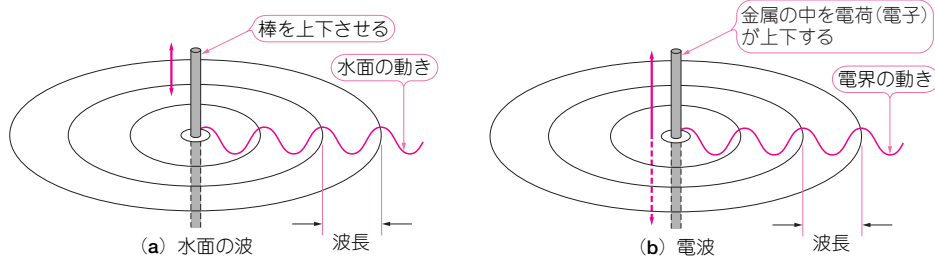
応じた周波数の波が水面に広がります。電波は電荷を往復運動させることで発生できます。繰り返しの速度が周波数となり、往復する電荷の量(=電流の大きさ)が電界の強さになります。図18(b)は、そのようすです。

なお、水の波は媒体(水)が動いて伝わるものですが、電波は電界と磁界の相互作用で伝わるもので、媒体を必要としません。また、水面の波は平面を伝わりますが、電波は立体的に広がって伝わります。両者はまったく異なるものですが、ある面だけを見ると似ているところもあるので、概念の理解に役に立つと思います

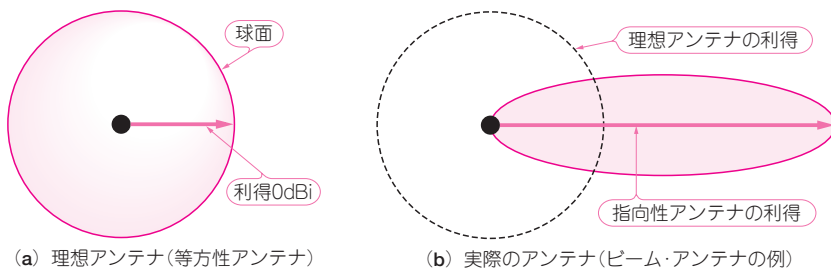
■ 5.2 アンテナの特性

● 利得と指向性

図19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」または「等方性アンテナ」といいます。



〈図18〉水の波と電波の概念



〈図19〉アンテナの利得と指向性

実際のアンテナは完全な等方向性ではないので、理想アンテナに対して放射特性(利得)に凹凸を生じます。例えば八木アンテナなどの指向性アンテナは、**図(b)**のように1方向にビーム状の放射特性をもちます。その最も大きな凸部分をそのアンテナの利得といいます。利得というと増幅作用があり、入力信号より出力信号のエネルギー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にすぎません。

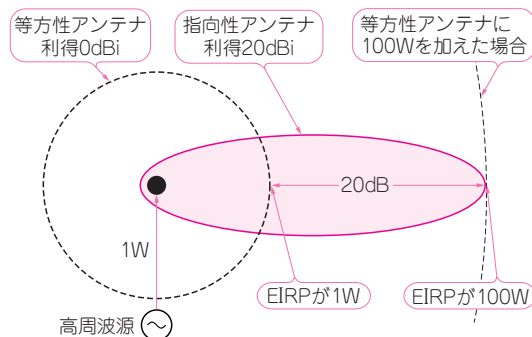
ここで、理想アンテナから放射されるエネルギーと等価な放射エネルギーをもつアンテナの利得を基準(0 dB)とする利得を「絶対利得」といい、0 dBと表します。「i」はisotropic(等方向性の)の頭文字です。

基準アンテナに対する利得を「相対利得」といいます。基本アンテナである半波長ダイポール・アンテナの絶対利得は2.14 dBiですが、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。

添え字(iやd)を省いて単に利得〇〇 dBと書くときがありますが、一般的には絶対利得を指します。ただし、相対利得を意味することもあるので注意を要します。とくに、古い書籍では半波長ダイポール・アンテナとの相対利得を単にdBと表記していることが多いので間違わないように注意しましょう。

● EIRP と ERP

EIRP(Equivalent Isotropic Radiation Power：等価等方放射電力)とは、アンテナからある方向に放射されるエネルギーを「等方性アンテナ」(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20**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、等方性アンテナ(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。



〈図20〉EIRP(等価等方放射電力)は、アンテナからある方向へ放射されるエネルギーを等方性アンテナによる送信電力に置き換えたもの

EIRPは衛星通信やマイクロ波多重通信システムの回線設計によく使われますが、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も有効です。

なお、EIRPと似たものにERP (Effective Radiation Power：実効放射電力)があります。ERPは半波長ダイポール・アンテナを基準にしたもので、ERPはEIRPより2.14 dB低い値になります。

● 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。一般に最も利得の大きい部分から利得が3 dB落ちた点(**図21**)を挟む角度(半値角)を指向角といいます。実際のアンテナは主ビーム(メイン・ローブ)以外に副ビーム(サイド・ローブ)が存在しますが、一般にサイド・ローブはメイン・ローブに比べて小さいので、サイド・ローブが指向角内に含まれることはありません。

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(立体角 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り、利得が高くなれば指向角が狭くなります。

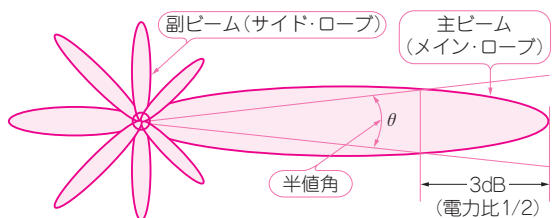
なお、アンテナ素子自体に大きな損失がある場合、つまりアンテナ素子の電気抵抗が大きい場合、この関係が成り立ちません。例えば、中波帯(300 k ~ 3 MHz)以下の周波数では波長が長いので、アンテナ素子も長くなり抵抗損を無視できなくなります。VHF帯(30 M ~ 300 MHz)以上の周波数では、アンテナ素子の長さが短いので、素子そのものの損失は無視できます。

● 偏波と偏波面

▶ 直線偏波(垂直偏波, 水平偏波)

パート1の**図1**に示したように、電波は電界と磁界が交互に直交しながら伝搬します。このうち電界の方向を「偏波面」といい、偏波面が時間的に変化しないものを「直線偏波」といいます。

また、偏波面が大地に対して垂直な電波を「垂直偏波」といい、大地に対して水平な電波を「水平偏波」といいます。例えば、**図22**のようにダイポール・アンテナの素子を垂直方向に設置した場合は垂直偏波になり、水平方向に設置した場合は水平偏波になります。



〈図21〉半値角と指向角